



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 721**

51 Int. Cl.:  
**C03B 23/035** (2006.01)  
**C03B 23/03** (2006.01)  
**C03B 35/14** (2006.01)  
**C03B 35/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05847557 .5**  
96 Fecha de presentación : **15.12.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1836136**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.09.2007**

54 Título: **Procedimiento de abombamiento de hojas de vidrio por aspiración.**

30 Prioridad: **31.12.2004 FR 04 53290**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.10.2011**

73 Titular/es: **SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE**  
**18, avenue d'Alsace**  
**92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es: **Balduin, Michael;**  
**Labrot, Michael;**  
**Ollfisch, Karl-Josef;**  
**Radermacher, Herbert y**  
**Schall, Günther**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 365 721 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de abombamiento de hojas de vidrio por aspiración

La invención se refiere a un procedimiento de abombamiento de acristalamientos según el cual el vidrio es aspirado por unas aberturas que atraviesan un molde lleno o macizo y cóncavo con el fin de adoptar la forma de dicho molde cóncavo. El procedimiento de acuerdo con la invención está adaptado, más particularmente, a una producción industrial rápida que conduce a lunas carentes de defectos ópticos.

La invención se refiere, en particular, a la combadura simultánea de hojas de vidrio superpuestas (generalmente dos hojas de vidrio superpuestas) que se desea ensamblar ulteriormente en una acristalamiento o luna estratificada, en particular del tipo de las que se destinan a desempeñar la función de parabrisas de vehículo automóvil. El ensamblaje de las hojas se realiza de forma conocida por el experto de la técnica, mediante la inserción entre las hojas de vidrio de una capa de polímero, generalmente del tipo de polivinilbutiral.

El documento EP 0363097 divulga la aspiración de una hoja simple a través de un molde inferior cóncavo. Tras la combadura, la hoja es separada del molde inferior por un marco que rodea la forma cóncava y que asciende para arrastrar la hoja. Para poder arrastrar la hoja hacia arriba, es necesario que esta sobrepase todos los bordes del molde cóncavo. Tal sobrepaso no es satisfactorio en el plano de la combadura de los bordes, los cuales no son siempre conformados de forma precisa durante la combadura. Resulta de ello un riesgo de defectos de abombamiento en los bordes de la hoja. Por otra parte, este documento no proporciona ninguna información en cuanto a la combadura de varias hojas superpuestas.

El documento US 3.778.244 preconiza una forma superior equipada con una campana de aspiración dispuesta por encima de un molde inferior provisto de orificios de aspiración practicados a través de su cara llena o maciza. Estas dos formas de combadura trabajan una después de la otra sin ejercer presión alguna sobre el vidrio, ya que, una vez que una hoja ha sido parcialmente abombada o combada contra la forma superior, se deja caer simplemente esta hoja sobre la forma inferior (columna 5, líneas 3-6).

El documento WO 02064519 preconiza la combadura de hojas superpuestas a través de un molde inferior cóncavo. Un contramolde o molde opuesto superior puede venir a apretar uno con otro los bordes de las dos hojas en el momento de la aspiración por la forma cóncava. Aquí, igualmente, es un marco que rodea la forma inferior el que, al subir, carga con las hojas tras su combadura. En consecuencia, las hojas deben también sobrepasar la forma inferior. Por otra parte, incluso aunque este procedimiento representa un notable avance, se desea poder acelerarlo en el contexto de una puesta en práctica industrial. Para poder acelerarlo, es posible jugar con el valor o magnitud del vacío que se utiliza durante la aspiración. El presente Solicitante ha observado, sin embargo, que era conveniente no hacer llegar el vacío más allá de una depresión de aproximadamente 100 mbar (diferencia entre la presión atmosférica y la presión dentro del molde inferior), ya que esto podía conducir a fallos ópticos visibles a simple vista, del tipo de visión deformada. Al parecer, este defecto proviene, de hecho, de una separación que se crea entre las diferentes hojas durante la aspiración. Esta separación puede alcanzar incluso 1 mm en la región central. Las distorsiones ópticas que resultan de ello pueden alcanzar 90 mdpt (milidioptrías).

La invención resuelve los problemas anteriormente mencionados. De acuerdo con la invención, se utilizan medios de aspiración hacia arriba, en particular, del tipo de campana de aspiración, a fin de hacerse cargo de las hojas de vidrio antes de la etapa de abombamiento por aspiración. Se ha descubierto que el uso de este tipo de medios de soporte procura una doble ventaja: 1) por una parte, ya no es necesario que las hojas sobrepasen el borde de un molde cóncavo inferior, 2) por otra parte, y de manera inesperada, si la aspiración / sustentación (aspiración hacia arriba) se combina correctamente con la aspiración / combadura (aspiración hacia abajo) a través del molde inferior, es posible llevar el vacío dentro del molde inferior cóncavo más allá de la obtención de una depresión de 100 mbar sin que se generen, no obstante, problemas de defectos ópticos. Gracias a ello, la invención permite la combadura de hojas superpuestas con unos ritmos de fabricación muy rápidos.

Sin que esta explicación suponga una limitación al alcance de la presente invención, parece que la aspiración hacia arriba levanta una parte sustancial de aire entre las hojas superpuestas y contribuye a una mejor asociación de las hojas superpuestas entre sí. Esto tiene como consecuencia que las hojas sean mucho más fielmente arrastradas en dirección a la forma cóncava inferior durante la aspiración / combadura sobre el molde inferior. En efecto, parece que la presencia de aire residual entre las hojas podría impedir que una hoja que no esté directamente en contacto con el molde inferior siga la hoja inferior durante la etapa de combadura por aspiración.

De esta forma, la invención se refiere, en particular, a un procedimiento de formación de hojas de vidrio superpuestas (generalmente dos hojas de vidrio superpuestas) llevadas a su temperatura de conformación, el cual comprende:

- una etapa denominada de aspiración / sustentación, que comprende la toma a cargo de las hojas por parte de una forma superior provista de medios de aspiración que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto de las hojas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra dicha forma superior, y, a continuación,

- una etapa denominada de presión, que comprende la presión de las hojas entre la forma superior y una forma inferior cóncava, llena o maciza y provista de aberturas, de tal manera que dicha presión comienza mientras la aspiración de la etapa precedente no ha finalizado aún, o se finaliza, seguida de
- 5 - una etapa denominada de aspiración / combadura, que comprende la conformación de las hojas superpuestas por aspiración de la cara principal de la hoja inferior a través de las aberturas del molde inferior cóncavo, de tal modo que dicha conformación por aspiración comienza mientras no se ha terminado aún la presión de la etapa precedente, y, a continuación,
- una etapa denominada de enfriamiento, que comprende el enfriamiento de las hojas.

10 De acuerdo con la invención, se ha descubierto que la aspiración ejercida durante la etapa de aspiración / sustentación no solo sirve para retener las hojas con el fin de situarlas en la posición apropiada por encima del molde inferior de combadura, sino que, además, evacua el aire existente entre las hojas. Es por ello que se prefiere, de acuerdo con la invención, comenzar la presión mientras la aspiración hacia arriba está aún en marcha o se encuentra a punto de finalizar, ya que la presión procura un contacto íntimo entre las hojas y garantiza la estanqueidad entre ellas, en un momento en que el aire ha sido evacuado entre las hojas. En la práctica, puede 15 detenerse la aspiración hacia arriba desde que comienza la presión, de tal modo que la detención de la aspiración hacia arriba puede ser casi simultánea con el comienzo de la presión. En efecto, no interviene ningún efecto elástico para separar las hojas. Esta presión impide, por tanto, un retorno de aire entre las hojas. Las hojas están entonces listas para ser abombadas o combadas por aspiración de la hoja inferior. Esta aspiración (hacia abajo) por parte del molde inferior comienza cuando la presión no se ha terminado todavía. La ausencia de aire entre las hojas hace que 20 todas las hojas sigan correctamente la hoja inferior en el curso de su conformación. Se ha constatado que es posible establecer una depresión de 350 mbar en la aspiración / combadura, lo que se traduce en una separación máxima entre las hojas de 0,5 mm y en una distorsión óptica de menos de 70 mdpt, pudiendo variar estos valores según la geometría y la complejidad de las formas de combadura que se busquen. No es necesario proseguir con la presión durante toda la combadura por aspiración. En efecto, una vez que la combadura por aspiración ha comenzado y una vez que las tensiones viscoelásticas se han relajado, puede relajarse la presión puesto que las hojas superpuestas permanecen bien adheridas o adosadas entre sí. Preferiblemente, se lleva a cabo, por tanto, la aspiración de la 25 etapa de aspiración / combadura durante un tiempo suficiente para que se obtenga la forma deseada y para que las tensiones viscoelásticas tras la obtención de esta forma final se relajen.

30 La forma superior que toma a cargo las hojas puede ser una forma llena o maciza o, preferiblemente, un marco. Se entiende por marco una banda de un material configurado (preferiblemente, metálico), que presenta a la periferia de la hoja colocada en posición superior una superficie de contacto que tiene, generalmente, de 0,5 mm a 10 cm de anchura. Por periferia se entiende la zona de borde, de forma anular, de una cara principal de la hoja, situada a menos de 15 cm de todos los bordes.

35 La presión ejercida durante la etapa de presión puede ser muy leve. Basta, en efecto, con empujar un poco la hoja en posición superior (mientras se está ejerciendo aún la aspiración hacia arriba o esta está a punto de detenerse) para que las dos hojas se yuxtapongan más íntimamente. De preferencia, esta presión se ejerce en la zona periférica de las hojas. De preferencia, la presión se ejerce de manera que se impide el paso del aire entre las hojas.

40 El molde inferior de combadura es cóncavo y su concavidad se corresponde sensiblemente con la forma final deseada para la luna. Este molde inferior es lleno o macizo y comprende en su superficie unas aberturas que permiten la aspiración de la hoja colocada en la posición inferior y con la que está en contacto. Este molde inferior es, de preferencia, al menos tan grande como la hoja inferior, de manera que las hojas superpuestas no sobresalen del borde en ningún lugar del molde.

45 Una vez que ha comenzado la aspiración a través del molde inferior, es posible detener la presión separando la forma superior y el molde inferior una del otro. En este momento, ya no hay aspiración hacia arriba. La aspiración hacia abajo a través del molde inferior dura generalmente de 1 s a 40 s.

50 Las aspiraciones ejercidas sobre las hojas, de una parte, durante la aspiración / sustentación (hacia arriba) y, de otra parte, durante la aspiración / combadura (hacia abajo) son, por tanto, diferenciadas. En efecto, en el primer caso, se trata de crear una depresión en el borde de las hojas con el fin de elevar las hojas hacia arriba, y, además, aspirar el aire entre las hojas (con gran caudal de aire, por ejemplo, del orden de 25.000 m<sup>3</sup> de aire por hora para un parabrisas de 1,8 m<sup>2</sup>), y, en el segundo caso, se tratar de adosar la hoja en posición inferior contra el molde inferior (gran depresión y escaso caudal de aire). La aspiración hacia arriba necesita, por tanto, crear un importante flujo de aire que chupe el canto de las hojas, en tanto que la aspiración hacia abajo (para la combadura) precisa de una evacuación del aire por unas aberturas repartidas sensiblemente en el conjunto de la superficie del molde inferior. Generalmente, la aspiración hacia arriba de la etapa de aspiración / sustentación se genera a través de una 55 campana que rodea la forma superior. Con el fin de poder tomar mejor a su cargo y levantar las hojas, la campana que rodea la forma superior puede entrar en contacto con el soporte sobre el que descansan las hojas. Si este soporte es un marco, su parte central deja pasar el aire bajo las hojas de vidrio, que son entonces levantadas sin dificultades. Si el soporte no es un marco, puede preverse al menos un orificio en el soporte bajo las hojas con el fin de que el aire aspirado por la campana levante más fácilmente las hojas.

5 Para que sean tomadas a cargo en la etapa de aspiración, las hojas superpuestas pueden ser planas o haberse  
combadado ya previamente antes de dicha etapa, y tienen una temperatura que permite su combadura (generalmente,  
entre 500 y 610°C). Estas son, de preferencia, previamente combadas. Generalmente, esta combadura previa se ha  
realizado por medio de un hundimiento por gravedad sobre un soporte de combadura previa, generalmente del tipo  
de marco o esqueleto. Cuando las curvaturas que se han de conferir a la hora de la combadura previa son  
relativamente importantes, puede recurrirse a un esqueleto articulado o a cualquier tipo de esqueleto que someta las  
hojas a diversas formas sucesivamente. En particular, puede tratarse de los esqueletos que se describen en los  
documentos EP 448447, EP 706708, o en la Solicitud WO 2004/103922. La eventual etapa de combadura previa  
proporciona a las hojas una forma de bosquejo, intermedia entre la forma plana y la forma final deseada. Esta  
10 combadura previa puede también conferir a la periferia de la luna su forma final cuando la parte central tan solo se  
ha bosquejado. Se prefiere la existencia de una combadura previa cuando la forma final presenta curvaturas  
relativamente acentuadas, sobre todo en el caso de que la forma final presente curvaturas en direcciones  
ortogonales entre sí (doble combadura). Los constructores de automóviles recurren cada vez más a este tipo de  
formas complejas que presentan una doble curvatura importante. Esta curvatura previa se lleva a cabo,  
15 generalmente, por gravedad, de tal manera que las hojas superpuestas se colocan sobre un soporte adaptado, el  
cual es dirigido a través de un horno de túnel, en dirección a la zona de combadura principal, que comprende la  
forma superior y el molde inferior de combadura. El horno de túnel sirve a la vez para proporcionar la temperatura de  
combadura a las hojas y para realizar la combadura previa. Los soportes de combadura previa circulan a través del  
horno de túnel, por ejemplo, debido al hecho de que están montados sobre unos carros provistos de ruedas que  
20 descansan sobre raíles. Los soportes de combadura previa pasan bajo la forma superior, la cual toma entonces a  
cargo las hojas superpuestas gracias a la aspiración hacia arriba, como ya se ha explicado.

Como ya se ha dicho, el soporte de combadura previa, en particular, del tipo de esqueleto, puede presentar como  
superficie de contacto al vidrio una forma que se modifica en el curso de su desplazamiento. Este modificación  
puede tener lugar durante el desplazamiento hacia la posición bajo la forma superior, mientras el soporte lleva las  
25 formas superpuestas. En particular, la superficie de contacto del soporte de combadura previa puede tomar en su  
periferia la forma final deseada para el vidrio, antes incluso de la toma a su cargo por parte de la forma superior.  
Esto no significa que el vidrio adopte ya la forma final deseada, antes de la toma a su cargo por parte de la forma  
superior, ya que el hundimiento del vidrio en la periferia puede no haber terminado en este momento, y, por otra  
parte, incluso si la periferia del vidrio toca en todo el soporte de combadura previa, la zona central no ha adoptado,  
30 en cualquier caso, la forma final deseada. Si el soporte de combadura previa tiene la forma periférica final deseada  
para las hojas en el momento de la toma a su cargo por parte de la forma superior, este soporte puede también  
volver a tomar a su cargo las hojas tras la combadura final con el fin de llevarlas hacia la zona de enfriamiento sin  
que sea necesario modificar de nuevo su forma, aunque es también posible que el soporte de combadura previa  
conservase una forma periférica de bosquejo hasta el momento de la toma a su cargo por parte de la forma superior,  
35 tras lo cual, cuando ya no soporta las hojas, adopta la forma final periférica deseada para las hojas. En efecto, si  
este soporte debe retomar a su cargo las hojas después del moldeo final por parte del molde inferior, a fin de llevar  
las hojas a la zona de enfriamiento, es preferible que este soporte tenga una forma que se corresponda bien con la  
forma final deseada para las hojas.

40 Antes de cualquier calentamiento de las hojas, puede colocarse entre las hojas superpuestas en un conjunto un  
polvo que evite el pegado de las diferentes hojas entre sí durante el procedimiento de combadura. La colocación de  
este polvo (que puede, por ejemplo, ser de sílice) se lleva a cabo de forma conocida por el experto de la técnica.

La superficie de contacto de la forma superior puede corresponderse con la de la hoja superior cuando está lista  
para ser tomada a cargo, es decir, ser plana si las hojas llegan planas sobre ella, o tener una forma de bosquejo  
45 correspondiente a la conferida a las hojas por la eventual combadura previa, o bien tener, al menos en su periferia,  
la forma final deseada. De preferencia, la forma superior tiene en su periferia la forma final deseada. La forma  
superior no tiene, en cualquier caso, curvaturas menos acentuadas que las de las hojas que debe tomar a su cargo.

Una vez que la combadura se ha finalizado y que las hojas descansan sobre el molde inferior de combadura, puede  
procederse al enfriamiento de las hojas. Para llevar esto a cabo, se prefiere separar las hojas del molde inferior para  
colocarlas, a continuación, sobre un soporte denominado de enfriamiento. La separación de las hojas del molde  
50 inferior puede realizarse, por ejemplo, por aspiración hacia arriba de forma similar a la ejercida durante la etapa de  
aspiración / sustentación. Puede incluso utilizarse la misma forma superior para llevar a cabo la etapa de aspiración /  
sustentación así como la separación del molde inferior. Puede utilizarse también, sin embargo, una segunda forma  
superior (que se denomina a menudo FS2 en el contexto de la presente Solicitud), provista de los medios de  
aspiración necesarios (en particular, del tipo de campana) que la rodean con el fin de llevar a cabo esta operación de  
55 separación. Tras la separación del molde inferior por la toma a su cargo por parte de una forma superior, esta última  
suelta entonces las hojas por encima de un soporte de enfriamiento, el cual traslada las hojas hacia la zona de  
enfriamiento adaptada. Cuando se utiliza una segunda forma superior, este presenta, ventajosamente, una forma de  
contacto cara a cara con la hoja superior, que corresponde a la forma final de la luna. En todos los casos, el soporte  
de enfriamiento presenta, ventajosamente, una forma de contacto cara a cara con la hoja situada en posición  
60 inferior, correspondiente a la forma final de la luna. Se trata, generalmente, de un enfriamiento próximo al  
enfriamiento natural, del tipo de los que se realizan en las hojas destinadas a integrar un acristalamiento o luna  
estratificada para un parabrisas de vehículo automóvil.

- De esta forma, de acuerdo con la invención, las hojas superpuestas combadas pueden ser separadas del molde inferior cóncavo después de la etapa de aspiración / combadura, por la toma a cargo con la ayuda de una forma superior provista de medios de aspiración que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto de las hojas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para elevar y sostener las hojas superpuestas contra dicha forma superior. Dicha forma superior deja a continuación reposar las hojas superiores abombadas o combadas sobre un soporte que las lleva hacia una zona de enfriamiento para la realización de la etapa de enfriamiento.
- En particular, la forma superior que separa las hojas combadas del molde inferior puede ser una forma (FS2) distinta (aunque puede ser la misma forma) de la primera forma superior (FS1) que toma a su cargo las hojas en la etapa de aspiración / sustentación, de tal modo que el paso de las hojas de una posición bajo la forma FS1 a una posición bajo la forma FS2 puede ser asegurado por el desplazamiento del molde inferior que las soporta.
- La utilización de dos formas superiores permite acelerar los ritmos de producción del procedimiento con respecto a la variante de una sola forma superior. En efecto, en el momento en que la segunda forma (FS2) deja reposar un conjunto de hojas superpuestas combadas sobre un soporte que ha de llevarlas hacia una zona de enfriamiento para la realización de la etapa de enfriamiento, puede ya iniciarse la combadura de otro conjunto de hojas superpuestas, de tal modo que el molde inferior cóncavo se coloca bajo la primera forma (FS1).
- El soporte que lleva un conjunto de hojas superpuesto a la célula de combadura puede ser el mismo soporte que recupera las hojas tras la combadura para llevarlas hacia la zona de enfriamiento.
- Generalmente, la forma superior y el molde inferior de combadura se colocan en una célula de combadura que se ha llevado a la temperatura de combadura.
- Las hojas superpuestas en un mismo conjunto (o paquete) tienen sensiblemente la misma forma. Su tamaño puede variar un poco en el sentido de una disminución de su superficie cuando se pasa de la hoja situada en posición inferior a la situada en posición superior, de manera que los bordes de las hojas coincidan bien tras la combadura.
- La invención se refiere igualmente a un dispositivo que permite la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con la invención. El dispositivo de acuerdo con la invención es un dispositivo de abombamiento de conjuntos de hojas de vidrio superpuestas, que comprende:
- una célula de combadura llevada a la temperatura de combadura,
  - una forma superior convexa FS1, provista de medios de aspiración en torno a ella que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto de las hojas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra dicha forma superior, y
  - un molde inferior cóncavo y lleno o macizo, provisto de unas aberturas en su cara principal así como de medios de aspiración a través de dichas aberturas,
- de tal modo que dicha forma superior y dicho molde inferior tienen formas complementarias o conjugadas y pueden desplazarse uno hacia el otro según un eje vertical para presionar las hojas de vidrio,
- un tren de soportes de abombamiento previo, que se desplazan para pasar unos tras otros bajo la forma superior convexa FS1.
- Este dispositivo comprende un tren de soportes de combadura previa que se desplazan para pasar unos tras otros bajo la forma superior convexa (FS1) con vistas a una toma a su cargo de los conjuntos de hojas superpuestas por parte de dicha forma superior (FS1).
- Este dispositivo puede, por otra parte, comprender otra forma superior convexa (FS2), provista de medios de aspiración en torno a ella que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto de las hojas superpuestas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra ella, de modo que el molde inferior cóncavo puede ser desplazado para que pase alternamente bajo una y otra formas superiores (FS2) sucesivamente.
- Para el caso de que el dispositivo comprenda dos formas superiores, este puede comprender, igualmente, comprender un tren de soportes de combadura previa que se desplazan para pasar bajo las dos formas superiores convexas.
- La Figura 1 representa una forma superior 1 del tipo de marco anular que entra en contacto con la periferia de la hoja superior de un conjunto 2 formado por dos hojas superpuestas. Una campana 3 rodea la forma 1 y es capaz de ejercer una aspiración (según las flechas) suficiente para que las dos hojas superpuestas se sostengan contra la forma superior 1. El aire aspirado viene a chupar el canto 4 de las hojas. Generalmente, la forma superior está revestida con un material de fibras refractarias (fibras metálicas y/o de cerámica) del tipo de fieltro, tejido o punto, que suavizan el contacto del vidrio con ella y reducen el riesgo de ralladura o marcado. Además, el aire puede circular al interior del material fibroso en todas direcciones, lo que procura una utilización suplementaria del flujo de

aire.

La Figura 2 representa un molde inferior cóncavo 5 provisto, en su cara principal, de una multitud de orificios 6. Una aspiración creada a través de los orificios permite abombar o combar las hojas superpuestas al adosarlas contra la cara principal superior del molde. Generalmente, este molde inferior está revestido con un material de fibras refractarias (fibras metálicas y/o de cerámica) del tipo de fieltro, tejido o punto, que suaviza el contacto del vidrio con él y reduce el riesgo de marcado o ralladura. Además, el aire puede circular al interior del material fibroso en todas direcciones, lo que procura una difusión suplementaria del flujo de aire. Este molde tiene la forma final deseada para las hojas.

La Figura 3 representa algunas secuencias de un modo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención cuando comprende tan solo una única forma superior de aspiración. Un tren 7 de carros 8 que portan, cada uno de ellos, dos hojas de vidrio superpuestas, lleva las hojas (circulación de izquierda a derecha en la Figura 3) bajo una célula de combadura 9 cuyo interior se encuentra a la temperatura de combadura. Cada carro porta un par de hojas 13 con la intermediación de un esqueleto de combadura previa 14. Este esqueleto ha podido ver su superficie de contacto modificada en el sentido de un aumento de las curvaturas en el curso de su trayecto hacia la célula de combadura. A la llegada bajo la célula 9, cada carro ha recorrido ya una cierta distancia a través de un horno de túnel 10, de tal modo que se provoca la combadura previa de las hojas. Bajo la célula 9, el esqueleto presenta una superficie de contacto (solamente para la periferia de las hojas) que se corresponde con la forma final deseada, y las hojas han adoptado esta forma en la periferia, pero no en su región central. La célula 9 contiene una forma superior 11 equipada con una campana (al principio de la Figura 1) que puede desplazarse verticalmente, y un módulo inferior cóncavo 12, provisto de unas aberturas (al principio de la Figura 2), el cual puede desplazarse horizontalmente. La forma superior es un marco que tiene la forma de un anillo y cuya forma se corresponde con la forma final deseada para las hojas. El molde inferior tiene la forma final deseada para las hojas. En el instante de la Figura 3a, el tren se detiene de tal modo que un carro se encuentra justo en la vertical de la forma superior. La forma superior 11 desciende entonces hacia el carro 8 para tomar a su cargo las dos hojas superiores gracias a la aspiración de su campana (Figura 3b). La forma superior 11 asciende con las hojas lo suficientemente alto como para que el molde inferior 12 pueda colocarse justamente por debajo de ella por traslación horizontal. La forma superior vuelve a descender entonces un poco para presionar ligeramente la periferia de las hojas contra el molde inferior (la campana está aún en funcionamiento en este momento), tal y como se muestra en la Figura 3c. Puede entonces comenzar la aspiración hacia abajo por las aberturas de la cara principal del molde inferior, a fin de producir el abombamiento por adosamiento contra dicha cara. Esta aspiración dura generalmente de 1 s a 40 s. Una vez finalizada la combadura, la forma superior puede volver a ascender con las hojas 13, instante en que el molde inferior 12 retorna a su lugar de reposo a la izquierda. La forma superior 11 puede entonces descender otra vez para liberar las dos hojas combadas 13 sobre el mismo carro 8 que las ha llevado. El tren 7 puede volver a partir hacia la izquierda con el fin de que se coloque el siguiente par de hojas justo por debajo de la forma superior 11 y se someta al mismo ciclo de combadura que el par que lo ha precedido. El tren 7 circula, por lo tanto, de forma intermitente, sucediéndose permanentemente la marcha y la detención, de tal manera que cada marcha corresponde a una traslación de una distancia de un carro. Las hojas son progresivamente trasladadas a la izquierda, en dirección a una zona de enfriamiento. Una pared horizontal fija 14, colocada en la posición de reposo (a la izquierda) del molde inferior 12, contribuye a aislar térmicamente la célula de bombeo del túnel que lleva a la zona de enfriamiento.

La Figura 4 representa diversas secuencias de un modo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención cuando este comprende dos formas superiores de aspiración FS1 y FS2. El inicio del procedimiento comienza como el que se ha comentado para la Figura 3: el tren aporta los pares de hojas previamente combadas por gravedad sobre los esqueletos, y se detiene de manera tal, que uno de los carros (el carro 8a) que porta el par de hojas 12a se para justo por debajo de la primera forma superior FS1. Esta toma entonces a su cargo el par de hojas 13a y sube con él lo suficientemente alto como para que el molde inferior cóncavo 12 pueda ser colocado bajo las hojas 13a. La forma FS1 desciende entonces de nuevo para provocar la presión de las hojas entre FS1 y el molde inferior 12. La Figura 4a representa este momento del procedimiento. Durante la presión y, seguidamente, la aspiración que se ejerce sobre las hojas 13a, el tren se desplaza hacia la izquierda una distancia de un carro para que el carro 8a vuelva a estar bajo la forma superior FS2. Tras el comienzo de la combadura, la forma FS1 se vuelve a elevar sin alzar las hojas 13a, de tal manera que estas últimas permanecen depositadas sobre el molde inferior 12, el cual prosigue la combadura por aspiración. En efecto, incluso si ninguna forma superior toca las hojas en este estadio, las hojas permanecen bien adosadas, juntas, sin desprenderse unas de otras, porque lo que importa es que haya tenido lugar una presión al menos nada más iniciarse la aspiración de combadura. El molde inferior (4b) es entonces desplazado hacia la izquierda (Figura 4b) para volver a encontrarse bajo la forma FS2. La forma FS1 puede entonces descender para tomar a su cargo el par de hojas siguientes 13b. Por su parte, la forma superior FS2 desciende para tomar a su cargo el par de hojas 13a (Figura 4c). La forma FS1 vuelve a ascender con el par 13b y el molde inferior 12 es entonces colocado bajo la forma FS1 para proceder a la presión y, seguidamente, a la combadura por aspiración del par de hojas 13b de la misma manera que se ha descrito para el par de hojas 13a. El tabique 14 que aísla la célula de combadura del túnel que conduce a la zona de enfriamiento, es, aquí, una pared móvil que se ha escamoteado o retirado a una posición no operativa a la izquierda en este estadio del procedimiento, de tal modo que la forma FS2 que porta el par de hojas 13a pueda dejar este par sobre el carro 8a (Figura 4d). Por supuesto, el soporte 15 que acciona la traslación del molde inferior 12 presenta el orificio necesario para que la forma FS2 pueda descender hasta los carros. Puede, por otra parte, accionarse igualmente la traslación

5 del molde inferior 12 por el fondo de la célula, de tal modo que el soporte 15 es entonces perpendicular a la Figura 4d. Tras el depósito del par 13a sobre el soporte 8a, la forma FS2 vuelve a ascender, y el tabique móvil 14 retorna a la izquierda bajo la forma FS2 con el fin de aislar la célula de combadura. El tren de carros se desplaza entonces a la izquierda la distancia de un carro. Se observa que este modo de realización tiene un mayor rendimiento que el de la Figura 3, puesto que se ha podido aquí desplazar el par 13a durante su combadura y se ha comenzado a colocar en posición un nuevo par 13b mientras se termina la combadura del par 13a. Con este modo de realización con dos formas superiores FS1 y FS2, la ganancia en el tiempo de ciclo corresponde al tiempo de transferencia de los carros, ya que puede presionarse al tiempo que el tren de carros se desplaza.

10 La Figura 5 representa la parte de una forma superior 16 que entra en contacto con el vidrio, de tal manera que dicha forma superior está equipada con una campana 17. La forma superior 16 está provista de un fieltro 18 que amortigua o atenúa el contacto con el vidrio. La campana 17 está igualmente provista de un fieltro 19 para atenuar el contacto con el soporte 20. En el instante representado en la Figura 6, la forma superior toma a su cargo dos hojas de vidrio superpuestas 21 y 22 que descansan sobre el soporte 20. Con el fin de facilitar el levantamiento de las hojas, pueden disponerse unos orificios (no representados) en el soporte, situados bajo el vidrio. La hoja 22 es un poco más grande que la hoja 21, a fin de que los bordes de las hojas coincidan bien tras la combadura, de acuerdo con la forma final. La parte representada de la campana 17 puede ser movable verticalmente con respecto a la forma 15 16. De esta manera, cuando el conjunto formado por la campana y la forma superior viene al encuentro de las hojas y del soporte, es la campana 17 la que entra primero en contacto con el soporte 20, de tal modo que dicha campana se detiene entonces en su descenso pero la forma superior continúa un poco más (generalmente de 1 mm a 2 cm) su descenso al encuentro de la hoja superior 21. Este proceder proporciona flexibilidad al procedimiento. A fin de reducir los caudales necesarios en la campana, es menester reducir tanto como sea posible la distancia (d) entre la campana y la forma superior. Por ejemplo, esta distancia puede ser entre 5 mm y 40 mm, por ejemplo, aproximadamente 20 mm. Los cantos 23 y 24 de las hojas están situados entre la campana y la forma superior.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento de abombamiento de hojas de vidrio (13) superpuestas, llevadas a su temperatura de combadura, que comprende:
- 5
- una etapa denominada de aspiración / sustentación, que comprende la toma a cargo de las hojas por parte de una forma superior (11, FS1) provista de medios de aspiración (3) que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto (4) de las hojas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra dicha forma superior, y, a continuación,
- 10
- una etapa denominada de presión, que comprende la presión de las hojas entre la forma superior y una forma inferior cóncava (5, 12), llena o maciza y provista de aberturas (6), de tal manera que dicha presión comienza mientras la aspiración de la etapa precedente no ha finalizado aún, o se finaliza, seguida de
- 15
- una etapa denominada de aspiración / combadura, que comprende la conformación de las hojas superpuestas por aspiración de la cara principal de la hoja inferior a través de las aberturas (6) del molde inferior cóncavo (5, 12), de tal modo que dicha conformación por aspiración comienza mientras no se ha terminado aún la presión de la etapa precedente, y, a continuación,
  - una etapa denominada de enfriamiento, que comprende el enfriamiento de las hojas.
- 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que las hojas superpuestas son previamente combadas antes de la etapa de aspiración / sustentación.
- 20
- 3.- Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la forma superior (11, FS1) es un marco.
- 4.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que el marco (11, FS1) es una banda de un material que presenta a la periferia de la hoja situada en posición superior una superficie de contacto que tiene una anchura de entre 0,5 mm y 10 cm.
- 25
- 5.- Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las hojas superpuestas combadas son separadas del molde inferior cóncavo (5, 12) después de la etapa de aspiración / combadura mediante la toma a su cargo con la ayuda de una forma superior (11, FS2) provista de medios de aspiración (3) que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto (4) de las hojas, de tal manera que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra dicha forma superior (11, FS2), de tal modo que dicha forma superior deja, a continuación, reposar las hojas superpuestas combadas sobre un soporte (8, 8a) que las lleva a una zona de enfriamiento para la realización de la etapa de enfriamiento.
- 30
- 6.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que la forma superior que separa las hojas combadas del molde inferior es una forma FS2 distinta de la forma superior FS1 que toma a su cargo las hojas en la etapa de aspiración / sustentación, de tal modo que el paso de las hojas de una posición bajo la forma FS1 a una posición bajo la forma FS2 se garantiza por el desplazamiento del molde inferior que las soporta.
- 35
- 7.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que, en momento en que la forma FS2 deja reposar las hojas superpuestas combadas (13a) sobre un soporte que las lleva hacia una zona de enfriamiento para la realización de la etapa de enfriamiento, ha comenzado ya la combadura de otro conjunto de hojas superpuestas (13b), estando colocado el molde inferior cóncavo (12) bajo la forma FS1.
- 40
- 8.- Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, para la etapa de enfriamiento, las hojas son depositadas sobre un soporte de enfriamiento que las lleva hacia una zona de enfriamiento, siendo el soporte de enfriamiento el mismo soporte que las ha llevado bajo la forma superior FS1.
- 9.- Un dispositivo de combadura de hojas de vidrio superpuestas, que comprende:
- 45
- una célula de combadura (9) llevada a la temperatura de combadura,
  - una forma superior convexa FS1, colocada dentro de la célula de combadura, de manera que dicha forma superior está provista de medios de aspiración (3) en torno a ella, los cuales crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto (4) de las hojas, de tal modo que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas (13) contra dicha forma superior,
- 50
- un molde inferior cóncavo y lleno o macizo (12), colocado dentro de la celda de combadura (9), de tal manera que dicho molde inferior (12) está provisto de unas aberturas (6) en su cara principal así como de medios de aspiración a través de estas aberturas, de tal modo que dicha forma superior (FS1) y dicho molde inferior (12) tienen formas complementarias o conjugadas y pueden desplazarse uno hacia otro según un eje vertical con el fin de presionar las hojas de vidrio (13),

- un tren (7) de soportes de combadura preliminar que se desplazan para pasar unos tras otros por debajo de la forma superior convexa FS1.

10.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que la forma superior FS1 es un marco.

5 11.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que el marco FS1 es una banda de un material que presenta a la periferia de la hoja colocada en posición superior una superficie de contacto que tiene una anchura entre 0,5 mm y 10 cm.

10 12.- Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones de dispositivo precedentes, caracterizado por que comprende otra forma superior convexa FS2, provista de medios de aspiración (3) en torno a ella que crean un flujo de aire hacia arriba que chupa el canto (3) de las hojas, de tal modo que dicha aspiración es suficiente para levantar y sostener las hojas superpuestas contra ella, de manera que el molde inferior cóncavo (12) puede ser desplazado para que pase alternamente bajo una y otra formas superiores sucesivamente.

15 13.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que comprende un tren de soportes de combadura previa que se desplazan para pasar bajo la forma superior convexa FS1 y, a continuación, bajo la forma superior convexa FS2.

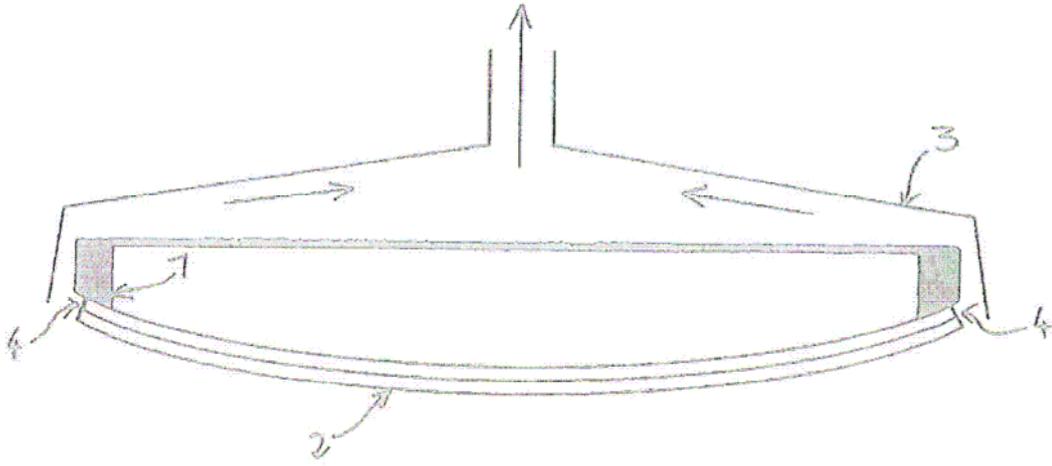


Fig 1

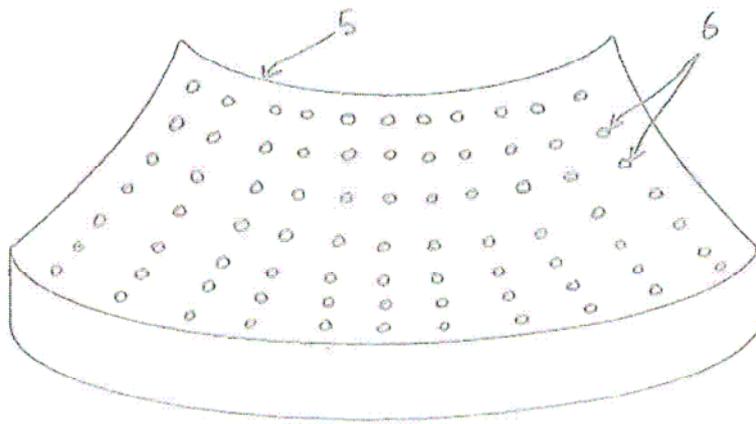


Fig 2

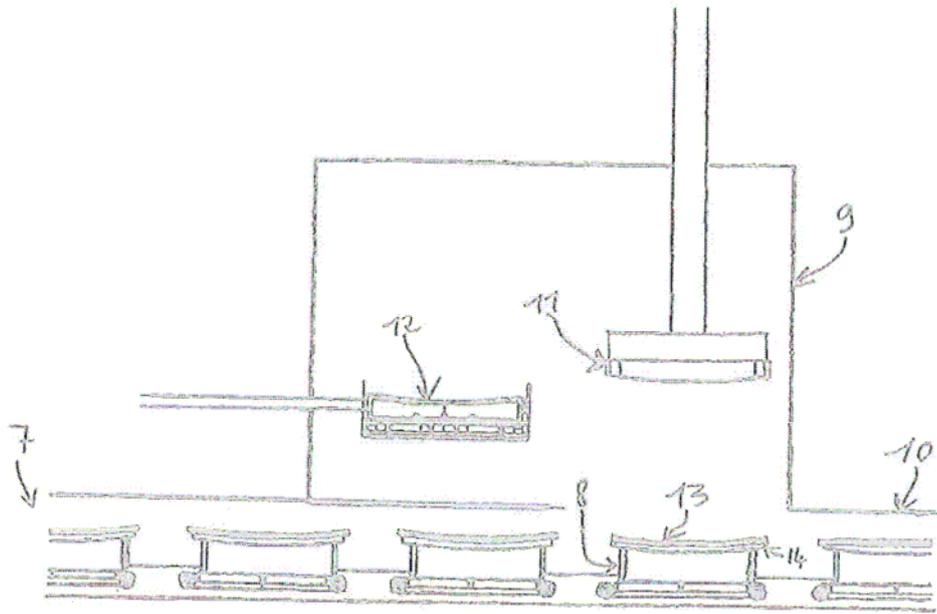


Fig 3a

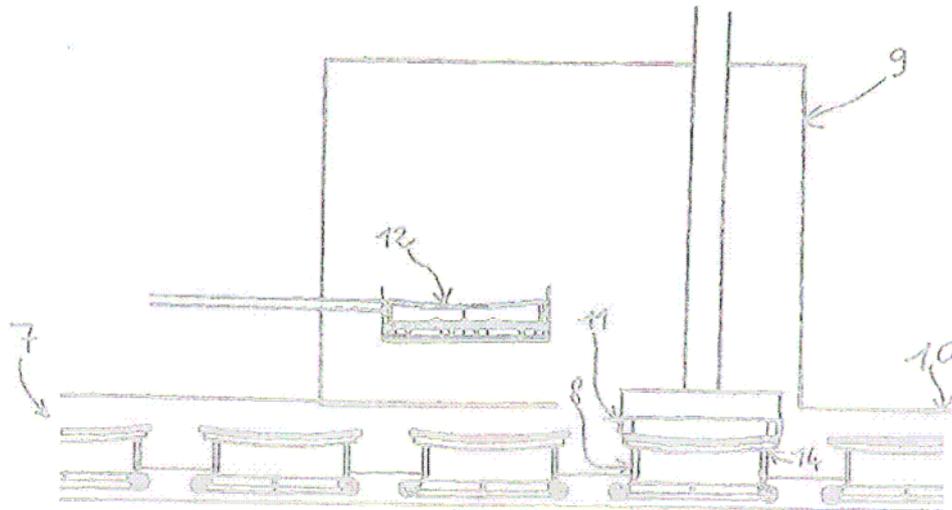


Fig 3b

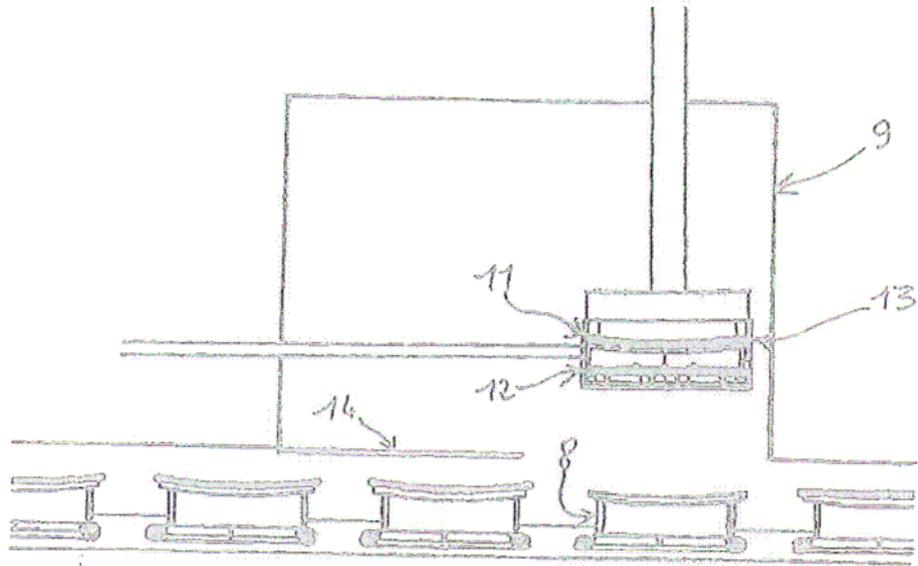


Fig 3c

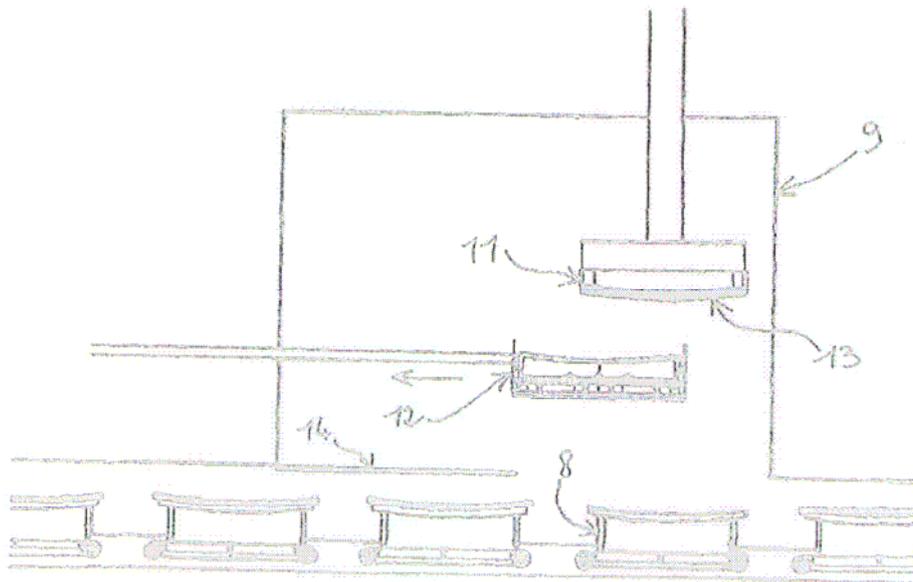


Fig 3d

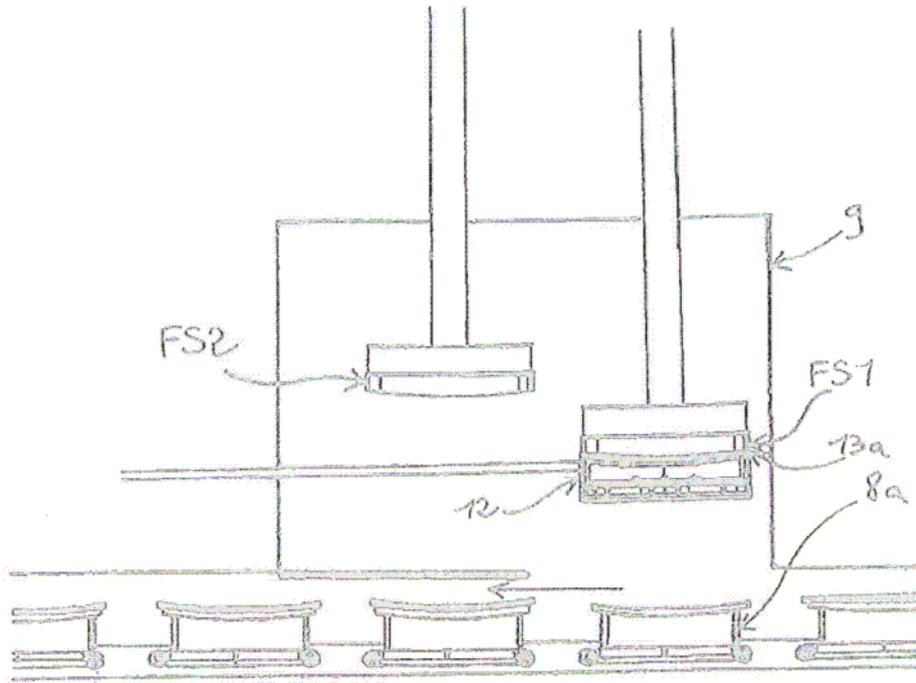


Fig 4a

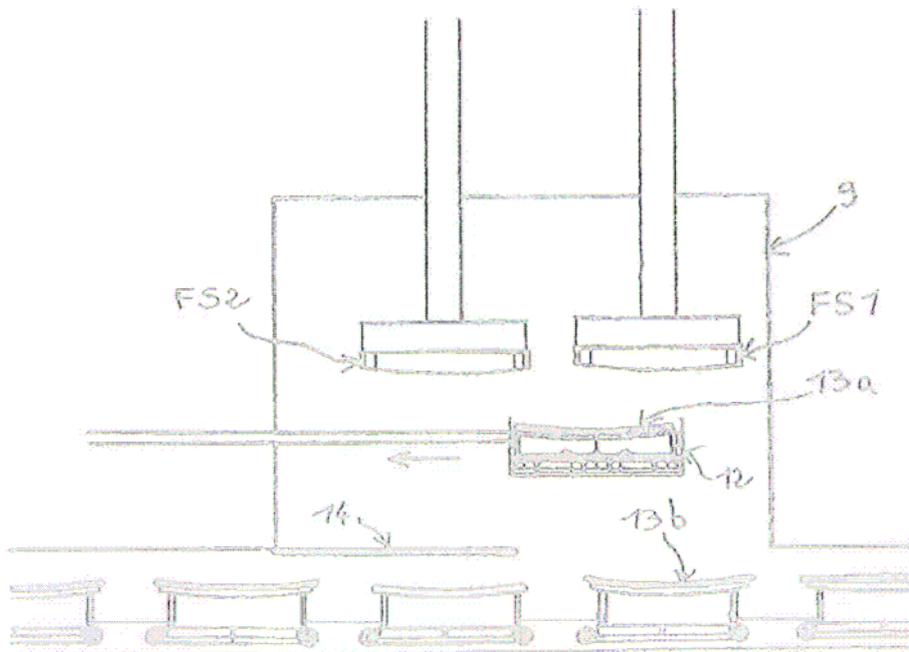


Fig 4b

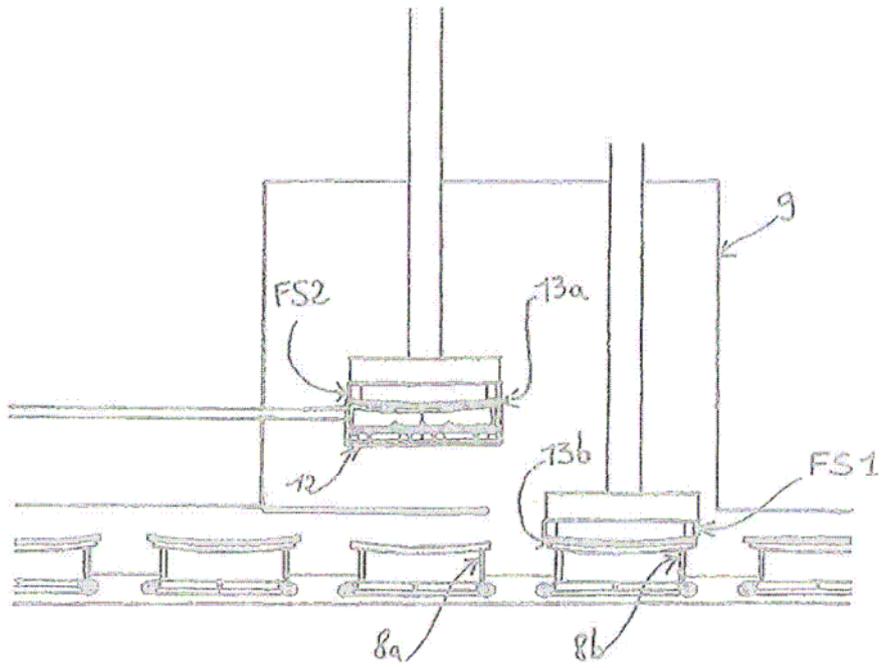


Fig 4c

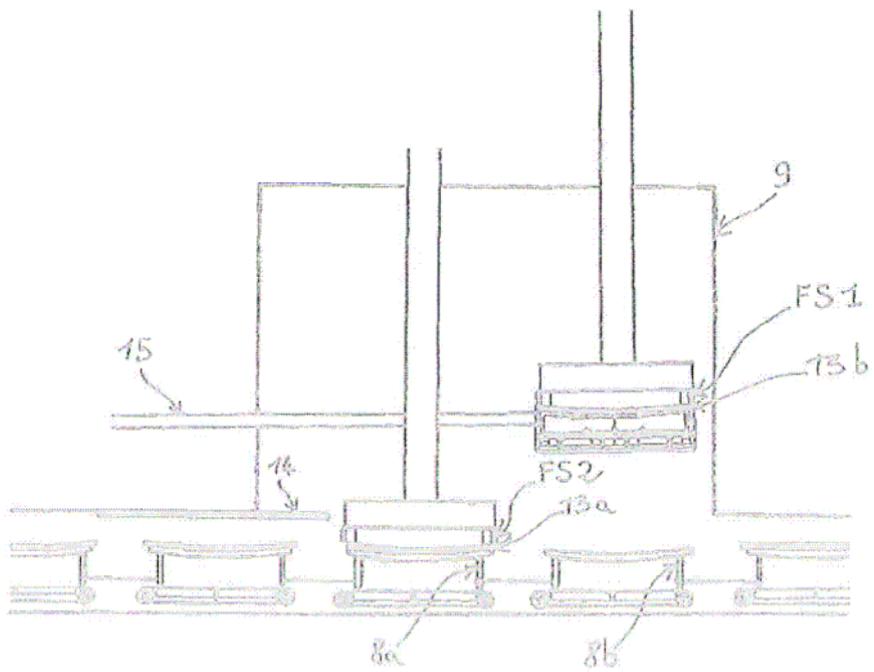


Fig 4d

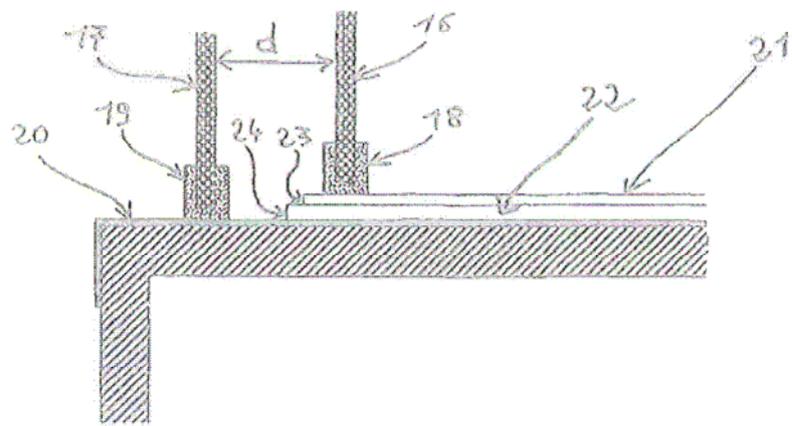


Fig 5