

MÉTODO DE FLEXIÓN DE VIDRIO APOYADO POR PRESIÓN POSITIVA Y
DISPOSITIVO ADECUADO PARA EL MISMO

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se relaciona con un método de flexión apoyado por presión positiva para cristales de vidrio, un dispositivo adecuado para el mismo así como el uso de una membrana en ese proceso de flexión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los acristalamientos para vehículos de motor típicamente tienen un doblez o flexión. Son conocidos varios métodos para generar esa flexión. En la llamada "flexión por gravedad" (también conocida como flexión por hundimiento), el cristal de vidrio, plano en el estado
15 inicial, es arreglado sobre la superficie de soporte de un molde de flexión y es calentado a al menos su temperatura de ablandamiento de modo que repose, bajo la influencia de la gravedad, sobre la superficie de soporte. En el llamado "método de flexión por presión", el cristal es arreglado
20 entre herramientas complementarias que actúan juntas sobre el cristal para generar la flexión. En la flexión por presión, hablando estrictamente, ésta es una acción de presión entre las herramientas. En esos métodos de flexión, al menos una de las herramientas ejerce una acción de
25 succión sobre el cristal para obtener o apoyar la

deformación.

Para obtener formas de cristal complejas, con frecuencia son usados métodos de flexión de múltiples etapas. Típicamente, en un primer paso de flexión, es generada una preflexión utilizando flexión por gravedad, mientras que la forma final es producida en un segunda paso de flexión — frecuentemente por medio de flexión por presión o presión por succión. Esos métodos de flexión de múltiples etapas son conocidos, por ejemplo, de EP 1 836 136 A1, EP 1 358 131 A1, EP 2 463 247 A1, EP 2 463 248 A1, US 2004107729 A1, EP 0 531 152 A2 y EP 1 371 616 A1.

También se conocen métodos de flexión apoyados por presión positiva. De este modo, la flexión por gravedad puede ser acelerada dado que la presión positiva que presiona, por así decirlo, el cristal de vidrio en el molde de flexión por gravedad, es ejercida desde arriba. De este modo, pueden ser logradas temperaturas de flexión más bajas y/o ciclos de flexión más cortos. De este modo, la EP 0 706 978 A2 propone un método de flexión por gravedad donde es introducido un flujo de aire sobre el cristal de vidrio con una herramienta de formación superior para producir la presión positiva.

Algunos acristalamientos para vehículos son implementados como acristalamientos de seguridad laminados, en particular parabrisas. Esos son hechos de dos cristales

de vidrio que son laminados juntos vía una capa intermedia polimérica. Aquí, puede ser ventajoso flexionar los dos cristales de vidrio juntos concurrentemente para igualar de manera óptima su flexión entre sí. Esos métodos, son conocidos, por ejemplo, de EP 1 358 131 A1, EP 2 463 247 A1, EP 2 463 248 A1, EP 1 836 136 A1, EP 0 531 152 A2 y EP 1 611 064 A1.

En el caso de esos métodos de flexión por pares, es necesario evitar la separación de los dos cristales de vidrio, es decir, la formación de un espacio entre los cristales durante el proceso de flexión. Esto es particularmente cierto en relación con esos métodos de flexión puesto que la presión negativa que actúa sobre una superficie de cristal favorece particularmente esa formación de espacio. Para contrarrestar el riesgo de formación de espacio, puede ser aplicada una presión positiva opuesta a la succión para presionar los dos cristales uno contra el otro. De este modo, la KR 101 343 631 B1 propone formar el cristal inferior por succión y simultáneamente someter el cristal superior a un flujo de aire.

Común a los métodos de flexión apoyados por presión positiva descritos anteriormente es el hecho de que, para generar la presión positiva, el cristal de vidrio que será flexionado es sometido directamente a un flujo de

aire. Sin embargo, esto posee el riesgo de que la superficie del cristal de vidrio sea afectada de manera adversa, una situación la cual pueden en particular, dar como resultado calidad óptica reducida del cristal de vidrio. De este modo, la exposición no homogénea al flujo de aire, como resultado, por ejemplo, del uso de boquillas, puede causar un comportamiento de transmitancia no homogéneo del cristal, lo cual es indeseable para cristales de ventana y es aceptable únicamente en un grado muy limitado.

La US 3,473,909 A describe un dispositivo y un método para flexionar o doblar una lente de vidrio usando una membrana, por medio del cual la lente de vidrio es presionada hacia un molde de flexión inferior.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método de flexión apoyado por presión positiva mejorado para cristales de vidrio, en particular cristales de ventana, y un dispositivo adecuado para el mismo, donde son evitadas las desventajas descritas anteriormente. En particular, deberá ser evitado el deterioro de la calidad óptica del cristal de vidrio como resultado de la exposición a presión positiva.

El objetivo de la invención es logrado de acuerdo a la invención por un dispositivo para doblar o flexionar

al menos un cristal de vidrio, que comprende al menos

- un molde de flexión inferior con una superficie de trabajo que es adecuada para influenciar la forma de al menos un cristal de vidrio,

5 - una herramienta de formación superior opuesta a la superficie de trabajo que es adecuada para generar una presión positiva sobre la superficie de al menos un cristal de vidrio orientado contrario a la superficie de trabajo,

 donde la herramienta de formación superior tiene
10 un espacio hueco con al menos una abertura orientada hacia el molde de flexión inferior y una membrana que cierra la abertura y está equipada con medios para introducir un gas en el espacio hueco para deformar la membrana en la dirección del molde de flexión inferior y para generar de
15 este modo la presión positiva.

 En el contexto de la invención, el término "membrana" significa un elemento plano hecho de un material flexible, el cual (bajo condiciones típicas de uso) es deformable elásticamente en la dirección normal de la
20 superficie.

 El objetivo de la invención también es logrado por un método para flexionar o doblar al menos un cristal de vidrio, que comprende al menos los siguientes pasos de proceso:

25 a) arreglar al menos un cristal de vidrio

calentado a al menos su temperatura de ablandamiento entre un molde de flexión inferior y un herramienta de formación superior,

5 donde la herramienta de formación superior es arreglada opuesta a una superficie de trabajo del molde de flexión inferior y tiene un espacio hueco con al menos una abertura orientada hacia el molde de flexión inferior y una membrana que cierra la abertura,

10 b) introducir un gas en el espacio hueco, por medio del cual la membrana es deformada en la dirección del molde de flexión inferior de modo que la membrana entre en contacto con la superficie de al menos un cristal de vidrio orientada contraria a la superficie de soporte, de este modo ejerce presión y genera una presión positiva sobre la
15 superficie,

c) enfriar el cristal de vidrio.

El dispositivo y el método son presentados juntos en lo siguiente, con las explicaciones y modalidades preferidas refiriéndose igualmente al dispositivo y el
20 método.

La invención también incluye un arreglo para flexionar al menos un cristal de vidrio, que comprende el dispositivo de acuerdo con la invención y un cristal de vidrio que es colocado entre la herramienta de flexión
25 inferior y la herramienta de formación superior.

El método de flexión que será llevado a cabo con el dispositivo de acuerdo con la invención puede ser referido como un método de flexión apoyado por presión positiva. La formación del cristal de vidrio por el molde de flexión inferior es apoyada dado que es ejercida una presión positiva desde arriba sobre el cristal de vidrio. Por medio de la presión positiva, puede ser lograda una flexión rápida. La flexión simultánea de una pluralidad de cristales de vidrio apilados, puede ser evitada la formación de un espacio entre los cristales. La presión positiva es generada de acuerdo a la invención por medio de una membrana flexible. Éste ha probado ser un procedimiento ventajosamente suave por medio del cual pueden ser evitados deterioros negativos al cristal de vidrio, en particular, deterioro de la calidad de la superficie y propiedades ópticas. Ésta es una ventaja principal de la presente invención. Debido a la flexibilidad de la membrana, ésta se adapta constantemente a la forma del cristal predefinida por la superficie de trabajo del molde de flexión inferior. En consecuencia, la herramienta de formación superior de acuerdo a la invención no necesita ser coordinada con la forma de cristal respectiva, sino que, en su lugar, puede ser usada, como tal, como una herramienta universal para una variedad de diferentes formas de cristal.

El dispositivo de acuerdo con la invención para

flexionar al menos un cristal de vidrio comprende al menos un molde de flexión inferior y una herramienta de formación superior. El cristal de vidrio que será flexionado es arreglado entre el molde de flexión inferior y la
5 herramienta de formación superior. Para este propósito, el cristal de vidrio puede, por ejemplo, ser colocado hacia abajo sobre el molde de flexión inferior o succionado por la herramienta de formación superior.

En el contexto de la invención, el término "un
10 molde de flexión inferior" significa un molde que entra en contacto con la superficie inferior del cristal de vidrio orientada hacia el suelo o que está asociado con ésta y que actúa sobre ésta. El término "un molde de flexión superior" significa un molde que está asociado con la superficie
15 superior del cristal de vidrio que está orientada contraria al suelo y que actúa sobre ésta.

El molde de flexión inferior tiene una superficie de trabajo que está asociada con el cristal de vidrio y que actúa sobre ésta para formar el cristal de vidrio. La
20 superficie de trabajo es adecuada para influenciar la forma de al menos un cristal de vidrio. La superficie de trabajo también puede ser referida como una superficie de soporte o superficie de contacto debido a que es adecuada para arreglar al menos un cristal de vidrio sobre ésta o para
25 hacer contacto con el cristal de vidrio. La superficie de

trabajo define la forma del cristal de vidrio flexionado. Típicamente, al inicio del paso de flexión, sólo una parte de la superficie de trabajo está en contacto con el cristal de vidrio y el cristal de vidrio reposa sobre la superficie de trabajo durante el curso del paso de flexión. Esto puede efectuarse bajo la influencia de la gravedad, una presión de prensado o una acción de succión. La superficie de trabajo puede estar en contacto directo con el cristal de vidrio. Sin embargo, la superficie de trabajo puede, por ejemplo, también ser provista con una tela que sea arreglada entre la superficie de trabajo real y el cristal de vidrio.

La presente invención no está restringida a un tipo específico de superficie de trabajo. La superficie de trabajo es preferiblemente cóncava. El término "un molde cóncavo" significa un molde en el cual las esquinas y bordes del cristal de vidrio, en el contacto pretendido con la superficie de trabajo, son flexionados en la dirección contraria al molde de flexión.

En una modalidad ventajosa, el molde de flexión inferior tiene una superficie de trabajo de superficie completa. Esa superficie de trabajo también puede ser referida como sólida y, al final del paso de flexión, está en contacto con la mayoría de la superficie de cristal – en contraste con las llamadas superficies de trabajo

"similares a un marco". En una modalidad particularmente preferida, la superficie de trabajo de superficie completa está equipada con orificios o aberturas a través de las cuales puede ser ejercida una acción de succión sobre la superficie de al menos un cristal de vidrio orientado hacia la superficie de trabajo. Ese molde de flexión es adecuado, en particular, para un paso de flexión por succión. También puede ser usado para ejercer una presión de prensado en la región del borde y una acción de succión en la región central. En este caso, el dispositivo también incluye medios para generar una acción de succión que son conectados a la superficie de trabajo, por ejemplo, boquillas de Venturi, ventiladores o bombas. Ese molde de flexión inferior también puede ser referido como un molde de flexión por succión. El molde de flexión inferior corresponde, en esta modalidad en particular, al molde inferior ("forma inferior 5,12") que es descrito en la EP 1 836 136 A1.

En otra modalidad ventajosa, el molde de flexión inferior tiene una superficie de trabajo similar a un marco. Únicamente la superficie de trabajo similar a un marco está en contacto directo con el cristal de vidrio, mientras que la mayoría del cristal no hace contacto directo con el molde. De este modo, pueden ser producidos cristales de calidad óptica particularmente alta. Ese molde

también puede ser referido como un anillo (anillo de flexión) o marco (molde de marco). En el contexto de la invención, el término "superficie de trabajo similar a un marco" sirve únicamente para la diferenciación con relación a un molde de superficie completa. La superficie de trabajo no necesita formar un marco completo, sino que puede aún ser discontinua. La superficie de trabajo es implementada en forma de un marco completo o un marco discontinuo. Esa superficie de trabajo similar a un marco es adecuada, en particular, como un molde de flexión por gravedad de modo que el molde inferior en este caso es implementado preferiblemente como un molde de flexión por gravedad. El cristal es colocado hacia abajo sobre el molde de flexión por gravedad de modo que la superficie de trabajo (superficie de soporte) toque la superficie inferior del cristal de vidrio, la cual se orienta hacia el suelo. Usualmente, la región del borde del cristal de vidrio sobresale circunferencialmente más allá de la superficie de trabajo. Cuando el cristal de vidrio es calentado a al menos su temperatura de ablandamiento, reposa, bajo la influencia de la gravedad, sobre la superficie de trabajo, por medio de lo cual se logra la forma deseada. La superficie de trabajo similar a un marco puede, sin embargo, también ser usada para métodos de flexión por presión.

La ventaja de la superficie de trabajo similar a un marco en comparación con la superficie de trabajo de superficie completa reside en la calidad óptica mayor del cristal flexionado. Fue sorprendente para el experto en la técnica que el método de acuerdo con la invención puede ser llevado a cabo con el uso de esa superficie de trabajo similar a un marco, aunque no existe, en la región central del cristal, contrapresión contra la presión ejercida por la membrana. No obstante, es posible flexionar de manera confiable y reproducible cristales de vidrio

El ancho de la superficie de trabajo formada por el marco es preferiblemente de 0.1 cm a 20 cm, de manera particularmente preferible de 0.1 cm a 5 cm, por ejemplo, de 0.3 cm.

En principio, también son concebibles combinaciones de los tipos de superficies de trabajo descritos anteriormente, por ejemplo, una superficie de trabajo de superficie completa en la región central, que esté rodeada por una superficie de trabajo similar a un marco.

La superficie del cristal de vidrio orientada contraria al molde de flexión inferior es sometida, de acuerdo con la invención, por medio de la membrana de la herramienta de formación superior a una presión positiva. La superficie del cristal de vidrio orientada contraria al

molde de flexión inferior también puede ser referida como la superficie superior; y la superficie orientada hacia el molde de flexión inferior, como la superficie inferior. En el contexto de la invención, el término "presión positiva" significa una presión que es mayor que la presión ambiental. Por medio de la presión positiva, el cristal de vidrio es ablandado, como si fuera presionado hacia el molde de flexión inferior.

Durante el procedimiento de flexión, la herramienta de formación superior es arreglada opuesta a la superficie de trabajo del molde de flexión inferior de modo que un cristal de vidrio pueda ser arreglado entre el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior. Esto es adecuado para generar una presión positiva sobre la superficie del cristal de vidrio arreglada sobre la superficie de soporte orientada contraria a la superficie de soporte.

Son concebibles varias modalidades de la herramienta de formación superior. Comunes a todas ellas es el hecho de que la herramienta de formación tiene un espacio hueco. El espacio hueco no es un espacio hueco cerrado. De este modo, la herramienta de formación está, por un lado, equipada con medios para introducir un gas en el espacio hueco, el cual incluye, en particular, una abertura de tubo de afluente en el espacio hueco o una

abertura de afluente. Por otro lado, el espacio hueco tiene al menos una abertura adicional que está orientada hacia el molde de flexión inferior.

La herramienta de formación también tiene una
5 membrana que cubre o sella al menos una abertura orientada hacia el molde de flexión inferior. Cuando es introducido gas hacia el espacio hueco y genera una presión positiva allí, la membrana es deformada elásticamente en la dirección del molde de flexión inferior. Por medio del
10 contacto directo de la membrana con la superficie superior del cristal de vidrio, es generada la presión positiva sobre el cristal de vidrio de acuerdo a la invención.

En una modalidad ventajosa, la herramienta de formación superior tiene una cubierta con una sección de
15 borde que rodea la abertura. En este caso, la herramienta de formación es implementada no como un molde con una superficie de contacto de superficie completa, sino como un molde hueco. La cubierta es, por ejemplo, hecho de una chapa de metal. La cubierta es formada de modo que forme el
20 espacio hueco, con la abertura orientada hacia el molde de flexión inferior siendo una sola abertura grande. El molde puede ser caracterizado como similar a una campana o similar a una capucha. La membrana cierra el espacio hueco similar a una campana. La membrana es unida típicamente en
25 la región de la sección de borde.

En el arreglo pretendido de la herramienta de formación, la sección de borde de la cubierta es orientada preferiblemente hacia abajo. La sección de borde es, de manera particularmente preferible, arreglada de manera sustancialmente vertical. De este modo, la herramienta de formación puede ser puesta en contacto de manera ventajosa con el cristal de vidrio. La sección de borde orientada hacia abajo también es referida con frecuencia como un faldón. El borde lateral de la cubierta puede ser arreglado sobre el extremo de la sección de borde orientada hacia abajo y apuntando hacia abajo. Sin embargo, no imparte la función si, por ejemplo, el extremo de la sección de borde es doblado de modo que el borde lateral no apunte hacia abajo.

Cuando la herramienta de formación superior es bajada sobre el cristal de vidrio, como parte de su herramienta de formación, preferiblemente reposa sobre el cristal de vidrio, con la membrana posiblemente arreglada entre esta parte y el cristal de vidrio. La parte de la herramienta de formación es en consecuencia referida como una superficie de contacto. La superficie de contacto puede ser formada por el borde lateral o una sección extrema de la cubierta o montada especialmente sobre la cubierta en la región del borde lateral.

El espesor de material de la herramienta de

formación superior o su cubierta en la configuración similar a una capucha es preferiblemente a lo más de 5 mm, de manera particularmente preferible de 2 mm a 4 mm. El peso de la herramienta de formación puede ser mantenido
5 bajo como resultado de ese espesor de material bajo.

Sin embargo, la herramienta de formación no necesita ser implementada como una capucha. En otra modalidad ventajosa, la herramienta de formación superior tiene una pared que delimita el espacio hueco y que es
10 orientada hacia el molde de flexión inferior, en la cual es introducida una pluralidad de aberturas. En este caso, la herramienta de formación superior es implementada como un molde sólido que comprende una cubierta similar a una capucha y una pared que cierra la abertura de esta cubierta
15 similar a una capucha, la cual está provista con aberturas u orificios. La superficie de la pared orientada contraria al espacio hueco forma, en este caso, la superficie de contacto, la cual es bajada preferiblemente sobre el cristal. La membrana cubre esta superficie de contacto y es
20 empujada contraria a la pared por el gas que fluye a través de las aberturas y se expande. El tamaño de las aberturas es preferiblemente de 20 mm² a 700 mm², de manera particularmente preferible de 30 mm² a 100 mm². La repartición de la superficie ocupada por las aberturas es
25 preferiblemente de 5 % a 50 % del área total de la pared

(la cual también incluye el área de las aberturas), de manera particularmente preferible de 10 % a 30 %. De este modo, es lograda una deformación particularmente uniforme de la membrana.

5 El espesor de material de la herramienta de formación superior o su cubierta en la configuración como un molde sólido es preferiblemente de 10 mm a 30 mm.

 En ambas configuraciones, la herramienta de formación superior o su cubierta es hecha preferiblemente
10 de acero o acero inoxidable.

 La superficie de contacto de la herramienta de formación superior es implementada preferiblemente complementaria a la superficie de trabajo del molde de flexión inferior. Puesto que el molde de flexión inferior
15 preferiblemente tiene una superficie de trabajo cóncava, la superficie de contacto de la herramienta de formación superior es preferiblemente convexa.

 La presión positiva deberá ser generada sobre la de la superficie compartida más grande posible del cristal
20 de vidrio. La presión positiva deberá ser generada al menos sobre las regiones del cristal de vidrio que reposen (en el estado flexionado) sobre la superficie de trabajo del molde de flexión inferior como también, en el caso de una superficie de trabajo similar a un marco, la región rodeada
25 por éste. Por ejemplo, la membrana puede estar en contacto

con al menos 80 % o al menos 90 % de la superficie del cristal de vidrio que será flexionada y actuar sobre ella para generar la presión positiva, con las regiones sin contacto con la membrana y, en consecuencia, no sometidas a presión positiva arregladas en su región de borde, en particular de manera circunferencial.

En una modalidad ventajosa, la herramienta de formación superior es adecuada para retener al menos un cristal de vidrio que será flexionado. De este modo, además de la generación de presión positiva de acuerdo con la invención, la herramienta de formación superior también puede ser usada para levantar y mover al menos un cristal. Para retener el cristal de vidrio, es ejercida preferiblemente una acción de succión que presiona el cristal de vidrio contra la herramienta de formación superior. Esta acción de succión es particularmente generada preferiblemente por la llamada técnica de faldón, la cual es descrita en lo siguiente.

En la técnica de faldón, la parte de la herramienta de formación superior provista con la membrana, parte la cual es necesaria para generar la presión positiva, así como la región de contacto, son arregladas encima de la superficie de cristal, en el sentido que la proyección de la superficie de membrana en el plano del cristal de vidrio (el cual es plano en el estado inicial)

sea arreglada completamente dentro del área del cristal – de este modo, la membrana no sobresale más allá del cristal. En este caso, puede existir una región del borde (en particular, una región del borde circunferencial) de la superficie de cristal que no entre en contacto con la membrana. Cuando la herramienta de formación superior sea bajada sobre el cristal de vidrio, su superficie de contacto reposa contra el cristal de vidrio, con la membrana posiblemente arreglada entre la superficie de contacto y el cristal de vidrio.

La herramienta de formación tiene, para generar la acción de succión, una placa deflectora de aire periférica, la cual rodea la superficie de contacto, la membrana y la abertura hacia el espacio hueco de acuerdo con la invención al menos en regiones. Esa placa de deflexión de aire también es con frecuencia referida como faldón. La placa de deflexión de aire rodea o enmarca la superficie de contacto y la abertura, es decir completamente o en secciones. Durante el procedimiento de flexión, la placa de deflexión de aire preferiblemente tiene una distancia desde los bordes laterales del cristal de vidrio de 3 mm a 50 mm, de manera particularmente preferible de 5 mm a 30 mm, por ejemplo, de 20 mm.

La acción de succión que es necesaria para retener el cristal de vidrio contra la superficie de

contacto de la herramienta de formación superior, es generada por la exhaustación del aire entre la placa de deflexión de aire y la superficie de contacto (y la cubierta del espacio hueco de acuerdo con la invención que soporta ésta). Esto es adecuado para barrer el borde del cristal de vidrio que será doblado o flexionado con un flujo de aire, al menos en secciones, y presionando de este modo el cristal de vidrio contra la superficie de contacto. El dispositivo incluye medios para generar una presión negativa o una acción de succión, por ejemplo, ventiladores, boquillas de Venturi o bombas que están asociadas con la placa de deflexión de aire. El flujo de aire generado es guiado por la placa de deflexión de aire de modo que el borde lateral del cristal de vidrio sea barrido al menos en secciones. Por medio de la placa de deflexión de aire y los medios para generar la acción de succión, la herramienta de formación es adecuada para barrer el borde de al menos un cristal de vidrio con un flujo de aire. El cristal de vidrio es retenido efectivamente contra la herramienta de formación por medio del flujo de aire presionado o succionado contra la superficie de contacto. El cristal de vidrio es retenido contra la herramienta de formación por medio del flujo de aire que barre el borde contra la acción de la gravedad. Un molde superior con la tecnología de faldón es descrito, por

ejemplo, en la EP 1 836 136 A1 ("forma superior 11").

En una modalidad preferida, la membrana es permeable a gases. Esto produce un tipo de igualación de presión de modo que la presión inmediatamente por encima o por debajo de la membrana es aproximadamente la misma. De este modo, es posible evitar la creación de impresiones de la membrana sobre la superficie de vidrio que reduciría la calidad óptica del cristal. Por supuesto, la membrana no debe ser permeable a gases en un grado que no posea resistencia al flujo de aire y de este modo no sea inflada y deformada. El grado adecuado de permeabilidad a gases puede ser seleccionado por el experto en la técnica de acuerdo a los requerimientos del caso individual, por ejemplo, por simulaciones o pruebas preliminares simples.

La membrana es hecha preferiblemente de un fieltro, lana o tela tejida. La permeabilidad a gases puede ser afectada por las características, en particular el espesor del fieltro, lana o tela.

El fieltro, lana o tela preferiblemente contiene metal, de manera particularmente preferible contiene acero inoxidable. El fieltro, lana o tela es preferiblemente un fieltro de acero inoxidable, lana de acero inoxidable o tela de acero inoxidable. Esos materiales tienen, por un lado, estabilidad adecuada para la producción en masa industrial y son, por otro lado, suficientemente suaves

para no dañar la superficie de vidrio.

La membrana tiene preferiblemente un espesor (espesor de material) de 0.5 mm a 10 mm, de manera particularmente preferible de 1 mm a 5 mm, de manera más particularmente preferible de 2 mm a 3 mm. En este
5 intervalo, se logra un compromiso ventajoso entre la estabilidad y flexibilidad. Además, la membrana es suficientemente delgada y ligera para evitar impresiones sobre el cristal de vidrio.

10 El dispositivo de acuerdo con la invención también incluye medios para desplazar el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior entre sí. Por medio de esos medios, el molde de flexión inferior y la herramienta de formación son puestos uno cerca del otro
15 después de que el cristal de vidrio ha sido colocado para su flexión de modo que puedan actuar juntos sobre el cristal de vidrio. La aproximación puede ser efectuada por el movimiento vertical del molde de flexión inferior, de la herramienta de formación superior o ambas.

20 El dispositivo de acuerdo con la invención también incluye medios para calentar el cristal de vidrio a la temperatura de ablandamiento. Típicamente, el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior son arreglados dentro de un horno de flexión calentable o una
25 cámara de flexión calentable. Para el calentamiento, el

cristal de vidrio puede pasar a través de una cámara separada, por ejemplo, un horno de túnel.

La presión positiva es generada introduciendo un gas en el espacio hueco de la herramienta de formación. En una modalidad preferida, el gas es aire, en particular, 5 aire comprimido, puesto que éste es económico de producir. Sin embargo, en principio, también pueden ser usados otros gases, por ejemplo, dióxido de carbono o nitrógeno. El gas puede ser llevado hacia el espacio hueco de cualquier 10 manera, por ejemplo, por medio de boquillas de Venturi, un ventilador o una bomba.

El afluente de gas es calentado preferiblemente para no enfriar el cristal de vidrio durante el proceso de flexión, lo cual toma lugar típicamente a temperaturas 15 elevadas. La temperatura del gas corresponde preferiblemente a aproximadamente la temperatura del cristal de vidrio.

En el espacio hueco, es arreglada preferiblemente una placa defleitora opuesta a la entrada de tubo de modo 20 que el afluente de gas choque con la placa defleitora. Esto evita que el afluente de gas choque contra el cristal de vidrio directamente, y pueda ser generada una presión positiva homogénea en todo el espacio hueco.

El método de acuerdo con la invención puede ser 25 llevado a cabo en muchas posibles variantes. El arreglo del

cristal de vidrio ablandado entre el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior puede ser efectuado, con el cristal de vidrio siendo retenido por la herramienta de formación superior, en particular succionado y, entonces, siendo el molde de flexión inferior desplazado con relación a la herramienta de formación superior y, de este modo, llevado cerca del cristal de vidrio desde abajo. Este procedimiento es razonable, en particular con los métodos de flexión por presión y succión. El calentamiento del cristal de vidrio a la temperatura de ablandamiento puede ser efectuado mientras el cristal de vidrio ya está fijo sobre la herramienta de formación superior o un paso corriente arriba, donde el cristal de vidrio no es captado por la herramienta de formación superior hasta que está en el estado caliente.

De manera alternativa, el cristal de vidrio puede ser colocado sobre la superficie de trabajo (superficie de soporte) del molde de flexión inferior y, entonces, la herramienta de formación superior puede ser desplazada con relación al molde de flexión inferior y, de este modo, llevado cerca del cristal de vidrio desde arriba. Este procedimiento es razonable con los métodos de flexión por presión y succión y, en particular, con métodos de flexión por gravedad. El calentamiento del cristal de vidrio a la temperatura de ablandamiento puede ser efectuado después de

que el cristal haya sido colocado sobre el molde de flexión inferior o en un paso corriente arriba, donde el cristal de vidrio no sea bajado sobre el molde de flexión inferior hasta que esté caliente. En los métodos de flexión por
5 gravedad, es costumbre calentar el cristal de vidrio sobre el molde de flexión inferior (molde de flexión por gravedad).

La presión positiva que es ejercida sobre el cristal de vidrio por la membrana es, en una modalidad
10 ventajosa, de 10 mbares a 50 mbares, de manera preferible de 20 mbares a 30 mbares. Con esto, son obtenidos buenos resultados — la formación del cristal es acelerada efectivamente y pueden ser evitados deterioros a la superficie. El término "presión positiva" se refiere a la
15 diferencia de presión positiva con relación a la presión ambiental.

En principio, el cristal de vidrio también puede ya estar sometido a presión positiva durante el calentamiento. La presión positiva puede, para estar
20 seguros, desarrollar su efecto únicamente después de alcanzar la temperatura de ablandamiento; pero por razones de tecnología de proceso, puede ser más simple generar la presión positiva de antemano.

En una modalidad ventajosa, la herramienta de
25 formación superior de acuerdo con la invención es equipada

con la tecnología de faldón descrita anteriormente para succionar el cristal de vidrio, en particular en la modalidad similar a una capucha descrita anteriormente de la herramienta de formación superior. El cristal de vidrio es captado o recogido por la herramienta de formación superior de un primer molde inferior, dado que la herramienta de formación superior es llevada cerca del primer molde inferior, los cristales de vidrio son succionados y la herramienta de formación superior con el cristal de vidrio es removida nuevamente del primer molde inferior.

En una modalidad particularmente preferida, el primer molde inferior es un molde de flexión por gravedad con una superficie de contacto cóncava, similar a un marco, sobre la cual el cristal de vidrio ha sido calentado a la temperatura de ablandamiento y preflexionado por flexión por gravedad. El molde de flexión por gravedad es implementado típicamente móvil, por ejemplo, montado sobre un carro. El molde de flexión por gravedad pasa, para su calentamiento, a través de un horno, con el cristal de vidrio siendo calentado a la temperatura de flexión y siendo transportado bajo la herramienta de formación superior.

En el contexto de la producción en masa industrial, es ventajoso conectar una pluralidad de esos

moldes de flexión por gravedad móviles entre sí para formar un llamado tren. El tren corre a través de un horno para calentar los cristales a la temperatura de flexión y se desplaza hacia una cámara de flexión con el molde de flexión inferior de acuerdo a la invención y la herramienta de formación superior. En la cámara de flexión, los cristales de vidrio son entonces recogidos del molde de flexión por gravedad por la herramienta de formación superior. Por medio de la separación espacial del calentamiento y la flexión apoyada por presión positiva en diferentes cámaras de un horno de calentamiento, pueden ser obtenidos tiempos de ciclo más grandes que si el cristal es calentado únicamente después de entrar a la cámara de flexión.

De manera alternativa, también es posible combinar el primer molde inferior (en particular, un molde de flexión por gravedad con una superficie de contacto similar a un marco) y el molde de flexión inferior de acuerdo con la invención en una sola herramienta. Los dos moldes deben, en ese caso, ser móviles verticalmente uno con relación al otro de modo que sea posible regular cuál de las superficies de contacto del cristal de vidrio reposen encima. De este modo, es posible una transferencia directa del cristal del primer molde inferior al molde de flexión inferior de acuerdo con la invención sin que el

cristal tenga que ser levantado por una herramienta superior.

En una modalidad ventajosa, un molde de flexión inferior de acuerdo con la invención es llevado cerca del cristal de vidrio retenido sobre la herramienta de formación superior. Para esto, es particularmente preferible desplazar la herramienta de formación superior con el cristal de vidrio verticalmente hacia arriba, entonces desplazar el molde de flexión inferior horizontalmente bajo la herramienta de formación superior, y entonces bajar la herramienta de formación superior verticalmente sobre el molde de flexión inferior. De manera alternativa, el movimiento horizontal necesario puede, sin embargo, también ser efectuado por la herramienta de formación superior o un movimiento del molde de flexión y la herramienta de formación.

El molde de flexión inferior es implementado preferiblemente en la forma descrita anteriormente como un molde de flexión por succión con una superficie de trabajo de superficie completa provista con aberturas. Al menos un cristal de vidrio que será doblado es presionado en su región del borde entre la superficie de contacto de la herramienta de formación superior y la superficie de trabajo del molde de flexión inferior. La región central del cristal de vidrio es succionada contra la superficie de

trabajo por medio de la acción de succión del molde de flexión inferior. Mientras el cristal de vidrio se encuentre fijo entre el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior, la acción de succión de la herramienta de formación superior que retiene el cristal de vidrio puede ser apagada o mantenida.

La acción de succión que es ejercida sobre el cristal de vidrio por la herramienta de flexión superior es preferiblemente de 100 mbar a 200 mbar, de manera particularmente preferible de 120 mbar a 150 mbar.

El enfriamiento del cristal de vidrio puede ser efectuado en cualquier forma deseada. Al momento, el cristal de vidrio puede ser arreglado sobre el molde de flexión inferior de acuerdo con la invención, ser retenido sobre la herramienta de formación superior de acuerdo con la invención, o aún ser arreglado sobre otro molde sobre el cual haya sido transferido el cristal. El enfriamiento puede ser efectuado a temperatura ambiente o por enfriamiento activo. El otro molde inferior puede, por ejemplo, ser el mismo molde o ser del mismo tipo que el primer molde inferior para el doblez por gravedad. De este modo, puede ser usado el mismo tren, por otro lado, para el predoblez de los cristales y el transporte de ellos hacia la cámara de flexión por presión y, por otro lado, para transportar los cristales hacia afuera y enfriarlos.

El dispositivo de acuerdo con la invención también puede incluir una pluralidad de herramientas de formación superiores y/o una pluralidad de moldes de flexión inferiores. El dispositivo puede incluir, además
5 del molde de flexión inferior de acuerdo con la invención y la herramienta de formación superior de acuerdo con la invención, una herramienta de elevación, la cual está, por ejemplo, equipada con la tecnología de faldón. De este modo es posible comenzar un procedimiento de flexión antes de
10 que el procedimiento de flexión precedente haya finalizado completamente, por medio de lo cual pueden ser logrados tiempos de ciclos mayores. Por ejemplo, puede ser seleccionada la siguiente secuencia:

- levantar el cristal del molde de flexión por
15 gravedad por medio de la herramienta de elevación,
- mover el molde de flexión inferior bajo la herramienta de elevación y colocar el cristal hacia abajo sobre el molde de flexión inferior,
- mover el molde de flexión inferior con el
20 cristal bajo la herramienta de formación superior,
- flexionar el cristal entre el molde de flexión inferior y la herramienta de formación superior,
- levantar el cristal del molde de flexión inferior por medio de la herramienta de formación superior,
- 25 - mover el molde de flexión inferior bajo la

herramienta de elevación, la cual tiene, al mismo tiempo, otro cristal levantado del siguiente molde de flexión por gravedad,

5 - colocar el cristal de la herramienta de formación superior abajo sobre el molde de flexión por gravedad.

Ese método es descrito en la EP 1 836 136 A1 en relación con las Figuras 4a - 4d.

10 Los cristales de vidrio que serán doblados son proporcionados en particular como cristales de vehículo (cristales de ventana de vehículo), preferiblemente cristales de automóvil o como componentes de los mismos. Ellos tienen típicamente un tamaño de al menos 0.8 m², preferiblemente de 1 m² a 3 m².

15 Los cristales de vidrio que serán doblados son hechos, en una modalidad preferida de vidrio de sosa y cal, como es costumbre para cristales de ventana. Las temperaturas de doblez típicas son de 500 °C a 700 °C, preferiblemente de 550 °C a 650 °C, por ejemplo, de 20 aproximadamente 630 °C. Los cristales de vidrio que serán doblados pueden, sin embargo, contener también otros tipos de vidrio como vidrio de borosilicato o boro de cuarzo. El espesor del cristal de vidrio es típicamente de 0.2 mm a 10 mm, preferiblemente de 0.5 mm a 5 mm.

25 El método de acuerdo con la invención también es

adecuado en particular para múltiples dobleces congruentemente simultáneos, por ejemplo, dos cristales de vidrio colocados uno encima del otro, esto puede, en particular, ser deseable cuando dos o más cristales
5 individuales vayan a ser laminados más tarde para formar un acristalamiento compuesto, para igualar de manera óptima su forma entre sí. Para esto, los cristales de vidrio son arreglados planos uno encima del otro y flexionados o doblados juntos. Los medios de separación, por ejemplo, un
10 polvo o una tela de separación, son arreglados entre los cristales de vidrio, de modo que los cristales de vidrio puedan nuevamente ser desprendidos uno del otro después del doblez. En una modalidad ventajosa, el método es aplicado a múltiples, en particular, dos cristales de vidrio colocados
15 uno encima del otro, y los cristales de vidrio son flexionados simultáneamente por pares.

El método es, en una modalidad particularmente preferida, el método que es descrito con detalle en la EP 1 836 136 A1, donde la herramienta de formación superior de
20 acuerdo a la invención es usada en su configuración similar a una capucha con una capa deflectora de aire en lugar del molde superior ("forma superior 11") descrita allí. El molde de flexión inferior de acuerdo con la invención es el molde inferior ("forma inferior 5, 12") descrito allí. El
25 método es llevado a cabo preferiblemente usando el

dispositivo descrito en detalle en la EP 1 836 136 A1, donde, de igual modo, la herramienta de acuerdo con la invención es usada en lugar del molde superior ("forma superior 11") descrito allí y el molde de flexión inferior de acuerdo con la invención es el molde inferior ("forma inferior 5, 12") descrito allí.

La invención también incluye el uso de una membrana para generar una presión positiva sobre una superficie de un cristal de vidrio durante un proceso de flexión, donde la membrana cierra una abertura de un espacio hueco de una herramienta de formación y donde es generada la presión positiva, dado que la membrana es deformada en la dirección del cristal de vidrio por un gas introducido hacia el espacio hueco y la superficie del cristal de vidrio es puesta en contacto con éste.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En lo siguiente, la invención es explicada en detalle con referencia a las Figuras y modalidades ejemplares. Las Figuras son representaciones esquemáticas y no están a escala. Las Figuras de ninguna manera limitan la invención.

Ellas describen:

Figura 1 un corte transversal a través de un dispositivo de acuerdo con la invención durante el método de acuerdo con la invención,

Figura 2 un corte transversal a través de una modalidad de la herramienta de formación superior de acuerdo con la invención,

Figura 3 un corte transversal a través de otra
5 modalidad de la herramienta de formación superior de acuerdo con la invención,

Figura 4 un corte transversal a través de otra modalidad de la herramienta de formación superior de acuerdo con la invención,

10 Figura 5 un corte transversal a través de otra modalidad del dispositivo de acuerdo con la invención durante el método de acuerdo con la invención,

Figura 6 una representación por pasos de una modalidad del método de acuerdo con la invención, y

15 Figura 7 un diagrama de flujo de una modalidad del método de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Figura 1 describe un dispositivo de acuerdo con la invención durante el método de acuerdo con la invención para flexionar un cristal de vidrio I. La Figura
20 2 describe una vista detallada de la herramienta de formación superior 3 de la Figura 1.

El cristal de vidrio I, plano en el estado inicial, es colocado abajo sobre un molde de flexión inferior 1 (Figura 1a). El molde de flexión inferior es, a
25

manera de ejemplo, un molde de flexión por gravedad con una superficie de trabajo o de soporte cóncava, similar a un marco 2. Como es común con la flexión por gravedad, el cristal de vidrio I es calentado a una temperatura de flexión que corresponde a al menos la temperatura de ablandamiento. El cristal de vidrio ablandado I entonces se adhiere a la superficie de soporte 2 bajo el efecto de la gravedad (Figura 1b).

La flexión por gravedad es apoyada por una herramienta de formación superior 3, la cual es una presión positiva sobre la superficie orientada hacia arriba 0 del cristal de vidrio I orientada contraria a la superficie de soporte 2. La herramienta de formación superior 3 tiene una cubierta similar a una campana o similar a una capucha 7, la cual forma un espacio hueco 5 con una abertura grande 4, la cual es orientada hacia el cristal de vidrio I. Una sección de borde de la cubierta 7 enmarca la abertura 4. El espacio hueco 5 es cerrado por una membrana 6 que es montada sobre la sección de borde de la cubierta 7.

La cubierta 7 es formada es formada a partir de una placa de acero de sólo 3 mm de espesor, como resultado de lo cual la herramienta de formación únicamente tiene un bajo peso.

La herramienta de formación superior 3 está equipada con un tubo de afluente 9, vía el cual gas, por

ejemplo, aire comprimido caliente, puede fluir hacia el espacio hueco 5. La membrana flexible 6 se expande y es deformada en la dirección del cristal de vidrio I. La membrana 6 pasa el cristal de vidrio hacia el molde de flexión inferior 1 de modo que la forma de cristal deseada sea lograda más rápidamente que con la flexión por gravedad pura. En el espacio hueco 5 opuesto a la abertura del tubo de afluente 6 se arregla una placa deflectora 11, en la cual choca el afluente de aire. De este modo, es producida una presión positiva homogénea en el espacio hueco 5.

La membrana es hecha de un fieltro de acero inoxidable con un espesor de material de 3 mm. El fieltro es, en cierto grado, permeable a gas, de modo que el aire comprimido puede escapar del espacio hueco 5 a través de la membrana 6. De este modo, la diferencia de presión directamente por encima y por debajo de la membrana es reducida, por medio de lo cual pueden ser evitadas impresiones de superficie de vidrio O.

La Figura 3 describe otra modalidad de la herramienta de formación superior 3 de acuerdo con la invención. La herramienta de formación 3 es configurada de manera similar a la Figura 2, siendo, sin embargo, dimensionada de modo que la cubierta 7 no sobresalga más allá del borde lateral del cristal de vidrio I. Una sección de borde circunferencial del cristal de vidrio I que será

flexionado es, en consecuencia, no puesta en contacto con la membrana 6 y sometida a presión positiva.

La herramienta de formación superior 3 también tiene una placa de deflexión de aire 8 rodeando la cubierta 7. El aire puede ser succionado hacia afuera del espacio intermedio entre la placa de deflexión de aire 8 y la cubierta 7 vía el tubo de succión 10, y puede ser generado un flujo de aire orientado hacia arriba. La herramienta de formación 3 es diseñada de modo que este flujo de aire barra el borde lateral del cristal de vidrio I que será flexionado. De este modo, el cristal de vidrio I es succionado sobre la superficie de contacto de la herramienta de formación arreglada sobre el borde lateral de la cubierta 7 y es, por ejemplo, retenido o transportado en el contexto de un proceso de doblez de múltiples etapas. Esta técnica es referida como la técnica de faldón. La superficie de contacto de la herramienta de formación 3 puede ser convexa, en particular cuando la superficie de trabajo 2 del molde de flexión inferior 1 sea cóncava.

La Figura 4 describe otra modalidad de la herramienta de formación superior 3 de acuerdo con la invención. En contraste con las modalidades descritas anteriormente, la herramienta de formación 3 no tiene una sola abertura grande 4, sino que, en su lugar, tiene una pared convexa adicional 12, la cual se orienta hacia el

molde de flexión inferior 1 y el cristal de vidrio I y delimita el espacio hueco 5. En esta pared es introducida una pluralidad de aberturas 4, vía las cuales el gas que fluye hacia el espacio hueco 5 puede escapar para deformar la membrana 6, la cual cubre la superficie de la pared 12 orientada contraria al espacio hueco 5. El tamaño de las aberturas 4 es, por ejemplo, de 50 mm². El área compartida de las aberturas es, por ejemplo, 20 % del área total de la pared 12 (incluyendo el área de las aberturas 4). El espesor de material de la herramienta de formación es, por ejemplo, de 20 mm.

Aquí nuevamente, la herramienta de formación tiene, como en la Figura 3, un tubo de succión 10 junto con una placa de deflexión de aire 8.

La Figura 5 describe otra modalidad del dispositivo de acuerdo con la invención durante el método de acuerdo con la invención. La herramienta de formación superior es configurada de acuerdo a la Figura 3. En contraste con la Figura 1, el molde de flexión inferior 1 no tiene una superficie de trabajo similar a un marco 2, pero, en su lugar, tiene una superficie de trabajo cóncava de superficie completa 2, la cual es proporcionada para hacer contacto con una parte grande de la superficie de cristal U. El molde de flexión inferior 1 no es un molde de flexión por gravedad, sino que, en su lugar, es una

herramienta para la flexión por presión y flexión por succión. El cristal de vidrio I es presionado, en su región del borde, entre la superficie de contacto de la herramienta de formación superior 3 y la superficie de trabajo 2. Una acción de succión, la cual es transferida vía las aberturas en la superficie de trabajo 2 a la superficie de cristal U, es ejercida sobre la región central del cristal de vidrio I rodeado por esta región del borde. Por medio de la acción de presión y succión combinadas, el cristal de vidrio I es flexionado de manera muy rápida y eficiente hacia la forma predefinida por la superficie de trabajo 2. Aquí, la acción de succión es apoyada por la presión de la membrana 6.

La Figura también muestra cómo el flujo de aire generado por la placa de deflexión de aire 8 barre el borde lateral del cristal de vidrio I. De este modo, el cristal de vidrio I puede, por ejemplo, ser retenido sobre la herramienta de formación 3 mientras es llevado cerca del molde de flexión inferior 1.

La Figura 6 describe esquemáticamente los pasos de una modalidad del método de acuerdo con la invención. Primero, dos cristales de vidrio I, II colocados uno encima del otro, los cuales son planos en el estado inicial, son colocados sobre un molde de predoblez 13, el cual es implementado como un molde de flexión por gravedad con una

superficie de soporte cóncava similar a un marco (Parte a). Los cristales sobre el molde de predoble 13 son calentados a la temperatura de flexión, por ejemplo, 600 °C, y se adhieren como resultado de la gravedad a la forma del molde de flexión inferior 9 (Parte b). Los cristales de vidrio I, II son de este modo preflexionados por medio del doblez por gravedad. Para esto, el molde de preflexión 13 es montado preferiblemente móvil y conectado a otros moldes de preflexión para formar un tren. El molde de predoble 13 corre a través de un horno de túnel (no mostrado) para ser calentado a la temperatura de flexión y entonces se desplaza hacia una cámara de flexión (de igual modo no mostrada) en la cual el dispositivo de acuerdo con la invención es arreglado.

En la cámara de flexión, los cristales de vidrio I, II son recogidos por la herramienta de formación superior 3 de acuerdo con la invención. Para esto, la herramienta de formación 3 es llevada cerca de los cristales de vidrio I, II sobre el molde de preflexión 13 desde arriba (Parte c). La herramienta de formación 3 es configurada como en la Figura 3. Por medio de la tecnología de faldón descrita allí, los cristales de vidrio I, II son succionados contra la superficie de contacto convexa similar a un marco de la herramienta de formación 3. La herramienta de formación 3 es entonces desplazada hacia

arriba, mientras los cristales de vidrio I, II son retenidos por la herramienta de flexión 1 y pueden ser desplazados hacia arriba por ésta y de este modo elevado por el molde de preflexión 13 (Parte d). Después de que los

5 cristales de vidrio I, II han sido recogidos por el molde de preflexión 13 (Parte e), el molde de flexión inferior 1 de acuerdo con la invención es desplazado horizontalmente bajo la herramienta de formación 3, y la herramienta de formación 3 es bajada sobre este molde de flexión 1 (Parte

10 f). El molde de flexión inferior 1 es implementado como en la Figura 5 como un molde de flexión por presión y succión combinado. Los cristales de vidrio I, II son flexionados en su forma final entre la herramienta de formación 3 de acuerdo con la invención y el molde de flexión 1 como se

15 describió con referencia a la Figura 5. La herramienta de formación 3 es entonces levantada nuevamente del molde de flexión inferior 1 (Parte g), y el molde de flexión inferior 1 es desplazado lejos horizontalmente. La herramienta de formación 3 es entonces bajada nuevamente, y

20 los cristales de vidrio I, II son colocados nuevamente abajo sobre el molde de preflexión 13 y transferidos a este molde de preflexión 13 interrumpiendo la acción de succión (Parte h). La herramienta de formación 3 es entonces desplazada hacia arriba (Parte i) y está lista para el

25 proceso de flexión del siguiente par de cristales. Los

cristales de vidrio I, II son transportados hacia afuera de la cámara de flexión sobre el molde de preflexión móvil 13 y enfriados a temperatura ambiente sobre el molde de preflexión 13.

5 Los pasos de proceso representados esquemáticamente aquí reproducen el método descrito en detalle en la EP 1 836 136 A1, donde el molde superior usado allí (forma superior 11) ha sido reemplazado por la herramienta de formación superior 3 de acuerdo con la
10 invención. La membrana 6 de acuerdo con la invención mejora aún más la eficiencia del método.

La Figura 7 describe la modalidad ejemplar de acuerdo con Figura 6 con referencia a un diagrama de flujo.

Ejemplo

15 Varios procesos de flexión fueron comparados en una serie de pruebas. Los procesos de flexión fueron llevados a cabo en un molde de flexión por gravedad (molde de flexión inferior 1) con una superficie de soporte similar a un marco 2, sobre la cual fue arreglado el
20 cristal de vidrio I. El cristal de vidrio I fue, en cada caso, calentado a una temperatura T , y la velocidad de deformación v fue medida. El proceso de flexión difirió en el diseño de la herramienta de formación superior:

 1. Flexión por gravedad puro sin aplicación de
25 presión positiva (sin herramienta de formación superior 3).

2. Flexión por gravedad usando una herramienta de formación superior en el diseño similar a una capucha con una cubierta 7 formando un espacio hueco 5, pero sin membrana 6 de modo que el cristal de vidrio I fue sometido
5 directamente al flujo de aire.

3. Flexión por gravedad de acuerdo a la invención con el uso de una herramienta de formación superior similar a una capucha 3 con membrana 6 (diseño de la Figura 2).

En los Ejemplos 2 y 3, fue introducido aire hacia
10 el espacio hueco 5 a la misma velocidad.

Entonces, fueron examinadas las propiedades ópticas del cristal doblado o flexionado. Para esto, fue medida la potencia de refracción del cristal con resolución espacial en el campo principal de visión del cristal. El
15 valor máximo (*valor límite, valor máx*) y velocidad de cambio (*RoC*; diferencia entre el máximo y mínimo en una región de medición cuadrática con un tamaño de 80 mm x 80 mm) fueron determinados; ambos son valores acostumbrados para evaluar la calidad óptica, en particular en el sector
20 automotriz y son familiares a aquellos expertos en la técnica. A más pequeño el valor medido mayor es la ausencia de distorsión del cristal y, en consecuencia, mejor la calidad óptica del cristal.

Los resultados son resumidos en la Tabla 1.

25

Tabla 1

	Proceso de flexión	T	v	Valor límite	RoC
5	1 Flexión por gravedad puro	630 °C	0.1 mm/s		
	2 Flexión por gravedad con exposición directa al flujo de aire	630 °C	1 mm/s	85 mdpt	100 mdpt
10	3 De acuerdo con la invención: Flexión por gravedad con herramienta de formación superior con membrana	630 °C	2.8 mm/s	50 mdpt	85 mdpt

Como lo indica la Tabla, pueden ser logrados ahorros de tiempo significativos por el proceso de acuerdo con la invención – la velocidad de flexión es significativamente mayor con el uso de la membrana de acuerdo con la invención con condiciones de prueba de otro modo idénticas que con exposición directa a un flujo de aire y aún más que con la flexión por gravedad pura. Al mismo tiempo, el deterioro de la calidad óptica es significativamente menor que con la exposición directa al flujo de aire. Esos resultados fueron inesperados y sorprendentes para el experto en la técnica.

Lista de Caracteres de Referencia:

- (1) molde de flexión inferior
- (2) superficie de trabajo/superficie de soporte
del molde de flexión inferior 1
- 5 (3) herramienta de formación superior
- (4) abertura del espacio hueco 5
- (5) espacio hueco de la herramienta de formación 3
- (6) membrana de la herramienta de formación 3
- (7) cubierta de la herramienta de formación 3
- 10 (8) placa de deflexión de aire de la herramienta
de formación 3
- (9) tubo de afluente de la herramienta de
formación 3
- (10) tubo de succión de la herramienta de
15 formación 3
- (11) placa deflectora de la herramienta de
formación 3
- (12) pared de la herramienta de formación 3
orientada hacia el molde de flexión inferior 1 y que
20 delimita el espacio hueco 5
- (13) molde de preflexión/molde de flexión por
gravedad
- (I) cristal de vidrio
- (O) superficie superior del cristal de vidrio I,
25 orientada contraria a la superficie de soporte 2

(U) superficie inferior del cristal de vidrio I,
orientada hacia la superficie de soporte 2

5

10