



No. 12-081734- -00000-0000

Fecha: 2012-05-17 15:40:49 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 235



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

República de Colombia
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

PROPIEDAD
INDUSTRIAL

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD DE

PATENTE DE INVENCION
PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TITULO: **METODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACION DE
TUBOS ORIENTADOS BIAIXIALMENTE**

52. CLASIFICACION INTERNACIONAL: **B29C 55/26**

71. SOLICITANTE: **ROLLEPAAL HOLDING B.V.**

DOMICILIO: **13, Rollepaal, NL-7701 BR Dedemsvaart,
PAISES BAJOS**

74. APODERADO: **DRA. MARGARITA CASTELLANOS A.**

22. BOGOTA, D.C., _____

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 12-081734- -00000-0000 Fecha: 2012-05-17 15:40:49 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 235
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	(12) TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/NL2010/050687	Fecha 18/10/2010
Publicación Internacional No.		WO 2011/049436 A3	Fecha 28/04/2011
3	(54) TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
METODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACION DE TUBOS ORIENTADOS BIAIXIALMENTE			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (51) CIP		
B29C 55/26			
5	(71) SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
ROLLEPAAL HOLDING B.V.			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		13, Rollepaal	No. TELÉFONO
CIUDAD		NL-7701 BR Dedemsvaart	E-MAIL
DEPARTAMENTO/ESTADO			NACIONALIDAD O PAISES BAJOS
PAÍS DE RESIDENCIA		PAISES BAJOS	LUGAR DE CONSTITUCIÓN
7	(72) INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. VISSCHER		JAN	NEERLANDES
2. JANSEN KLOMP		HENDRIK JAN CAREL	NEERLANDES
3. BOSCH		JAN-MARK	NEERLANDES
4.			
5.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
1. PAISES BAJOS		NL-7775 AK Lutten	92, Dedemsvaartseweg-Noord
2. PAISES BAJOS		NL-8019 AW Zwolle	28, Prènses Julianastraat
3. PAISES BAJOS		NL-7701 MP Dedemsvaart	29, De Meerkoet
4.			
5.			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	(74) ☐ REPRESENTANTE ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
CASTELLANOS ABONDANO		MARGARITA	C.C . 39.779.654 T.P . 70.819
DIRECCIÓN	CALLE 94 A No. 7 A-09		No. TELÉFONO 7560770
CIUDAD	BOGOTA		E-MAIL info@castellanosyco.co
PAÍS	COLOMBIA		No. DE PROTOCOLO EN LA OFICINA

10	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN 1. PAISES BAJOS 2. 3.		CÓDIGO PAÍS NL	(31) NÚMERO 2003666	(32) FECHA (AAAA/MM/DD) 2009/10/19
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
13	REDUCCIÓN DE TASAS			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.		Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación. Acreditación Colciencias.		Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☒ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
14	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N° 12-0039606, 12-0039609		Fecha Abril 23 de 2012
15	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL <i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>			
Margarita Castellanos Abondano MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO – APODERADO				
16	ORDEN Y RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD			
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 122 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 52 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 10 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☒ Arte final 12 x 12. 8. ☐ Anexo formato digital.		Documentación Jurídica 9. ☐ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal, cuando el solicitante es persona jurídica 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.		

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 12 - 0039606
		Bogotá D.C., Abril 23 de 2012 - 14:50:56

RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO	NI 800.174.641
----------------------------------	----------------

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	449660061	23/04/2012	15.630.800.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	590.000.00	590.000.00
			\$590.000.00
=====			

SON: **QUINIENTOS NOVENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 12-081734- -00000-0000
Fecha: 2012-05-17 15:40:49 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 235

CASTELLANOS & CO LTDA

ABOGADOS
Calle 94 A No. 7 A-09
Bogotá, D.C. - COLOMBIA

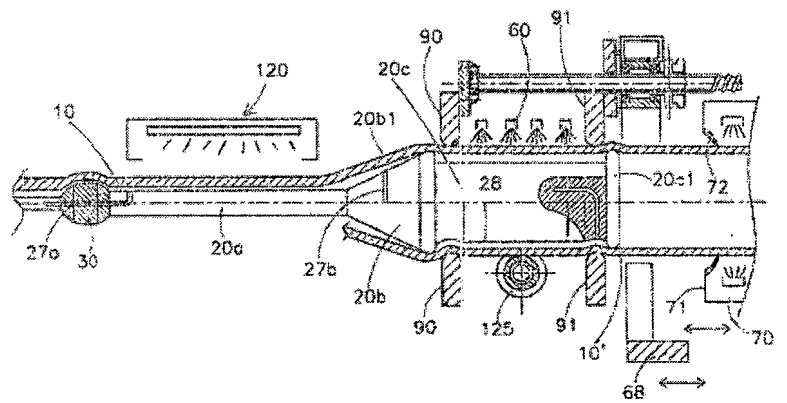


Fig. 2

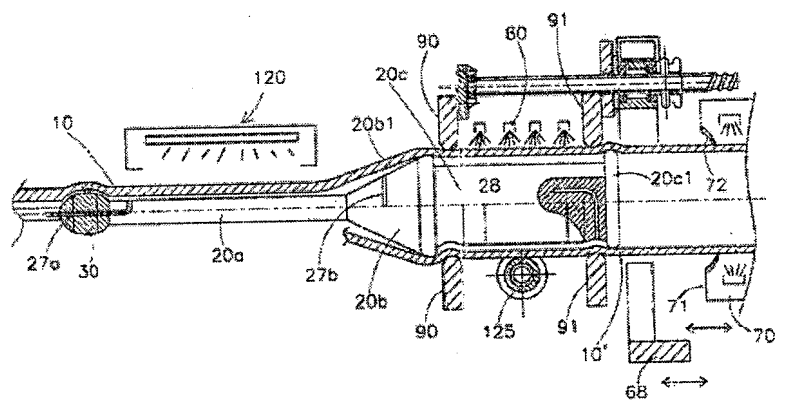


Fig. 2

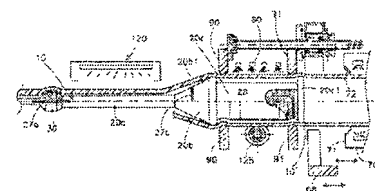


Fig. 2

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
28 April 2011 (28.04.2011)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2011/049436 A3(51) International Patent Classification:
B29C 55/26 (2006.01)(21) International Application Number:
PCT/NL2010/050687(22) International Filing Date:
18 October 2010 (18.10.2010)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
2003666 19 October 2009 (19.10.2009) NL(71) Applicant (for all designated States except US):
ROLLEPAAL HOLDING B.V. [NL/NL]; 13,
Rollepaal, NL-7701 BR Dedemsvaart (NL).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **VISSCHER, Jan**
[NL/NL]; 92, Dedemsvaartseweg-Noord, NL-7775 AK
Lutten (NL). **JANSEN KLOMP, Hendrik Jan Carel**
[NL/NL]; 28, Prinses Julianastraat, NL-8019 AW Zwolle
(NL). **BOSCH, Jan-Mark** [NL/NL]; 29, De Meerkoet,
NL-7701 MP Dedemsvaart (NL).(74) Agent: **BROOKHUIS, H.J.A.**; P.O. Box 3241, NL-2280
GE Rijswijk (NL).(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

- with international search report (Art. 21(3))
- before the expiration of the time limit for amending the
claims and to be republished in the event of receipt of
amendments (Rule 48.2(h))

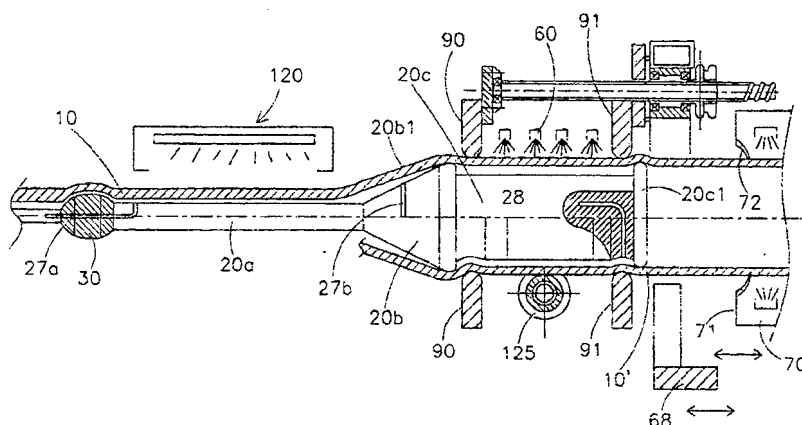
(88) Date of publication of the international search report:
9 September 2011(54) Title: METHODS AND INSTALLATIONS FOR MANUFACTURING BIAXIALLY ORIENTED TUBING AND THE
TUBING ITSELF

Fig. 2

(57) Abstract: The production of a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder having an extruder die head with an inner die member that forms a lumen in the tube in preform condition. The tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning. Use is made of an expansion device comprising a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction. The method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube.

000007

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/NL2010/050687A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C55/26
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 214 283 B1 (VISSCHER JAN [NL] ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10)	1-8,11, 12, 16-19, 49-52
Y	column 2, line 60 - column 3, line 9 column 7, line 47 - line 50 column 7, line 59 - column 8, line 37 column 9, line 1 - column 10, line 41 column 11, line 43 - line 56; figures 1,4,5	10,13, 15,22, 26-30, 33-39, 44,46,47
A	----- WO 00/53392 A1 (WAVIN BV [NL]; LENTHE ARJAN DIRK VAN [NL]; PRENGER JAN HENDRIK [NL]; V) 14 September 2000 (2000-09-14) page 19, paragraph 3 ----- -/--	4-6,17, 18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2011

Date of mailing of the international search report

11/07/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingelgård, Tomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/NL2010/050687

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 90/02644 A1 (VINIDEX TUBEMAKERS PTY LTD [AU]) 22 March 1990 (1990-03-22) page 9, paragraph 2 -----	14,21
A	US 2005/062182 A1 (VAN LENTHE ARJAN DIRK [NL] ET AL) 24 March 2005 (2005-03-24) paragraph [0205] -----	14,21
Y	US 5 817 270 A (PRENGER JAN HENDRIK [NL] ET AL) 6 October 1998 (1998-10-06) column 9, line 5 - line 40 -----	10
A	WO 97/01428 A1 (CONENOR OY [FI]; KIRJAVAINEN KARI [FI]; JAERVENKYLA JYRI [FI]) 16 January 1997 (1997-01-16) figures 7, 8 -----	10
Y	US 2007/164486 A1 (VAN LENTHE ARJAN DIRK [NL] ET AL) 19 July 2007 (2007-07-19) paragraphs [0002], [0003], [0091] - [0094], [0100] - [0102], [0168] - [0171], [0184], [0205], [0219], [0234]; figures 5-8 -----	15
A	US 5 650 114 A (WARD IAN MACMILLAN [GB] ET AL) 22 July 1997 (1997-07-22) figure 1 -----	15
Y	US 3 249 671 A (PERRONE ROSARIO J ET AL) 3 May 1966 (1966-05-03) column 3, line 27 - line 39 -----	13,22
X	GB 2 080 191 A (PHILLIPS PETROLEUM CO) 3 February 1982 (1982-02-03) -----	22,24, 33,34, 37,40, 41,48
Y	page 1, line 72 - line 94 page 2, line 65 - line 115; figure 1 -----	26,27, 33-39, 41-47
Y	WO 97/06940 A1 (VINIDEX TUBEMAKERS PTY LTD [AU]; UPONOR BV [NL]; CHAPMAN PETER GLANVIL) 27 February 1997 (1997-02-27) page 2, line 15 - line 29 page 6, line 1 - line 20 page 7, line 9 - page 8, line 10 page 9, line 23 - line 26; figure 1 -----	27,35, 37-39
X	FR 2 109 534 A5 (VER DEUTSCHE METALLWERKE AG) 26 May 1972 (1972-05-26) -----	22,24, 25,47,48
Y	page 1, line 7 - line 24 page 3, line 14 - page 4, line 4; figures 1,2 -----	33-45
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/NL2010/050687

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CA 2 185 701 C (WAVIN BV [NL]) 28 September 1995 (1995-09-28)	48
Y	page 1, line 15 - page 3, line 35	28-30,
A	page 6, line 1 - page 8, line 22	33-36,40
	-----	22
A	US 3 963 403 A (HUGHES RODERICK E ET AL) 15 June 1976 (1976-06-15) figure 1	22,48

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/NL2010/050687

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-6, 11, 12, 14, 16-18, 21, 49-52

Method, installation, tubing and expansion device, where external heat exchanging devices and sensors are used during manufacturing.

2. claims: 7-10, 15, 19, 20

Method and installation where a gas is used as fluid, the sealing has a conical run-on surface, and conical surfaces are used on the expansion part.

3. claims: 13, 22-48

Method and installation, with a run-off part having a reduced diameter section.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/NL2010/050687

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6214283	B1	10-04-2001	AT	182838 T		15-08-1999
			AU	707485 B2		08-07-1999
			AU	5660296 A		21-11-1996
			BR	9608173 A		09-02-1999
			DE	69603595 D1		09-09-1999
			DK	823873 T3		06-12-1999
			EP	0823873 A1		18-02-1998
			ES	2137692 T3		16-12-1999
			JP	3859233 B2		20-12-2006
			JP	11508196 T		21-07-1999
			PL	323194 A1		16-03-1998

WO 0053392	A1	14-09-2000	AT	242101 T		15-06-2003
			AU	776757 B2		23-09-2004
			AU	2949300 A		28-09-2000
			BR	0008780 A		18-12-2001
			CA	2364488 A1		14-09-2000
			DE	60003163 D1		10-07-2003
			DE	60003163 T2		06-05-2004
			DK	1159122 T3		29-09-2003
			EP	1159122 A1		05-12-2001
			ES	2202064 T3		01-04-2004
			HU	0200262 A2		29-05-2002
			JP	2002538025 U		12-11-2002
			NL	1012032 C2		06-09-2000
			NZ	513818 A		29-08-2003
			PL	350538 A1		16-12-2002
			PT	1159122 E		31-10-2003
			US	2002022101 A1		21-02-2002

WO 9002644	A1	22-03-1990	NONE			

US 2005062182	A1	24-03-2005	NONE			

US 5817270	A	06-10-1998	AT	174551 T		15-01-1999
			AU	691585 B2		21-05-1998
			AU	1962095 A		09-10-1995
			CA	2185708 A1		28-09-1995
			DE	69506694 D1		28-01-1999
			DE	69506694 T2		27-05-1999
			DK	751860 T3		23-08-1999
			EP	0751860 A1		08-01-1997
			ES	2127517 T3		16-04-1999
			NL	9400451 A		01-11-1995
			WO	9525626 A1		28-09-1995

WO 9701428	A1	16-01-1997	AT	210545 T		15-12-2001
			AU	706505 B2		17-06-1999
			AU	5650796 A		30-01-1997
			CA	2225402 A1		16-01-1997
			CN	1190924 A		19-08-1998
			DE	69617953 D1		24-01-2002
			DE	69617953 T2		27-06-2002
			EP	0835177 A1		15-04-1998
			ES	2169797 T3		16-07-2002
			JP	11508203 T		21-07-1999
			JP	3843130 B2		08-11-2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/NL2010/050687

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 6197239 B1	06-03-2001
US 2007164486 A1	19-07-2007	NONE	
US 5650114 A	22-07-1997	US 5910346 A	08-06-1999
US 3249671 A	03-05-1966	NONE	
GB 2080191 A	03-02-1982	CA 1159210 A1	27-12-1983
		MX 159148 A	26-04-1989
		US 4314958 A	09-02-1982
WO 9706940 A1	27-02-1997	AT 230338 T	15-01-2003
		BR 9610010 A	21-12-1999
		CA 2229752 A1	27-02-1997
		CN 1199363 A	18-11-1998
		DE 69625599 D1	06-02-2003
		DE 69625599 T2	13-11-2003
		EP 0844927 A1	03-06-1998
		ES 2188775 T3	01-07-2003
		NO 980678 A	18-02-1998
		NZ 315293 A	28-10-1998
		RU 2160183 C2	10-12-2000
		US 6153132 A	28-11-2000
FR 2109534 A5	26-05-1972	DE 2051390 A1	27-04-1972
CA 2185701 C	08-11-2005	CA 2185701 A1	28-09-1995
US 3963403 A	15-06-1976	NONE	

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

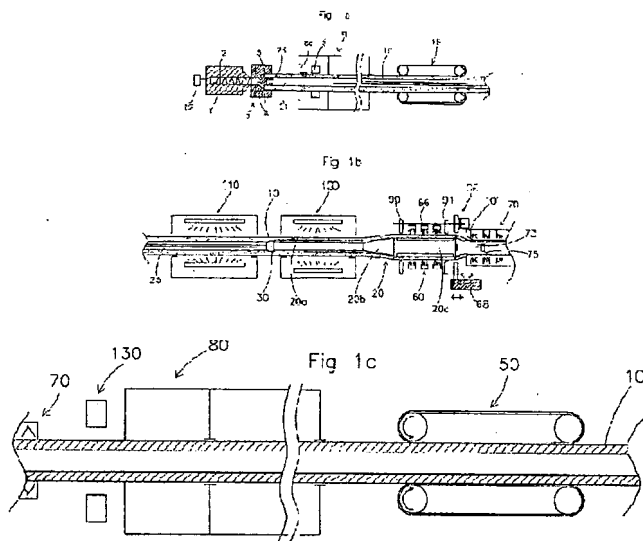


(43) International Publication Date
28 April 2011 (28.04.2011)

(10) International Publication Number
WO 2011/049436 A2

- (51) International Patent Classification:
B29C 55/26 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/NL2010/050687
- (22) International Filing Date:
18 October 2010 (18.10.2010)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
2003666 19 October 2009 (19.10.2009) NL
- (71) Applicant (for all designated States except US):
ROLLEPAAL HOLDING B.V. [NL/NL]; 13, Rollepaal, NL-7701 BR Dedemsvaart (NL).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): **VISSCHER, Jan** [NL/NL]; 92, Dedemsvaartseweg-Noord, NL-7775 AK Lutten (NL). **JANSEN KLOMP, Hendrik Jan Carel** [NL/NL]; 28, Prinses Julianastraat, NL-8019 AW Zwolle (NL). **BOSCH, Jan-Mark** [NL/NL]; 29, De Meerkoet, NL-7701 MP Dedemsvaart (NL).
- (74) Agent: **BROOKHUIS, H.J.A.**; P.O. Box 3241, NL-2280 GE Rijswijk (NL).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: METHODS AND DEVICES FOR MANUFACTURING BIAXIALLY ORIENTED TUBING



(57) Abstract: The production of a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder having an extruder die head with an inner die member that forms a lumen in the tube in preform condition. The tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning. Use is made of an expansion device comprising a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction. The method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube.

P29934PC00/HJB

METHODS AND DEVICES FOR MANUFACTURING BIAXIALLY ORIENTED TUBING

The present invention relates to methods and devices for manufacturing biaxially oriented tubing of thermoplastic material.

The invention relates in general to the issue of establishing production processes and production installations that allow to produce biaxially oriented tubing of thermoplastic material, the oriented tubing having a desired uniformity of the final dimensions of the oriented tubing as well as good strength properties, e.g. as the production of rigid pipes, e.g. pressure pipes for transportation of water or gas is envisaged.

5 When producing biaxially oriented tubing of thermoplastic material, e.g. pipes of polyvinylchloride, it has proven to be difficult to produce tubing with uniform final dimensions. Such uniformity is desirable, e.g. as biaxially oriented tubing elements, e.g. pressure pipes, e.g. for transportation of water, are interconnected end-to-end, e.g. via socket connections.

15 The first aspect of the invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning, so that a
20 tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is contacted by the
25 tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction,

- a run-on part which is located upstream of the expansion part, said run-on part having an upstream nose end.

The method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a
30 drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube. The biaxially oriented tube is cooled.

In this method of the first aspect of the invention use is made of an expansion device having one or more fluid supply ducts. The one or more fluid supply ducts have a port in the outer surface of the run-on part and/or the expansion part of the expansion device, and a fluid is introduced between the expansion device and the tube.

First some prior art approaches will be discussed here.

In EP 823 873 a method is disclosed for the production of biaxially oriented tubing. Use is made of a rigid mandrel having an expansion part as well as a run-on part upstream of and integral with the expansion part. Spaced upstream from the nose end of the run-on part a closure member is held on the anchoring rod, so as to define a chamber in the lumen of the tube in preform condition. A liquid, e.g. heated water, is fed under pressure between the tube and the mandrel device via one or more ducts that are formed in the mandrel and have a port in the outer surface of the mandrel. This liquid then flows counter to the direction of movement of the tube towards the chamber upstream of the nose end of the expansion device and is then discharged via one or more discharge ducts in the anchoring rod.

In EP 823 873 it is also proposed to provide the mandrel with a run-off part downstream of the expansion part. A film of cold liquid is created between the tube and this run-off part, as one or more feed and discharge ducts for said cold liquid are formed in the mandrel. In particular it is proposed to cause the cold liquid in said film to flow opposite to the motion of the tube, so from a downstream feed opening in the outer surface of the run-off part towards an upstream discharge opening in the outer surface of the run-off part.

In EP 823 873 the tube is made to sealingly engage the mandrel at or near the transition between the expansion part and the run-off part in order to avoid that the cold liquid reaches the expansion part.

In EP 1 159 122 a method is disclosed for the production of biaxially oriented tubing. Use is made of a rigid mandrel having an expansion part as well as a run-on part upstream of and integral with the expansion part. The run-on part has a uniform diameter over its length. A film of liquid is formed between the expansion part and the tube. The liquid is supplied at the downstream end of the expansion part and flows counter to the motion of the tube to one or more outlets arranged in the run-on part of the expansion device. The tube in preform condition is shown to sealingly engage on the nose end of the run-on part as the inner diameter of the preform is less than the diameter of the run-on part.

The first aspect of the invention aims to provide measures that allow for improvements over the prior art or at least provide for a useful alternative.

5 It is a further object of the first aspect of the invention to provide for measures that allow for a suitable internal tempering of the tube in preform condition, possibly using liquid circulated within the lumen, e.g. in combination with heating and/or cooling on the outside of the tube in preform condition.

10 It is a further object of the first aspect of the invention to provide measures that allow for a suitable internal tempering of the tube in preform condition, possibly using liquid circulated within the lumen, as well as introducing a fluid, e.g. a liquid or a gas, between the expansion device, e.g. the expansion part thereof, and the tube, the introduction of fluid and the internal tempering being independent from one another.

15 It is a further object of the first aspect of the invention to provide a method that allows for enhanced uniformity of the tubing, in particular with respect to wall thickness and cross-sectional shape both in circumferential direction and over the length of the tube.

20 It is a further object of the first aspect of the invention to provide a method wherein no cold liquid is conveyed through the anchoring rod to the expansion device.

It is a further object of the first aspect of the invention to provide a method that allows for an easy and reliable start-up procedure.

25 It is a further object of the first aspect of the invention to provide a method that allows for an increased maximum diameter of the expansion part as well as significant orientation in circumferential direction of the tube. This allows to produce large diameter biaxially oriented tubes without undue traction forces having to be applied to the tube and without a
30 problematic start-up procedure.

In order to achieve one or more of the above objects the first aspect of the invention provides a method according to claim 1, wherein use is made of a expansion device with a run-on part that is provided with a sealing member that is sealingly engaged by the tube in preform
35 condition, said sealing member being arranged at a distance upstream of the expansion part of the expansion device and having a diameter that is greater than the run-on part downstream of the sealing member, the sealing member forming an effective seal that

prevents the fluid from reaching the lumen of the tube in preform condition upstream of the sealing member.

Preferably the sealing member is arranged at the nose-end of the run-on part.

5

The sealing member can be seen as a thickened portion of the run-on part compared to the portion of the run-on part downstream of the sealing member.

10

The first aspect of the invention allows to use a run-on part of a significant length, thereby enhancing the internal support of the tube in preform condition by the run-on part upstream of the expansion part. This contributes to enhanced uniformity of the biaxially stretching of the tube in preform condition. Also this arrangement allows for a reliable and stable fluid volume, e.g. as a film, between the run-on part and the tube in preform condition. The sealing engagement of the sealing member with the tube in preform condition provides a reliable barrier between the zone upstream of the sealing member and the zone downstream of the sealing member within the lumen of the preform, so that conditions and/or actions can be performed in one of said zones that are fully or at least largely independent from the other zone.

15

20

In a possible embodiment of the first aspect of the invention the fluid in said fluid volume between run-on part and/or expansion part of the expansion device and the tube forms a film of fluid, primarily acting as a lubricant between the tube and the expansion device, the fluid in the film preferably being a liquid, e.g. water, preferably heated.

25

In comparison with the prior art method of EP 823 873 the first aspect of the invention allows to provide for a stable lubrication film between the expansion device, preferably both the run-on part and the expansion part, and the tube in preform condition.

In comparison with the prior art method of EP 1 159 122 the first aspect of the invention allows to provide a longer run-on part with a stable film between the run-on part and the tube in preform condition.

30

The fluid may in a practical embodiment a liquid. In a practically preferred embodiment water is used, more preferably non-boiling heated water, wherein a water heater and pump are used to provide and supply the heated water at a suitable pressure to the expansion device, e.g. at a temperature of approximately 100 °C. The pressure is chosen so as to allow the formation of a liquid film between the expansion device and the tube.

35

In another embodiment, as will also be discussed in combination with the second aspect of the invention, the fluid is a gas, e.g. air, supplied via a compressor or other pressurized gas source to the one or more supply ducts in the expansion device. The use of a gas, e.g. air, has some advantages over the use of a liquid, e.g. that any problems associated with liquid that is entrained with the tube to beyond the expansion device are avoided.

The first aspect of the invention also relates to embodiments wherein the fluid in the fluid volume between the expansion device and the tube is used to cause gradual expansion of the tube due to internal fluid pressure before the tube comes into contact with the expansion part. In these embodiments the fluid preferably is a gas, e.g. air.

The use of a gas, e.g. air, as fluid allows to perform the production method such that a pressurized gas volume is entrapped between the tube on the one hand and the run-on part and the expansion part of the expansion device on the other hand, the tube in preform condition sealingly engaging the sealing member on the run-on part as well as sealingly engaging at least a downstream portion of the expansion part, e.g. near or at the transition to the run-off part of the expansion device. The pressure of the entrapped gas volume then causes internal fluid pressure on the tube and so gradual expansion of the tube already before the tube actually contacts the expansion part. The passage over at least the downstream portion of the expansion part of the expansion device then governs a further, possibly final, stage of the circumferential orientation of the thermoplastic material. Clearly the volume of gas causes no frictional resistance to the movement of the tube, which may be advantageous. It will be appreciated that this approach can also be done in combination with the use of gas as a fluid as will be explained with reference to the second aspect of the invention, or with other aspects of the invention.

In a preferred embodiment a gas, e.g. air, is supplied to the fluid volume. This fluid volume is then bounded at one axial end by the sealing contact between the tube in preform condition and the sealing member and at the other axial end by the sealing engagement between the tube and at least a downstream portion of the expansion part, e.g. near or at the transition to the run-off part. As is preferred the pressure of the gas in said fluid volume is then used to cause gradual expansion of the tube by internal gas pressure already before the tube actually contacts the non-deformable expansion part during production of biaxially oriented tube.

The presence of the sealing member and its sealing effect allow for a significant and stable gas pressure in said fluid volume and thereby for effective use of gradual expansion by internal gas pressure of the tube prior to contact with the expansion part. The tube, having

undergone some expansion, e.g. a selected degree of expansion as will be explained below, then contacts the expansion part and is then subjected to expansion under the influence of the non-deformable expansion part.

- 5 The start-up of the production installation and method according to first aspect – and possibly also one or more other aspects – of the invention is also greatly facilitated by the presence of the sealing member, its sealing effect, and the possibility to supply gas under pressure between the run-on part and the tube downstream of the sealing member. During start-up the tube in preform condition is made to pass over the sealing member and then to come into
- 10 contact with the expansion part. Gas is then supplied in this region between the run-on part and the tube, so that the tube expands under said internal gas pressure. As is preferred in this start-up procedure, the tube – in the region between the sealing member and the maximum diameter of the expansion part, is made to expand locally to a large diameter that is at least as great as the maximum diameter of the expansion part so that upon continued
- 15 progress of the expanded portion of the tube in downstream direction, said portion of large diameter passes easily over the maximum diameter portion of the expansion device. Once the passing of the tube over the expansion device has stabilized in this start-up procedure, the gas pressure in this volume can be relieved so that – during normal production of biaxially oriented tube - a reduced expansion is effected by the gas pressure and the
- 20 remainder of the expansion is effected by contact with the expansion part.

The pressure of the gas in said gas volume could be controlled by means of a pressure control valve in the supply means for the gas.

- 25 It is preferred to have – in addition to said one or more supply ducts - one or more gas discharge ducts that are formed in the expansion device, said one or more discharge ducts having one or more inlet ports in the exterior surface of the expansion part of the expansion device, an inlet port being open or closed or partly closed dependent on whether or not the inlet port is covered and closed by the tube or to which portion of the inlet port is closed by
- 30 the tube. A gas discharge duct then provides for the relief of gas pressure from the fluid volume when the one or more corresponding inlet ports are at least partly open, and thus establishes a control of the expansion of the tube that is caused by internal gas pressure. In this embodiment the tube itself basically acts as valve in combination with a simple inlet port or inlet ports (e.g. distributed in circumferential direction) and allows to dispense with a
- 35 complicated gas pressure control valve arrangement. This embodiment also allows for a fail-safe operation of the installation as the gas pressure in said fluid volume can never become excessive. A simple open-close valve may be provided for the discharge duct, e.g. to close a

discharge duct during start-up of the method as increased expansion of the tube by internal gas pressure may then be used advantageously as explained above.

5 In a further preferred embodiment multiple inlet ports, each associated with a corresponding discharge duct, are provided at differing diameter positions in the exterior surface of the expansion part, said differing diameter positions having different radial distances from the central longitudinal axis of the expansion part. One or more operable valves, e.g. open-close valves, are associated with the discharge ducts, so that a selected inlet port and associated discharge duct can be made effective to allow for relief of gas pressure when the tube does not fully cover and close said inlet port. At the same time the other non-selected inlet ports and associated discharge ducts are then made ineffective by closing the associated valve or valves. This embodiment allows to control the internal diameter of the tube as it is effectively expanded by the internal gas pressure in the fluid volume and reaches the expansion part of the expansion device. This allows for a simple selection of the degree of expansion to be obtained via the internal gas pressure versus the remaining expansion via contact with the expansion part.

20 In an advantageous embodiment of the method of the first aspect of the invention use is made of one or more external heat exchange devices that are adapted and operated to influence the temperature of the tube in preform condition, wherein said external heat exchange devices are used to influence the sealing engagement between the tube in preform condition and the sealing member of the run-on part of the expansion device. In a practical embodiment a first heating device is used that is adapted for controlled external heating of the tube in preform condition, and a second heating device is used that is adapted for controlled external heating of the tube in preform condition, wherein the first and second heating device are independently controlled, and wherein the first heating device is arranged upstream of the sealing member of the run-on part, and wherein the second heating device is arranged downstream of the sealing member. This embodiment allows to use the first heating device for controlling the sealing engagement with the sealing member, and the second heating device in order to influence the tube directly upstream of and/or during the passage of the tube over the expansion part of the expansion device. One or more of these heating devices may include multiple heating elements distributed around the path of the tube, e.g. multiple infrared heating elements.

35 In a possible embodiment of the method - for temperature conditioning of the tube in preform condition- a liquid circulation compartment is formed in the lumen of the tube between a closing member that is arranged at a distance upstream from the nose end of the run-on part

on the one hand and the sealing member on the other hand, wherein a liquid is circulated through said liquid circulation compartment. This method allows to establish an effective internal temperature conditioning of the tube in preform condition directly upstream of the expansion device. In practice said internal temperature condition may be effected with hot water, e.g. close to the orientation temperature, e.g. close to the boiling temperature of water. The closing member is located such that a suitable length of the liquid circulation compartment is obtained. The closing member may be arranged at the die head or close to the die head, e.g. as shown in WO95/25626, figure 3. In another arrangement the closing member is arranged between the die head and the expansion device, or it can be envisaged to employ multiple liquid circulation compartments between the die head and the expansion device by means of multiple closing members and associated liquid circulation ducts.

When the method of the first aspect of the invention is performed such that an upstream tempering from within the tube in preform condition is performed or enhanced by an internal liquid circulation compartment upstream of the expansion device, and such that a fluid volume is established between the expansion device and the tube by fluid that is supplied via one or more fluid supply ducts in the expansion device, then the sealing member and the sealing engagement thereof with the preform act to prevent a loss or instability of the pressure in the fluid volume – which pressure will be preferably a higher pressure than the pressure of the liquid in the internal liquid circulation compartment.

In an embodiment the sealing member is an annular sealing member fitted on the run-on part of the expansion device, said sealing member including a conical run-on surface for the tube, gradually increasing in diameter in downstream direction.

The sealing member preferably is a non-deformable member, e.g. a metallic member. Preferably there is no provision to supply a lubricant directly to the outer surface of the sealing member. In more complex embodiments however the sealing member may be adapted to control the frictional engagement thereof with the tube in preform condition, e.g. provided with an integral and dedicated lubrication device, e.g. allowing a gas, e.g. air, to be fed directly between the sealing portion and the preform. In another embodiment the sealing member may be construed to have a variable diameter with an associated control means, e.g. with an outer metallic skin, e.g. expandable under hydraulic or pneumatic pressure, so as to control the sealing engagement with the tube in preform condition.

In a possible embodiment a force monitoring device is associated with the sealing member, adapted to monitor the axial force on the sealing member, e.g. including one or more

electronic force sensors, e.g. strain gauges. Said monitoring device may be coupled to, when present, one or more external heat exchange devices that are used to influence the sealing engagement of the tube in preform condition with the sealing member.

5 In a possible embodiment one or more temperature sensors are provided on the expansion device, preferably at or near the sealing member, most preferably at the sealing member and in direct contact with the inner face of the tube, preferably allowing to measure the temperature of the preform in said region, e.g. said one or more sensors being coupled to the first and/or second external heat exchange devices that are used to influence the sealing
10 engagement of the preform with the sealing member in order to assist in suitable operation thereof. Said one or more temperature sensors sense the temperature of the inner face of the preform. The intimate contact between the tube in preform condition and the sealing member is beneficial for the reliability and accuracy of the temperature sensing when said one of more sensor are integrated in the sealing member.

15 In combination with one or more temperature sensors (e.g. multiple at circumferentially spaced apart positions) that sense the temperature of the outer face of the preform an indication is obtainable of the temperature profile within the wall of the preform, e.g. in order to set and/or to maintain a desired temperature profile within said wall. This may well be advantageous for achieving the desired biaxial orientation of the plastic material, as such
20 result depends also on the actual temperature of the plastic material within the wall when subjected to orientating stresses in the process.

For example the one or more temperature sensors on the inside of the tube in preform condition may be linked to an output control of the extruder and/or a control of a cooling device that cools the extruded tube in preform condition (e.g. an internal cooling device) in
25 order to influence the temperature profile in the tube wall.

It is preferred for said one of more temperature sensors for the inner face of the tube to be integrated in the sealing member, or to be located upstream thereof on the anchoring rod, e.g. within a distance of at most 2 meters from the sealing member.

It may be envisaged to have multiple temperature sensors for the inner face of the preform, each sensing the temperature of a sector of the inner face when seen in circumferential
30 direction of the inner face.

Preferably said one or more temperature sensors for the inner face of the preform are in direct contact with said inner face.

The one or more sensors that sense the inner face temperature may be wired to one or more
35 associated control units or may be of the wireless communication type.

In a possible embodiment the anchoring rod may be embodied as a chain or a cable.

Possibly one or more fluid supply conduits are embodied as hose or tubes, e.g. connected to the chain or cable at intervals.

In a possible embodiment the expansion part has a first conical surface increasing in diameter in downstream direction, adjoined at its downstream end by a cylindrical surface of a first diameter, adjoined at its downstream end by a second conical expansion surface increasing in diameter in downstream direction, and wherein preferably the diameter of the sealing member on the run-on part is greater than the first diameter of the expansion part.

10 In a preferred embodiment use is made of an expansion device having a run-off part downstream of the expansion part, preferably a run-off part according to the second aspect of the invention.

15 In a preferred embodiment the run-off part has a reduced diameter section having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part, and use is made of at least one outer diameter ring member that is arranged around said reduced diameter section, wherein the outer diameter ring member is arranged such that the oriented tube passes through the ring member while being in contact with said ring member, the outer diameter ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the oriented tube between the run-off part and the at least one outer diameter ring member is avoided, preferably the inside of the oriented tube being radially spaced from the reduced diameter section, preferably the expansion device having one or more fluid supply ducts having one or more ports in the reduced diameter section, a gas being supplied between said reduced diameter section and the oriented tube to establish a second fluid volume there between.

25 As is preferred use is then made of a first external cooling device that is adapted and operated to cool the oriented tube externally while passing over the run-off part.

30 It is envisaged that the outer diameter ring member, or the upstream outer diameter ring member if use is made of two spaced apart ring members, could be employed to contribute to the sealing engagement of the tube with the expansion device in the region of the transition from the expansion part to the run-off part, e.g. to maintain a reliable sealing contact in said region. Said outer ring member could be construed to exert a constrictive force on the tube to obtain or improve this effect.

35 The inventors envisage that a gradual expansion of the tube by internal gas pressure, in combination with a non-deformable expansion part can be achieved with high reliability and

stability during production, as the sealing member arranged at or near the nose end of the expansion device secures a reliable seal of said gas volume at the upstream end thereof and with an outer diameter ring member in combination with a reduced diameter section to assist in securing a highly reliable seal at the downstream end. As indicated above such measures at the downstream side of the gas volume are also part of the second aspect of the invention and will be discussed more in detail there.

The first aspect of the invention also relates to a method wherein one or more fluid discharge ducts are formed in the expansion device, which ducts have one or more ports in an exterior surface of the expansion device, e.g. to have a circulation of liquid through the fluid volume during the production.

The first aspect of the invention also relates to an installation as described in claim 17 and in subclaims 18 - 21.

The first aspect of the invention also relates to an expansion device for use in a method and/or installation for producing a biaxially oriented tube, wherein a tempered thermoplastic material tube in preform condition is drawn over the expansion device in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube, which expansion device comprises:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is adapted to be contacted by the tube and to exert an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction,

- a run-on part which is located upstream of the expansion part, said run-on part having an upstream nose end,

wherein the expansion device has one or more fluid supply ducts, which one or more fluid supply ducts have a port in the outer surface of the run-on part and/or the expansion part of the expansion device to allow a fluid to be introduced between the expansion device and the tube,

and wherein the run-on part is provided with a sealing member that is adapted to be sealingly engaged by the tube in preform condition, said sealing member being arranged at a distance upstream of the expansion part of the expansion device and having a diameter that is greater than the run-on part downstream of the sealing member, the sealing member be adapted to form an effective seal that prevents the fluid from reaching the lumen of the tube in preform

condition upstream of the sealing member, preferably the sealing member being arranged at the nose-end of the run-on part.

Now the second aspect of the invention will be addressed.

5

The second aspect of the invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

15

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a run-off part adjoining the expansion part at the downstream end thereof,

20

wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is drawn over the expansion device and transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction,

25

wherein said biaxially oriented tube is cooled.

In EP 823 873 a method is disclosed wherein use is made of a rigid expansion device comprising a non-deformable expansion part having an increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the preform so as to bring about expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction. A non-deformable run-off part adjoins the expansion part at the downstream end thereof and generally has a diameter not exceeding the maximum diameter of the expansion part.

30

35

In EP 823 873, figure 5, the oriented tube is cooled both internally and externally while passing over the run-off part of the expansion device. An outer diameter calibrating ring is arranged spaced a distance downstream from the run-off part of the expansion device. This

calibrating ring acts to reduce the diameter of the oriented tube. The calibrating ring is displaceable in axial direction based on control signals obtained via a measuring device that measures the dimensions (diameter, wall thickness, shape) of the oriented tube further downstream.

5

This particular prior art method of EP 823 873 has shown to produce acceptable results with regard to the final dimensions of the oriented tubing. It is noted that biaxially oriented thermoplastic tubes made according to this method, and according to the inventive methods, are primarily contemplated for pressure applications, e.g. as pressure water transport pipe that delivers water, e.g. potable water, over a long distance. The known tubes are made of polyvinylchloride.

10

The second aspect of the present invention aims to provide measures that allow for improvements over the prior art or at least to provide a useful alternative.

15

It is a further object of the second aspect of the invention to provide a method that allows for enhanced strength of the oriented tubing.

It is a further object of the second aspect of the invention to provide a method that allows for enhanced uniformity of the tubing, in particular with respect to wall thickness and cross-sectional shape.

20

It is a further object of the second aspect of the invention to provide a method wherein no cold liquid, e.g. cooling water, is conveyed to the expansion device.

25

It is a further object of the second aspect of the invention to provide a method wherein friction between the expansion device and the tube is reduced, without the measures taken to do so impairing the quality of the oriented tubing and/or the effectiveness of the production process.

30

According to the second aspect of the present invention one or more of the above objects are achieved by a method as in claim 22, wherein the run-off part, which is downstream of the expansion part, has a reduced diameter section having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part,

35

and wherein use is made of at least one outer diameter ring member that is arranged at the location of the reduced diameter section and around said reduced diameter section,

and wherein the oriented tube passes through the outer diameter ring member while being in contact with said outer diameter ring member, the outer diameter ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the oriented tube between the expansion device and the at least one outer diameter ring member is avoided, preferably
5 the inside of the oriented tube being radially spaced from the reduced diameter section,

and wherein the oriented tube is cooled externally while passing over the run-off part by a first external cooling device.

10 In an embodiment of this method the non-deformable expansion part causes the entirety of the circumferential expansion of the tube from its preform condition to the expanded condition. Possibly a relatively thin layer of fluid, acting primarily as a lubricant, is present between the expansion device and the tube. For instance the expansion device is embodied
15 as a rigid expansion device, with a run-on part, expansion part, and run-off part of non-deformable design, e.g. of metal. Such designs, often indicated as expansion mandrel, are known in the art.

In another embodiment of this method the non-deformable expansion part only causes a part of the total expansion of the tube. The other part of the desired expansion is then caused by
20 forming a fluid volume between the expansion device and the tube, e.g. upstream and/or downstream of the region wherein the tube contacts the expansion part. These one or more fluid volumes, e.g. gas filled, are then operated to exert an internal fluid pressure on the tube that causes the other part or parts of the expansion of the tube.

25 In a preferred embodiment the maximum diameter of the non-deformable expansion part governs the final stage of expansion in circumferential direction of the tube. In this embodiment any part of the expansion device - other than the reduced diameter section - downstream of said maximum diameter has a diameter at most equal to the maximum diameter of the expansion part.

30 In another possible embodiment a downstream portion, e.g. an end portion, of the run-off part has a greater diameter than the maximum diameter of the expansion part, and a fluid volume with pressurized fluid between the reduced diameter section and the tube is used to cause further expansion of the tube.

35 It is preferred for the run-off part to be of non-deformable design. However it is also envisaged e.g. that the run-off part includes an expandable portion, e.g. an inflatable plug,

e.g. at the downstream end thereof, e.g. limiting the downstream end of the reduced diameter section.

5 The reduced diameter section preferably has a diameter that is at least 4 millimetres less than the maximum diameter of the expansion part. Preferably the diameter of the reduced diameter section is about twice the wall thickness of the tube passing over the run-off part of the expansion device less than the maximum diameter of the expansion part. Preferably the reduced diameter section has a diameter of at least 80% of the maximum diameter of the expansion part.

10 The outer diameter ring member is arranged around the reduced diameter section, with the radial spacing between said ring member and the reduced diameter section being more than the projected wall thickness of the tube at said location, so that radial play remains that allows for a possible variation in the wall thickness of the tube during the production process
15 at said location, e.g. to minor disturbances in the process, without the risk that said tube becomes stuck between the ring member and the reduced diameter section of the run-off part. Preferably a radial spacing is maintained between the reduced diameter section and the inside of the oriented tube.

20 Preferably each outer diameter ring member is non-deformable, at least as the diameter of its opening through which the tube passes is concerned, under the influence of the contact with the tube passing through the opening of the ring member. E.g. the ring member is made of a rigid material, e.g. a metal or other thermally conductive material.

25 In a practical embodiment each ring member has an axial dimension less than the diameter of the opening therein for the tube. E.g. a ring member has an axial length of between 0.5 and 5 centimetres. It is however also possible that a ring member is formed as an elongated sleeve, e.g. having a length greater than the diameter of the opening therein for the tube.

30 In a possible embodiment an outer diameter ring member includes one or more internal conduits, e.g. annular internal conduits, through which a cooling fluid is passed, e.g. cooling water, to effect a cooling of the contact surface with the oriented tube. In a possible embodiment the first external cooling device is integrated with the one or more outer diameter ring members, as each ring member has one or more internal conduits through
35 which cooling fluid is passed, e.g. a single outer diameter ring member being used having a length greater than the diameter of the opening therein for the tube, e.g. between 1 and 2 times said diameter.

The external cooling of the tube by the first external cooling device while passing over the run-off section is preferably performed in the absence of internal cooling of the tube while passing over the expansion device, or even more preferably also in the absence of any internal cooling downstream of the expansion device.

In this regard referral is made to EP 823 873 wherein not only an external cooling of the oriented tube is performed, but also an internal cooling of the tube is performed by a cooling liquid film between the tube and the run-off part in combination with the passing of the tube through an outer diameter calibrating ring member downstream of the expansion device. It has been found that supplying the cooling liquid to the expansion device is problematic in view of obtaining a uniformly tempered tube in preform condition as the cooling liquid is supplied via a cooling liquid duct in the anchoring rod of the expansion device. It has also been observed that this particular prior art approach may cause deformation of the rather cold inner side of the oriented tube due to the passing through the downstream calibrating ring member, which deformation in cold condition is considered by the present inventors to have a negative effect on the strength of the finally obtained tube.

It is noted that the method of the second aspect of the invention allows dispensing with an outer diameter calibration of the oriented tube downstream of the expansion device, which is therefore a preferred embodiment of said method. In order to arrive at a tube with desired dimensions, without using an outer diameter calibration downstream of the expansion device, it has now been found possible to rely on the use of one or more outer diameter ring members at the location of the run-off part in combination with external cooling of the tube at said location, preferably when also using a second external cooling device downstream of the expansion device, and in combination with the so-called snap-back effect. This snap-back effect has already been observed and documented by professionals in the art, and is visible as a reduction of the tube diameter directly downstream of the expansion device. It is believed that this snap-back effect primarily is the result of the tensile force exerted by the downstream drawing device and the condition of the thermoplastic material of the tube as it leaves the expansion device and is no longer internally supported by said expansion device.

In a preferred embodiment use is made of an upstream outer diameter ring member and a downstream outer diameter ring member, said ring members being arranged in series and spaced apart. Through these ring members the oriented tube passes at the location of the reduced diameter section of the run-off part. By providing multiple, preferably two, ring members at spaced apart axial locations along the reduced diameter section of the run-off

part, various possibilities are provided for the operator to influence the production process and the finally obtained tubing.

5 Preferably the first external cooling device cools the oriented tube between the upstream and downstream outer diameter ring members. Preferably an intense external cooling is effected here, preferably by the outer surface of the tube being exposed, so not covered by the one or more ring members, and subjected to sprays or jets of cooling liquid, e.g. water.

10 In a preferred embodiment at least one outer diameter ring member, e.g. both an upstream and a downstream ring member, is embodied as a constrictive outer diameter ring member, said ring member exerting a radial constrictive force on the oriented tube passing there through during the production process, thereby reducing the outer diameter of the oriented tube, at least over a short axial length. In a preferred embodiment the upstream outer diameter ring member exerts a constrictive force on the oriented tube which contributes to a
15 sealing engagement of the oriented tube with the expansion device at the transition between the expansion part and the run-off-part. As will be explained in more detail below this approach is e.g. favourable when a fluid, that is a liquid or a gas, is introduced between one or more parts of the expansion device on the one hand and the tube on the other hand.

20 In a preferred embodiment at least one outer diameter ring member, e.g. an upstream ring member, is displaceable in axial direction. By suitable selection and/or adaptation of the axial position of the one or more outer diameter ring members with respect to the run-off part, e.g. the snap-back effect can be influenced and thus the final dimension of the oriented tube controlled. In particular it is envisaged that the axial displacement of one or more outer
25 diameter ring members is effected in combination with a control, and - possibly automatic - adjustment, of the cooling effect of the first external cooling device.

30 In a very practical embodiment the first external cooling device operates with one or more nozzles emitting sprays or jets of cooling liquid, e.g. cooling water.

35 In a preferred embodiment the first external cooling device is adapted and operated to adjust the length and/or location with respect to the expansion device of the stretch of the oriented tube that is affected by the first external cooling device. It has been found that by suitable selection of the length, and preferably also the location, of the affected stretch with respect to the expansion device, the occurrence of the snap-back effect can be influenced, and so the diameter of the tube, without needing to use an outer diameter calibration downstream of the expansion device.

In a preferred embodiment the first external cooling device comprises an upstream shield member and a downstream shield member, said shield members delimiting the stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device, e.g. the sprays or jets of cooling water. Preferably the outer surface of the tube is exposed between said shield members, the device having nozzles spraying or jetting cooling liquid directly onto said exposed surface.

Preferably the first external cooling device is effective directly downstream of the transition between the expansion part and the run-off part, in particular when no internal cooling is performed as is preferred.

Preferably at least one of the shield members of the first external cooling device, preferably both, is displaceable in axial direction, thereby allowing to adjust the length and/or the location of the stretch of tube that is affected by the spray of cooling liquid. It will be appreciated that by controlling the length and/or position of the shield members during the production process, e.g. automatically or operator controlled, possibly by hand, the cooling of the oriented tube can be controlled, even more when – as is common – the intensity of the cooling spray can be controlled as well.

It will be appreciated that the one or more displaceable shield members could be construed for a manual adjusting of the axial position thereof. However in a more advanced embodiment – as is preferred – a motorized drive assembly, e.g. including one or more screw spindles, is provided for said one or more displaceable shield members.

In a very practical embodiment an outer diameter ring member is integral with a shield member, more preferably the upstream and downstream ring member each being integral with the upstream and downstream shield member. As a result the first external cooling device is effective over the stretch of oriented tubing between both ring members, preferably at least one thereof being movable in axial direction.

In a preferred embodiment the run-off part of the expansion device comprises an increased diameter portion, preferably non-deformable, downstream of the one or more outer diameter ring members and delimiting the downstream end of a reduced diameter section, said increased diameter portion having a greater diameter than said reduced diameter section. The method is then performed such that the oriented tube, preferably in a sealing manner, engages or contacts the increased diameter portion. The increased diameter portion then

acts as an internal support for the oriented tube, and in a non-deformable embodiment contributes to the uniformity of the dimensions of the tube.

The presence of an increased diameter portion is advantageous when a fluid is introduced between one or more parts of the expansion device on the one hand and the tube in preform condition and/or oriented tube on the other hand.

The increased diameter portion can have a diameter that is the same as the maximum diameter of the expansion part, or a smaller diameter. However, as indicated above, it is also possible for the increased diameter portion to have a larger diameter than the maximum diameter of the expansion part, preferably a pressurized gas volume being then delimited at its downstream end by said increased diameter portion and the internal gas pressure causing a final stage of circumferential expansion of the tube. During normal production the tube will then also contact the expansion part of the expansion device, thereby effecting an earlier stage of expansion of the tube, possibly preceded by yet another expansion stage effected by internal fluid pressure caused by an upstream fluid volume.

In a highly preferred embodiment the run-off part has a single reduced diameter section, and an upstream and downstream outer diameter ring member are arranged at the location of said single reduced diameter section and around said single reduced diameter section. The upstream outer diameter ring member may contribute to or effect a sealing engagement or contact of the tube with the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part. The downstream outer diameter ring member exerts a constrictive force on the tube which may contribute to or effect a sealing engagement of the tube with a downstream located increased diameter portion of the expansion device. This method is highly advantageous when a fluid is introduced between the expansion device, e.g. the run-off part thereof, and the tube. The fluid e.g. is a pressurized gas, such as air, the sealing engagement of the tube at both axial locations of the run-off part avoiding an uncontrolled escape of fluid and thus uncontrolled fluctuation of the fluid volume, be it a thin film (e.g. when a liquid is used, e.g. heated water, is used) or an annular volume with significant radial thickness, e.g. an air volume, e.g. for causing some additional circumferential expansion.

Downstream of the expansion device, preferably in close vicinity to the expansion device, a further external cooling of the tube is advised to cool down oriented tube to a further degree. For this reason a second external cooling device is arranged, preferably relative close, downstream of the expansion device and is adapted and operated to externally cool the oriented tube. The second external cooling device is controllable independent from the first external cooling device arranged at the location of the run-off part. Preferably the second

external cooling device is arranged spaced a distance downstream from the first external cooling device.

5 When the run-off part comprises an increased diameter portion at the downstream end of a single reduced diameter section, it is preferred for a possible second external cooling device to be arranged downstream thereof.

10 Preferably the second external cooling device comprises one or more cooling liquid spray nozzles adapted and operated to spray or jet cooling liquid, e.g. water, onto the exterior of the oriented tube.

15 Preferably the second external cooling device is arranged such that the cooling effect thereof starts at the position where the snap-back effect - wherein the diameter of the tube reduces downstream of the expansion with no more internal support of the oriented tube - takes place.

20 Preferably a dry zone is created between said first and second external cooling device. This is considered to avoid or at least reduce the formation of visual effects, e.g. rings, on the outside of the tube by cooling water.

25 Preferably the second external cooling device is movable in axial direction, e.g. to adjust its position, primarily of the upstream end thereof, to the occurrence of the snap-back effect. Preferably a displacement device, preferably motorized, is associated with the second external cooling device to effect such a motion.

30 Preferably the second external cooling device comprises an upstream shield member delimiting the upstream end of the stretch of oriented tubing cooled by said second external cooling device, said upstream shield member preferably being movable in axial direction.

35 Preferably the upstream end of the second external cooling device, e.g. the upstream shield member thereof, has a flexible annular lip engaging the oriented tube so that no noticeable constrictive force is exerted by said flexible annular lip on the oriented tube.

In an advantageous embodiment use is made of a measuring device for measuring at least one of the outer diameter of the oriented tube, the wall thickness of the oriented tube, and the cross-sectional profile thereof, e.g. the outer diameter and the wall thickness, which measuring device is arranged downstream of the expansion device. A control device is

provided to control the first external cooling device and/or the second external cooling device, preferably both when they are both present.

The measuring device is linked to the control device so as to control the cooling by said first and/or second external cooling device, e.g. the intensity of the cooling, thereby controlling
5 the snap-back effect - wherein the diameter of the tube reduces - which takes place directly downstream of the expansion device and thereby controlling the diameter of the oriented tube. This can then be done without the need for any further outer diameter calibration downstream of the expansion device, as is preferred.

10 In a preferred embodiment the control device is provided to control the first external cooling device with regard to at least the length and/or location with respect to the expansion device of the stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device.

Possibly the control device is adapted such that the length of the stretch of tube that is affected by the first external cooling device is decreased to obtain an increased snap-back
15 effect and thus increased diameter reduction, and wherein said length is increased to obtain a reduced snap-back effect and thus decreased diameter reduction.

In a possible embodiment the second external cooling device, or an upstream shield member of the second external cooling device, is movable in axial direction, and the measuring
20 device is linked to a control device provided to control the second external cooling device. The measuring device is linked to said control device of the second external cooling device in order to control the starting point of the cooling of the tube by the second external cooling device, e.g. via controlling the position of the upstream shield member thereof.

25 Even though it is preferred in the second aspect of the invention to dispense with internal cooling of the tube whilst passing over the expansion device, it is preferred to perform the method with the presence of a fluid introduced between one or more parts of the expansion device on the one hand and the tube on the other hand.

30 The fluid can be a liquid e.g. water, e.g. heated water so as to avoid a noticeable cooling action on the inner side of the tube, preferably the fluid supply device including a controllable heater being provided for heating the liquid.

In a preferred embodiment the fluid is a pressurized gas, preferably air, preferably a source
35 for pressurized gas, e.g. air, with associated pressure control assembly being provided. More preferably a heated gas, e.g. heated air, is used, preferably a controllable heater being provided for heating the gas.

In a preferred embodiment a fluid is introduced at least between the run-off part of the expansion device and the tube, preferably at least between the reduced diameter section thereof and the tube. Preferably the tube sealingly engages the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part, and preferably the tube sealingly engages the run-off part downstream of the reduced diameter section, preferably the increased diameter portion thereof. As explained above provision of an upstream and a downstream outer diameter ring member is proposed to contribute to or effect said sealing engagements.

In a preferred embodiment a first fluid volume is present between the expansion device and the tube at a position upstream of the maximum diameter of the expansion part, and a second fluid volume is present between the run-off part and the tube. The sealing engagement in a region at or near the maximum diameter of the expansion part generally prevents an uncontrolled communication between the two fluid volumes and thus e.g. instability of said fluid volumes and/or mixing of fluids, e.g. upstream pressurized air for the first volume and a liquid, e.g. heated water being used for the second volume.

In a possible embodiment use is made of an expansion device with a valve controlled passage in communication with the first fluid volume and with the second fluid volume, wherein the expansion device includes at least one fluid supply conduit which introduces fluid into the first and/or second fluid volume. As mentioned above the sealing engagement at the maximum diameter avoids an uncontrolled communication between said fluid volumes. The valve controlled passage however allows the operator to e.g. equalize pressure in both volumes, or first establish a first fluid filled volume upstream of the maximum diameter sealing region and then let the fluid flow into the second volume downstream of said region. One or more pressure sensors may be provided to sense the actual fluid pressure in a fluid volume. The valve controlled passage, including the valve, can be integrated entirely in the expansion device in the lumen of the tube. However it is also possible for this valve controlled passage to be present outside of the tube and extruder, e.g. as part of the external portion of the fluid supply device.

It is also an option that a first fluid supply duct introduces fluid into the first fluid volume and a second fluid supply duct introduces fluid into the second fluid volume. The fluids may be the same or different, e.g. water and air.

In particular it is envisaged in this preferred embodiment to provide the expansion device with one or more fluid supply ducts having one or more ports in the outer surface of the run-on part and/or expansion part preferably the run-on part being provided with a sealing member according to the first aspect of the invention.

5

Possibly, e.g. when a liquid fluid is used that is entrained by the moving tube, one or more fluid discharge ducts are provided in the expansion device, said ducts having one or more discharge ports in the outer surface of e.g. the run-off part, e.g. near the downstream end of the reduced diameter section.

10

In particular when use is made of a fluid between the expansion device and the tube, the fluid forming a film or thicker annular volume at least in the reduced diameter section of the run-off part of the expansion device, then it is considered advantageous to make use of two outer diameter ring members spaced apart from one another and even more advantageous to embody the run-off part with an increased diameter portion delimiting the downstream end of the reduced diameter section, such that the oriented tube sealingly engages said increased diameter portion. This avoids or at least limits any leakage of fluid into the lumen of the oriented tube downstream of the expansion device, and thus avoids undesirable instability of the fluid volume. Most preferably the downstream outer diameter ring member is located somewhat upstream of the increased diameter portion, thereby enhancing the sealing contact between the tube and the increased diameter portion.

15

20

In a possible embodiment one or more rollers are arranged below oriented tube so as to support said tube, e.g. below the run-off part of the expansion device.

25

In a practical embodiment an upstream replaceable ring is fitted on the expansion device, which ring defines the maximum diameter of the expansion part, possibly the adjoining portion of the run-off part having a smaller diameter, so that a stepped transition is present between the parts. The replaceable ring allows for relatively easy change of the maximum diameter of the expansion device as well as replacement of said portion in case of wear.

30

In a practical embodiment a downstream replaceable ring is fitted at the downstream end of the run-off section, the replaceable ring having a diameter greater than the upstream portion of the run-off part of the expansion device. This allows for relatively easy change of the diameter of the expansion device at said downstream location as well as replacement of said zone in case of wear.

35

In an embodiment an upstream replaceable ring is fitted at a transition from the expansion part to the run-off part of the expansion device, the replaceable ring defining the maximum diameter of the expansion part.

- 5 In an embodiment a downstream replaceable ring is fitted at the downstream end of the run-off section, the replaceable ring having a diameter greater than the upstream portion of the run-off part.

The second aspect of the invention also relates to an installation as described in claim 48.

10

The second aspect of the invention also relates to the combination of an expansion device and at least one outer diameter ring member for use in a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tempered tube in preform condition is drawn over the expansion device and passes through the at least one outer diameter ring

- 15 member, wherein the expansion device comprises:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is adapted to be contacted by the tube and to exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction,

20

- a run-off part adjoining the expansion part at the downstream end thereof, wherein the run-off part has a reduced diameter section, preferably a single reduced diameter section, having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part,

25

and wherein the at least one outer diameter ring member is arranged around the reduced diameter section, so that – in use – the oriented tube passes through the outer diameter ring member while being in contact with said outer diameter ring member, the outer diameter ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the oriented tube between the expansion device and the at least one outer diameter ring member is avoided.

30

A third aspect of the present invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning, so that a tempered tube in

35

preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in circumferential direction,
- a run-on part which is located upstream of the expansion part,
- a run-off part which is located downstream of the expansion part.

The method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube. Said biaxially oriented tube is cooled.

In the method according to the third aspect of the invention use is made of an expansion device having one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the expansion device, and fluid that is supplied via said one or more supply ducts forms a first fluid volume between the expansion device and the tube upstream of a sealing engagement of the tube in a region at or near the maximum diameter of the expansion part, and fluid supplied via said one or more supply ducts forms a second fluid volume between the run-off part and the tube. In this method use is made of an expansion device with a communication passage, preferably a valve controlled passage, extending between the first and second fluid volumes, e.g. allowing to obtain a controlled equalization of fluid pressure in the first and second volume and/or the filling/emptying of a fluid volume via a duct in direct communication with the other fluid volume. The valve e.g. is an electrically operated valve mounted at the rear end of the expansion device.

The third aspect of the invention also relates to an installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,
- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,

- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having an increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is adapted to be contacted by the tube during normal production of the tube and then exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a run-on part upstream of the expansion part,

- a run-off part downstream of the expansion part,

- one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the expansion device;

- a fluid supply device for supplying fluid to said one or more supply ducts, allowing to establish an upstream fluid volume between the tube and the run-on part and a downstream fluid volume between the tube and the run-off part during normal production;

- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,

- a cooling device that is adapted to cool the biaxially oriented tube.

The installation according to the third aspect of the invention is characterized in that the installation comprises a communication passage, e.g. an internal passage in the expansion device, that allows to bring the upstream fluid volume and the downstream fluid volume in communication.

Preferably a control valve is provided for said communication passage, allowing to selectively open and close said communication passage.

It will be understood that this installation can be combined with features mentioned in relation to one or more of the other aspects of the invention.

The presence of the valve controlled communication passage may also be used advantageously when starting-up the method according to the third aspect of the invention. An example thereof is a method for starting-up production of biaxially oriented thermoplastic tubing, wherein use is made of an installation according to mentioned preferred embodiment of the third aspect of the invention, wherein fluid is first only supplied to one or more supply ducts emerging in the upstream fluid volume – with the communication passage closed – and

only when the tube is in sealing contact with both the expansion part and a downstream portion of the run-off part then fluid is introduced into the downstream fluid volume, which introduction may be effected by opening the communication passage or feeding fluid to a separate fluid supply conduit.

5

In the third aspect of the invention the run-off part may well be a non-deformable part, however an expandable, e.g. inflatable portion of the run-off part sealingly engaging the tube is also possible. The same holds true for any sealing member between the run-on part and the tube, when present.

10

A fourth aspect of the present invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material. In this method use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and a fluid volume is formed between said expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion.

15

20

Use is further made of a drawing device arranged downstream of the expansion device, and the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction. The biaxially oriented tube is cooled.

25

In this method the expansion device may include a non-deformable expansion part, and possibly also a run-off part with reduced diameter section, e.g. as explained with reference to other aspects of the invention.

30

It is also envisaged that the method of the fourth aspect of the invention is advantageous when the expansion device causes expansion of the tube solely on the basis of the presence of a pressurized fluid volume within the lumen of the tube, the fluid volume being retained between an upstream sealing member and a downstream sealing member. This approach is generally known in the art, often the downstream sealing member being expandable, e.g. inflatable, to cause a sealing engagement with the inside of the tube. In known approach an

35

elongated sizing sleeve is used in this method, that extends from a position upstream of the downstream plug to a position downstream of said downstream sealing plug, and the inflatable plug pressing the tube against the inside of the sizing sleeve.

- 5 The fourth aspect of the invention aims to provide an improved method, at least a useful alternative method.

The fourth aspect of the invention provides a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from
10 thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an
15 expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and wherein a fluid volume is formed between said expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion,
20 and wherein use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device,
wherein the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial
25 direction and in circumferential direction,
wherein said biaxially oriented tube is cooled.

The method is characterized in that use is made of an outer diameter ring member that is
30 arranged at a spacing upstream of the downstream sealing portion of the expansion device, the tube passing through said outer diameter ring member while being in contact with said outer ring member, the outer ring member being embodied as a constrictive outer ring member and exerting a radial constrictive force on the tube passing there through that contributes to the sealing engagement of the tube with the downstream sealing portion of the
35 expansion device.

As will be understood the inventors envisage that no external part of an installation engages on the outside of the tube at the location of the downstream sealing portion of the expansion device. It is noted that squeezing the tube between an expandable plug and the sizing sleeve may cause instabilities as well as minute damage to the tube, thereby impairing the strength, long term stability and uniformity of the finally obtained tube.

Most preferably the downstream sealing portion of the expansion device is non-deformable. This enhances uniformity of the finally obtained tube and stability of the production process, e.g. compared to the use of an inflatable plug which is inherently less stable in its cross-sectional dimensions.

Preferably a first cooling device is employed to cool the tube upstream of the outer diameter ring member nearest to the downstream sealing member, e.g. a first external cooling device as explained with reference to one or more other aspects of the invention.

The fourth aspect of the invention also relates to an installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,
- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,
- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:
 - a downstream sealing portion, preferably a non-deformable downstream sealing portion
 - one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the expansion device;
- a fluid supply device for supplying fluid to said one or more supply ducts, allowing to establish an upstream fluid volume between the tube and the expansion device, said fluid volume being delimited at its downstream end by said downstream sealing portion,
- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,
- a cooling device that is adapted to cool the biaxially oriented tube.

The installation is characterised in that an outer diameter ring member is arranged at a spacing upstream of the downstream sealing portion of the expansion device, the outer diameter ring member being adapted so that the tube passes through said outer diameter ring member while being in contact with said outer ring member during normal production, the outer ring member being embodied as a constrictive outer ring member and exerting a radial constrictive force on the tube passing there through that contributes to the sealing engagement of the tube with the downstream sealing portion of the expansion device.

It will be understood that this installation can be combined with features mentioned in relation to one or more of the other aspects of the invention, e.g. the presence of two outer diameter ring members, possibly one or more being mobile, as explained with reference to the second aspect of the invention.

A fifth aspect of the present invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material.

Use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and a fluid volume is formed between said expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion.

Also use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device, and the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction. The biaxially oriented tube is cooled.

It is an object of the fifth aspect of the invention to provide an improved method, or at least an alternative method.

It is a further object of the fifth aspect of the invention to provide a method with enhanced external cooling of the expanded tube, preferably in light of the possibility to control the snap-back effect.

The fifth aspect of the invention provides a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and wherein a fluid volume is formed between said expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion,

and wherein use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device,

wherein the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction,

wherein said biaxially oriented tube is cooled.

The method is characterized in that use is made of a first external cooling device for cooling the tube upstream of the downstream sealing portion of the expansion device, wherein the first external cooling device comprises an upstream shield member and a downstream shield member, said shield members delimiting the stretch of tube that is affected by the first external cooling device, e.g. the sprays or jets of cooling water, and wherein the downstream shield member is arranged upstream of the downstream sealing portion of the expansion device.

Preferably at least one of the shield members, preferably both, is displaceable in axial direction, thereby allowing to adjust the length and/or the location of the stretch of tube that is affected by the first external cooling device.

Preferably the oriented tube is in contact with at least one of the shield members, preferably both shield members.

Preferably a measuring device for measuring at least one of the outer diameter of the tube, the wall thickness of the tube, and/or the cross-sectional profile thereof, is arranged downstream of at least the first external cooling device, wherein a control device is provided to control the first external cooling device, and wherein said measuring device is linked to
5 said control device so as to control the cooling by said first external cooling device, e.g. the intensity of the cooling.

Preferably the control device is adapted and operated to control the first external cooling device with regard to at least the length and/or location with respect to the mandrel of the
10 stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device.

The fifth aspect of the invention also relates to an installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a
15 tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,

- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,

- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a downstream sealing portion, preferably a non-deformable downstream sealing portion

- one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in
25 the outer surface of the expansion device;

- a fluid supply device for supplying fluid to said one or more supply ducts, allowing to establish an upstream fluid volume between the tube and the expansion device, said fluid volume being delimited at its downstream end by said downstream sealing portion,

- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to
30 act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,

- a first external cooling device for cooling the tube upstream of the downstream sealing portion of the expansion device, wherein the first external cooling device comprises an
35 upstream shield member and a downstream shield member, said shield members delimiting the stretch of tube that is affected by the first external cooling device, preferably the first cooling device having nozzles emitting sprays or jets of cooling liquid, e.g. water, preferably

directly on an exposed exterior surface of the tube between the shield members, and wherein the downstream shield member is arranged upstream of the downstream sealing portion of the expansion device.

- 5 It will be understood that this installation can be combined with features mentioned in relation to one or more of the other aspects of the invention, e.g. with reference to the second aspect of the invention.

10 A sixth aspect of the present invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tubular preform is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the preform, wherein the preform is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered preform is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material of said preform.

15 Use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and a fluid volume is formed between said expansion device and the preform, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion.

20 Also use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device, and the method comprises passing the tempered preform over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said preform is transformed into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction. The biaxially oriented tube is cooled.

25 It is an object of the sixth aspect of the invention to provide an improved method, or at least an alternative method.

30 It is a further object of the sixth aspect of the invention to provide a method with enhanced external cooling of the expanded tube, preferably in light of the possibility to control the snap-back effect.

35 The method according to the sixth aspect of the invention is a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature

conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, and wherein a fluid volume is formed between said expansion device and the
5 tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by a downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion,

and wherein use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device,

10 wherein the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction,

15 wherein said biaxially oriented tube is cooled.

The method is characterized in that use is made of a first external cooling device for cooling the oriented tube upstream of the downstream sealing portion of the expansion device,

20 and in that use is made of a second external cooling device, that is arranged downstream of the expansion device, which second external cooling device is adapted and operated to externally cool the oriented tube, said second external cooling device being controlled independent from the first external cooling device, said second external cooling device
25 preferably comprising one or more cooling liquid spray nozzles adapted to spray or jet cooling liquid, e.g. water, onto the exterior of the oriented tube.

It will be appreciated that the first and/or second cooling device preferably include one or more features of the first and/or second external cooling devices discussed with reference to
30 one or more other aspects of the invention, e.g. the second aspect of the invention.

Preferably the second external cooling device is arranged spaced a distance downstream from the first external cooling device, preferably a dry zone being maintained between the first and second external cooling devices during operation.

35

Preferably the second external cooling device is located to with its upstream end in a region where the snap-back effect - wherein the diameter of the tube reduces – takes place downstream of the expansion device.

- 5 Preferably the second external cooling device is mobile, e.g. by a motorized displacement device, in axial direction to adjust the starting point of the cooling by said second external cooling device.

- 10 Preferably the first external cooling device is mobile in axial direction to adjust the location, and possibly length, of the stretch of oriented tube cooled by said first external cooling device. Preferably the first external cooling device is embodied having one or more features as discussed with reference to one or more other aspects of the present invention. For instance the first external cooling device has an upstream and downstream shield member, as well as one or more nozzles spraying or jetting cooling water onto the exposed tube
15 section between said shield members to achieve an intense cooling.

- In a preferred embodiment the second external cooling device is adapted and operated to adjust the axial location of the starting point of the cooling of the tube caused by the second external cooling device, e.g. to control the snap-back effect, for example the second external
20 cooling device comprising an upstream shield member delimiting the upstream end of the stretch of oriented tubing affected by said second external cooling device, said upstream shield member being movable in axial direction, said upstream shield member preferably having a flexible annular lip engaging the oriented tube.

- 25 In a preferred embodiment the second external cooling device comprises an upstream shield member delimiting the upstream end of the stretch of oriented tubing affected by said second external cooling device, said upstream shield member preferably being movable in axial direction, said upstream shield member preferably having a flexible annular lip engaging the oriented tube.

- 30 In a preferred embodiment a measuring device for measuring at least one of the outer diameter of the oriented tube, the wall thickness, and/or cross-sectional profile thereof, is arranged downstream of at least the first external cooling device, possibly downstream of the second external cooling device, and a control device is provided to control the first external
35 cooling device and/or the second external cooling device, and wherein said measuring device is linked to said control device so as to control the cooling by said first external cooling device and/or the second external cooling device, e.g. the intensity of the cooling.

Preferably the control device is adapted and operated to control the first external cooling device with regard to at least the length and/or location with respect to the mandrel of the stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device.

5

The sixth aspect of the invention also relates to an installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen
- 10 in the tube,
- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,
- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device
- 15 comprising:
 - a downstream sealing portion, preferably a non-deformable downstream sealing portion
 - one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the expansion device;
- 20 - a fluid supply device for supplying fluid to said one or more supply ducts, allowing to establish an upstream fluid volume between the tube and the expansion device, said fluid volume being delimited at its downstream end by said downstream sealing portion,
- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform
- 25 condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,
- a first external cooling device for cooling the tube upstream of the downstream sealing portion of the expansion device,
- a second external cooling device, that is arranged downstream of the expansion device,
- 30 which second external cooling device is adapted and operated to externally cool the oriented tube, said second external cooling device being controllable independent from the first external cooling device, said second external cooling device preferably comprising one or more cooling liquid spray nozzles adapted to spray or jet cooling liquid, e.g. water, onto the exterior of the oriented tube.

35

It will be understood that this installation can be combined with features mentioned in relation to one or more of the other aspects of the invention, e.g. with reference to the first and/or second aspect of the invention.

5 A seventh aspect of the present invention relates to a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more
10 tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material of said tube. Use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- 15 - a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction,
- a downstream sealing portion of the expansion device, that is located downstream of the expansion part in the lumen and sealingly engages the tube.

20 A fluid volume is formed between the expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by the downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion.

Also use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device, and the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing
25 device, in such a manner that said tube in preform condition is transformed into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction. The biaxially oriented tube is cooled.

30 The seventh aspect of the invention has as an object to provide an improved method, or at least a useful alternative.

The seventh aspect of the invention has as further object to allow for a hybrid expansion process of the tube from its preform condition into a biaxially oriented tube, wherein use is made of expansion due to forcing the tube over a non-deformable expansion part as well as
35 expansion caused by internal fluid pressure in the tube as the tube passes over the expansion device.

The method according to the seventh aspect is a method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material of said tube, and wherein use is made of an expansion device arranged within said lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction,
- a downstream sealing portion of the expansion device, that is located downstream of the expansion part in the lumen and sealingly engages the tube,

wherein a fluid volume is formed between said expansion device and the tube, said fluid volume being delimited at the downstream end thereof by the downstream sealing portion of the expansion device, preferably a non-deformable downstream sealing portion,

and wherein use is made of a drawing device arranged downstream of the expansion device,

wherein the method comprises passing the tempered tube over the expansion device using the drawing device, in such a manner that said tube in preform condition is transformed into a biaxially oriented tube with the thermoplastic material being oriented in axial direction and in circumferential direction,

wherein said biaxially oriented tube is cooled.

The method is characterized in that the downstream sealing portion has a diameter that is greater than the maximum diameter of the expansion part, and in that during normal production the tube is in contact with said non-deformable expansion part of the device and expanded by said expansion part, as well as in contact with the downstream sealing portion, a fluid volume being present between said axially spaced contact locations, a fluid pressure within said fluid volume causing further expansion of the tube so as to pass over the downstream sealing portion.

Preferably said fluid is a gas, e.g. air.

In a preferred embodiment a first external cooling device is arranged generally between said axially spaced contact locations, so as to achieve external cooling of the tube. For instance a first external cooling device having one or more of the features of the first external cooling
5 device described with reference to one or more other aspects of this invention is employed. E.g. said cooling device is adjustable with regard to its position relative to the downstream sealing portion and/or with regard to the length of the section of tube that is cooled, and/or the intensity of the cooling.

10 In a preferred embodiment at least one outer diameter ring member is arranged between said axially spaced contact locations. For instance a downstream outer diameter ring member is arranged in close vicinity of the downstream sealing portion, preferably said ring member being embodied as a constrictive ring member that contributes to the sealing engagement between the tube and the downstream sealing member as discussed with
15 reference to one or more of the other aspects of this invention.

In a preferred embodiment the expansion device furthermore includes an upstream sealing portion, that is arranged upstream of the non-deformable expansion part and sealingly contacts the tube, and wherein a further fluid volume, e.g. a gas volume, is established
20 between said upstream sealing portion and the contact location of the tube with the non-deformable expansion part.

In this manner two fluid volumes are formed between the tube and the expansion device. Preferably the upstream fluid volume is pressurized, e.g. with air, such as to cause expansion of the tube by internal fluid pressure to such a degree that the expanded tube still
25 comes into contact with the non-deformable expansion part of the expansion device. This contact with the expansion part then brings about a further expansion of the tube. A further expansion is then caused by the internal fluid pressure, e.g. air pressure, in the downstream fluid volume, e.g. to such a diameter that the tube contacts the one or more outer ring members (when present in this method) and the passes over the downstream sealing portion
30 of the expansion device.

It is envisaged that the downstream sealing portion itself can be embodied with a gradually increasing diameter portion, thus said sealing portion causing further circumferential expansion of the tube in a noticeable manner.

35 It is possible in this seventh aspect of the invention that the expansion device includes a run-off part which has a diameter that is identical to the maximum diameter of the preceding

expansion part. It is also possible that the run-off part has a reduced diameter section having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part.

The seventh aspect of the invention also relates to an installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,

- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform

condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,

- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having an increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is adapted to be contacted by the tube during normal production of the tube and then exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a downstream sealing portion of the expansion device, that is located downstream of the expansion part in the lumen and sealingly engages the tube,

- one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the expansion device;

- a fluid supply device for supplying fluid to said one or more supply ducts, allowing to establish an upstream fluid volume between the tube and the run-on part and a downstream fluid volume between the tube and the run-off part during normal production;

- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,

- a cooling device that is adapted to cool the biaxially oriented tube,

which installation is characterized in that the downstream sealing portion has a diameter that is greater than the maximum diameter of the expansion part, and in that during normal production the tube is in contact with said non-deformable expansion part of the device and expanded by said expansion part, as well as in contact with the downstream sealing portion, a fluid volume being present between said axially spaced contact locations, a fluid pressure within said fluid volume causing further expansion of the tube so as to pass over the downstream sealing portion.

It will be understood that this installation can be combined with features mentioned in relation to one or more of the other aspects of the invention, e.g. with reference to the second aspect of the invention and/or the third and/or the fourth aspect of the invention.

5

An eight aspect of the invention relates to a method and installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in
10 preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device having a nose end, wherein said expansion device brings about expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction, for example said
15 expansion device comprising a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a
20 biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube, wherein said biaxially oriented tube is cooled. In the method of the eight aspect of the invention use is made of one or more temperature sensors that sense the temperature of the inner face of the tube in preform condition upstream of or at the nose end of the expansion device, preferably at a sealing member that
25 is arranged at said nose end of the expansion device, e.g. said one or more temperature sensors being coupled to the one or more external heat exchange devices arranged directly upstream of the expansion device and/or around the expansion device, e.g. said one or more external heat exchange devices being used to influence the sealing engagement of the preform with the sealing member – when present - in order to assist in suitable operation
30 thereof.

A ninth aspect of the invention relates to a method and installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die
35 head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning using an external cooling device and an external heating device for the tube in

preform condition downstream of said external cooling device, said external cooling device and external heating device being arranged between the extruder die and a preform speed-control device acting on the tube in preform condition, said external heating device being adapted to heat in an adjustable manner one sector of the circumference of the tube, or

5 possibly multiple selected sectors of the circumference of the tube, e.g. only a bottom section of the tube and not the remainder of the circumference of the tube, prior to reaching the preform speed-control device, and wherein use is made of an expansion device downstream of said preform speed-control device, which expansion device brings about expansion of the

10 tempered tube in preform condition in circumferential direction, for example said expansion device comprising a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof,

and wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into

15 a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube, wherein said biaxially oriented tube is cooled.

A tenth aspect of the invention relates to a method and installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded

20 from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion

25 device, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction,

30 - a run-on part which is located upstream of the expansion part,

wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a

35 biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube, wherein said biaxially oriented tube is cooled,

wherein use is made of an expansion device having one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the run-on part and/or the expansion part of the expansion device, and wherein fluid is introduced and forms a fluid volume between the expansion device and the tube,

5

wherein the fluid supplied to said fluid volume that is limited at one end by said sealing contact between the tube in preform condition and the expansion device, e.g. a sealing member at a nose end thereof, and at another end by sealing engagement between the tube and at least a downstream portion of the expansion part, e.g. near or at the transition to the run-off part, is a gas, e.g. air, the pressure of the gas in said fluid volume being used to cause gradual expansion of the tube already before the tube actually contacts the expansion part, and wherein one or more gas discharge ducts are formed in the expansion device, said one or more discharge ducts having one or more inlet ports in the exterior surface of the expansion part of the expansion device, an inlet port being open or closed or partly closed dependent on whether or not the inlet port is covered and closed by the tube or which portion of the inlet port is closed by the tube, the gas discharge duct providing for the relief of gas pressure from the fluid volume when the one or more corresponding inlet ports are at least partly open thereby controlling the expansion of the tube caused by internal gas pressure.

10

15

20

It will be appreciated that measures explained above with reference to one aspect of the invention can be readily combined with measures explained with reference to another aspect of the invention. Examples thereof will be elucidated with reference to the description of preferred embodiments below.

25

The aspects of the present invention also relates to the associated installations for performing the methods according to these aspects.

30

The present invention also relates to an expansion device as included in one or more of these installations for performing one or more of the methods of the invention, as an existing installation may be enhanced by replacing the existing expansion device for such a novel expansion device.

35

The present invention also relates to a first external cooling device as included in one or more of these installations for performing one or more of the methods of the invention, as an existing installation may be enhanced by adding said first external cooling device, or replacing the existing external cooling device for such a novel first external cooling device.

The present invention also relates to a second external cooling device as included in one or more of these installations for performing one or more of the methods of the invention, as an existing installation may be enhanced by adding said second external cooling device, or replacing the existing external cooling device for such a novel second external cooling device.

The methods according to the invention are for instance suitable to produce individual tube elements that are later provided with a socket in a socketing operation, allowing tubes to be connected end to end by inserting an end into a socketed end of another tube, the socket preferably including a sealing ring.

The methods according to the aspects of the invention may also include the further step of making individual biaxially oriented tubing elements by severing a tubing element from the tube that extends from the extruder, over the expansion device, and beyond the drawing device downstream of the expansion device, e.g. tubing elements having a length between 5 and 15 metres, e.g. 6 metres, and the step of providing a socket on an end of each individual tubing element so that individual tubing elements are connectable via a socket connection.

The present invention also relates to a biaxially oriented tube obtained with a method according to one or more of the aspects of the invention. In a preferred embodiment the tube is a biaxially oriented tube of polyvinylchloride. In a preferred embodiment the tube obtained is a water or gas transport pipes, e.g. for potable water, e.g. of polyvinylchloride.

For example it is envisaged to produce with a method according to one or more of the aspects of the invention a biaxially oriented pipe, e.g. of PVC, having a pressure rating above 8 Bar, e.g. of 12,5 Bar, at 20°C, e.g. with an outer diameter between 63 and 630 millimetres.

The wall thickness of the biaxially oriented pipe produced with a method according to one or more of the aspects of the invention may lie in practice between, for example, 3 and 10 millimetres.

The aspects of the invention and preferred embodiments thereof will now be described with reference to the drawings. In the drawings:

Fig. 1a, 1b and 1c show schematically an example of an installation for producing biaxially oriented thermoplastic tubing which includes the first, second, fourth, fifth, and sixth aspect of the present invention,

Fig. 2 shows schematically in longitudinal section a part of the installation of figures 1a,b,c,

Figs. 3a and 3b show schematically in perspective view and in longitudinal section components of the part of the installation of figure 2, and

Fig. 4 shows schematically in longitudinal section a portion of the components of figure 3,

Fig. 5 shows schematically in longitudinal section a portion of an installation for producing
5 biaxially oriented thermoplastic tubing according to the sixth and seventh aspects of the invention;

Fig. 6 shows schematically in longitudinal section a portion of an installation for producing biaxially oriented thermoplastic tubing according to multiple aspects of the invention,

Figs 7a and 7b show schematically in longitudinal section a portion of an installation for
10 producing biaxially oriented thermoplastic tubing to illustrate a preferred embodiment of the first aspect of the invention,

Fig. 7c shows a detail of a variant of the installation of figures 7a and 7b.

Figures 1a, 1b and 1c are not to scale and schematically show consecutive portions of an
15 example of an installation for producing biaxially oriented thermoplastic tubing. The installation is shown to elucidate all aspects of the present invention, some aspect not being shown in detail, or being elucidated by assuming substitution of a part of this installation for another part, e.g. as explained with reference to figures 5 and 6.

20 The installation comprises an extruder 1 having one or more extruder screws 2 by means of which a flow of thermoplastic material is provided, e.g. of polyvinylchloride (PVC).

The thermoplastic material is fed to a die head 3 arranged on the extruder 1. The die head 3 has an outer body 4 and an inner die member 5, which together with the outer body 4 defines
25 an annular passage from which an extruded tube in preform condition 10 of thermoplastic material emerges, as is preferred in a substantially horizontal direction. The inner die member 5 forms a lumen or axial inner cavity in the tube in preform condition 10.

As is common in this technology a rather thick walled tube in preform condition 10 is
30 extruded, the wall thickness later being reduced and the diameter being increased by the biaxial orientation process.

In an alternative embodiment the die head 3 is an offset die head 3 with an inlet for the extruded material at a lateral side of the die head and with a central axial passage through
35 the die head 3, essentially through the inner die member 5.

Preferably the die head 3 is provided with means for controlling and adjusting the annular passage in order to control the wall thickness and/or cross-sectional shape of the tube in

preform condition 10 emerging from the die head 3. This type of die head 3 is known in the art. Preferably an appropriate measuring device 6 is arranged directly downstream of the die head 3 and measures the emerging tube in preform condition 10 to provide control signals for the die head 3.

5

As is preferred an external cooling device 8 is arranged downstream of the extruder 1 and the die head 5 to cool and temper the thick walled tube in preform condition 10, e.g. from about 200°C to about 100°C for PVC. The external cooling device 8 may e.g. comprise a number of compartments behind one another through which cooling water is circulated, the

10 tube in preform condition 10 being in direct contact with the cooling water in each compartment. The temperature of the cooling water may vary from one compartment to another. If desired, it can be arranged that the cooling water circulation in each compartment may be switched on or off.

15 An outer diameter calibrating device 8a may be provided at the upstream end of the external cooling device 8.

Downstream of the external cooling device 8 a first drawing device 15, which may also be referred to as a preform speed-control device, is arranged. Preferably said device 15

20 includes multiple tracks engaging on the exterior of the tube in preform condition 10, the speed of the tracks being controlled by a suitable track drive system. Such drawing devices 15 are customary in plastic pipe extrusion.

In an embodiment not shown here an external heating device for the tube in preform condition is arranged between the external cooling device 8 and the first drawing device 15, said heating device being adapted to heat in an adjustable manner one sector of the circumference of the tube 10, or possibly multiple selected sectors of the circumference of the tube 10, e.g. only a bottom section of the tube 10 and not the remainder of the circumference of the tube 10, prior to reaching the first drawing device 15. It has been found
30 that heating only a bottom section of the tube 10 at this position is beneficial for the uniformity of the wall thickness of the finally obtained tube. This external heating device could comprise one or more infrared heating elements.

The figure 1b further schematically depicts an expansion device 20. The expansion device
35 20 is held in place by means of an anchoring rod 21 that is at one end fastened to the expansion device 20. The anchoring rod 21 is connected to the die head 3.

As is preferred a force sensing assembly 22 is provided to measure the pull force on the anchoring rod 21 during operation of the installation.

5 As is preferred the anchoring rod 21 has one or more internal ducts, e.g. for supply and discharge of fluid; liquid and/or gas (e.g. air); to locations within the lumen of the tube and/or the expansion device 20. Also the anchoring rod 21 may include one or more ducts for electrical wiring, e.g. to connect to one or more sensors (e.g. pressure and/or temperature) in the lumen of the tube and/or the expansion device, or e.g. to control one or more valves or other electronic components, possibly housed within or at the downstream end of the
10 expansion device.

In general the expansion device 20 shown here includes – from upstream to downstream end thereof - a run-on part 20a, an expansion part 20b, and a run-off part 20c. The expansion part 20b – as is preferred - has at least one non-deformable or rigid portion with a
15 gradually increasing diameter in downstream direction, e.g. of conical shape, e.g. with the outer surface of a truncated cone, so as to come into contact with the tube 10 and to exert an expanding force on the tube 10 that brings about diametrical expansion of the tube 10. The expansion part 20b has a maximum diameter at its downstream end, the run-off part 20c here has a diameter that does not exceed said maximum diameter, in fact is preferably less
20 over a reduced diameter section as will be explained below.

The expansion part 20b and as is preferred also the run-on part 20a and the run-off part 20c here are of rigid, non-deformable embodiment.

The run-on part 20a here is of an elongated, generally cylindrical design. The diameter of the run-on part 20a substantially corresponds to the diameter of the lumen within the preform 10 upstream of the expansion device 20. The run-off part 20c here is of a generally cylindrical design.
25

Preferred details of the expansion device 20 or parts thereof will be explained further below.
30

At a distance downstream of the expansion device 20, as is common in this technology, a further drawing device 50 is arranged. This drawing device 50 is adapted to exert a considerable tensile force on the oriented tube 10. In general the passage of the suitably tempered tube 10 over the expansion device 20 under the influence of the tensile force
35 exerted by the drawing device 50 causes the tube 10 to be expanded in diameter as well as stretched in a considerable manner in axial direction, the wall thickness being significantly reduced in the process so that an biaxially oriented tube 10 is obtained. The maximum

diameter of the expansion part 20b in this example basically dictates the orientation in circumferential to which the tube in preform condition is subjected.

As is preferred an external cooling of the oriented tube 20 is effected soon after the
5 diametrical expansion of the tube 10 has been brought about, preferably –as here – whilst the tube 10 passes over the run-off part 20c, most preferably starting close to, yet not on, the expansion part 20b. For this reason a first external cooling device 60 is provided. This first cooling device 60 preferably includes one or more nozzles spraying or jetting cooling water onto the exterior surface of the oriented tube, preferably with a significant cooling capacity to
10 arrive at an intense external cooling. Other preferred details will be explained below.

As is preferred at least one further or second external cooling device 70 is arranged at a relatively short distance downstream of the expansion device 20. This second external cooling device 70 preferably includes one or more nozzles spraying or jetting cooling water
15 onto the oriented tube 10.

As is preferred yet another or third external cooling device 80, preferably embodied with one or more compartments as described with reference to cooling device 8, is arranged downstream of the device 70 and upstream of the drawing device 50 to cool the oriented
20 tube 10 to a final, e.g. ambient, temperature.

Downstream of the drawing device 50 the oriented tube 10 may e.g. be cut to individual tube elements with e.g. a sawing, cutting or milling device or the tube, when appropriate may be spooled onto a reel. This equipment is known in the art.

25 It is envisaged, in a preferred embodiment, that no calibration of the outer diameter of the biaxially oriented tube by passing the tube through a sizing opening of a calibration device is effected downstream of the expansion device 20. This is considered to avoid a loss of strength of the finally obtained tube due to the impact of the sizing device on the tube.

30 Here, use is made of an expansion device 20 with a run-on part 20a that is provided with a sealing member 30 that is sealingly engaged by the tube in preform condition 10. The sealing member 30 is arranged at a distance upstream of the expansion part 20b of the expansion device 20. As is preferred the sealing member 30 is arranged at or in the close vicinity of the
35 nose-end of the run-on part 20a.

As is preferred, there is no external part of the installation at the height of the sealing member 30 that presses the tube in preform condition 10 onto the sealing member 30 as this would cause a risk of damaging the tube in preform condition, of disturbing the expansion and also entail a risk of seizing of the tube in preform condition between the sealing member 30 and any external part.

This sealing member 30 and the sealing engagement thereof with the tube in preform condition 10 during the production process is advantageous as it provides a barrier between the zone upstream of the sealing member 30 and the zone downstream of the sealing member 30 within the lumen of the tube in preform condition 10, so that conditions and/or actions can be performed in said zones that are fully or at least largely independent from one another.

As is advantageous for temperature conditioning of the tube in preform condition 10 a liquid circulation compartment 25 is formed in the lumen of the tube in preform condition 10 between a closing member 26 at a distance upstream from the nose end of the run-on part 20a on the one hand and the sealing member 30 on the other hand. A liquid of controlled temperature, e.g. water, is circulated through said liquid circulation compartment in direct contact with the inside of the tube in preform condition 10. This allows to establish an effective internal temperature conditioning of the tube in preform condition directly upstream of the expansion device. In practice said internal temperature condition may be effected with hot water, e.g. close to the orientation temperature, e.g. close to the boiling temperature of water when producing biaxially oriented PVC tubing.

The closing member 26 may be arranged on the anchoring rod 21, but here is arranged on the inner member 5 of the die head 3. By choosing the location of the closing member 26 the effective length of the compartment 25 can be established.

The water to be circulated through the compartment 25 is supplied from a water source, preferably including a pump and a water heater, via one or more ducts in the rod 21. The return flow of water leaving the compartment 25 is discharged via one or more other ducts in the rod 21.

Here, use is made of an expansion device 20 having one or more fluid supply ducts 27 (a portion of which is schematically depicted) to form a fluid volume between the expansion device 20 and the tube 10. The fluid may be water, but another liquid or a gas, e.g. compressed air, may also be used as fluid. The use of a gas will avoid any problems

associated with the presence of water residue on the inside of the tube downstream of the expansion device. When water or another liquid is used - if desired - provision can be made for a removal of any leaking water downstream of the expansion device 20, e.g. by providing a further compartment 73 within the lumen of the oriented tube 10 that is closed at its end by a closure member 75 and providing a suction means to remove any water.

It is noted that in figure 2 the presence of a water film between the run-on part 20a and the upstream portion of the expansion part 20b on the one hand and the tube 10 on the other hand is suggested. However the thickness of the water film relative to the wall thickness of the tube in preform condition and the diameter of the expansion device is exaggerated.

The one or more supply ducts 27a here have a port in the outer surface of the run-on part 20a and/or the expansion part 20b of the expansion device. Possibly fluid is supplied between the tube and the expansion device directly downstream of the sealing member 30.

In this example a discharge duct 27b is provided to discharge the water being entrained with the moving tube 10.

As is preferred the first or upstream fluid volume is established over the entire length of the run-on part 20a downstream of the sealing member 30, more preferably also over the upstream portion of the expansion part 20b. Also a second or downstream fluid volume is preferably formed over at least a portion of the run-off part 20c, preferably a sealing engagement of the tube with the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part forming a barrier with an upstream fluid volume.

The first or upstream fluid volume, in conjunction with the presence of the sealing member 30, allows to have a relatively long run-on part which is beneficial for the stability of the tube 10 when leading up to the expansion part, the fluid preventing any or at least any excessive frictional contact between the tube in preform condition and the run-on part, more preferably as said contact is concentrated solely on the sealing member 30.

In a practical embodiment the sealing member 30 could have a diameter that is between 4 and 20 millimetres greater than the diameter of the downstream located portion of the run-on section.

The sealing member 30 forms an effective and reliable seal that prevents the fluid, which is supplied at an elevated pressure that is sufficient for the formation of a fluid volume, from

reaching the lumen of the tube in preform condition 10 upstream of the sealing member 30. When the production is performed with the presence of compartment 25, and with – as is preferred – a relatively low pressure of the water in said compartment, it is understandable that the fluid will try to reach said lower pressure zone upstream, the sealing member
5 reliably avoiding this effect. This allows for a stable fluid volume between the expansion device, preferably both the run-on part and the expansion part, and the tube, as any escape of fluid to upstream of the sealing member 30 will cause a pressure drop in the volume and thus instability.

10 As mentioned the fluid is in a practical embodiment a liquid, more preferably when the fluid is used to form a relatively thin layer, that has a primary purpose to serve as a lubricant between the tube and the expansion device. Possibly water is used as fluid, preferably non-boiling heated water, wherein a water heater and pump are used to provide and supply the
15 heated water via one or more ducts in the rod 21 at a suitable pressure to the expansion device 20. The pressure is chosen so as to allow the formation of a liquid film between the expansion device and the tube.

In another embodiment the fluid is a gas, e.g. air, supplied via a compressor or other pressurized gas source to be introduced between the expansion device and the tube. This is
20 preferred in particular when the expansion of the tube is to be caused, at least partly, by the internal fluid pressure caused by the gas.

As can be seen in the drawings – and as is preferred - use is made of at least one external heat exchange device 110 that is adapted to influence the temperature of the tube in preform
25 condition 10 arriving at the sealing member 30, and thereby the sealing contact between the tube in preform condition 10 and the sealing member 30. As is preferred at least one such heat exchange device is an external heat exchange device that is arranged between the drawing device 15 and the location of the sealing member 30 to influence the temperature of the tube in preform condition 10 from the exterior thereof. Preferably said device, here device
30 110, is arranged directly upstream of the sealing member location.

As is preferred a second external heating device 120 here is arranged downstream of the sealing member 30 location, between said sealing member 30 and the expansion part of the expansion device or even overlapping (a part of) the expansion part of the expansion device
35 20.

In an arrangement with a first external heating device 110 directly upstream of the sealing member location and a second external heating device 120 downstream of the sealing member location, each heating device 110, 120 being controllable independently, the first heating device 110 can be used primarily for controlling the sealing engagement with the sealing member 30, and the second heating device 120 in order to influence the tube 10 directly upstream of and/or during the passage of the tube over the expansion part of the expansion device. The heating devices 110, 120 may each include multiple heating elements distributed around the path of the tube, e.g. multiple infrared heating elements.

A control device, e.g. electronic, preferably is provided to control the operation of each external heating device 110, 120. For the external heating device 110 the control may be based on a feedback signal representative of the actual sealing engagement of the tube in preform condition 10 with the sealing member 30, e.g. obtained via a force monitoring device that is adapted to monitor the axial force on the sealing member 30 (e.g. with a strain gauge) or obtained via a monitoring device that is adapted to monitor a local deformation in the moving tube caused by the sealing member 30, e.g. a local bulging of the tube as indicated in figure 2, e.g. by measuring the diameter of the preform upstream, at, and downstream of the sealing member.

The sealing member 30 is a member 30 having a diameter that is larger than the downstream portion of the run-on part 20a. As is preferred the run-on part 20a has a uniform diameter between the sealing member 30 and the expansion part 20b.

As is preferred the sealing member 30 is a separately manufactured annular member fitted on a tubular member of the run-on part.

As is preferred the sealing member 30 is a metallic member with no provision to supply a lubricant to the outer surface thereof. In more complex embodiments however the sealing member may be adapted to control the frictional engagement thereof with the tube in preform condition, e.g. provided with a lubrication device, e.g. allowing a gas, e.g. air, to be fed between the sealing portion and the tube in preform condition. In another embodiment the sealing member may be construed to have a variable diameter and an associated control means, e.g. with an outer metallic skin that is expandable under hydraulic pressure, so as to control the sealing engagement with the tube in preform condition.

According to the second aspect of the present invention the run-off part 20c, which is downstream of the expansion part 20b, has a reduced diameter section having a smaller

diameter than the maximum diameter of the expansion part 20a. Possibly the reduced diameter section directly adjoins the maximum diameter cross-section, so that a diameter reduction step occurs directly behind said maximum diameter position. This can be clearly seen in figures 2 and 4.

5

Use is made here of at least one outer diameter ring member, here – as preferred - two ring members 90,91, through which the tube 10 passes at the location of the run-off part of the expansion device, here at the location of the reduced diameter section of the run-off part 20c. As is preferred the ring members 90, 91 here are each embodied as a constrictive outer diameter ring member, which means that each ring member 90, 91 exerts a radial constrictive force on the tube 10 passing there through, thereby reducing the outer diameter of the tube 10, at least over a short axial distance. In practice this means that the opening within each ring member 90, 91 has a diameter which is less than the projected outer diameter of the oriented tube 10 at said location during the normal production process.

15

The reduced diameter section here is dimensioned so as to avoid a problem of seizing of the tube between the expansion device 20 and the at least one outer diameter calibrating ring 90, 91.

20

The reduced diameter section preferably has a diameter that is at least 4 millimetres less than the maximum diameter of the expansion part 20b of the expansion device 20. Preferably the diameter reduction is about twice the wall thickness of the tube passing over said section.

25

By providing the reduced diameter section the outer diameter ring members 90, 91 can be arranged around said reduced diameter section, with the radial spacing between said ring members 90, 91 and the reduced diameter section being more than the wall thickness of the tube 10 desired during the production process at said location, so that some radial play remains that allows for possible variations in the wall thickness of the tube during the production process, without the risk that said tube becomes stuck between a ring member 90, 91 and the reduced diameter section of the run-off part of the expansion device.

30

Each ring member 90, 91 may be provided with cooling means for cooling the ring member 90, 91, e.g. with an internal cooling fluid duct, e.g. an annular duct.

35

Each ring member 90, 91 preferably is composed of two semi-circular parts, allowing to place the ring members 90, 91 around the tube 10, e.g. during the start-up phase of the production

process, and allowing to remove, e.g. for exchange, the ring members during the production process.

Each ring member 90, 91 preferably is made of metal.

5

As indicated above, in order to freeze the orientation of the plastic material, the oriented tube is cooled externally while passing over the run-off part 20c by the first external cooling device 60.

10

The external cooling by first external cooling device 60 of the tube while passing over the run-off section 20c is here performed in the absence of internal cooling of the tube 10 while passing over the expansion device 20, and in fact also in the absence of any internal cooling downstream of the expansion device 20.

15

In order to arrive at a biaxially oriented tube 10 with desired dimensions, as wall thickness and cross-sectional shape, preferably without using an outer diameter calibration downstream of the expansion device 20, it has been found possible to rely on the use of the one or more outer diameter ring members 90, 91 and/or the external cooling of the oriented tube. This is done on the basis of the so-called snap-back effect. This snap-back effect is known in the art and is visible as a reduction of the tube diameter directly downstream of the expansion device 20.

25

In a preferred embodiment the first external cooling device 60 is adapted to adjust the length and/or location with respect to the expansion device 20 of the stretch of the oriented tube 10 that is affected by the first external cooling device 60. It has been found that by suitable selection of the length, and preferably also the location, of the affected stretch with respect to the expansion device, in particular the run-off part 20c, the snap-back effect can be controlled, and so the diameter of the tube 10. Clearly the intensity of the cooling by device 60 can also be controlled and will have an influence on the snap-back effect.

30

In a very practical embodiment the first external cooling device 60 operates with one or more nozzles emitting sprays or jets of cooling liquid, e.g. water, and comprises an upstream shield member 61 and a downstream shield member 62, said shield members 61, 62

35

delimiting the stretch of oriented tube that is affected by the sprays or jets of cooling liquid. At least one of the shield members, preferably both, is displaceable in axial direction, thereby allowing to adjust the length and/or the location of the stretch of tube that is affected by the cooling liquid. It will be appreciated that by controlling the length and/or position of the shield

members, the cooling of the oriented tube can be controlled, even more when – as is common – the intensity of the cooling spray can be controlled as well.

5 In an even more practical embodiment each of the shield members 60, 61 – as depicted here – is integral with a ring member 91, 92.

10 A displacement device 65, here embodied as motorized drive assembly, for axial displacement of at least one of the shield members 61, 61 and/or at least one of the ring members 90, 91 in axial direction along the run-off part 20a is provided. In this example the device 65 includes one or more screw spindles 66, e.g. operated by a common electric motor.

15 As is preferred the ring members 90,91 and shield members 61, 62, as well as the associated displacement device 65, are mounted on a mobile support 68 (here with axial linear guides 69) allowing to displace said components in axial direction, e.g. to a retracted position downstream of the position of the expansion device 20, e.g. in order to allow access to the expansion device e.g. when replacing the expansion device and/or during start-up of the installation.

20 As is preferred a second external cooling device 70 is arranged spaced downstream from the first external cooling device 60 and the expansion device 20. The second external cooling device 70 preferably comprises one or more nozzles emitting sprays or jets of cooling water onto the exterior of the oriented tube 10.

25 Preferably a dry zone is created between the external cooling devices 60 and 70 on the outside of the tube 10. This is considered to avoid or at least reduce the formation of visual effects, e.g. rings, on the outside of the tube by cooling water.

30 Preferably the second external cooling device 70 comprises an upstream shield member 71 delimiting the upstream end of the stretch of oriented tubing 10 affected by the external cooling device 70. As is preferred the upstream shield member 71 is movable in axial direction by an associated displacement device, or is coupled to an axially mobile ring member 91 or shield member 62.

35 The upstream shield member 71 preferably has an easily flexible annular lip 72 engaging the oriented tube 10 so as to avoid any scratching or deformation of the oriented tube.

Here use is made of a measuring device 130 for measuring at least the outer diameter of the oriented tube 10, and preferably also the wall thickness and/or cross-sectional profile, which measuring device 130 is arranged downstream of the expansion device 20, here downstream of the second external cooling device 70.

- 5 Also use is made of a control device (not shown), e.g. an electronic device, which is linked to the measuring device in order to obtain input signals that allow to control the first external cooling device 60 and/or the second external cooling device 70.

For instance the device 60 is controlled with regard to at least the length and/or location with respect to the expansion device of the stretch of oriented tube that is affected by the first
10 external cooling device 60, and/or the intensity of the cooling.

For instance the second external cooling device 70 is controlled with regard to the axial position of the upstream shield member 71 and/or the intensity of the cooling.

- By control of the external cooling of the tube by the cooling device 60 and/or device 70 the snap-back effect can be controlled, and thus the diameter of the finally obtained tube. This
15 can then be done without the need for any further outer diameter calibration downstream of the expansion device.

In a practical embodiment this control device is adapted such that the length of the stretch of tube that is affected by the first external cooling device 60 is decreased to obtain an
20 increased snap-back effect and thus increased diameter reduction, and wherein said length is increased to obtain a reduced snap-back effect and thus decreased diameter reduction.
In a practical embodiment the axial position of the upstream shield member of the second external cooling device 70 is chosen or adjusted to be in the region where the snap-back effect occurs.

- 25 As is preferred provisions are made for the presence of a first or upstream fluid volume upstream of the maximum diameter of the expansion part of the expansion device and a second or downstream fluid volume between the reduced diameter section of the run-off part 20c of the expansion device and the oriented tube 10.

30 In order to supply fluid, e.g. water, preferably gas, more preferably air, most preferably heated, to the second fluid volume, one or more dedicated supply ducts can be provided having a port in the run-off part exterior surface. As an alternative, or in combination therewith, a communication passage can be made, preferably a valve controlled passage, that communicates with both the first and the second fluid volume. Such a passage allows
35 e.g. to equalize the pressure in the two fluid volumes when desired and/or to introduce fluid into one volume via a supply duct having a port at the other volume. While not depicted here, the skilled person will appreciate that the passage could extend between ports in the outer

surface of the expansion device, e.g. on at the run-on part and one at the run-off part, with interposition of a valve, e.g. an electrically operated valve, e.g. mounted at the rear end of the expansion device.

- 5 The presence of two outer diameter ring members 90, 91 spaced apart from one another is advantageous, even more advantageous when the run-off part 20c is embodied with an increased diameter portion 20c1 delimiting the downstream end of the reduced diameter section. Preferably each ring member 90, 91 being mobile in axial direction relative to the reduced diameter section.

10

With the ring members 90, 91 both suitably dimensioned as constrictive ring members, the effect can be obtained that the ring member 90 contributes to the sealing engagement of the tube with the expansion device in the region at or near the maximum diameter of the expansion part 20b. This avoids uncontrolled escape or leakage of fluid from the one volume to the other volume.

15

The ring member 91 contributes to the sealing engagement of the oriented tube with the increased diameter portion 20c1. This avoids or at least limits any leakage of fluid into the lumen of the oriented tube downstream of the expansion device 20, and thus avoids undesirable instability of the fluid volume. Most preferably the downstream ring member 91 is located closely upstream of the increased diameter portion 20c1, thereby enhancing the sealing contact between the tube and the increased diameter portion 20c1.

20

Possibly the expansion device 20 has one or more discharge ducts 28 for the fluid, e.g. with a port near the downstream end of the reduced diameter section of the run-off part 20c, which is advantageous when use is made of a liquid that is entrained with the tube 10 from an upstream port of a supply duct to said discharge duct port.

25

In a preferred embodiment the installation is provided with both supply means for a liquid fluid to one or both fluid volumes between the expansion device and the tube and supply means for gaseous fluid to one or both fluid volumes, and with an arrangement of ducts and one or more valves allowing to selectively feed fluid to one or both fluid volumes. For instance in a start-up phase fluid is only fed to the first volume, e.g. first heated water and later gas, such as air. The ring members 90, 91 may be absent during the start-up phase, facilitating the first passage over the run-off part. Later the ring members 90, 91 are fitted or made operative and a fluid is fed to the second volume, e.g. heated air.

30

35

The excellent sealing engagement in the region of the maximum diameter of the expansion part, also allows for a reliable operation with the first fluid volume not being a film to prevent friction, but an internal pressurized zone within the tube that causes gradual expansion of the tube to an internal diameter less than the maximum diameter in order to maintain the reliable sealing engagement. The use of an internal pressurized zone to cause gradual expansion in a production process for biaxially oriented thermoplastic tubing is known in the art, e.g. from WO 90/02644. However in the known installations operating according to this approach use is made of an inflatable plug to delimit the downstream end of the pressurized zone, which inflatable plug presses the expanded tube against a surrounding sizing sleeve to obtain a seal that avoids pressure loss in the pressurized zone. This approach has shown to come up with less favourable results, e.g. with regard to uniformity of dimensions of the finally obtained tube and stability of the production process. One aspect is e.g. that the inflatable plug is deformable, and thus does not dictate the obtained orientation in the manner as the non-deformable expansion part.

In the embodiment depicted here the expansion part of the expansion device 20 has a stepped design with a first conical surface increasing in diameter in downstream direction, adjoining a cylindrical surface of a first diameter, followed by a second conical expansion surface increasing in diameter in downstream direction. As is preferred the diameter of the sealing member 30 is greater than the first diameter of the expansion part in this stepped design. The expansion part could have multiple steps.

In an embodiment one or more rollers 125 are arranged below tube 10 so as to support said tube, e.g. below the run-off part of the expansion device or, with preference, downstream of the expansion device e.g. to avoid interference with any of the rings 90, 91.

In this practical embodiment an upstream replaceable ring 20b1 is fitted at the transition between the expansion part 20b and the run-off part 20c of the expansion device, the replaceable ring 20b1 forming the maximum diameter of the expansion part 20b. This allows for relatively easy change of the maximum diameter of the expansion device as well as replacement of ring in case of wear.

In this practical embodiment the increased diameter portion 20c1 is formed by a downstream replaceable ring which is fitted at the downstream end of the run-off section, the replaceable ring having a diameter greater than the upstream portion of the run-off part of the expansion device. This allows for relatively easy change of the diameter of the expansion device at said downstream location as well as replacement of said zone in case of wear.

Fig. 5 shows schematically in longitudinal section a portion of an installation for producing biaxially oriented thermoplastic tubing according to the fourth, fifth, and sixth aspects of the invention.

5

Figure 5 shows the portion wherein the thermoplastic tube is passing over the expansion device 100. This expansion device 100 may e.g. be integrated in the installation that is described with reference to figures 1a, 1b, and 1c, or in an installation including at least an extruder, one or more tempering devices for the tube in preform condition, a drawing device downstream of the expansion device as well as a cooling device for the oriented tube. When seen in conjunction with figures 1a-c the expansion device 100 depicted in figure 5 then replaces the expansion device 20.

10

As is preferred in combination with the expansion device 100 a first external cooling device 60 is used, here, as preferred, having one or more features of the external cooling device 60 as has been discussed herein before. As is preferred a second external cooling device, preferably having one or more of the features of external cooling device 70, is arranged downstream of the expansion device 100. It will be appreciated that a control device for these first and/or second external cooling device, preferably having one or more of the features of the control device as discussed herein before, is also present.

15

20

By suitable control of the first and/or second external cooling device the snap-back effect, that occurs at a short distance downstream of the expansion device can be controlled, and thereby the diameter of the oriented tube, this without – as is preferred – making use of any external diameter calibrating device downstream of the expansion device.

25

The expansion device 100 is embodied to cause expansion of the tube from the preform condition into a biaxially oriented tube based on internal fluid pressure in a relative large fluid volume 101 inside the lumen of the tube between the tube and the expansion device.

30

The expansion device 100 here includes an upstream sealing portion 103 that fits sealingly into the yet unexpanded tube in preform condition, e.g. the sealing portion having one or more of the features of the sealing member 30. The upstream sealing portion 103 delimits the volume 101 at its upstream end.

35

The expansion device 100 also includes a downstream sealing portion 105 that fits sealingly in the expanded tube 10 and delimits the fluid volume 101 at its downstream end. As is preferred the sealing portion 105 is non-deformable, e.g. of a metal.

The expansion device 100 includes one or more fluid supply ducts 106 that allow to introduce fluid, e.g. pressurized gas, e.g. air, into the fluid volume 101.

5 The figure 5 shows the presence of a downstream outer diameter ring member 91 that is arranged a short distance upstream of the downstream sealing portion 105. The ring member 91 exerts a constrictive force on the tube, thereby contributing to the sealing engagement between the tube and the sealing portion 105. As is highly preferred, there is no part of the installation at the same axial location as the portion 105 that contacts the tube on the exterior
10 so as to press it against the sealing portion 105. This avoids any risk of seizing of the tube between such a part of the installation and the sealing portion 105, as well as prevents undesirable damage to the tube.

As is preferred a further, upstream outer diameter ring member 90 is arranged at a distance
15 upstream of the ring member 91. As will be appreciated the ring members 90, 91 are preferably integrated with shield members of the first external cooling device 60.

The cooling by first external cooling device 60 also contributes somewhat to the sealing engagement between the tube 10 and the portion 105. However its main purpose is to freeze
20 the biaxial orientation, as well as to control the snap-back effect, as is preferred in combination with the use of the second external cooling device 70.

Figure 6 shows schematically in longitudinal section a portion of an installation for producing biaxially oriented thermoplastic tubing. The figure 6 is used to elucidate the seventh aspect of
25 the invention, as well as the first, second, third, fourth, fifth and sixth aspect of the invention.

Figure 6 shows the portion wherein the thermoplastic tube is passing over the expansion device 200. This expansion device 200 may e.g. be integrated in the installation that is described with reference to figures 1a, 1b, and 1c, or in an installation including at least an
30 extruder, one or more tempering devices for the tube in preform condition, a drawing device downstream of the expansion device as well as a cooling device for the oriented tube. When seen in conjunction with figures 1a-c the expansion device 200 depicted in figure 5 then replaces the expansion device 20.

35 The expansion device 200 is embodied to effect expansion of the tube by a hybrid process of expansion by internal fluid pressure and expansion caused by contact with a non-deformable expansion part of the device 200

In this example the expansion device includes a run-on part 200a including a sealing portion 201 that sealing engages the non-expanded tube in preform condition. Downstream thereof, spaced from the sealing portion 201, the expansion device 200 has a non-deformable expansion portion 200b with a gradually increasing diameter to a maximum diameter. Downstream of said portion 200b the expansion device 200 includes a run-off part 200c, here with an increased diameter portion also acting as downstream sealing portion 204.

An upstream or first fluid volume 210 is present between the upstream sealing portion 201 and the location of contact of the tube with the expansion part 200b. This fluid volume 210 is filled with a pressurized fluid, preferably a gas, here air, via supply duct 206 so as to effect gradual expansion of the tube due to internal fluid pressure. This expansion is such that the tube 10 is expanded from its preform condition to a diameter such that the tube 10 still contacts the conical face of expansion part 200b during normal production of the biaxially oriented tube. This contact causes a further expansion of the tube 10 due to the forces exerted by the expansion part 200b on the tube. As can be seen the tube now sealingly engages the expansion device in the region at or near the maximum diameter of the expansion part 200b.

A downstream or second fluid volume 220 is present between the location of contact between the tube at or near the maximum diameter of the expansion part 200b on the one hand, and the location of contact between the tube and the downstream sealing portion 204 on the other hand.

This fluid volume 220 is filled with a pressurized fluid, preferably a gas, here gas, via supply duct 207 so as to effect gradual expansion of the tube due to internal fluid pressure. So a further expansion is effected by said fluid pressure, generally to expand the tube so that it can pass over the sealing portion 204 which has a greater diameter than the maximum diameter of the expansion part 202.

As is preferred a communication passage 208 with a control valve 209 is provided in the fluid supply device, here schematically shown, allowing to bring the fluid volumes 210 and 220 in communication, thus allowing to equalize the pressure in both volumes on command. As shown here the supply duct 207 is placed in series with said passage 208, however the supply duct could also be a distinct supply duct, the passage 208 forming a controllable connection between the duct 206 and the duct 207.

As is preferred a downstream outer diameter ring member 91 is provided, preferably such that said ring member 91 contributes to the sealing engagement of the tube with the sealing portion 204. Further preferred details of said ring member 91 have been disclosed herein before and may be used in combination with the expansion device 200.

5

As is preferred an upstream outer diameter ring member 90 is also provided, said ring member 90 being arranged downstream of the maximum diameter of the expansion portion 202.

10

As is preferred a first external cooling device 60 is employed for cooling the tube when the tube passes between the expansion part and the downstream sealing portion 204. As is preferred the first external cooling device includes one or more of the features of the cooling device described herein.

15

As is preferred the one or more ring members 90, 91 are integrated with one or more shield members of the first external cooling device 60.

When desired the downstream sealing portion 204 can be embodied with a gradually increasing diameter and the tube contacting said face of the sealing portion in a manner that a further circumferential expansion is caused by said contact, thus the portion 204 acting as an expansion part to effect the final expansion of the tube.

20

The downstream sealing portion 204 can also be embodied as an expandable portion, e.g. an inflatable portion, e.g. as an inflatable plug as is known in the art, allowing to vary the diameter thereof, e.g. to facilitate start-up of the installation with the diameter of portion 204 in the start-up phase being reduced, e.g. to at most the maximum diameter of part 200b. In combination with an expandable downstream sealing portion, the rigid run-off part as shown in figure 6 could e.g. be of reduced axial length, e.g. just sufficient for contact with the tube directly downstream of the maximum diameter of the part 200b, e.g. cylindrical having the same diameter as the maximum diameter. A slender rod could extend between the expandable portion 204 and the non-deformable body including at least the part 200b to hold the expandable portion in position.

25

30

35

In figures 7a and 7b an installation is shown that largely corresponds to the installation shown in figure 6. Parts have the same or similar structure and function have been denoted with the same reference numerals. Figure 7c shows a detail of a variant of said installation.

In the expansion device 200 now also a gas discharge duct 250, which duct 250 has an inlet port 250a in the exterior surface of the expansion part of the expansion device, as can be seen in the enlarged detail of figure 7a.

5

In figure 7a the situation is shown wherein the inlet port 250a is covered and closed by the tube 10, so that said port 250a is not in communication with the gas volume 210.

10

In figure 7b the same installation is shown, but now the tube 10 has expanded some more under the influence of the gas pressure in volume 210. As can be seen in the enlarged detail, the port 250a is now not covered by the tube 10 and thus in communication with the gas volume 210.

15

The gas discharge duct 250 in figure 7b provides for the relief of gas pressure from the volume 201 as the corresponding inlet port is fully or at least partly open and thereby the expansion of the tube 10 caused by internal gas pressure is controlled.

20

This relief of gas pressure stops when the inlet port 250a is fully covered and closed by the tube 10 (as in figure 7a).

25

In practice an equilibrium situation may be reached wherein the port 250a remains partly open, so that a circulation of gas through the volume 210 is present.

So the cooperation of the tube 10 with the inlet port 250a achieves in a very attractive manner a control of the degree of expansion that is caused in the tube 10 due to the internal gas pressure in volume 210. Effectively the position of the inlet port 250a on the sloping exterior face of the expansion part of the device 200 controls where the tube 10 will contact said face, assuming that the gas pressure in volume 210 is sufficient to cause the tube 10 to expand.

30

The provision of duct 250 with inlet port 250a also provides for an automatic safety against the tube being expanded by gas pressure excessively, e.g. to a greater diameter than the expansion part prior to reaching said expansion part, which situation in reality would lead to a stoppage of the production.

35

It is noted that a group of multiple inlet ports 250a connected to a common gas discharge duct could be arranged distributed around the circumference of the expansion part and at the

same radial distance to a central longitudinal axis of the expansion part, so as to avoid that the tube would over-expand somewhere along its circumference.

5 In another embodiment, shown in figure 7c, multiple inlet ports 250a, 250b, each associated with a corresponding discharge duct 250, 260, are provided at differing diameter positions in the exterior surface of the expansion part, said differing diameter positions having different radial distances from a central longitudinal axis of the expansion part (so in axial direction of the expansion device one inlet port behind the other inlet port). In this embodiment it is envisaged to provide one or more operable valves 270, 271 that are associated with the
10 discharge ducts 250, 260, so that a selected inlet port and associated discharge duct can be made effective to relief gas pressure (here port 250a) when the tube does not cover and close said inlet port, whereas one or more non-selected inlet ports (here port 260a) and associated discharge ducts are made ineffective. This allows to provide control over the internal diameter of the tube as it expands by the internal gas pressure in the fluid volume
15 before reaching the non-deformable expansion part.

In figure 7a also a temperature sensor 280 is shown at the sealing member 201. This sensor 280 allows to measure the temperature of the preform in said region. This sensor 280 may e.g. be coupled to the first and/or second external heat exchange devices that are used to
20 influence the sealing engagement of the preform with the sealing member 201 in order to assist in suitable operation thereof.

C L A I M S

1. A method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in preform condition in circumferential direction,

- a run-on part which is located upstream of the expansion part, said run-on part having an upstream nose end,

wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube, wherein said biaxially oriented tube is cooled,

wherein use is made of an expansion device having one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the run-on part and/or the expansion part of the expansion device, and wherein fluid is introduced and forms a fluid volume between the expansion device and the tube,

the method being **characterized in that**

use is made of an expansion device with a run-on part that is provided with a sealing member that is sealingly engaged by the tube in preform condition, said sealing member being arranged at a distance upstream of the expansion part and having a diameter that is greater than the run-on part downstream of the sealing member, the sealing member forming an effective seal that prevents the fluid from reaching the lumen of the tube upstream of the sealing member.

2. Method according to claim 1, wherein said sealing member is arranged at the nose-end of the run-on part.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein there is no external part at the height of the sealing member that presses the tube in preform condition onto the sealing member.

5 4. Method according to one or more of the preceding claims, wherein use is made of one or more external heat exchange devices that are adapted and operated to influence the temperature of the tube in preform condition and thereby the sealing engagement between the tube and the sealing member of the run-on part of the expansion device.

10 5. Method according to claim 4, wherein use is made of a first heating device adapted and operated for controlled external heating of the tube in preform condition, and of a second heating device adapted and operated for controlled external heating of the tube in preform condition, wherein the first and second heating device are independently controlled, and wherein the first heating device is arranged upstream of the sealing member of the run-on
15 part, and wherein the second heating device is arranged downstream of the sealing member.

6. Method according to claim 5, wherein the first heating device is controlled in order to control the engagement between the tube and the sealing member.

20 7. Method according to one or more of the preceding claims, wherein the fluid supplied to said fluid volume that is limited at one end by said sealing contact between the tube in preform condition and the sealing member and at another end by sealing engagement between the tube and at least a downstream portion of the expansion part, e.g. near or at the transition to the run-off part, is a gas, e.g. air, the pressure of the gas in said fluid volume
25 being used to cause gradual expansion of the tube already before the tube actually contacts the expansion part.

8. Method according to claim 7, wherein one or more gas discharge ducts are formed in the expansion device, said one or more discharge ducts having one or more inlet ports in the
30 exterior surface of the expansion part of the expansion device, an inlet port being open or closed or partly closed dependent on whether or not the inlet port is covered and closed by the tube or to which portion of the inlet port is closed by the tube, the gas discharge duct providing for the relief of gas pressure from the fluid volume when the one or more corresponding inlet ports are at least partly open thereby controlling the expansion of the
35 tube caused by internal gas pressure.

9. Method according to claim 8, wherein multiple inlet ports, each associated with a corresponding discharge duct, are provided at differing diameter positions in the exterior surface of the expansion part, said differing diameter positions having different radial distances from a central longitudinal axis of the expansion part, and wherein one or more operable valves are associated with the discharge ducts, so that a selected inlet port and associated discharge duct can be made effective to relief gas pressure when the tube does not fully cover and close said inlet port, whereas one or more non-selected inlet ports and associated discharge ducts are made ineffective, thereby providing control over the internal diameter of the tube as it expands by the internal gas pressure in the fluid volume before reaching the non-deformable expansion part.

10. Method according to one or more of the preceding claims, wherein the sealing member is an annular sealing member fitted on the run-on section, e.g. a metallic member, and wherein said sealing member includes a conical run-on surface for the tube, gradually increasing in diameter in downstream direction.

11. Method according to one or more of the preceding claims, wherein use is made of an expansion device having a run-off part downstream of the expansion part.

12. Method according to claim 11, wherein a second fluid volume is established between the run-off part of the expansion device and the oriented tube, preferably between a reduced diameter section of the run-off part and the oriented tube, and wherein preferably the fluid supplied to said second fluid volume is a pressurized gas, e.g. air, possibly a heated gas.

13. Method according to claim 11 or 12, wherein the run-off part has a reduced diameter section having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part,

and wherein at least one outer diameter ring member is arranged around said reduced diameter section,

and wherein the outer diameter ring member is arranged such that the oriented tube passes through the ring member while being in contact with said ring member, the outer diameter ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the oriented tube between the run-off part and the at least one outer diameter ring member is avoided, preferably the inside of the oriented tube being radially spaced from the reduced diameter section, preferably the expansion device having one or more fluid supply ducts having one or more ports in the reduced diameter section, a gas being supplied between

said reduced diameter section and the oriented tube to establish a second fluid volume there between,

and wherein use is made of a first external cooling device that is adapted and operated to cool the oriented tube externally while passing over the run-off part.

14. Method according to one or more of the preceding claims, wherein one or more temperature sensors are provided on the expansion device, preferably at or near the sealing member, allowing to measure the temperature of the preform in said region, e.g. said one or more sensors being coupled to the first and/or second external heat exchange devices that are used to influence the sealing engagement of the preform with the sealing member in order to assist in suitable operation thereof.

15. Method according to one or more of the preceding claims, wherein the expansion part has a first conical surface increasing in diameter in downstream direction, adjoined at its downstream end by a cylindrical surface of a first diameter, adjoined at its downstream end by a second conical expansion surface increasing in diameter in downstream direction, and wherein preferably the diameter of the sealing member on the run-on part is greater than the first diameter of the expansion part.

16. Installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,

- one or more tempering devices for temperature conditioning the preform, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,

- an expansion device downstream of the extruder, the expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having an increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a run-on part which is located upstream of the expansion part, said run-on part having an upstream nose end,

-one or more fluid supply ducts, said one or more fluid supply ducts having a port in the outer surface of the run-on part and/or the expansion part, so that a fluid volume can be formed between the expansion device and the tube,

- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,

- a cooling device that is adapted to cool the biaxially oriented tube,

10 **characterized in that**

the run-on part is provided with a sealing member that is adapted to be sealingly engaged by the tube in preform condition, said sealing member being arranged at a distance upstream of the expansion part of the expansion device and having a diameter that is greater than the run-on part downstream of the sealing member, the sealing member so forming an effective seal that prevents the fluid from reaching the lumen of the tube in preform condition upstream of the sealing member,

said sealing member preferably being arranged at the nose-end of the run-on part.

17. Installation according to claim 16, wherein the installation further comprises one or more external heat exchange devices that are adapted and operable to influence the temperature of the tube in preform condition and thereby the sealing engagement between the tube and the sealing member of the run-on part of the expansion device.

18. Installation according to claim 17, wherein the installation comprises a first heat exchange device arranged upstream of the sealing member of the run-on part, which first heat exchange device is adapted for controlled external heat exchange with the tube in preform condition, and wherein the installation comprises a second heat exchange device arranged downstream of the sealing member, which second heat exchange device is adapted for controlled external heat exchange with the tube in preform condition, wherein the installation comprises a control device for independent control of the first and second heat exchange device.

19. Installation according to one or more of claims 16-18, wherein one or more gas discharge ducts are formed in the expansion device, said one or more discharge ducts having one or more inlet ports in the exterior surface of the expansion part of the expansion

device, an inlet port being open or closed dependent on whether or not the inlet port is covered and closed by the tube, the gas discharge duct allowing – in use of the installation – for the relief of gas pressure from the fluid volume when the one or more corresponding inlet ports are open thereby reducing the expansion of the tube caused by internal gas pressure, the relief of gas pressure continuing until the one or more corresponding inlet ports are covered and closed again by the tube.

20. Installation according to claim 19, wherein multiple inlet ports, each associated with a corresponding discharge duct, are provided at differing diameter positions in the exterior surface of the expansion part, said differing diameter positions having different radial distances from a central longitudinal axis of the expansion part, and wherein one or more operable valves are associated with the discharge ducts, so that – in use of the installation – a selected inlet port and associated discharge duct can be made effective to relief gas pressure when the tube does not cover and close said inlet port, whereas one or more non-selected inlet ports and associated discharge ducts can be made ineffective, thereby allowing for control over the internal diameter of the tube as it expands by the internal gas pressure in the fluid volume before reaching the non-deformable expansion part.

21. Installation according to one or more of the claims 16 - 20, wherein one or more temperature sensors are provided on the expansion device, preferably at or near the sealing member, allowing to measure the temperature of the preform in said region, e.g. said one or more sensors being coupled to the first and/or second external heat exchange devices that are used to influence the sealing engagement of the preform with the sealing member in order to assist in suitable operation thereof.

22. A method for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, wherein a tube in preform condition is extruded from thermoplastic material using an extruder which is provided with an extruder die head having an inner die member, the inner die member forming a lumen in the tube in preform condition, wherein the tube in preform condition is subjected to a temperature conditioning by one or more tempering devices so that a tempered tube is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material, and wherein use is made of an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having a gradually increasing diameter to a maximum diameter at a downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a run-off part adjoining the expansion part at the downstream end thereof,
wherein the method comprises drawing the tempered tube over the expansion device using a
drawing device which is arranged downstream of the expansion device and acts on the tube,
in such a manner that said tube is drawn over the expansion device and transformed from a
5 tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material being
oriented in axial direction and in circumferential direction,
wherein said biaxially oriented tube is cooled,
the method being **characterized in that**

10 the run-off part of the expansion device has a reduced diameter section having a smaller
diameter than the maximum diameter of the expansion part,

and in that use is made of at least one outer diameter ring member that is arranged at the
location of the reduced diameter section of the run-off part of the expansion device and
15 around said reduced diameter section,

and in that the oriented tube passes through the at least one outer diameter ring member
while being in contact with said at least one outer diameter ring member, the outer diameter
ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the
20 oriented tube between the run-off part and the at least one outer diameter ring member is
avoided, preferably the inside of the oriented tube being radially spaced from the reduced
diameter section,

and in that the oriented tube is cooled externally while passing over the run-off part by a first
25 external cooling device.

23. Method according to claim 22, wherein use is made of an upstream outer diameter
ring member and a downstream outer diameter ring member, the ring members being
arranged spaced apart in series at the location of the reduced diameter section of the run-off
30 part and around said reduced diameter section, the oriented tube passing through said ring
members, preferably the first external cooling device cooling the stretch of oriented tube
between the ring members.

24. Method according to claim 22 or 23, wherein at least one outer diameter ring member
35 is embodied as a constrictive outer diameter ring member, said ring member exerting a radial
constrictive force on the oriented tube passing there through, thereby, at least during the
passage through the ring member, reducing the outer diameter of the oriented tube.

25. Method according to one or more of the preceding claims 22 - 24, wherein an upstream outer diameter ring member is embodied a constrictive outer diameter ring member, said ring member exerting a constrictive force on the oriented tube that contributes to a sealing engagement of the oriented tube with the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part.

26. Method according to one or more of the claims 22 - 25, wherein at least one outer diameter ring member is mounted so as to be displaceable in axial direction relative to the run-off part.

27. Method according to one or more of the claims 22 - 26, wherein the first external cooling device comprises one or more cooling liquid spray nozzles adapted to spray or jet cooling liquid, e.g. water, onto the exterior of the tube.

28. Method according to one or more of the claims 22 - 27, wherein the first external cooling device is adapted and operated to adjust the length and/or location with respect to the run-off part of the expansion device of the stretch of the oriented tube that is affected by the first external cooling device.

29. Method according to one or more of the preceding claims 22 - 28, preferably claim 28, wherein the first external cooling device comprises an upstream shield member and a downstream shield member, said shield members delimiting the stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device, e.g. the sprays or jets of cooling water, and wherein at least one of the shield members, preferably both, is displaceable in axial direction, thereby allowing to adjust the length and/or the location of the stretch of tube that is affected by the first external cooling device.

30. Method according to claim 29, wherein an outer diameter ring member is integral with a shield member of the first external cooling device, wherein preferably use is made of an upstream shield member integral with an upstream outer diameter ring member and of a downstream shield member integral with a downstream outer diameter ring member.

31. Method according to one or more of the claims 22 -30, wherein the run-off part comprises an increased diameter portion - downstream of the one or more outer diameter ring members and delimiting the downstream end of a reduced diameter section of the run-off part - said increased diameter portion having a greater diameter than said reduced

diameter section, preferably said increased diameter portion being non-deformable, and wherein the oriented tube, preferably sealingly, engages the increased diameter portion.

32. Method according to claims 23, 24, 25 and 31, wherein the run-off part has a single
5 reduced diameter section, the upstream and downstream outer diameter ring member being arranged at the location of said single reduced diameter section, the upstream outer diameter ring member contributing to a sealing engagement of the oriented tube with the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part, the downstream outer diameter ring member exerting a constrictive force on the oriented tube
10 which contributes to a sealing engagement of the oriented tube with the increased diameter portion of the run-off part.

33. Method according to one or more of the claims 22 - 32, wherein a second external cooling device is arranged downstream of the expansion device, preferably downstream of
15 an increased diameter portion according to claim 25 when present, which second external cooling device is adapted and operated to externally cool the oriented tube, said second external cooling device being controlled independent from the first external cooling device, said second external cooling device preferably comprising one or more cooling liquid spray nozzles adapted to spray or jet cooling liquid, e.g. water, onto the exterior of the oriented
20 tube.

34. Method according to claim 33, wherein said second external cooling device is arranged spaced a distance downstream from the first external cooling device, preferably a dry zone being maintained between the first and second external cooling devices during
25 operation.

35. Method according to claim 33 or 34, wherein the second external cooling device is located to with its upstream end in a region where the snap-back effect - wherein the diameter of the tube reduces - takes place downstream of the run-off part.
30

36. Method according to one or more of claims 33 - 35, wherein the second external cooling device comprises an upstream shield member delimiting the upstream end of the stretch of oriented tubing affected by said second external cooling device, said upstream shield member preferably being movable in axial direction, said upstream shield member
35 preferably having a flexible annular lip engaging the oriented tube.

37. Method according to one or more of the preceding claims 22 - 36, wherein a measuring device for measuring at least one of the outer diameter, the wall thickness, and the cross-sectional profile of the oriented tube, is arranged downstream of at least the first external cooling device, possibly downstream of the second external cooling device when present, and wherein a control device is provided to control the first external cooling device and/or the second external cooling device, and wherein said measuring device is linked to said control device so as to control the cooling by said first external cooling device and/or said second external cooling device, e.g. the intensity of the cooling.

38. Method according to claims 28 and 37, wherein the control device is adapted and operated to control the first external cooling device with regard to at least the length and/or location with respect to the expansion device of the stretch of oriented tube that is affected by the first external cooling device.

39. Method according to claim 38, wherein the control device is adapted such that the length of the stretch of tube that is affected by the first cooling device is decreased to obtain an increased snap-back effect and thus increased diameter reduction of the oriented tube, and wherein said length is increased to obtain a reduced snap-back effect and thus decreased diameter reduction of the oriented tube.

40. Method at least according to claims 33 and 37, wherein the second external cooling device - preferably the upstream shield member of the second external cooling device when present - is mounted to be movable in axial direction, and wherein the measuring device is linked to a control device provided to control the second external cooling device, and wherein the measuring device is linked to said control device of the second external cooling device in order to control the position, e.g. of the upstream shield member, thereof.

41. Method according to one or more of the claims 22 - 40, wherein no internal cooling of the oriented tube is performed when passing over the run-off part, and wherein no internal cooling of the oriented tube is performed downstream of the expansion device.

42. Method according to one or more of the claims 22 - 41, wherein a fluid is introduced between the expansion device and the tube, preferably at least between the run-off part of the expansion device and the oriented tube, preferably between the reduced diameter section of the run-off part and the oriented tube, and wherein, preferably, the oriented tube sealingly engages the expansion device in a region at or near the maximum diameter of the expansion part, and wherein, preferably, the oriented tube sealingly engages the run-off part

downstream of the reduced diameter section, preferably the increased diameter portion thereof according to claim 31 when present.

43. Method according to claim 42, wherein the fluid is a pressurized gas, e.g. air, possibly a heated gas.

44. Method according to claim 42 or 43, wherein a first fluid volume is present between the expansion device and the tube upstream of the sealing engagement of the tube in a region at or near the maximum diameter of the expansion part, and wherein a second fluid volume is present between the run-off part and the oriented tube.

45. Method according to claim 44, wherein use is made of an expansion device with a communication passage, e.g. internally in a expansion device, preferably a valve controlled passage, extending between the first and second fluid volumes, and wherein the expansion device includes at least one fluid supply duct which introduces fluid into the first and/or second fluid volume.

46. Method according to claim 44 or 45, wherein a first fluid supply duct introduces fluid into the first fluid volume and a second fluid supply duct introduces fluid into the second fluid volume.

47. Method according to one or more of the claims 22 - 46, preferably one or more of claims 44 - 46, wherein the expansion device has a run-on part which is located upstream of the expansion part, preferably use being made of an expansion device with a run-on part that is provided with a sealing member that is sealingly engaged by the tube in preform condition, said sealing member being arranged at a distance upstream of the expansion part and having a diameter that is greater than the run-on part downstream of the sealing member, the sealing member forming an effective seal with the tube in preform condition, and wherein a fluid is introduced between the run-on part and the tube in preform condition, the sealing member preventing the fluid from reaching the lumen of the tube upstream of the sealing member.

48. Installation for producing a biaxially oriented tube from thermoplastic material, which installation comprises:

- an extruder with an extruder die head having an inner die member adapted to extrude a tube in preform condition from thermoplastic material, the inner die member forming a lumen in the tube,

- one or more tempering devices for temperature conditioning of the tube in preform condition, so that a tempered tube in preform condition is obtained having an orientation temperature which is suitable for the thermoplastic material,

- an expansion device in the lumen downstream of the extruder, said expansion device comprising:

- a non-deformable expansion part having an increasing diameter to a maximum diameter at downstream end thereof, which expansion part is contacted by the tube and exerts an expanding force on the tube so as to bring about an expansion of the tempered tube in circumferential direction,

- a run-off part downstream of the expansion part,

- a drawing device which is arranged downstream of the expansion device and is adapted to act on the tube, in such a manner that said tube is drawn over the expansion device and is transformed from a tube in preform condition into a biaxially oriented tube with thermoplastic material which is oriented in axial direction and in circumferential direction of the tube,

- a cooling device that is adapted to cool the biaxially oriented tube,

characterized in that

the run-off part has a reduced diameter section having a smaller diameter than the maximum diameter of the expansion part,

and in that at least one outer diameter ring member is arranged at the location of the reduced diameter section,

and in that the outer diameter ring member is arranged such that the oriented tube passes through the ring member while being in contact with said ring member, the outer diameter ring member and the reduced diameter section being dimensioned such that seizing of the oriented tube between the run-off part and the at least one outer diameter ring member is avoided, preferably the inside of the oriented tube being radially spaced from the reduced diameter section,

and in that the installation comprises a first external cooling device that is adapted to cool the oriented tube externally while passing over the run-off part.

49. Biaxially oriented thermoplastic tubing obtained with the method according to one or more of the preceding claims.

50. Biaxially oriented PVC tubing obtained with the method according to one or more of the preceding claims.
51. Biaxially oriented pressure pipe for water transport obtained with the method
5 according to one or more of the preceding claims.
52. An expansion device adapted for use in a method according to one or more of the preceding claims and/or in an installation according to one or more of the preceding claims.

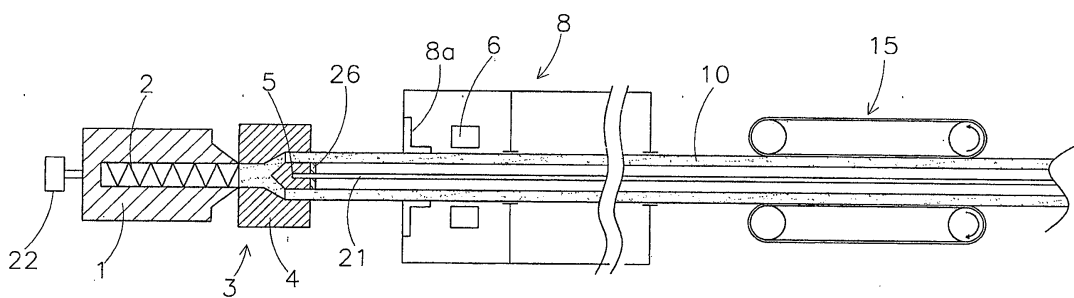


Fig 1a

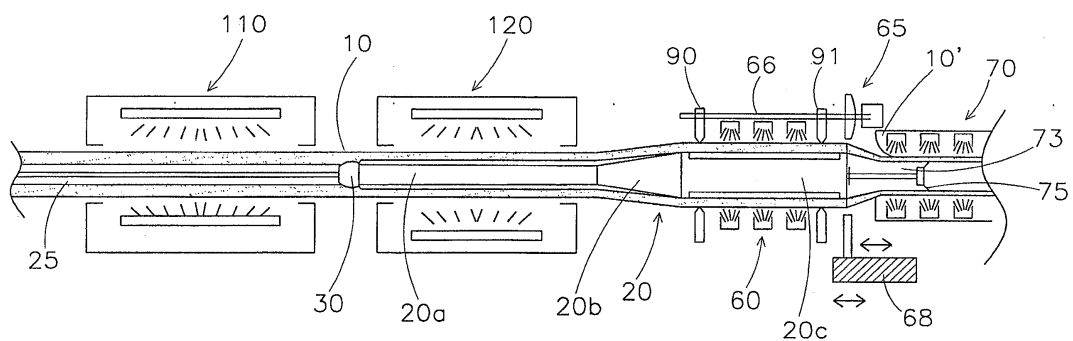


Fig 1b

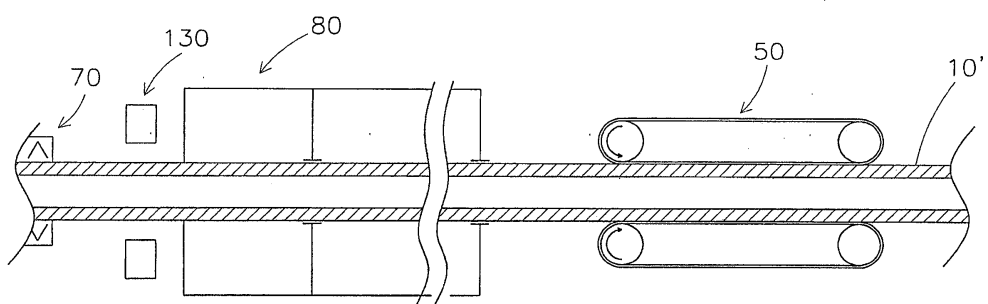


Fig 1c

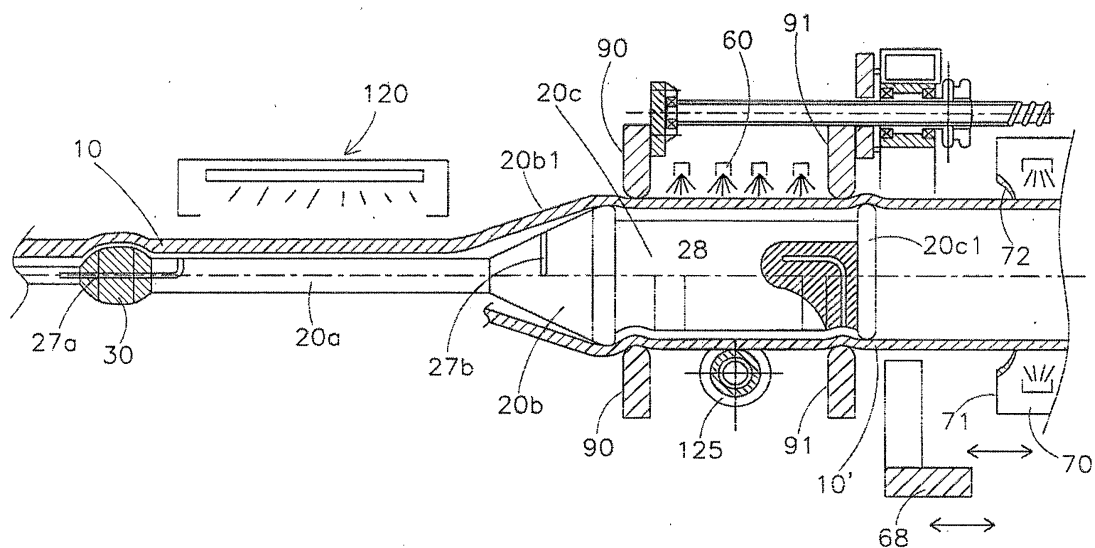
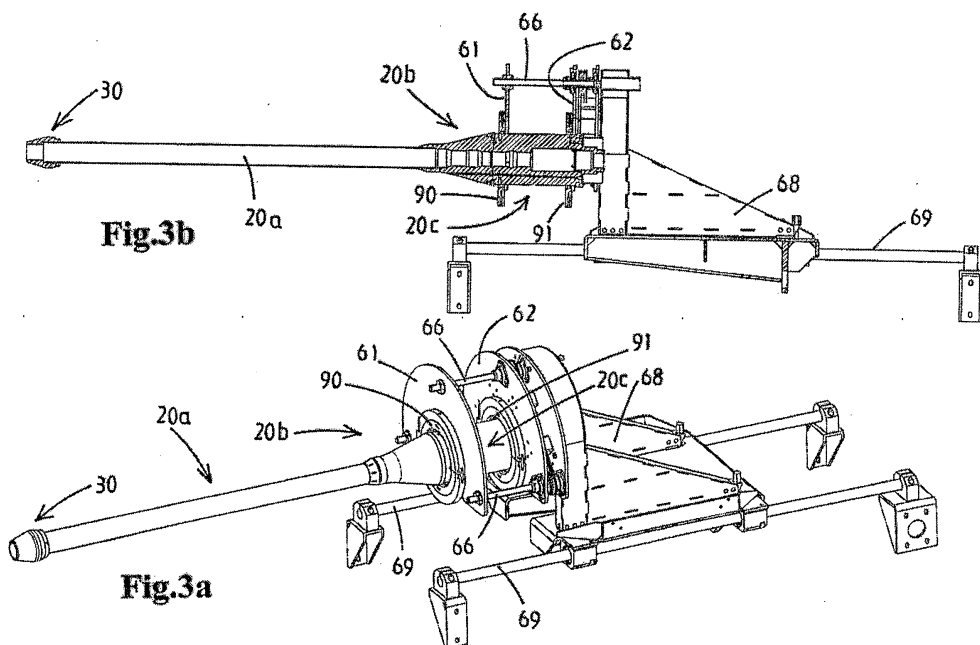


Fig 2



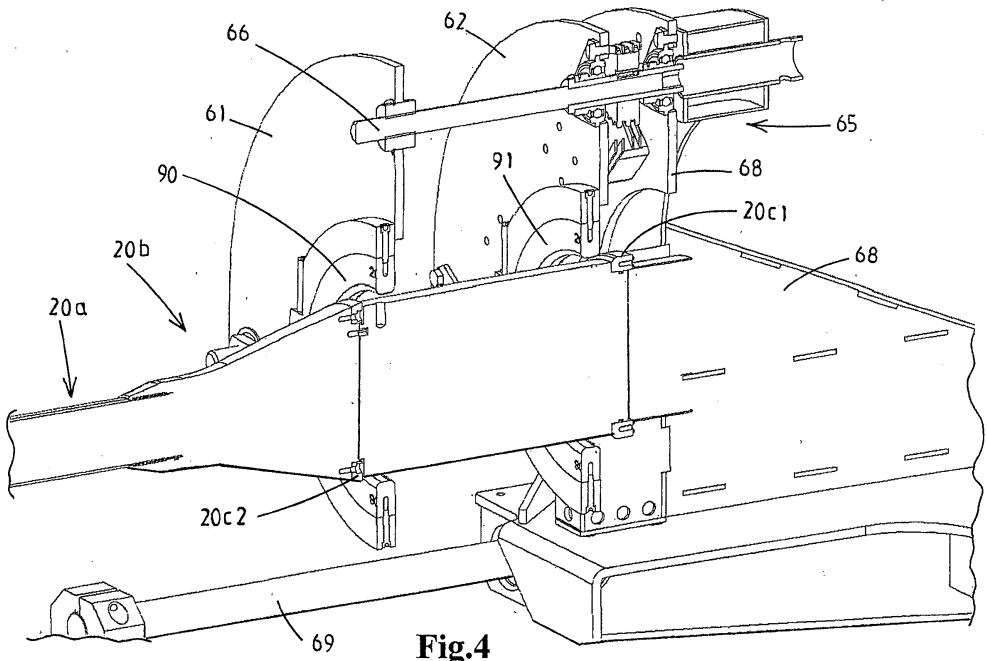


Fig.4

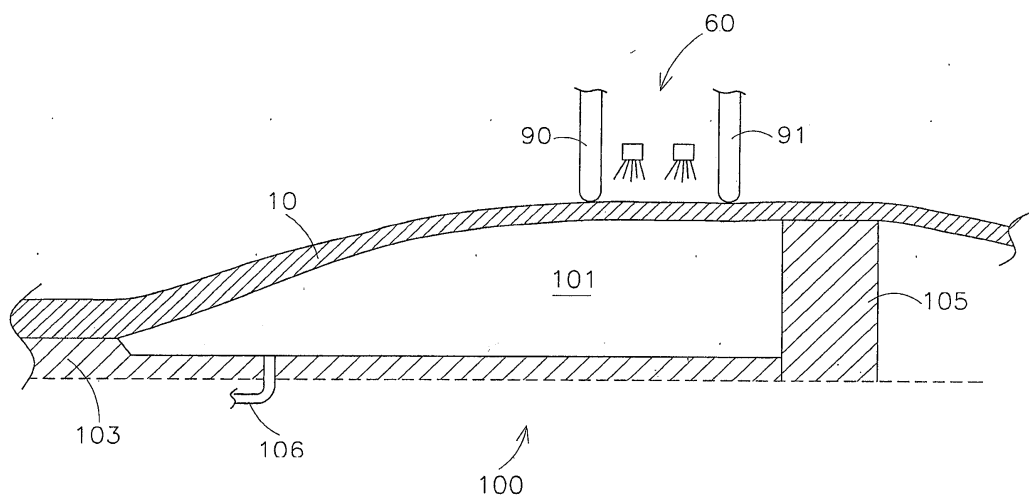


Fig 5

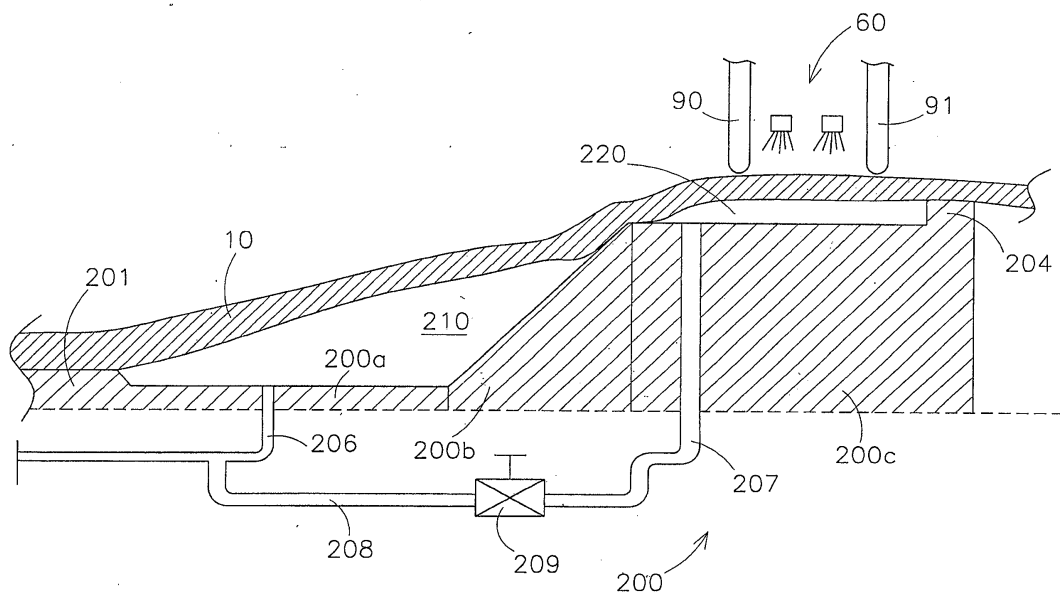


Fig 6

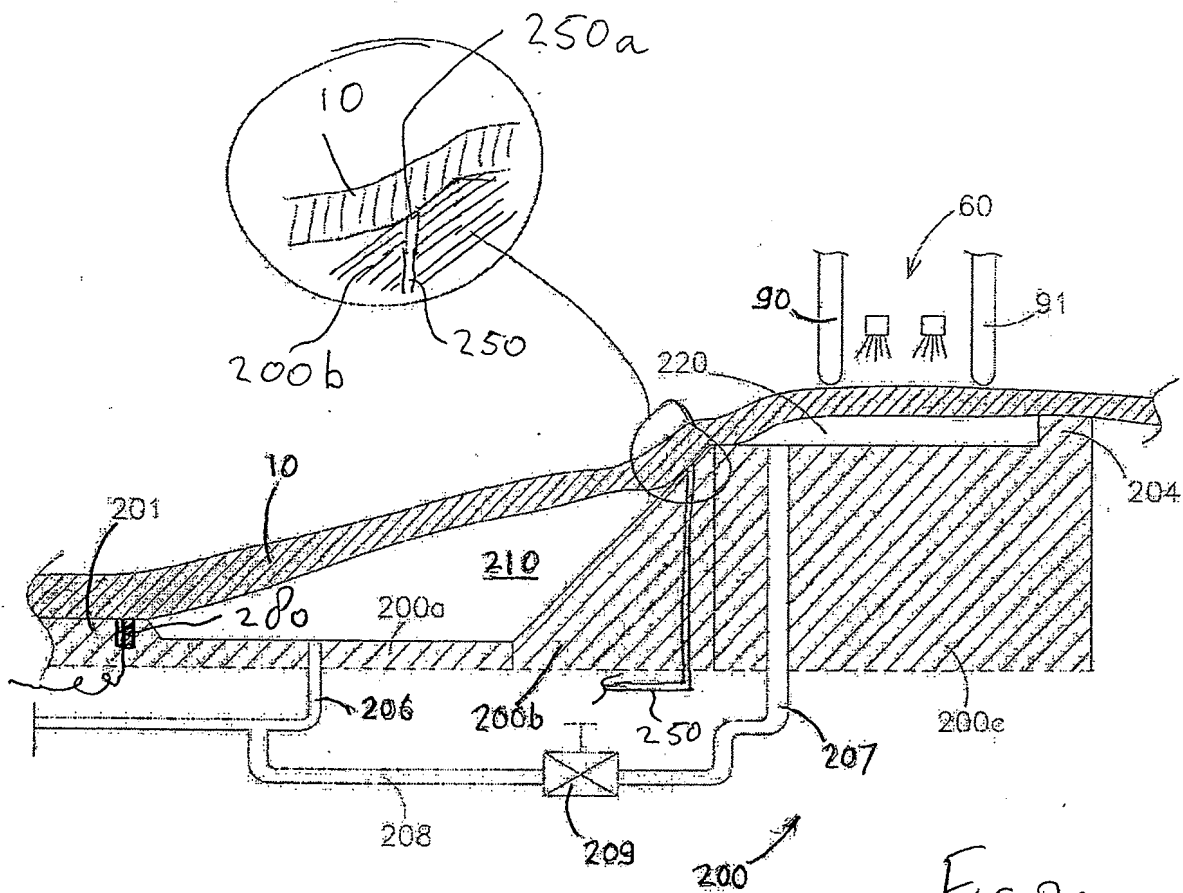


Fig 7a

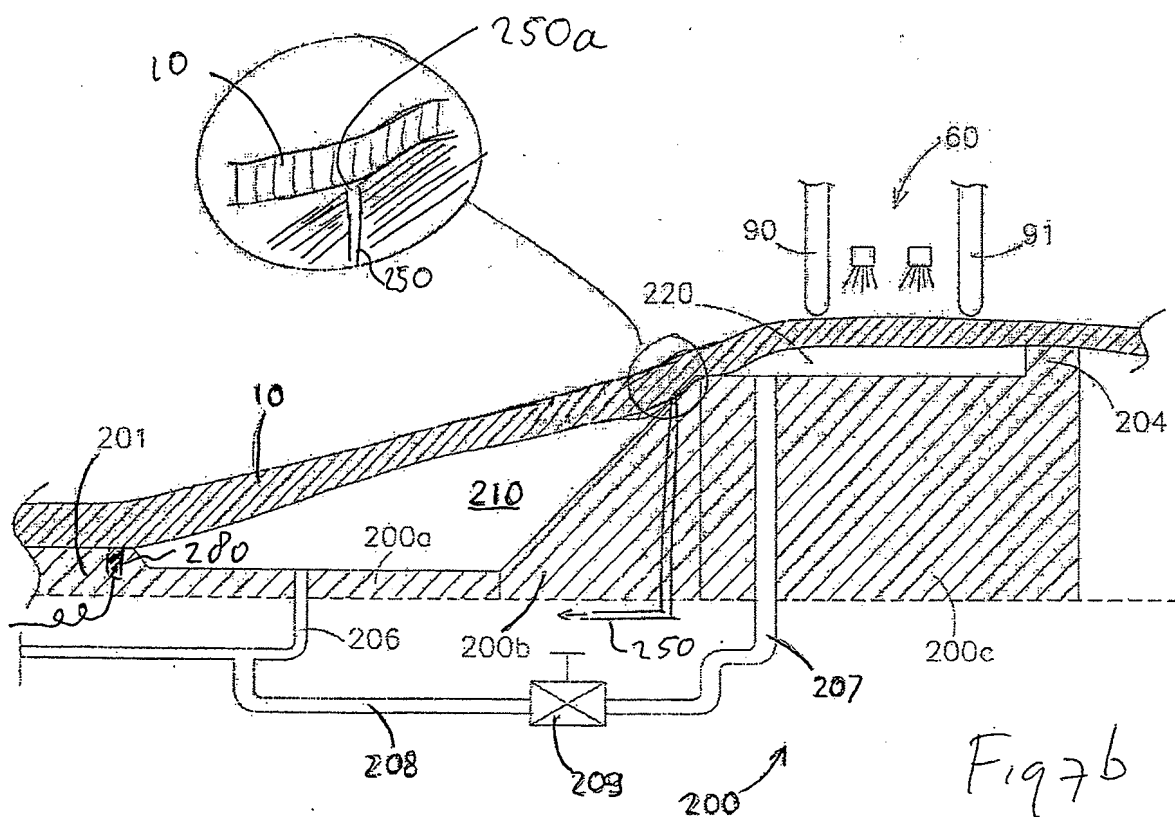


Fig 7b

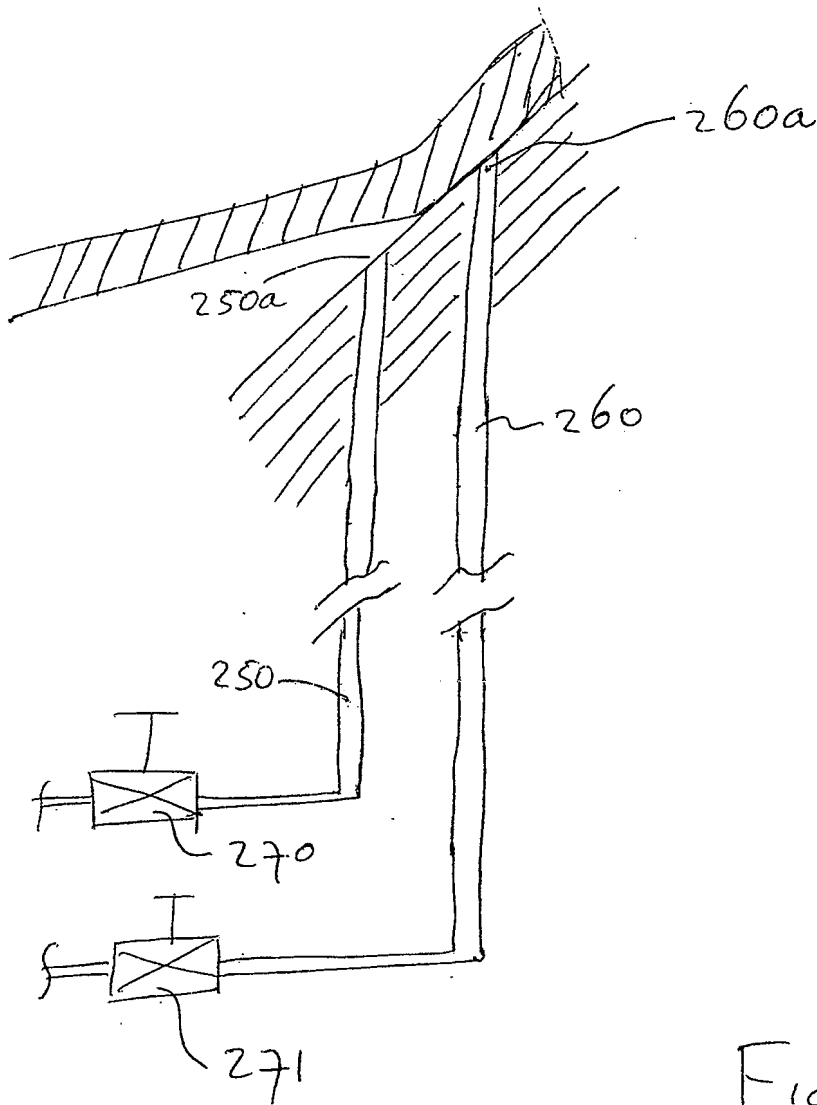


Fig 7c

MÉTODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACIÓN DE TUBOS ORIENTADOS BIAXIALMENTE

La presente invención se refiere a métodos y dispositivos para la fabricación de tubos
5 orientados biaxialmente de material termoplástico.

La invención se refiere, en general, al objetivo de establecer procesos de producción e
instalaciones de producción que permiten producir tubos orientados biaxialmente de
material termoplástico, teniendo los tubos orientados una uniformidad deseada de las
10 dimensiones finales de los tubos orientados así como buenas propiedades de resistencia,
por ejemplo cuando se considera la producción de tuberías rígidas, por ejemplo tuberías
de presión para el transporte de agua o gas.

Cuando se producen tubos orientados biaxialmente de material termoplástico, por ejemplo
15 tuberías de cloruro de polivinilo, se ha demostrado que es difícil producir tubos con
dimensiones finales uniformes. Tal uniformidad es deseable, por ejemplo, cuando se
interconectan elementos de tubos orientados biaxialmente, por ejemplo tuberías de
presión, por ejemplo para el transporte de agua, de son interconectados a tope, por
ejemplo a través de conexiones de casquillo.

20

El primer aspecto de la invención se refiere a un método para producir un tubo orientado
biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es
extruido de material termoplástico utilizando un extrusionador, que está provisto con un
cabezal de troquel extrusionador que tiene un miembro de troquel interior, formando el
25 miembro de troquel interior una luz en el conducto del tubo en condición de preforma, en
el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de
temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma

que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente
5 creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión,
10 teniendo dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba.

El método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un
15 tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

En este método del primer aspecto de la invención se utiliza un dispositivo de expansión
20 que tiene uno o más conductos de suministro de fluido. El uno o más conductos de suministro de fluido tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y un fluido es introducido entre el dispositivo de expansión y el tubo.

25 En primer lugar, se describirán aquí algunos métodos de la técnica anterior.

En el documento EP 823 873 se describe un método para la producción de tubos

orientados biaxialmente. Se utiliza un mandril rígido que tiene una parte de expansión así como una parte de entrada curso arriba de la parte de expansión e integral con ella. Espaciado curso arriba desde el extremo saliente de la parte de entrada está retenido un miembro de cierre sobre la barra de anclaje para definir una cámara en la luz del conducto
5 del tubo en condición de preforma. Un fluido, por ejemplo agua caliente, es alimentado bajo presión entre el tubo y el dispositivo de mandril a través de uno o más conductos que se forman en el mandril y que tienen un orificio en la superficie exterior del mandril. Este líquido fluye entonces en dirección contraria a la dirección de movimiento del tubo hacia la cámara curso arriba del extremo saliente del dispositivo de expansión y entonces se
10 descarga a través de uno o más conductos de descarga en la barra de anclaje.

En el documento EP 823 873 se propone también proveer el mandril con una parte de salida curso abajo de la parte de expansión. Se crea una película de líquido frío entre el tubo y esta parte de salida, puesto que uno o más conductos de alimentación y descarga
15 para dicho líquido frío están formados en el mandril. En particular, se propone provocar que el líquido frío en dicha película fluya opuesto al movimiento del tubo, tal como desde una abertura de alimentación curso abajo en la superficie exterior de la parte de salida hacia una abertura de descarga curso arriba en la superficie exterior de la parte de salida.

20 En el documento EP 823 873, el tubo está fabricado para acoplarse de forma de estanqueidad con el mandril en o cerca de la transición entre la parte de expansión y la parte de salida con el fin de evitar que el líquido frío alcance la parte de expansión.

En el documento EP 1 159 122 se describe un método para la producción de tubos
25 orientados biaxialmente. Se utiliza un mandril rígido que tiene una parte de expansión así como una parte de salida curso arriba de la parte de expansión e integral con ella. La parte de entrada tiene un diámetro uniforme sobre su longitud. Se forma una película de

líquido entre la parte de expansión y el tubo. El líquido es suministrado en el extremo curso abajo de la parte de expansión y fluye en contra del movimiento del tubo hacia una o más salidas dispuestas en la parte de entrada del dispositivo de expansión. Se muestra que el tubo en condición de preforma se acopla de forma de estanqueidad sobre el extremo saliente de la parte de entrada, puesto que el diámetro interior de la preforma es menor que el diámetro de la parte de entrada.

El primer aspecto de la invención pretende proporcionar medidas que permitan mejoras sobre la técnica anterior o al menos proporcionen una alternativa útil.

10

Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar medidas que permitan una atemperación interna adecuada del tubo en condición de preforma, posiblemente utilizando líquido en circulación dentro de la luz del conducto, por ejemplo en combinación con calefacción y/o refrigeración sobre el lado exterior del tubo en condición de preforma.

15

Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar medidas que permitan una atemperación interna adecuada del tubo en condición de preforma, posiblemente utilizando líquido en circulación dentro de la luz del conducto así como introduciendo un fluido, por ejemplo un líquido o un gas, entre el dispositivo de expansión, por ejemplo la parte de expansión del mismo, y el tubo, siendo realizadas la introducción de fluido y la atemperación interna independientes una de la otra.

20

Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permita uniformidad mejorada del tubo, en particular con respecto al espesor de pared y a la forma de la sección transversal tanto en dirección circunferencial como también sobre la longitud del tubo.

25

Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que no se transporta ningún líquido frío a través de la barra de anclaje hasta el dispositivo de expansión.

- 5 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permite un procedimiento de puesta en marcha fácil y fiable.

- Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permite un diámetro máximo incrementado de la parte de expansión así como orientación
10 significativa en dirección circunferencial del tubo. Esto permite producir tubos orientados biaxialmente de diámetro grande sin que deban aplicarse fuerzas de tracción indebidas al tubo y sin un procedimiento de puesta en marcha problemático.

- Con el fin de conseguir uno o más de los objetivos anteriores, el primer aspecto de la
15 invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se utiliza un dispositivo de expansión con una parte de entrada que está provista con un miembro de estanqueidad que es acoplado de forma de estanqueidad por tubo en condición de preforma, estando dispuesto el miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión del dispositivo de expansión y que tiene un diámetro que es mayor
20 que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el fluido alcance la luz del conducto del tubo en condición de preforma curso arriba del miembro de estanqueidad.

- Con preferencia, el miembro de estanqueidad está dispuesto en el extremo saliente de la
25 parte de entrada.

El miembro de estanqueidad se puede ver como una porción engrosada de la parte de

entrada comparado con la porción de la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad.

El primer aspecto de la invención permite el uso de una parte de entrada de una longitud significativa, mejorando de esta manera el soporte interno del tubo en condición de preforma por la parte de entrada curso arriba de la parte de expansión. Esto contribuye a una uniformidad mejorada del estiramiento biaxial del tubo en condición de preforma. Además, esto permite un volumen de fluido fiable y estable, por ejemplo como una película, entre la parte de entrada y el tubo en condición de preforma. El acoplamiento de estanqueidad del miembro de estanqueidad con el tubo en condición de preforma proporciona una barrera fiable entre la zona curso arriba del miembro de estanqueidad y la zona curso abajo del miembro de estanqueidad dentro de la luz del conducto de la preforma, de manera que se pueden realizar condiciones y/o acciones en una de dichas zonas que son totalmente o al menos en gran medida independientes de la otra zona.

15

En una forma de realización posible del primer aspecto de la invención, el fluido en dicho volumen de fluido entre la parte de entrada y/o parte de expansión del dispositivo de expansión y el tubo forma una película de fluido, que actúa principalmente como un lubricante entre el tubo y el dispositivo de expansión, siendo el fluido en la película con preferencia un líquido, por ejemplo agua, con preferencia caliente.

20

En comparación con el método de la técnica anterior del documento EP 823 873, el primer aspecto de la invención permite proporcionar una película de lubricación estable entre el dispositivo de expansión, con preferencia en ambas partes, la parte de entrada y la parte de expansión, y el tubo en condición de preforma.

25

En comparación con el método de la técnica anterior del documento EP 1 159 122, el

primer aspecto de la invención permite proveer una parte de entrada más larga con una película estable entre la parte de entrada y el tubo en condición de preforma.

El fluido puede ser un líquido en una forma de realización práctica. En una forma de
5 realización referida en la práctica, se utiliza agua, más preferentemente agua caliente no hirviendo, donde se utilizan un calentador de agua y bomba para proporcionar y suministrar el agua caliente a una presión adecuada al dispositivo de expansión, por ejemplo a una temperatura de aproximadamente 100 °C. La presión se elige para permitir la formación de una película de líquido entre el dispositivo de expansión y el tubo.

10

En otra forma de realización, como se describirá también en combinación con el segundo aspecto de la invención, el fluido es un gas, por ejemplo aire, suministrado a través de un compresor u otra fuente de gas presurizado a uno o más conductos de suministro en el dispositivo de expansión. El uso de un gas, por ejemplo aire, tiene algunas ventajas sobre
15 el uso de un líquido, por ejemplo que se evitan los problemas asociados con líquido que es arrastrado con el tubo hasta más allá del dispositivo de expansión.

El primer aspecto de la invención se refiere también a formas de realización, en las que el fluido en el volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo se utiliza para
20 provocar una expansión gradual del tubo debido a presión de fluido interna antes de que el tubo entre en contacto con la parte de expansión. En estas formas de realización, el fluido es con preferencia un gas, por ejemplo aire.

El uso de un gas, por ejemplo aire, como fluido permite realizar el método de producción
25 de tal manera que un volumen de gas presurizado es atrapado entre el tubo, por una parte, y la parte de entrada y la parte de expansión del dispositivo de expansión por otra parte, acoplándose el tubo en condición de preforma de manera de estanqueidad con el

miembro de estanqueidad sobre la parte de entrada así como acoplándose de forma estanca al menos con una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida del dispositivo de expansión. La presión del volumen de gas atrapado provoca entonces una presión de fluido interna sobre el tubo y

5 de esta manera origina una expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión. El paso sobre al menos la porción curso abajo de la parte de expansión del dispositivo de expansión controla entonces otra etapa, posiblemente final, de la orientación circunferencial del material termoplástico. Claramente, el volumen de gas no provoca ninguna resistencia a la fricción al movimiento

10 del tubo, lo que puede ser ventajoso. Se apreciará que este método se puede realizar también en combinación con el uso de gas como un fluido, como se explicará con referencia al segundo aspecto de la invención, o con otros aspectos de la invención.

En una forma de realización preferida, se suministra un gas, por ejemplo, aire, al volumen

15 de fluido. Este volumen de fluido está delimitado entonces en un extremo axial por el contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro sellado y en el otro extremo axial por el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida. Preferentemente, la presión del gas en dicho volumen de fluido se utiliza

20 entonces para provocar la expansión gradual del tubo por presión interna del gas ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión no deformable durante la producción de tubo orientado biaxialmente.

La presencia del miembro de estanqueidad y su efecto de estanqueidad permiten una

25 presión de gas significativa y estable en dicho volumen de fluido y, por lo tanto, el uso efectivo de expansión gradual por presión interna del gas del tubo antes de contactar con la parte de expansión. El tubo, que ha sido sometido a cierta expansión, por ejemplo un

grado seleccionado de expansión como se explicará a continuación, contacta entonces con la parte de expansión y luego es sometido a expansión bajo la influencia de la parte de expansión no deformable.

- 5 La puesta en marcha de la instalación y método de producción de acuerdo con el primer aspecto – y posiblemente también con uno u otros aspectos más- de la invención se facilita también en gran medida por la presencia del miembro de estanqueidad, su efecto de estanqueidad, y la posibilidad de suministrar gas a presión entre la parte de entrada y el tubo curso abajo del miembro de estanqueidad. Durante la puesta en marcha, se hace
- 10 pasar el tubo en condición de preforma sobre el miembro de estanqueidad y entonces entra en contacto con la parte de expansión. Entonces se suministra gas en esta región entre la parte de entrada y el tubo, para que el tubo se expanda bajo dicha presión interna de gas. Preferentemente en este procedimiento de puesta en marcha, se hace que el tubo –en la región entre el miembro de estanqueidad y el diámetro máximo de la parte de
- 15 expansión- se expanda localmente hasta un diámetro grande que es al menos tan grande como el diámetro máximo de la parte de expansión, de manera que después del progreso continuado de la porción expandida del tubo en dirección curso abajo, dicha porción de diámetro grande pasa fácilmente sobre la porción de diámetro máximo del dispositivo de expansión. Una vez que se ha estabilizado el paso del tubo sobre el dispositivo de
- 20 expansión en este procedimiento de puesta en marcha, la presión del gas en este volumen se puede aliviar para que –durante la producción normal del tubo orientado biaxialmente- se efectúe una expansión reducida por la presión del gas y el resto de la expansión sea efectuada por contacto con la parte de expansión.
- 25 La presión del gas en dicho volumen de gas podría ser controlada por medio de una válvula de control de la presión en los medios de suministro de gas.

Se prefiere tener —además de dichos uno o más conductos de suministro— uno o más conductos de descarga de gas que están formados en el dispositivo de expansión, teniendo dichos uno o más conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un

5 orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada está cerrada por el tubo. Entonces un conducto de descarga de gas proporciona el alivio de la presión de gas desde el volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos y de esta manera se establece un

10 control de la expansión del tubo que es causada por presión interna de gas. En esta forma de realización, el propio tubo actúa básicamente como válvula en combinación con un orificio de entrada sencillo u orificios de entrada (por ejemplo, distribuidos en dirección circunferencial) y permite prescindir de una disposición de válvula de control de presión de gas complicada. Esta forma de realización permite también una operación a prueba de

15 fallos de la instalación, puesto que la presión del gas en dicho volumen de fluido nunca puede llegar a ser excesiva. El conducto de descarga puede estar provisto con una válvula sencilla de apertura-cierre, por ejemplo para cerrar un conducto de descarga durante la puesta en marcha del método, puesto que la expansión incrementada del tubo por la presión interna de gas se puede utilizar de manera ventajosa, como se ha explicado

20 anteriormente.

En otra forma de realización preferida, múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión,

25 teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión. Una o más válvulas operativas, por ejemplo válvulas de apertura-cierre, están asociadas con los conductos de descarga, de

manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para permitir aliviar presión del gas cuando el tubo no cubre o cierra totalmente dicho orificio de entrada. Al mismo tiempo, los otros orificios de entrada no seleccionados y los conductos de descarga asociados se hacen entonces ineficaces cerrando la válvula o válvulas asociadas. Esta forma de realización permite controlar el diámetro interior del tubo a medida que se expande efectivamente por la presión interna del gas en el volumen de fluido y llega a la parte de expansión del dispositivo de expansión. Esto permite una selección sencilla del grado de expansión a obtener a través de la presión interna del gas frente a la expansión remanente a través de contacto con la parte de expansión.

En una forma de realización ventajosa del método del primer aspecto de la invención, se utilizan uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionados para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma, donde dichos dispositivos externos de intercambio de calor se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad de la parte de entrada del dispositivo de expansión. En una forma de realización práctica, se utiliza un primer dispositivo de calefacción que está adaptado para calefacción externa controlada del tubo en condición de preforma, y se utiliza un segundo dispositivo de calefacción que está adaptado para calefacción externa controlada del tubo en condición de preforma, donde el primero y el segundo dispositivos de calefacción son controlados de forma independiente, y donde el primer dispositivo de calefacción está dispuesto curso arriba del miembro de estanqueidad de la parte de entrada, y donde el segundo dispositivo de calefacción está dispuesto curso abajo del miembro de estanqueidad. Esta forma de realización permite utilizar el primer dispositivo de calefacción para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el miembro de estanqueidad, y el segundo dispositivo de calefacción para ejercer una

influencia sobre el tubo directamente curso arriba y/o durante el paso del tubo sobre la parte de expansión del dispositivo de expansión. Uno o más de estos dispositivos de calefacción pueden incluir múltiples elementos calefactores distribuidos alrededor de la trayectoria del tubo, por ejemplo múltiples elementos calefactores infrarrojos.

5

En una forma de realización posible del método –para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma- se forma un compartimento de circulación de líquido en la luz del conducto del tubo entre un miembro de cierre que está dispuesto a una distancia curso arriba desde el extremo saliente de la parte de entrada, por una parte, y el

10 miembro de estanqueidad, por otra parte, donde se hace circular un líquido a través de dicho compartimento de circulación de líquido. Este método permite establecer un acondicionamiento efectivo de la temperatura interna del tubo en condición de preforma directamente curso arriba del dispositivo de expansión. En la práctica, dicha condición de la temperatura interna puede ser efectuada con agua caliente, por ejemplo cerca de la

15 temperatura de orientación, por ejemplo cerca de la temperatura de ebullición del agua. El miembro de cierre está localizado de tal manera que se obtiene una longitud adecuada del compartimento de circulación de líquido. El miembro de cierre puede estar dispuesto en el cabezal de troquel o cerca del cabezal de troquel, por ejemplo como se muestra en el documento WO95/25626, figura 3. En otra disposición, el miembro de cierre está

20 dispuesto entre el cabezal y el dispositivo de expansión, o se puede considerar emplear múltiples compartimentos de circulación de líquido entre el cabezal de troquel y el dispositivo de expansión por medio de múltiples miembros de cierre y conductos asociados de circulación de líquido.

25 Cuando el método del primer aspecto de la invención se realiza de tal manera que se lleva a cabo una atemperación curso arriba desde el interior del tubo en condición de preforma o se mejora por un compartimento interno de circulación de líquido curso arriba

del dispositivo de expansión, y de tal manera que se establece un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo por fluido que es suministrado a través de uno o más conductos de suministro de fluido en el dispositivo de expansión, entonces el miembro de estanqueidad y su acoplamiento de estanqueidad con la preforma actúan para prevenir una pérdida o inestabilidad de la presión en el volumen de fluido – cuya presión será con preferencia una presión más alta que la presión del líquido en el compartimento interno de circulación de líquido.

En una forma de realización, el miembro de estanqueidad es un miembro de estanqueidad anular montado sobre la parte de entrada del dispositivo de expansión, incluyendo dicho miembro de estanqueidad una superficie de entrada cónica para el tubo, que se incrementa gradualmente en diámetro en dirección curso abajo.

El miembro de estanqueidad es con preferencia un miembro no deformable, por ejemplo un miembro metálico. Con preferencia no existe ninguna provisión para suministrar un lubricante directamente a la superficie exterior del miembro de estanqueidad. No obstante, en formas de realización más complejas, el miembro de estanqueidad puede estar adaptado para controlar su acoplamiento por fricción con el tubo en condición de preforma, por ejemplo provisto con un dispositivo de lubricación integral y exclusivo, por ejemplo que permite alimentar un gas, por ejemplo aire, para ser alimentado directamente entre la porción de estanqueidad y la preforma. En otra forma de realización, el miembro de estanqueidad se puede construir para que tenga un diámetro variable con un medio de control asociado, por ejemplo con un revestimiento metálico exterior, por ejemplo expansible bajo presión hidráulica o neumática, para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el tubo en condición de preforma.

En una forma de realización posible, un dispositivo de supervisión de fuerza está asociado

con el miembro de estanqueidad, adaptado para supervisar la fuerza axial sobre el miembro de estanqueidad, por ejemplo incluyendo uno o más sensores electrónicos de fuerza, por ejemplo, detectores de deformación. Dicho dispositivo de supervisión puede estar acoplado, cuando están presentes, a uno o más dispositivos externos de intercambios de calor, que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad del tubo en condición de preforma con el miembro de estanqueidad.

En una forma de realización posible, uno o más sensores de temperatura están provistos sobre el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, más preferentemente en el miembro de estanqueidad y en contacto directo con la cara interior del tubo, con preferencia permitiendo medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores con el primero y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de contribuir a asistir en su operación adecuada. Dichos uno o más sensores de temperatura detectan la temperatura de la cara interior de la preforma. El contacto íntimo entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad es beneficioso para la fiabilidad y exactitud de la detección de la temperatura cuando dichos uno o más sensores están integrados en el miembro de estanqueidad.

En combinación con uno o más sensores de temperatura (por ejemplo, múltiples en posiciones circunferencialmente) espaciadas entre sí, que detectan la temperatura de la cara exterior de la preforma, se puede obtener una indicación del perfil de la temperatura dentro de la pared de la preforma, por ejemplo con el fin de establecer y/o mantener un perfil deseado de la temperatura dentro de dicha pared. Esto puede ser muy ventajoso para conseguir la orientación biaxial deseada del material plástico, ya que tal resultado

depende también de la temperatura real del material plástico dentro de la pared cuando se somete a tensiones de orientación en el proceso.

Por ejemplo, los uno o más sensores de temperatura sobre el lado interior del tubo en
5 condición de preforma se pueden conectar a un control de salida del extrusor y/o a un control de un dispositivo de refrigeración que refrigera el tubo extruido en condición de preforma (por ejemplo, un dispositivo de refrigeración interna) con el fin de ejercer una influencia sobre el perfil de temperatura en la pared del tubo.

10 Se prefiere que dichos uno o más sensores de temperatura para la cara interior del tubo estén integrados en el miembro de estanqueidad, o estén localizados curso arriba del mismo sobre la barra de anclaje, por ejemplo dentro de una distancia de como máximo 2 metros desde el miembro de estanqueidad.

15 Se puede considerar tener múltiples sensores de temperatura para la cara interior de la preforma, cada uno de los cuales detecta la temperatura de un sector de la cara interior, vistos en dirección circunferencial de la cara interior.

Con preferencia, dichos uno o más sensores de temperatura para la cara interior de la
20 preforma están en contacto directo con dicha cara interior.

Los uno o más sensores que detectan la temperatura de la cara interior se pueden cablear a una o más unidades de control asociadas o pueden ser del tipo de comunicación inalámbrica.

25

En una forma de realización posible, la barra de anclaje puede estar incorporada como una cadena o un cable.

Posiblemente, uno o más conductos de suministro de fluido están incorporados como manguera o tubos, por ejemplo conectados a la cadena o cable a intervalos.

En una forma de realización posible, la parte de expansión tiene una primera superficie
5 cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente en su extremo
curso abajo a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, adyacente en su extremo
curso abajo a una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro
en dirección curso abajo, y en el que con preferencia el diámetro del miembro de
estanqueidad sobre la parte de entrada es mayor que el primer diámetro de la parte de
10 expansión.

En una forma de realización preferida, se utiliza un dispositivo de expansión, que tiene
una parte de salida curso abajo de la parte de expansión, con preferencia una parte de
salida de acuerdo con el segundo aspecto de la invención.

15

En una forma de realización preferida, la parte de salida tiene una sección de diámetro
reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y
se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior que está dispuesto alrededor
de dicha sección de diámetro reducido, en el que el miembro de anillo de diámetro
20 exterior está dispuesto de tal manera que el tubo orientado pasa a través del miembro de
anillo, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo, estando dimensionados el
miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera
que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro
de anillo de diámetro exterior, con preferencia estando espaciado el interior del tubo
25 orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido, con preferencia teniendo el
dispositivo de expansión uno o más conductos de suministro de fluido con uno o más
orificios en la sección de diámetro reducido, siendo suministrado un gas entre dicha

sección de diámetro reducido y el tubo orientado para establecer un segundo volumen de fluido entre ellos. Preferentemente, se utiliza entonces un primer dispositivo de refrigeración interna que está adaptado y accionado para refrigerar el tubo orientado externamente mientras pasa sobre la parte de salida.

5

Se considera que el miembro de anillo de diámetro exterior, o el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba, si se utilizan dos miembros de anillo espaciados uno del otro, podrían emplearse para contribuir al acoplamiento estanco del tubo con el dispositivo de expansión en la región de la transición desde la parte de expansión hasta la parte de salida, por ejemplo para mantener un contacto de estanqueidad fiable en dicha región.

10

Dicho miembro de anillo exterior podría construirse para ejercer una fuerza constrictiva sobre el tubo para obtener o mejorar este efecto.

15

Los inventores consideran que se puede conseguir una expansión gradual del tubo por presión interna del gas, en combinación con una parte de expansión no deformable con alta fiabilidad y estabilidad durante la producción, puesto que el miembro de estanqueidad dispuesto en o cerca del extremo saliente del dispositivo de expansión asegura una obturación fiable de dicho volumen de gas en su extremo curso arriba y con un miembro de anillo de diámetro exterior en combinación con una sección de diámetro reducido para garantizar una obturación altamente fiable en el extremo curso abajo. Como se ha indicado anteriormente, tales medidas en el lado curso abajo del volumen de gas forman también parte del segundo aspecto de la invención y se describirán allí con más detalle.

20

El primer aspecto de la invención se refiere también a un método en el que uno o más conductos de descarga de fluido están formados en el dispositivo de expansión, cuyos conductos tienen uno o más orificios en una superficie exterior del dispositivo de expansión, por ejemplo para tener una circulación de líquido a través del volumen de

25

fluido durante la producción.

El primer aspecto de la invención se refiere a una instalación como se describe en la reivindicación 17 y en las reivindicaciones dependientes 18 a 21.

5

El primer aspecto de la invención se refiere también a un dispositivo de expansión para uso en un método y/o instalación para producir un tubo orientado biaxialmente, en el que un material termoplástico atemperado en condición de preforma es embutido sobre el dispositivo de expansión, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en
10 condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, cuyo dispositivo de expansión comprende:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte
15 de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo y para ejercer una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,

- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba,
20 en el que el dispositivo de expansión tiene uno o más conductos de suministro de fluido, cuyos uno o más conductos de suministro de fluido tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión para permitir que un fluido sea introducido entre el dispositivo de expansión y el tubo,
y en el que la parte de entrada está provista con un miembro de estanqueidad que está
25 adaptado para ser acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión del dispositivo de expansión y con un diámetro que es mayor

que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, estando adaptado el miembro de estanqueidad para formar una obturación efectiva que previene que el fluido llegue a la luz del conducto del tubo en condición de preforma curso arriba del miembro de estanqueidad, con preferencia estando dispuesto el miembro de estanqueidad en el extremo saliente de la parte de entrada.

A continuación se abordará el segundo aspecto de la invención.

El segundo aspecto de la invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión con un diámetro interior del troquel, formando el diámetro interior del troquel una luz de conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado con una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de salida adyacente a la parte de expansión en su extremo curso abajo, en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es embutido sobre el dispositivo de expansión y transformado desde un tubo en condición de preforma

en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que es orientado en dirección axial y en dirección circunferencial, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

- 5 En el documento EP 823 873 se describe un método en el que se utiliza un dispositivo de expansión rígido que comprende una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre la preforma para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en
- 10 dirección circunferencial. Una parte de salida no deformable está adyacente a la parte de expansión en su extremo curso abajo y, en general, tiene un diámetro que no excede el diámetro máximo de la parte de expansión.

- En el documento EP 823 873, figura 5, el tubo orientado es refrigerado tanto interna como
- 15 externamente mientras pasa sobre la parte de salida del dispositivo de expansión. Un anillo de calibración de diámetro exterior está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo desde la parte de salida del dispositivo de expansión. Este anillo de calibración actúa para reducir el diámetro del tubo orientado. El anillo de calibración es desplazable en dirección axial sobre la base de señales de control obtenidas a través de un dispositivo
- 20 de medición que mide las dimensiones (diámetro, espesor de pared, forma) del tubo orientado curso más abajo.

- Se ha mostrado que este método particular de la técnica anterior EP 823 873 produce resultados aceptables en lo que se refiere a las dimensiones finales del tubo orientado.
- 25 Hay que indicar que los tubos termoplásticos orientados biaxialmente, fabricados de acuerdo con este método, y de acuerdo con los métodos inventivos, se contemplan principalmente para aplicaciones de presión, por ejemplo como tubo de transporte de

agua a presión que suministra agua, por ejemplo agua potable, a gran distancia. Los tubos conocidos están fabricados de cloruro de polivinilo.

El segundo aspecto de la presente invención tiene el objetivo de proporcionar medidas
5 que permiten mejoras sobre la técnica anterior o al menos proporcionan una alternativa útil.

Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método que permite resistencia mejorada de los tubos orientados.

10

Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método que permite uniformidad mejorada de los tubos, en particular con respecto al espesor de pared y la forma de la sección transversal.

15 Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que no se transporta ningún líquido frío, por ejemplo agua de refrigeración, al dispositivo de expansión.

Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que
20 se reduce la fricción entre el dispositivo de expansión y el tubo, sin que las medidas tomadas para hacerlo perjudiquen la calidad de los tubos orientados y/o la efectividad del proceso de producción.

De acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, uno o más de los objetivos
25 anteriores se consiguen por un método como se indica en la reivindicación 22, en el que la parte de salida, que está curso abajo de la parte de expansión, tiene una sección de diámetro reducido con un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de

expansión,

y en el que se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior que está dispuesto en la localización de la sección de diámetro reducido y alrededor de dicha sección de diámetro reducido,

- 5 y en el que el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo de diámetro exterior mientras está en contacto con dicho miembro de anillo de diámetro exterior, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre el dispositivo de expansión y el al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con preferencia el
- 10 interior del tubo orientado está espaciado radialmente desde la sección de diámetro reducido,

y en el que el tubo orientado es refrigerado externamente mientras pasa sobre la parte de salida por un primer dispositivo de refrigeración externa.

- 15 En una forma de realización de este método, la parte de expansión no deformable provoca la totalidad de la expansión circunferencial del tubo desde su condición de preforma hasta la condición expandida. Posiblemente, una capa relativamente fina de fluido, que actúa principalmente como un lubricante, está presente entre el dispositivo de expansión y el tubo. Por ejemplo, el dispositivo de expansión está incorporado como un
- 20 dispositivo de expansión rígido, con una parte de entrada, parte de expansión, y parte de salida de diseño no deformable, por ejemplo de metal. Tales diseños, indicados con frecuencia como mandril de expansión, se conocen en la técnica.

- En otra forma de realización de este método, la parte de expansión no deformable
- 25 solamente provoca una parte de la expansión total del tubo. La otra parte de la expansión deseada es provocada entonces por la formación de un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, por ejemplo curso arriba y/o curso abajo de la región,

en la que el tubo contacta con la parte de expansión. Estos uno o más volúmenes de fluido, por ejemplo rellenos de gas, son entonces accionados para ejercer una presión interna del fluido sobre el tubo que provoca la otra parte o partes de la expansión del tubo.

- 5 En una forma de realización preferida, el diámetro máximo de la parte de expansión no deformable controla la etapa final de expansión en dirección circunferencial del tubo. En esta forma de realización, cualquier parte del dispositivo de expansión —distinta a la sección de diámetro reducido— curso abajo de dicho diámetro máximo tiene un diámetro a lo sumo igual al diámetro máximo de la parte de expansión.

10

En otra forma de realización posible, una porción curso abajo, por ejemplo una porción extrema, de la parte de salida tiene un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y se utiliza un volumen de fluido con fluido presurizado entre la sección de diámetro reducido y el tubo para provocar la expansión adicional del tubo.

15

Se prefiere que la parte de salida sea de diseño no deformable. No obstante, también se considera que la parte de salida incluya una porción expansible, por ejemplo un tapón hinchable, por ejemplo en su extremo curso abajo, por ejemplo limitando el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido.

20

- La sección de diámetro reducido tiene con preferencia un diámetro que es al menos 4 milímetros menor que el diámetro máximo de la parte de expansión. Con preferencia, el diámetro de la sección de diámetro reducido es aproximadamente dos veces el espesor de pared del tubo que pasa sobre la parte de salida del tubo de expansión menor que el
- 25 diámetro máximo de la parte de expansión. Con preferencia, la sección de diámetro reducido tiene un diámetro de al menos el 80 % del diámetro máximo de la parte de expansión.

El miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto alrededor de la sección de diámetro reducido, siendo el espaciamiento radial entre dicho miembro de anillo y la sección de diámetro reducido mayor que el espesor de pared proyectado del tubo en dicha localización, de manera que permanece el juego radial que permite una variación
5 posible en el espesor de pared del tubo durante el proceso de producción en dicha localización, por ejemplo para perturbaciones menores en el proceso, sin el riesgo de que dicho tubo se adhiera entre el miembro de anillo y la sección de diámetro reducido de la parte de salida. Con preferencia, se mantiene un espaciamiento entre la sección de diámetro reducido y el interior del tubo orientado.

10

Con preferencia, cada miembro de anillo de diámetro exterior es no deformable, al menos en lo que se refiere al diámetro de su abertura a través de la cual pasa el tubo, bajo la influencia del contacto con el tubo que pasa a través de la abertura del miembro de anillo. Por ejemplo, el miembro de anillo está fabricado de material rígido, por ejemplo un metal u
15 otro material conductor de calor.

20

En una forma de realización práctica, cada miembro de anillo tiene una dimensión axial menor que el diámetro de la abertura interior del tubo. Por ejemplo, un miembro de anillo tiene una longitud axial de entre 0,5 y 5 centímetros. No obstante, también es posible que
se forme un miembro de anillo como un manguito alargado, por ejemplo con una longitud mayor que el diámetro de la abertura interior del tubo.

25

En una forma de realización posible, un miembro de anillo de diámetro exterior incluye uno o más conductos internos, por ejemplo conductos internos anulares, a través de los cuales se pasa un fluido de refrigeración, por ejemplo agua de refrigeración, para efectuar una refrigeración de la superficie de contacto con el tubo orientado. En una forma de realización posible, el primer dispositivo de refrigeración externa está integrado con los

uno o más miembros de anillo de diámetro exterior, puesto que cada miembro de anillo tiene uno o más conductos internos a través de los cuales se pasa fluido de refrigeración, por ejemplo utilizando un miembro de anillo sencillo de diámetro exterior que tiene una longitud mayor que el diámetro de la abertura interior del tubo, por ejemplo entre 1 y 2
5 veces dicho diámetro.

La refrigeración externa del tubo por el primer dispositivo de refrigeración externa mientras pasa sobre la sección de salida se realiza con preferencia en ausencia de refrigeración interna del tubo mientras pasa sobre el dispositivo de expansión, o incluso
10 más preferentemente también en ausencia de cualquier refrigeración interna curso abajo del dispositivo de expansión. A este respecto, se hace referencia al documento EP 823 873, en el que no sólo se realiza una refrigeración externa del tubo orientado, sino que se lleva a cabo también una refrigeración interna del tubo por una película de líquido de refrigeración entre el tubo y la parte de salida en combinación con el paso del tubo a
15 través de un miembro de anillo de calibración de diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión. Se ha encontrado que el suministro de líquido de refrigeración al dispositivo de expansión es problemático con vistas a obtener un tubo atemperado de manera uniforme en condición de preforma, puesto que el líquido de refrigeración es suministrado a través de un conducto de líquido de refrigeración en la barra de anclaje del
20 dispositivo de expansión. También se ha observado que este método particular de la técnica anterior puede causar deformación del lado interior más bien frío del tubo orientado debido al paso a través del miembro de anillo de calibración curso abajo, cuya deformación en condición fría es considerada por los presentes inventores que tiene un efecto negativo sobre la resistencia del tubo obtenido finalmente.

25

Hay que indicar que el método del segundo aspecto de la invención permite prescindir de una calibración del diámetro exterior del tubo orientado curso abajo del tubo de

expansión, que es, por lo tanto, una forma de realización preferida de dicho método. Con el fin de llegar a un tubo con dimensiones deseadas, sin utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión, ahora se ha encontrado que es posible confiar en el uso de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior en la

5 localización de la parte de salida en combinación con refrigeración externa del tubo en dicha localización, con preferencia cuando se utiliza también un segundo dispositivo de refrigeración externa curso abajo del dispositivo de expansión, y en combinación con el llamado efecto de rebote. Este efecto de rebote ya ha sido observado y documentado por profesionales en la técnica, y es visible como una reducción del diámetro del tubo

10 directamente curso abajo del dispositivo de expansión. Se cree que este efecto de rebote es principalmente el resultado de la fuerza de tracción ejercida por el dispositivo de estiramiento curso abajo y la condición del material termoplástico del tubo cuando abandona el dispositivo de expansión y no está soportado ya internamente por dicho dispositivo de expansión.

15

En una forma de realización preferida, se utiliza un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo, estando dispuestos dichos miembros de anillo en serie y espaciados el uno del otro. A través de estos miembros de anillo pasa el tubo orientado en la localización de la sección de diámetro

20 reducido de la parte de salida. Proporcionando múltiples miembros de anillo, con preferencia dos, en localizaciones espaciadas las unas de las otras axialmente a lo largo de la sección de diámetro reducido de la parte de salida, se proporcionan varias posibilidades al operador para que influya en el proceso de producción y en el tubo obtenido finalmente.

25

Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa refrigera el tubo orientado entre los miembros de anillo de diámetro exterior curso arriba y curso abajo. Con

preferencia, se efectúa aquí una refrigeración externa intensa, con preferencia por la superficie exterior del tubo estando expuesta, por lo tanto no está cubierta por uno o más miembros de anillo, y sometida a pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua.

5

En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, por ejemplo tanto un miembro de anillo curso arriba como también un miembro de anillo curso abajo, está incorporado como un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, ejerciendo dicho miembro de anillo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo orientado que pasa a través del mismo durante el proceso de producción, reduciendo de esta manera el diámetro exterior del tubo orientado, al menos sobre una longitud axial corta. En una forma de realización preferida, el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo orientado, que contribuye a un acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con el dispositivo de expansión en la transición entre la parte de expansión y la parte de salida. Como se explicará con más detalle a continuación, este método es favorable, por ejemplo, cuando se introduce un fluido, es decir, un líquido o un gas, entre una o más partes del dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo, por otra parte.

20 En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, por ejemplo un miembro de anillo curso arriba, es desplazable en dirección axial. Mediante selección y/o adaptación adecuadas de la posición axial de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior con respecto a la parte de salida, por ejemplo se puede ejercer una influencia sobre el efecto de rebote y, por lo tanto, se puede controlar la dimensión final del tubo orientado. En particular, se considera que el desplazamiento axial de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior se efectúa en combinación con un control y ajuste —posiblemente automático— del efecto de refrigeración del primer

dispositivo de refrigeración externa.

En una forma de realización muy práctica, el primer dispositivo de refrigeración externa funciona con una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua de refrigeración.

En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para ajustar la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión del estiramiento del tubo orientado, que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa. Se ha encontrado que mediante selección adecuada de la longitud y con preferencia también de la localización del estiramiento afectado con respecto al dispositivo de expansión, se puede influir sobre la ocurrencia del efecto de rebote y, por lo tanto, sobre el diámetro del tubo, sin necesidad de utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión.

15

En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo orientado que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo las pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración. Con preferencia, la superficie exterior del tubo está expuesta entre dichos miembros de escudo, teniendo el dispositivo toberas que pulverizan o inyectan líquido de refrigeración directamente sobre dicha superficie expuesta.

20

Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa es efectivo directamente curso abajo de la transición entre la parte de expansión y la parte de salida, en particular cuando no se realiza ninguna refrigeración interna, como se prefiere.

25

Con preferencia, al menos uno de los miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que está afectado por la pulverización del líquido de refrigeración. Se apreciará que controlando la longitud y/o posición de los miembros de escudo durante el proceso de producción, por ejemplo automáticamente o controlada por operador, posiblemente manual, se puede controlar la refrigeración del tubo orientado, todavía más cuando – como es común – también se puede controlar la intensidad de la pulverización de refrigeración.

10

Se apreciará que los uno o más miembros de escudo desplazables podrían diseñarse para un ajuste manual de su posición axial. No obstante, en una forma de realización más avanzada – como se prefiere - está provisto un conjunto de accionamiento con motor, que incluye, por ejemplo, uno o más husillos de tornillo, para dichos uno o más miembros de escudo desplazables.

15

En una forma de realización muy práctica, un miembro de anillo de diámetro exterior es integral con un miembro de escudo, más preferentemente el miembro de anillo curso arriba y el miembro de anillo curso abajo cada uno siendo integral con el miembro de escudo curso arriba y curso abajo. Como resultado, el primer dispositivo de refrigeración externa es efectivo sobre el estiramiento del tubo orientado entre ambos miembros de anillo, siendo móvil con preferencia al menos uno de ellos en dirección axial.

20

En una forma de realización preferida, la parte de salida del dispositivo de expansión comprende una porción de diámetro incrementado, con preferencia no deformable, curso abajo de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior y que delimita el extremo curso abajo de una sección de diámetro reducido, teniendo dicha porción de diámetro

25

incrementado un diámetro mayor que dicha sección de diámetro reducido. El método se realiza entonces de tal forma que el tubo orientado, con preferencia de una manera estanca, se acopla o contacta con la porción de diámetro incrementado. La porción de diámetro incrementado actúa entonces como un soporte interior del tubo orientado, y en una forma de realización no deformable contribuye a la uniformidad de las dimensiones del tubo. La presencia de una porción de diámetro incrementado es ventajosa cuando se introduce un fluido entre una o más partes del dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo en condición de preforma y/o tubo orientado, por otra parte. La porción de tubo incrementado puede tener un diámetro que es el mismo que el diámetro máximo de la parte de expansión, o un diámetro más pequeño. No obstante, como se ha indicado anteriormente, también es posible que la porción de diámetro incrementado tenga un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, con preferencia un volumen de gas presurizado que está delimitado entonces en su extremo curso abajo por dicha porción de diámetro incrementado y la presión interna del gas que provoca una etapa final de expansión circunferencial del tubo. Durante la producción normal, el tubo contactará entonces también con la parte de expansión del dispositivo de expansión, efectuando de esta manera una etapa más temprana de expansión del tubo, posiblemente precedida por todavía otra etapa de expansión efectuada por la presión interna del fluido causada por un volumen de fluido curso arriba.

20

En una forma de realización altamente preferida, la parte de salida tiene una sección sencilla de diámetro reducido y un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo están dispuestos en la localización de dicha sección sencilla de diámetro reducido y alrededor de dicha sección sencilla de diámetro reducido. El miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba puede contribuir a o efectuar un acoplamiento o contacto de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión. El

25

miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo que puede contribuir a o efectuar un acoplamiento de estanqueidad del tubo con una porción de diámetro incrementado localizada curso abajo del dispositivo de expansión. Este método es altamente ventajoso cuando se introduce un fluido entre el tubo de expansión, por ejemplo, la parte de salida del mismo, y el tubo. El fluido es, por ejemplo, un gas presurizado, tal como aire, de manera que el acoplamiento de estanqueidad del tubo en ambas localizaciones axiales de la parte de salida evita un escape incontrolado de fluido y, por lo tanto, una fluctuación incontrolada del volumen de fluido, ya sea una película fina (por ejemplo cuando se utiliza un líquido, por ejemplo cuando se utiliza agua caliente) o un volumen anular con espesor radial significativo, por ejemplo un volumen de aire, por ejemplo para provocar cierta expansión circunferencial adicional.

Curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia en proximidad estrecha al dispositivo de expansión, se recomienda otra refrigeración externa del tubo para enfriar el tubo orientado hasta un grado mayor. Por esta razón, un segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto, con preferencia relativamente cerca, curso abajo del dispositivo de expansión y está adaptado y accionado para enfriar externamente el tubo orientado. El segundo dispositivo de refrigeración externa es controlable independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa dispuesto en la localización de la parte de salida. Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo del primer dispositivo de refrigeración externa.

Cuando la parte de salida comprende una porción de diámetro incrementado en el extremo curso abajo de una sección sencilla de diámetro reducido, se prefiere que un posible segundo dispositivo de refrigeración externa esté dispuesto curso abajo del mismo.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración adaptadas y accionadas para pulverizar o inyectar líquido refrigerante, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

5

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto de tal forma que su efecto de refrigeración comienza en la posición donde tiene lugar el efecto de rebote cuando el diámetro del tubo se reduce curso abajo de la expansión sin ningún soporte interno más del tubo orientado.

10

Con preferencia, se crea una zona seca entre dichos primero y segundo dispositivos de refrigeración externa. Esto se considera para evitar o al menos reducir la formación de efectos visuales, por ejemplo anillos, sobre el lado exterior del tubo por el agua de refrigeración.

15

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa es móvil en dirección axial, por ejemplo para ajustar su posición, principalmente de su extremo curso arriba, frente a la ocurrencia del efecto de rebote. Con preferencia, un dispositivo de desplazamiento, con preferencia motorizado, está asociado con el segundo dispositivo de refrigeración externa para efectuar tal movimiento.

20

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado refrigerado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia móvil en dirección axial.

25

Con preferencia, el extremo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa,

por ejemplo su miembro de escudo curso arriba, tiene un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado, de manera que no se ejerce ninguna fuerza constrictiva apreciable por dicho labio anular flexible sobre el tubo orientado.

- 5 En una forma de realización ventajosa, se utiliza un dispositivo de medición para medir al menos uno de los diámetros exteriores del tubo orientado, el espesor de pared del tubo orientado, y su perfil de la sección transversal, por ejemplo el diámetro exterior y el espesor de pared, cuyo dispositivo de medición está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión. Un dispositivo de control está provisto para controlar el primer dispositivo
- 10 de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, con preferencia ambos cuando están presentes. El dispositivo de medición está conectado al dispositivo de control para controlar la refrigeración por dichos primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa, por ejemplo, la intensidad de la refrigeración, controlando de esta manera el efecto de rebote – en el que se reduce el diámetro del tubo
- 15 – que tiene lugar directamente curso abajo del dispositivo de expansión y que controla de esta manera el diámetro del tubo orientado. Esto se realiza entonces sin la necesidad de ninguna otra calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión, como se prefiere.
- 20 En una forma de realización preferida, el dispositivo de control está provisto para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa en lo que se refiere al menos a la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión el estiramiento del tubo orientado, que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa. Posiblemente, el dispositivo de control está adaptado de tal forma que la longitud del estiramiento del tubo,
- 25 que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, se reduce para obtener un efecto de rebote incrementado y, por lo tanto, una reducción del diámetro incrementado, y donde dicha longitud se incrementa para obtener un efecto de rebote

reducido y de esta manera una reducción del diámetro reducido.

En una forma de realización posible, el segundo dispositivo de refrigeración externa, o un miembro de escudo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa, es móvil
5 en dirección axial, y el dispositivo de medición está conectado a un dispositivo de control provisto para controlar el segundo dispositivo de refrigeración externa. El dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control del segundo dispositivo de refrigeración externa con el fin de controlar el punto de partida de la refrigeración del tubo por el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo a través del control de la
10 posición de su miembro de escudo curso arriba.

Aunque se prefiere en el segundo aspecto de la invención prescindir de la refrigeración interna del tubo mientras está pasando sobre el dispositivo de expansión, se prefiere realizar el método con la presencia de un fluido introducido entre una o más partes del
15 dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo, por otra parte.

El fluido puede ser un líquido, por ejemplo agua, por ejemplo agua caliente para evitar una acción de refrigeración apreciable sobre el lado interior del tubo, con preferencia incluyendo el dispositivo de suministro de fluido un calentador controlable que está
20 provisto para calentar el líquido.

En una forma de realización preferida, el fluido es un gas presurizado, con preferencia aire, con preferencia una fuente de gas presurizado, por ejemplo aire, estando previsto un conjunto de control de la presión asociado. Más preferentemente, se utiliza un gas
25 caliente, por ejemplo aire caliente, con preferencia estando previsto un calentador controlable para calentar el gas.

En una forma de realización preferida, se introduce un fluido al menos entre la parte de salida del dispositivo de expansión y el tubo, con preferencia al menos entre la sección de diámetro reducido del mismo y el tubo. Con preferencia, el tubo se acopla de forma de estanqueidad con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro

5 máximo de la parte de expansión, y con preferencia el tubo se acopla de forma de estanqueidad con la parte de salida curso abajo de la sección de diámetro reducido, con preferencia la porción de diámetro incrementado del mismo. Como se ha explicado anteriormente, se propone la provisión de un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo y un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba para contribuir a o efectuar

10 dichos acoplamientos de estanqueidad.

En una forma de realización preferida, un primer volumen de fluido está presente entre el dispositivo de expansión y el tubo en una posición curso arriba del diámetro máximo de la parte de expansión y, un segundo volumen de fluido está presente entre la parte de salida

15 y el tubo. El acoplamiento de estanqueidad en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión previene generalmente una comunicación incontrolada entre los dos volúmenes de fluido y, por lo tanto, por ejemplo la inestabilidad de dichos volúmenes de fluido y/o la mezcla de fluidos, por ejemplo aire presurizado curso arriba para el primer volumen y un líquido, por ejemplo agua caliente que se utiliza para el segundo volumen.

20

En una forma de realización posible, se utiliza un dispositivo de expansión con un paso controlado por válvula en comunicación con el primer volumen de fluido y con el segundo volumen de fluido, donde el dispositivo de expansión incluye al menos un conducto de suministro de fluido que introduce fluido en el primero y/o en el segundo volumen de

25 fluido. Como se ha mencionado anteriormente, el acoplamiento de estanqueidad en el diámetro máximo evita una comunicación incontrolada entre dichos volúmenes de fluido. No obstante, el paso controlado por válvula permite al operador, por ejemplo, igualar la

- presión en ambos volúmenes, o primero establecer un primer volumen lleno de fluido curso arriba de la región de estanqueidad de diámetro máximo y luego permitir el flujo de fluido en el segundo volumen curso abajo de dicha región. Se pueden proveer dos o más sensores de presión para detectar la presión real del fluido en un volumen de fluido. El
- 5 paso controlado por válvula, que incluye la válvula, puede estar integrado totalmente en el dispositivo de expansión en la luz del conducto del tubo. No obstante, también es posible que este paso controlado por válvula esté presente fuera del tubo y extrusor, por ejemplo como parte de la porción externa del dispositivo de suministro de fluido.
- 10 También es una opción que un primer conducto de suministro de fluido introduzca fluido en el primer volumen de fluido y un segundo conducto de suministro de fluido introduzca fluido en el segundo volumen de fluido, los fluidos pueden ser iguales o diferentes, por ejemplo agua o aire.
- 15 En particular, se considera en esta forma de realización preferida proporcionar un dispositivo de expansión con uno o más conductos de suministro de fluido que tiene uno o más orificios en la superficie exterior de la parte de entrada y/o parte de salida, con preferencia estando provista la parte de entrada con un miembro de estanqueidad de acuerdo con el primer aspecto de la invención.
- 20 Posiblemente, por ejemplo cuando se utiliza un fluido líquido que es arrastrado por el tubo móvil, se proveen uno o más conductos de descarga de fluido en el dispositivo de expansión, teniendo dichos conductos uno o más orificios de descarga en la superficie exterior, por ejemplo de la parte de salida, por ejemplo cerca del extremo curso abajo de
- 25 la sección de diámetro reducido.

En particular, cuando se utiliza un fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, el

fluido que forma una película o volumen anular más gruesa al menos en la sección de diámetro reducido de la parte de salida del dispositivo de expansión, entonces se considera ventajoso utilizar dos miembros de anillo de diámetro exterior espaciados uno del otro e incluso más ventajoso incorporar la parte de salida con una porción de diámetro incrementado que delimita el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido, de tal manera que el tubo orientado se acopla de forma de estanqueidad con dicha porción de diámetro incrementado. Esto evita o al menos limita cualquier fuga de fluido en la luz del conducto del tubo orientado curso abajo del dispositivo de expansión y de esta manera evita inestabilidad indeseable del volumen de fluido. Más preferentemente, el miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo está localizado algo curso arriba de la porción de diámetro incrementado, mejorando de esta manera el contacto de estanqueidad entre el tubo y la porción de diámetro incrementado.

En una forma de realización posible, uno o más rodillos están dispuestos debajo del tubo orientado para soportar dicho tubo, por ejemplo debajo de la parte de salida del dispositivo de expansión.

En una forma de realización práctica, un anillo sustituible curso arriba está montado sobre el dispositivo de expansión, cuyo anillo define el diámetro máximo de la parte de expansión, posiblemente teniendo la porción adyacente de la parte de salida un diámetro más pequeño, de manera que está presente una transición escalonada entre las partes. El anillo sustituible permite un cambio relativamente fácil del diámetro máximo del dispositivo de expansión así como la sustitución de dicha porción en caso de desgaste.

En una forma de realización práctica, el anillo sustituible curso abajo está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida del dispositivo de expansión. Esto

permite un cambio relativamente fácil del diámetro del dispositivo de expansión en dicha localización curso abajo así como la sustitución de dicha zona en caso de desgaste.

En una forma de realización, un anillo sustituible curso arriba está montado en una transición desde la parte de expansión hasta la parte de salida del dispositivo de expansión, definiendo el anillo sustituible el diámetro máximo de la parte de expansión.

En una forma de realización, un anillo sustituible curso abajo está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida.

El segundo aspecto de la invención se refiere también a una instalación como se describe en la reivindicación 48.

El segundo aspecto de la invención se refiere también a la combinación de un dispositivo de expansión y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior para uso en un método para producción de un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo atemperado en condición de preforma es embutido sobre el dispositivo de expansión y pasa a través del al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, en el que el dispositivo de expansión comprende:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo y para ejercer una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de entrada, que está adyacente a la parte de expansión en el extremo curso abajo de la misma,

en la que la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido, con preferencia una sección de diámetro reducido sencilla, que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión,

y en la que el al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto

5 alrededor de la sección de diámetro reducido, de manera que – en uso – el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo de diámetro exterior, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo de diámetro exterior, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre el dispositivo de expansión y el al menos un miembro de

10 anillo de diámetro exterior.

Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto

15 con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un

20 dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- 25 - una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión,
- una parte de salida, que está localizada curso abajo de la parte de expansión.

El método comprende embutir el tubo atemperado sobre el anillo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico, que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo. Dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

En el método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención se utiliza un dispositivo de expansión, que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión, y el fluido que es suministrado a través de dichos uno o más conductos de suministro forma un primer volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo curso arriba de un acoplamiento de estanqueidad del tubo en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión, y el fluido suministrado a través de dichos uno o más conductos de suministro forma un segundo volumen de fluido entre la parte de salida y el tubo. En este método, se utiliza un dispositivo de expansión con un paso de comunicación, con preferencia un paso controlado por válvula, que se extiende entre el primero y el segundo volúmenes de fluido, por ejemplo permitiendo obtener una igualación controlada de la presión del flujo en el primero y en el segundo volúmenes y/o el llenado / vaciado de un volumen de fluido a través de un conducto en comunicación directa con el otro volumen de fluido. La válvula es, por ejemplo, una válvula accionada eléctricamente montada en el extremo posterior del dispositivo de expansión.

El tercer aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico,

formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo,

- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico,

- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo durante la producción normal del tubo y entonces ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de entrada curso arriba de la parte de expansión,

- una parte de salida curso abajo de la parte de expansión,

- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;

- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, permitiendo establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y la parte de entrada y un volumen de fluido curso abajo entre el tubo y la parte de salida durante la producción normal,

- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,

- un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente.

La instalación de acuerdo con el tercer aspecto de la invención se caracteriza por el hecho de que la instalación comprende un paso de comunicación, por ejemplo un paso interior en el dispositivo de expansión, que permite poner en comunicación el volumen de fluido curso arriba y el volumen de fluido curso abajo.

5

Con preferencia, está provista una válvula de control para dicho paso de comunicación, que permite abrir y cerrar selectivamente dicho paso de comunicación.

Se comprenderá que esta instalación puede estar combinada con características mencionadas con relación a uno o más de los otros aspectos de la invención.

10

La presencia del paso de comunicación controlado por válvula se puede utilizar también de manera ventajosa cuando se pone en marcha el método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención. Un ejemplo de ello es un método de puesta en marcha de la producción de tubos termoplásticos orientados biaxialmente, en el que se utiliza una

15

instalación de acuerdo con la forma de realización preferida mencionada anteriormente del tercer aspecto de la invención, en la que en primer lugar solo se suministra fluido a uno o más conductos de suministro que emergen en el volumen de fluido curso arriba – con el paso de comunicación cerrado – y solamente cuando el tubo está en contacto de estanqueidad tanto con la parte de expansión como también con una porción curso abajo de la parte de salida, entonces se introduce fluido en el volumen de fluido curso abajo, cuya introducción se puede efectuar abriendo el paso de comunicación o alimentando fluido a un conducto separado de suministro de fluido.

20

En un tercer aspecto de la invención, la parte de salida puede ser perfectamente una parte no deformable, pero también es posible una porción expandible, por ejemplo hinchable, de la parte de salida que se acopla de forma estanca con el tubo. Lo mismo se aplica ciertamente para cualquier miembro de estanqueidad entre la parte de entrada y el

25

tubo, cuando está presente.

Un cuarto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto
5 con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en
10 condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico. En este método, se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz de conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de
15 expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Además, se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente,
20 siendo orientado el material termoplástico en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

En este método, el dispositivo de expansión puede incluir una parte de expansión no deformable, y posiblemente también una parte de salida con sección de diámetro
25 reducido, por ejemplo como se explica con referencia a otros aspectos de la invención.

También se considera que el método del cuarto aspecto de la invención es ventajoso

cuando el dispositivo de expansión causa expansión del tubo solamente sobre la base de la presencia de un volumen de fluido presurizado dentro de la luz del conducto del tubo, siendo retenido el volumen de fluido entre un miembro de estanqueidad curso arriba y un miembro de estanqueidad curso abajo. Este método se conoce generalmente en la técnica, siendo expandible con frecuencia el miembro de estanqueidad curso abajo, por ejemplo, hinchable, para causar un acoplamiento de estanqueidad con el interior del tubo. En un procedimiento conocido, se utiliza un manguito de acabado alargado en este método, que se extiende desde una posición curso arriba del tapón curso abajo hasta una posición curso abajo de dicho tapón de sellado curso abajo, y el tapón hinchable presiona el tubo contra el interior del manguito de acabado.

El cuarto aspecto de la invención tiene como objetivo proporcionar un método mejorado, al menos un método alternativo útil.

El cuarto aspecto de la invención proporciona un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un primer volumen entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en el extremo curso abajo del mismo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no

deformable,

y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

5

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección

10 circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un miembro de anillo de diámetro exterior, que está dispuesto en un espaciado curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, pasando el tubo a través de dicho miembro de anillo de diámetro exterior mientras está en contacto con dicho miembro de anillo exterior, estando incorporado el miembro de anillo exterior como un miembro de anillo exterior constrictivo y ejerciendo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo que

15

20 pasa a través del mismo, que contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

Como se comprenderá, los inventores contemplan que ninguna parte externa de una instalación se acople sobre el lado exterior del tubo en la localización de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión. Hay que indicar que el

25

aplastamiento del tubo entre un tapón hinchable y el manguito de dimensionado puede causar inestabilidades así como daño minúsculo al tubo, perjudicando de esta manera la

resistencia, la estabilidad a largo plazo y la uniformidad del tubo obtenido finalmente.

Más preferentemente, la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión es no deformable. Esto mejora la uniformidad del tubo obtenido finalmente y la
5 estabilidad del proceso de producción, por ejemplo comparado con el uso de un tapón hinchable que es inherentemente menos estable en sus dimensiones de la sección transversal.

Con preferencia, se emplea un primer dispositivo de refrigeración para refrigerar el tubo
10 curso arriba del miembro de anillo de diámetro exterior más próximo al miembro de estanqueidad curso abajo, por ejemplo un primer dispositivo de refrigeración externa, como se explica con referencia a uno u otros más aspectos de la invención.

El cuarto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un
15 tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en
20 condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dispositivo de expansión:
25
 - una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más

conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;

- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen en su extremo 5 curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
 - un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente 10 con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
 - un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente.
- 15 La instalación se caracteriza por el hecho de que un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto en un espaciamiento curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, estando adaptado el miembro de anillo de diámetro exterior para que el tubo pase a través de dicho miembro de anillo de diámetro exterior, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo exterior durante la 20 producción normal, estando incorporado el miembro de anillo exterior como un miembro de anillo exterior constrictivo y ejerciendo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo que pasa a través del mismo, que contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.
- 25 Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas en relación a uno o más de otros aspectos de la invención, por ejemplo la presencia de dos miembros de anillo de diámetro exterior, siendo uno o más posiblemente móviles,

como se explica con referencia al segundo aspecto de la invención.

Un quinto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto
5 con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en
10 condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz de conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de
15 expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza también un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente,
20 estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

Un objetivo del quinto aspecto de la invención es proporcionar un método mejorado, o al menos un método alternativo.

25

Otro objetivo del quinto aspecto de la invención es proporcionar un método con refrigeración externa mejorada del tubo expandido, con preferencia a la luz de la

posibilidad de controlar el efecto de rebote.

- El quinto aspecto de la invención proporciona un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es
- 5 extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma
- 10 que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un primer volumen entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de
- 15 expansión, con preferencia una porción de sellado curso abajo no deformable, y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,
- en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es
- 20 transformado a partir de un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,
- en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.
- 25 El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, en el que el primer dispositivo de refrigeración externa

comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo las pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración, y en el que el miembro de escudo curso abajo está dispuesto curso
5 arriba de la porción de sellado curso abajo del dispositivo de expansión.

Con preferencia, al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de
10 refrigeración externa.

Con preferencia, el tubo orientado está en contacto con al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos miembros de escudo.

15 Con preferencia, un dispositivo de medición para la medición de al menos uno del diámetro exterior del tubo, el espesor de pared del tubo, y/o el perfil de la sección transversal del mismo está dispuesto curso abajo de al menos el primer dispositivo de refrigeración externa, en el que está provisto un dispositivo de control para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y en el que dicho dispositivo de medición está
20 conectado a dicho dispositivo de control para controlar la refrigeración por dicho primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo la intensidad de la refrigeración.

Con preferencia, el dispositivo de control está adaptado y accionado para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa, al menos en lo que se refiere a la longitud y/o
25 localización con respecto al mandril de estiramiento del tubo orientado, que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

El quinto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- 10 - un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
 - una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más
 - 15 conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen de fluido en su
- 20 extremo curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección
- 25 circunferencial del tubo,
- un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, en el que el primer

dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia teniendo el primer dispositivo de refrigeración unas toberas que emiten
5 pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua, con preferencia directamente sobre una superficie exterior expuesta del tubo entre dichos miembros de escudo, y en el que el miembro de escudo curso abajo está dispuesto curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

- 10 Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas en relación a uno o más de otros aspectos de la invención, por ejemplo con referencia al segundo aspecto de la invención.

Un sexto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo
15 orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que una preforma tubular es extruída de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en la preforma, en el que la preforma es sometida a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de
20 manera que se obtiene una preforma atemperada que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicha preforma. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y la preforma, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una
25 porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza también un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende

hacer pasar la preforma atemperada sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicha preforma es transformada en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

5

Un objetivo del sexto aspecto de la invención es proporcionar un método mejorado, o al menos un método alternativo.

Otro objetivo del sexto aspecto de la invención es proporcionar un método con refrigeración externa mejorada del tubo expandido, con preferencia a la luz de la posibilidad de controlar el efecto de rebote.

El método de acuerdo con el sexto aspecto de la invención es un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de sellado curso abajo no deformable, y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo

de expansión,

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado a partir de un tubo en condición de preforma en un tubo orientado

5 biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo orientado curso arriba de la porción de

10 estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión,

y porque se utiliza un segundo dispositivo de refrigeración externa, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, cuyo segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para refrigerar externamente el tubo orientado,

15 estando controlado dicho segundo dispositivo de refrigeración externa independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa, comprendiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa con preferencia una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración adaptadas para pulverizar o inyectar líquido de refrigeración, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

20

Se apreciará que el primero y/o el segundo dispositivo de refrigeración incluyen con preferencia una o más características del primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa descritos con referencia a uno o más aspectos adicionales de la invención, por ejemplo el segundo aspecto de la invención.

25

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo desde el primer dispositivo de refrigeración externa, con

preferencia manteniendo una zona seca entre el primero y segundo dispositivos de refrigeración externa durante el funcionamiento.

5 Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está localizado con su extremo curso arriba en una región donde el efecto de rebote – en el que se reduce el diámetro del tubo – tiene lugar curso abajo del dispositivo de expansión.

10 Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa es móvil, por ejemplo por un dispositivo de desplazamiento motorizado, en dirección axial para ajustar el punto de partida de la refrigeración por dicho dispositivo de refrigeración por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa.

15 Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa es móvil en dirección axial para ajustar la localización, y posiblemente la longitud, del estiramiento de tubo orientado refrigerado por dicho primer dispositivo de refrigeración externa. Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa está incorporado con una o más características, como se describe con referencia a uno o más aspectos adicionales de la presente invención. Por ejemplo, el primer dispositivo de refrigeración externa tiene un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, así como una o
20 más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre la sección de tubo expuesta entre dichos miembros de escudo para conseguir una refrigeración intensa.

25 En una forma de realización preferida, el segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para ajustar la localización axial del punto de partida de la refrigeración del tubo causada por el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo para controlar el efecto de rebote, por ejemplo comprendiendo el segundo dispositivo de refrigeración externa un miembro de escudo curso arriba que delimita el

extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado afectado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo móvil dicho miembro de escudo curso arriba en dirección axial, teniendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado.

5

En una forma de realización preferida, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado afectado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia móvil en dirección axial, teniendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado.

10

En una forma de realización preferida, un dispositivo de medición para la medición de al menos uno del diámetro exterior del tubo orientado, el espesor de pared, y/o el perfil de la sección transversal del mismo está dispuesto curso abajo de al menos el primer dispositivo de refrigeración externa, posiblemente curso abajo del segundo dispositivo de refrigeración externa, y está previsto un dispositivo de control para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, y en el que dicho dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control para controlar la refrigeración por dicho primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo la intensidad de la refrigeración.

15

20

Con preferencia, el dispositivo de control está adaptado y accionado para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa, al menos en lo que se refiere a la longitud y/o localización con respecto al mandril de estiramiento del tubo orientado, que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

25

El sexto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- 10 - un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dispositivo de expansión:
 - una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más
 - 15 conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen en su extremo
- 20 curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección
- 25 circunferencial del tubo,
- un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión,

- un segundo dispositivo de refrigeración externa, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, cuyo segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para refrigerar externamente el tubo orientado, siendo controlable dicho segundo dispositivo de refrigeración externa independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa, comprendiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa con preferencia una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración para pulverizar o inyectar líquido de refrigeración, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

10 Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas con relación a uno o más aspectos adicionales de la invención, por ejemplo con referencia al primero y/o segundo aspecto de la invención.

Un séptimo aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruído de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicho tubo. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

25 - una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión es contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el

tubo para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, que está localizada curso debajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma estanca con el tubo.

5

Se forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de

10

estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo en condición de preforma es transformado en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección

15

axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El séptimo aspecto de la invención tiene como un objetivo proporcionar un método mejorado o al menos una alternativa útil.

20

El séptimo aspecto de la invención tiene como otro objetivo permitir un proceso de expansión híbrido del tubo a partir de su condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, en el que se utiliza la expansión debida a aplicación forzada del tubo sobre una parte de expansión no deformable así como expansión causada por presión interna del fluido en el tubo a medida que el tubo pasa sobre el dispositivo de expansión.

25

El método de acuerdo con el séptimo aspecto es un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de

preforma es extruído de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicho tubo, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- 10 - una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión es contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- 15 - una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, que está localizada curso abajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma estanca con el tubo.

en el que se forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,

20 y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo en condición de preforma es transformado en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que la porción de estanqueidad curso abajo tiene un diámetro que es mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y por el
5 hecho de que durante la producción normal, el tubo está en contacto con dicha parte de expansión no deformable del dispositivo y se expande por dicha parte de expansión, así como en contacto con la porción de estanqueidad curso abajo, estando presente un volumen de fluido entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, provocando una presión de fluido dentro de dicho volumen de fluido generando una
10 expansión adicional del tubo para pasar sobre la porción de estanqueidad curso abajo.

Con preferencia, dicho fluido es un gas, por ejemplo aire.

En una forma de realización preferida, un primer dispositivo de refrigeración externa está
15 dispuesto generalmente entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, para conseguir refrigeración externa del tubo. Por ejemplo, se emplea un primer dispositivo de refrigeración externa que tiene una o más de las características del primer dispositivo de refrigeración externa descrito con referencia a uno u otros más aspectos de esta invención. Por ejemplo, dicho dispositivo de refrigeración es ajustable con relación a
20 su posición relativa a la porción de estanqueidad curso abajo y/o con relación a la longitud de la sección de tubo que es refrigerada, y/o a la intensidad de refrigeración.

En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente. Por
25 ejemplo, un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto en la proximidad estrecha de la porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia, dicho miembro de anillo está incorporado como un miembro de anillo constrictor que contribuye al

acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad curso abajo, como se describe con referencia a uno o más de los otros aspectos de esta invención.

En una forma de realización preferida, el dispositivo de expansión incluye, además, una
5 porción de estanqueidad curso arriba, que está dispuesta curso arriba de la parte de expansión no deformable y que contacta de forma estanca con el tubo, y en el que se establece otro volumen de fluido, por ejemplo un volumen de gas, entre dicha porción de estanqueidad curso arriba y la localización de contacto del tubo con la parte de expansión no deformable. De esta manera, se forman dos volúmenes de fluido entre el tubo y el
10 dispositivo de expansión. Con preferencia, el volumen de fluido curso arriba está presurizado, por ejemplo con aire, para causar expansión del tubo por presión interna de fluido hasta tal grado que el tubo expandido entra todavía en contacto con la parte de expansión no deformable del dispositivo de expansión. Este contacto con la parte de expansión lleva a cabo entonces una expansión adicional del tubo. Una expansión
15 adicional es provocada entonces por la presión interna de fluido, por ejemplo presión de aire, en el volumen de fluido curso abajo, por ejemplo hasta tal diámetro que el tubo contacta con uno o más miembros de anillo exterior (cuando está presente en este método) y pasa sobre la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

20

Se considera que la propia porción de estanqueidad curso abajo puede estar incorporada con una porción de diámetro gradualmente creciente, provocando, por lo tanto, dicha porción de estanqueidad una expansión circunferencial adicional del tubo de una manera apreciable.

25

En este séptimo aspecto de la invención, es posible que el dispositivo de expansión incluya una parte de salida que tiene un diámetro que es idéntico al diámetro máximo de

la parte de expansión precedente. También es posible que la parte de salida tenga una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión.

- 5 El séptimo aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producción de un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:
- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo,
- 10 - uno o más dispositivos de atemperación para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor,
- 15 comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
- una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión está adapta para ser contactada por el tubo durante la producción normal del tubo y entonces ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado
- 20 en dirección circunferencial,
- una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión que está localizada curso abajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma de estanqueidad con el tubo,
- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más
- 25 conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más

conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y la parte de entrada y un volumen de fluido curso abajo entre el tubo y la parte de salida durante la producción normal;

5 - un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,

10 - un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente,

cuya instalación se caracteriza por el hecho de que la porción de estanqueidad curso abajo tiene un diámetro que es mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión y porque durante la producción normal, el tubo está en contacto con dicha parte de expansión no deformable del dispositivo y se expande por dicha parte de expansión, así
15 como en contacto con la porción de estanqueidad curso abajo, estando presente un volumen de fluido entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, una presión de fluido dentro de dicho volumen de fluido provocando una expansión adicional del tubo para pasar sobre la porción de estanqueidad curso abajo.

20 Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas con relación a uno o más de los aspectos de la invención, por ejemplo con referencia al segundo aspecto de la invención y/o al tercero y/o cuarto aspecto de la invención.

Un octavo aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un
25 tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando

el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene un extremo saliente, en el que dicho dispositivo de expansión lleva a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial, por ejemplo comprendiendo dicho dispositivo de expansión una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo,

10 en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico, que está orientado en dirección axial y en dirección

15 circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado. En el método del octavo aspecto de la invención se utiliza uno o más sensores de temperatura que detectan la temperatura de la cara interior del tubo en condición de preforma curso arriba del, o en, el extremo saliente del dispositivo de expansión, con preferencia en un miembro de estanqueidad que está dispuesto en dicho extremo saliente del dispositivo de

20 expansión, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores de temperatura a uno o más dispositivos externos de intercambio de calor dispuestos directamente curso arriba del dispositivo de expansión y/o alrededor del dispositivo de expansión, por ejemplo siendo utilizados dichos uno o más dispositivos externos de intercambio de calor para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el

25 miembro de estanqueidad, cuando está presente, el fin de asistir a su funcionamiento correcto.

Un noveno aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando

5 el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura utilizando un dispositivo de refrigeración externa y un dispositivo de calefacción externa para el tubo en condición de preforma curso abajo de dicho dispositivo de refrigeración externa, estando dispuestos dicho dispositivo de refrigeración

10 externa y dicho dispositivo de calefacción externa entre el troquel de extrusión y un dispositivo de control de la velocidad de la preforma, que actúa sobre el tubo en condición de preforma, estando adaptado dicho dispositivo de calefacción externa para calentar de una manera ajustable un sector de la circunferencia del tubo, o posiblemente múltiples sectores seleccionados de la circunferencia del tubo, por ejemplo sólo una sección inferior

15 del tubo y no el resto de la circunferencia del tubo, antes de alcanzar el dispositivo de control de la velocidad de la preforma. Y en el que se utiliza un dispositivo de expansión curso abajo de dicho dispositivo de control de la velocidad de la preforma, cuyo dispositivo de expansión lleva a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial, por ejemplo comprendiendo dicho dispositivo de expansión una

20 parte de expansión no deformable que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo,

y en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es

25 transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que el tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

Un décimo aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando
5 el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de
10 expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en
15 dirección circunferencial,

- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es
20 transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado, en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un
25 orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y en el que un fluido es introducido y forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,

en el que el fluido suministrado a dicho volumen de fluido que está limitado en un extremo por dicho contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de expansión, por ejemplo un miembro de estanqueidad en un extremo saliente del mismo y en otro extremo por acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una

5 porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida, existe un gas, por ejemplo aire, siendo utilizada la presión del gas en dicho volumen de fluido para provocar expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión, y en el que uno o más conductos de descarga de gas están formados en el dispositivo de expansión, teniendo uno o más

10 conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada está cerrada por el tubo, proporcionando el conducto de descarga de gas el alivio de presión de gas desde el

15 volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos, controlando de esta manera la expansión del tubo causada por presión interna del gas.

Se apreciará que las medidas explicadas anteriormente con referencia a un aspecto de la

20 invención se pueden combinar fácilmente con medidas explicadas con referencia a otro aspecto de la invención. Ejemplos de ellas se aclararán a continuación con referencia a la descripción de formas de realización preferidas.

Los aspectos de la presente invención se refieren también a las instalaciones asociadas

25 para realizar los métodos de acuerdo con estos aspectos.

La presente invención se refiere también a un dispositivo de expansión como se incluye

en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar sustituyendo el dispositivo de expansión existente para tal dispositivo de expansión nuevo.

- 5 La presente invención se refiere también a un primer dispositivo de refrigeración externa como se incluye en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar añadiendo dicho primer dispositivo de refrigeración externa, o sustituyendo el dispositivo de refrigeración externa existente para tal primer dispositivo de refrigeración externa
- 10 nuevo.

- La presente invención se refiere también a un segundo dispositivo de refrigeración externa, como se incluye en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar
- 15 añadiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, o sustituyendo el dispositivo de refrigeración externa existente para tal segundo dispositivo de refrigeración externa nuevo.

- Los métodos de acuerdo con la invención son adecuados, por ejemplo, para producir
- 20 elementos individuales de tubo que son provistos posteriormente con un casquillo en una operación de enchufe, que permite conectar tubos de extremo a extremo insertando un extremo en un extremo con casquillo de otro tubo, incluyendo el casquillo con preferencia un anillo de estanqueidad.

- 25 Los métodos de acuerdo con los aspectos de la invención pueden incluir también la etapa adicional de realizar elementos de tubo individuales orientados biaxialmente cortando un elemento de tubo desde el tubo que se extiende desde el extrusor, sobre el dispositivo de

expansión, y más allá del dispositivo de estiramiento curso abajo del dispositivo de expansión, por ejemplo teniendo los elementos de tubo una longitud entre 5 y 15 metros, por ejemplo 6 metros, y la etapa de proporcionar un casquillo sobre un extremo de cada elemento de tubo individual, de manera que los elementos de tubo individual se pueden
5 conectar a través de la conexión de casquillo.

La presente invención se refiere también a un tubo orientado biaxialmente obtenido con un método de acuerdo con uno o más de los aspectos de la invención. En una forma de realización preferida, el tubo es un tubo orientado biaxialmente de cloruro de polivinilo. En
10 una forma de realización preferida, el tubo obtenido es un tubo de transporte de agua o gas, por ejemplo para agua potable, por ejemplo de cloruro de polivinilo.

Por ejemplo, se considera producir con un método de acuerdo con uno o más de los aspectos de la invención un tubo orientado biaxialmente, por ejemplo de PVC, que tiene
15 un régimen de presión por encima de 8 bares, por ejemplo de 12 bares, a 20°C, por ejemplo con un diámetro exterior entre 63 y 630 milímetros.

El espesor de pared del tubo orientado biaxialmente producido con un método de acuerdo con uno o más aspectos de la invención puede estar en la práctica, por ejemplo, entre 3 y
20 10 milímetros.

Los aspectos de la invención y sus formas de realización preferidas se describirán ahora con referencia a los dibujos. En los dibujos:

Las figuras 1a, 1b y 1c muestran de forma esquemática un ejemplo de una instalación
25 para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente, que incluye el primero, segundo, cuarto, quinto y sexto aspectos de la presente invención.

La figura 2 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de la

instalación de las figuras 1a,b, c.

Las figuras 3a y 3b muestran de forma esquemática en perspectiva y en sección longitudinal componentes de la parte de la instalación de la figura 2, y

La figura 4 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de los
5 componentes de la figura 3.

La figura 5 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con el sexto y séptimo aspectos de la invención.

La figura 6 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una
10 instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con múltiples aspectos de la invención.

Las figuras 7a y 7b muestran de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente para ilustrar una forma de realización preferida del primer aspecto de la invención.

15 La figura 7c muestra un detalle de una variante de la instalación de las figuras 7a y 7b.

Las figuras 1a, 1b y 1c no están a escala y muestran de forma esquemática partes consecutivas de un ejemplo de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente. Se muestra la instalación para aclarar todos los aspectos de la
20 presente invención, algunos aspectos no se muestran en detalle, o están aclarados suponiendo la sustitución de una parte de esta instalación por otra parte, por ejemplo como se explica con referencia a las figuras 5 y 6.

La instalación comprende un extrusor 1 que tiene uno o más tornillos de extrusión 2 por
25 medio de los cuales se proporciona un flujo de material termoplástico, por ejemplo de cloruro de polivinilo (PVC).

El material termoplástico es alimentado a un cabezal de troquel 3 dispuesto sobre el extrusor 1. El cabezal de troquel 3 tiene un cuerpo exterior 4 y un miembro de troquel interior 5, que junto con el cuerpo exterior 4 define un paso anular desde el que emerge un tubo extruido en condición de preforma 10 de material termoplástico, preferentemente en una dirección sustancialmente horizontal. El miembro de troquel interior 5 forma una luz del conducto o cavidad interior axial en el tubo en condición de preforma 10. Como es común en esta tecnología, se extruye un tubo de pared más bien gruesa en condición de preforma 10, siendo reducido el espesor de pared posteriormente y siendo incrementado el diámetro por el proceso de orientación biaxial.

10

En una forma de realización alternativa, el cabezal de troquel 3 es un cabezal de troquel desviado 3 con una entrada para el material extruido en un lado lateral del cabezal de troquel y con un paso axial central a través del cabezal de troquel 3, esencialmente a través del miembro de troquel interior 5.

15

Con preferencia, el cabezal de troquel 3 está provisto con medios para controlar y ajustar el paso anular con el fin de controlar el espesor de pared y/o la forma de la sección transversal del tubo en condición de preforma 10 que emerge desde el cabezal de troquel 3. Este tipo de cabezal de troquel 3 se conoce en la técnica. Con preferencia, un dispositivo de medición 6 apropiado está dispuesto directamente curso abajo del cabezal de troquel 3 y mide el tubo emergente en condición de preforma 10 para proporcionar señales de control para el cabezal de troquel 3.

20

Preferentemente, un dispositivo de refrigeración externa 8 está dispuesto curso abajo del extrusor 1 y del cabezal de troquel 5 para refrigerar y atemperar el tubo de pared gruesa en condición de preforma 10, por ejemplo desde aproximadamente 200°C hasta aproximadamente 100°C para PVC. El dispositivo de refrigeración externa 8 puede

25

comprender, por ejemplo, un número de compartimentos uno detrás de los otros, a través de los cuales circula agua de refrigeración, estando el tubo en condición de preforma 10 en contacto directo con el agua de refrigeración en cada compartimento. La temperatura del agua de refrigeración puede variar de un compartimento a otro. Si se desea, se puede
5 disponer que se pueda conectar o desconectar la circulación de agua de refrigeración en cada compartimento.

Se puede proveer un dispositivo de calibración del diámetro exterior 8a en el extremo
curso arriba del dispositivo de refrigeración externa 8.

10

Curso abajo del dispositivo de refrigeración externa 8 está dispuesto un primer dispositivo de estiramiento 15, que puede ser referido como un dispositivo de control de velocidad de preforma. Con preferencia, dicho dispositivo 15 incluye múltiples pistas que se acoplan sobre el exterior del tubo en condición de preforma 10, siendo controlada la velocidad de
15 las pistas por un sistema de accionamiento de la pista adecuada. Tales dispositivos de estiramiento 15 son habituales en extrusión de tubo de plástico.

En una forma de realización no mostrada aquí, se dispone un dispositivo de calefacción externa para el tubo en condición de preforma entre el dispositivo de refrigeración externa
20 8 y el primer dispositivo de estiramiento 15, estando adaptado dicho dispositivo calefactor para calentar en una manera ajustable un sector de la circunferencia del tubo 10, o posiblemente múltiples sectores seleccionados de la circunferencia del tubo 10, por ejemplo sólo una sección inferior del tubo 10 y no el resto de la circunferencia del tubo 10, antes de llegar al primer dispositivo de estiramiento 15. Se ha encontrado que el
25 calentamiento sólo de una sección inferior del tubo 10 en esta posición es beneficioso para la uniformidad del espesor de pared del tubo obtenido finalmente. Este dispositivo de calefacción externa podría comprender uno o más elementos de calefacción infrarroja.

La figura 1b ilustra, además, de forma esquemática un dispositivo de expansión 20. El dispositivo de expansión 20 es retenido en posición por medio de una barra de anclaje 21 que está fijada en un extremo al dispositivo de expansión 20. La barra de anclaje 21 está conectada al cabezal de troquel 3.

5

Preferentemente, un conjunto de detección de la fuerza 22 está provisto para medir la fuerza de tracción sobre la barra de anclaje 21 durante el funcionamiento de la instalación.

Preferentemente, la barra de anclaje 21 tiene uno o más conductos internos, por ejemplo para suministrar y descargar fluido; líquido y/o gas (por ejemplo, aire) a localizaciones dentro de la luz del conducto del tubo y/o del dispositivo de expansión 20. Además, la barra de anclaje 21 puede incluir uno o más conductos para cableado eléctrico, por ejemplo para conectar a uno o más sensores (por ejemplo, de presión y/o temperatura) en la luz del conducto del tubo y/o el dispositivo de expansión o, por ejemplo, para controlar una o más válvulas u otros componentes electrónicos, posiblemente alojados dentro o en el extremo curso abajo del dispositivo de expansión.

En general, el dispositivo de expansión 20 mostrado aquí incluye – desde el extremo curso arriba hacia el extremo curso abajo del mismo – una parte de entrada 20a, una parte de expansión 20b y una parte de salida 20c. La parte de expansión 20b – como se prefiere – tiene al menos una porción no deformable o rígida, con un diámetro gradualmente creciente en dirección curso abajo, por ejemplo de forma cónica, por ejemplo con la superficie exterior de un cono truncado, para entrar en contacto con el tubo 10 y para ejercer una fuerza de expansión sobre el tubo 10 que lleva a cabo una expansión diametral del tubo 10. La parte de expansión 20b tiene un diámetro máximo en su extremo curso abajo, la parte de salida 20c tiene aquí un diámetro que no excede dicho diámetro máximo, de hecho es con preferencia menor sobre una sección de

diámetro reducido, como se explicará a continuación. La parte de expansión 20b y, preferentemente, también la parte de entrada 20a y la parte de salida 20c son aquí de forma de realización rígida, no deformable.

- 5 La parte de entrada 20a aquí es de un diseño alargado, generalmente cilíndrico. El diámetro de la parte de entrada 20a corresponde sustancialmente al diámetro de la luz del conducto dentro de la preforma 10 curso arriba del dispositivo de expansión 20. La parte de entrada 20c aquí es de diseño generalmente cilíndrico.
- 10 Detalles preferidos del dispositivo de expansión 20 o partes del mismo se explicarán en detalle a continuación.

- A una distancia curso abajo del dispositivo de expansión 20, como es común en esta tecnología, está dispuesto otro dispositivo de estiramiento 50. Este dispositivo de
- 15 estiramiento 50 está adaptado para ejercer una fuerza de tracción considerable sobre el tubo orientado 10. En general, el paso del tubo 10 convenientemente atemperado sobre el dispositivo de expansión 20 bajo la influencia de la fuerza de tracción ejercida por el dispositivo de estiramiento 50 provoca que el tubo 10 se expanda en diámetro como también se estire de una manera considerable en dirección axial, siendo reducido el
- 20 espesor de pared en una medida significativa en el proceso para que se obtenga un tubo 10 orientado biaxialmente. El diámetro máximo de la parte de expansión 20b en este ejemplo dicta básicamente la orientación en dirección circunferencial a la que es sometido el tubo en condición de preforma.

- 25 Preferentemente, se lleva a cabo una refrigeración externa del tubo orientado 20 inmediatamente después de que se ha realizado la expansión diametral del tubo 10, con preferencia – como aquí – mientras el tubo 10 pasa sobre la parte de salida 20c, más

preferentemente partiendo cerca de, todavía no sobre la parte de expansión 20b. Por esta razón, está provisto un primer dispositivo de refrigeración externa 60. Este primer dispositivo de refrigeración 60 incluye con preferencia una o más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre la superficie exterior del tubo orientado, con
5 preferencia con una capacidad de refrigeración significativa hasta alcanzar una refrigeración externa intensa. A continuación se explicarán otros detalles preferidos.

Preferentemente, al menos otro o segundo dispositivo de refrigeración externa 70 está dispuesto a una distancia relativamente corta curso abajo del dispositivo de expansión 20.
10 Este segundo dispositivo de refrigeración externa 70 incluye con preferencia una o más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre el tubo orientado 10.

Preferentemente, todavía otro o tercer dispositivo de refrigeración externa 80, con preferencia incorporado con uno o más compartimentos como se describe con referencia
15 al dispositivo de refrigeración 8, está dispuesto curso abajo del dispositivo 70 y curso arriba del dispositivo de estiramiento 50 para refrigerar el tubo orientado 10 hasta una temperatura final, por ejemplo ambiente.

Curso abajo del dispositivo de estiramiento 50, el tubo orientado 10 puede ser cortado, por ejemplo, en elementos individuales de tubo, por ejemplo con un dispositivo de sierra,
20 de corte o de laminación o el tubo, cuando es apropiado, puede ser bobinado sobre un carrete. Este equipo se conoce en la técnica.

Se considera, en una forma de realización preferida, que no se realice ninguna calibración
25 del diámetro exterior del tubo orientado biaxialmente pasando el tubo a través de un oficio de dimensionado del dispositivo de calibración curso abajo del dispositivo de expansión 20. Esto se considera para evitar una pérdida de resistencia del tubo obtenido finalmente

debido al impacto del dispositivo de dimensionado sobre el tubo.

Aquí se utiliza un dispositivo de expansión 20 con una parte de entrada 20a que está provista con un miembro de estanqueidad 30 que está acoplado de forma de
5 estanqueidad por el tubo en condición de preforma 10.

El miembro de estanqueidad 30 está dispuesto a una distancia curso arriba de la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión 20. Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 está dispuesto en o en la proximidad estrecha del extremo saliente de la
10 parte de entrada 20a.

Preferentemente, no existe ninguna parte externa de la instalación a la altura del miembro de estanqueidad 30 que prensa el tubo en condición de preforma 10 sobre el miembro de estanqueidad 30, ya que esto causaría un riesgo de daños del tubo en condición de
15 preforma, de perturbación de la expansión e implicaría también un riesgo de gripado del tubo en condición de preforma entre el miembro de estanqueidad 30 y cualquier parte externa.

Este miembro de estanqueidad 30 y su acoplamiento de estanqueidad con el tubo en
20 condición de preforma 10 durante el proceso de producción son ventajosos, ya que proporcionan una barrera entre la zona curso arriba del miembro de estanqueidad 30 y la zona curso abajo del miembro de estanqueidad 30 dentro de la luz del conducto del tubo en condición de preforma 10, de manera que se pueden realizar condiciones y/o acciones en dichas zonas que son totalmente o al menos ampliamente independientes unas de las
25 otras.

Como es ventajoso para el acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de

preforma 10, se forma un compartimento de circulación de líquido 25 en la luz del conducto del tubo en condición de preforma 10 entre un miembro de cierre 26 a una distancia curso arriba del extremo saliente de la parte de entrada 20a, por una parte, y el miembro de estanqueidad 30, por otra parte. Un líquido de temperatura controlada, por ejemplo agua, circula a través de dicho compartimento de circulación de líquido en contacto directo con el interior del tubo en condición de preforma 10. Esto permite establecer un acondicionamiento efectivo de la temperatura interna del tubo en condición de preforma directamente curso arriba del dispositivo de expansión. En la práctica, dicha condición de temperatura interna puede ser efectuada con agua caliente, por ejemplo cerca de la temperatura de orientación, por ejemplo cerca de la temperatura de ebullición de agua cuando se produce tubos de PVC orientados biaxialmente.

El miembro de cierre 26 puede estar dispuesto sobre la barra de anclaje 21, pero aquí está dispuesto sobre el miembro interior 5 del cabezal de troquel 3. Seleccionando la localización del miembro de cierre 26, se puede establecer la longitud efectiva del compartimento 25.

El agua que debe circular a través del compartimento 25 es suministrada desde una fuente de agua, que incluye con preferencia una bomba y un calentador de agua, a través de uno o más conductos en la barra 21. El flujo de retorno del agua que abandona el compartimento 25 es descargado a través de uno u otros más conductos en la barra 21.

Aquí se utiliza un dispositivo de expansión 20, que tiene uno o más conductos de suministro de fluido 27 (una porción de los cuales se ilustra de forma esquemática) para formar un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión 20 y el tubo 10. El fluido puede ser agua, pero también se puede utilizar otro líquido o un gas, por ejemplo aire comprimido, como fluido. El uso de un gas evitará problemas asociados con la presencia

de residuos de agua sobre el lado interior del tubo curso abajo del dispositivo de expansión. Cuando se utiliza agua u otro líquido – si se desea – se puede hacer provisión para una retirada de cualquier fuga de agua curso abajo del dispositivo de expansión 20, por ejemplo proporcionando otro compartimento 73 dentro de la luz del conducto del tubo orientado 10 que está cerrado en su extremo por un miembro de cierre 75 y que proporciona un medio de aspiración para retirar agua.

Hay que indicar que en la figura 2 se sugiere la presencia de una película de agua entre la parte de entrada 20a y la porción curso arriba de la parte de expansión 20b, por una parte, y el tubo 10, por otra parte. No obstante, el espesor de la película de agua con relación al espesor de pared del tubo en condición de preforma y el diámetro del dispositivo de expansión están exagerados.

Aquí los uno o más conductos de suministro 27a tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada 20a y/o la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión. Posiblemente se suministra fluido entre el tubo y el dispositivo de expansión directamente curso abajo del miembro de estanqueidad 30.

En este ejemplo, está previsto un conducto de descarga 27b para descargar el agua que es arrastrada con el tubo móvil 10.

Preferentemente, el primer volumen o volumen de fluido curso arriba se establece sobre toda la longitud de la parte de entrada 20a curso abajo del miembro de estanqueidad 30, más preferentemente también sobre la porción curso arriba de la parte de expansión 20b. Además, un segundo volumen o volumen de fluido curso abajo se forma sobre al menos una porción de la parte de salida 20c, con preferencia un acoplamiento de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de

la parte de expansión formando una barrera con un volumen de fluido curso arriba.

El primer volumen o volumen de fluido curso arriba, en combinación con la presencia del miembro de estanqueidad 30, muestra que tiene una parte de entrada relativamente larga, que es beneficiosa para la estabilidad del tubo 10 cuando se conduce hasta la parte de expansión, previniendo el fluido cualquier contacto de fricción o al menos cualquier contacto de fricción excesivo entre el tubo en condición de preforma y la parte de entrada, más preferentemente cuando dicho contacto se concentra solamente sobre el miembro de estanqueidad 30.

10

En una forma de realización práctica, el miembro de estanqueidad 30 podría tener un diámetro que está entre 4 y 20 milímetros mayor que el diámetro de la porción localizada curso abajo de la sección de entrada.

15 El miembro de estanqueidad 30 forma una junta efectiva y fiable que previene que el fluido, que es suministrado a una presión elevada, que es suficiente para la formación de un volumen de fluido, alcance la luz del conducto del tubo en la condición de preforma 10 curso arriba del miembro de estanqueidad 30. Cuando la producción se realiza con la presencia de compartimento 25, y con – como se prefiere – una presión relativamente baja del agua en dicho compartimento, se comprende que el fluido tratará de llegar a dicha zona de presión más baja curso arriba, evitando el miembro de estanqueidad de manera fiable este efecto. Esto permite un volumen de fluido estable entre el dispositivo de expansión, con preferencia tanto la parte de entrada como también la parte de expansión, y el tubo, puesto que cualquier escape de fluido curso arriba del miembro de estanqueidad 30 provocará una caída de la presión en el volumen y, por lo tanto, inestabilidad.

20

25

Como se ha mencionado, el fluido es en una forma de realización práctica un líquido, más preferentemente cuando el fluido se utiliza para formar una capa relativamente fina, que tiene una finalidad principal de servir como un lubricante entre el tubo y el dispositivo de expansión. A ser posible, se utiliza agua como fluido, con preferencia agua caliente no
5 hirviendo, donde se utilizan un calentador de agua y una bomba para proporcionar y suministrar el agua caliente a través de uno o más conductos en la barra 21 a una presión adecuada hasta el dispositivo de expansión 20. La presión se selecciona para permitir la formación de una película de líquido entre el dispositivo de expansión y el tubo.

10 En otra forma de realización, el fluido es un gas, por ejemplo aire, suministrado a través de un compresor u otra fuente de gas presurizado que debe introducirse entre el dispositivo de expansión y el tubo. Esto se prefiere en particular cuando la expansión del tubo debe provocarse, al menos parcialmente, por la presión interna del fluido causada por el gas.

15

Como se puede ver en los dibujos – y como se prefiere – se utiliza al menos un dispositivo de intercambio de calor exterior 110 que está adaptado para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma 10 que llega al miembro de estanqueidad 30 y, por lo tanto, el contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma 10 y el miembro de estanqueidad 30. Preferentemente, a menos un dispositivo
20 de intercambio de calor de este tipo es un dispositivo de intercambio de calor externo que está dispuesto entre el dispositivo de estiramiento 15 y la localización del miembro de estanqueidad 30 para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma 10 desde el exterior del mismo. Con preferencia, dicho dispositivo, aquí
25 dispositivo 110, está dispuesto directamente curso arriba de la localización del miembro de estanqueidad.

Preferentemente, un segundo dispositivo de calefacción externa 120 aquí está dispuesto curso abajo de la localización del miembro de estanqueidad 30, entre dicho miembro de sellado 30 y la parte de expansión del dispositivo de expansión o incluso solapando (una parte de) la parte de expansión del dispositivo de expansión 20.

5

En una disposición con un primer dispositivo de calefacción externa 110 directamente curso arriba de la localización del miembro de estanqueidad y un segundo dispositivo de estanqueidad 120 curso abajo de la localización del miembro de estanqueidad, siendo controlable cada dispositivo calefactor 110, 120 de forma independiente, el primer
10 dispositivo calefactor 110 se puede utilizar principalmente para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el miembro de estanqueidad 30, y el segundo dispositivo calefactor 120 para ejercer una influencia sobre el tubo 10 directamente curso arriba de y/o durante el paso del tubo sobre la parte de expansión del dispositivo de expansión. Cada uno de los dispositivos calefactores puede incluir múltiples elementos calefactores distribuidos
15 alrededor de la trayectoria del tubo, por ejemplo múltiples elementos calefactores infrarrojos.

Un dispositivo de control, por ejemplo electrónico, está provisto con preferencia para controlar el funcionamiento de cada dispositivo de calefacción externa 110, 120. Para el
20 dispositivo de calefacción externa 110, el control se puede basar en una señal de realimentación representativa del acoplamiento de estanqueidad real del tubo en condición de preforma 10 con el miembro de estanqueidad 30, por ejemplo obtenida a través de un dispositivo de supervisión de la fuerza que está adaptado para supervisar la fuerza axial sobre el miembro de estanqueidad 30 (por ejemplo con un detector de
25 deformación) u obtenida a través de un dispositivo de supervisión que está adaptado para supervisar una deformación local en el tubo móvil causada por el miembro de estanqueidad 30, por ejemplo un pandeo local del tubo, como se indica en la figura 2, por

ejemplo midiendo el diámetro de la preforma curso arriba, en y curso abajo del miembro de estanqueidad.

5 El miembro de estanqueidad 30 es un miembro 30 que tiene un diámetro que es mayor que la porción curso abajo de la parte de entrada 20a. Preferentemente, la parte de entrada 20a tiene un diámetro uniforme entre el miembro de estanqueidad 30 y la parte de expansión 20b.

10 Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 es un miembro anular fabricado por separado montado sobre un miembro tubular de la parte de entrada.

Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 es un miembro metálico sin ninguna provisión para suministrar un lubricante a la superficie exterior del mismo. No obstante, en formas de realización más complejas, el miembro de estanqueidad se puede adaptar para
15 controlar el acoplamiento de fricción del mismo con el tubo en condición de preforma, por ejemplo provisto con un dispositivo de lubricación, por ejemplo que permite alimentar un gas, por ejemplo aire, entre la porción de estanqueidad y el tubo en condición de preforma. En otra forma de realización, el miembro de estanqueidad puede estar diseñado para tener un diámetro variable y un medio de control asociado, por ejemplo con un
20 revestimiento metálico exterior que es expansible bajo presión hidráulica, para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el tubo en condición de preforma.

De acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, la parte de salida 20c, que está curso abajo de una parte de expansión 20b, tiene una sección de diámetro reducido
25 que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión 20a. Posiblemente, la sección de diámetro reducido está directamente adyacente a la sección transversal de diámetro máximo, de manera que se produce una etapa de reducción del

diámetro directamente detrás de dicha posición de diámetro máximo. Esto se puede ver claramente en las figuras 2 y 4.

Aquí se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, aquí –como se prefiere
5 – dos miembros de anillo 90, 91, a través de los cuales el tubo 10 pasa en la localización de la parte de salida del dispositivo de expansión, aquí en la localización de la sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c. Preferentemente, aquí cada uno de los miembros de anillo 90, 91 está incorporado como un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, lo que significa que cada miembro de anillo 90, 91 ejerce una fuerza
10 constrictiva radial sobre el tubo 10 que pasa a través del mismo, reduciendo de esta manera el diámetro exterior del tubo 10, al menos sobre una distancia axial corta. En la práctica, esto significa que la abertura dentro de cada miembro de anillo 90, 91 tiene un diámetro que es menor que el diámetro exterior proyectado del tubo orientado 10 en dicha localización durante el proceso de producción normal.

15

La sección de diámetro reducido aquí está dimensionada para evitar un problema de gripado del tubo entre el dispositivo de expansión 20 y el al menos un anillo de calibración de diámetro exterior 90, 91.

20 La sección de diámetro reducido tiene con preferencia un diámetro que es al menos 4 milímetros menor que el diámetro máximo de la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión 20. Con preferencia, la dirección del diámetro es aproximadamente dos veces el espesor de pared del tubo que pasa sobre dicha sección.

25 Proporcionando la sección de diámetro reducido, los miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 se pueden disponer alrededor de dicha sección de diámetro reducido, siendo el espaciamiento radial entre dichos miembros de anillo 90, 91 y la sección de

diámetro reducido mayor que el espesor de pared del tubo 10 deseado durante el proceso de producción de dicha localización, de manera que permanece cierto juego radial que permite variaciones posibles en el espesor de pared en el tubo durante el proceso de producción, sin el riesgo de que dicho tubo se adhiera entre un miembro de anillo 90, 91 y
5 dicha sección de diámetro reducido de la parte de salida del dispositivo de expansión.

Cada miembro de anillo 90, 91 puede estar provisto con medios de refrigeración para refrigerar el miembro de anillo 90, 91, por ejemplo con un conducto de fluido de refrigeración interna, por ejemplo un conducto anular.

10

Cada miembro de anillo 90, 91 está compuesto con preferencia de dos partes semicirculares, permitiendo colocar los miembros de anillo 90, 91 alrededor del tubo 10, por ejemplo durante la fase de puesta en marcha del proceso de producción, y permitiendo retirar, por ejemplo sustituir, los miembros de anillo durante el proceso de producción.

15

Cada miembro de anillo 90, 91 está fabricado con preferencia de metal.

20

Como se ha indicado anteriormente, para congelar la orientación del material plástico, el tubo orientado es refrigerado externamente mientras pasa sobre la parte de salida 20c por el primer dispositivo de refrigeración externa 60.

25

La refrigeración externa por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 del tubo mientras pasa sobre la sección de salida 20c se realiza aquí en ausencia de la refrigeración interna del tubo 10 mientras pasa sobre el dispositivo de expansión 20 y, de hecho, también en ausencia de cualquier refrigeración interna curso abajo del dispositivo de expansión 20.

- Con el fin de obtener un tubo 10 orientado biaxialmente con dimensiones deseadas, tales como espesor de pared y forma de la sección transversal, con preferencia sin utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión 20, se ha encontrado que es posible confiar en el uso de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 y/o en la refrigeración externa del tubo orientado. Esto se realiza sobre la base del llamado efecto de rebote. Este efecto de rebote se conoce en la técnica y es visible como una reducción del diámetro del tubo directamente curso abajo del dispositivo de expansión 20.
- 10 En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa 60 está adaptado para ajustar la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión 20 del estiramiento del tubo orientado 10 que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa 60. Se ha encontrado que mediante selección adecuada de la longitud, y con preferencia también de la localización, del estiramiento
- 15 afectado con respecto al dispositivo de expansión, en particular la parte de salida 20c, se puede controlar el efecto de rebote, y de esta manera el diámetro del tubo 10. Claramente, se puede controlar también la intensidad de la refrigeración por el dispositivo 60 y tendrá una influencia sobre el efecto de rebote.
- 20 En una forma de realización muy práctica, el primer dispositivo de refrigeración externa 60 funciona con una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de líquido refrigerante, por ejemplo agua, y comprende un miembro de escudo 61 curso arriba y un miembro de escudo 62 curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo 61, 62 el estiramiento del tubo orientado que está afectado por las pulverizaciones o chorros de
- 25 líquido de refrigeración. Al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que está afectado por el líquido de

refrigeración. Se apreciará que controlando la longitud y/o posición de los miembros de escudo, se puede controlar la refrigeración del tubo orientado, incluso más cuando – como es común – se puede controlar también la intensidad de la pulverización de refrigeración.

5

En una forma de realización todavía más práctica, cada uno de los miembros de escudo 60, 61 – como se ilustra aquí – es integral con un miembro de anillo 91, 92.

10

Se proporciona un dispositivo de desplazamiento 65, aquí incorporado como conjunto de accionamiento motorizado, para desplazamiento axial de al menos uno de los miembros de escudo 60, 61 y/o al menos uno de los miembros de anillo 90, 91 en dirección axial a lo largo de la parte de salida 20a. En este ejemplo, el dispositivo 65 incluye uno o más husillos de tornillo 66, por ejemplo accionados por un motor eléctrico común.

15

Preferentemente, los miembros de anillo 90, 91 y los miembros de escudo 61, 62 así como el dispositivo de desplazamiento 65 asociado, están montados sobre un soporte móvil 68 (aquí con guías lineales axiales 69) que permiten desplazar dichos componentes en dirección axial, por ejemplo hasta una posición retraída curso abajo de la posición del dispositivo de expansión 20, por ejemplo para permitir acceso al dispositivo de expansión, por ejemplo cuando se sustituye el dispositivo de expansión y/o durante la puesta en

20

macha de la instalación.

25

Preferentemente, un segundo dispositivo de refrigeración externa 70 está dispuesto espaciado curso abajo del primer dispositivo de refrigeración externa 60 y del dispositivo de expansión 20. El segundo dispositivo de refrigeración externa 70 comprende con preferencia una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración sobre el exterior del tubo orientado 10.

Con preferencia, se crea una zona seca entre los dispositivos de refrigeración externa 60 y 70 sobre el lado exterior del tubo 10. Esto se considera para evitar o al menos reducir la formación de efectos visuales, por ejemplo, anillos, sobre el lado exterior del tubo por agua de refrigeración.

5

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa 70 comprende un miembro de escudo 71 curso arriba, que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado 10 afectado por el dispositivo de refrigeración externa 70. Preferentemente, el miembro de escudo 71 curso arriba es móvil en dirección axial por un dispositivo de desplazamiento asociado, o está acoplado a un miembro de anillo 91 móvil axialmente o miembro de escudo 62.

10

El miembro de escudo 71 curso arriba tiene con preferencia un labio anular 72 fácilmente flexible que se acopla con el tubo orientado 10 para evitar cualquier arañazo o deformación del tubo orientado.

15

Aquí se utiliza un dispositivo de medición 130 para medir al menos el diámetro exterior del tubo orientado 10, y con preferencia también el espesor de pared y/o el perfil de la sección transversal, cuyo dispositivo de medición 130 está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión 20, aquí curso abajo del segundo dispositivo de refrigeración externa 70. También se utiliza un dispositivo de control (no mostrado), por ejemplo un dispositivo electrónico, que está conectado al dispositivo de medición con el fin de obtener señales de entrada que permiten controlar el primer dispositivo de refrigeración externa 60 y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa 70. Así, el dispositivo 60 es controlado en lo que se refiere al menos a la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión del estiramiento de tubo orientado que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 y/o la intensidad de la refrigeración. Así, el segundo dispositivo

20

25

de refrigeración externa 70 está controlado en lo que se refiere a la posición axial del miembro de escudo 71 curso arriba y/o la intensidad de la refrigeración. Mediante el control de la refrigeración externa del tubo por el dispositivo de refrigeración 60 y/o el dispositivo 70, se puede controlar el efecto de rebote y, por lo tanto, el diámetro del tubo
5 obtenido finalmente. Esto se puede realizar entonces sin la necesidad de ninguna calibración adicional del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión.

En una forma de realización práctica, este dispositivo de control está adaptado de tal forma que se reduce la longitud del estiramiento del tubo que es afectado por el primer
10 dispositivo de refrigeración externa 60 para obtener un efecto de rebote incrementado y, por lo tanto, una reducción incrementada del diámetro, y en el que dicha longitud se incrementa para obtener un efecto de rebote reducido y, por lo tanto, una reducción disminuida del diámetro. En una forma de realización práctica, la posición axial del miembro de escudo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa 70 se
15 selecciona o ajusta para que esté en la región donde se produce el efecto de rebote.

Preferentemente, se hacen provisiones para la presencia de un primer volumen o volumen de fluido curso arriba del diámetro máximo de la parte de expansión del dispositivo de expansión y un segundo volumen o volumen de fluido curso abajo entre la
20 sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c del dispositivo de expansión y el tubo orientado 10. Para suministrar fluido, por ejemplo agua, con preferencia gas, más preferentemente aire, todavía más preferentemente caliente, al segundo volumen de fluido, se pueden proveer uno o más conductos de suministro exclusivos que tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de salida. Como una alternativa, o en
25 combinación con ello, se puede realizar un paso de comunicación, con preferencia un paso controlado por válvula, que se comunica tanto con el primero como con el segundo volumen de fluido. Tal paso permite, por ejemplo, igualar la presión en dos volúmenes de

fluido cuando se desea y/o introducir fluido en un volumen a través de un conducto de suministro que tiene un orificio en el otro volumen. Aunque no se ilustra aquí, el técnico en la materia apreciará que el paso podría extenderse entre orificios en la superficie exterior del dispositivo de expansión, por ejemplo uno en la parte de entrada y uno en la parte de salida, con interposición de una válvula, por ejemplo una válvula accionada eléctricamente, por ejemplo montada en el extremo trasero del dispositivo de expansión.

La presencia de dos miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 espaciados aparte uno del otro es ventajosa, todavía más ventajosa cuando la parte de salida 20c está incorporada con una porción de diámetro incrementado 20c1 que delimita el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido. Con preferencia, cada miembro de anillo 90, 91 es móvil en dirección axial con relación a la sección de diámetro reducido.

Con los dos miembros de anillo 90, 91 dimensionados de forma adecuada como miembros de anillo constrictivos, se puede obtener el efecto de que el miembro de anillo 90 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en la región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 20b. Esto evita el escape o fuga incontrolado de fluido desde un volumen a otro volumen. El miembro de anillo 91 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con la porción de diámetro incrementado 20c1. Esto evita o al menos limita cualquier fuga de fluido dentro de la luz del conducto del tubo orientado curso abajo del dispositivo de expansión 20 y, por lo tanto, evita inestabilidad indeseable del volumen de fluido. Más preferentemente, el miembro de anillo 91 curso abajo está localizado estrechamente curso arriba de la porción de diámetro incrementado 20c1, mejorando de esta manera el contacto de estanqueidad entre el tubo y la porción de diámetro incrementado 20c1.

Posiblemente, el dispositivo de expansión 20 tiene uno o más conductos de descarga 28

para el fluido, por ejemplo con un orificio cerca del extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c, que es ventajoso cuando se utiliza un líquido que es arrastrado con el tubo 10 desde un orificio curso arriba de un conducto de suministro hasta dicho conducto de descarga.

5

En una forma de realización preferida, la instalación está provista tanto con medios de suministro de un fluido líquido hacia uno o ambos volúmenes de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo como también con medios de suministro de fluido gaseoso hacia uno o ambos volúmenes de fluido, y con una disposición de conductos y una o más

10 válvulas que permiten alimentar selectivamente fluido a uno o ambos volúmenes de fluido. Por ejemplo, en una fase de puesta en marcha se suministra sólo fluido al primer volumen, por ejemplo primero agua caliente y luego gas, tal como aire. Los miembros de anillo 90, 91 pueden estar ausentes durante la fase de puesta en marcha, facilitando el primer paso sobre la parte de salida. Luego los miembros de anillo 90, 91 son montados o

15 se ponen en funcionamiento y se alimenta un fluido al segundo volumen, por ejemplo aire caliente.

El acoplamiento de estanqueidad excelente en la región del diámetro máximo de la parte de expansión permite también un funcionamiento fiable cuando el primer volumen de

20 fluido no es una película para prevenir fricción, sino una zona presurizada interna dentro del tubo que provoca expansión gradual del tubo hasta un diámetro interno menor que el diámetro máximo con el fin de mantener el acoplamiento de estanqueidad fiable. El uso de una zona presurizada interna para causar expansión gradual en un proceso de producción de tubos termoplásticos orientados biaxialmente se conoce en la técnica, por

25 ejemplo a partir del documento WO 90/02644. Sin embargo, en las instalaciones conocidas que funcionan de acuerdo con este procedimiento se utiliza un tapón hinchable para delimitar el extremo curso abajo de la zona presurizada, cuyo tapón hinchable

prensa el tubo expandido contra un manguito de dimensionado circundante para obtener una junta que evita pérdida de presión en la zona presurizada. Se ha mostrado que este procedimiento obtiene resultados menos favorables, por ejemplo con respecto a la uniformidad de dimensiones del tubo obtenido finalmente y la estabilidad del proceso de producción. Un aspecto es, por ejemplo, que el tapón hinchable es deformable y, por lo tanto, no dicta la orientación obtenida en la forma que lo hace que la parte de expansión no deformable.

En la forma de realización ilustrada aquí, la parte de expansión del dispositivo de expansión 20 tiene un diseño escalonado con una primera superficie cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, seguida por una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo. Preferentemente, el diámetro del miembro de estanqueidad 30 es mayor que el primer diámetro de la parte de expansión en este diseño escalonado. La parte de expansión podría tener múltiples escalones.

En una forma de realización, uno o más rodillos 125 están dispuestos debajo del tubo 10 para soportar dicho tubo, por ejemplo debajo de la parte de salida del dispositivo de expansión o, con preferencia, curso abajo del dispositivo de expansión, por ejemplo para evitar interferencia con cualquiera de los anillos 90, 91.

En esta forma de realización práctica, un anillo sustituible 20b1 curso arriba está montado en la transición entre la parte de expansión 20b y la parte de salida 20c del dispositivo de expansión, formando el anillo sustituible 20b1 el diámetro máximo de la parte de expansión 20b. Esto permite un cambio relativamente fácil del diámetro máximo del dispositivo de expansión así como la sustitución del anillo en caso de desgaste.

En esta forma de realización práctica, la porción de diámetro incrementado 20c1 está formada por un anillo sustituible curso abajo que está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida del dispositivo de expansión. Esto permite un cambio
5 relativamente fácil del diámetro del dispositivo de expansión en dicha localización curso abajo así como la sustitución de dicha zona en caso de desgaste.

La figura 5 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con el
10 cuarto quinto y sexto aspectos de la invención.

La figura 5 muestra la porción, en la que el tubo termoplástico está pasando sobre el dispositivo de expansión 100. Este dispositivo de expansión 100 puede estar integrado, por ejemplo, en la instalación, que se describe con referencia a las figuras 1a, 1b y 1c, o
15 en una instalación que incluye al menos un extrusor, uno o más dispositivos de atemperación para el tubo en condición de preforma, un dispositivo de estiramiento curso abajo del dispositivo de expansión así como un dispositivo de refrigeración para el tubo orientado. Cuando se ve en combinación con las figuras 1a-c, el dispositivo de expansión 100 ilustrado en la figura 5 sustituye entonces al dispositivo de expansión 20.

20

Preferentemente, en combinación con el dispositivo de expansión 100, se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa 60, que tiene aquí, preferentemente, una o más características del dispositivo de refrigeración externa 60, como se ha descrito aquí anteriormente. Preferentemente, un segundo dispositivo de refrigeración externa, que
25 tiene con preferencia una o más de las características del dispositivo de refrigeración externa 70, está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión 100. Se apreciará que también está presente un dispositivo de control para este primero y/o segundo dispositivo

de refrigeración externa, que tiene con preferencia una o más de las características del dispositivo de control, como se ha descrito aquí anteriormente.

Mediante control adecuado del primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa
5 se puede controlar el efecto de rebote, que se produce a una distancia corta curso abajo del dispositivo de expansión y, por lo tanto, el diámetro del tubo orientado, esto –como se prefiere – sin utilizar ningún dispositivo de calibración del diámetro externo curso abajo del dispositivo de expansión.

10 El dispositivo de expansión 100 está incorporado para causar expansión del tubo desde la condición de preforma hasta un tubo orientado biaxialmente basado en presión interna del fluido en un volumen de fluido 101 relativamente grande dentro de la luz del conducto del tubo entre el tubo y el dispositivo de expansión. El dispositivo de expansión 100 incluye aquí una porción de estanqueidad 103 curso arriba que ajusta de forma estanca en el
15 tubo todavía no expandido en condición de preforma, por ejemplo teniendo la porción de estanqueidad una o más de las características del miembro de estanqueidad 30. La porción de estanqueidad 103 curso arriba delimita el volumen 101 en su extremo curso arriba.

20 El dispositivo de expansión 100 incluye también una porción de estanqueidad 105 curso abajo que ajusta de forma estanca en el tubo expandido 10 y delimita el volumen de fluido 101 en su extremo curso abajo. Preferentemente, la porción de estanqueidad 105 es no deformable, por ejemplo de un metal.

25 El dispositivo de expansión 100 incluye uno o más conductos de suministro de fluido 106 que permiten introducir fluido, por ejemplo, gas presurizado, por ejemplo aire, dentro del volumen de fluido 101.

La figura 5 muestra la presencia de un miembro de anillo de diámetro exterior 91 curso abajo que está dispuesto a una distancia corta curso arriba de la porción de estanqueidad 105 curso abajo. El miembro de anillo 91 ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo, contribuyendo de esta manera al acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y la porción

5 de estanqueidad 105. Como es altamente preferido, no existe ninguna parte de la instalación en la misma localización axial que la porción 105 que contacte con el tubo sobre el exterior para prensarlo contra la porción de estanqueidad 105. Esto evita cualquier riesgo de gripado del tubo entre tal parte de la instalación y la porción de estanqueidad 105, así como previene daño indeseable en el tubo.

10

Preferentemente, otro miembro de anillo de diámetro exterior 90 curso arriba está dispuesto a una distancia curso arriba del miembro de anillo 91. Como se apreciará, los miembros de anillo 90, 91 están integrados con preferencia con miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa 60.

15

La refrigeración por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 contribuye también algo al acoplamiento de estanqueidad entre el tubo 10 y la porción 105. No obstante, su finalidad principal es congelar la orientación biaxial así como controlar el efecto de rebote, preferentemente en combinación con el uso del segundo dispositivo de refrigeración

20 externa 70.

La figura 6 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente. La figura 6 se utiliza para aclarar el séptimo aspecto de la invención así como el primero, segundo,

25 tercero, cuarto, quinto y sexto aspectos de la invención.

La figura 6 muestra una parte en la que el tubo termoplástico está pasando sobre el

dispositivo de expansión 200. Este dispositivo de expansión 200 puede estar integrado, por ejemplo, en la instalación que se describe con referencia a las figuras 1a, 1b y 1c, o en una instalación que incluye al menos un extrusor, uno o más dispositivos de atemperación para el tubo en condición de preforma, un dispositivo de estiramiento curso
5 abajo del dispositivo de expansión así como un dispositivo de refrigeración para el tubo orientado. Cuando se ve en combinación con las figuras 1a-c, el dispositivo de expansión 200 ilustrado en la figura 5 sustituye entonces al dispositivo de expansión 20.

El dispositivo de expansión 200 está incorporado para efectuar la expansión del tubo por
10 un proceso híbrido de expansión por presión interna del fluido y expansión causada por contacto con una parte de expansión no deformable del dispositivo 200.

En este ejemplo, el dispositivo de expansión incluye una parte de entrada 200a, que incluye una porción de estanqueidad 201 que se acopla de forma estanca con el tubo no-
15 expandido en condición de preforma. Curso abajo del mismo, espaciado de la porción de estanqueidad 201, el dispositivo de expansión 200 tiene una porción de expansión 200b no deformable con un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo. Curso abajo de dicha porción 200b, el dispositivo de expansión 200 incluye una parte de salida 200c, aquí con una porción de diámetro incrementado que actúa también
20 como porción de estanqueidad 204 curso abajo.

Un volumen curso arriba o primer volumen de fluido 210 está presente entre la porción de estanqueidad 201 curso arriba y la localización del contacto del tubo con la parte de expansión 200b. Este volumen de fluido 210 está relleno con, un fluido presurizado, con
25 preferencia un gas, aquí aire, a través del conducto de suministro 206 para efectuar expansión gradual del tubo debido a presión interna del fluido. Esta expansión es tal que el tubo 10 se expande desde su condición de preforma hasta un diámetro tal que el tubo

10 contacta todavía con la cara cónica de la parte de expansión 200b durante la producción normal del tubo orientado biaxialmente. Este contacto causa una expansión adicional del tubo 10 debido a las fuerzas ejercidas por la parte de expansión 200b sobre el tubo. Como se puede ver, el tubo se acopla ahora de forma estanca con el dispositivo
5 de expansión en la región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 200b.

Un volumen curso abajo o segundo volumen de fluido 220 está presente entre la localización de contacto entre el tubo en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 200b, por una parte, y la localización del contacto entre el tubo y la porción de
10 estanqueidad 204 curso abajo, por otra parte. Este volumen de fluido 220 está relleno con un fluido presurizado, con preferencia un gas, aquí gas, a través del conducto de suministro 207 para efectuar expansión gradual del tubo debida a presión interna del fluido. Tal expansión adicional es efectuada por dicha presión de fluido, generalmente para expandir el tubo para que pueda pasar sobre la porción de estanqueidad 204 que
15 tiene un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión 202.

Preferentemente, está provisto un paso de comunicación 208 con una válvula de control 209 en el dispositivo de suministro de fluido, aquí mostrado de forma esquemática, que permite poner los volúmenes de fluido 210 y 220 en comunicación, permitiendo de esta
20 manera igualar la presión en ambos volúmenes, a demanda. Como se muestra aquí, el conducto de suministro 207 está colocado en serie con dicho paso 208, no obstante el conducto de suministro podría ser un conducto de suministro distinto, el paso 208 formando una conexión controlable entre el conducto 206 y el conducto 207.

25 Preferentemente, está provisto un miembro de anillo de diámetro exterior 91 curso abajo, con preferencia de tal manera que dicho miembro de anillo 91 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad 204. Otros detalles preferidos

de dicho miembro de anillo 91 han sido descritos aquí anteriormente y se pueden utilizar en combinación con el dispositivo de expansión 200.

Preferentemente, también está provisto un miembro de anillo de diámetro exterior 90
5 curso arriba, estando dispuesto dicho miembro de anillo 90 curso abajo del diámetro máximo de la porción de expansión 202.

Preferentemente, se emplea un primer dispositivo de refrigeración externa 60 para refrigerar el tubo cuando el tubo pasa entre la parte de expansión y la porción de
10 estanqueidad 204 curso abajo. Preferentemente, el primer dispositivo de refrigeración externa incluye una o más de las características del dispositivo de refrigeración descrito aquí.

Preferentemente, el uno o más miembros de anillo 90, 91 están integrados con uno o más
15 miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa 60.

Cuando se desea, la porción de estanqueidad 204 curso abajo se puede incorporar con un diámetro gradualmente creciente y el tubo contacta con dicha cara de la porción de estanqueidad de tal manera que se provoca una expansión circunferencial adicional por
20 dicho contacto, por lo tanto actuando la porción 204 como una parte de expansión para efectuar la expansión final del tubo.

La porción de estanqueidad 204 curso abajo puede estar incorporada también como una porción expansible, por ejemplo una porción hinchable, por ejemplo un tapón hinchable,
25 como se conoce en la técnica, permitiendo variar su diámetro, por ejemplo para facilitar la puesta en marcha de la instalación, siendo reducido el diámetro de la porción 204 en la fase de puesta en marcha, por ejemplo a lo sumo hasta el diámetro máximo de la parte

200b. En combinación con una porción de estanqueidad expansible surco abajo, la parte de salida rígida, como se muestra en la figura 6, podría ser, por ejemplo, de longitud axial reducida, por ejemplo justo suficiente para contactar con el tubo directamente curso abajo del diámetro máximo de la parte 200b, por ejemplo cilíndrica que tiene el mismo diámetro
5 que el diámetro máximo. Una barra esbelta podría extenderse entre la porción expansible 204 y el cuerpo no deformable incluyendo al menos la parte 200b para retener la posición expansible en posición.

En las figuras 7a y 7b se muestra una instalación que corresponde ampliamente a la
10 instalación mostrada en la figura 6. Las partes que tienen la misma o similar estructura y función han sido designadas con los mismos números de referencia. La figura 7c muestra un detalle de una variante de dicha instalación.

En el dispositivo de expansión 200 existe ahora también un conducto de descarga de gas
15 250, cuyo conducto 250 tiene una porción de entrada 250a en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, como se puede ver en el detalle ampliado de la figura 7a.

En la figura 7a se muestra la situación, en la que el orificio de entrada 250a está cubierto
20 y cerrado por el tubo 10, de manera que dicho orificio 250a no está en comunicación con el volumen de gas 210.

En la figura 7b se muestra la misma instalación, pero ahora el tubo 10 se ha expandido un poco más bajo la influencia de la presión del gas en volumen 210. Como se puede ver en
25 el detalle ampliado, la porción 250a no está cubierta por el tubo 10 y, por lo tanto, está en comunicación con el volumen de gas 210.

El conducto de descarga de gas 250 en la figura 7b proporciona el alivio de la presión del gas desde el volumen 201, ya que el orificio de entrada correspondiente está total o al menos parcialmente abierto y, por lo tanto, se controla la expansión del tubo 10 causada por presión interna del gas.

5

Este alivio de la presión del gas se detiene cuando el orificio de entrada 250a está totalmente cubierto y cerrado por el tubo 10 (como se muestra en la figura 7a).

10

En la práctica, se puede alcanzar una situación de equilibrio, en la que el orificio 250a permanece parcialmente abierto, de manera que está presente una circulación de gas a través del volumen 210.

15

De esta manera, la cooperación del tubo 10 con el orificio de entrada 250a consigue de una forma muy atractiva un control del grado de expansión que es causado en el tubo 10 debido a la presión interna del gas en el volumen 210. Efectivamente, la posición del orificio de entrada 250a sobre la superficie exterior escalonada de la parte de expansión del dispositivo 200 controla dónde el tubo 10 contactará con dicha cara, suponiendo que la presión de gas en el volumen 210 sea suficiente para provocar que el tubo 10 se expanda.

20

La provisión de conducto 250 con orificio de entrada 250a proporciona también una seguridad automática contra la expansión excesiva del tubo por presión del gas, por ejemplo hasta un diámetro mayor que la parte de expansión antes de alcanzar dicha parte de expansión, cuya situación conduciría, en realidad, a una parada de la producción.

25

Hay que indicar que un grupo de múltiples orificios de entrada 250a conectados a un conducto común de descarga de gas podría disponerse distribuido alrededor de la

circunferencia de la parte de expansión y a la misma distancia radial de un eje longitudinal central de la parte de expansión, para evitar que el tubo sea sobreexpandido en algún lugar a lo largo de su circunferencia.

5 En otra forma de realización, mostrada en la figura 7c, múltiples orificios de entrada 250a, 250b, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga 250, 260 correspondiente, están provistos en diferentes posiciones de diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas diferentes posiciones de diámetro distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión (así en
10 dirección axial del dispositivo de expansión un orificio de entrada detrás del otro orificio de entrada). En esta forma de realización, se considera proveer una o más válvulas operativas 270, 271 que están asociadas con los conductos de descarga 250, 260, de manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar presión de gas (aquí el orificio 250a), cuando el tubo
15 no cubre y cierra dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados (aquí el orificio 260a) y los conductos de descarga asociados se vuelven inefectivos. Esto permite proveer control sobre el diámetro interno del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no deformable.

20

En la figura 7a se muestra también un sensor de temperatura 280 en el miembro de estanqueidad 201. Este sensor 280 permite medir la temperatura de la preforma en dicha región. Este sensor 280 puede estar acoplado, por ejemplo, al primero y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor, que se utilizan para ejercer una influencia
25 sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad 201 con el fin de asistir en el funcionamiento correcto del mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusionador, que está provisto con un cabezal de troquel extrusionador que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,

- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo en dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba, en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado, en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del

dispositivo de expansión, y en el que un fluido es introducido y forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,

estando caracterizado el método por el hecho de que se utiliza un dispositivo de expansión con una parte de entrada que está provista con un miembro de estanqueidad,

5 que está acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión y que tiene un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el fluido llegue a la luz del conducto del tubo curso
10 arriba del miembro de estanqueidad.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicho miembro de estanqueidad está dispuesto en el extremo saliente de la parte de entrada.

15

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por el hecho de que no existe parte externa a la altura del miembro de estanqueidad que presione el tubo en condición de preforma sobre el miembro de estanqueidad.

20 4. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que se utilizan uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionados para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma y, por lo tanto, sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad de la parte de
25 entrada del dispositivo de expansión.

5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que se

utiliza un primer dispositivo calefactor adaptado y accionado para calefacción controlada externa del tubo en condición de preforma y un segundo dispositivo calefactor adaptado y accionado para calefacción controlada externa del tubo en condición de preforma, en el que el primer y el segundo dispositivos calefactores están controlados de forma independiente, y en el que el primer dispositivo calefactor está dispuesto curso arriba del miembro de estanqueidad de la parte de entrada, y en el que el segundo dispositivo calefactor está dispuesto curso abajo del miembro de estanqueidad.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el primer dispositivo calefactor está controlado para controlar el acoplamiento entre el tubo y el miembro de estanqueidad.

7. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el fluido suministrado a dicho volumen de fluido que está limitado en un extremo por dicho contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad y en otro extremo por acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida, está un gas, por ejemplo aire, siendo utilizada la presión del gas en dicho volumen de fluido para provocar expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que uno o más conductos de descarga de gas están formados en el dispositivo de expansión, dichos uno o más conductos de descarga tienen uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada

está cerrada por el tubo, proporcionando el conducto de descarga de gas el alivio de presión de gas desde el volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos, controlando de esta manera la expansión del tubo causada por presión interna del gas.

5

9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión, y en el que una o más válvulas operativas están asociadas con los conductos de descarga, de manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar la presión del gas cuando el tubo no cubre o cierra totalmente dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados y conductos de descarga asociados se hacen inefectivos, proporcionando de esta manera control sobre el diámetro interno del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no deformable.

10

15

20

10. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el miembro de estanqueidad es un miembro de estanqueidad anular montado sobre la sección de entrada, por ejemplo un miembro metálico, y en el que dicho miembro de estanqueidad incluye una superficie de entrada cónica para el tubo, incrementándose gradualmente en diámetro en dirección curso abajo.

25

11. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene una

parte de salida curso abajo de la parte de expansión.

12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que se establece un segundo volumen de fluido entre la parte de salida del dispositivo de expansión y el tubo orientado, con preferencia entre una sección de diámetro reducido de la parte de salida y el tubo orientado, y en el que con preferencia el fluido suministrado a dicho segundo volumen de fluido es un gas presurizado, por ejemplo aire, posiblemente un gas caliente.

10 13. Método de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, caracterizado por el hecho de que la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y en el que al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto alrededor de dicha sección de diámetro reducido,

15 y en el que el miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto de tal manera que el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con

20 preferencia estando espaciado el interior del tubo orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido, con preferencia teniendo el dispositivo de expansión uno o más conductos de suministro de fluido con uno o más orificios en la sección de diámetro reducido, siendo suministrado un gas entre dicha sección de diámetro reducido y el tubo orientado para establecer un segundo volumen de fluido allí en medio,

25 y en el que se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa que está adaptado y accionado para refrigerar el tubo orientado externamente mientras pasa sobre la parte de salida.

14. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que están provistos uno o más sensores de temperatura en el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, que permiten medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando
5 acoplados dichos uno o más sensores al primer y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de ayudar en su funcionamiento adecuado.

10 15. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la parte de expansión tiene una primera superficie cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente en su extremo curso abajo a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, adyacente en su extremo
15 curso abajo a una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, y en el que con preferencia el diámetro del miembro de estanqueidad sobre la parte de entrada es mayor que el primer diámetro de la parte de expansión.

16. Instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico,
20 cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro del troquel interior una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura de la
25 preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión curso abajo del extrusor, comprendiendo el dispositivo de

expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
 - una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o parte de expansión, de manera que se puede formar un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,
 - un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
 - un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente,
- caracterizado por el hecho de que la parte de entrada está provista con un miembro de estanqueidad que está adaptado para ser acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión del dispositivo de expansión y que tiene un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando de esta manera el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el fluido alcance la luz del conducto del tubo en condición de preforma curso arriba del miembro de estanqueidad,
- estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad con preferencia en el extremo saliente

de la parte de entrada.

17. Instalación de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizada por el hecho de que la instalación comprende, además, uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionables para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma y, por lo tanto, sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad de la parte de entrada del dispositivo de expansión.

18. Instalación de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizada por el hecho de que la instalación comprende un primer dispositivo de intercambio de calor dispuesto curso arriba del miembro de estanqueidad de la parte de entrada, cuyo primer dispositivo de intercambio de calor está adaptado para intercambio de calor externo controlado con el tubo en condición de preforma, y en la que la instalación comprende un segundo dispositivo de intercambio de calor dispuesto curso abajo del miembro de estanqueidad, cuyo segundo dispositivo de intercambio de calor está adaptado para intercambio de calor externo controlado con el tubo en condición de preforma, en la que la instalación comprende un dispositivo de control para control independiente del primer y el segundo dispositivos de intercambio de calor.

20

19. Instalación de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 16 a 18, caracterizada por el hecho de que uno o más conductos de descarga de gas están formados en el dispositivo de expansión, teniendo dichos uno o más conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo, permitiendo el conducto de descarga de gas —en uso de la instalación— el alivio de la presión de gas

25

desde el volumen de fluido cuando los uno o más orificios de entrada correspondientes están abiertos, reduciendo de esta manera la expansión del tubo provocada por presión interna del gas, continuando el alivio de la presión del gas hasta que los uno o más orificios de entrada correspondientes son cubiertos o cerrados de nuevo por el tubo.

5

20. Instalación de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizada por el hecho de que múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión, y en la que una o más válvulas operativas están asociadas con los conductos de descarga, de manera que –en uso de la instalación- un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar presión del gas cuando el tubo no cubre y cierra dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados y conductos de descarga asociados se pueden hacer inefectivos, proporcionando de esta manera control sobre el diámetro interior del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no deformable.

20 21. Instalación de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 16 a 20, caracterizada por el hecho de que uno o más sensores de temperatura están provistos sobre el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, que permiten medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores con el primer y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de contribuir a asistir en su operación adecuada.

25

22. Un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, caracterizado por el hecho de que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión con un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado con una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de salida adyacente a la parte de expansión en su extremo curso abajo, en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es embutido sobre el dispositivo de expansión y transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que es orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado, estando caracterizado el método por el hecho de que la parte de salida del dispositivo de expansión tiene una sección de diámetro reducido con un diámetro más pequeño que el diámetro máximo de la parte de expansión,

y por que se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior que está dispuesto en la localización de la sección de diámetro reducido de la parte de salida del dispositivo

de expansión y alrededor de dicha sección de diámetro reducido,
y por que el tubo orientado pasa a través de al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, mientras está en contacto con dicho al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de
5 diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con preferencia estando espaciado el interior del tubo orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido,
y por que el tubo orientado es refrigerado externamente mientras pasa sobre la parte de
10 salida por un primer dispositivo de refrigeración externa.

23. Método de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado por el hecho de que se utiliza un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo, estando dispuestos los miembros de anillo espaciados
15 aparte en serie en la localización de la sección de diámetro reducido de la parte de salida y alrededor de dicha sección de diámetro reducido, pasando el tubo orientado a través de dichos miembros de anillos, con preferencia refrigerando el primer dispositivo de refrigeración externa el estiramiento del tubo orientado entre los miembros de anillo.

20 24. Método de acuerdo con la reivindicación 22 ó 23, caracterizado por el hecho de que al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está incorporado como un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, ejerciendo dicho miembro de anillo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo orientado que pasa a través del mismo, reduciendo de esta manera, al menos durante el paso a través del miembro de anillo, el
25 diámetro exterior del tubo orientado.

25. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 24,

caracterizado por el hecho de que en un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba está incorporado un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, ejerciendo dicho miembro de anillo una fuerza constrictiva sobre el tubo orientado que contribuye a un acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con el dispositivo de expansión en
5 una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión.

26. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 25, caracterizado por el hecho de que al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está montado de manera que es desplazable en dirección axial con relación a la parte de
10 salida.

27. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 26, caracterizado por el hecho de que el primer dispositivo de refrigeración externa comprende una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración adaptadas para
15 pulverizar o inyectar líquido refrigerante, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo.

28. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 27, caracterizado por el hecho de que el primer dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para ajustar la longitud y/o localización con respecto a la parte de
20 salida del dispositivo de expansión del estiramiento del tubo orientado que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

29. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 28, con preferencia la reivindicación 28, caracterizado por el hecho de que el primer
25 dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento de tubo orientado que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, por

ejemplo, las pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración, y en el que al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos, son desplazables en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

5

30. Método de acuerdo con la reivindicación 29, caracterizado por el hecho de que un miembro de anillo de diámetro exterior es integral con un miembro de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa, en el que con preferencia se utiliza un miembro de escudo curso arriba integral con un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y
10 un miembro de escudo curso abajo integral con un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo.

31. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 30, caracterizado por el hecho de que la parte de salida comprende una porción de diámetro
15 incrementado –curso abajo de los uno o más miembros de anillo de diámetro exterior y que delimitan el extremo curso abajo de una sección de diámetro reducido de la parte de salida- teniendo dicha porción de diámetro incrementado un diámetro mayor que dicha sección de diámetro reducido, con preferencia siendo no deformable dicha porción de diámetro incrementado, y en el que el tubo orientado se acopla, con preferencia de forma
20 de estanqueidad, con la porción de diámetro incrementado.

32. Método de acuerdo con las reivindicaciones 23, 24, 25 y 31, caracterizado por el hecho de que la parte de salida tiene una sección sencilla de diámetro reducido, estando dispuestos el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y el miembro de anillo de
25 diámetro exterior curso abajo en la localización de dicha sección sencilla de diámetro reducido, contribuyendo el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba a un acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con el dispositivo de expansión en una

región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión, ejerciendo el miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo una fuerza constrictiva sobre el tubo orientado, que contribuye a un acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con la porción de diámetro incrementado de la parte de salida.

5

33. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 32, caracterizado por el hecho de que un segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia curso abajo de una porción de diámetro incrementado de acuerdo con la reivindicación 25, cuando está
10 presente, cuyo segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para refrigerar externamente el tubo orientado, siendo controlado dicho segundo dispositivo de refrigeración externa independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa, comprendiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa con preferencia una o más toberas de pulverización de líquido refrigerante adaptadas
15 para pulverizar o inyectar líquido refrigerante, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

34. Método de acuerdo con la reivindicación 33, caracterizado por el hecho de que dicho segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto espaciado a una
20 distancia curso abajo del primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia manteniendo una zona seca entre el primer y el segundo dispositivos de refrigeración externa durante el funcionamiento.

35. Método de acuerdo con la reivindicación 33 ó 34, caracterizado por el hecho de
25 que el segundo dispositivo de refrigeración externa está localizado con su extremo curso arriba en una región en la que el efecto de rebote – donde se reduce el diámetro del tubo – tiene lugar curso abajo de la parte de salida.

36. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 33 a 35, caracterizado por el hecho de que el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado afectado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, con preferencia siendo móvil dicho miembro de escudo curso arriba en dirección axial, teniendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado.

37. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 36, caracterizado por el hecho de que un dispositivo de medición para medir al menos uno de los diámetros exteriores, el espesor de pared y el perfil de la sección transversal del tubo orientado, está dispuesto curso abajo de al menos el primer dispositivo de refrigeración externa, posiblemente curso abajo del segundo dispositivo de refrigeración externa cuando está presente y en el que está provisto un dispositivo de control para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, y en el que dicho dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control para controlar la refrigeración por dicho primer dispositivo de refrigeración externa y/o dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo la intensidad de la refrigeración.

20

38. Método de acuerdo con las reivindicaciones 28 y 37, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de control está adaptado y accionado para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa, en lo que se refiere al menos a la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión del estiramiento de tubo orientado, que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

25

39. Método de acuerdo con la reivindicación 38, caracterizado por el hecho de que el

dispositivo de control está adaptado de tal forma que se reduce la longitud del estiramiento del tubo que es afectada, por el primer dispositivo de refrigeración, para obtener un efecto de rebote incrementado y, por lo tanto, una reducción incrementada del diámetro del tubo orientado, y en el que dicha longitud se incrementa para obtener un efecto de rebote reducido y, por lo tanto, una reducción disminuida del diámetro del tubo orientado.

40. Método al menos de acuerdo con las reivindicaciones precedentes 33 y 37, caracterizado por el hecho de que el segundo dispositivo de refrigeración externa –con preferencia el miembro de escudo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa cuando está presente- está montado para que se pueda mover en dirección axial, y en el que el dispositivo de medición está conectado a un dispositivo de control provisto para controlar el segundo dispositivo de refrigeración externa, y en el que el dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control del segundo dispositivo de refrigeración externa con el fin de controlar la posición del mismo, por ejemplo del miembro de escudo curso arriba.

41. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 40, caracterizado por el hecho de que no se realiza refrigeración interna del tubo orientado cuando pasa sobre la parte de salida, y en el que no se realiza refrigeración interna del tubo orientado curso abajo del dispositivo de expansión.

42. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 41, caracterizado por el hecho de que se introduce un fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, con preferencia al menos entre la parte de salida del dispositivo de expansión y el tubo orientado, con preferencia entre la sección de diámetro reducido de la parte de salida y el tubo orientado, y en el que, con preferencia, el tubo orientado se acopla de

forma de estanqueidad con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión y en el que, con preferencia, el tubo orientado se acopla de forma de estanqueidad con la parte de salida curso abajo de la sección de diámetro reducido, con preferencia su porción de diámetro incrementado de acuerdo con
5 la reivindicación 31, cuando está presente.

43. Método de acuerdo con la reivindicación 42, caracterizado por el hecho de que el fluido es un gas presurizado, por ejemplo aire, posiblemente un gas caliente.

10 44. Método de acuerdo con la reivindicación 42 ó 43, caracterizado por el hecho de que un primer volumen de fluido está presente entre el dispositivo de expansión y el tubo curso arriba del acoplamiento de estanqueidad del tubo en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión, y en el que un segundo volumen de fluido está presente entre la parte de salida y el tubo orientado.

15

45. Método de acuerdo con la reivindicación 44, caracterizado por el hecho de que se utiliza un dispositivo de expansión con un paso de comunicación, por ejemplo internamente en un dispositivo de expansión, con preferencia un paso controlado por válvula, que se extiende entre el primer y el segundo volúmenes de fluido, y en el que el
20 dispositivo de expansión incluye al menos un conducto de suministro de fluido, que introduce fluido en el primer y/o segundo volúmenes de fluido.

46. Método de acuerdo con la reivindicación 44 ó 45, caracterizado por el hecho de que un primer conducto de suministro de fluido introduce fluido en el primer volumen de
25 fluido y un segundo conducto de suministro de fluido introduce fluido en el segundo volumen de fluido.

47. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 22 a 46, con preferencia una o más de las reivindicaciones 44 a 46, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de expansión tiene una parte de entrada que está localizada curso arriba de la parte de expansión, utilizando con preferencia un dispositivo de expansión
5 con una parte de entrada que está provista con un miembro de estanqueidad que es acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión y teniendo un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando el miembro de estanqueidad una obturación efectiva
10 con el tubo en condición de preforma, y en el que se introduce un fluido entre la parte de entrada y el tubo en condición de preforma, previniendo el miembro de estanqueidad que el fluido llegue a la luz del conducto del tubo curso arriba del miembro de estanqueidad.

48. Instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en
20 condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
25
 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo

una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de salida curso abajo de la parte de expansión,

- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es embutido sobre el dispositivo de expansión y es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico, que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,

- un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente,

10 caracterizado por el hecho de que la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido con un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y por el hecho de que al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto en la localización de la sección de diámetro reducido,

y por el hecho de que el miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto de tal forma que el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo mientras está en contacto con dicho miembro de anillo, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con preferencia estando espaciado el interior del tubo orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido,

20 y por el hecho de que la instalación comprende un primer dispositivo de refrigeración externa que está adaptado para refrigerar el tubo orientado externamente mientras pasa sobre la parte de salida.

25 49. Tubo termoplástico orientado biaxialmente obtenido con el método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes.

50. Tubo de PVC orientado biaxialmente obtenido con el método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes.
51. Tubo de presión orientado biaxialmente para transporte de agua obtenido con el
5 método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes.
52. Un dispositivo de expansión adaptado para uso en un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes y/o en una instalación de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes.

MÉTODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACIÓN DE TUBOS ORIENTADOS BIAXIALMENTE

RESUMEN

La producción de un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un
5 tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un
extrusionador que tiene un cabezal de troquel extrusionador con un miembro de troquel
interior que forma una luz en el conducto del tubo en condición de preforma. El tubo en
condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura. Se utiliza un
dispositivo de expansión, que comprende una parte de expansión no deformable que
10 tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo, cuya parte de expansión es
contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión para llevar a cabo la expansión
del tubo atemperado en dirección circunferencial. El método comprende embutir el tubo
atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, de
tal manera que dicho tubo es transformado a partir de un tubo en condición de preforma
15 en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en
dirección axial y en dirección circunferencial del tubo.

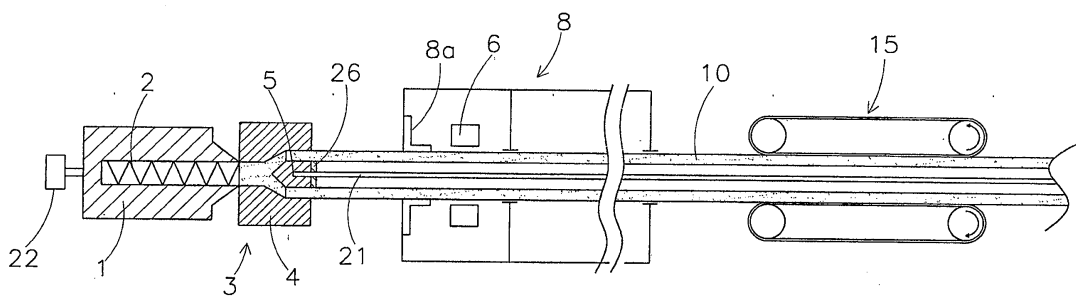


Fig 1a

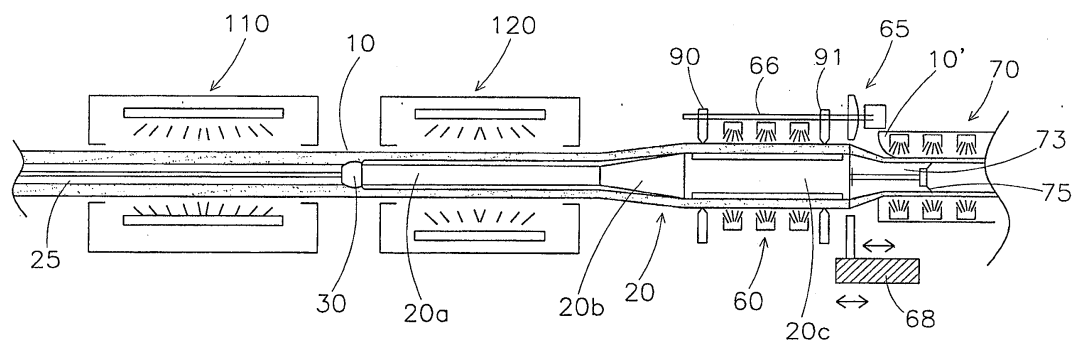


Fig 1b

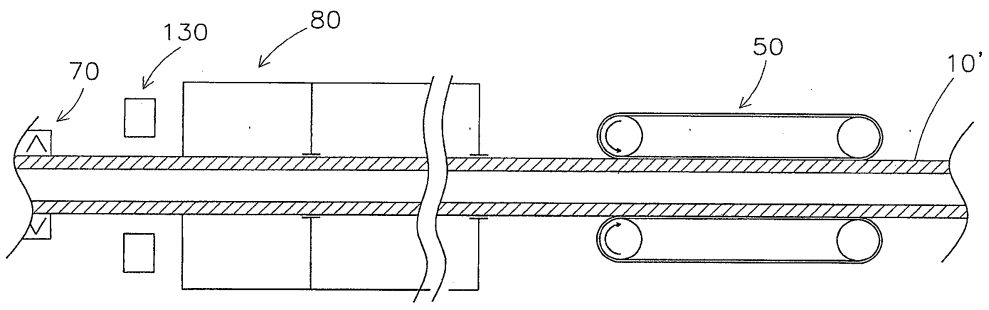


Fig 1c

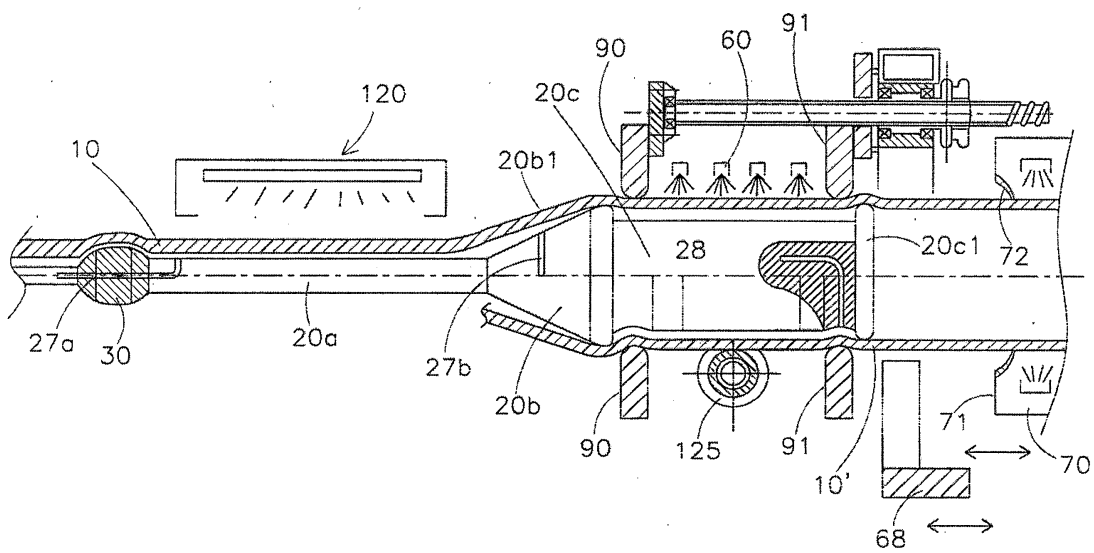
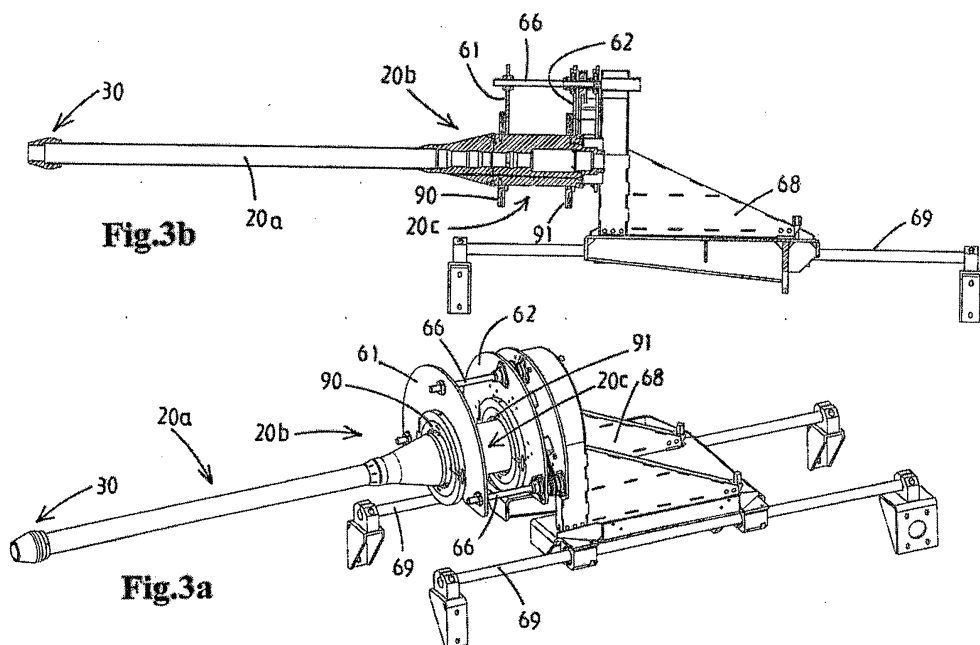


Fig 2



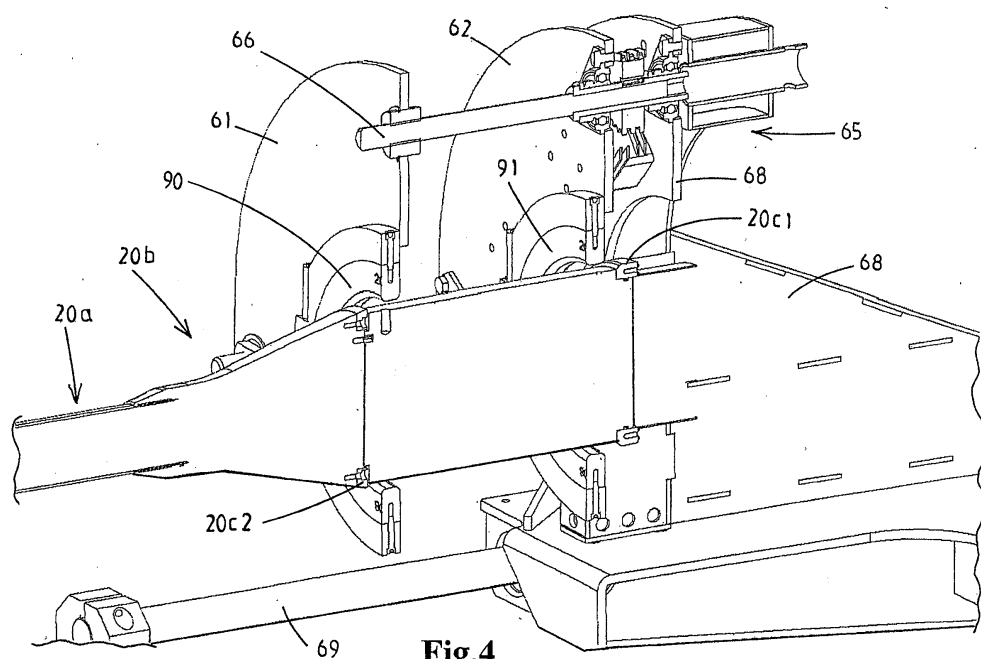


Fig.4

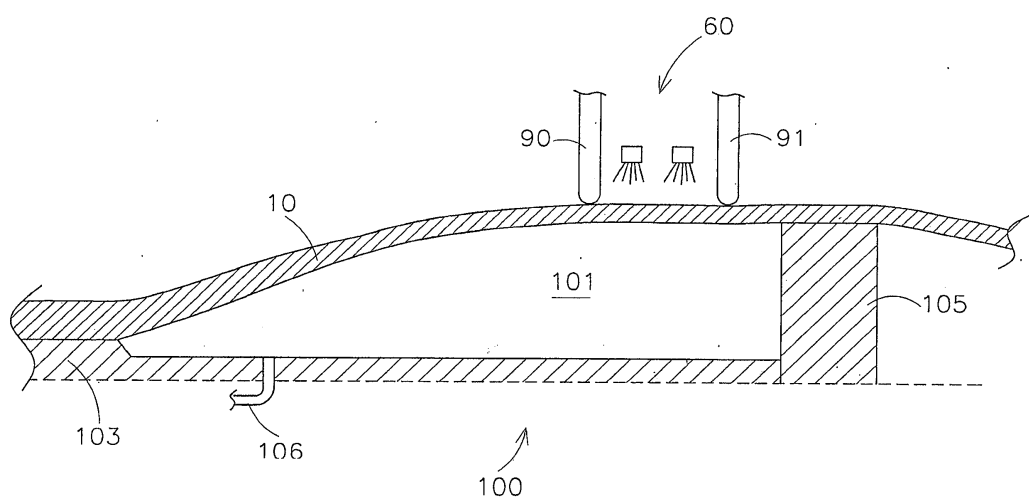


Fig 5

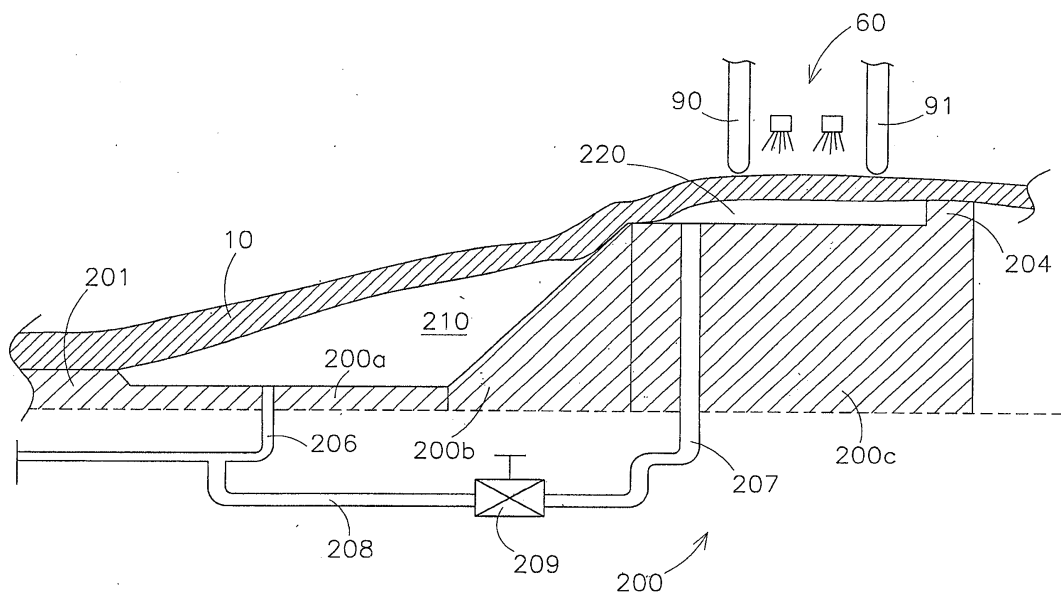


Fig 6

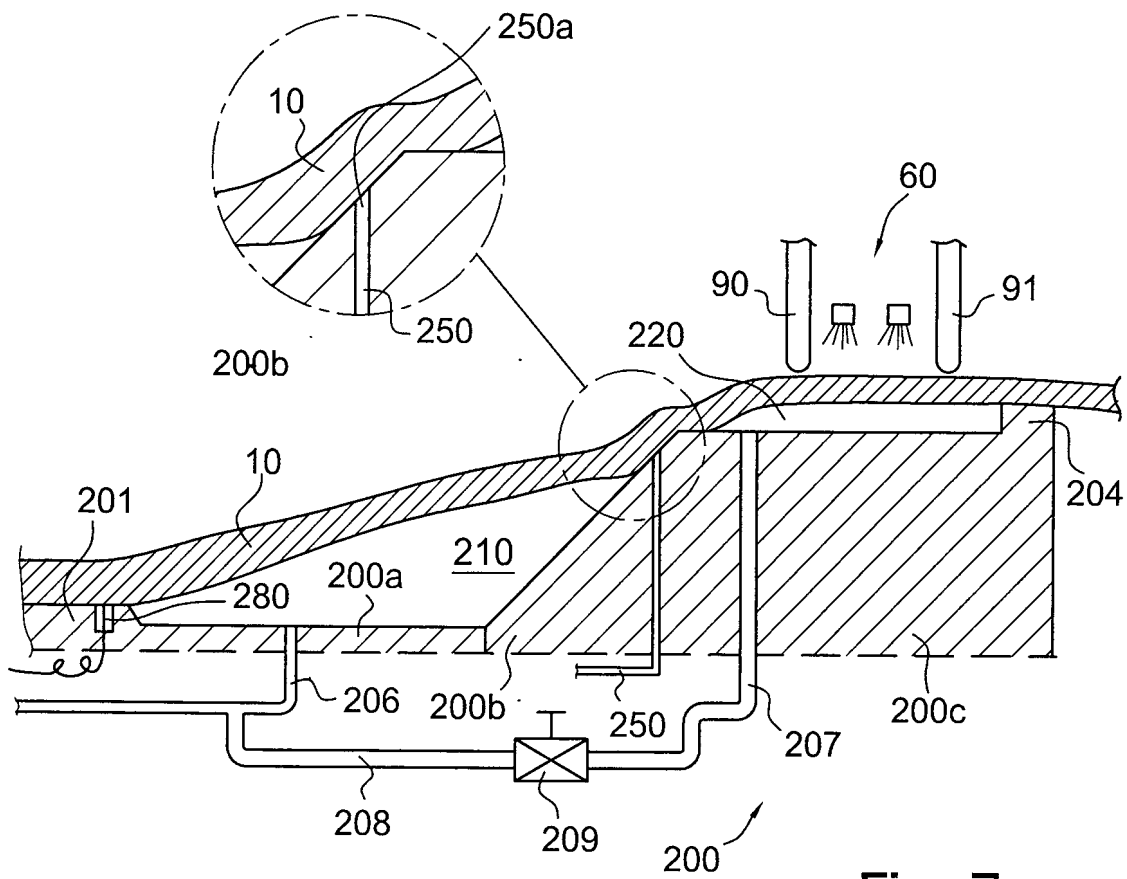


Fig. 7a

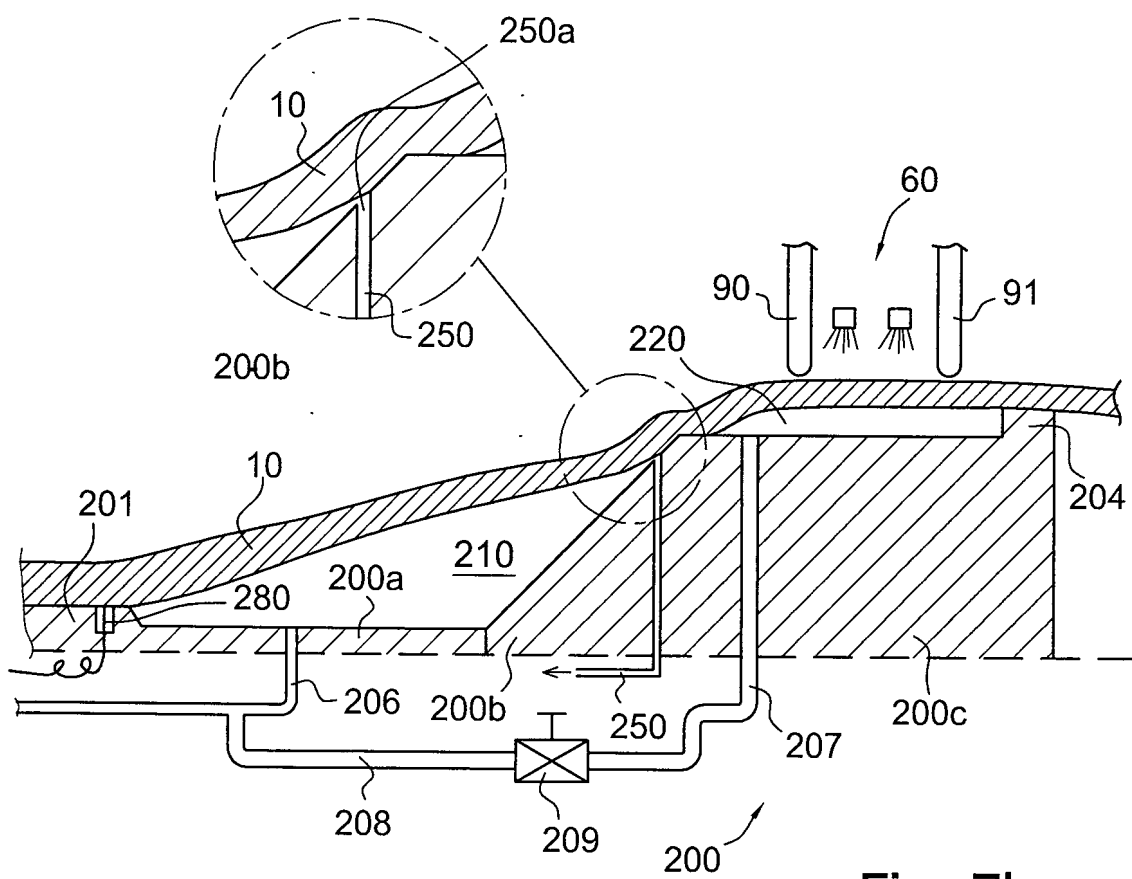


Fig. 7b

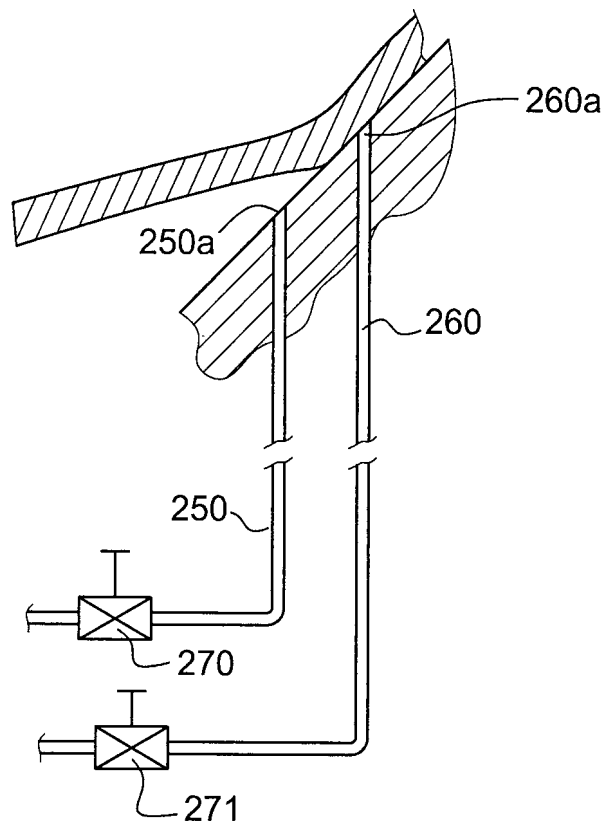


Fig. 7c

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS			
		PATENTE DE INVENCION ____ PCT <u>X</u> MODELO DE UTILIDAD ____ DISEÑO INDUSTRIAL ____			
(Nº de solicitud:		(22) Fecha de solicitud:			
(51) Clasificación Internacional :					
(71) Solicitante(s)		ROLLEPAAL HOLDING B.V.			
(72) Inventor(es)		VISSCHER, Jan, JANSEN KLOMP, Hendrik Jan Carel, BOSCH Jan-Mark			
(74) Apoderado:		DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO			
(30) Prioridad	(31)	No. Prioridad	32)	Fecha	(33) País
		2003666		19/10/2009	NL
(85) Fecha inicio fase nacional:				(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT				Fecha: 28/04/2011	
Fecha de presentación de la solicitud: 18/10/2010				Nº publicación: WO 2011/049436 A3	
No. de solicitud PCT/NL2010/050687					
(54) Titulo: METODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACION DE TUBOS ORIENTADOS BIAXIALMENTE					

	EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN ___ Patente de Invención ___ Patente modelo de utilidad <u>X</u> PCT
---	---

(21) No. De solicitud	(51) int. Cl:
(22) Fecha de solicitud	(71) Solicitante (s) ROLLEPAAL HOLDING B.V.
(30) Prioridad	(72) Interventor (es) VISSCHER, Jan JANSEN KLOMP, Hendrik Jan Carel BOSCH, Jan-Mark
(31) No. Prioridad 2003666	
(32) Fecha 19/10/2009	
(33) País EP	(74) Apoderado (s) DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
(54) Título METODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA FABRICACION DE TUBOS ORIENTADOS BIAIXIALMENTE	
Las casillas identificadas con 85, 86 y 87 sólo aplican para PCT	
(85) Fecha límite inicio Fase Nacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud 18/10/2010 No. de solicitud PCT/NL2010/050687	(87) Publicación internacional Fecha 28/04/2011 No. Publicación WO 2011/049436 A3

Resumen reivindicación (es):

1. Un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusionador, que está provisto con un cabezal de troquel extrusionador que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo en dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba,

en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado, en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y en el que un fluido es introducido y forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,

estando caracterizado el método por el hecho de que se utiliza un dispositivo de expansión con una parte de entrada que está provista con un miembro de estanqueidad, que está acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión y que tiene un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el fluido llegue a la luz del conducto del tubo curso arriba del miembro de estanqueidad.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicho miembro de estanqueidad está dispuesto en el extremo saliente de la parte de entrada.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por el hecho de que no existe parte externa a la altura del miembro de estanqueidad que presione el tubo en condición de preforma sobre el miembro de estanqueidad.

4. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que se utilizan uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionados para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma y, por lo tanto, sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y

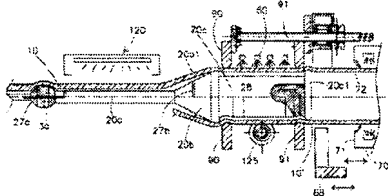


Fig. 2



No. 12-081734- -00000-0000
Fecha: 2012-05-17 15:40:49 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 235

PATENTE DE INVENCION ☐ MODELO DE UTILIDAD ☐ Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
	Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT X MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

<u>X</u>	Indicación que se solicita una PCT
<u>X</u>	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
<u>X</u>	Dibujos de ser estos pertinentes
<u>X</u>	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
	Completa <u>X</u> Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐ (Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
	Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐ (Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
	Completa ☐ Incompleta ☐