

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 808**

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: **28.10.2016 PCT/EP2016/076072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17089070**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2016 E 16790559 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3380440**

54 Título: **Método de curvado por gravedad reforzado por sobrepresión y dispositivo adecuado para ello**

30 Prioridad:

25.11.2015 EP 15196183

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

03.12.2019

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;
SCHALL, GÜNTHER y
SCHMIDT, LOTHAR**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 733 808 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

Método de curvado por gravedad reforzado por sobrepresión y dispositivo adecuado para ello

5 La invención se refiere a un método de curvado por gravedad reforzado por sobrepresión para lunas de vidrio, a un dispositivo adecuado para ello así como la aplicación de una herramienta conformadora superior para generar una sobrepresión en un método de curvado por gravedad.

10 Los acristalamientos para vehículos motorizados presentan típicamente una curvatura. Un método extendido para curvar lunas de vidrio es la llamada curvatura por gravedad (también *gravity bending* o *sag bending*). En este caso, se dispone la luna de vidrio plana en el estado inicial sobre la superficie de apoyo de un molde de curvado. La luna se calienta entonces a por lo menos su temperatura de reblandecimiento de manera que se acople a la superficie de apoyo por la acción de la gravedad. Por la configuración de la superficie de apoyo, puede ejercerse así una influencia sobre la forma de la luna de vidrio. Con la curvatura por gravedad puede conseguirse la curvatura definitiva. Un método semejante se conoce, por ejemplo, a partir del documento GB 813069 A. No obstante, en el caso de formas para lunas más complejas se utilizan con frecuencia métodos de curvado de varias etapas. Típicamente, se genera en un primer paso de curvado un precurvado mediante curvado por gravedad, mientras que la forma definitiva se genera en un segundo paso de curvado – frecuentemente mediante curvado por presión entre dos moldes de curvado complementarios -. Tales métodos de curvado en varias etapas se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos EP 1 836 136 B1, US 2004107729 A1, EP 0531152 A2 y EP 1371616 A1.

20 Entre los inconvenientes de los métodos de curvado por gravedad clásicos cuentan las elevadas temperaturas de curvado para reblandecer eficazmente las lunas de vidrio y largos tiempos de curvado hasta que las lunas han adoptado su forma deseada. Ambos inconvenientes dan lugar a costes de producción elevados. Aparte de eso, se puede dar lugar a defectos de curvatura en métodos de curvado más complejos de varias etapas, en los que la luna de vidrio, tras el curvado por gravedad, se traspasa del molde de curvado por gravedad a otro molde de curvado inferior más intensamente curvado: directamente tras el traspaso la luna de vidrio descansa sólo en tres o cuatro puntos del nuevo molde de curvado antes de que haya adoptado la nueva forma, pudiendo dar lugar por la elevada carga en esos puntos a una curvatura indeseada en sentido contrario (llamada *Counterbending* o *Crossbending*).

25 El documento EP 0 706 978 A2 revela un método de curvado por gravedad, que es reforzado por sobrepresión. En ese caso, se dispone la luna a curvar entre el molde de curvado por gravedad inferior y una herramienta de conformación superior. Por la herramienta de conformación superior se genera una sobrepresión sobre la superficie del vidrio superior, con lo que se acelera la conformación de la luna en el molde de curvado por gravedad. La herramienta de conformación superior puede presentar una superficie de contacto en toda su superficie o una superficie de contacto periférica de tipo marco. La herramienta de conformación puede llevarse a hacer contacto directamente con la luna de vidrio (“hard seal”) o a situarse ligeramente sobre la luna de vidrio (“soft seal”).

30 El mencionado documento EP 0 706 978 A2 revela también la posibilidad de generar una distribución de presión heterogénea en la luna de vidrio, donde unas zonas de la luna pueden ser sometidas a una sobrepresión mayor y otras zonas de la luna a una sobrepresión menor. Para ello se subdivide la herramienta de conformación en diversos espacios parciales mutuamente separados, que disponen respectivamente de una alimentación de gas propia. A causa de la multiplicidad de alimentaciones de gas independientes, una herramienta semejante resulta costosa de fabricación y mantenimiento.

35 Más métodos de curvado reforzados por sobrepresión se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos WO 2012/118612 A1 y US 2007/157671 A1.

El documento WO 2014/166793 A1 revela un tejido con contenido de acero para acolchado de herramientas de curvado de vidrio.

45 Se le plantea a la presente invención el problema de facilitar un método de curvado por gravedad adicionalmente mejorado y un dispositivo adecuado para ello. En especial, debe producirse una distribución de presión heterogénea para reforzar el curvado por gravedad con medios, que sean más sencillos de elaborar y de mantener que las soluciones conocidas.

El problema de la invención se resuelve según la invención por medio de un dispositivo para curvar por lo menos una luna de vidrio, que comprenda por lo menos

- 50 - un molde de curvado por gravedad con una superficie de apoyo, que sea apropiada para disponer encima al menos una luna de vidrio,
- una herramienta de conformación superior dispuesta opuestamente a la superficie de apoyo, que sea apropiada para generar una sobrepresión sobre la superficie, opuesta a la superficie de apoyo, de la por lo menos una luna de vidrio dispuesta sobre la superficie de apoyo,

55 donde la herramienta de conformación presenta una cubierta, que forma una cavidad abierta en la dirección del molde de curvado por gravedad, y que esté dotada de medios para introducir un gas en la cavidad para generar la

sobrepresión.

La cavidad está subdividida por una pared separadora en por lo menos dos espacios parciales de modo que en al menos dos zonas de la superficie de la luna de vidrio pueda generarse una presión diferente. La herramienta de conformación está dotada de una alimentación de gas común hasta la que se extiende la pared separadora.

5 El problema de la invención se resuelve además por un método de curvar al menos una luna de vidrio, que comprende por lo menos los siguientes pasos de método:

(a) Disponer al menos una luna de vidrio sobre una superficie de apoyo de un molde de curvado por gravedad,

(b) Calentar la luna de vidrio a por lo menos su temperatura de reblandecimiento,

10 (c) Generar una sobrepresión en la superficie, opuesta a la superficie de apoyo, de la por lo menos una luna de vidrio por medio de una herramienta de conformación superior, que presenta una cubierta, que forma una cavidad abierta en dirección hacia el molde de curvado por gravedad, generándose la sobrepresión mientras se introduce un gas en la cavidad, estando subdividida la cavidad en por lo menos dos espacios parciales por al menos una pared separadora, los cuales se extienden hasta una tubería de alimentación de gas común de la herramienta de conformación de modo que, en al menos dos zonas de la superficie, se
15 genere una presión diferente, y

(d) Refrigerar la luna (l) de vidrio.

El dispositivo y el método se presentan a continuación conjuntamente, refiriéndose las explicaciones y las configuraciones preferidas por igual al dispositivo y al método.

20 El método de curvado a realizar con el dispositivo según la invención puede designarse como curvado por gravedad reforzado por sobrepresión. Como en un método de curvado por gravedad convencional, la fuerza de la gravedad actúa sobre la luna de vidrio reblandecida, que se adosa al molde de curvado a consecuencia de ello. Pero ese proceso se refuerza de modo que la luna de vidrio sea sometida a la acción de una sobrepresión. Por la sobrepresión se comprime poco más o menos hacia adentro la luna de vidrio reblandecida en el molde de curvado, con lo que se refuerza la acción de la gravedad. Por ello, se acelera, por un lado, la conformación de modo que se
25 consiga la forma deseada de la luna de vidrio con mayor rapidez. Por otro lado, se puede conseguir ya una conformación adecuada con temperaturas menores. De ese modo se pueden reducir los costes de producción y acortarse los tiempos de ciclo.

La invención posibilita generar una distribución heterogénea de la presión sobre la superficie del vidrio. Con ello se puede producir una curvatura más intensa en zonas seleccionadas de la luna de vidrio que en otras zonas. Con ello, se aumenta la flexibilidad del método de curvado y se pueden conseguir formas de lunas más complejas. Esas son grandes ventajas de la presente invención.

30 El dispositivo según la invención para curvar por lo menos una luna de vidrio comprende al menos un molde de curvado por gravedad inferior y una herramienta de conformación superior. La luna de vidrio a curvar se deposita sobre el molde de curvado por gravedad y se dispone entre el molde de curvado por gravedad y la herramienta de conformación.

La invención comprende también una disposición para curvar por lo menos una luna de vidrio, que comprende el dispositivo según la invención y una luna de vidrio dispuesta sobre la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad.

40 La sobrepresión se genera sobre la superficie de vidrio por medio de un flujo de gas, que es conducido mediante la herramienta de conformación superior a la superficie de vidrio. El gas entra por una tubería de alimentación de gas (o tubo de corriente afluyente) en la cavidad de la herramienta de conformación. Por la abertura orientada hacia el molde de curvado por gravedad de la cavidad sale el gas nuevamente de ella y es conducido sobre la superficie superior del vidrio. La pared separadora discurre desde la tubería de alimentación de gas a través de la cavidad hasta la zona de la abertura y subdivide la cavidad en al menos dos espacios parciales. Expresado de otra forma, la pared separadora subdivide el flujo de gas a través de la cavidad en dos o más flujos parciales. La pared separadora puede extenderse hasta dentro de la tubería de alimentación de gas o también directamente delante de la misma o terminar poco por delante de ella. Por un dimensionado adecuado de las respectivas secciones transversales de entrada y de salida se ajusta diferentemente la respectiva intensidad de los flujos parciales de modo que zonas diferentes de la superficie del vidrio sean sometidas a la acción de un flujo de gas diferente.

50 Por que la por lo menos una pared separadora se extienda hasta la tubería de alimentación de gas, subdivide la sección transversal de dicha tubería de alimentación de gas en por lo menos dos secciones parciales: una primera sección parcial de tubería de alimentación y una segunda sección parcial de tubería de alimentación. El gas efluyente de la tubería alimentación de gas en la primera sección transversal parcial se conduce al primer espacio parcial de la cavidad de la herramienta conformadora, el gas de la segunda sección parcial al segundo espacio
55 parcial.

La sección transversal de salida del gas de la cavidad se fija por la abertura en dirección hacia el molde de curvado por gravedad y corresponde por lo general a dicha abertura. La por lo menos una pared separadora subdivide también dicha sección transversal de salida del gas en al menos dos secciones transversales parciales: una primera sección transversal parcial de salida y una segunda sección transversal parcial de salida. Gas del primer espacio parcial es conducido por la primera sección transversal parcial de salida y gas del segundo espacio parcial es conducido por la segunda sección transversal parcial de salida. La relación de la primera sección transversal parcial de alimentación a la segunda sección transversal parcial de alimentación es diferente de la relación de la primera sección transversal parcial de salida respecto de la segunda sección transversal parcial de salida. Gracias a ello se introduce en uno de los espacios parciales una cantidad más que proporcional de gas medida en la sección transversal de salida, por lo que en ese espacio parcial se produce un flujo de gas más intenso, que genera a su vez una sobrepresión mayor en la zona asociada de la superficie de vidrio.

Se entiende por una sobrepresión en el sentido de la invención, la que es más alta que la presión ambiental. La herramienta conformadora puede presentar varios espacios parciales por medio de varias paredes separadoras. Diversos espacios parciales pueden generar la misma presión, siempre que por lo menos uno de los huecos parciales genere una sobrepresión distinta de ella. Una sobrepresión distinta se manifiesta en especial en un flujo de gas de distinta intensidad.

En una configuración ventajosa, la por lo menos una pared separadora se ha dispuesto de modo que en la zona de al menos una esquina de la luna de vidrio se genere una presión más alta que en a zona central de la luna de vidrio. Con ello, se pueden realizar formas complejas de lunas, que presentan típicamente justo en la zona de las esquinas fuertes curvaturas. Además, se puede contrarrestar el fenómeno de la "contracurvatura" (*counter bending*): si se traspasa la luna de vidrio tras el curvado por gravedad a otro molde de curvado inferir adicional, entonces sólo descansa primero en pocos puntos, típicamente en la zona de las esquinas de la superficie de apoyo del nuevo molde, antes de que haya adoptado su forma en otro paso de curvado más. La fuerte carga en los puntos de apoyo puede dar lugar a un curvado indeseado, típicamente en contra la dirección de curvatura deseada. Debido a la sobrepresión más intensa en la zona de las esquinas al curvar por gravedad pueden proveerse éstas de una curvatura excesiva, que se compensa por la contracurvatura indeseada por sí misma, con lo que resulta la verdadera curvatura deseada. Preferiblemente, se someten a la acción de la presión mayor las zonas de dos esquinas vecinas, por ejemplo, las dos esquinas del borde superior o las dos esquinas del borde inferior. Las designaciones de borde superior y borde inferior se refieren en este caso a la posición de montaje pretendida de la luna de vidrio. También se pueden someter a la acción de la mayor presión las zonas de todas las cuatro esquinas.

En una primera zona de la superficie superior del vidrio se genera una presión más alta que en una segunda zona. En una configuración ventajosa del método, se genera en la primera zona una presión de 0 mbar a 15 mbar, preferiblemente de 2 mbar a 10 mbar, y en la segunda zona de la superficie superior del vidrio, una presión de 15 mbar a 30 mbar, preferiblemente de 20 mbar a 25 mbar. Con ello se consiguen buenos resultados.

En una realización especialmente ventajosa, la primera zona mencionada contiene el centro de la luna y la mencionada segunda zona, al menos una esquina de la luna. Preferiblemente, existen por lo menos dos segundas zonas, de las que cada una contiene una de dos esquinas vecinas, por ejemplo, las esquinas del borde superior o del borde inferior o todas las esquinas. También pueden asociarse dos esquinas vecinas a la segunda zona y las dos restantes esquinas vecinas asociarse a una tercera zona, que genera una tercera presión.

El molde de curvado por gravedad presenta una superficie de apoyo, que es apropiada para disponer encima por lo menos una luna de vidrio. La superficie de apoyo determina la forma de la luna de vidrio curvada. Si la luna de vidrio se calienta a por lo menos su temperatura de reblandecimiento, entonces descansa bajo la influencia de la gravedad en la superficie de apoyo, con lo que se consigue la forma deseada. Un molde de curvado por gravedad es un llamado molde inferior, sobre el que se puede depositar la luna de modo que la superficie de apoyo haga contacto con la superficie inferior, dirigida hacia el suelo de la luna de vidrio. Habitualmente la zona de borde de la luna de vidrio circunda por encima la superficie de apoyo.

La presente invención no se limita a un determinado tipo de molde de curvado por gravedad. La superficie de apoyo se configura preferiblemente de forma cóncava. Por una forma cóncava se entiende en este caso una forma en la que las esquinas y los bordes de la luna de vidrio en el contacto previsto con la superficie de apoyo están curvados en dirección hacia fuera del molde de curvado.

La superficie de apoyo puede configurarse, por ejemplo, superficialmente completa y llevada a hacer contacto superficialmente completo con la luna de vidrio. Pero en una configuración preferida, el molde de curvado por gravedad presenta una superficie de apoyo con forma de marco. Únicamente la superficie de apoyo con forma de marco está en contacto directo con la luna de vidrio, mientras que la mayor parte de la luna no tiene contacto directo alguno con la herramienta. Por ello, se pueden generar las lunas con una calidad óptica especialmente elevada. Una herramienta semejante puede denominarse también como anillo (anillo de curvado) o marco (molde de marco). El concepto "superficie de apoyo con forma de marco" en el sentido de la invención sirve únicamente para distinguir la herramienta según la invención de un molde superficialmente completo. La superficie de apoyo no debe formar un marco completo, sino que también puede estar interrumpido. La superficie de apoyo se ha configurado en forma de un marco completo o interrumpido.

La anchura de la superficie de apoyo con forma de marco tiene preferiblemente de 0,1 cm a 20 cm, especialmente preferible de 0,1 cm a 5 cm, por ejemplo, 0,3 cm.

5 La superficie de la luna de vidrio opuesta al molde de curvado por gravedad es sometida según la invención a la acción de la sobrepresión. La superficie de la luna de vidrio opuesta al molde de curvado por gravedad también puede designarse como superficie superior, la superficie dirigida hacia el molde de curvado por gravedad como superficie inferior.

10 En una configuración ventajosa, el molde de curvado por gravedad puede moverse verticalmente con respecto a un segundo molde inferior para transferir la luna de vidrio entre el molde de curvado por gravedad y el segundo molde inferior. El molde de curvado por gravedad y el segundo molde inferior forman parte especialmente de una herramienta de curvado de varias partes. Preferiblemente, el segundo molde inferior tiene asimismo forma de marco y es cóncavo. El molde de curvado por gravedad puede disponerse en el interior de del segundo molde inferior. Con ello quiere decirse que la superficie de apoyo del segundo molde inferior circunscribe un mayor contorno que la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad y tiene una mayor distancia al centro de la herramienta de curvado de varias partes – el segundo molde inferior rodea pues al molde de curvado por gravedad. Pero, 15 alternativamente, también puede disponerse el segundo molde inferior en el interior del molde de curvado por gravedad. El molde de gravedad es móvil verticalmente respecto del segundo móvil inferior para traspasar la luna de vidrio entre el molde de curvado por gravedad y el segundo molde inferior. Durante el proceso de curvado por gravedad, se dispone el molde de curvado por gravedad encima del segundo molde inferior y la luna queda sobre la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad. Seguidamente, se mueve verticalmente hacia abajo el molde de curvado por gravedad respecto del segundo molde inferior. Es importante en este caso el movimiento relativo recíproco de los dos moldes, pudiendo tener lugar el movimiento físico real del molde de curvado por gravedad (hacia abajo), del segundo molde inferior (hacia arriba) o de ambos. Tan pronto como se haya dispuesto la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad por debajo de la superficie de apoyo del segundo molde inferior, descansa la luna de vidrio sobre la superficie de apoyo del segundo molde inferior y la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad queda libre. De ese modo, se traspasa la luna de vidrio desde el molde de curvado por gravedad al segundo molde inferior. El segundo molde inferior en una configuración ventajosa es asimismo un molde de curvado por gravedad, aunque con una curvatura más pronunciada que el primer molde de curvado por gravedad. 20

30 De modo más conveniente, la superficie de apoyo del segundo molde inferior presenta otra geometría, en especial la curvatura, que la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad. El segundo molde inferior se ha previsto para un segundo paso de curvado adicional, en el que se consigue una forma de la luna más compleja, típicamente más intensamente curvada. Puesto que en el momento del traspaso, la luna de vidrio, que presenta la curvatura determinada por el molde de curvado por gravedad, descansa tras el traspaso sólo sobre pocos puntos del segundo molde inferior, típicamente en la zona de las esquinas de la luna. Sólo durante el siguiente paso de curvado adopta la luna de virio la curvatura determinada por la superficie de contacto del segundo molde inferior y descansa entonces sobre toda la superficie de apoyo. La fuerte carga sobre los puntos de apoyo tras el traspaso puede dar lugar a curvaturas indeseadas. Típicamente, la cara superior de la luna de vidrio es la cara cóncava. La presión puntual por abajo lleva entonces a una curvatura contraria a dicha dirección de curvado fundamental y puede generar localmente una curvatura convexa de la cara superior o por lo menos contrarrestar al menos la precurvatura deseada. Se habla en este contexto de contracurvado (*counter bending* o *cross bending*). Este efecto se puede compensar con la herramienta conformadora superior según la invención, siempre que las zonas afectadas por el contracurvado, típicamente las zonas de esquina sean sometidas al curvar por gravedad a una sobrepresión más intensa y, en consecuencia, sean curvadas más intensamente. Se puede generar así localmente un curvado, que sea más intenso que el propio precurvado deseado, que se vuelve a compensar por el contracurvado tras el traspaso. 35 40 45

La herramienta conformadora superior se dispone durante el proceso de curvado opuestamente a la superficie de apoyo del molde de curvado por gravedad de tal modo que pueda disponerse una luna de vidrio entre el molde de curvado por gravedad y la herramienta conformadora. Es apropiado para ello, generar una sobrepresión en la superficie, opuesta a la superficie de apoyo, de la luna de vidrio dispuesta en la superficie de apoyo. La herramienta conformadora no se ha configurado como molde con superficie de contacto en toda la superficie, sino como molde hueco. La herramienta conformadora presenta una cubierta, por ejemplo, hecha a partir de una chapa metálica. La cubierta se ha conformado de modo que configure una cavidad. La cavidad no es una cavidad cerrada, sino que presenta una abertura de gran superficie, que está orientada hacia el molde de curvado por gravedad. Se puede especificar también la herramienta como con forma de campana o de caperuza. 50

55 El dispositivo según la invención comprende además medios para mover recíprocamente el molde de curvado por gravedad y la herramienta conformadora. Gracias a ello se aproximan mutuamente el molde de curvado por gravedad y la herramienta conformadora después de que la luna de vidrio se haya depositado sobre molde de curvado por gravedad, de modo que se lleve a hacer contacto la herramienta conformadora con la luna de vidrio. La aproximación se puede llevar a cabo por movimiento del molde de curvado por gravedad, de la herramienta conformadora o de ambos. En una realización preferida, se mueve la herramienta conformadora y se desciende sobre la luna de vidrio, mientras que el molde de curvado por gravedad no realiza ningún movimiento vertical. 60

El dispositivo según la invención comprende además medios para calentar la luna de vidrio a la temperatura de reblandecimiento. Típicamente se disponen el molde de curvado por gravedad y la herramienta conformadora superior en el interior de un horno de curvado calentable o en una cámara de curvado calentable. La luna de vidrio puede recorrer una cámara especial para el calentamiento, por ejemplo, un horno de túnel.

5 La sobrepresión se genera introduciendo un gas en la cavidad de la herramienta conformadora. La herramienta conformadora está dotada para ello de medios para introducir un gas en la cavidad para producir sobrepresión. Para ello se prefiere un tubo (tubo de afluencia) como tubería de alimentación de gas empotrado en la cubierta, el cual conduce del entorno exterior a la cavidad. A través del tubo se introduce gas en la cavidad. El gas es aire en una realización preferida, en especial, aire comprimido, porque se puede producir más económicamente. Aunque por principio también se pueden emplear otros gases, por ejemplo, dióxido de carbono o nitrógeno. El aire puede transportarse discrecionalmente a través del tubo a la cavidad, por ejemplo, mediante toberas Venturi o una soplante.

10 El gas afluyente se calienta preferiblemente para no enfriar la luna de vidrio en el proceso de curvado, que tiene lugar típicamente a temperaturas elevadas. La temperatura del gas corresponde preferiblemente más o menos a la temperatura de la luna de vidrio.

15 En la cavidad puede disponerse una chapa de choque opuestamente a la salida del tubo, en especial, en el espacio parcial de la cavidad, que queda directamente debajo de la salida del tubo, de modo que el flujo de gas incidiría directamente sobre la luna de vidrio. En vez de ello, el gas afluyente incide entonces con la chapa de choque. Se evita con ello que gas afluyente choque directamente sobre la luna de vidrio y se pueda generar una sobrepresión homogénea en todo el espacio parcial, o bien en toda la zona superficial de la luna de vidrio asociada al espacio parcial.

20 La cubierta presenta preferiblemente un espesor de material de 5 mm como máximo, especialmente preferido de 2 mm a 4 mm. Gracias a dichos pequeños espesores de material, se puede mantener reducido el peso de la herramienta conformadora, la cubierta se compone preferiblemente de acero o de acero fino.

25 La herramienta conformadora puede llevarse a hacer contacto directamente con la superficie superior de la luna o situarla sin contacto directo a una reducida distancia apropiada por encima de la luna de vidrio.

30 En una configuración ventajosa, la herramienta conformadora se lleva a hacer contacto con la luna de vidrio por medio de una falda obturadora. Con la falda obturadora se puede producir una unión contundente entre la herramienta conformadora y la luna de vidrio, con lo que se puede producir una sobrepresión más elevada. Con ello se consigue una mayor eficiencia del método de curvado de vidrio. Por medio de la falda obturadora, se disminuye además el peligro de daños al vidrio en comparación con un contactado directo de la herramienta conformadora metálica con la luna de vidrio.

35 La herramienta conformadora está dotada en esta configuración ventajosa de por lo menos una falda obturadora. La falda obturadora sirve para hacer contacto con la superficie superior de la luna de vidrio a curvar. La falda obturadora se ha dispuesto en una sección marginal circundante de la cubierta, en especial, en la superficie de la sección marginal orientada hacia la cavidad. La cavidad de la herramienta conformadora, que está abierta según la invención hacia la herramienta de curvado por gravedad y hacia la luna de vidrio, se cierra poco más o menos por la luna de vidrio mediante la falda obturadora de modo que pueda producirse eficazmente una sobrepresión en la cavidad y en la superficie superior de la luna de vidrio. Con la sección marginal se designa una zona de la cubierta asociada al borde, presentando típicamente la falda obturadora una distancia al borde lateral de la cubierta.

40 La falda obturadora hace contacto circundante con la luna de vidrio en su zona marginal de modo que se pueda producir la sobrepresión según la invención en la mayor parte de la superficie superior. La zona de contacto entre la falda obturadora y la superficie de la luna de vidrio presenta preferiblemente una distancia de un máximo de 20 cm al borde lateral de la luna de vidrio, especialmente preferida de un máximo de 10 cm. La sobrepresión se genera preferiblemente en al menos un 80% de la superficie, donde las zonas no sometidas a la acción de la sobrepresión de la superficie se han dispuesto en su zona marginal fuera de la zona rodeada por la falda obturadora.

45 La falda obturadora está hecha preferiblemente de fieltro o de material no tejido. Con especial preferencia se dispone un rollo en el fieltro o en el material no tejido para cargar la falda obturadora. Así se puede mantener con seguridad el contacto de la falda obturadora con la superficie del vidrio. Una tira de fieltro o de material no tejido puede, por ejemplo, enrollarse alrededor de la franja. El fieltro o el material no tejido contiene preferiblemente metal, especialmente preferido con contenido de acero fino. El fieltro o el material no tejido es preferiblemente un fieltro o un material no tejido con contenido metálico, especialmente preferido un fieltro o un material no tejido que contiene acero fino. Esos materiales presentan, por un lado, una estabilidad suficiente para una producción en masa industrial y, por otro lado, son suficientemente blandos para no dañar la superficie del vidrio. El espesor del material del fieltro o del material no tejido tiene preferiblemente de 0,1 mm a 10 mm, especialmente preferible de 1 mm a 5 mm.

55 El rollo (rollo de carga) contiene preferiblemente fibras de vidrio, se prefiere especialmente una mezcla de fibras de vidrio y de fibras metálicas. El espesor del rollo tiene preferiblemente de 1 mm a 100 mm, se prefiere especialmente de 5 mm a 30 mm.

La sección marginal de la cubierta, en la quedado el caso se ha dispuesto la falda obturadora, está orientada hacia abajo en una configuración ventajosa en una disposición conveniente de la herramienta conformadora. La sección marginal se ha dispuesto preferiblemente de modo básicamente vertical. La sección marginal dirigida hacia abajo también se designa con frecuencia como faldón. El borde lateral de la cubierta puede disponerse en el extremo de la sección marginal dirigida hacia abajo y apuntar hacia abajo. Aunque no afecta al funcionamiento si, por ejemplo, el extremo de la sección marginal está invertido de modo que el borde lateral no apunte hacia abajo.

En una configuración ventajosa de la invención, el dispositivo está dimensionado y configurado de modo que la mencionada sección marginal o por lo menos su parte dirigida hacia abajo se disponga al curvar completamente por encima de la superficie de la luna de vidrio a curvar. En este caso, la dilatación de la abertura de salida de gas es preferiblemente menor que la dilatación de la superficie del vidrio de modo que se disponga de todo el flujo de gas para generar la sobrepresión, lo que resulta ventajoso en cuanto a la eficiencia. Si se contactase directamente la superficie del vidrio (por la propia cubierta o por una falda obturadora), entonces la fuerza obturadora actúa en la cavidad directamente sobre la superficie del vidrio, lo que resulta asimismo ventajoso para la eficiencia.

En otra configuración ventajosa más de la invención, el dispositivo se ha dimensionado y configurado de tal modo que la sección marginal rodee al curvar la luna de vidrio a curvar. La sección marginal (el "faldón") solapa pues en cierto modo con la luna de vidrio de modo que la luna de vidrio – por lo menos en su estado plano de partida – se dispone completamente en el interior de la cavidad de la herramienta conformadora. La ventaja consiste en que la herramienta conformadora no ha de ser adaptada al tamaño de la luna de cristal a curvar, sino que se pueden tratar con la misma herramienta diversas lunas de vidrio de diferente tamaño, siempre que la luna de vidrio se adapte a la cavidad.

Una ventaja de la invención es que por el refuerzo de la sobrepresión se puede conseguir con mayor rapidez la forma de luna deseada que con el curvado por gravedad convencional. Por ello, pueden conseguirse en la producción en masa industrial tiempos de ciclo más cortos.

La sobrepresión se genera en una realización ventajosa en un periodo de tiempo de cómo máximo 100 segundos en la superficie superior de la luna de vidrio, preferiblemente como máximo de 60 segundos, especialmente preferido de 30 segundos. El periodo de tiempo en el que se genera la sobrepresión sobre la superficie puede ser por ejemplo de 5 segundos a 30 segundos.

Una ventaja más de la invención es que el curvado por refuerzo de sobrepresión se puede conseguir con temperaturas menores que con el curvado por gravedad convencional. Con ello, se puede ahorrar energía, porque la cámara de curvado se ha de calentar con menor intensidad. El vidrio al sodio y a la cal para el vidrio típico de lunas de ventanas se curva habitualmente a aproximadamente 630 °C. Por medio el refuerzo de sobrepresión según la invención ya se puede curvar a menores temperaturas, por ejemplo, de 610 °C con suficiente rapidez. La temperatura máxima, a la que se calienta la luna de vidrio, es por ello en una realización ventajosa menor de 630 °C, preferiblemente menor de 620 °C, cuando la luna de vidrio contiene vidrio al sodio y a la cal o se compone del mismo.

Pero la luna de vidrio a curvar puede contener también otros tipos de vidrio como vidrio al borosilicato o vidrio de cuarzo. El espesor de la luna de vidrio es típicamente de 0,2 mm a 10 mm, preferiblemente de 0,5. mm a 5 mm.

La secuencia de los pasos del método no es para interpretarse de tal modo que sólo se toman medidas para generar la sobrepresión cuando se sobrepase la temperatura de reblandecimiento. Más bien, la luna de vidrio puede someterse ya a la acción de la sobrepresión durante el calentamiento. La sobrepresión sólo puede desarrollar su acción tras alcanzar la temperatura de reblandecimiento, aunque por motivos de tecnología del método puede ser, sin embargo, más sencillo generar la sobrepresión continuamente.

El curvado por gravedad reforzado por sobrepresión según la invención puede ser el único paso de curvado o también parte de un método multietapa de curvado, en el que preceden o siguen más pasos de curvado. Por ejemplo, pueden llevarse a cabo más pasos de curvado entre el curvado por gravedad reforzado con sobrepresión y la refrigeración de la luna de vidrio, por ejemplo, mediante curvado por gravedad, curvado por compresión o curvado por aspiración. La luna de vidrio puede traspasarse para ello desde el molde de curvado por gravedad a otras formas de curvado adicionales.

El refrigerado de la luna de vidrio puede tener lugar en el molde de curvado por gravedad según la invención o también en otro molde adicional, al que se traspasa la luna. El refrigerado puede tener lugar a la temperatura del entorno o por refrigeración activa.

El molde de curvado por gravedad según la invención puede configurarse de forma móvil, por ejemplo, soportado en un carro. De ese modo se puede transportar la luna de vidrio a curvar en el molde de curvado por gravedad bajo la herramienta conformadora superior. El molde de curvado por gravedad puede atravesar un horno para calentarlo, calentándose o por lo menos precalentándose la luna de vidrio a la temperatura de curvado. Por una separación espacial del calentamiento y del curvado reforzado por sobrepresión en diferentes cámaras de un horno de curvado se pueden conseguir duraciones de ciclo más elevadas que cuando la luna se calienta primero en la cámara de curvado. Temperaturas de curvado típicas alcanzan de 500 °C a 700 °C, preferiblemente de 550 °C a 650 °C.

En un perfeccionamiento especialmente preferido del método, se traspasa la una de vidrio después del curvado por gravedad reforzado por sobrepresión según la invención a otro molde inferior adicional. Ese traspaso tiene lugar preferiblemente por medio de una herramienta de curvado de varias piezas, en la que la luna se traspasa por un movimiento vertical relativo de diferentes moldes de curvado, tal como se describió antes. Seguidamente, se somete preferiblemente la luna de vidrio a otro paso de curvado más. Dicho paso es preferiblemente un paso de curvado por gravedad adicional en el segundo molde inferior. En este caso, se vuelve a calentar preferiblemente la luna de vidrio para alcanzar una temperatura superior o compensar un enfriamiento intermedio. Pero alternativamente el paso de curvado adicional puede ser también un paso de curvado a presión entre el segundo molde inferior y un molde de curvado a presión superior complementario.

En una configuración especialmente ventajosa de la invención, se logra un precurvado complejo de la luna de vidrio por los dos pasos de curvado por gravedad, mientras que se consigue la forma de la luna definitiva en un paso de curvado a presión subsiguiente. De ese modo, se pueden realizar geometrías de luna especialmente complejas. Un método especialmente adecuado se describe en el documento EP 1836136 B1. En este caso, se eleva la luna de vidrio del molde de curvado por gravedad mediante un molde superior, mientras su borde es barrido por un flujo de aire. Seguidamente, se dispone la luna de vidrio entre dicho molde superior y un molde completo inferior, que se ha configurado con orificios mediante los cuales se ejerce un efecto de aspiración sobre la luna de vidrio.

También varias lunas de vidrio, por ejemplo, dos lunas de vidrio situadas una encima de otra pueden ser curvadas simultáneamente con el dispositivo según la invención y por el método según la invención. Eso puede ser especialmente deseado cuando dos lunas individuales deban ser laminadas más tarde como un vidrio compuesto para que su forma se adapte óptimamente una encima de la otra. Las lunas de vidrio se disponen para ello una encima de otra en toda su superficie y se curvan conjuntamente de modo congruente simultáneamente. Entre las lunas de vidrio, se dispone un medio separador, por ejemplo, un polvo separador o un tejido de modo que las lunas de vidrio tras el curvado puedan volver a separarse mutuamente. En una realización ventajosa, el método se utiliza con varias lunas de vidrio, en especial dos situadas una encima de la otra.

La invención comprende además la aplicación de una herramienta conformadora superior, que presenta una cubierta, que conforma una cavidad abierta en dirección hacia el molde curvado por gravedad para reforzar un proceso de curvado por gravedad, generándose con la herramienta conformadora una sobrepresión sobre la superficie, opuesta a un molde de curvado por gravedad, de una luna de vidrio a curvar, en tanto se introduce un gas en la cavidad, donde la cavidad se subdivide en por lo menos tres espacios parciales mediante al menos una pared separadora, los cuales se extienden hasta una tubería de alimentación común de la herramienta conformadora de modo que en por lo menos dos zonas de la superficie se produzca una presión diferente.

A continuación, se explica más detalladamente la invención a base de un dibujo y ejemplos de realización. El dibujo es una representación esquemática y no conforme a una escala. El dibujo no limita de ningún modo la invención.

Las figuras muestran:

- Figura 1 una sección transversal a través de una configuración de la herramienta conformadora superior según la invención,
- Figura 2 una representación ampliada del detalle Z de la figura 1,
- Figura 3 una sección transversal a través de un dispositivo según la invención durante una forma de realización del método según la invención,
- Figura 4 una sección transversal a través de otra configuración más de la herramienta conformadora superior según la invención durante el método según la invención, y
- Figura 5 un diagrama de flujos de una forma de realización del método según la invención.

Las figuras 1 y 2 muestran cada una de ellas un detalle de una herramienta 3 conformadora según la invención. La herramienta 3 conformadora presenta una cubierta 8, que está hecha de una chapa de acero de sólo 3 mm de espesor. Con ello, la herramienta 3 conformadora sólo presenta un peso pequeño. La cubierta 8 forma una cavidad, que está abierta hacia abajo en dirección a la luna de vidrio. Una sección 4 marginal de la cubierta 8 discurre de forma básicamente vertical (un llamado "faldón").

La cubierta 8 se ha dotado centralmente de una tubería 6 de alimentación de gas (tubo de admisión), por el que puede afluir aire comprimido caliente en la cavidad 5 para generar una sobrepresión sobre la superficie de la luna de vidrio durante un proceso de curvado por gravedad. La herramienta 3 conformadora está dotada de paredes 12 separadoras, que subdividen la cavidad en espacios parciales. Se han representado dos paredes 12 separadoras, que subdividen la cavidad en un espacio 5.1 parcial central y dos espacios 5.2, 5.3 parciales exteriores. La sección transversal representada discurre en la proximidad de un borde lateral de la herramienta conformadora, los espacios 5.2 y 5.3 parciales se han dispuesto en las esquinas de la herramienta conformadora.

Las paredes 12 separadoras se extienden hasta dentro de la tubería 6 de alimentación de gas y desde allí a través

- de la cavidad hasta en la zona de su orificio de salida. El flujo de gas afluyente por la tubería 6 de alimentación se subdivide por las paredes 12 separadoras en flujos parciales, que afluyen respectivamente a un espacio 5.1, 5.2, 5.3 parcial. Por reparto apropiado de las secciones de admisión y evacuación afluye mucho gas más que proporcionalmente a los huecos 5.2, 5.3 parciales exteriores de modo que se genere en esos huecos 5.2, 5.3 parciales una sobrepresión más alta sobre la superficie de la luna de vidrio que por el espacio 5.1 parcial central. Las zonas asociadas a dichos espacios 5.2, 5.3 parciales de la luna de vidrio, es decir las zonas de esquina son en consecuencia más intensamente curvadas que las zonas centrales de la luna de vidrio asociada al tubo 5.1 parcial central. Se posibilitan así geometrías de luna complejas. La sección transversal de la tubería 6 de alimentación de gas se subdivide por las paredes 12 separadoras en secciones parciales. Asimismo, la sección transversal del orificio de la cavidad se divide por las paredes 12 separadoras en secciones parciales. La relación respectiva de la sección transversal de alimentación de los espacios 5.2, 5.3 parciales exteriores respecto de la sección transversal de alimentación del espacio 5.1 parcial central es mayor que la correspondiente relación de la sección transversal de salida de los espacios 5.2, 5.3 parciales exteriores respecto de la sección transversal parcial de salida del espacio 5.1 parcial central.
- El espacio 5.1 parcial central se ha dispuesto directamente debajo de la tubería 6 de alimentación de gas de modo que gas afluyente incidiría directamente sobre las superficies del vidrio, lo que podría dar lugar a efectos de curvado indeseados. Para evitarlo y generar una sobrepresión homogénea en el espacio 5.1, se ha dispuesto una chapa 11 de choque en el espacio 5.1 opuesto al orificio de la tubería 6 del flujo de admisión sobre la que incide el aire afluyente.
- En la sección 4 marginal se ha aplicado una falda 7 obturadora precisamente en la cara orientada hacia la cavidad. La falda 7 obturadora circundante se ha hecho de un material 9 no tejido de acero fino con un espesor de 3 mm. Una tira del material 9 no tejido de acero fino se ha envuelto alrededor de un rollo 10, el cual se ha dispuesto así dentro de la falda obturadora y provoca una carga de la falda 7 obturadora. El rollo 10 se compone de una mezcla de fibras de vidrio y fibras metálicas y presenta una sección transversal aproximadamente circular con un diámetro de 20 mm. Una falda 7 obturadora semejante asegura una buena obturación de la cavidad, es suficientemente flexible para evitar daños a la luna de vidrio I y suficientemente estable para poder montarla industrialmente.
- La figura 3 muestra un dispositivo según la invención durante el método según la invención para curvar una luna I de vidrio. La luna I de vidrio plana en estado de partida se pone sobre la superficie 2 de apoyo cóncava, con forma de marco (figura 3a). Como en el curvado por gravedad, la luna I de vidrio se calienta habitualmente a una temperatura de curvado, que por lo menos corresponde a la temperatura de reblandecimiento. La luna I de vidrio reblandecida flexiona luego bajo la influencia de la fuerza de la gravedad en la superficie 2 de apoyo (figura 3b).
- Según la invención, se refuerza el curvado por gravedad mediante la herramienta 3 conformadora superior, que genera una sobrepresión sobre la superficie o de la luna I de vidrio, que apunta hacia arriba, opuesta a la superficie 2 de apoyo. La herramienta 3 conformadora superior es una herramienta con forma de campana o de caperuza, que presenta una cavidad, que está orientada hacia la luna I de vidrio. La herramienta 3 conformadora superior está en contacto con la superficie o superior de la luna I de vidrio por medio de una falda 7 obturadora circundante de manera que la luna I de vidrio cierre la cavidad. Con el aire comprimido afluyente a la cavidad, se genera la sobrepresión en la superficie O. La cavidad está subdividida por paredes 12 separadoras en espacios 5.1, 5.2, 5.3 parciales, como se describió anteriormente en la figura 1.
- Por medio de la sobrepresión se refuerza la conformación de la luna I de vidrio por la influencia de la fuerza de la gravedad. Con ello ya puede conseguirse la forma deseada con temperaturas de curvado menores. Por la división de la cavidad en espacios 5.1, 5.2, 5.3 parciales, se genera una distribución de presión heterogénea sobre la superficie o: en la zona de las esquinas de la luna I de vidrio es la sobrepresión mayor (por ejemplo, 20 mbar) que en la zona central (por ejemplo, 8 mbar). Las esquinas pueden curvarse por ello más rápidamente y más intensamente.
- El contactado de la herramienta 3 conformadora con la luna I de vidrio tiene lugar por medio la falda 7 obturadora, lo que da lugar a un cierre efectivo de la cavidad de manera que se puede generar ventajosamente una sobrepresión mayor. Porque la luna I de vidrio sea contactada por la falda 7 obturadora flexible en vez de por la cubierta metálica, rígida de la herramienta 3 conformadora, pueden evitarse daños o un descenso de la calidad óptica de la luna I de vidrio. La sección 4 marginal vertical de la cubierta 8 y la falda 7 obturadora se disponen completamente por encima de la luna I de vidrio. Por ello, la sección 4 marginal al curvar está dirigida sobre la superficie O. Puesto que la fuerza de apriete producida por la herramienta 3 conformadora superior actúa directamente sobre la superficie O, se consigue una estanqueidad eficiente de la cavidad y se puede generar una sobrepresión mayor.
- El molde 1 de curvado por gravedad forma parte de una herramienta de curvado de varias piezas, que aparte del molde 1 de curvado por gravedad presenta un segundo molde 13 inferior. El segundo molde 13 inferior se ha previsto para un paso de curvado por gravedad adicional, que sigue al curvado por gravedad reforzado por sobrepresión según la invención. El molde 1 de curvado por gravedad sirve para el primer curvado de la luna I de vidrio, mientras que el segundo molde 13 inferior se ha previsto para un segundo curvado más intenso adicional. El segundo molde 13 inferior tiene asimismo una superficie de apoyo cóncava en forma de marco, pero con una curvatura diferente que la superficie 2 de apoyo del molde 1 de curvado por gravedad. El segundo molde 13 inferior

5 se ha dispuesto en el interior del molde 1 de curvado por gravedad, que enmarca al segundo molde 13 inferior. El molde 1 de curvado por gravedad y el segundo molde 13 inferior son mutuamente movibles verticalmente. Primero se dispone el molde 1 de curvado por gravedad por encima del segundo molde 13 inferior de modo que la luna I de vidrio descansa sobre la superficie 2 de apoyo. Tras la terminación del curvado por gravedad, se mueve verticalmente hacia abajo el molde 1 de curvado por gravedad por debajo del segundo molde 13 inferior. Con ello se traspasa la luna I de vidrio desde el molde 1 de curvado por gravedad al segundo molde 13 inferior (figura 3c). Puesto que la curvatura de la luna I de vidrio en este momento no corresponde todavía a la curvatura de la superficie de apoyo del segundo molde 13 inferior, la luna I de vidrio descansa primero sólo puntualmente, típicamente en la zona de las esquinas de la luna. Eso puede dar lugar a un contracurvado (*counter bending*) indeseado – la luna I de vidrio es comprimida hacia arriba al mismo tiempo en los puntos de apoyo, por lo que en caso extremo se produce localmente incluso un curvado convexo de la superficie o superior. Por el curvado más intenso de las zonas de esquina en el paso de curvado por gravedad efectuado antes puede compensarse dicho efecto. Las zonas afectadas de la luna I de vidrio son curvadas en exceso, el contracurvado compensa el curvado en exceso, lo que resulta en la forma de luna deseada propiamente. Con el método según la invención se puede realizar formas de luna muy complejas.

10 El método de curvado se ha representado a modo de ejemplo a base de una única luna I de vidrio. Aunque también pueden llevarse a cabo con dos lunas de vidrio superpuestas, que se curvan conjuntamente de modo congruente. Esto resulta especialmente ventajoso cuando las dos lunas de vidrio se hayan de laminar juntamente en una luna de vidrio compuesta.

20 La figura 4 muestra una configuración más de la herramienta 3 conformadora superior según la invención durante el método según la invención. También aquí la cubierta 8 presenta una sección 4 marginal que discurre verticalmente. Aunque la herramienta 3 conformadora se ha configurado mayor de modo que la sección 4 marginal vertical rodee la luna I de vidrio y la luna I de vidrio se disponga por ello en la cavidad. La falda 7 obturadora opcional se extiende desde la sección marginal a la superficie o de la luna I de vidrio.

25 Esta configuración tiene la ventaja de que la herramienta 3 conformadora superior no haya de hacerse específicamente para un determinado tipo de luna. En vez de ello, pueden curvarse también lunas I de vidrio de diferentes tamaños con la misma herramienta 3 conformadora.

30 La figura 5 muestra un ejemplo de realización del método según la invención a base de un diagrama de flujos. Al curvado por gravedad representado en la figura 3 y al traspaso al segundo molde 13 inferior, sigue un calentamiento adicional de la luna I de vidrio y un paso de curvado por gravedad más en el segundo molde 13 inferior.

Las letras significan:

A Deposición de una luna I de vidrio sobre la superficie 2 de apoyo de un molde 1 de curvado por gravedad como parte de una herramienta de curvado por gravedad de varias piezas, que comprende además del molde 1 de curvado por gravedad un segundo molde 13 inferior con forma de marco que lo rodea, cuya superficie de apoyo se ha dispuesto en el estado de partida por debajo de la superficie 2 de apoyo.

B Calentamiento de la luna I de vidrio a la temperatura de curvado.

C Descenso de una herramienta 3 conformadora superior según la invención a la superficie O de la luna I de vidrio opuesta al molde 1 de curvado por gravedad.

40 D Afluencia de aire a los espacios 5.1, 5.2, 5.3 parciales de la herramienta 3 conformadora para generar la sobrepresión sobre la superficie O, donde las esquinas de la luna I de vidrio son sometidas a la acción de la mayor sobrepresión que la zona central de la luna I de vidrio.

E Espera hasta que se haya conseguido la forma deseada de la luna I de vidrio:

F Elevación de la herramienta 3 conformadora.

45 G Movimiento vertical del molde 1 de curvado por gravedad hacia abajo de modo que la luna I de vidrio sea traspasada desde el molde 1 de curvado por gravedad a la superficie de apoyo del segundo molde 13 inferior.

H Calentamiento de la luna I de vidrio.

I Curvado por gravedad de la luna I de vidrio en el segundo molde 13 inferior.

J Refrigeración de la luna I de vidrio.

50 Al curvado por gravedad se puede adjuntar un paso de curvado adicional, por ejemplo, un paso de curvado por presión según el documento EP 1836136 B1.

Ejemplo

5 En una serie de ensayos se comparó el curvado por gravedad convencional con el curvado por gravedad reforzado por sobrepresión según la invención con distribución de presión heterogénea. Se investigó la dimensión del llamado contracurvado (*counter bending*), después de que la luna I de vidrio fuese traspasada del molde 1 de curvado por gravedad al segundo molde 13 inferior. Ese efecto fue explicado anteriormente en relación con el dibujo. Con el método según la invención se combatió el contracurvado mediante una sobrepresión más elevada en las zonas de esquina de la luna I de vidrio.

Los contracurvados medios medidos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

	Proceso de curvado	Contracurvado
1	Curvado por gravedad habitual	0,7 mm
2	<i>Curvado por gravedad con la herramienta 3 conformadora superior</i>	0,1 mm

10 Tal como se puede deducir de la Tabla, el contracurvado indeseado se reduce eficazmente por el método según la invención con el dispositivo según la invención. Además se concluye en poco tiempo, por el refuerzo de la sobrepresión, el curvado por gravedad y es posible a bajas temperaturas. Son éstas las grandes ventajas de la presente invención.

15 **Listado de referencias numéricas**

- (1) Molde de curvado por gravedad
- (2) Superficie de apoyo del molde 1 de curvado por gravedad
- (3) Herramienta conformadora superior
- (4) Sección marginal de la herramienta 3 conformadora
- 20 (5.1) Primer espacio parcial de la cavidad de la herramienta 3 conformadora
- (5.2) Segundo espacio parcial de la cavidad de la herramienta 3 conformadora
- (5.3) Tercer espacio parcial de la cavidad de la herramienta 3 conformadora
- (6) Tubería de alimentación de gas de la herramienta 3 conformadora (tubo de admisión)
- (7) Falda obturadora de la herramienta 3 conformadora
- 25 (8) Cubierta de la herramienta 3 conformadora
- (9) Filtro/no tejido de la falda 7 obturadora
- (10) Rollo de la falda 7 obturadora
- (11) Chapa de choque de la herramienta 3 conformadora
- (12) Pared separadora de la cavidad de la herramienta 3 conformadora
- 30 (13) Segundo molde inferior
- (I) Luna de vidrio
- (O) Superficie superior de la luna I de vidrio, opuesta a la superficie 2 de apoyo
- (Z) Sección ampliada de la herramienta 3 conformadora

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para curvar al menos una luna (I) de vidrio, que comprende por lo menos
 - un molde (1) de curvado por gravedad con una superficie (2) de apoyo, que es adecuada para por lo menos disponer encima una luna (I) de vidrio,
- 5 -por lo menos una herramienta (3) conformadora superior dispuesta opuestamente a la superficie (2) de apoyo, cuya herramienta conformadora es adecuada para generar una sobrepresión en la superficie (O) opuesta a la superficie (2) de apoyo de la por lo menos una luna (I) de vidrio dispuesta en la superficie (2) de apoyo,
- 10 -donde la herramienta (3) conformadora presenta una cubierta (8), que forma una cavidad abierta en dirección hacia el molde (1) de curvado por gravedad, y que está dotada de medios para introducir un gas en la cavidad para generar una sobrepresión, y donde la cavidad está subdividida por al menos una pared (12) separadora en por lo menos dos espacios (5.1, 5.2) parciales de modo que en al menos dos zonas de la superficie (O) pueda generarse una presión diferente,
- 15 -y donde la herramienta (3) conformadora está dotada de una tubería (6) de alimentación común hasta la que se extiende la pared (12) separadora.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, donde la por lo menos una pared (12) separadora subdivide la sección transversal de la tubería (6) de alimentación de gas en por lo menos una primera sección transversal de tubería de alimentación parcial y una segunda sección transversal de tubería de alimentación parcial, conduciéndose gas en la primera sección transversal parcial al espacio (5.1) parcial y gas en la segunda sección transversal parcial al segundo espacio (5.2) parcial, y donde subdivide la sección transversal de salida de gas de la cavidad en por lo menos una primera sección transversal parcial de salida y una segunda sección transversal parcial de salida, condiciéndose gas del primer espacio (5.1) parcial por la primera sección transversal parcial de salida y gas del segundo espacio (5.2) parcial por la segunda sección transversal parcial de salida, siendo diferente la relación de la primera sección transversal parcial de la tubería de alimentación a la segunda sección transversal parcial de la tubería de alimentación de la relación de la primera sección transversal parcial de salida a la segunda sección transversal parcial de salida.
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, donde por lo menos una pared (12) separadora se ha dispuesto de tal modo que en la zona de al menos una de las esquinas de la luna (I) de vidrio se genere una presión mayor que en la zona central de la luna (I) de vidrio.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde el molde (1) de curvado por gravedad presenta una superficie (2) de apoyo cóncava, con forma de marco.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el molde (1) de curvado por gravedad puede moverse verticalmente respecto de un segundo molde (13) inferior para traspasar la luna (I) de vidrio entre el molde (1) de curvado por gravedad y el segundo molde (13) inferior.
- 35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde la herramienta (3) conformadora está dotada de una falda (7) de obturación, dispuesta en una sección (4) marginal de la cubierta (8), para hacer contacto con la superficie (O), opuesta a la superficie (2) de apoyo, de la por lo menos una luna (I) de vidrio.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, donde la falda (7) obturadora está hecha de un fieltro con contenido metálico y de un material (9) no tejido con un rollo (10) que contiene fibras de vidrio y/o fibras metálicas.
- 40 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, donde la sección (4) marginal está dirigida hacia abajo y dispuesta preferiblemente de forma básicamente vertical.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, donde la cubierta (8) presenta un espesor de material de 5 mm como máximo.
- 45 10. Método para curvar por lo menos una luna (I) de vidrio, que comprende por lo menos los siguientes pasos de método: (a) disponer por lo menos una luna (I) de vidrio sobre la superficie (2) de apoyo de un molde (1) de curvado por gravedad; (b) calentar la luna (I) de vidrio a por lo menos su temperatura de reblandecimiento; (c) generar una sobrepresión en la superficie (O), opuesta a la superficie (2) de apoyo, de la por lo menos una luna (I) de vidrio por medio de una herramienta (3) conformadora superior, que presenta una cubierta (8), la cual forma una cavidad abierta en dirección hacia el molde (1) de curvado por gravedad, donde la cavidad está subdividida en por lo menos dos espacios (5.1, 5.2) parciales por al menos una pared (12) separadora, los cuales se extienden hasta una tubería (6) de alimentación común de gas de la herramienta (3) conformadora de tal modo que en por lo menos dos zonas de la superficie (O) se genere una presión diferente; y (d) refrigerar la luna (I) de vidrio.
- 50 11. Método según la reivindicación 10, donde en una primera zona de la superficie (O) se genera una presión de 0 mbar a 15 mbar, preferiblemente de 2 mbar a 10 mbar, y donde en una segunda zona de la superficie (O) se

genera una presión de 15 mbar a 30 mbar, preferiblemente de 20 mbar a 25 mbar.

12. Método según la reivindicación 11, donde la primera zona de la superficie (O) contiene el centro de la luna y donde la segunda zona de la superficie (O) contiene por lo menos una esquina de la luna.

5 13. Método según una de las reivindicaciones 10 a 12, donde el molde (1) de curvado por gravedad es movido, verticalmente hacia abajo, tras el paso (c) del método, con respecto a al segundo molde (13) inferior, traspasándose la luna (l) de vidrio desde el molde (1) de curvado por gravedad al segundo molde (13) inferior.

14. Método según la reivindicación 13, donde la luna (l) de vidrio se somete seguidamente a un curvado por gravedad adicional en el segundo molde (13) inferior.

10 15. Aplicación de una herramienta (3) conformadora superior, que presenta una cubierta (8), la cual forma una cavidad abierta en dirección hacia el molde (1) de curvado por gravedad, para reforzar un proceso de curvado por gravedad, generándose con la herramienta (3) conformadora una sobrepresión sobre la superficie (O), opuesta al molde (1) de curvado por gravedad, de una luna (l) de vidrio a curvar, mientras se introduce un gas en la cavidad, donde la cavidad se subdivide por medio de una pared (12) separadora en por lo menos dos espacios (5.1, 5.2) parciales, los cuales se extienden hasta una tubería (6) de alimentación de gas común de la herramienta (3)
15 conformadora de tal modo que en por lo menos dos zonas de la superficie (O) se genere una presión diferente.

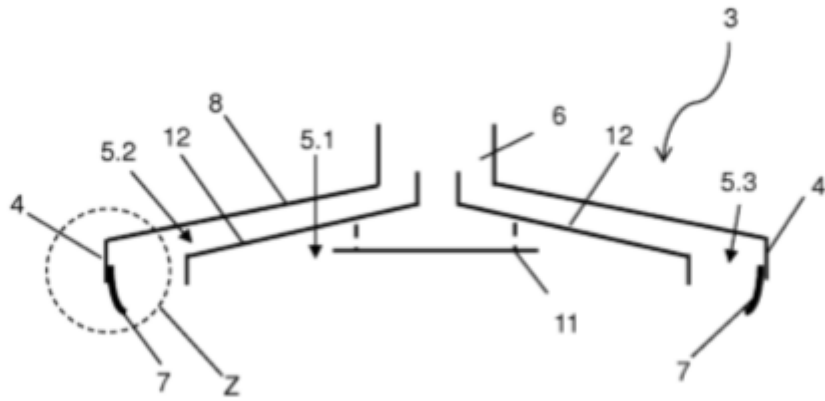


Fig. 1

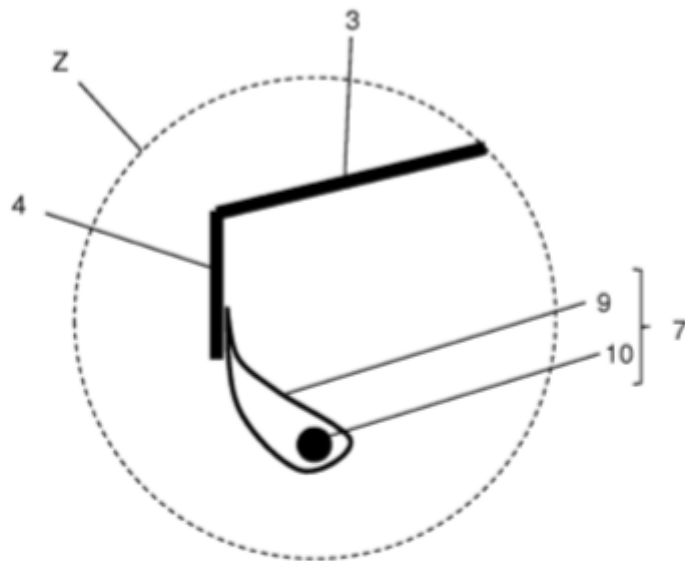


Fig. 2

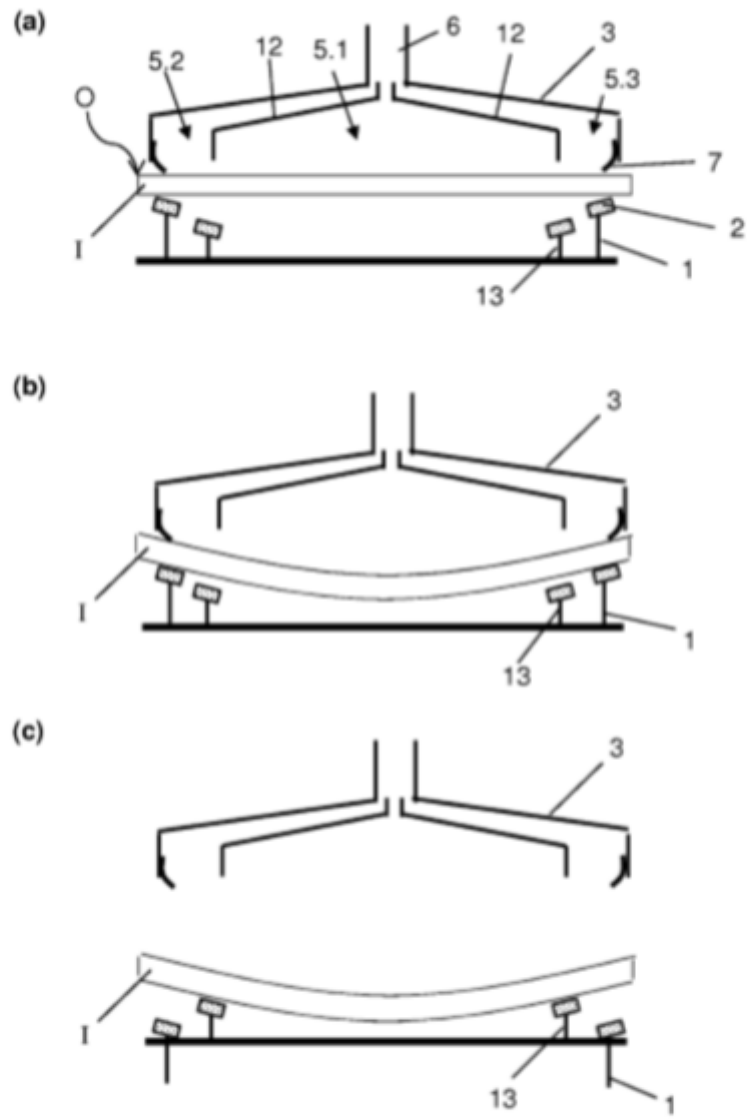


Fig. 3

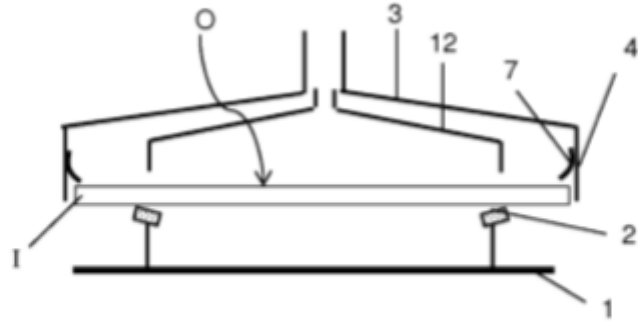


Fig. 4

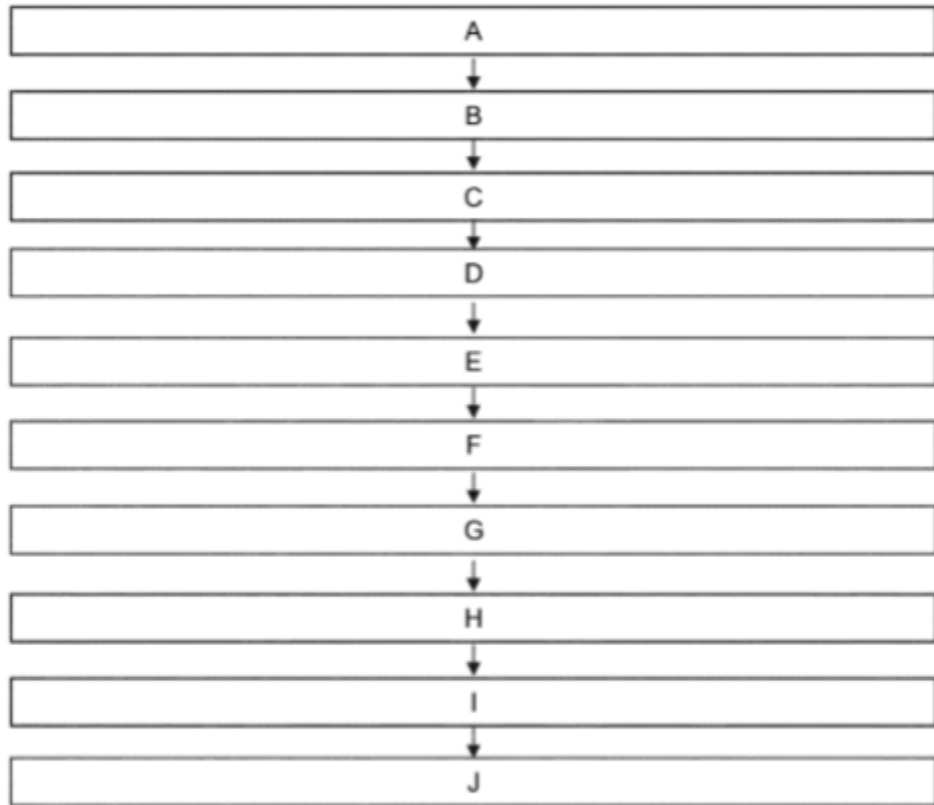


Fig. 5