

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 033**

51 Int. Cl.:

C03B 23/025 (2006.01)

C03B 23/03 (2006.01)

C03B 23/035 (2006.01)

C03B 35/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2015 PCT/EP2015/070432**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16066310**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2015 E 15766766 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3212584**

54 Título: **Herramienta de curvado para hojas de vidrio**

30 Prioridad:

28.10.2014 EP 14190618

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

17.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BALDUIN, MICHAEL;
LE NY, JEAN-MARIE;
PHAN, DANG, CUONG;
PALMANTIER, ARTHUR y
DUNKMANN, BENNO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 713 033 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

Herramienta de curvado para hojas de vidrio

La invención se refiere a una herramienta de curvado para hojas de vidrio, a un procedimiento para curvar hojas de vidrio y al uso de la herramienta de curvado.

5 En el ámbito de los vehículos son comunes los vidrios laminados curvados, especialmente como parabrisas. Se sabe que es ventajoso curvar juntas simultáneamente las hojas individuales del vidrio laminado. Las hojas de vidrio curvadas por pares están coordinadas entre sí con respecto a su curvatura y, por tanto, son adecuadas en gran medida para ser laminadas entre sí para formar vidrio laminado. Un procedimiento para curvar hojas de vidrio por pares es conocido, por ejemplo, por el documento DE 101 05 200 A1.

10 Por los documentos WO 2006/072721 A1, WO 2012/080071 A1 y WO 2012/080072 A1 es conocida una herramienta que puede ser empleada como molde superior en procedimientos de curvado. La herramienta comprende una superficie de contacto convexa de tipo marco y una cubierta con una chapa deflectora de aire periférica. Por un efecto de aspiración a lo largo de los bordes de la hoja, la hoja de vidrio que se va a curvar es comprimida contra la superficie de contacto en contra de la acción de la fuerza de gravedad y de esta forma se sujeta con seguridad en la herramienta. También dos hojas de vidrio superpuestas pueden ser sujetadas simultáneamente en la herramienta. La herramienta puede ser empleada para transportar las hojas de vidrio entre diferentes posiciones del dispositivo de curvado, por ejemplo para recoger las hojas de vidrio de un molde de curvado y transferirlas a otro. La herramienta puede también ser empleada para una etapa de curvado por presión, siendo conformadas las hojas de vidrio entre la herramienta y un contramolde complementario bajo la influencia del efecto de presión y/o aspiración.

20 El documento US 3,778,244 A da a conocer una herramienta de curvado superior con una superficie de contacto de superficie completa cóncava o convexa (molde entero) y una cubierta con una chapa deflectora de aire periférica. Por la chapa deflectora de aire, el borde de la hoja de vidrio a ser curvada puede ser barrido con una corriente de aire, de modo que la hoja de vidrio sea presionada contra la superficie de contacto para curvarla. Además, a través de aberturas en la superficie de contacto de superficie completa, la hoja de vidrio puede ser aspirada contra esta.

25 Los acristalamientos de vehículos modernos tienen formas cada vez más complejas con radios de curvatura muy pronunciados por zonas. En particular, las esquinas de hojas modernas deben presentar a menudo una curvatura muy fuerte. Sin embargo, curvaturas muy fuertes en la zona de los bordes o esquinas conllevan el peligro de errores de curvado en el centro de la hoja, así como una sobrecurvatura no deseada o la generación de irregularidades. Por consiguiente, existe una necesidad de nuevas herramientas de curvado con las que puedan ser generadas geometrías de hoja complejas de alta calidad y útiles en la técnica del procedimiento.

La presente invención tiene por objeto proporcionar una herramienta de curvado mejorada con la que puedan ser generadas curvaturas de hoja localmente fuertes, sin que se produzcan errores de curvado en otros puntos. En particular, la herramienta de curvado debe poder curvar dos hojas de vidrio por pares simultáneamente. La invención se propone además el objeto de proporcionar un procedimiento mejorado para el curvado de hojas de vidrio.

35 El objeto de la invención se consigue según la invención mediante una herramienta de curvado según la reivindicación 1. Realizaciones preferidas resultan de las reivindicaciones subordinadas.

La herramienta de curvado según la invención para curvar al menos una hoja de vidrio por un efecto de aspiración comprende una superficie de contacto convexa de tipo marco y una cubierta con una chapa deflectora de aire periférica que rodea a la superficie de contacto al menos por zonas, siendo la herramienta de curvado adecuada para:

- 40 - generar una primera presión p_1 (presión de sujeción) reducida en una primera región de presión entre la chapa deflectora de aire y la superficie de contacto;
- generar una segunda presión p_2 (presión de deformación) reducida en una segunda región de presión, siendo la segunda presión p_2 menor que la primera presión p_1 ;
- 45 - generar una tercera presión p_3 (presión de compensación) en una tercera región de presión, siendo la tercera presión p_3 mayor que la primera presión p_1 .

Las presiones p_1 , p_2 y p_3 aquí indicadas son generadas en particular en la superficie de la hoja de vidrio que se va a curvar que da a la herramienta de curvado.

50 Como se explicará con más precisión a continuación, las hojas de vidrio son sujetadas de manera segura en la herramienta de curvado a través de la primera región de presión. A través de la segunda región de presión pueden ser generadas curvaturas locales fuertes. A través de la tercera región de presión se evitan eficazmente errores de curvado, tales como sobrecurvaturas. En conjunto la herramienta de curvado según la invención garantiza una distribución óptima de la presión, con lo que se pueden realizar formas de hoja más complejas de forma fácil para la técnica del procedimiento que con las herramientas convencionales. Estas son grandes ventajas de las presentes

invenciones.

5 La herramienta de curvado según la invención pertenece al grupo de herramientas de curvado con las que es curvada al menos una hoja de vidrio por un efecto de aspiración. En particular no es una herramienta para el curvado por gravedad, en el que una hoja de vidrio es depositada sobre un molde de curvado y calentada a la temperatura de curvado, de modo que la forma de la hoja se adapta al molde de curvado debido a fuerza de gravedad. La herramienta de curvado según la invención permite más bien la deformación activa de la hoja de vidrio calentada, ejerciéndose un efecto de aspiración sobre la hoja de vidrio generado por una presión negativa y siendo distribuido de manera definida a través de la herramienta de curvado, de modo que la hoja de vidrio calentada y reblandecida se ciña al molde de la herramienta de curvado como resultado del efecto de aspiración. La herramienta de curvado también puede ser denominada molde de curvado por aspiración.

15 La herramienta de curvado según la invención para curvar al menos una hoja de vidrio por un efecto de aspiración contiene una superficie de contacto de tipo marco. Por tanto, no es una herramienta de curvado llamada de superficie completa en la que la hoja de vidrio recibe su forma poniéndose en contacto con una superficie de molde por toda su superficie. Más bien, pertenece al grupo de herramientas de curvado en las que la zona periférica de la hoja de vidrio por los bordes laterales o las cercanías de los bordes laterales está en contacto directo con la herramienta, mientras que la mayor parte de la hoja no tiene contacto directo con la herramienta de curvado. Una herramienta de curvado de este tipo también puede denominarse anillo de curvado o anillo de curvado de marco. El término "superficie de contacto de tipo marco" en el sentido de la invención sirve únicamente para diferenciar la herramienta según la invención de un molde de curvado de superficie completa. La superficie de contacto no tiene que formar un marco completo, sino que también puede estar interrumpida. La superficie de contacto está realizada en forma de un marco completo o interrumpido.

20 El ancho de la superficie de contacto es preferiblemente de 0,1 cm a 10 cm, más preferiblemente de 0,2 cm a 1 cm, por ejemplo de 0,3 cm.

25 La herramienta de curvado está además equipada con un denominado esqueleto de curvado, que es una estructura plana que lleva la superficie de contacto. El esqueleto de curvado está realizado con la superficie de contacto. La superficie de contacto está dispuesta sobre el esqueleto de curvado.

30 La herramienta de curvado según la invención es una herramienta de curvado denominada convexa. Esto significa que la superficie de contacto está realizada convexa, de modo que la hoja de vidrio es curvada en un molde convexo. En este caso, se entiende por molde convexo un molde en el que las esquinas y los bordes de la hoja de vidrio son curvados más en la dirección de la herramienta de curvado que el centro de la hoja.

La herramienta de curvado según la invención comprende además una cubierta. La cubierta está dispuesta en el lado de la superficie de contacto que está alejado de la hoja de vidrio durante el proceso de curvado. La cubierta hace posible la generación del efecto de aspiración que es esencial para el proceso de curvado. El efecto de aspiración es generado, en particular, por aspiración del aire entre la cubierta y el esqueleto de curvado.

35 La cubierta está realizada con una chapa deflectora de aire periférica que rodea a la superficie de contacto al menos por zonas. Tal chapa deflectora de aire a menudo se denomina también faldón. La chapa deflectora de aire está dispuesta preferiblemente al final de la cubierta. La chapa deflectora de aire rodea o enmarca la superficie de contacto completamente o por secciones. Durante el proceso de curvado, la chapa deflectora de aire tiene preferiblemente una distancia a los bordes laterales de la hoja de vidrio de 3 mm a 50 mm, más preferiblemente de 5 mm a 30 mm, por ejemplo de 20 mm.

45 La herramienta de curvado según la invención es adecuada para generar una primera presión p_1 reducida en al menos una primera región de presión. Por una presión reducida se entiende, en el sentido de la invención, una presión que es menor que la presión ambiente. A una presión reducida se tiene por tanto una presión negativa con respecto a la presión ambiente. Por la presión reducida se consigue un efecto de aspiración. La zona en la que actúa la primera presión p_1 es denominada primera región de presión en el sentido de la invención. La primera región de presión está dispuesta por sectores entre la chapa deflectora de aire y la superficie de contacto. La primera región de presión no es necesariamente una única región continua. La primera región de presión consiste normalmente más bien en varias secciones con la misma presión separadas unas de otras.

50 La primera región de presión es adecuada para barrer el borde de la hoja de vidrio que se va a curvar al menos por secciones con una corriente de aire y de esta forma presionar la hoja de vidrio contra la superficie de contacto. La corriente de aire generada por la primera presión p_1 es desviada por la chapa deflectora de aire, de modo que el borde lateral de la hoja de vidrio es barrido al menos por secciones. Por la corriente de aire, la hoja de vidrio es sostenida eficazmente en la herramienta de curvado y es presionada contra la superficie de contacto. Por tanto, la herramienta de curvado puede ser utilizada en particular como molde de curvado superior, en el que la hoja de vidrio es sujeta en la herramienta de curvado por la corriente de aire que barre el borde, en oposición a la acción de la fuerza de gravedad. La primera presión p_1 también puede ser denominada presión de sujeción.

55 Por un molde de curvado superior se entiende un molde que hace contacto con la superficie superior de la hoja de vidrio más alejada del suelo. Por un molde de curvado inferior se entiende un molde que hace contacto con la

superficie inferior de la hoja de vidrio que da al suelo. La hoja de vidrio puede ser depositada en un molde inferior.

También varias hojas de vidrio, por ejemplo dos hojas de vidrio superpuestas, pueden ser sujetadas simultáneamente por la herramienta de curvado según la invención. Por tanto, la herramienta de curvado es particularmente adecuada para procedimientos de curvado por pares, en los que dos hojas individuales, que luego serán laminadas para formar un vidrio laminado, son curvadas simultáneamente juntas de forma congruente.

La herramienta de curvado según la invención es adecuada además para generar una segunda presión p_2 reducida en al menos una segunda región de presión. La segunda presión p_2 es según la invención menor que la primera presión p_1 (es decir, la presión negativa en la segunda región de presión es más fuerte que en la primera región de presión), de modo que el efecto de aspiración generado por la segunda presión p_2 es más fuerte que el efecto de aspiración generado por la presión p_1 . Por el efecto de aspiración en la segunda región de presión, la hoja de vidrio es curvada localmente. Por la elección adecuada de la segunda presión p_2 pueden ser generadas también curvaturas locales fuertes. La segunda región de presión puede presentar una única sección o también varias secciones.

El molde en el que es curvada la hoja de vidrio en la segunda región de presión es determinado preferiblemente por la superficie de contacto a la que se ciñe la hoja de vidrio debido al efecto de aspiración. La superficie de contacto con forma de marco está realizada, por tanto, según la forma de hoja deseada que debe conseguirse después del curvado. Antes del curvado la hoja de vidrio en la primera región de presión es contactada por la superficie de contacto y sujeta en esta. En la segunda región de presión antes del curvado no existe contacto directo entre la hoja de vidrio y la superficie de contacto. Durante el proceso de curvado la hoja de vidrio reblandecida en la segunda región de presión se ciñe a la superficie de contacto, con lo que se consigue la forma deseada de la hoja de vidrio. La segunda presión p_2 puede ser denominada también presión de deformación o presión de curvado.

En una aplicación típica, las esquinas de la hoja de vidrio deben ser provistas de una curvatura particularmente pronunciada. Por ejemplo, puede ser deseable que dos esquinas adyacentes sean dotadas de una curvatura particularmente pronunciada, típicamente las esquinas superiores (en la posición de montaje de la hoja) o las esquinas inferiores (en la posición de montaje de la hoja). Pero también puede ser deseable, por ejemplo, que las cuatro esquinas de la hoja de vidrio sean dotadas de una curvatura particularmente pronunciada. La segunda región de presión tiene preferiblemente varias secciones, que están dispuestas en la zona de aquellas esquinas de la hoja a ser curvada que deban ser dotadas de una curvatura particularmente fuerte. La primera región de presión está dispuesta preferiblemente a lo largo de los bordes laterales de la hoja a ser curvada entre las secciones de la segunda región de presión.

Por esquina de la herramienta de curvado se entiende en el sentido de la invención la zona de la herramienta de curvado que está destinada a entrar en contacto con una esquina de la hoja de vidrio a ser curvada. Del mismo modo, se entiende por un borde de la herramienta de curvado, la zona que está prevista para ser llevada en contacto con un borde de la hoja a ser curvada.

En una realización preferida, la segunda región de presión está dispuesta en al menos una esquina de la herramienta de curvado y es adecuada para dotar por lo menos a una esquina de la hoja de vidrio de una curvatura que sea preferiblemente más fuerte que la curvatura del resto de la hoja de vidrio.

En una realización particularmente preferida, la segunda región de presión comprende dos secciones, estando dispuestas las dos secciones en dos esquinas colindantes de la herramienta de curvado. Las dos secciones son adecuadas para dotar a dos esquinas colindantes de la hoja de vidrio a ser curvada de una curvatura que sea preferiblemente más fuerte que la curvatura del resto de la hoja de vidrio. Las dos esquinas son, por ejemplo, las dos esquinas superiores o las dos esquinas inferiores de la hoja de vidrio. De igual modo la primera región de presión comprende en este caso preferiblemente dos secciones que se extienden entre las secciones de la segunda región de presión a lo largo de los bordes laterales de la hoja de vidrio.

En otra realización particularmente preferida, la segunda región de presión comprende cuatro secciones, estando dispuesta cada sección en una esquina de la herramienta de curvado. Las secciones son adecuadas para dotar a cada esquina de la hoja de vidrio a ser curvada de una curvatura que preferiblemente sea más fuerte que la curvatura del resto de la hoja de vidrio. Se supone que se trata aquí de una hoja de vidrio esencialmente rectangular como es habitual en el ámbito del acristalamiento. La primera región de presión también comprende preferiblemente en este caso cuatro secciones que se extienden entre las secciones de la segunda región de presión a lo largo de los bordes laterales de la hoja de vidrio.

La curvatura no tiene que tener la misma configuración en diferentes secciones de la segunda región de presión. Típicamente, se desea para las esquinas inferiores de la hoja de vidrio una curvatura distinta que para las esquinas superiores de la hoja de vidrio. Esto se puede realizar por la forma de la superficie de contacto.

La herramienta de curvado según la invención está provista preferiblemente de un tubo de aspiración, con el que puede ser generado el efecto de aspiración. El tubo de aspiración está dispuesto preferiblemente en el lado de la herramienta de curvado más alejado de la superficie de contacto. La primera región de presión y la segunda región de presión están conectadas al tubo de aspiración, de modo que es aspirado aire de la primera y la segunda zona

de presión, con lo que son generadas la primera presión p_1 y la segunda presión p_2 . Las diferentes presiones p_1 y p_2 pueden conseguirse mediante una configuración adecuada de la herramienta de curvado, en particular mediante la configuración adecuada de las secciones transversales de conducción, de manera que el efecto de aspiración del tubo de aspiración común es dividido de forma adecuada en la primera región de presión y la segunda región de presión.

Aunque esto es técnicamente mucho más caro, la primera región de presión y la segunda región de presión pueden también disponer, respectivamente, de su propio tubo de aspiración para generar la primera o la segunda presión.

La herramienta de curvado según la invención es adecuada además para generar una tercera presión p_3 en al menos una tercera región de presión. De acuerdo con la invención, la tercera presión p_3 es mayor que la primera presión p_1 (es decir, la presión negativa es menos fuerte en la tercera región de presión que en la primera región de presión), por lo que el efecto de aspiración generado por la presión p_3 es menor que el efecto de aspiración generado por la presión p_1 . La tercera presión p_3 puede corresponder a la presión ambiente, de modo que no exista presión negativa y, por tanto, no haya efecto de aspiración en la tercera región de presión. A través de la tercera región de presión pueden ser compensadas eficazmente y reducidas sobrecurvaturas no deseadas que se extendieran a otras zonas de la hoja por una curvatura fuerte de la segunda región de presión. Por la tercera región de presión separada con la presión p_3 reducida pueden ser generadas zonas con menor curvatura en una hoja que en otras zonas presenta una curvatura muy fuerte. La tercera presión p_3 también puede denominarse presión de compensación.

En una realización preferida, la tercera región de presión está dispuesta en una zona central de la herramienta de curvado dentro de la superficie de contacto. Esto significa que la tercera región de presión está rodeada por la superficie de contacto en forma de marco. La tercera región de presión es adecuada para dotar a una zona central de la hoja de vidrio a ser curvada con una menor curvatura que una o varias zonas de borde de la hoja de vidrio. Las zonas del borde de la hoja de vidrio pueden estar provistas de una fuerte curvatura a través de la segunda región de presión, lo que en sí mismo conduciría a una sobrecurvatura no deseada en el centro de la hoja. A través de la tercera región de presión según la invención, el efecto de curvatura en el centro de la hoja puede ser influenciado ventajosamente independientemente de la segunda región de presión. Por la alta presión en la tercera región de presión el efecto de aspiración está menos pronunciado y el centro de la hoja es menos fuertemente curvado.

En una realización ventajosa, la herramienta de curvado está provista de al menos un tubo de ventilación que permite una compensación completa o parcial de la presión entre el entorno y la tercera región de presión. El aire fluye desde el exterior a través del tubo de ventilación. La tercera presión p_3 puede así ser aumentada con respecto a la primera presión p_1 y la segunda presión p_2 .

En una realización preferida, el tubo de ventilación está provisto de una válvula para regular el flujo. Como resultado, la tercera presión p_3 puede ser regulada activamente.

La tercera región de presión puede estar conectada al tubo de aspiración común descrito anteriormente para la primera y la segunda región de presión, en donde la tercera presión p_3 más alta se consigue mediante la configuración adecuada de las secciones transversales de conducción y/o al menos un tubo de ventilación. La tercera región de presión también puede disponer alternativamente de su propio tubo de aspiración.

La herramienta de curvado puede incluir otras regiones de presión con otros valores para la presión. Por ejemplo, además de la segunda región de presión puede estar prevista al menos otra región de presión con un efecto de aspiración más fuerte.

El objeto de la invención se logra adicionalmente mediante un procedimiento para curvar al menos una hoja de vidrio con una herramienta de curvado según la invención. El procedimiento según la invención comprende al menos las siguientes etapas de procedimiento:

- la hoja de vidrio es calentada a la temperatura de curvado. Por temperatura de curvado se entiende en este caso una temperatura a la que la hoja de vidrio está suficientemente reblandecida como para poder ser deformada. Las temperaturas típicas de curvado son de 500° C a 700° C, preferiblemente de 550° C a 650° C.
- la hoja de vidrio se pone en contacto con la superficie de contacto, de modo que el borde de la hoja de vidrio es barrido al menos por secciones por una corriente de aire generada por la primera presión p_1 reducida. Para ello, el borde de la hoja de vidrio está dispuesto preferiblemente al menos por secciones en la primera región de presión.
- la segunda presión p_2 es generada en la segunda región de presión y la tercera presión p_3 es generada en la tercera región de presión, siendo curvada la hoja de vidrio.

La secuencia de las etapas de procedimiento mencionadas no está fijada esencialmente. Por ejemplo, la hoja de vidrio puede en principio ponerse primero en contacto con la superficie de contacto de la herramienta de curvado y ser sujeta por la acción de la primera presión, a continuación la hoja de vidrio es calentada a la temperatura de curvado y luego es curvada por la influencia de la segunda y la tercera presión.

- 5 Si la herramienta de curvado está provista de un solo tubo de aspiración, siendo generadas las diferentes regiones de presión por secciones transversales de conducción adecuadas dentro de la herramienta de curvado (el efecto de aspiración total del tubo de aspiración es dividido así por la configuración de la herramienta de curvado en las regiones de presión), entonces son generadas las diferentes presiones cuando la herramienta de curvado contacta con la hoja a ser curvada aproximadamente al mismo tiempo. La primera presión permanece aplicada durante la acción de la segunda y la tercera presión, de modo que la hoja de vidrio se mantiene sujeta con seguridad en la herramienta de curvado durante todo el proceso de curvado. La primera presión se suprime preferiblemente solo cuando la hoja de vidrio va a ser separada de la herramienta de curvado.
- 10 En una realización ventajosa, el procedimiento es aplicado simultáneamente a por lo menos dos hojas de vidrio, preferiblemente dos hojas de vidrio superpuestas. Las hojas de vidrio son curvadas por pares (es decir, como pareja de hojas) simultáneamente. La curvatura de las dos hojas de vidrio es entonces particularmente congruente y coordinada, de modo que las hojas son particularmente adecuadas para ser laminadas entre sí para formar un vidrio laminado de alta calidad óptica.
- 15 En una realización ventajosa, la herramienta de curvado según la invención es usada como un molde de curvado superior. Por la corriente de aire que barre el borde de la hoja de vidrio en la primera región de presión, que es generada por la primera presión reducida, la hoja de vidrio puede ser sujeta de manera fiable en la herramienta de curvado en oposición a la acción de la fuerza de gravedad. La primera región de presión también es adecuada para sujetar simultáneamente varias hojas de vidrio superpuestas.
- 20 En una realización preferida, la primera presión p_1 corresponde a una presión negativa de 1 mbar a 20 mbar, más preferiblemente de 2 mbar a 10 mbar, aun más preferiblemente de 3 mbar a 6 mbar, con respecto a la presión ambiente. Si se supone que la presión ambiente es de aproximadamente 1 bar (condiciones estándar), entonces la primera presión p_1 es preferiblemente de 980 mbar a 999 mbar, más preferiblemente de 990 mbar a 998 mbar, aún más preferiblemente de 994 mbar a 997 mbar. De este modo se logra un efecto de aspiración suficiente a lo largo de los bordes de la hoja, de modo que la herramienta de curvado puede ser utilizada como molde de curvado superior.
- 25 Las hojas de vidrio, incluso varias hojas de vidrio simultáneamente, pueden ser aspiradas y sujetadas ventajosamente en la herramienta de curvado.
- 30 En una realización preferida, la segunda presión p_2 corresponde a una presión negativa de 10 mbar a 100 mbar, más preferiblemente de 20 mbar a 80 mbar, aún más preferiblemente de 30 mbar a 60 mbar, con respecto a la presión ambiente. Si se supone que la presión ambiente es de aproximadamente 1 bar (condiciones estándar), entonces la segunda presión p_2 es preferiblemente de 900 mbar a 990 mbar, más preferiblemente de 920 mbar a 980 mbar, aún más preferiblemente de 940 mbar a 970 mbar. De esta forma pueden conseguirse curvaturas pronunciadas, en particular en las esquinas de la hoja.
- 35 En una realización preferida, la tercera presión p_3 corresponde a una presión negativa de 0 mbar a 5 mbar, más preferiblemente de 0 mbar a 2 mbar, aún más preferiblemente de 0 mbar a 1 mbar, con respecto a la presión ambiente. Por tanto, se tiene una presión negativa de a lo sumo 5 mbar, más preferiblemente de a lo sumo 2 mbar, aún más preferiblemente de a lo sumo 1 mbar, con respecto a la presión ambiente. Por tanto, se puede evitar eficazmente una sobrecurvatura debida a las fuertes curvaturas en la segunda región de presión. Si se supone que la presión ambiente es de aproximadamente 1 bar (condiciones estándar), la tercera presión p_3 es preferiblemente de al menos 995 mbar, más preferiblemente de al menos 998 mbar, aún más preferiblemente de al menos 999 mbar. En una realización ventajosa, la tercera presión p_3 corresponde a la presión ambiente.
- 40 En una realización ventajosa del procedimiento, la hoja de vidrio es calentada en primer lugar a la temperatura de curvado. Esto se realiza preferiblemente en un molde inferior en el que está colocada la hoja. El molde inferior es preferiblemente un molde cóncavo complementario de la herramienta de curvado según la invención. El molde inferior es especialmente adecuado para el curvado por gravedad. Por el calentamiento a la temperatura de curvado, la hoja de vidrio se reblandece y bajo la acción de la fuerza gravedad se ciñe al molde de curvado inferior. La hoja de vidrio o las hojas de vidrio son precurvadas por tanto en esta realización ventajosa por medio del curvado por gravedad, antes de ser curvadas más con la herramienta de curvado según la invención.
- 45 Después del precurvado mediante curvado por gravedad, preferiblemente la herramienta de curvado según la invención es aproximada desde arriba a la hoja de vidrio u hojas de vidrio en el molde de curvado inferior. La herramienta de curvado según la invención actúa así como molde de curvado superior. La hoja de vidrio (o las hojas de vidrio) son recogidas por el efecto de aspiración de la herramienta de curvado según la invención y sujeta(s) en esta. La aproximación puede realizarse mediante un movimiento hacia arriba del molde de curvado inferior y/o mediante un movimiento hacia abajo de la herramienta de curvado según la invención. Después de la transferencia de la(s) hoja(s) de vidrio, la hoja de vidrio es curvada con el molde de la herramienta de curvado.
- 50 La forma de la hoja de vidrio generada por el curvado con la herramienta según la invención puede ser su forma final. En una realización ventajosa, la herramienta de curvado según la invención genera un precurvado, mientras que la forma final de la hoja de vidrio es generada en al menos una etapa de curvado posterior. Como resultado pueden ser generadas formas de hoja aún más complejas.
- 55

El curvado posterior a la forma de hoja final se puede hacer, por ejemplo, por curvatura por gravedad. Para ello, la hoja de vidrio es transferida mediante la herramienta de curvado según la invención por supresión de la primera presión p_1 a un molde de curvado inferior adecuado para el curvado por gravedad.

5 El curvado posterior a la forma de hoja final también puede realizarse, por ejemplo, mediante curvado por presión, preferiblemente entre la herramienta de curvado superior según la invención y una herramienta de curvado inferior. La deformación de la hoja de vidrio es realizada por el efecto de presión y/o aspiración de las dos herramientas de curvado complementarias.

10 El enfriamiento de la(s) hojas(s) de vidrio después del curvado puede ser realizado en la herramienta de curvado según la invención. Sin embargo, la hoja de vidrio es transferida preferiblemente a un molde inferior para el enfriamiento. El molde inferior puede ser un molde de sujeción previsto especialmente para el enfriamiento. Pero el molde inferior también puede ser, por ejemplo, el molde para una etapa de curvado por gravedad, en caso de que esta esté prevista.

15 La ventaja particular de la herramienta de curvado según la invención es que pueden ser generadas hojas con una curvatura local muy fuerte, mientras que otras zonas de la hoja solo presentan una curvatura menor. Las zonas con fuerte curvatura son generadas en particular en la segunda región de presión (preferiblemente en las esquinas de la hoja), mientras que las zonas con baja curvatura son generadas a través de la tercera región de presión (preferiblemente en el centro de la hoja). Una hoja curvada según la invención puede, por ejemplo:

- ser dotada en la segunda región de presión de un radio de curvatura de a lo sumo 500 mm, preferiblemente de 50 mm a 300 mm y

20 - ser dotada en la tercera región de presión de un radio de curvatura de al menos 1000 mm, preferiblemente de 2000 mm a 20000 mm.

El radio de curvatura en la primera región de presión es, por ejemplo, de a lo sumo 5000 mm, preferiblemente de 1000 mm a 2000 mm.

25 La hoja de vidrio o las hojas de vidrio contienen preferiblemente vidrio sódico-cálcico, pero alternativamente pueden contener también otros tipos de vidrio, tales como vidrio de borosilicato o vidrio de cuarzo. El grosor de las hojas de vidrio es típicamente de 0,5 mm a 10 mm, preferiblemente de 1 mm a 5 mm.

Si dos o más hojas de vidrio son curvadas simultáneamente, entonces entre las hojas están dispuestos preferiblemente medios de separación, de modo que las hojas no se adhieran de forma permanente entre sí.

30 La herramienta de curvado según la invención es usada preferiblemente para el curvado de hojas de vidrio en el ámbito de vehículos. El procedimiento es adecuado en particular para el curvado por pares de hojas de vidrio que están previstas como componentes de un vidrio laminado. Tal vidrio laminado es preferiblemente un parabrisas, pero también puede ser una luna de techo, una luna lateral o una luna trasera.

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 a escala. El dibujo no limita la invención en modo alguno.

35 Muestran:

Fig. 1: una sección transversal a través de una herramienta de curvado según el preámbulo de acuerdo con el estado de la técnica,

Fig. 2: una vista en planta desde arriba de una realización de la herramienta de curvado según la invención,

Fig. 3: una sección transversal a lo largo de A-A' a través de la herramienta de curvado según la figura 2,

40 Fig. 4: una sección transversal a lo largo de B-B' a través de la herramienta de curvado según la figura 2,

Fig. 5: una representación por etapas de una forma de realización del procedimiento según la invención, y

Fig. 6: un diagrama de flujo de una forma de realización del procedimiento según la invención.

45 La figura 1 muestra una herramienta para procesos de curvado de vidrio de acuerdo con el estado de la técnica. La herramienta es un molde superior que es adecuado para sostener dos hojas de vidrio I, II situadas una sobre otra en una superficie de contacto 2 convexa con forma de marco por un efecto de aspiración en oposición a la influencia de la fuerza de gravedad. La superficie de contacto 2 está dispuesta en un llamado esqueleto de curvado 13. Para generar el efecto de aspiración, la herramienta comprende un tubo de aspiración 5, a través del cual es aspirado aire. La herramienta también dispone de una cubierta 3, cuyo extremo está equipado con una chapa deflectora de aire 4 periférica. La chapa deflectora de aire 4 rodea a la superficie de contacto 2 periféricamente. Mediante el esqueleto de curvado 13 y la cubierta 3 con la chapa deflectora de aire 4, la corriente de aire generada por el tubo de aspiración es dirigida de manera que barre los bordes de las hojas de vidrio. Como resultado, el par de hojas de

50

vidrio I, II es sujetado con seguridad en la superficie de contacto 2.

Las hojas I, II están precurvadas, por ejemplo por curvado por gravedad en un molde de curvado inferior. La herramienta representada se puede usar, por ejemplo, para recoger el par de hojas de vidrio I, II del molde inferior y transferirlas a otro molde. Por ejemplo, el par de hojas de vidrio I, II puede ser sometido a un proceso de curvado por presión, en el que es deformado entre la herramienta representada y un contramolde bajo la acción del efecto de presión y/o aspiración.

La herramienta representada y procedimientos de curvado en los que se puede utilizar son conocidos por los documentos WO 2006/072721 A1, WO 2012/080071 A1 y WO 2012/080072 A1.

La figura 2, la figura 3 y la figura 4 muestran, respectivamente, un detalle de una herramienta de curvado 1 mejorada según la invención. La herramienta de curvado 1, al igual que la herramienta en la figura 1, es un molde superior para un proceso de curvado. La figura 2 muestra una vista en planta desde arriba del lado inferior de la herramienta de curvado 1, previsto para el contacto con la hoja de vidrio que se va a curvar, mientras que las figuras 3 y 4 muestran, respectivamente, una sección transversal.

La herramienta de curvado 1, como la herramienta de la figura 1, presenta un tubo de aspiración 5 para generar un efecto de aspiración, así como una cubierta 3 con una chapa deflectora de aire 4 y un esqueleto de curvado 13 con una superficie de contacto 2 de tipo marco. A diferencia de la herramienta conocida, el efecto de aspiración en la herramienta de curvado es dividido de forma selectiva, con lo que se genera una distribución de la presión optimizada. Esto permite realizar formas de hoja más complejas. Las hojas de vidrio pueden por ejemplo ser dotadas de un precurvado con la herramienta de curvado 1 según la invención y en una etapa de curvado posterior ser llevadas a su forma final por ejemplo por curvado por presión o curvado por gravedad. El precurvado con la herramienta de curvado 1 según la invención posibilita una forma de hoja más compleja definitiva.

La herramienta de curvado presenta tres regiones de presión diferentes B1, B2 y B3, en las que pueden ser generadas diferentes presiones que actúan sobre las hojas de vidrio I, II. La segunda región de presión B2 dispone de cuatro secciones, estando dispuesta cada sección en una esquina de la herramienta de curvado 1. Una esquina de la herramienta de curvado 1 es en este caso la zona que está prevista para actuar sobre una esquina de la hoja de vidrio I, II a ser curvada. La primera región de presión B1 dispone igualmente de cuatro secciones, estando dispuesta cada sección a lo largo de un borde lateral de la herramienta de curvado 1 entre la placa deflectora de aire 4 y la superficie de contacto 2 y discurriendo entre dos secciones colindantes de la segunda región de presión B2. Un borde lateral de la herramienta de curvado 1 es en este caso la zona que está prevista para actuar sobre un borde lateral de la hoja de vidrio I, II a ser curvada. La tercera región de presión B3 está dispuesta en la zona central de la herramienta de curvado 1 rodeada por la superficie de contacto 2.

La herramienta de curvado 1 es adecuada para generar una primera presión p_1 reducida en la primera región de presión B1. La presión p_1 conduce a una corriente de aire dirigida hacia arriba entre la chapa deflectora de aire 4 y la superficie de contacto 2. Si una o varias hojas de vidrio I, II según la invención están en contacto con la herramienta de curvado 1, entonces los bordes laterales de las hojas de vidrio son barridos por la corriente de aire. La corriente de aire es adecuada para sujetar una o incluso varias hojas de vidrio superpuestas en la superficie de contacto de la herramienta de curvado 1 en oposición a la acción de la fuerza de gravedad. La primera presión p_1 en la primera región de presión B1 cumple así la función de la corriente de aire en la herramienta de acuerdo con el estado de la técnica según la figura 1. Para mantener un par de hojas de vidrio I, II con un grosor de hoja típico de aproximadamente 2,1 mm en cada caso, es adecuada por ejemplo una primera presión p_1 , que corresponde a una presión negativa de 3 mbar a 6 mbar con respecto a la presión ambiente.

La herramienta de curvado 1 también es adecuada para generar en la segunda región de presión B2 una segunda presión p_2 reducida, que es menor que la primera presión p_1 . Por tanto, el efecto de aspiración es más fuerte en la segunda región de presión B2 que en la primera región de presión B1. Mientras que las hojas de vidrio solo deben sujetarse por la corriente de aire en la primera región de presión B1, debe conseguirse en la segunda región de presión B2 una deformación activa de la hoja por la corriente de aire. La superficie de contacto 2 en la segunda región de presión B2 está retraída con respecto a la de la primera región de presión B1, de modo que las hojas de vidrio no estén en contacto con la superficie de contacto 2 antes del proceso de curvado. Debido al efecto de aspiración en la segunda región de presión B2, las hojas de vidrio I, II reblandecidas son curvadas y se ciñen a la superficie de contacto 2. Las secciones de la segunda región de presión B2 están dispuestas en las esquinas de la herramienta de curvado 1. Debido al fuerte efecto de aspiración en la segunda región de presión B2, las esquinas de las hojas de vidrio I, II pueden ser dotadas de una curvatura que es más fuerte que la curvatura del resto de la hoja. Así se pueden realizar formas de hoja muy complejas. La forma de las esquinas de la hoja provocada por el proceso de curvado, que suele ser diferente para las esquinas inferiores y las esquinas superiores, es determinado por la superficie de contacto 2. Para curvar un par de hojas de vidrio I, II con un grosor de hoja típico de aproximadamente 2,1 mm, por ejemplo, es adecuada una segunda presión p_2 que corresponde a una presión negativa de 30 mbar a 60 mbar con respecto a la presión ambiente.

La herramienta de curvado 1 es adecuada, además, para generar en la tercera región de presión B3 una tercera presión p_3 , que es mayor que la primera presión p_1 . El efecto de aspiración en la tercera región de presión B3 es por

tanto menor que en la primera región de presión B1 y en la segunda región de presión B2. La tercera región de presión B3 previene de manera efectiva una sobrecurvatura en la zona central de las hojas de vidrio I, II debido a la fuerte curvatura en la segunda región de presión B2. El término "sobrecurvatura" designa la generación de una contracurvatura no deseada debido a una fuerte curvatura en una zona adyacente. La tercera región de presión B3 previene efectivamente la sobrecurvatura y otros errores de curvado, como por ejemplo irregularidades en la zona central de las hojas de vidrio I, II. Una tercera presión p_3 típica corresponde, por ejemplo, aproximadamente a la presión ambiente o se sitúa solo ligeramente por debajo con una presión negativa de, por ejemplo, 1 mbar.

Una presión negativa en el tubo de aspiración 5 que es adecuada para ser dividida en las regiones de presión como se describió anteriormente es, por ejemplo, de aproximadamente 80 mbar.

Para la generación de los efectos de aspiración, la herramienta de curvado 1 tiene un tubo de aspiración 5. El tubo de aspiración 5 también está dispuesto por el lado de la herramienta de curvado 1 más alejado de la superficie de contacto 2, es decir, el lado superior. Las regiones de presión B1, B2 y B3 están conectadas al tubo de aspiración, por lo que se genera una presión reducida. La cubierta 3 y el esqueleto de curvado 13 que lleva la superficie de contacto 2 forman un conducto entre la primera región de presión B1 y el tubo de aspiración 5 como es conocido por la herramienta de acuerdo con el estado de la técnica según la figura 1. En la herramienta de curvado 1 según la invención están realizadas conducciones 6 adicionales que conectan las secciones de la segunda región de presión B2 al tubo de aspiración 5. Las diferentes presiones p_1 y p_2 están realizadas mediante secciones transversales de conducción elegidas de forma adecuada. El aire aspirado está caracterizado en las figuras por flechas.

El tubo de aspiración 5 y las conducciones 6 no se pueden reconocer realmente en la vista en planta desde arriba de la figura 2, pero su posición está indicada mediante líneas discontinuas.

La tercera región de presión B3 dispone de una conexión (no representada en las figuras) al tubo de aspiración 5, por lo que también se genera una presión p_3 reducida en la tercera región de presión B3. Para aumentar la tercera presión p_3 , la herramienta de curvado 1 tiene tubos de ventilación 7. Los tubos de ventilación 7 se extienden entre el esqueleto de curvado 13 y la cubierta 3 y conectan la tercera región de presión B3 al ambiente en el lado de la herramienta de curvado que está alejado de las superficies de contacto 2. La tercera presión p_3 resulta del efecto de aspiración del tubo de aspiración 5 y del aire que fluye a través de los tubos de ventilación 7. Para la regulación activa de la tercera presión p_3 , los tubos de ventilación 7 están provistos de válvulas 12. El aire que fluye está caracterizado por flechas en las figuras.

El esqueleto de curvado 13 está provisto de una chapa deflectora 8 que dispone de una abertura central. La chapa deflectora 8 desvía el aire que fluye a través de los tubos de ventilación 7, de modo que fluye aproximadamente en el centro hacia la tercera región de presión B3. Como resultado, se consigue una dispersión homogénea, lo que es ventajoso para la superficie de la hoja de vidrio. Un tubo de ventilación central montado en el medio no es posible en la realización representada, ya que el espacio necesario para ello está ocupado por el tubo de aspiración 5 central.

La figura 5 muestra las etapas de un ejemplo de forma de realización del procedimiento según la invención. En primer lugar, dos hojas de vidrio I, II superpuestas, que son planas en el estado de partida, son colocadas en un molde de curvado inferior 9 (parte a). Las hojas en el molde de curvado 9 son calentadas a la temperatura de curvado, por ejemplo 600° C, y debido a la fuerza de gravedad se ciñen a la forma del molde de curvado inferior 9 (parte b). Las hojas de vidrio I, II son, por tanto, precurvadas mediante curvado por gravedad. Después del curvado por gravedad, las hojas de vidrio I, II son recogidas por la herramienta de curvado 1 según la invención. Para ello, la herramienta de curvado 1 es aproximada desde arriba a las hojas de vidrio I, II en el molde de curvado inferior 9 y puesta en contacto con la superficie de contacto 2 (parte c). A continuación es generado el efecto de aspiración por el tubo de aspiración 5. Debido a la primera presión p_1 , las hojas de vidrio I, II se sujetan en la herramienta de curvado 1 y pueden ser movidas hacia arriba por esta y, por tanto, ser retiradas del molde de curvado inferior 9 (parte d). La segunda presión p_2 provoca otra curvatura de las esquinas de la hoja, mientras que la tercera presión p_3 impide errores de curvado en el centro de la hoja. Por la herramienta de curvado 1 se consigue otra curvatura en un molde más complejo (parte e). A continuación un molde de curvado por aspiración inferior 10 es aproximado por debajo a las hojas de vidrio I, II. Las hojas de vidrio I, II son curvadas entre la herramienta de curvado 1 según la invención y el molde de curvado por aspiración inferior 10 por curvado por presión a su forma final (parte f). A continuación, el molde de curvado por aspiración inferior 10 es descendido de nuevo (parte g) y las hojas de vidrio I, II son depositadas por medio de la herramienta de curvado 1 en un molde de sujeción inferior 11 y son transferidas por la supresión del efecto de aspiración a este molde de sujeción 11 (parte h). La herramienta de curvado 1 es movida después hacia arriba (parte i) y está lista para el proceso de curvado del siguiente par de hojas. Las hojas de vidrio I, II son enfriadas en el molde de sujeción inferior 11 a la temperatura ambiente. Como molde de sujeción inferior 11 puede ser empleado también el mismo molde o un molde realizado igual que el primer molde de curvado inferior 9 (molde de curvado por gravedad).

Por el procedimiento según la invención pueden ser conseguidas formas de hoja claramente más complejas que con procedimientos convencionales debido al precurvado con la herramienta de curvado 1 según la invención. Esta es la gran ventaja de la presente invención.

Las etapas de procedimiento que preceden y que siguen al curvado con la herramienta de curvado 1 se deben

entender únicamente a modo de ejemplo y no limitan la invención en modo alguno. Así, por ejemplo, la forma de hoja final puede conseguirse mediante curvado por gravedad en lugar de por curvado por presión. También es concebible que la forma final de la hoja se consiga únicamente con la herramienta de curvado 1 según la invención sin otra etapa de curvado.

5 La figura 6 muestra el ejemplo de realización según la figura 5 en virtud de un diagrama de flujo.

Lista de símbolos de referencia

- (1) herramienta de curvado
- (2) superficie de contacto de tipo marco
- (3) cubierta
- 10 (4) chapa deflectora de aire
- (5) tubo de aspiración
- (6) conducto entre B2 y 5
- (7) tubo de ventilación
- (8) chapa deflectora
- 15 (9) molde de curvado inferior por gravedad
- (10) molde de curvado inferior por aspiración
- (11) molde de sujeción
- (12) válvula de 7
- (13) esqueleto de curvado
- 20 (B1) primera región de presión
- (B2) segunda región de presión
- (B3) tercera región de presión
- (p₁) primera presión reducida
- (p₂) segunda presión reducida
- 25 (p₃) tercera presión
- (I) hoja de vidrio
- (II) hoja de vidrio

REIVINDICACIONES

- 5 1. Herramienta de curvado (1) para el curvado de al menos una hoja de vidrio (I, II) mediante un efecto de aspiración, que comprende una superficie de contacto (2) convexa de tipo marco y una cubierta (3) con una chapa deflectora de aire (4) periférica que rodea a la superficie de contacto (2) al menos por zonas, siendo adecuada la herramienta de curvado (1) para:
- generar una primera presión (p_1) reducida en una primera región de presión (B1) entre la chapa deflectora de aire (4) y la superficie de contacto (2);
 - generar una segunda presión (p_2) reducida en una segunda región de presión (B2), siendo la segunda presión (p_2) menor que la primera presión (p_1);
- 10 - generar una tercera presión (p_3) en una tercera región de presión (B3), siendo la tercera presión (p_3) mayor que la primera presión (p_1).
2. Herramienta de curvado (1) según la reivindicación 1, en la que la primera región de presión (B1) es adecuada para barrer al menos por sectores el borde de la hoja de vidrio (I, II) que va a ser curvada con una corriente de aire y de esta forma presionar la hoja de vidrio (I, II) contra la superficie de contacto (2).
- 15 3. Herramienta de curvado (1) según la reivindicación 1 o 2, en la que la segunda región de presión (B2) está dispuesta en al menos una esquina de la herramienta de curvado (1) y es adecuada para dotar a por lo menos una esquina de la hoja de vidrio (I, II) de una curvatura, que es más fuerte que la curvatura del resto de la hoja de vidrio (I, II).
- 20 4. Herramienta de curvado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la tercera región de presión (B3) está dispuesta en una zona central dentro de la superficie de contacto (2) y es adecuada para dotar a una zona central de la hoja de vidrio (I, II) de una curvatura menor que la de la zona del borde de la hoja de vidrio (I, II).
5. Herramienta de curvado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, que está provista de un tubo de aspiración (5) al que están conectadas la primera región de presión (B1) y la segunda región de presión (B2) y por el cual son generadas la primera presión p_1 y la segunda presión p_2 .
- 25 6. Herramienta de curvado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, que está provista de al menos un tubo de ventilación (7) que conecta la tercera región de presión (B3) con el entorno.
7. Herramienta de curvado (1) según la reivindicación 6, en la que el tubo de ventilación (7) está provisto de una válvula (12) para la regulación del flujo.
- 30 8. Procedimiento para curvar al menos una hoja de vidrio (I, II) con una herramienta de curvado (1) según de las reivindicaciones 1 a 7, en el que:
- la hoja de vidrio (I, II) es calentada a la temperatura de curvado,
 - la hoja de vidrio (I, II) es puesta en contacto con la superficie de contacto (2), de manera que el borde de la hoja de vidrio (I, II) es barrido al menos por sectores por una corriente de aire generada por la primera presión (p_1), y
 - son generadas la segunda presión (p_2) en la segunda región de presión (B2) y la tercera presión (p_3) en la tercera
- 35 región de presión (B3), siendo curvada la hoja de vidrio (I, II).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la herramienta de curvado (1) es utilizada como un molde de curvado superior y en el que la hoja de vidrio (I, II) se sujeta en la herramienta de curvado (1) por la corriente de aire que barre el borde en oposición a la acción de la fuerza de gravedad.
- 40 10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, en el que dos hojas de vidrio (I, II) superpuestas son curvadas por pares simultáneamente.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la primera presión (p_1) corresponde a una presión negativa de 1 mbar a 20 mbar, la segunda presión (p_2) a una presión negativa de 10 mbar a 100 mbar y la tercera presión (p_3) a una presión negativa de 0 mbar a 5 mbar y en el que preferiblemente la primera presión (p_1)
- 45 corresponde a una presión negativa de 2 mbar a 10 mbar, la segunda presión (p_2) a una presión negativa de 20 mbar a 80 mbar y la tercera presión (p_3) a una presión negativa de 0 mbar a 2 mbar.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la hoja de vidrio (I, II) es precurvada anteriormente mediante curvado por gravedad.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la hoja de vidrio (I, II) es curvada a continuación a su forma final, preferiblemente mediante curvado por gravedad o curvado por presión.
- 50 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la hoja de vidrio (I, II)

ES 2 713 033 T3

- es dotada en la segunda región de presión (B2) de un radio de curvatura de a lo sumo 500 mm, preferiblemente de 50 mm a 300 mm, y

- es dotada en la tercera región de presión (B3) de un radio de curvatura de al menos 1000 mm, preferiblemente de 2000 mm a 20000 mm.

- 5 15. Uso de una herramienta de curvado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7 para el curvado de hojas de vidrio en el ámbito de los vehículos, en particular para el curvado por pares de hojas de vidrio, que están previstas como componentes de un vidrio laminado, en particular de un parabrisas.

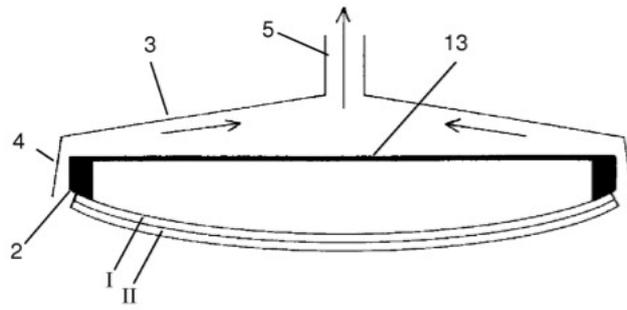


Fig. 1 Estado de la técnica

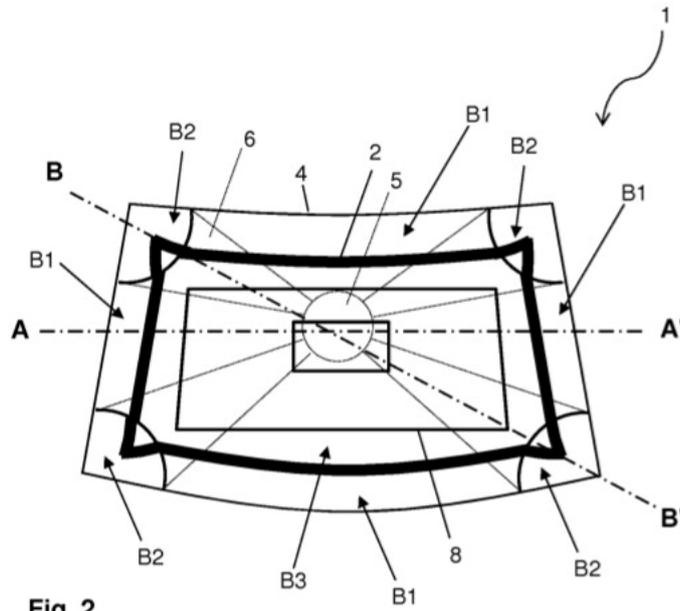


Fig. 2

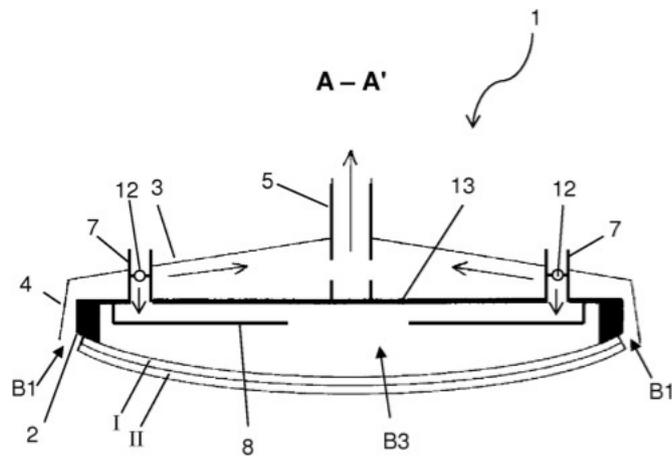


Fig. 3

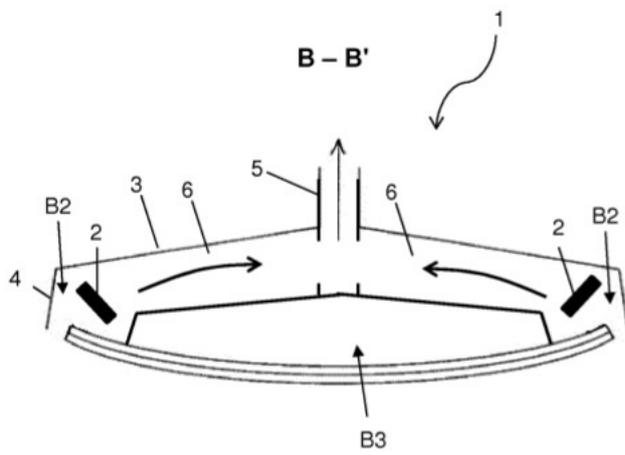


Fig. 4

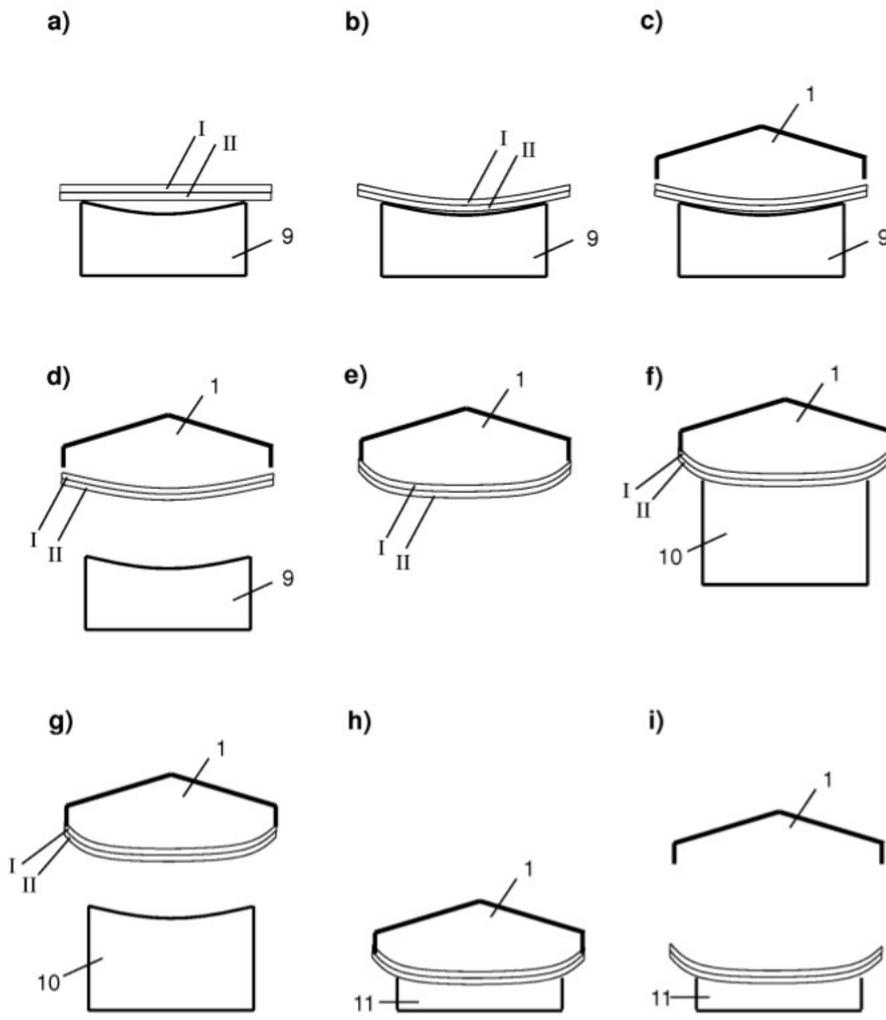


Fig. 5

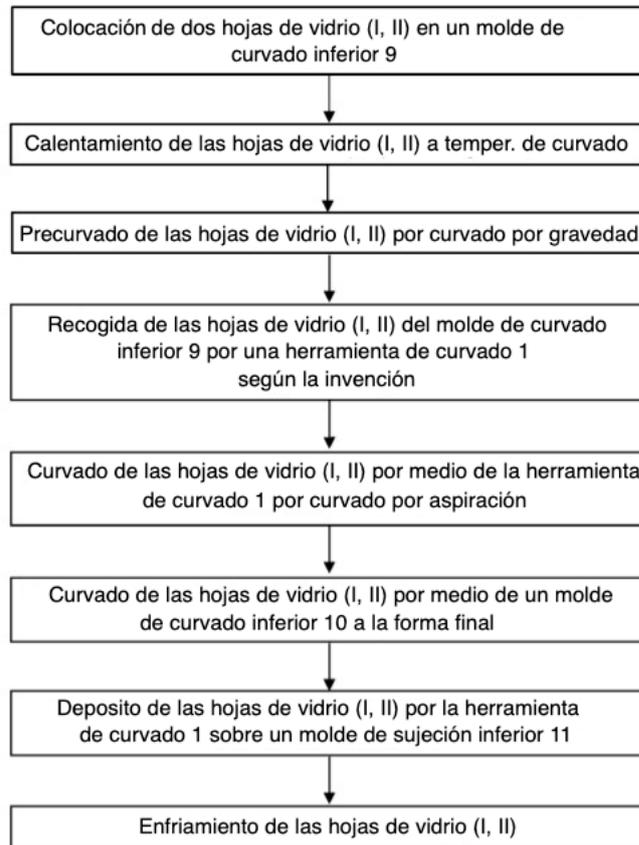


Fig. 6