

No. 13-138064-00000-0000

Fecha: 2013-06-07 10:46:31
Tra. 11 PATENTEIYI
Act. 411 PRESENTACIONDep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 68

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. **13-138064**54. TÍTULO FIBRA DE ACERO PARA REFORZAR HORMIGON O MORTERO QUE
TIENE UN EXTREMO DE ANCLAJE CON ALMENOS DOS SECCIONES
DOBLADAS

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE NV BEKAERT SADOMICILIO ZWEVEGEM, BELGICA74. APODERADO LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C., _____



No. 13-138064- -00000-0000

Fecha: 2013-06-07 10:46:31 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Follos: 68

ación



DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	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/EP2011/072747	Fecha 2011/12/14
Publicación Internacional No.		WO 2012/080326 A3	Fecha 2012/06/21
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN		
FIBRA DE ACERO PARA REFORZAR HORMIGÓN O MORTERO QUE TIENE UN EXTREMO DE ANCLAJE CON AL MENOS DOS SECCIONES DOBLADAS			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
E04C 005/001			
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
NV BEKAERT SA			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		Bekaertstraat 2, 8550 Zwevegem, Bélgica	No. TELÉFONO 3 47 36 11
CIUDAD		Zwevegem	CORREO ELECTRÓNICO clientes@cavelier.com
DEPARTAMENTO/ESTADO			NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN
PAÍS DE RESIDENCIA		Bélgica	Bélgica
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. LAMBRECHTS		Ann	Belga
2. VERVAECKE		Frederik	Belga
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
1. Bélgica		Avelgem	Bevrijdingslaan 41, 8580 Avelgem, Bélgica
2. Bélgica		Gent	Hector Van Wittenberghestraat 47, 9000 Gent, Bélgica
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	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
De Páez		Luz Clemencia	C.C . 35.456.344 T.P . 23.555
DIRECCIÓN	Carrera 4ª No. 72-35		No. TELÉFONO 3 47 36 11
CIUDAD	BOGOTA		CORREO ELECTRÓNICO cavelier@cavelier.com
PAÍS	COLOMBIA		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL

10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
EUROPA		EP	10195107.7	2010/12/15
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 ☐				
Universidades públicas o privadas ☐				
Entidades sin ánimo de lucro ☐				
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
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.				
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	No. <u>13-0051593</u> No. <u>13-0053760</u>		Fecha: <u>2013/05/28</u> Fecha: <u>2013/06/04</u>
16	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>				
Nombre del Firmante LUZ CLEMENCIA DE PAEZ		Firma <u><i>LUZ CLEMENCIA DE PAEZ</i></u> <u><i>TP 23555</i></u>		
C.C 35.456.344 de Usaquén		Tarjeta Profesional 23.555		

SCT\SCT\SDC\ID-AF243807\WPCL2394

17	ANEXOS
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: <u>41</u> 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: <u>12</u> 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: <u>10</u> 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. ☒ Poder de NV BEKAERT SA 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. Reducción de tasas Micro, pequeñas o 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 Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$500.000. 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 2 reivindicaciones adicionales a 10 por \$60.000.

FIGURA CARACTERISTICA

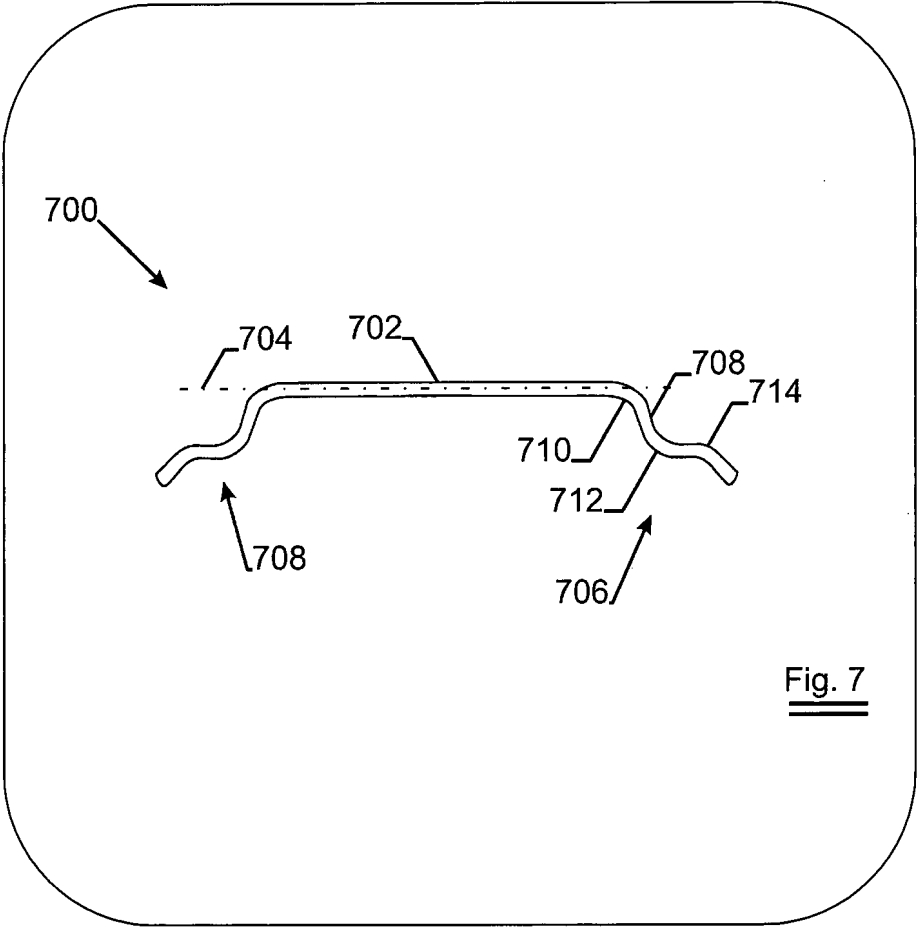


Fig. 7

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

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau



(10) International Publication Number
WO 2012/080326 A3

(43) International Publication Date
21 June 2012 (21.06.2012)

- (51) International Patent Classification:
E04C 5/01 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/EP2011/072747
- (22) International Filing Date:
14 December 2011 (14.12.2011)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
10195107.7 15 December 2010 (15.12.2010) EP
- (71) Applicant (for all designated States except US): NV
BEKAERT SA [BE/BE]; Bekaertstraat 2, B-8550 Zweve-
gem (BE).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): LAMBRECHTS,
Ann [BE/BE]; Bevrijdingslaan 41, B-8580 Avelgem (BE).
VERVAECKE, Frederik [BE/BE]; Hector Van Witten-
berghestraat 47, B-9000 Gent (BE).
- (74) Agent: HEYDE, Katrien; Bekaertstraat 2, B-8550 Zweve-
gem (BE).
- (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, 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).

Declarations under Rule 4.17:

— of inventorship (Rule 4.17(iv))

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:
15 November 2012

(54) Title: STEEL FIBRE FOR REINFORCING CONCRETE OR MORTAR HAVING AN ANCHORAGE END WITH AT
LEAST TWO BENT SECTIONS

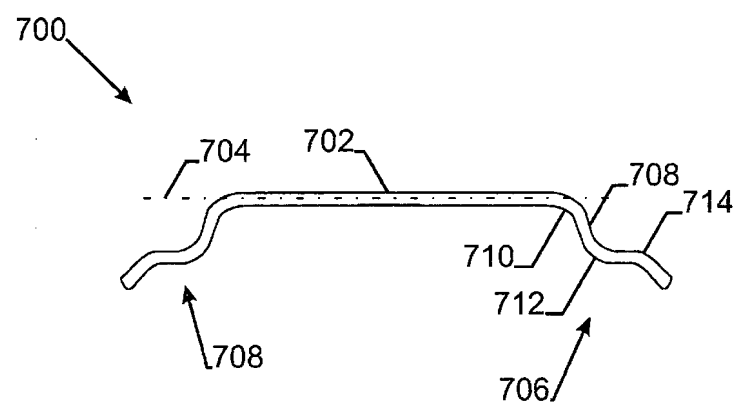


Fig. 7

(57) Abstract: The invention relates to a steel fibre for reinforcing concrete or mortar. The steel fibre comprises a middle portion and an anchorage end at one or both ends of the middle portion. The middle portion has a main axis. The anchorage end is deflecting from the main axis of the middle portion in a deflection section. The anchorage end has n bent sections, with n equal or larger than 2. When the steel fibre according to the present invention being in a stable position on a horizontal surface is vertical projected on this horizontal surface, the vertical projections in this horizontal surface of all of the n bent sections of an anchorage end are located at one side of the vertical projection in this horizontal surface of the main axis of the middle portion. The invention further relates to a concrete structure reinforced with steel fibres according to the invention and to the use of such steel fibres for load carrying structures of concrete.

WO 2012/080326 A3

FIBRA DE ACERO PARA REFORZAR HORMIGÓN O MORTERO QUE TIENE UN
EXTREMO DE ANCLAJE CON AL MENOS DOS SECCIONES DOBLADAS

Descripción

5 **Campo técnico**

10 [0001] La invención se refiere a fibras de acero para
 reforzar hormigón o mortero dotadas de extremos de
 anclaje que permiten obtener un buen anclaje cuando
 se embeben en hormigón o mortero. Las fibras de acero
 tienen extremos de anclaje que tienen al menos dos
 secciones dobladas. Las fibras de acero según la
 presente invención muestran un buen rendimiento en
 estado límite de capacidad de servicio (SLS) y en
15 estado límite último (ULS) cuando se embeben en
 hormigón o mortero.

 La invención se refiere además a estructuras de
 hormigón o mortero que comprenden tales fibras de
 acero.

20 **Técnica anterior**

25 [0002] El hormigón es un material quebradizo que tiene baja
 resistencia a la tracción y baja capacidad de
 deformación. Para mejorar propiedades del hormigón
 como la resistencia a la tracción y la capacidad de
 deformación, se ha desarrollado el hormigón reforzado
 con fibras y más particularmente el hormigón
 reforzado con fibras metálicas.

30 Se conoce en la técnica que las propiedades de las
 fibras como la concentración de fibras, la geometría
 de la fibra y la razón de aspecto de la fibra
 influyen enormemente en el rendimiento del hormigón
 reforzado.

35 [0003] Con respecto a la geometría de la fibra se conoce que
 las fibras que tienen una forma diferente de la forma

recta proporcionan un mejor anclaje de la fibra en el hormigón o mortero.

Se sabe además que se prefieren las fibras que no muestran tendencia a formar bolas cuando se añaden a o se mezclan con hormigón o mortero.

Se conocen en la técnica numerosos ejemplos de geometrías de fibra diferentes. Por ejemplo, hay fibras que están dotadas de ondulaciones, o bien a lo largo de toda la longitud o bien a lo largo de parte de su longitud. Ejemplos de fibras de acero onduladas a lo largo de toda la longitud se describen en el documento WO84/02732. También se conocen en la técnica fibras que tienen extremos en forma de gancho. Tales fibras se describen por ejemplo en el documento US 3.942.955.

De manera similar, hay fibras en las que el perfil de sección transversal cambia a lo largo de la longitud, tales como las fibras dotadas de secciones engrosadas y/o aplanadas.

Un ejemplo de una fibra de acero dotada de secciones engrosadas es una fibra de acero con engrosamientos en forma de una cabeza de clavo en cada una de las extremidades, tal como se describe en el documento US 4.883.713.

La patente japonesa 6-294017 describe el aplanamiento de una fibra de acero a lo largo de toda su longitud. El modelo de utilidad alemán G9207598 describe el aplanamiento de sólo la parte media de una fibra de acero con extremos en forma de gancho. El documento US 4.233.364 describe fibras de acero rectas dotadas de extremos que están aplanados y están dotados de un reborde en un plano esencialmente perpendicular a los extremos aplanados.

Se conocen fibras de acero con extremos en forma de gancho aplanado de los documentos EP 851957 y EP 1282751.

5 [0004] Las fibras de la técnica anterior conocidas actualmente para el refuerzo de hormigón funcionan muy bien en campos de aplicación conocidos como revestimiento de piso industrial, hormigón proyectado, solado,...

10 Sin embargo, la desventaja de las fibras de la técnica anterior conocidas actualmente es el rendimiento relativamente bajo en estado límite último (ULS) cuando se usan dosificaciones bajas o moderadas de fibras. Para aplicaciones estructurales
15 más exigentes, como vigas y losas elevadas, se usan altas dosificaciones, normalmente de desde el 0,5% en volumen (40 kg/m^3) en adelante y de manera no excepcional de hasta el 1,5% en volumen (120 kg/m^3) para proporcionar el rendimiento necesario en ULS.
20 Estas altas dosificaciones no facilitan el mezclado y la colocación del hormigón reforzado con fibras de acero.

Algunas fibras de la técnica anterior no rinden en ULS ya que se rompen en desplazamientos de la
25 abertura en la punta de una grieta (CMOD) inferiores a lo que se requiere para ULS. Otras fibras, como las fibras con extremos en forma de gancho no rinden bien en ULS ya que están diseñadas para extraerse.

30 **Descripción de la invención**

[0005] Un objeto de la presente invención es proporcionar fibras de acero para el refuerzo de hormigón o mortero evitando los inconvenientes de la técnica anterior.

[0006] Otro objeto es proporcionar fibras de acero que puedan salvar desplazamientos de la abertura en la punta de una grieta mayores de 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm o incluso mayores de 3 mm durante el ensayo de flexión en tres puntos según la norma europea EN 14651 (junio de 2005).

[0007] Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar fibras de acero que muestren buen anclaje en hormigón o mortero.

[0008] Un objeto adicional es proporcionar fibras de acero que no muestren tendencia a formar bolas cuando se mezclan en el hormigón o mortero.

[0009] Además, un objeto de la presente invención es proporcionar fibras de acero que puedan usarse ventajosamente para aplicaciones estructurales usándose las fibras de acero en dosificaciones bajas o moderadas, normalmente del 1% en volumen de fibras de acero o del 0,5% en volumen de fibras de acero.

[0010] Adicionalmente, otro objeto es proporcionar fibras de acero que permitan reducir o evitar el comportamiento de fluencia del hormigón con grietas reforzado con esas fibras en la zona de tensión.

[0011] Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una fibra de acero para reforzar hormigón o mortero.

La fibra de acero comprende una parte media recta y un extremo de anclaje en uno o ambos extremos de la parte media.

La parte media tiene un eje principal. El extremo de anclaje está desviado con respecto al eje principal de la parte media en una sección de desviación.

El extremo de anclaje está conectado a la parte media mediante la sección de desviación.

El extremo de anclaje tiene n secciones dobladas, siendo n igual o superior a 2. Cuando la fibra de acero según la presente invención que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales en esta superficie horizontal de todas las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están ubicados en un lado del saliente vertical en esta superficie horizontal del eje principal de la parte media.

[0012] La sección de desviación tiene un radio de curvatura. Además, cada una de las secciones dobladas tiene un radio de curvatura: la primera sección doblada tiene un primer radio de curvatura; la segunda sección doblada tiene un segundo radio de curvatura, la tercera sección doblada (si está presente) tiene un tercer radio de curvatura, la sección doblada de orden n (si está presente) tiene un radio de curvatura de orden n .

[0013] Tal como se especificó anteriormente, un extremo de anclaje de una fibra de acero según la presente invención tiene al menos n secciones dobladas, siendo n igual o superior a 2. En realizaciones particulares, un extremo de anclaje de una fibra de acero según la presente invención puede comprender más de dos secciones dobladas. En principio, no hay limitación en cuanto al número de secciones dobladas de un extremo de anclaje de una fibra de acero según la presente invención. Sin embargo, las realizaciones más preferidas tienen dos secciones dobladas, tres secciones dobladas o cuatro secciones dobladas. Puesto que la sección de desviación también puede considerarse como una sección doblada, la fibra de

acero según la presente invención tiene para cada extremo de anclaje $n+1$ secciones dobladas: una sección de desviación y n secciones dobladas. Una fibra de acero que tiene dos extremos de anclaje tiene $2x(n+1)$ secciones dobladas.

[0014] La sección de desviación está conectando el extremo de anclaje a la parte media de la fibra de acero y hace que el extremo de anclaje se desvíe del eje principal de la parte media de la fibra de acero. Con "desviarse" se quiere decir apartarse de una línea recta, es decir apartarse del eje principal de la parte media de la fibra de acero.

[0015] Cuando una fibra de acero según la presente invención que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales en esta superficie horizontal de todas las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están ubicados en un lado del saliente vertical en esta superficie horizontal del eje principal del eje principal de la parte media, es decir todas las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están ubicadas en un lado del saliente vertical en esta superficie horizontal de la parte media o en un lado del saliente vertical en esta superficie horizontal de una línea que se extiende desde el eje principal de la parte media de la fibra de acero.

[0016] Preferiblemente, cuando una fibra de acero según la presente invención está en una posición estable sobre una superficie horizontal, los salientes verticales sobre esta superficie horizontal de ninguna de las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están

ubicados sobre el saliente vertical del eje principal o sobre el saliente vertical de una línea que se extiende desde dicho eje principal.

Esto significa que sólo el saliente vertical sobre esta superficie horizontal de la sección de desviación está ubicado al menos parcialmente en el saliente vertical sobre esta superficie horizontal del eje principal.

10 [0017] Con "posición estable" se quiere decir la posición en la que una fibra de acero permanece cuando se extiende sobre una superficie horizontal.

15 [0018] El radio de curvatura de la sección de desviación y de las secciones dobladas oscila preferiblemente entre 0,1 mm y 5 mm, por ejemplo entre 0,5 mm y 3 mm, por ejemplo 1 mm, 1,2 mm o 2 mm.

20 Los radios de curvatura de la sección de desviación y de las diferentes secciones dobladas de un extremo de anclaje de una fibra de acero pueden escogerse independientemente entre sí. Esto significa que el radio de la sección de desviación, el radio de la primera sección doblada, el radio de la segunda sección doblada y el radio de cualquier sección doblada adicional (si está presente) pueden ser iguales o pueden ser diferentes.

25 [0019] Un ejemplo de una fibra de acero según la presente invención comprende una fibra de acero que tiene una sección de desviación en la que el extremo de anclaje está desviado con respecto al eje principal de la parte media y un extremo de anclaje que tiene dos secciones dobladas: una primera sección doblada y una segunda sección doblada. El extremo de anclaje está
30 conectado a un extremo de la parte media en la
35

sección de desviación. La primera sección doblada está conectada a la sección de desviación y la segunda sección doblada está conectada a la primera sección doblada. En un primer ejemplo, la primera sección doblada está conectada directamente a la sección de desviación y la segunda sección doblada está conectada directamente a la primera sección doblada.

Un ejemplo alternativo de una fibra de acero según la presente invención comprende una fibra de acero que tiene una sección de desviación en la que el extremo de anclaje está desviado con respecto al eje principal de la parte media y un extremo de anclaje que tiene secciones dobladas primera y segunda. El extremo de anclaje está conectado a un extremo de la parte media en la sección de desviación. La primera sección doblada está conectada a la sección doblada de desviación mediante una primera sección recta y la segunda sección doblada está conectada a la primera sección doblada mediante una segunda sección recta.

[0020] La longitud de una sección recta entre dos secciones dobladas consecutivas oscila preferiblemente entre 0,1 mm y 5 mm, por ejemplo 0,5 mm o 2 mm.

"Secciones dobladas consecutivas" significa secciones dobladas que siguen la una a la otra.

[0021] Las longitudes de las diferentes secciones rectas entre dos secciones dobladas consecutivas pueden escogerse independientemente entre sí. Esto significa que las diferentes secciones rectas pueden tener la misma longitud o diferentes longitudes.

Un ejemplo comprende una fibra de acero que tiene secciones rectas, teniendo todas las secciones rectas una longitud de 2 mm.

Un ejemplo alternativo comprende una fibra de acero que tiene una primera sección recta (es decir la sección recta entre la sección de desviación y la primera sección doblada) que tiene una longitud de 0,5 mm, una segunda sección recta (es decir la sección recta entre las secciones dobladas primera y segunda) que tiene una longitud de 2 mm.

[0022] Una fibra de acero según la presente invención puede estar dotada de un extremo de anclaje en un extremo de la parte media. Preferiblemente, una fibra de acero está dotada de un extremo de anclaje en ambos extremos de la fibra de acero.

En caso de que la fibra de acero esté dotada de un extremo de anclaje en ambos extremos de la parte media, los dos extremos de anclaje pueden ser iguales o pueden ser diferentes.

[0023] Para una fibra de acero que tiene un extremo de anclaje en ambos extremos de la parte media, ambos extremos de anclaje pueden estar doblados alejándose (desviándose) en el mismo sentido con respecto al eje principal de la parte media de la fibra de acero (fibras simétricas).

Alternativamente, un extremo de anclaje puede estar doblado alejándose (desviándose) en un sentido con respecto al eje principal de la parte media de la fibra de acero mientras que el otro extremo de anclaje está doblado alejándose (desviándose) en el sentido opuesto con respecto al eje principal de la parte media de la fibra de acero (fibras asimétricas).

[0024] Para una fibra de acero según la presente invención, la parte media y el extremo de anclaje están situados

preferiblemente en un plano o están situados sustancialmente en un plano.

El otro extremo de anclaje, si lo hay, puede estar situado en el mismo plano o en otro plano.

5

[0025] Una ventaja de las fibras de acero según la presente invención es que no coagulan cuando se mezclan con hormigón o mortero. Esto da como resultado una distribución homogénea de las fibras de acero a lo largo del hormigón o mortero.

10

Esto es a diferencia de las fibras de acero que tienen dobleces consecutivos en lados opuestos del eje principal de la parte media o que tienen dobleces consecutivos en las que una que está ubicada sobre el eje principal de la parte media tiende a coagular durante el mezclado. La coagulación de las fibras de acero da lugar a una distribución no homogénea de las fibras de acero a lo largo del hormigón.

15

20

[0026] Las fibras de acero según la presente invención rinden particularmente bien tanto en estado límite de capacidad de servicio (SLS) de una estructura de hormigón o mortero como en estado límite último (ULS) cuando se usa a dosificación moderada o baja, es decir a una dosificación inferior al 1% en volumen o inferior al 0,5% en volumen, por ejemplo del 0,25% en volumen.

25

[0027] Se conoce en la técnica que aumentar la cantidad de fibras en hormigón influye positivamente en el rendimiento del hormigón reforzado con fibras.

30

Una gran ventaja de la presente invención es que se obtiene buen rendimiento en SLS y ULS con dosificación moderada o baja de fibras de acero.

Para esta invención, las propiedades de material usadas para evaluar el rendimiento en ULS y SLS del hormigón reforzado con fibras de acero es la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,i}$. La resistencia a la tracción por flexión residual se deriva de la carga en un desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta (CMOD) o deflexión al centro del claro (δ_R) predeterminados.

Las resistencias a la tracción por flexión residuales se determinan por medio de un ensayo de flexión en tres puntos según la norma europea EN 14651 (descrita adicionalmente en esta solicitud).

La resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,1}$ se determina en $CMOD_1 = 0,5 \text{ mm}$ ($\delta_{R,1} = 0,46 \text{ mm}$), la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,2}$ se determina en $CMOD_2 = 1,5 \text{ mm}$ ($\delta_{R,2} = 1,32 \text{ mm}$), la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ se determina en $CMOD_3 = 2,5 \text{ mm}$ ($\delta_{R,3} = 2,17 \text{ mm}$) y la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,4}$ se determina en $CMOD_4 = 3,5 \text{ mm}$ ($\delta_{R,4} = 3,02 \text{ mm}$).

La resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,1}$ es el requisito clave para el diseño de SLS.

La resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ es el requisito clave para el diseño de ULS.

[0028] Para las fibras de acero según la presente invención (a diferencia de las fibras de acero conocidas en la técnica) la razón entre la resistencia a la flexión residual $f_{R,3}$ y la resistencia a la flexión residual $f_{R,1}$ ($f_{R,3}/f_{R,1}$) es alta incluso cuando se usan dosificaciones bajas o moderadas de fibras de acero como por ejemplo dosificaciones inferiores al 1% en volumen o dosificaciones inferiores al 0,5% en volumen, por ejemplo del 0,25% en volumen.

Para las fibras según la presente invención, la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ es preferiblemente superior a 1, y más preferiblemente superior a 1,05 o superior a 1,15, por ejemplo 1,2 ó 1,2 cuando se usan dosificaciones inferiores al 1% en volumen o dosificaciones inferiores al 0,5% en volumen, por ejemplo del 0,25% en volumen.

[0029] Para el hormigón reforzado con fibras de acero según la presente invención con una dosificación del 0,5% en volumen, la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ que usa un hormigón C35/45 es superior a 3,5 MPa, preferiblemente superior a 5 MPa, más preferiblemente superior a 6 MPa como por ejemplo 7 MPa.

[0030] Las fibras conocidas en la técnica, como por ejemplo fibras de acero que tienen extremos en forma cónica (cabezas de clavo) compuestas por acero con bajo contenido en carbono funcionan bien para limitar la anchura o el crecimiento de hasta aproximadamente 0,5 mm (SLS). Sin embargo, estas fibras tienen un bajo rendimiento en ULS. Este tipo de fibras de acero se rompen en desplazamientos de la abertura en la punta de una grieta inferiores a los requeridos para ULS. La razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ es inferior a 1 para dosificaciones moderadas en un hormigón de resistencia normal, por ejemplo hormigón C35/45.

Otras fibras conocidas en la técnica son fibras con extremos en forma de gancho como por ejemplo las conocidas del documento EP 851957 están diseñadas para extraerse.

También para este tipo de fibras, la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ es inferior a 1 para dosificaciones moderadas en un hormigón de resistencia normal.

CAPACIDAD DE CARGA MÁXIMA F_m - RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R_m

5 [0031] Una fibra de acero según la presente invención, es decir la parte media de una fibra de acero según la presente invención, tiene preferiblemente una alta capacidad de carga máxima F_m . La capacidad de carga máxima F_m es la mayor carga que la fibra de acero soporta durante un ensayo de tracción.

10 La capacidad de carga máxima F_m de la parte media está relacionada directamente con la resistencia a la tracción R_m de la parte media, ya que la resistencia a la tracción R_m es la capacidad de carga máxima F_m dividida por el área de sección transversal original de la fibra de acero.

15 Para una fibra de acero según la presente invención, la resistencia a la tracción de la parte media de la fibra de acero es preferiblemente superior a 1000 MPa y más particularmente superior a 1400 MPa, por ejemplo superior a 1500 MPa, por ejemplo superior a 1750 MPa, por ejemplo superior a 2000 MPa, por ejemplo superior a 2500 MPa.

20 La alta resistencia a la tracción de las fibras de acero según la presente invención permite que las fibras de acero soporten altas cargas.

25 Una resistencia a la tracción superior se refleja por tanto directamente en una dosificación inferior de las fibras. Sin embargo, el uso de fibras de acero que tienen una alta resistencia a la tracción sólo es significativo si las fibras de acero muestran un buen anclaje en el hormigón.

30

ELONGACIÓN EN CARGA MÁXIMA

35 [0032] Según una realización preferida, la fibra de acero según la presente invención, más particularmente la

parte media de una fibra de acero según la presente invención, tiene una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 2,5%.

Según realizaciones particulares de la presente invención, la parte media de la fibra de acero tiene una elongación en carga máxima A_{g+e} superior al 2,75%, superior al 3,0%, superior al 3,25%, superior al 3,5%, superior al 3,75%, superior al 4,0%, superior al 4,25%, superior al 4,5%, superior al 4,75%, superior al 5,0%, superior al 5,25%, superior al 5,5%, superior al 5,75% o incluso superior al 6,0%.

[0033] Dentro del contexto de la presente invención, la elongación en carga máxima A_{g+e} y no la elongación en fracción A_t se usa para caracterizar la elongación de una fibra de acero, más particularmente de la parte media de una fibra de acero.

El motivo es que una vez que se ha alcanzado la carga máxima, comienza la constricción de la superficie disponible de la fibra de acero y no se continúa con las cargas superiores.

La elongación en carga máxima A_{g+e} es la suma de la elongación en carga máxima plástica A_g y la elongación elástica.

La elongación en carga máxima no comprende la elongación estructural A_s que puede deberse al carácter ondulado de la parte media de la fibra de acero (si lo hay). En caso de una fibra de acero ondulada, la fibra de acero se endereza primero antes de medir la A_{g+e} .

[0034] El alto grado de elongación en carga máxima A_{g+e} puede obtenerse aplicando un tratamiento de alivio de esfuerzo particular tal como un tratamiento térmico a los hilos de acero de los que estarán compuestas las

20
fibras de acero. En este caso, al menos la parte media de la fibra de acero está en un estado de alivio de esfuerzo.

5 [0035] Se prefieren fibras de acero que tienen una alta ductilidad o una alta elongación en carga máxima, estas fibras no se romperán en CMOD superiores a 0,5 mm, superiores a 1,5 mm, superiores a 2,5 mm o superiores a 3,5 mm en el ensayo de flexión en tres
10 puntos según la norma EN 14651.

FUERZA DE ANCLAJE

15 [0036] Preferiblemente, la fibra de acero según la presente invención tiene un alto grado de anclaje en hormigón o mortero.

Dotando a la parte media de la fibra de acero de extremos de anclaje según la presente invención, mejora considerablemente el anclaje de la fibra de acero en hormigón o mortero.

20 Un alto grado de anclaje evitará la extracción de las fibras.

Un alto grado de anclaje combinado con una alta elongación en resistencia máxima evitará la extracción de las fibras, evitará el fallo de la fibra y evitará la fractura frágil del hormigón en tensión.

25 Un alto grado de anclaje combinado con una alta resistencia a la tracción permite que se realice el mejor uso de la resistencia a la tracción tras la aparición de grietas.

30 [0037] Las fibras de acero según la presente invención tienen por ejemplo una resistencia a la tracción R_m superior a 1000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 1,5%, una resistencia a la tracción
35

R_m de al menos 1000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 2,5%, una resistencia a la tracción R_m de al menos 1000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 4%.

5 En realizaciones preferidas, las fibras de acero tienen una resistencia a la tracción R_m de al menos 1500 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 1,5%, una resistencia a la tracción R_m de al menos 1500 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 2,5%, una resistencia a la tracción R_m de al menos 1500 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 4%.

10 En realizaciones preferidas adicionales, las fibras de acero tienen una resistencia a la tracción R_m de al menos 2000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 1,5%, una resistencia a la tracción R_m de al menos 2000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 2,5%, una resistencia a la tracción R_m de al menos 2000 MPa y una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 4%.

15 Las fibras que tienen una alta resistencia a la tracción R_m pueden soportar altas cargas. Las fibras caracterizadas por una alta elongación en carga máxima A_{g+e} no se romperán en CMOD superiores a 0,5 mm, superiores a 1,5 mm, superiores a 2,5 mm o superiores a 3 mm en el ensayo de flexión en tres puntos según la norma EN 14651.

20 [0038] La parte media de la fibra de acero puede ser recta o rectilínea; o puede ser ondulada u ondeada. Preferiblemente, la parte media de las fibras de acero es recta o rectilínea. En caso de que la parte media sea ondulada u ondeada, el eje principal de la parte media se define como la línea que atraviesa la parte media ondulada u ondeada de tal forma que el

25

30

35

área total de las ondas u ondulaciones superiores por encima de esta línea sea igual que el área total de las ondas u ondulaciones por debajo de esta línea.

5 [0039] Las fibras de acero, más particularmente la parte
media, pueden tener cualquier sección transversal,
tal como una sección transversal circular, una
sección transversal sustancialmente circular, una
sección transversal rectangular, una sección
10 transversal sustancialmente rectangular, una sección
transversal ovalada, una sección transversal
sustancialmente ovalada,...

15 [0040] Las fibras de acero, más particularmente la parte
media de las fibras de acero, tienen normalmente un
diámetro D que oscila entre 0,10 mm y 1,20 mm, por
ejemplo que oscila entre 0,5 mm y 1 mm, más
particularmente 0,7 mm o 0,9 mm. En caso de que la
sección transversal de la fibra de acero, y más
20 particularmente de la parte media de la fibra de
acero, no sea redonda, el diámetro es igual al
diámetro de un círculo con la misma área superficial
que la sección transversal de la parte media de la
fibra de acero.

25 Las fibras de acero, más particularmente la parte
media de las fibras de acero, tienen normalmente una
razón de longitud frente a diámetro L/D que oscila
entre 40 y 100.

30 La longitud de las fibras de acero es por ejemplo de
50 mm, 55 mm, 60 mm o 65 mm.

Con longitud de una fibra de acero se quiere decir la
longitud total de la fibra de acero, es decir, la
suma de la longitud de la parte media y la longitud
del extremo de anclaje o extremos de anclaje.

La parte media tiene preferiblemente una longitud superior a 25 mm, por ejemplo superior a 30 mm, superior a 40 mm o superior a 45 mm.

5 [0041] La fibra de acero o parte de la fibra de acero puede ser aplanada o puede estar dotada de una o más secciones aplanadas. Por ejemplo, la parte media, parte de la parte media, un extremo de anclaje o parte de un extremo de anclaje pueden ser aplanados o
10 pueden estar dotados de una o más secciones aplanadas.

Si la parte media está dotada de una o más secciones aplanadas, la sección o secciones aplanada(s) se ubica(n) preferiblemente cerca, pero no
15 inmediatamente adyacente(s), del extremo de anclaje o extremos de anclaje.

[0042] Según un segundo aspecto, se proporciona una estructura de hormigón reforzada que comprende una
20 estructura de hormigón reforzada con fibras de acero según la presente invención. La estructura de hormigón reforzada puede estar o no reforzada con un refuerzo tradicional (por ejemplo, un refuerzo pretensado o postensionado) además de las fibras de
25 acero según la presente invención.

[0043] Para una estructura de hormigón reforzada, reforzada con fibras de acero según la presente invención, la razón resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ / resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,1}$ ($f_{R,3}/f_{R,1}$) es preferiblemente superior a 1 y más preferiblemente superior a 1,05, superior a 1,15 o superior a 1,2, por ejemplo 1,3. Esta razón se alcanza cuando se usan bajas dosificaciones de fibras
30 de acero, por ejemplo una dosificación inferior al 1%
35

en volumen o una dosificación inferior al 0,5% en volumen, o incluso con una dosificación del 0,25% en volumen.

5 [0044] La resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$
de una estructura de hormigón reforzada que usa
fibras de acero según la presente invención es
preferiblemente superior a 3,5 MPa, más
preferiblemente la resistencia a la tracción por
10 flexión residual $f_{R,3}$ es superior a 4,5 MPa, superior a
5 MPa o incluso superior a 6 MPa.

[0045] La estructura de hormigón reforzada con fibras según
la presente invención tiene una resistencia residual
15 tras grietas promedio en ULS que supera 3 MPa, por
ejemplo de más de 4 MPa, por ejemplo de más de 5 MPa,
6 MPa, 7 MPa, 7,5 MPa. Mediante el uso de las fibras
de acero según la presente invención, pueden
alcanzarse estructuras de hormigón que tienen una
20 resistencia residual tras grietas promedio en ULS que
supera 3 MPa o que supera 4 MPa usando hormigón
C35/45 y usando dosificaciones inferiores al 1% en
volumen o incluso inferiores al 0,5% en volumen.
Según la presente invención, las estructuras de
25 hormigón reforzado preferidas tienen una resistencia
residual tras grietas promedio en ULS que supera 5
MPa usando hormigón C35/45 y usando dosificaciones
inferiores al 1% en volumen o incluso inferiores al
0,5% en volumen.

30 [0046] Es importante observar que existen estructuras de
hormigón reforzado que tienen una resistencia
residual tras grietas promedio en ULS que supera 3
MPa o 5 MPa. Sin embargo, esta estructura de hormigón
35 reforzada conocida en la técnica usa altas

5 dosificaciones de fibras de acero (superiores al 0,5% en volumen o superiores al 1% en volumen) en hormigón de resistencia normal u hormigón de alta resistencia o usa dosificaciones moderadas de fibras de alta resistencia en hormigón de alta resistencia.

10 [0047] Según un tercer aspecto, se proporciona el uso de fibras de acero según la presente invención para estructuras de soporte de carga de hormigón.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

- 15 [0048] La invención se describirá ahora en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que
- la figura 1 ilustra un ensayo de tracción (ensayo de tracción de carga) de una fibra de acero;
 - la figura 2 ilustra un ensayo de flexión en tres puntos (curva de carga-desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta o una curva de carga-desviación);
 - 20 - la figura 3 ilustra una curva de carga-desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta;
 - la figura 4, la figura 5, la figura 6 y la figura 7 ilustran varias fibras de acero diferentes según la presente invención;
 - 25 - la figura 8 y la figura 9 ilustran varias fibras de acero diferentes dotadas de extremos de anclaje que no cumplen los requisitos de la presente invención;
 - la figura 10a, la figura 10b, la figura 10c, la figura 10d y la figura 10e ilustran algunas realizaciones adicionales de fibras de acero, algunas realizaciones según la presente invención y algunas fibras de acero de la técnica anterior.
- 30

Modo(s) para llevar a cabo la invención

[0049] La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a determinados dibujos, pero la invención no está limitada por los mismos sino sólo por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son sólo esquemáticos y no limitativos. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala por fines ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden a reducciones reales para la práctica de la invención.

[0050] Los siguientes términos se proporcionan únicamente para ayudar a entender las invenciones.

- Capacidad de carga máxima (F_m): la mayor carga que la fibra de acero soporta durante un ensayo de tracción;
- elongación en carga máxima (%): aumento en la distancia entre señales de la fibra de acero a fuerza máxima, expresada como porcentaje de la distancia entre señales original;
- elongación en fractura (%): aumento en la distancia entre señales en el momento de la fractura expresada como porcentaje de la distancia entre señales original;
- resistencia a la tracción (R_m): esfuerzo correspondiente a la carga máxima (F_m);
- esfuerzo: fuerza dividida entre el área de sección transversal original de la fibra de acero;
- dosificación: cantidad de fibras añadidas a un volumen de hormigón (expresado en kg/m^3 o en % en volumen (un 1% en volumen se corresponde con 78,5 kg/m^3 , un 0,5% en volumen se corresponde con 40 kg/m^3));
- hormigón de resistencia normal: hormigón que tiene una resistencia inferior a o igual a la resistencia

del hormigón de las clases de resistencia C50/60 tal como se define en la norma EN206;

- hormigón de alta resistencia: hormigón que tiene una resistencia superior a la resistencia del hormigón de las clases de resistencia C50/60 tal como se define en la norma EN 206.

[0051] Para ilustrar la invención, varias fibras de acero diferentes, tanto fibras de acero de la técnica anterior como fibras de acero según la presente invención se someten a dos ensayos diferentes:

- un ensayo de tracción (ensayo de tracción de carga); y
- un ensayo de flexión en tres puntos (una curva de carga-desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta o una curva de carga-desviación).

[0052] El ensayo de tracción se aplica sobre la fibra de acero, más particularmente sobre la parte media de la fibra de acero. Alternativamente, el ensayo de tracción se aplica sobre el hilo usado para obtener la fibra de acero.

El ensayo de tracción se usa para determinar la capacidad de carga máxima F_m de la fibra de acero y para determinar la elongación en carga máxima A_{g+e} .

El ensayo de flexión en tres puntos se aplica sobre una viga reforzada con entalla, tal como se especifica en la norma EN 14651.

El ensayo se usa para determinar las resistencias a la tracción residuales.

Los ensayos se ilustran en la figura 1 y la figura 2, respectivamente.

[0053] La figura 1 muestra una configuración 60 de ensayo de un ensayo de tracción (ensayo de tracción de carga)

de una fibra de acero. Con la ayuda de la configuración 60 de ensayo, se someten a ensayo fibras de acero en cuanto a la capacidad de carga máxima F_m (carga de rotura), la resistencia a la tracción R_m y la elongación en carga máxima total A_{g+e} . En primer lugar, se cortan los extremos de anclaje (por ejemplo, los extremos en forma de gancho o aumentados) de la fibra de acero que va a someterse a ensayo. La parte 14 media restante de la fibra de acero se fija entre dos pares de abrazaderas 62, 63. A través de las abrazaderas 62, 63 se ejerce una fuerza de tracción F creciente sobre la parte 14 media de la fibra de acero. Se mide el desplazamiento o elongación como resultado de esta fuerza de tracción F creciente midiendo el desplazamiento de los agarres 64, 65 del extensómetro. L_1 es la longitud de la parte media de la fibra de acero y es por ejemplo de 50 mm, 60 mm o 70 mm. L_2 es la distancia entre las abrazaderas y es por ejemplo de 20 mm o 25 mm. L_3 es la distancia entre señales de extensómetro y es como mínimo de 10 mm, por ejemplo de 12 mm, por ejemplo de 15 mm. Para un agarre mejorado del extensómetro a la parte 14 media de la fibra de acero, la parte media de la fibra de acero puede revestirse o puede cubrirse con una cinta adhesiva fina para evitar el deslizamiento del extensómetro a lo largo de la fibra de acero. Mediante este ensayo, se registra una curva de carga-elongación. Se calcula la elongación en carga máxima total en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$A_{g+e} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{distancia entre señales de extensómetro } L_3} \times 100$$

[0054] Con la ayuda de la configuración 60 de la figura 1, se someten a ensayo varios hilos diferentes en cuanto

a la capacidad de carga máxima F_m (carga de rotura), la resistencia a la tracción R_m y la elongación en carga máxima total A_{g+e} .

Se realizan cinco ensayos por muestra. La tabla 1 facilita un resumen de los hilos que se someten a ensayo.

Tabla 1

Tipo de hilo	Contenido en carbono	Diámetro (mm)	F_m (N)	R_m (MPa)	A_{g+e} (%)
1	Bajo	1,0	911	1160	1,86
2	Bajo	0,9	751	1181	2,16
3	Alto	0,89	1442	2318	5,06
4	Medio	0,75	533	1206	2,20
5	Medio	0,90	944	1423	1,84

[0055] El acero con bajo contenido en carbono se define como un acero que tiene un contenido en carbono de un máximo del 0,15%, por ejemplo del 0,12%; el acero con contenido en carbono medio se define como un acero que tiene un contenido en carbono que oscila entre el 0,15% y el 0,44%, por ejemplo el 0,18% y el acero con alto contenido en carbono se define como un acero que tiene un contenido en carbono superior al 0,44%, por ejemplo del 0,5% o el 0,6%.

[0056] La figura 2 muestra la configuración 200 experimental de un ensayo de flexión en tres puntos. El ensayo de flexión en tres puntos se realizó en 28 días según norma europea EN 14651 usando una muestra 210 prismática de 150 x 150 x 600 mm. En el centro del claro de la muestra 210, se cortó una única entalla 512 con una profundidad de 25 mm con una cuchilla de diamante para ubicar la grieta. La configuración comprende dos rodillos 214, 216 de

soporte y un rodillo 218 de carga. La configuración puede funcionar de manera controlada, es decir produciendo una tasa constante de desplazamiento (CMOD o desviación). Los ensayos se llevaron a cabo con una tasa de desplazamiento tal como se especifica en la norma EN 14651. Se registra una curva de carga-desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta o una curva de carga-desviación.

En la figura 3 se facilita un ejemplo de una curva 302 de carga-desplazamiento de la abertura en la punta de una grieta.

[0057] La resistencia a la flexión residual $f_{R,i}$ ($i=1, 2, 3$ ó 4) se evalúa según la norma EN 14651 y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$f_{R,i} = \frac{3F_{R,i}L}{2bh_{sp}^2} (N/mm^2)$$

siendo:

$F_{R,i}$ = la carga que se corresponde con $CMOD = CMOD_i$ o $\delta = \delta_{R,i}$ ($i=1, 2, 3, 4$);

b = anchura de la muestra (mm);

h_{sp} = distancia entre la punta de la entalla y la parte superior de la muestra (mm);

L = longitud del claro de la muestra (mm).

[0058] A continuación, se describen algunas realizaciones de fibras de acero según la presente invención.

[0059] En la figura 4, se muestra una primera fibra 400 de acero. La fibra 400 de acero comprende una parte 402 media que tiene un eje 404 principal. La fibra 400 de acero tiene dos extremos 406, 408 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 402 media. Los extremos 406, 408 de anclaje están desviados con respecto al eje

404 principal de la parte 402 media en la sección 410 de desviación. Los extremos 406, 408 de anclaje están desviados con respecto al eje 404 principal en una primera sección 410 doblada. En la realización mostrada en la figura 4, ambos extremos de anclaje están desviados en el mismo sentido con respecto al eje 404 principal de la parte 402 media. Sin embargo, está claro para un experto en la técnica que también pueden considerarse realizaciones con extremos de anclaje que se desvían en diferentes sentidos. Ambos extremos 406, 408 de anclaje comprenden

Ambos extremos 406, 408 de anclaje tienen dos secciones dobladas: una primera sección 420 doblada y una segunda sección 422 doblada. La primera sección 420 doblada está conectada a la sección 410 de desviación mediante una primera sección 412 recta; la segunda sección 422 doblada está conectada a la primera sección 422 doblada mediante una segunda sección 414 recta. Los extremos 406, 408 de anclaje comprenden además una tercera sección 416 recta conectada a la segunda sección 422. La segunda sección 414 recta está doblada hacia el eje 404 principal de la parte 402 media en la sección 420 doblada; la tercera sección 416 recta está doblada alejándose del eje 404 principal de la parte 402 media en la sección 422 doblada.

Cuando la fibra 400 de acero que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales, la primera sección 420 doblada y de la segunda sección 422 doblada están ubicados en un lado del saliente vertical sobre esta superficie horizontal del eje 404 principal de la parte 402 media de la fibra 400 de acero.

Ninguno de los salientes verticales de la primera sección 420 doblada de la segunda sección 422 doblada está ubicado sobre el saliente vertical del eje 404 principal de la parte 402 media de las fibras 400 de acero.

5

[0060] En la figura 5, se muestra una segunda realización de una fibra 500 de acero según la presente invención. La fibra 500 de acero comprende una parte 502 media que tiene un eje 504 principal. La fibra 500 de acero tiene dos extremos 506, 508 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 502 media. Ambos extremos 506, 508 de anclaje están desviados con respecto al eje 504 principal en la sección 510 de desviación. En la realización mostrada en la figura 5, ambos extremos de anclaje están desviados en sentido opuesto con respecto al eje 504 principal de la parte 502 media. Ambos extremos 506, 508 de anclaje comprenden tres secciones dobladas: una primera sección 520 doblada, una segunda sección 522 doblada y una tercera sección 524 doblada. La primera sección 520 doblada está conectada a la sección 510 de desviación mediante una primera sección 512 recta; la segunda sección 522 doblada está conectada a la primera sección 520 doblada mediante una segunda sección 514 recta; la tercera sección 524 doblada está conectada a la segunda sección 522 doblada mediante una tercera sección 516 recta. Los extremos 506, 506 de anclaje comprenden además una cuarta sección 418 recta conectada a la tercera sección 524 doblada. La segunda sección 514 recta, la tercera sección 516 recta y la cuarta sección recta están todas dobladas alejándose del eje 504 principal de la parte 502 media, respectivamente, en la primera sección 520

10

15

20

25

30

27

doblada, la segunda sección 522 doblada y la tercera sección 524 doblada.

5 Cuando la fibra 500 de acero que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales de la primera sección 520 doblada, de la segunda sección 522 doblada y de la tercera sección 524 doblada están ubicados en un lado del saliente vertical sobre esta superficie horizontal del eje 504 principal de la parte 502 media de la fibra 500 de acero.

10 Ninguno de los salientes verticales de la primera sección 520 doblada, de la segunda sección 522 doblada o de la tercera sección doblada está ubicado sobre el saliente vertical del eje 504 principal de la parte 502 media de las fibras 500 de acero.

15 [0061] En la figura 6 se muestra una tercera realización de una fibra 600 de acero según la presente invención. La fibra 600 de acero comprende una parte 602 media que tiene un eje 604 principal. La fibra 600 de acero tiene dos extremos 606, 608 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 602 media. Ambos extremos 606, 608 de anclaje están desviados con respecto al eje 604 principal en la sección 610 de desviación. En la realización mostrada en la figura 6, ambos extremos de anclaje están desviados en sentidos opuestos con respecto al eje 604 principal de la parte 602 media. Ambos extremos 606, 608 de anclaje tienen dos secciones dobladas: una primera sección 620 doblada y una segunda sección 622 doblada. La primera sección 620 doblada está conectada a la sección 610 de desviación mediante una primera sección 612 recta; la segunda sección 622 doblada está conectada a la primera sección 620 doblada mediante una segunda

sección 614 recta. Los extremos 606, 606 de anclaje comprenden además una tercera sección 616 recta conectada a la segunda sección 622 doblada.

La segunda sección 614 recta está orientada paralela o sustancialmente paralela con el eje 604 principal de la parte 602 media. La tercera sección 624 recta está doblada alejándose del eje 604 principal de la parte 602 media en la sección 622 doblada.

Cuando la fibra 600 de acero que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales, la primera sección 520 doblada y de segunda sección 622 doblada están ubicados en un lado del saliente vertical sobre esta superficie horizontal del eje 604 principal de la parte 502 media de la fibra 500 de acero.

Ninguno de los salientes verticales de la primera sección 620 doblada o de la segunda sección 622 doblada está ubicado sobre el saliente vertical del eje 604 principal de la parte 602 media de las fibras de acero 600.

[0062] La figura 7 muestra una realización adicional de una fibra 700 de acero según la presente invención. La fibra 700 de acero tiene dos extremos 706, 708 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 702 media.

Ambos extremos de anclaje están desviados con respecto al eje 704 principal en la sección 710 de desviación.

Ambos extremos 706, 708 de anclaje comprenden dos secciones dobladas: una primera sección 712 doblada y una segunda sección 714 doblada. La primera sección 712 doblada está conectada directamente a la sección 710 de desviación; la segunda sección 714 doblada

está conectada directamente a la primera sección 712 doblada.

Cuando la fibra 700 de acero que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales sobre esta superficie horizontal de la primera sección 712 doblada y la segunda sección 714 doblada están ubicados en un lado del saliente vertical sobre esta superficie horizontal del eje 704 principal de la parte media de la fibra 700 de acero.

[0063] La figura 8 y la figura 9 muestran dos realizaciones de fibras de acero que no cumplen los requisitos de la presente invención.

La figura 8 muestra una fibra 800 de acero que tiene una parte 802 media que tiene un eje 804 principal. La fibra 800 de acero tiene dos extremos 806, 808 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 802 media. Ambos extremos de anclaje están conectados a la parte 802 media mediante la sección 810 de desviación. Ambos extremos 806, 808 de anclaje comprenden 3 secciones rectas: una primera sección 812 recta, una segunda sección 814 recta y una tercera sección 816 recta. Los extremos 806, 808 de anclaje comprenden dos secciones dobladas: una primera sección 820 doblada y una segunda sección 822 doblada.

Cuando el acero 800 que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, los salientes verticales sobre esta superficie horizontal de la primera sección 820 doblada y de la segunda sección 822 doblada están ubicados en lados opuestos del saliente vertical del eje 804 principal de la parte 802 media de la fibra 800 de acero.

Un inconveniente de este tipo de fibras de acero es que estas fibras tienden a coagular durante el mezclado. Las fibras de acero se enredan y se forman bolas durante el mezclado.

5 El resultado es que las fibras de acero no se distribuyen homogéneamente en hormigón o mortero.

[0064] La figura 9 muestra la fibra 900 de acero que tiene una parte 902 media que tiene un eje 904 principal. La fibra de acero tiene dos extremos 906, 908 de anclaje, uno en cada extremo de la parte 902 media. Ambos extremos 906, 908 de anclaje están conectados a la parte 902 media mediante la sección 910 de desviación. Ambos extremos 906, 908 de anclaje comprenden dos secciones dobladas: una primera sección 912 doblada y una segunda sección 914 doblada. La primera sección 912 doblada está conectada directamente a la sección 910 de desviación; la segunda sección 914 doblada está conectada directamente a la primera sección 912 doblada.

20 Cuando el acero 900 que está en una posición estable sobre una superficie horizontal sobresale verticalmente sobre esta superficie horizontal, el saliente vertical sobre esta superficie horizontal de la primera sección 912 doblada está ubicado en un lado del saliente vertical del eje 904 principal de la parte 902 media de la fibra 900 de acero. El saliente vertical sobre esta superficie horizontal de la segunda sección 914 doblada está ubicado sobre el saliente vertical del eje 904 principal de la parte 902 media de la fibra 900 de acero.

30 Un inconveniente de este tipo de fibras de acero es que estas fibras tienden a coagular durante el

mezclado. Las fibras de acero se enredan y se forman bolas durante el mezclado.

El resultado es que las fibras de acero no se distribuyen homogéneamente en hormigón o mortero.

5

[0065] Con la ayuda de la configuración 200 de la figura 2, se somete a ensayo el rendimiento de varias fibras de acero diferentes (desde FIB1 hasta FIB5) en hormigón. Para el ensayo, las fibras de acero se embeben en hormigón C35/45. El tiempo de curado fue de 28 días.

10

En la tabla 2, se facilita un resumen de las fibras de acero que se someten a ensayo. En la tabla 3, se facilitan los resultados del ensayo de las fibras de acero (FIB1 y FIB5) de la técnica anterior. En la tabla 4, se facilitan los resultados del ensayo de las fibras de acero (FIB2, FIB3 y FIB4) según la presente invención.

15

Las fibras de acero se especifican por la longitud de la fibra de acero, el tipo de hilo usado para obtener la fibra de acero, el diámetro de la fibra de acero (más particularmente el diámetro de la parte media de la fibra de acero), el número de secciones rectas del extremo de anclaje, el ángulo incluido entre el eje principal de la parte media y el eje principal de la primera sección recta, la orientación de la segunda sección recta hacia la parte media, el ángulo incluido entre el eje principal de la segunda sección recta y el eje principal de la tercera sección recta, la orientación de la cuarta sección recta hacia la parte media, el ángulo incluido entre el eje principal de la cuarta sección recta y el eje principal de la quinta sección recta.

20

25

30

En la figura 10a a la Figura 10e, se muestra la geometría de las diferentes fibras. Todas las fibras

1000 sometidas a ensayo tienen extremos 1002 de anclaje en ambos extremos de las partes 1004 medias.

FIB1 y FIB5 son fibras de la técnica anterior. FIB1 es una fibra con bajo contenido en carbono que tiene extremos de anclaje con dos secciones rectas y una sección doblada (figura 10a). FIB5 es una fibra que tiene en ambos extremos una cabeza de clavo como extremo de anclaje (figura 10e).

FIB2, FIB3 y FIB4 son fibras según la presente invención. FIB2 tiene extremos de anclaje con 2 secciones dobladas y 3 secciones rectas (figura 10b). FIB3 tiene extremos de anclaje con 3 secciones dobladas y 4 secciones rectas (figura 10c). FIB4 tiene extremos de anclaje con 4 secciones dobladas y 5 secciones rectas (figura 10d).

[0066] Dos secciones rectas con un vértice común definen dos ángulos. La suma de estos dos ángulos es igual a 360° . Para el fin de esta invención, el menor de los dos ángulos definidos por dos secciones rectas con un vértice común se denomina "ángulo incluido".

Esto significa que el ángulo incluido entre el eje principal de la parte media y el eje principal de la primera sección recta se define como el ángulo compuesto por el eje principal de la parte media y el eje principal de la primera sección recta. De manera similar, el ángulo incluido entre el eje principal de la segunda sección recta y el eje principal de la tercera sección recta está compuesto por el eje principal de la segunda sección recta y el eje principal de la tercera sección recta.

[0067] La fibra 1000 de acero mostrada en la figura 10a comprende una parte 1004 media y un extremo 1002 de anclaje en ambos extremos de la parte 1004 media. La

parte 1004 media tiene un eje 1003 principal. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje está desviado con respecto al eje 1003 principal de la parte 1004 media en la sección 1005 de desviación. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje comprende una primera sección 1006 recta, una primera sección 1007 doblada y una segunda sección 1008 recta. El ángulo incluido entre el eje 1003 principal de la parte 1004 media y el eje principal de la primera sección 1006 recta se indica mediante α .

La segunda sección 1008 recta es paralela o sustancialmente paralela con el eje 1003 principal de la parte 1004 media.

[0068] La fibra 1000 de acero mostrada en la figura 10b comprende una parte 1004 media y un extremo 1002 de anclaje en ambos extremos de la parte 1004 media. La parte media tiene un eje 1003 principal. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje está desviado con respecto al eje 1003 principal de la parte 1004 media en la sección 1005 de desviación. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje comprende una primera sección 1006 recta, una primera sección 1007 doblada, una segunda sección 1008 recta, una segunda sección 1009 doblada y una tercera sección 1010 recta. El ángulo incluido entre el eje 1003 principal de la parte 1004 media y el eje principal de la primera sección 1006 recta se indica mediante α . El ángulo incluido entre el eje principal de la segunda sección 1008 recta y el eje principal de la tercera sección 1010 recta se indica mediante β .

La segunda sección 1008 recta es paralela o sustancialmente paralela con el eje 1003 principal de la parte 1004 media.

[0069] La fibra 1000 de acero mostrada en la figura 10c comprende una parte 1004 media y un extremo 1002 de anclaje en ambos extremos de la parte 1004 media. La parte media tiene un eje 1003 principal. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje está desviado con respecto al eje 1003 principal de la parte 1002 media en la sección 1005 de desviación. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje comprende una primera sección 1006 recta, una primera sección 1007 doblada, una segunda sección 1008 recta, una segunda sección 1009 doblada, una tercera sección 1010 recta, una tercera sección 1011 doblada y una cuarta sección 1012 recta. El ángulo incluido entre el eje 1003 principal de la parte 1004 media y el eje principal de la primera sección 1006 recta se indica mediante α . El ángulo incluido entre el eje principal de la segunda sección 1008 recta y el eje principal de la tercera sección 1010 recta se indica mediante β . La segunda sección 1008 recta y la cuarta sección recta son paralelas o sustancialmente paralelas con el eje 1003 principal de la parte 1004 media.

[0070] La fibra 1000 de acero mostrada en la figura 10d comprende una parte 1004 media y un extremo 1002 de anclaje en ambos extremos de la parte 1004 media. La parte 1004 media tiene un eje 1003 principal. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje está desviado con respecto al eje 1003 principal de la parte 1004 media en la sección 1005 de desviación. Cada uno de los extremos 1002 de anclaje comprende una primera sección 1006 recta, una primera sección 1007 doblada, una segunda sección 1008 recta, una segunda sección 1009 doblada, una tercera sección 1010 recta, una tercera sección 1011 doblada, una cuarta sección 1012

- recta, una cuarta sección 1013 doblada y una quinta sección 1014 recta. El ángulo incluido entre el eje 1003 principal de la parte 1004 media y el eje principal de la primera sección 1006 recta se indica mediante α . El ángulo incluido entre el eje principal de la segunda sección 1008 recta y el eje principal de la tercera sección 1010 recta se indica mediante β . El ángulo incluido entre el eje principal de la cuarta sección 1012 recta y el eje principal de la quinta sección 1014 recta se indica mediante γ . La segunda sección 1008 recta y la cuarta sección 1012 recta son paralelas o sustancialmente paralelas con el eje 1003 principal de la parte 1004 media.
- 15 [0071] La fibra mostrada en la figura 10e comprende una parte 1004 media dotada en ambos extremos de la parte 1004 media de extremos 1002 de anclaje. Los extremos 1002 de anclaje comprenden cabezas de clavo.

Tabla 2

Tipo de fibra	Longitud (mm)	Tipo de hilo	Diámetro (mm)	Número de secciones rectas	α (grados)	2ª sección recta paralela con la parte media del eje principal (sí/no)	β (grados)	4ª sección recta paralela con la parte media del eje principal (sí, no)	γ (grados)	Fig.
FIB1	60	2	0,90	2	140	Sí	/	/	/	Fig. 10a
FIB2	60	3	0,89	3	140	Sí	140	/	/	Fig. 10b
FIB3	60	3	0,89	4	140	Sí	140	Sí	/	Fig. 10c
FIB4	60	3	0,89	5	140	Sí	140	Sí	140	Fig. 10d
FIB5	54	1	1,00	/	/	/	/	/	/	Fig. 10e

α Ángulo incluido entre el eje principal de la parte media y el eje principal de la 1ª sección recta

β Ángulo incluido entre el eje principal de la 2ª sección recta y el eje principal de la 3ª sección recta

γ Ángulo incluido entre el eje principal de la 4ª sección recta y el eje principal de la 5ª sección recta

5

27

Tabla 3

Tipo de fibra	Dosificación (kg/m³)	f _L	f _{R,1}	f _{R,2}	f _{R,3}	f _{R,3} /f _{R,1}
FIB1	40	5,48	3,75	3,85	3,68	0,98
FIB5	40	5,80	4,11	4,31	2,83	0,69

Tabla 4

Tipo de fibra	Dosificación (kg/m³)	f _L	f _{R,1}	f _{R,2}	f _{R,3}	f _{R,3} /f _{R,1}
FIB2	40	5,81	5,02	6,01	5,89	1,17
FIB3	40	5,79	5,76	7,40	7,46	1,30
FIB3	20	5,56	3,06	3,51	3,54	1,16
FIB4	40	5,86	5,23	6,65	6,75	1,29

5 [0072] A partir de la tabla 3 y la tabla 4 puede concluirse
que la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ de las fibras (FIB1 y FIB5) de la
técnica anterior es inferior a 1 mientras que la
razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ de las fibras de acero según la presente
invención (FIB2, FIB3 y FIB4) es superior a 1.

10 Las resistencias a la tracción por flexión residuales
 $f_{R,1}$, $f_{R,2}$ y $f_{R,3}$ de las fibras (FIB1 y FIB5) de la
técnica anterior son bajas, es decir
considerablemente inferiores a las resistencias a la
tracción por flexión residuales $f_{R,1}$, $f_{R,2}$ y $f_{R,3}$ de las
fibras según la invención (FIB2, FIB3 y FIB4).

15 En la comparación de las fibras de acero según la
presente invención (FIB2, FIB3 y FIB4) usando una
dosificación de 40 kg/m³ con las fibras de acero (FIB1
y FIB5) de la técnica anterior usando una
dosificación de 40 kg/m³, las resistencias a la
tracción por flexión residuales $f_{R,1}$, $f_{R,2}$ y $f_{R,3}$ de las
fibras de acero según la presente invención son

20

considerablemente superiores que para las fibras de la técnica anterior.

[0073] Se somete a ensayo la fibra de acero FIB3 en dos dosificaciones diferentes: 20 kg/m³ y 40 kg/m³.

Incluso cuando se usa una dosificación de fibras de 20 kg/m³, la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ supera 1. Esto indica que tales fibras de acero se comportan como el acero de refuerzo tradicional (basado en el esfuerzo-deformación en lugar de basado en el esfuerzo-abertura de una grieta).

[0074] En la comparación de las fibras de acero FIB2, FIB3 y FIB4 puede concluirse que las resistencias a la tracción por flexión residuales $f_{R,1}$, $f_{R,2}$ y $f_{R,3}$ aumentan por el aumento en el número de secciones rectas desde 3 hasta 4.

Además, la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ aumenta por el aumento del número de secciones rectas desde 3 hasta 4.

Mediante el aumento del número de secciones rectas desde 4 hasta 5, las resistencias a la tracción por flexión residuales $f_{R,1}$, $f_{R,2}$ y $f_{R,3}$ y la razón $f_{R,3}/f_{R,1}$ no aumenta adicionalmente.

Sorprendentemente, las fibras de acero con extremos de anclaje que tienen cuatro secciones rectas muestran el mejor rendimiento.

[0075] Cuando las fibras de acero de la tabla 2 se someten a un ensayo de extracción para determinar la fuerza de anclaje, la fibra de acero FIB3 (que tiene cuatro secciones rectas) tiene el mejor anclaje en hormigón.

[0076] Como ejemplo, las fibras de acero según la invención pueden obtenerse de la siguiente manera.

5 El material de partida es un alambre con un diámetro de por ejemplo 5,5 mm o 6,5 mm y una composición de acero que tiene un contenido en carbono mínimo del 0,50 por ciento en peso (% en peso), por ejemplo igual a o más del 0,60% en peso, un contenido en manganeso que oscila entre el 0,20% en peso y el 0,80% en peso, un contenido en silicio que oscila entre el 0,10% en peso y el 0,40% en peso. El contenido en azufre es un máximo del 0,04% en peso y el contenido en fósforo es un máximo del 0,04% en peso.

10 Una composición de acero típica comprende un 0,725% de carbono, un 0,550% de manganeso, un 0,250% de silicio, un 0,015% de azufre y un 0,015% de fósforo. Una composición de acero alternativa comprende un 0,825% de carbono, un 0,520% de manganeso, un 0,230% de silicio, un 0,008% de azufre y un 0,010% de fósforo. El alambre se estira en frío en varias etapas de estirado hasta que su diámetro final oscila entre 0,20 mm y 1,20 mm.

15 Con el fin de facilitar a la fibra de acero su alta elongación en fractura y en carga máxima, el hilo estirado puede someterse por tanto a tratamiento de alivio de esfuerzo, por ejemplo haciendo pasar el hilo a través de una bobina de inducción de alta frecuencia o frecuencia media de una longitud que se adapta a la velocidad del hilo que pasa. Se ha observado que un tratamiento térmico a una temperatura de aproximadamente 300°C durante un periodo de tiempo determinado da como resultado una reducción de la resistencia a la tracción de aproximadamente el 10% sin disminuir la elongación en fractura y la elongación en carga máxima. Aumentando ligeramente la temperatura, sin embargo, hasta más de 400°C, se observa una disminución adicional de la

20

25

30

35

resistencia a la tracción y al mismo tiempo un aumento en la elongación en fractura y un aumento en la elongación en carga máxima.

5 [0077] Los hilos pueden revestirse o no con un revestimiento
resistente a la corrosión tal como un revestimiento
que contiene zinc o aleación de zinc, más
particularmente un revestimiento de zinc-aluminio o
un revestimiento de zinc-aluminio-magnesio. Antes del
10 estirado o durante el estirado, también puede
revestirse los hilos con un revestimiento de cobre o
aleación de cobre con el fin de facilitar la
operación de estirado.

15 [0078] Los hilos con alivio de esfuerzo se cortan entonces
hasta las longitudes apropiadas de las fibras de
acero y a los extremos de las fibras de acero se les
da el anclaje o engrosamiento apropiados. El corte y
la conformación en gancho también pueden realizarse en
20 una misma etapa de operación por medio de rodillos
apropiados.

[0079] Las fibras de acero así obtenidas pueden adherirse o
no entre sí según el documento US-A-4284667.

25 [0080] Además o alternativamente, las fibras de acero
obtenidas pueden colocarse en un paquete, como por
ejemplo un paquete de cadena o un paquete de tipo
cinta. Un paquete de cadena se da a conocer por
ejemplo en el documento EP-B1-1383634; un paquete de
30 tipo cinta se da a conocer en la solicitud de patente
europea con número de solicitud 09150267.4 del
solicitante.

35

Reivindicaciones

1. Fibra de acero para reforzar hormigón o mortero, comprendiendo dicha fibra de acero una parte media recta y un extremo de anclaje en uno o ambos extremos de dicha parte media, teniendo dicha parte media un eje principal, desviándose dicho extremo de anclaje de dicho eje principal de dicha parte media en una sección de desviación, teniendo dicho extremo de anclaje n secciones dobladas, siendo n igual o superior a 2, definiendo dicha fibra de acero cuando está en una posición estable sobre una superficie horizontal un saliente vertical sobre dicha superficie horizontal, estando ubicados en dicho saliente vertical sobre dicha superficie horizontal los salientes verticales de todas dichas n secciones dobladas de dicho extremo de anclaje en un lado del saliente vertical de dicho eje principal.
2. Fibra de acero según la reivindicación 1, en la que cual en dicho saliente vertical sobre dicha superficie horizontal, el saliente vertical de ninguna de dichas n secciones dobladas está ubicado sobre el saliente vertical de dicho eje principal o sobre el saliente vertical de una línea que se extiende desde dicho eje principal.
3. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte media de dicha fibra de acero tiene una resistencia a la tracción R_m de al menos 1000 MPa.
4. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte media tiene una elongación en carga máxima A_{g+e} de al menos el 2,5%

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
5. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando dicha fibra de acero en un estado de alivio de esfuerzo.
 6. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte media de dicha fibra de acero está dotada de al menos una sección aplanada.
 7. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte media de dicha fibra de acero tiene un diámetro D que oscila entre 0,1 mm y 1,20 mm.
 8. Fibra de acero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha fibra de acero tiene una razón de longitud frente a diámetro L/D que oscila entre 40 y 100.
 9. Estructura de hormigón reforzada con fibras de acero según una o más de reivindicaciones 1 a 7.
 10. Estructura de hormigón según la reivindicación 13, en la que la razón resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ dividida entre la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,1}$ ($f_{R,3}/f_{R,1}$) es superior a 1 con una dosificación de dicha fibras de acero inferior al 1% en volumen.
 11. Estructura de hormigón según la reivindicación 13 ó 14, en la que la resistencia a la tracción por flexión residual $f_{R,3}$ es superior a 5 o incluso superior a 6 con una dosificación de dichas fibras de acero inferior al 1% en volumen.

12. Uso de fibras de acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para estructuras de soporte de carga de hormigón.

RESUMEN

La invención hace referencia a una fibra de acero para
5 reforzar hormigón o mortero. La fibra de acero comprende una
parte media y un extremo de anclaje en uno o ambos de los
extremos de la parte media. La parte media tiene un eje
principal. El extremo de anclaje se desvía del eje principal
10 de la parte media en una sección de desviación. El extremo de
anclaje tiene n secciones dobladas, con n igual o mayor a 2.
Cuando la fibra de acero conforme a la presente invención,
estando en posición estable sobre una superficie horizontal se
proyecta verticalmente sobre dicha superficie horizontal, las
15 proyecciones verticales sobre esta superficie horizontal de
todas las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están
situadas a un lado de la proyección vertical sobre esta
superficie horizontal del eje principal de la parte media. La
invención también hace referencia a una estructura de concreto
20 reforzada con fibras de acero conforme a la invención y al uso
de dichas fibras de acero para transporte de carga de
estructuras de concreto.

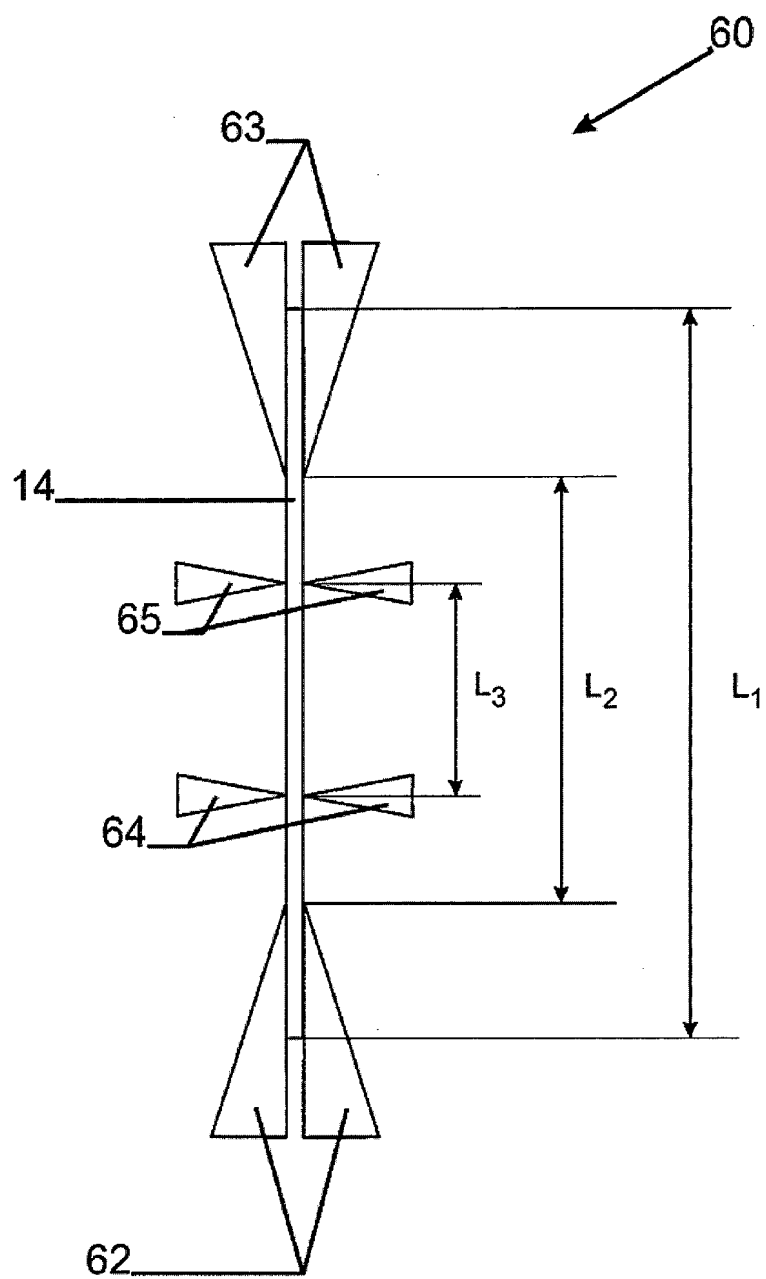


Fig. 1

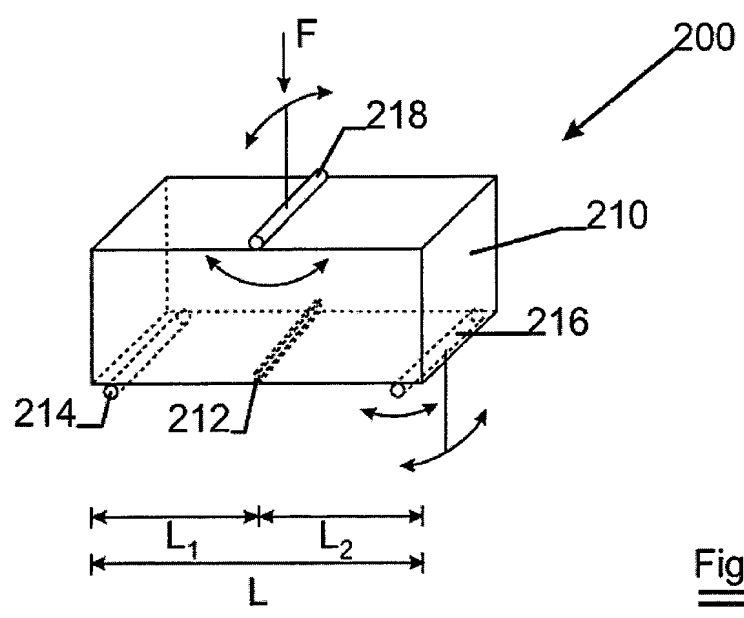


Fig. 2

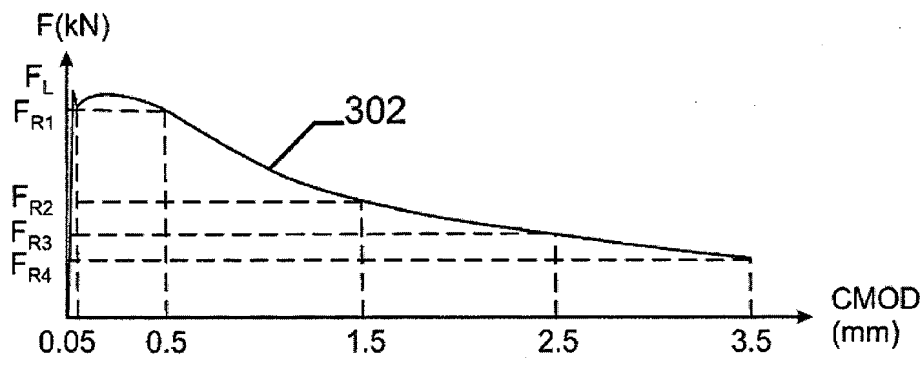


Fig. 3

48

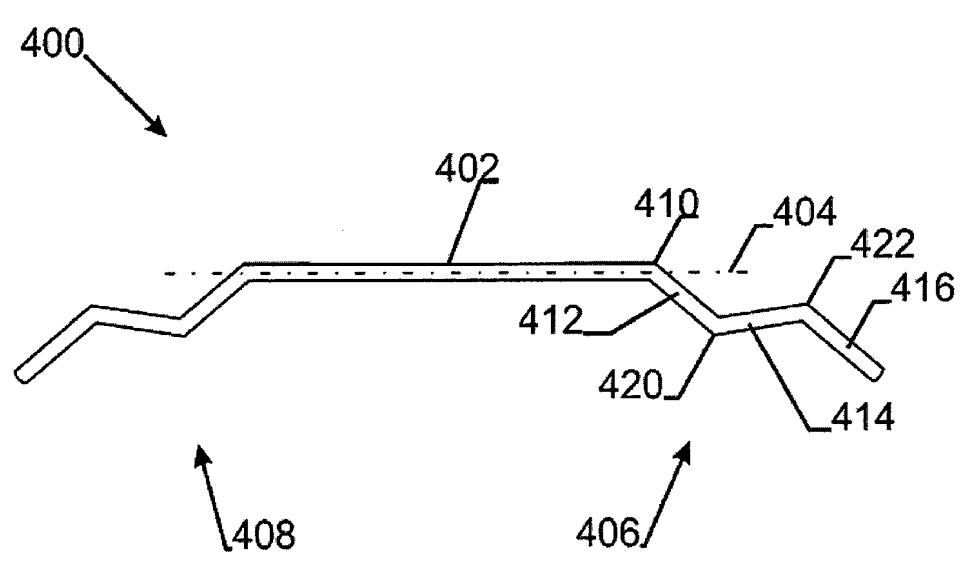


Fig. 4

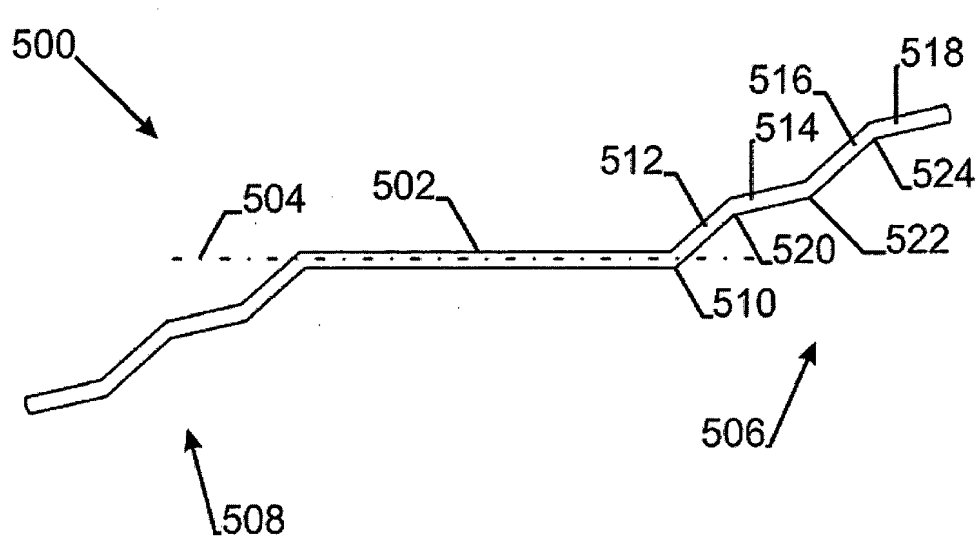


Fig. 5

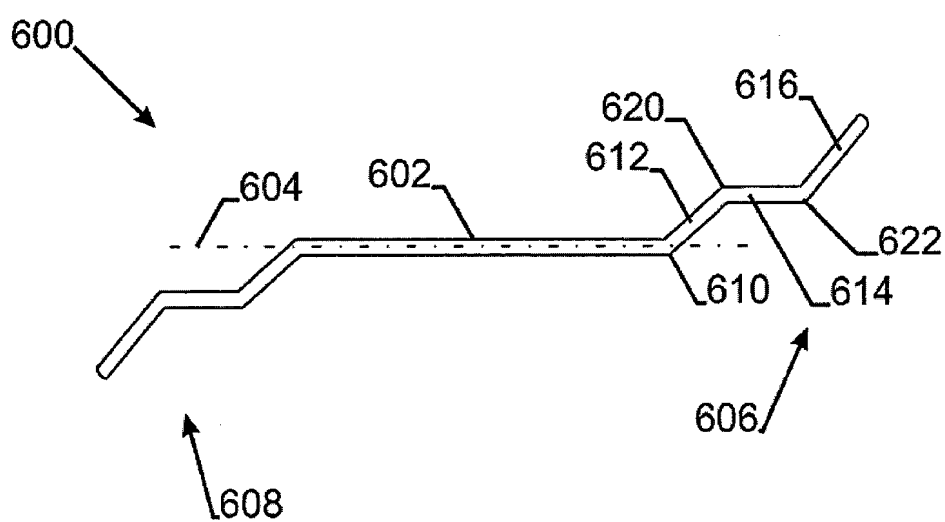


Fig. 6

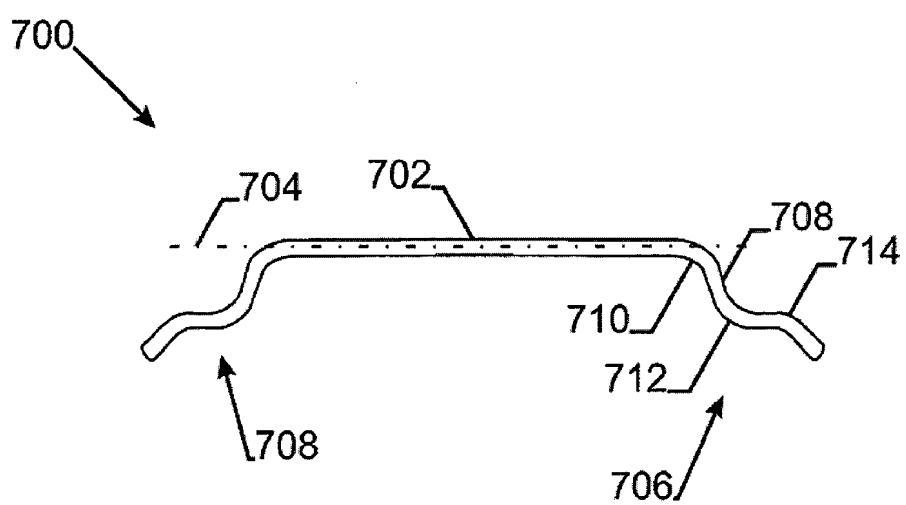


Fig. 7

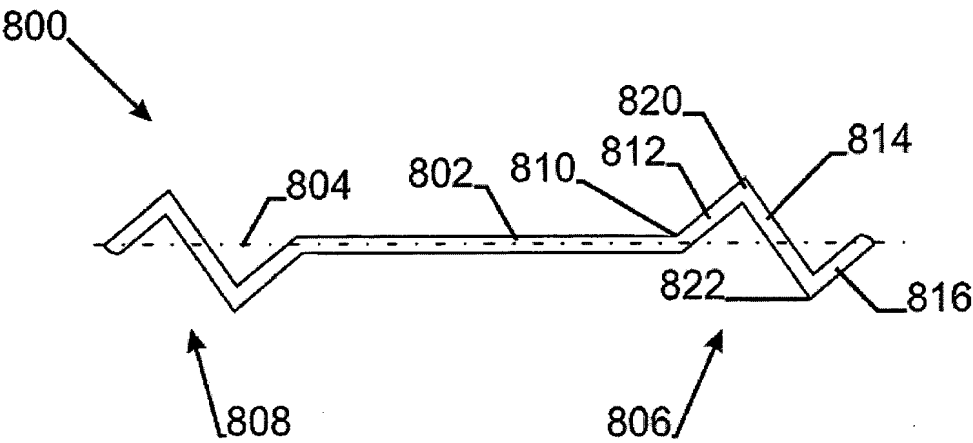


Fig. 8

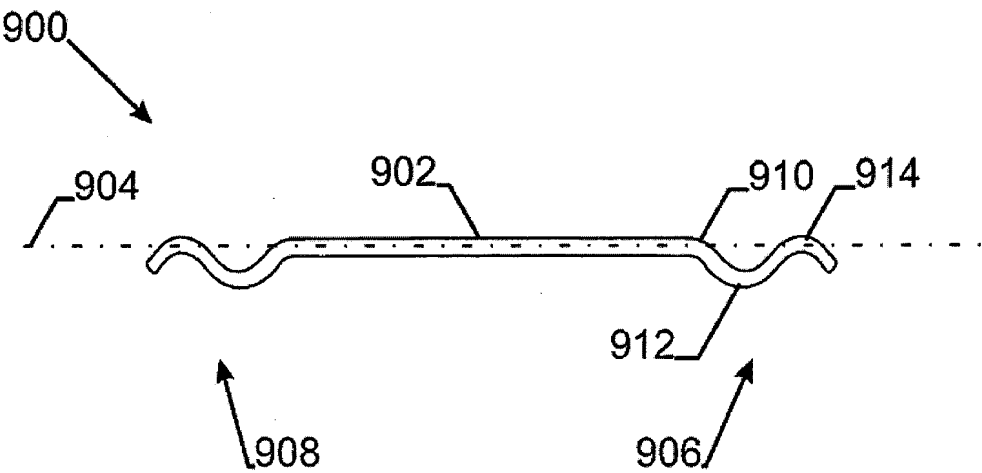
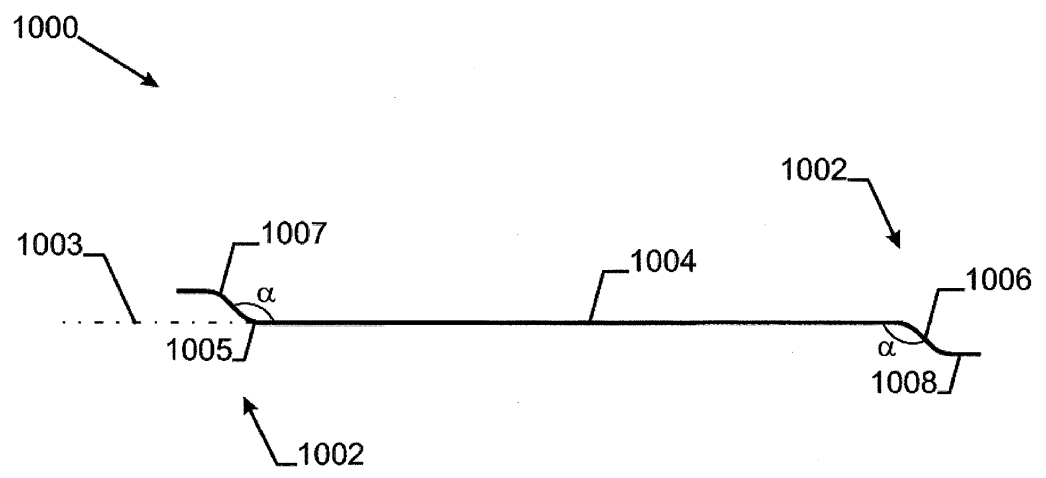
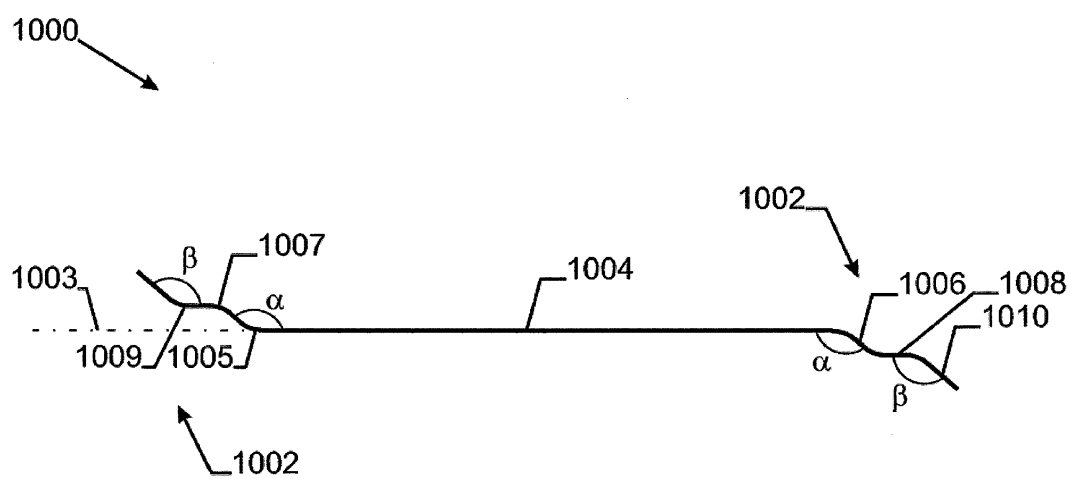


Fig. 9



51

Fig. 10a



52

Fig. 10b

53

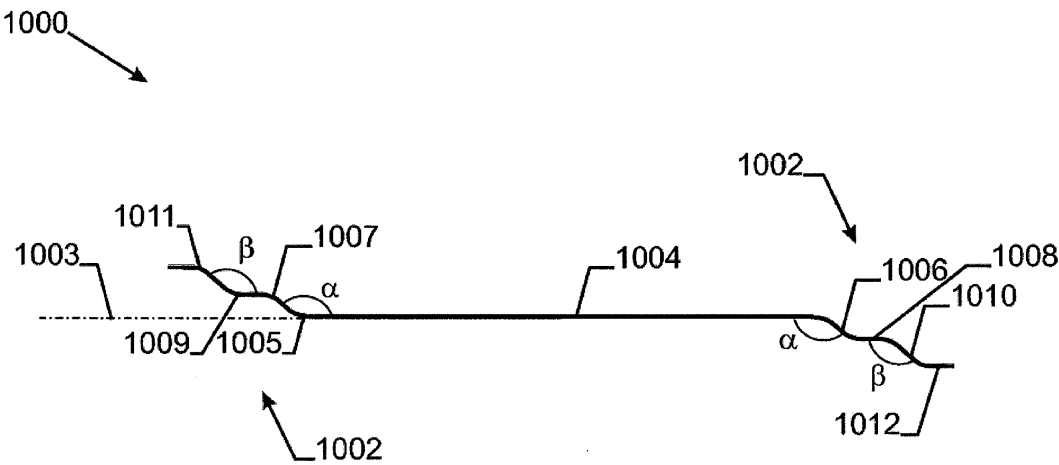


Fig. 10c

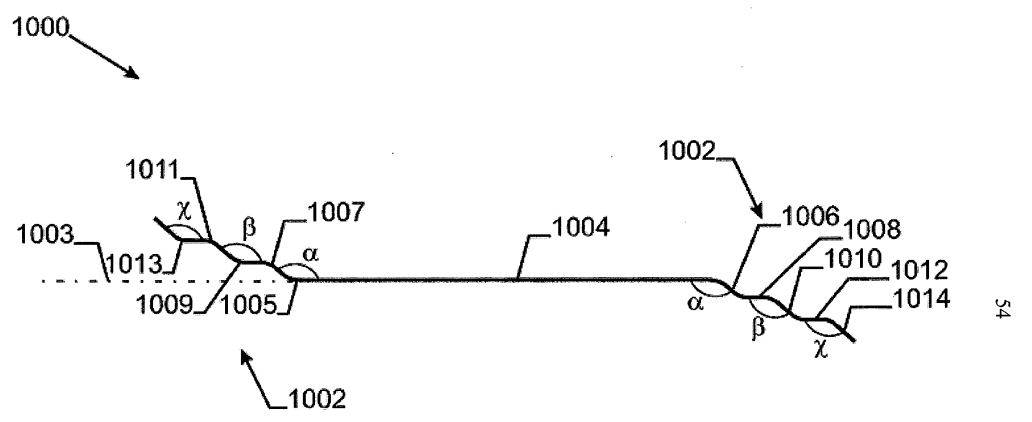
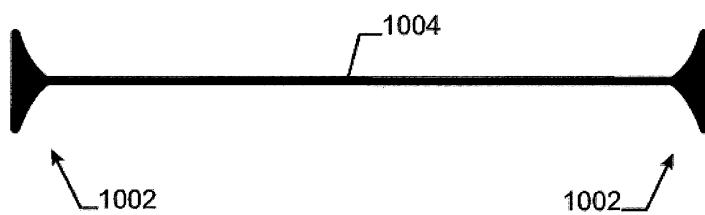


Fig. 10d

1000



55

Fig. 10e

© CAVELIER ABOGADOS

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	Space reserved for Filing adhesive stamp																		
DELEGATION OFFICE FOR INDUSTRIAL PROPERTY FORM FOR GRANTING A POWER OF ATTORNEY FOR ACTING IN INDUSTRIAL PROPERTY MATTERS.																			
1. Grantor's data ☐ Individual ☒ Legal Entity																			
Name or full corporate name (In case there is more than one applicant, list them in a separate attached sheet) NV Bekaert SA Name of representative: <u>Marc Messely - Proxy Holder</u>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Nationality/Country of Incorporation</td> <td colspan="2">Grantor's address</td> </tr> <tr> <td>Belgium</td> <td colspan="2">Bekaertstraat 2 8550 Zwevegem Belgium</td> </tr> <tr> <td>Electronic mail address</td> <td>Fax Number</td> <td>Telephone Number</td> </tr> <tr> <td>clientes@cavelier.com</td> <td>2118650</td> <td>3473611</td> </tr> </table>		Nationality/Country of Incorporation	Grantor's address		Belgium	Bekaertstraat 2 8550 Zwevegem Belgium		Electronic mail address	Fax Number	Telephone Number	clientes@cavelier.com	2118650	3473611						
Nationality/Country of Incorporation	Grantor's address																		
Belgium	Bekaertstraat 2 8550 Zwevegem Belgium																		
Electronic mail address	Fax Number	Telephone Number																	
clientes@cavelier.com	2118650	3473611																	
2. Attorney's data <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Principal</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Luz Clemencia Suárez de Páez</td> <td>35.456.344</td> <td>23.555</td> </tr> <tr> <td>First Deputy</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nidia Osorio López</td> <td>39.787.682</td> <td>73.366</td> </tr> <tr> <td>Second Deputy</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Oscar Correa Barbosa</td> <td>79.524.634</td> <td>71.027</td> </tr> </table>		Principal			Luz Clemencia Suárez de Páez	35.456.344	23.555	First Deputy			Nidia Osorio López	39.787.682	73.366	Second Deputy			Oscar Correa Barbosa	79.524.634	71.027
Principal																			
Luz Clemencia Suárez de Páez	35.456.344	23.555																	
First Deputy																			
Nidia Osorio López	39.787.682	73.366																	
Second Deputy																			
Oscar Correa Barbosa	79.524.634	71.027																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">Surnames and given Name</th> <th style="width: 33%;">Identification Document</th> <th style="width: 34%;">Professional Card (only professional lawyers)</th> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Nationality/Country of Incorporation</td> <td colspan="2">Attorney's address</td> </tr> <tr> <td>Colombian</td> <td colspan="2">Carrera 4 No. 72-35, Bogotá, Colombia</td> </tr> <tr> <td>Electronic Mail Address</td> <td>Fax Number</td> <td>Telephone Number</td> </tr> <tr> <td>cavelier@cavelier.com</td> <td>2118650</td> <td>3473611</td> </tr> </table>		Surnames and given Name	Identification Document	Professional Card (only professional lawyers)	Nationality/Country of Incorporation	Attorney's address		Colombian	Carrera 4 No. 72-35, Bogotá, Colombia		Electronic Mail Address	Fax Number	Telephone Number	cavelier@cavelier.com	2118650	3473611			
Surnames and given Name	Identification Document	Professional Card (only professional lawyers)																	
Nationality/Country of Incorporation	Attorney's address																		
Colombian	Carrera 4 No. 72-35, Bogotá, Colombia																		
Electronic Mail Address	Fax Number	Telephone Number																	
cavelier@cavelier.com	2118650	3473611																	
☐ specifically authorize the Superintendence of Industry and Commerce to send all communications through the e-mail address.																			

© CAVELIER ABOGADOS

By means of this document, the individual indicated in item 1 hereby appoints the persons identified in item 2 as attorneys in accordance with article 66 of the Civil Procedure Code, for the proceedings listed as follows

3. Specific Proceedings:

This power of attorney deals about:

- ☒ All the applications, present and future records
- ☐ The following applications and or registrations:

NAME	APPLICATION NUMBER OR REGISTRY

Note: Should the space above not be sufficient, kindly list the proceedings in an attached sheet.

4. Scope of POA

- ☐ Specifically confer the attorney(s) all the legal powers required for representing my interests in the proceedings indicated in item 3 of this document, including
- ☒ Withdrawing the applications and the rest of the proceedings
 - ☒ Renounce to the registration rights of distinctive signs or patents.
 - ☒ Compromise
 - ☒ Receive
 - ☒ Conciliate
 - ☒ Ratify the proceedings of provisional agents without power of attorney

5. Signature

Marc Messely – Proxy Holder
Signer's name


Signature

25 February 2013
Date


Attorney's Signature

TD#23555 CSJ
Professional Card

TRADUCCIÓN SIMPLE AL ESPAÑOL REALIZADA POR MELISSA AGUDELO MAGALHAES DEL SIGUIENTE FORMATO DE CONCESIÓN DE PODER, ESCRITO ORIGINALMENTE EN INGLÉS.

© CAVELIER ABOGADOS

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	Espacio reservado para sello adhesivo	
OFICINA DE DELEGACIÓN PARA LA PROPIEDAD INDUSTRIAL FORMATO DE CONCESIÓN DE PODER PARA ACTUAR EN ASUNTOS RELACIONADOS A PROPIEDAD INDUSTRIAL		
1. Información del cedente ☐ Persona natural ☒ Persona jurídica		
Nombre o razón social completos (en el caso de más de un solicitante, enumérellos en una hoja separada adjunta) NV Bekaert SA Nombre de representante <u>Marc Messely - Apoderado</u>		
Nacionalidad/País de constitución	Dirección del Cedente	
Bélgica	Bekaertstraat 2 8550 Zwevegem Bélgica	
Correo electrónico	Número de Fax	Teléfono
<u>clientes@cavelier.com</u>	2118650	3473611
2. Información del Apoderado		

Principal

Luz Clemencia Suárez de Páez 35.456.344 23.555

Primer delegado

Nidia Osorio López 39.787.682 73.366

Segundo delegado

Oscar Correa Barbosa 79.524.634 71.027

Apellidos y nombre Documento de identificación Tarjeta profesional (solo abogados profesionales)

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del apoderado	
Colombiana	Carrera 4 No. 72-35, Bogotá, Colombia	
Correo electrónico	Número de fax	Teléfono
cavelier@cavelier.com	2118650	3473611

☐ Autorizo de manera específica a la Superintendencia de Industria y Comercio a enviar toda comunicación por correo electrónico.

Por medio de este documento, el individuo indicado en el punto 1 de la presente nombra a las personas identificadas en el punto 2 como apoderados conforme al artículo 66 del Código de Procedimiento Civil, para los procedimientos enumerados a continuación.

3. Procedimientos específicos:

Este poder está relacionado a:

☒ Todas las solicitudes de marca, registros actuales y futuros

☐ Las siguientes solicitudes y/o registros:

NOMBRE	NÚMERO O REGISTRO DE SOLICITUD

Nota: Si el espacio de arriba no es suficiente, por favor enumere los procedimientos en una hoja adjunta.

4. Alcance del poder ☐ Confiero al o a los apoderados todas las facultades legales necesarias para representar mis intereses en los procedimientos indicados en el punto 3 de este documento, incluyendo: ☒ Retirar las solicitudes y el resto de los procedimientos ☒ Renunciar a los derechos de registro de los signos distintivos o patentes ☒ Comprometerse ☒ Recibir ☒ Conciliar ☒ Ratificar los procedimientos de agentes provisionales sin un poder	
5. Firma <u>Marc Messely – Apoderado</u> Nombre del firmante: (Firma ilegible) Firma <u>25 de febrero del 2013</u> Fecha	Firma: Luz Clemencia S. de Páez Firma del Apoderado TP # 23555 CSJ Tarjeta Profesional

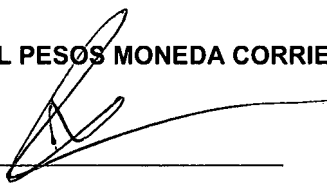
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0051593
		Bogotá D.C., Mayo 28 de 2013 - 16:34:30

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS					NI 860.041.367	
*** Soporte del Pago ***						
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR.PAGO	
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	560941964	28/05/2013	16.624.000.00	

*** Conceptos Pagados ***				
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	500.000.00	500.000.00
				\$500.000.00
=====				

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138084- -00000-0000
Fecha: 2013-06-07 10:46:31 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 68

COLO: 2394- 841-002-4

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

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0053760
		Bogotá D.C., Junio 04 de 2013 - 16:40:30

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS				NI 860.041.367	
*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	189799503	04/06/2013	19.307.000.00

*** Conceptos Pagados ***				
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
2 50005-01-01	SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	30.000.00	60.000.00
				<u>\$60.000.00</u>
			=====	

SON: **SESENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138064- -00000-0000

Fecha: 2013-06-07 10:46:31 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 68

0020: 2394-841-002-4

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Junio 4 de 2013 - 16:40:41

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD FASE NACIONAL PCT	
(21) N° de solicitud: 22) Fecha de solicitud: (30) Prioridad (31) Prioridad (32) Fecha (33) País 10195107.7 2010/12/15 EP	(51) Int Cl: E04C 005/001 (71) Solicitante(s) NV BEKAERT SA (72) Inventor(es) ANN LAMBRECHTS FREDERIK VERVAECKE (74) Apoderado: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 2013/07/15 (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: 2011/12/14 No. de solicitud PCT/EP2011/072747	(87) Publicación internacional Fecha: 2012/06/21 N° publicación: WO 2012/080326 A3
(54) Titulo: FIBRA DE ACERO PARA REFORZAR HORMIGÓN O MORTERO QUE TIENE UN EXTREMO DE ANCLAJE CON AL MENOS DOS SECCIONES DOBLADAS	

Resumen:

La invención hace referencia a una fibra de acero para reforzar hormigón o mortero. La fibra de acero comprende una parte media y un extremo de anclaje en uno o ambos de los extremos de la parte media. La parte media tiene un eje principal. El extremo de anclaje se desvía del eje principal de la parte media en una sección de desviación. El extremo de anclaje tiene n secciones dobladas, con n igual o mayor a 2. Cuando la fibra de acero conforme a la presente invención, estando en posición estable sobre una superficie horizontal se proyecta verticalmente sobre dicha superficie horizontal, las proyecciones verticales sobre esta superficie horizontal de todas las n secciones dobladas de un extremo de anclaje están situadas a un lado de la proyección vertical sobre esta superficie horizontal del eje principal de la parte media. La invención también hace referencia a una estructura de concreto reforzada con fibras de acero conforme a la invención y al uso de dichas fibras de acero para transporte de carga de estructuras de concreto.

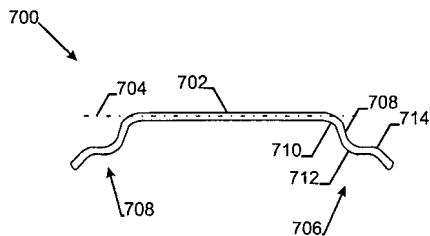


Fig. 7

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 ☒~~

~~MODELO DE UTILIDAD PCT ☐~~

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

~~☐~~	~~Indicación que se solicita una PCT~~
~~☐~~	~~Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)~~
~~☐~~	~~Dibujos de ser estos pertinentes~~
~~☐~~	~~Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)~~
~~Completa ☐~~	~~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 ☐

PI02-F08 (2009-11-18)

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138064- -00000-0000

Fecha: 2013-06-07 10:46:31 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 68