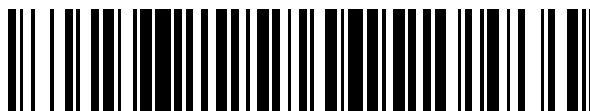


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 490**

51 Int. Cl.:

**C03B 23/035** (2006.01)

**C03B 23/025** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2016 PCT/EP2016/070140**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17042037**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2016 E 16757244 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3347313**

54 Título: **Procedimiento de flexión por gravedad asistida por sobrepresión y dispositivo adecuado para este procedimiento**

30 Prioridad:

**08.09.2015 EP 15184166**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**16.10.2019**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)  
18 Avenue d'Alsace  
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**LE NY, JEAN-MARIE;  
BALDUIN, MICHAEL y  
SCHALL, GÜNTHER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 727 490 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de flexión por gravedad asistida por sobrepresión y dispositivo adecuado para este procedimiento

5 La invención se refiere a un procedimiento de flexión por gravedad asistido por sobrepresión para paneles de vidrio, a un dispositivo adecuado para este propósito, así como al uso de una herramienta de conformación en posición superior para generar una sobrepresión en un proceso de flexión por gravedad.

10 Los acristalamientos de vehículos automotores típicamente presentan una curvatura. Un procedimiento común para doblar paneles de vidrio es el llamado flexión por gravedad (también denominado en inglés *gravity bending* o *sag bending*). En este caso, el panel de vidrio que es plano en el estado inicial se coloca sobre la superficie de apoyo de un molde de flexión. Luego, el panel es calentado a como mínimo su temperatura de reblandecimiento, de modo que  
15 bajo la influencia de la gravedad se apoya sobre la superficie de apoyo. Por medio del diseño de la superficie de apoyo se puede influir en la forma del cristal. Mediante la flexión por gravedad se puede lograr la curvatura final. Tal procedimiento se conoce, por ejemplo, del documento GB 813069 A. Sin embargo, en formas de paneles más complejas, a menudo se utilizan procedimientos de flexión en varias etapas. Por lo general, en una primera etapa de la flexión por gravedad se produce una curvatura previa, mientras que la forma final se genera en un segundo paso de curvatura, a menudo mediante flexión a presión entre dos moldes de flexión complementarios. Tales procedimientos de flexión de múltiples etapas se conocen, por ejemplo, de los documentos EP 1 836 136 B1, US 2004107729 A1, EP 0531152 A2 y EP 1371616 A1.

20 Los inconvenientes de las técnicas clásicas de flexión por gravedad incluyen altas temperaturas de flexión para ablandar efectivamente los paneles de vidrio y tiempos de flexión prolongados hasta que los paneles hayan alcanzado la forma deseada. Ambos conducen a mayores costos de producción.

25 En el documento EP 0 706 978 A2 se describe un proceso de flexión por gravedad que es asistido por sobrepresión. En este caso, el panel a doblar está dispuesto entre el molde de flexión inferior y una herramienta de conformación en posición superior. Mediante la herramienta de conformación en posición superior se genera una presión positiva en la superficie superior del vidrio, acelerando así la formación del panel en el molde de flexión por gravedad. La herramienta de conformación en posición superior puede tener una superficie de contacto periférica de área completa o en forma de marco. La herramienta de conformación se puede poner en contacto directo con el panel de vidrio ("sello duro" en inglés *hard seal*) o posicionarse ligeramente sobre el panel de vidrio ("sello blando", en inglés *soft seal*).

30 El documento WO 2014/166793 A1 revela el uso de telas metálicas y fieltros en vidrio curvado. Las herramientas de flexión están recubiertas con el tejido o fieltro como un material de separación resistente al calor.

El documento US 5 328 496 A también revela un tejido que contiene metal, en particular contiene acero fino, como revestimiento para una herramienta en un proceso de flexión y pretensado para paneles de vidrio.

El documento US 2013/0340479 A1 revela una herramienta para levantar y doblar paneles de vidrio, cuya superficie de contacto con forma de marco está tapizada con fibras refractarias de vidrio, metal o cerámica.

35 La presente invención tiene por objeto proporcionar un procedimiento de flexión por gravedad mejorado y un dispositivo adecuado para ello. En particular, se debe generar una sobrepresión para ayudar a la flexión por gravedad con mayor eficiencia.

El objetivo de la invención se logra según la invención mediante un dispositivo para doblar al menos un panel de vidrio, que comprende al menos

40 - un molde de flexión por gravedad con una superficie de apoyo adecuada para colocar al menos un panel de vidrio en él,

- una herramienta de conformación en posición superior dispuesta enfrentada a la superficie de apoyo que sea adecuada para generar una sobrepresión en la superficie de al menos un panel de vidrio dispuesto en la superficie de apoyo orientado en dirección opuesta a la superficie de apoyo,

45 en el que la herramienta de conformación presenta una cubierta que forma un espacio hueco abierta en la dirección del molde de flexión por gravedad y está provista de un labio de sellado dispuesto en una sección del borde de la cubierta para contactar con la superficie de al menos un panel de vidrio orientado en sentido contrario a la superficie de apoyo, y en la que la herramienta de conformación está provista de medios para introducir un gas en el espacio hueco para generar la sobrepresión.

50 El objetivo de la invención también se logra mediante un procedimiento para doblar al menos un panel de vidrio, que comprende al menos los siguientes pasos de proceso:

(a) disponer al menos un panel de vidrio sobre una superficie de apoyo de un molde de flexión por gravedad,

(b) calentar el panel de vidrio al menos a su temperatura de reblandecimiento,

(c) generar una sobrepresión en la superficie orientada en sentido contrario a la superficie de apoyo de al menos un panel de vidrio por medio de una herramienta de conformación en posición superior que presenta una cubierta que forma un espacio hueco abierta en la dirección del molde de flexión por gravedad, y está equipada con un labio de sellado dispuesto en una sección del borde de la cubierta que entra en contacto con la superficie del al menos un panel de vidrio orientado en sentido contrario a la superficie de apoyo, en donde la sobrepresión se genera al introducir un gas en el espacio hueco,

(c) [sic] enfriar el panel de vidrio.

El dispositivo y el procedimiento se presentan juntos a continuación, con explicaciones y realizaciones preferidas que se refieren del mismo modo al dispositivo y al procedimiento.

El proceso de doblado que se llevará a cabo con el dispositivo de acuerdo con la invención puede denominarse flexión asistida por sobrepresión. Al igual que con un proceso de flexión por gravedad convencional, la gravedad actúa sobre el panel de vidrio ablandada, que por lo tanto se apoya contra el molde de flexión. Sin embargo, este proceso está respaldado por el hecho de que el panel de vidrio está sujeto a una sobrepresión. Como resultado, por un lado, se acelera la deformación, de modo que se alcanza más rápido la forma deseada del cristal. Por otro lado, incluso a temperaturas más bajas, ya se puede lograr una deformación suficiente. Por lo tanto, pueden reducirse los costos de producción y abreviarse los tiempos de ciclo.

El dispositivo de la invención para doblar al menos un panel de vidrio comprende al menos un molde de flexión inferior y una herramienta de conformación en posición superior. El panel de vidrio a doblar se deposita en el molde de flexión por gravedad, disponiéndolo entre el molde de flexión por gravedad y la herramienta de conformación en posición superior.

De acuerdo con la invención, la herramienta de conformación se pone en contacto con el panel de vidrio por medio de un labio de sellado. A causa del labio de sellado de la invención puede producirse una conexión concluyente entre la herramienta de conformación y el panel de vidrio, como resultado de lo cual puede generarse una sobrepresión mayor. Debido a ello se logra una mayor eficiencia del proceso de flexión del vidrio. El labio de sellado también reduce el riesgo de daños en el vidrio en comparación con las herramientas de conformación que entran en contacto con el vidrio a través de sus superficies de contacto metálicas. Estas son grandes ventajas de la presente invención.

La invención también incluye una disposición para doblar al menos un panel de vidrio que comprende el dispositivo de acuerdo con la invención y un panel de vidrio dispuesto sobre la superficie de apoyo del molde de flexión por gravedad.

El molde de flexión por gravedad presenta una superficie de apoyo que es adecuada para colocar al menos un panel de vidrio sobre esta. La superficie de apoyo determina la forma del panel de vidrio curvo. Si el vidrio se calienta al menos a su temperatura de reblandecimiento, entrará en contacto con la superficie de apoyo bajo la influencia de la gravedad, lográndose así la forma deseada. Un molde de flexión por gravedad es lo que se denomina un molde inferior sobre el cual se puede depositar el panel, de modo que la superficie de apoyo toca la superficie inferior del panel de vidrio, orientada hacia el suelo. Por lo general, el área del borde del panel de vidrio sobresale perimetralmente de la superficie de apoyo.

La presente invención no está limitada a ningún tipo particular de molde de flexión por gravedad. La superficie de apoyo preferiblemente se conformó cóncava. En este caso, se entiende que una forma cóncava significa una forma en la que los ángulos y los bordes del cristal en el contacto previsto con la superficie de apoyo están doblados en sentido contrario del molde de flexión.

La superficie de apoyo puede haberse conformado, por ejemplo, en toda la superficie y se puede poner en contacto con el panel de vidrio en toda la superficie. Sin embargo, en una realización preferida, el molde de flexión por gravedad presenta una superficie de apoyo a modo de marco. Solo la superficie de apoyo en forma de marco está en contacto directo con el panel de vidrio, mientras que la mayor parte del panel no tiene contacto directo con la herramienta. Como resultado, pueden producirse paneles con una calidad óptica particularmente alta. Una herramienta de este tipo también se puede denominar anillo (anillo de flexión) o marco (forma de marco). El término "superficie de apoyo en forma de marco" en el sentido de la invención sirve solo para delinear la herramienta de acuerdo con la invención respecto de una forma de superficie completa. La superficie de apoyo no necesariamente debe formar un marco completo, sino que también puede estar interrumpido. La superficie de apoyo tiene la forma de un marco completo o interrumpido.

El ancho de la superficie de apoyo en forma de marco es preferiblemente de 0,1 cm a 20 cm, más preferiblemente de 0,1 cm a 5 cm, por ejemplo, de 0,3 cm.

Sobre la superficie del panel de vidrio orientada en sentido contrario al molde de flexión por gravedad, de acuerdo con la invención se aplica una sobrepresión. La superficie del panel de vidrio opuesta al molde de flexión por gravedad también se puede denominar superficie superior, y la superficie orientada hacia el molde de flexión por gravedad, superficie inferior. Bajo una sobrepresión se entiende en el contexto de la invención, una presión que es

mayor que la presión ambiente. Debido a la sobrepresión, el panel de vidrio ablandado de cierto modo es presionado dentro del molde de flexión, por lo que se incrementa el efecto de la gravedad.

5 La herramienta de conformación en posición superior está dispuesta opuesta a la superficie de apoyo del molde de flexión por gravedad durante la operación de doblado, de modo que se puede disponer un panel de vidrio entre el  
 10 superficie del panel de vidrio dispuesta en la superficie de apoyo, en dirección opuesta a la superficie de apoyo. La herramienta de conformación no está diseñada como un molde con una superficie de contacto de área completa, sino como un molde hueco. La herramienta de conformación presenta una cubierta, por ejemplo, realizada de una  
 hoja de metal. La cubierta está formada de manera tal que conforma un espacio hueco. El espacio hueco no es un  
 15 espacio hueco cerrado, sino que presenta una abertura de gran superficie orientada hacia el molde de flexión por gravedad. La herramienta también puede definirse como una especie de campana o cúpula.

15 La herramienta de conformación está equipada con al menos un labio de sellado. El labio de sellado se utiliza para contactar con la superficie superior del panel de vidrio a doblar. El labio de sellado está dispuesto en una sección de  
 20 borde periférico de la cubierta, en particular en la superficie de la sección del borde orientada hacia el espacio hueco. El espacio hueco de la herramienta de conformación, que de acuerdo con la invención está abierta hacia la  
 herramienta de flexión por gravedad y el panel de vidrio, en cierto modo es cerrado por el panel de vidrio por medio  
 25 del labio de sellado, de modo que efectivamente puede generarse una sobrepresión en el espacio hueco y en la superficie superior del panel de vidrio. Por sección de borde se designa un área de borde asociado al área de la  
 cubierta, en donde el labio de sellado típicamente presenta una distancia del borde lateral de la cubierta.

20 El labio de sellado toca el panel de vidrio circunferencialmente en su área de borde, de modo que en la mayor parte  
 de la superficie superior puede generarse la sobrepresión según la invención. El área de contacto entre el labio de  
 sellado y la superficie del panel de vidrio preferiblemente presenta una distancia de como máximo 20 cm respecto  
 25 del borde lateral del panel de vidrio, particularmente preferible como máximo 10 cm. La sobrepresión se genera  
 preferiblemente en al menos el 80 % de la superficie, en donde las áreas no presurizadas de la superficie están  
 dispuestas en su área de borde fuera del área rodeada por el labio de sellado. La presión generada por la  
 herramienta de conformación en posición superior se distribuye homogéneamente en la superficie.

La sobrepresión debe generarse en la mayor proporción posible de la superficie del panel de vidrio. Como mínimo, la sobrepresión se debe generar en las áreas del panel de vidrio que descansan sobre la superficie de apoyo del molde de flexión por gravedad y, en el caso de una superficie de apoyo con forma de marco, en las áreas encerradas por él.

30 El labio de sellado preferiblemente se forma de manera circunferencial sin interrupción. Sin embargo, el labio de  
 sellado también puede tener interrupciones. Las interrupciones deben dimensionarse de modo que la presión en el  
 espacio hueco no se reduzca demasiado rápido. Puede haber un solo labio de sellado, que de manera  
 correspondiente se dobla a lo largo de la sección del borde periférico de la cubierta. Pero también puede estar  
 compuesto por varios labios selladores.

35 El dispositivo de acuerdo con la invención también detecta medios para desplazar mutuamente el molde de flexión  
 por gravedad y la herramienta de conformación. De este modo, después de colocar el panel de vidrio sobre el molde  
 de flexión por gravedad, se aproximan entre sí el molde de flexión por gravedad y la herramienta de formación, de  
 modo que la herramienta de conformación se pone en contacto con el panel de vidrio. La aproximación puede  
 40 efectuarse desplazando el molde de flexión por gravedad, la herramienta de conformación o ambos. En una  
 realización preferida, se desplaza la herramienta de conformación y se baja sobre el panel de vidrio mientras que el  
 molde de flexión por gravedad no realiza un movimiento vertical.

45 El dispositivo según la invención también comprende medios para calentar el panel de vidrio a una temperatura de  
 reblandecimiento. Típicamente, el molde de flexión por gravedad y la herramienta de conformación en posición  
 superior están dispuestos dentro de un horno de flexión o una cámara de flexión que pueden calentarse. Se puede  
 hacer pasar el panel de vidrio a través de una cámara separada para su calentamiento, por ejemplo, por un horno de  
 túnel.

50 La sobrepresión se genera al introducir un gas en el espacio hueco de la herramienta de formación. La herramienta  
 de conformación para ello está provista de medios para introducir un gas en el espacio hueco para generar la  
 sobrepresión. Para este propósito, preferiblemente se colocó un tubo (tubo de entrada) en la cubierta, que conduce  
 desde el ambiente externo al espacio hueco. El gas se introduce en el espacio hueco a través del tubo. En una  
 realización preferida el gas es aire, en particular, aire comprimido, porque se puede producir a un costo adecuado.  
 Sin embargo, también es posible, en principio, utilizar otros gases, por ejemplo, dióxido de carbono o nitrógeno. El  
 aire puede ser transportado a través del tubo hacia el espacio hueco de cualquier manera, por ejemplo, mediante  
 boquillas Venturi o un ventilador.

55 El gas de entrada preferiblemente está calentado para no enfriar el panel de vidrio durante el proceso de doblado,  
 que típicamente ocurre a temperaturas elevadas. La temperatura del gas preferiblemente es de un valor aproximado  
 a la temperatura del panel de vidrio.

En el espacio hueco preferiblemente se dispuso una placa deflectora en ubicación opuesta a la salida del tubo, de

modo que el gas que ingresa choca contra la placa deflector. Esto evita que el gas que ingresa impacte directamente sobre el panel de vidrio, pudiendo generarse una sobrepresión homogénea en todo el espacio hueco o en toda la superficie delimitada por el labio de sellado.

5 El labio de sellado de acuerdo con la invención preferiblemente se realizó de un fieltro o una tela no tejida. De manera especialmente preferible se dispuso una banda en el fieltro o tela no tejida para incrementar el peso del labio de sellado. De esa manera, el labio de sellado puede mantenerse firmemente en contacto con la superficie del vidrio. Por ejemplo, puede envolverse una tira de fieltro o tela no tejida alrededor de la banda. El fieltro o la tela no tejida es preferiblemente que contiene metal, particularmente preferiblemente que contiene acero fino. El fieltro o la tela no tejida preferiblemente contiene metal, más preferiblemente contiene acero fino. El fieltro o la tela no tejida  
10 preferiblemente es un fieltro o una tela no tejida que contiene metal, de modo especialmente preferible un fieltro o una tela no tejida que contiene acero fino. Por un lado, estos materiales tienen estabilidad suficiente para la producción industrial en masa y, por otro lado, son lo suficientemente blandos para no dañar la superficie del vidrio. El espesor del material del fieltro o de tela no tejida es preferiblemente de 0,1 mm a 10 mm, preferiblemente en particular de 1 mm a 5 mm.

15 La banda (banda de peso) contiene preferiblemente fibras de vidrio y/o fibras de metal, más preferiblemente una mezcla de fibra de vidrio y fibra de metal. El grosor de la banda es preferiblemente de 1 mm a 100 mm, preferiblemente en particular de 5 mm a 30 mm.

La cubierta presenta preferiblemente un espesor de material de como máximo 5 mm, más preferiblemente de 2 mm a 4 mm. Debido a estos espesores reducidos de material, puede mantenerse reducido el peso de la herramienta de conformación. La cubierta es preferiblemente de acero o acero fino.  
20

La sección de borde de la cubierta, sobre la que se dispuso el labio de sellado, en una realización ventajosa está orientada hacia abajo en la disposición prevista de la herramienta de conformación. La sección de borde preferiblemente se dispuso en posición esencialmente vertical. Como resultado, la herramienta de conformación ventajosamente puede ponerse en contacto con el panel de vidrio. La sección del borde dirigido hacia abajo a menudo también se denomina faldón. El borde lateral de la cubierta puede estar ubicado en el extremo de la sección del borde dirigido hacia abajo y estar orientado hacia abajo. Sin embargo, no se afecta a la función si, por ejemplo, está doblado el extremo de la sección del borde donde no está dispuesto el labio de sellado, de modo que el borde lateral no apunta hacia abajo.  
25

En una realización ventajosa de la invención, el dispositivo está dimensionado y configurado de manera que el labio de sellado está dispuesto completamente por encima de la superficie del panel de vidrio para ser doblado durante la flexión. En el contexto de la invención por encima se refiere a que la proyección del labio de sellado está dispuesta en el plano del panel de vidrio dentro de la superficie del panel de vidrio. El labio de sellado no sobresale de los bordes laterales del vidrio a doblar. La sección del borde de la cubierta o el área de contacto entre la cubierta y el labio de sellado está dispuesta por encima del cristal. Dado que la fuerza producida por el descenso de la herramienta de conformación que sella el espacio hueco, que actúa de manera tan directa sobre la superficie superior, se puede generar un mejor sellado y, por lo tanto, una mayor presión, por lo que aumenta la eficiencia del proceso de doblado. En esta realización, el labio de sellado debe sobresalir de la sección del borde de la cubierta y asomarse fuera del espacio hueco.  
30  
35

En una realización ventajosa adicional de la invención, el dispositivo está dimensionado y configurado de manera que la sección de borde rodea el panel de vidrio a ser doblado durante la flexión. La sección del borde (la "faldón") en cierto modo se superpone así al panel de vidrio -al menos en su estado inicial plano- de modo que el panel de vidrio está dispuesto completamente dentro del espacio hueco de la herramienta de conformación. El labio de sellado se extiende más allá del borde lateral del panel de vidrio a ser doblado. El labio de sellado se prolonga desde el borde periférico de la cubierta que rodea el cristal hasta la superficie superior del cristal. El labio de sellado en esta realización se dispuso completamente dentro del espacio hueco de la herramienta de conformación y no sobresale de la sección de borde. La ventaja es que la herramienta de conformación no tiene que adaptarse al tamaño del panel de vidrio a doblar, sino que es posible procesar diferentes paneles de vidrio de diferentes tamaños con la misma herramienta, en tanto que el panel de vidrio quepa en el espacio hueco y el labio de sellado sea lo suficientemente largo. Los diferentes tamaños de los paneles de vidrio en cierto modo son compensados por el labio de sellado.  
40  
45  
50

Por supuesto, también es posible prolongar el labio de sellado en la herramienta de conformación de la última realización ventajosa mencionada de manera tal que se extienda fuera del espacio hueco, poniendo así la herramienta de conformación en contacto con el panel de vidrio sin que el panel de vidrio esté dispuesto dentro del espacio hueco. En ambas variantes, la proyección del área de contacto entre el labio de sellado y la cubierta en el plano del panel de vidrio rodea el panel de vidrio.  
55

La sobrepresión en la superficie superior del cristal es preferiblemente de 5 mbar a 50 mbar, más preferiblemente de 10 mbar a 30 mbar. De ese modo, se puede lograr resultados particularmente buenos en términos de flexión. La presión requerida también depende de la temperatura de flexión: cuanto mayor sea la temperatura de flexión, más blando será el panel de vidrio y menor será la sobrepresión requerida. La sobrepresión se refiere a la diferencia de

presión positiva respecto de la presión ambiente.

Una ventaja de la invención es que mediante la asistencia de la sobrepresión se puede lograr más rápido la forma deseada del panel que en la flexión por gravedad convencional. Como resultado, se pueden lograr ciclos más cortos en la producción industrial en masa. En una realización ventajosa se genera la sobrepresión durante un período de como máximo 100 segundos en la superficie superior del panel de vidrio, preferiblemente como máximo durante 60 segundos, más preferiblemente como máximo 30 segundos. El período durante el cual se genera la sobrepresión en la superficie puede ser, por ejemplo, de 5 segundos a 30 segundos.

Otra ventaja de la invención es que la curvatura se puede lograr mediante la asistencia de la sobrepresión a temperaturas más bajas que en la flexión por gravedad convencional. De esa manera se puede ahorrar energía, debido a que la cámara de flexión debe calentarse menos. El vidrio de cal sodada, el vidrio típico de paneles de vidrio de las ventanas, generalmente se dobla a aproximadamente 630 ° C. Debido a la asistencia de sobrepresión según la invención, es posible realizar la curvatura con la suficiente rapidez incluso a temperaturas más bajas, por ejemplo, a 610 °C. Por lo tanto, la temperatura máxima a la que se calienta el panel de vidrio, en una realización ventajosa, es inferior a 630 °C, preferiblemente inferior a 620 °C, cuando el panel de vidrio contiene o consiste de vidrio de cal sodada.

Sin embargo, el panel de vidrio a doblar también puede contener otros tipos de vidrio, como vidrio de borosilicato o vidrio de cuarzo. El grosor del panel de vidrio es típicamente de 0,2 mm a 10 mm, preferiblemente de 0,5 mm a 5 mm.

Una ventaja adicional de la invención es que mediante la asistencia de la sobrepresión puede producir formas de paneles más complejas que mediante la flexión realizada solo por gravedad. En los procesos de doblado de usuales de varias etapas, es habitual utilizar una pluralidad de moldes de flexión de posición inferior, por ejemplo, un primer molde de posición inferior para realizar la pre-flexión por gravedad y un segundo molde inferior para el doblado a presión. Para ello, se puede levantar el panel del primer molde y apoyarse sobre el segundo molde. Alternativamente, también se conocen moldes de flexión inferiores, que disponen de dos superficies de apoyo diferentes, que se pueden desplazar mutuamente entre sí, de modo que se puede ajustar en cuál de las superficies de apoyo descansa el vidrio. Dado que mediante el procedimiento de la invención ya se puede producir un doblado previo más complejo, frecuentemente no es necesario cambiar el molde de flexión inferior antes de realizar el paso de doblado final. En una realización preferida, por lo tanto, no se utiliza ningún otro molde de posición inferior además del molde de flexión por gravedad de acuerdo con la invención durante todo el proceso de doblado hasta alcanzar la curvatura final deseada. Después de la flexión por gravedad asistida por sobrepresión según la invención pueden realizarse otros pasos de flexión, tales como, por ejemplo, un paso de flexión a presión. Pero en estos pasos adicionales el panel de vidrio permanece dispuesto sobre el molde de flexión por gravedad. Esto tiene la ventaja de que se utiliza una menor cantidad de moldes de flexión o moldes de flexión menos complejos en el horno de flexión, es decir, que en total se introduce menor cantidad de material desde el exterior en el horno de flexión. Debido a ello, el horno de flexión se enfría menos, lo que produce un ahorro de energía en términos de rendimiento de calefacción. Además, las formas menos complejas son menos propensas a errores.

La secuencia de los pasos del proceso no debe interpretarse en el sentido de que las medidas para generar la sobrepresión solo se toman cuando se ha excedido la temperatura de reblandecimiento. Más bien, durante el calentamiento ya se puede someter a sobrepresión el panel de vidrio. Aunque la sobrepresión solo puede ser efectiva después de que se haya alcanzado la temperatura de reblandecimiento, puede ser más simple generar la sobrepresión continuamente por razones de procedimiento.

La flexión por gravedad asistida por presión según la invención puede ser el único paso de flexión o, si no, parte de un proceso de flexión de múltiples etapas en el que preceden otros pasos de flexión o estos se realizan a continuación. Por ejemplo, otros pasos de flexión pueden realizarse entre la flexión por gravedad asistida por sobrepresión y el enfriamiento del panel de vidrio, por ejemplo, por medio de la flexión por gravedad, la flexión a presión o la flexión por succión. Para este propósito, el panel de vidrio se puede transferir desde el molde de flexión por gravedad de la invención a otros moldes de flexión.

El enfriamiento del panel de vidrio se puede realizar en el molde de flexión por gravedad de acuerdo con la invención o en otro molde al que se transfiere el panel. El enfriamiento puede ser a temperatura ambiente o por enfriamiento activo.

El molde de flexión por gravedad de acuerdo con la invención puede diseñarse para ser móvil, por ejemplo, montado en un carro. De este modo, el panel de vidrio que se doblará en el molde de flexión por gravedad se puede transportar debajo de la herramienta de conformación en posición superior. Para calentar el molde de flexión por gravedad se lo puede hacer pasar a través de un horno, en el que el panel de vidrio se calienta a la temperatura de flexión o al menos se precalienta. Mediante la separación espacial del calentamiento y la flexión asistida por presión en diferentes cámaras de un horno de flexión se pueden lograr mayores tiempos de ciclo que cuando el panel se calienta solo en la cámara de flexión. Las temperaturas típicas de flexión son de 500 °C a 700 °C, preferiblemente de 550 °C a 650 °C.

Mediante el dispositivo de la invención y el procedimiento de la invención también pueden doblarse en forma

simultánea varios, por ejemplo, dos paneles de vidrio superpuestos. Esto puede ser deseable, en particular, si posteriormente han de laminarse dos paneles individuales para formar un vidrio laminado, para que su forma se haya adaptado de manera óptima. Los paneles de vidrio se superponen en forma plana y se doblan juntos de manera congruente y simultánea. Entre los paneles de vidrio, se dispone un agente antiadherente, por ejemplo, un polvo separador o un tejido, de modo que los paneles de vidrio después se puedan separar nuevamente entre sí después de realizada la flexión. En una realización ventajosa, el procedimiento se aplica a varios, en particular, a dos paneles de vidrio superpuestos.

La invención también comprende el uso de una herramienta de conformación en posición superior que presenta una cubierta que forma un espacio hueco abierto en la dirección al molde de flexión por gravedad y está provista de un labio de sellado dispuesto en una sección del borde de la cubierta para asistir a un proceso de flexión por gravedad, ejerciéndose mediante la herramienta de conformación una sobrepresión sobre la superficie de un panel de vidrio a doblar que está orientada en sentido contrario al molde de flexión por gravedad, al introducir un gas en el espacio hueco. Para ello, el labio de sellado (7) se pone en contacto con la superficie (O) del panel de vidrio (I).

A continuación, la invención se explicará con más detalle con referencia a un dibujo y ejemplos de realización. El dibujo es una representación esquemática y no se realizó a escala. El dibujo no limita la invención de ninguna manera.

Las figuras muestran:

La fig. 1 una sección transversal a través de un dispositivo de acuerdo con la invención durante el proceso de la invención,

La fig. 2 una sección transversal a través de una conformación de la herramienta de conformación en posición superior según la invención,

La fig. 3 una vista ampliada del detalle Z de la Figura 2,

La fig. 4 una sección transversal a través de una conformación adicional de la herramienta de conformación en posición superior según la invención durante el procedimiento de la invención y

La fig. 5 un diagrama de flujo de una realización del procedimiento según la invención.

La figura 1 muestra un dispositivo según la invención durante el procedimiento de la invención para doblar un panel de vidrio I. El panel de vidrio I, que es plano en el estado inicial, se deposita sobre la superficie de apoyo en forma de marco 2 de un molde de flexión por gravedad 1 (Fig. 1a). Como es habitual en la flexión gravitacional, el panel de vidrio I se calienta a una temperatura de flexión que equivale al menos a la temperatura de reblandecimiento. El panel de vidrio ablandado I luego se adapta a la superficie de apoyo 2 bajo la influencia de la gravedad (Fig. 1b).

De acuerdo con la invención, la flexión por gravedad es asistida por una herramienta de conformación en posición superior 3, que genera una sobrepresión en la superficie orientada en dirección opuesta a la superficie de apoyo 2, hacia arriba en la superficie O del panel de vidrio I. La herramienta de conformación en posición superior 3 es una herramienta en forma de campana o en forma de cúpula que tiene un espacio hueco 5 orientado hacia el panel de vidrio I. La herramienta de conformación en posición superior 3 está en contacto con la superficie superior O del panel de vidrio I por medio de un labio de sellado circunferencial, de modo que el panel de vidrio I cierra el espacio hueco 5. Debido al aire comprimido que ingresa en el espacio hueco 5, se genera la sobrepresión en la superficie O.

Mediante la sobrepresión se ayuda a la deformación del panel de vidrio I bajo la influencia de la gravedad. Debido a ello se puede lograr la forma deseada incluso a temperaturas de flexión más bajas y en un tiempo más corto. Además, se pueden realizar formas más complejas de paneles de vidrio que solo mediante una flexión por gravedad. El contacto de la herramienta de conformación en posición superior con el labio de sellado 7 conduce a un cierre efectivo del espacio hueco 5, de modo que se puede generar una presión ventajosamente alta. Debido a que el panel de vidrio I se contacta con el labio de sellado flexible 7 en lugar de tener contacto con la cubierta metálica rígida de la herramienta de conformación, se puede evitar daños o una reducción en la calidad óptica del panel de vidrio. Estas son grandes ventajas de la presente invención.

La Figura 2 y la Figura 3 muestran una representación más detallada de la herramienta de conformación en posición superior 3 de la Figura 1. La herramienta de conformación 3 presenta una cubierta 8, que está formada por una lámina de acero de solo 3 mm de espesor. Como resultado, la herramienta de conformación 3 solo presenta un reducido peso. La cubierta 8 forma un espacio hueco 5, que está abierto en dirección al panel de vidrio I. Una sección del borde 4 de la cubierta 8 es sustancialmente vertical (llamada "faldón"). En esta sección del borde se dispuso el labio de sellado 7, y ello, del lado orientado hacia el espacio hueco 5.

La sección de borde vertical 4 de la cubierta 8 y el labio de sellado 7 se dispusieron, como se muestra en la Figura 1, completamente por encima del panel de vidrio I. La sección de borde 4, por lo tanto, durante la flexión está orientada hacia la superficie O. Dado que la fuerza de presión generada por la herramienta de conformación en posición superior 3 actúa directamente sobre la superficie O, se logra un sellado eficiente del espacio hueco 5 y se puede generar una elevada sobrepresión. El labio de sellado 7 se extiende fuera del espacio hueco 5.

5 El labio de sellado circunferencial 7 está hecho de un acero fino no tejido 9 con un grosor de material de 3 mm. Una tira de acero fino no tejido 9 se dobla alrededor de una banda 10, que de ese modo está dispuesta dentro del labio de sellado y provoca una ponderación del labio de sellado 7. La banda consiste en una mezcla de fibra de vidrio y fibra de metal y presenta una sección transversal aproximadamente circular con un diámetro de 20 mm. Dicho labio de sellado 7 garantiza un buen sellado del espacio hueco 5, es lo suficientemente flexible para evitar deterioros del cristal I y suficientemente estable para ser utilizado a escala industrial.

10 La cubierta 8 está equipada centralmente con un tubo de entrada 6, a través del cual puede fluir el aire comprimido hacia el espacio hueco 5 para generar la sobrepresión. Con el fin de evitar un impacto directo del aire entrante en la superficie O y para generar una sobrepresión homogénea en la superficie O, se dispuso una placa deflectora 11 en el espacio hueco 5 de la abertura de la tubería de entrada 6, sobre la que choca el aire que ingresa.

15 La figura 4 muestra una realización adicional de la herramienta de conformación en posición superior 3 de acuerdo con la invención durante el procedimiento según la invención. También en este caso la cubierta 8 presenta una sección del borde 4 que se extiende verticalmente. Sin embargo, la herramienta de conformación 3 se conformó de mayor tamaño, de modo que la sección de borde vertical 4 rodea el panel de vidrio 1, estando, por lo tanto, el panel de vidrio I dispuesto dentro del espacio hueco 5. El labio de sellado 7 se extiende desde la sección del borde hasta la superficie O del panel de vidrio I.

20 Esta realización tiene la ventaja de que la herramienta de conformación en posición superior 3 no tiene que fabricarse específicamente para un tipo específico de panel. En su lugar, con un dimensionamiento adecuado del labio de sellado 7, también se pueden doblar los paneles de vidrio I de diferentes tamaños con la misma herramienta de conformación 3. Sin embargo, el efecto de sellado del labio de sellado 7 es ligeramente menor que en la realización de la Figura 1.

La figura 5 muestra una realización del procedimiento de acuerdo con la invención con referencia a un diagrama de flujo.

**Ejemplo**

25 En una serie de experimentos se compararon entre sí diferentes procesos de flexión:

1. Flexión por gravedad convencional sin aplicar presión.
2. Flexión por gravedad utilizando una herramienta de conformación en posición superior sin un labio de sellado, que se mantuvo a una distancia de 5 mm de la superficie superior del panel de vidrio (cf. documento EP 0 706 978 A2, *sellado blando*)
- 30 3. Flexión por gravedad según la invención utilizando una herramienta de conformación en posición superior con un labio de sellado

Los paneles de vidrio se calentaron en cada caso a la temperatura *T*. Se midió el tiempo *t*, que es necesario para lograr una desviación final definida por el molde de flexión por gravedad. Además, se determinó la velocidad aproximada de flexión *v*.

35 Los resultados se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

	Proceso de flexión	T	Sobrepresión	t	v
1	Flexión por gravedad	630 °C	-	120 segundos	0,2 mm / s
2	Flexión por gravedad con herramienta de conformación en posición superior sin labio de sellado	610 °C	6 mbar	50 s	0,5 mm / s
3	<b>Según la invención:</b> flexión por gravedad con herramienta de conformación en posición superior con labio de sellado	610 °C	20 mbar	25 s	1 mm / s

40 Como puede verse en la tabla, mediante el procedimiento de la invención puede lograrse un ahorro de tiempo significativo con una temperatura de flexión más baja. En las mismas condiciones con respecto de la entrada de aire, se puede generar una presión significativamente mayor con la herramienta de acuerdo con la invención que con la herramienta comparativa sin un labio de sellado. Esa es una gran ventaja de la invención.



**Lista de referencias**

- (1) molde de flexión por gravedad
- (2) superficie de apoyo del molde de flexión por gravedad 1
- (3) herramienta de conformación en posición superior
- 5 (4) sección del borde de la herramienta de conformación 3
- (5) espacio hueco de la herramienta de conformación 3
- (6) tubo de entrada de la herramienta de conformación 3
- (7) labio de sellado de la herramienta de conformación 3
- (8) cubierta de la herramienta de conformación 3
- 10 (9) fieltro / tela no tejida del labio de sellado 7
- (10) banda del labio de sellado 7
- (11) placa deflectora de la herramienta de conformación 3
- (I) panel de vidrio
- (O) superficie superior del panel de vidrio I, orientada en sentido contrario a la superficie de apoyo 2
- 15 (Z) sección ampliada de la herramienta de conformación 3

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para doblar al menos un panel de vidrio (I), que comprende al menos
  - un molde de flexión por gravedad (1) con una superficie de apoyo (2), que es adecuada para disponer al menos un panel de vidrio (I) sobre la misma,
  - 5 - una herramienta de conformación en posición superior (3) opuesta a la superficie de apoyo (2), que es adecuada para generar una sobrepresión en la superficie (O) de al menos un panel de vidrio (I) dispuesto sobre la superficie de apoyo (2), cuya superficie (O) está orientada en sentido contrario a la superficie de apoyo (2),
  - 10 en donde la herramienta de conformación (3) presenta una cubierta (8) que forma un espacio hueco (5) abierto en la dirección del molde de flexión por gravedad (1) y está equipada con un labio de sellado (7) dispuesto en una sección de borde (4) de la cubierta (8) para hacer contacto con la superficie (O) del al menos un panel de vidrio (I), cuya superficie (O) está orientada en sentido contrario de la superficie de apoyo (2), y
  - 15 en donde la herramienta de conformación (3) está equipada con medios para introducir un gas en el espacio hueco (5) con el fin de generar la sobrepresión.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el área de contacto entre el labio de sellado (7) y la superficie (O) presenta una distancia de como máximo 20 cm desde el borde lateral del panel de vidrio (I).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el labio de sellado (7) está realizado de un fieltro o una tela no tejida (9) con una banda dispuesta en estos (10).
- 20 4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que el fieltro o la tela no tejida (9) contiene metal, preferiblemente acero fino.
5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, en el que la banda (10) contiene fibras de vidrio y/o fibras metálicas, preferiblemente una mezcla de fibra de vidrio - fibras metálicas.
- 25 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la sección de borde (4) está dirigida hacia abajo y, preferentemente, está dispuesta de manera sustancialmente vertical.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el molde de flexión por gravedad (1) tiene una superficie de apoyo cóncava y con forma de marco (2).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la cubierta (8) tiene un grosor de material de como máximo 5 mm.
- 30 9. Procedimiento para doblar al menos un panel de vidrio (I), que comprende al menos los siguientes pasos del proceso:
  - (a) colocar al menos un panel de vidrio (I) en una superficie de apoyo (2) de un molde de flexión por gravedad (1),
  - (b) calentar el panel de vidrio (I) al menos a su temperatura de reblandecimiento,
  - 35 (c) generar una sobrepresión en la superficie (O) de al menos un panel de vidrio (I) orientado en sentido contrario a la superficie de apoyo (2) utilizando una herramienta de conformación en posición superior (3) que presenta una cubierta (8) que forma un hueco (5) que se abre en la dirección del molde de flexión por gravedad (1) y está equipado con un labio de sellado (7) dispuesto en una sección de borde (4) de la cubierta (8), que hace contacto con la superficie (O) del al menos un panel de vidrio (I) orientado en sentido
  - 40 contrario a la superficie de apoyo (2), en donde la sobrepresión se produce introduciendo un gas en el espacio hueco (5),
  - (d) enfriar el panel de vidrio (I).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que, durante la flexión, el labio de sellado (7) está dispuesto completamente sobre la superficie (O) de la al menos un panel de vidrio (I).
- 45 11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, en el que la sección de borde (4) rodea al menos un panel de vidrio (I) durante la flexión y el labio de sellado (7) se extiende más allá del borde lateral del panel de vidrio (I).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la sobrepresión es de 5 mbar a 50 mbar, preferiblemente de 10 mbar a 30 mbar.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la sobrepresión se produce durante un

período de como máximo 60 segundos en la superficie (O) del panel de vidrio (I).

**14.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el panel de vidrio (I) contiene vidrio de cal sodada y la temperatura máxima a la que se calienta el panel de vidrio (I) es inferior a 630 °C, preferiblemente inferior a 620 °C.

- 5 **15.** Uso de una herramienta de conformación en posición superior (3) que presenta una cubierta (8) que forma un espacio hueco (5) abierto en la dirección del molde de flexión por gravedad (1) y está equipado con un labio de sellado (7) dispuesto en una sección del borde (4) de la cubierta (8), para asistir un proceso de flexión por gravedad, en el que, con la herramienta de conformación (3), se genera una sobrepresión en la superficie (O) de un panel de vidrio (I) orientado en sentido contrario al molde de flexión por gravedad (1), poniendo el labio de sellado (7) en contacto con la superficie (O) del panel de vidrio (I) e introduciendo un gas en el espacio hueco (5).
- 10

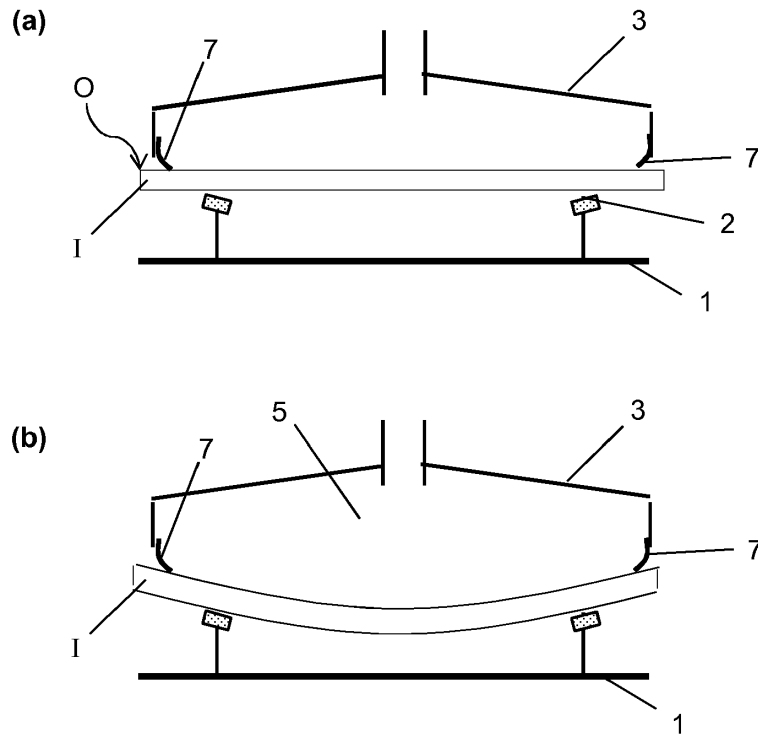


Fig. 1

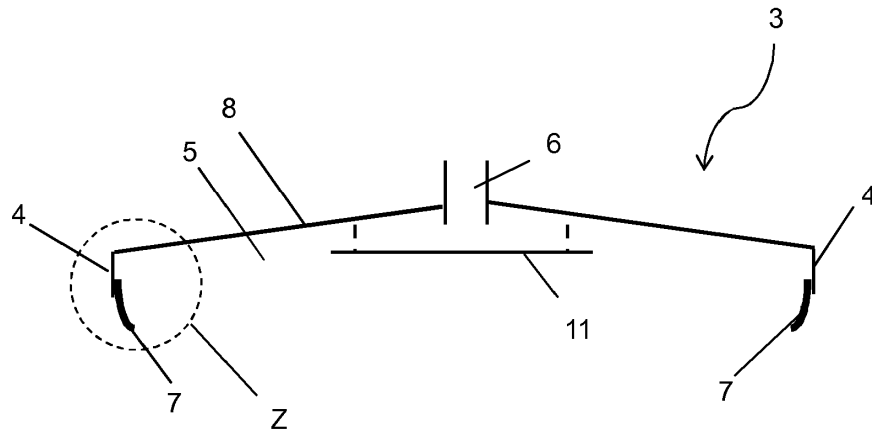


Fig. 2

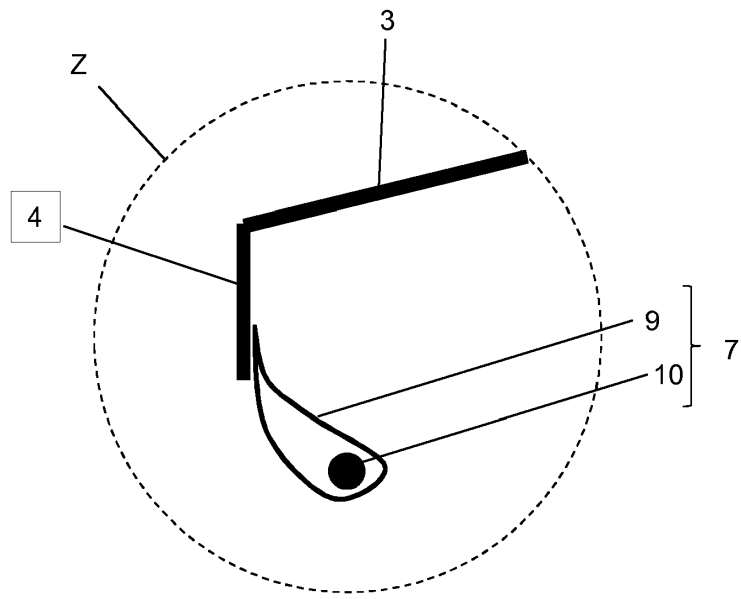


Fig. 3

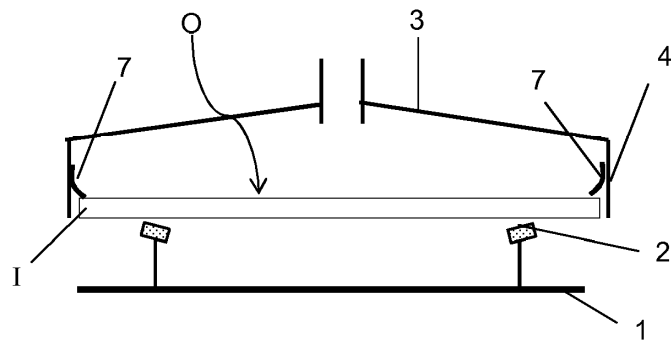


Fig. 4

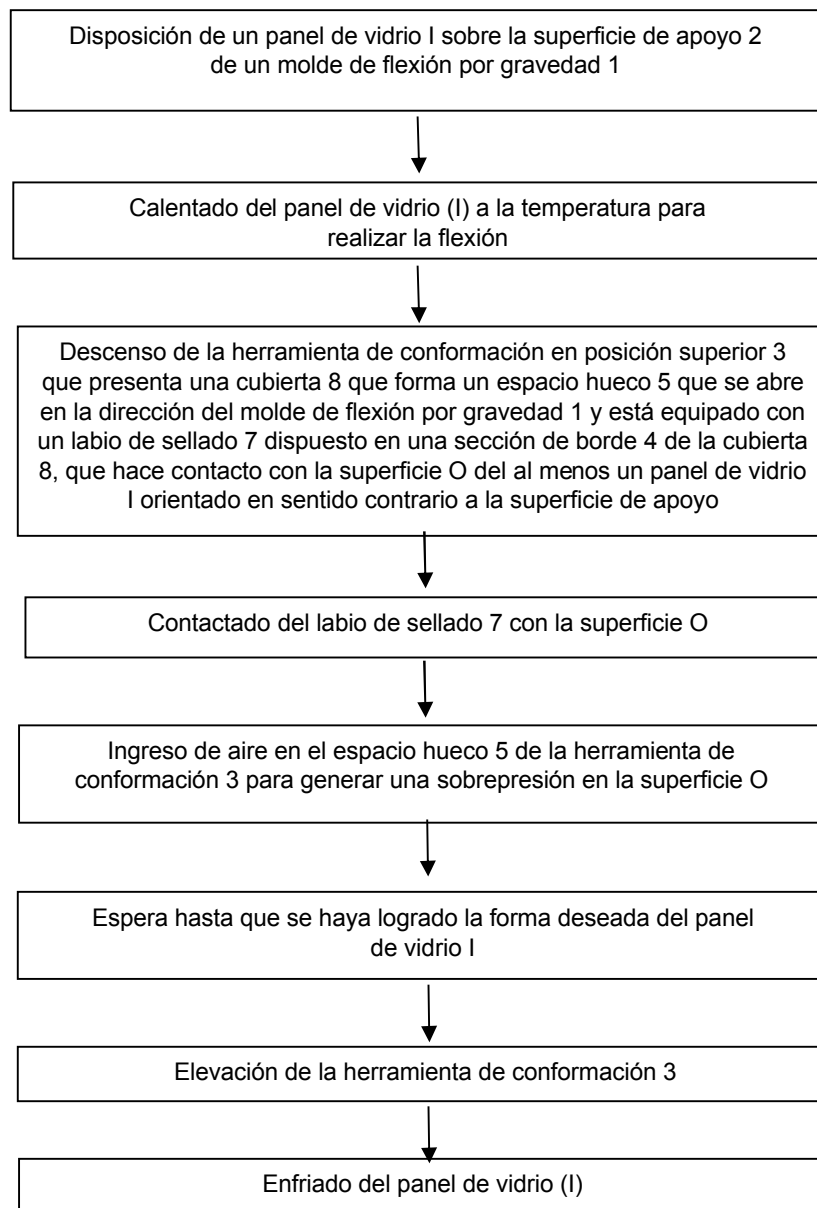


Fig. 5