

# APARATO Y MÉTODO PARA EL FORTALECIMIENTO DE SUSTRATOS DE VIDRIOS

## Campo de la Invención

5

La presente invención se refiere en general a aparatos y métodos para reforzar químicamente piezas grandes y formas complejas de sustratos de vidrio.

## Resumen de la Invención

10

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para fabricar y reforzar químicamente sustratos de vidrio. El aparato comprende una cámara de tratamiento químico sobre la que se coloca el sustrato de vidrio, una cámara superior dispuesta sobre dicha cámara de tratamiento químico y medios de drenaje entre ambas cámaras. Además, la cámara de tratamiento químico tiene medios de vertido y se coloca sobre una cámara inferior. El método se lleva a cabo por medio del aparato descrito anteriormente.

15

La presente invención reduce la cantidad de material de tratamiento químico, que es preferiblemente una sal iónica, entre 70% y 99%, utilizada para el tratamiento químico del sustrato de vidrio. Además, la presente invención facilita y mejora ventajosamente el uso de material de tratamiento químico al reducir la sal iónica utilizada en grandes tanques o cámaras para procesos de intercambio iónico. Como consecuencia, la presente invención reduce la cantidad de material de tratamiento químico utilizado, reduciendo también el tiempo de enfriamiento y calentamiento que fusiona y solidifica los sustratos de vidrio. La presente invención reduce el consumo de energía del funcionamiento del sistema y los costos.

20

## Inventores

| Nombre                       | Nacionalidad | Dirección                                              |
|------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|
| Mario Arturo Mannheim Astete | Peruano      | Av. Guillermo Dansey 1996, Cercado de Lima, Lima, Perú |
| Iván Cornejo                 | Chileno      | Av. Guillermo Dansey 1996, Cercado de Lima, Perú       |
| Luis Enrique Castillo        | Peruano      | Avenida Venezuela 5197 Torre Ébano                     |

|         |  |                        |
|---------|--|------------------------|
| Góngora |  | Departamento 905, Perú |
|---------|--|------------------------|

## Fundamento de la Invención

En el campo de los vehículos, el ahorro en el consumo de energía es una función del peso del  
5 vehículo. Por lo tanto, es deseable reducir el peso de los laminados sin comprometer otras  
propiedades de resistencia. Por consiguiente, es necesario aumentar la resistencia y las  
propiedades relacionadas, por ejemplo, resistencia al impacto, esfuerzo de rotura, resistencia  
a la penetración, etc., se aseguran en artículos de vidrio, particularmente artículos de vidrio  
plano de sílice y cal sodada tales como las enjutas o puntos de unión, parabrisas y otras  
10 láminas de vidrio adecuadas para su uso para ver o como cierres de vidrio o particiones para  
construcciones o compartimentos de transporte, creando primero una tensión de compresión  
en una zona de espesor que se extiende hacia dentro desde la superficie del vidrio. Dado que  
los vidrios ordinarios (por ejemplo, vidrios de silicato) son considerablemente más débiles  
que los materiales cerámicos sinterizados, los sustratos de vidrio usados en la presente  
15 invención se pueden reforzar mediante procesos tales como el templado térmico o químico  
(por ejemplo, el reforzado de intercambio iónico). El vidrio químicamente templado se hace  
sumergiendo el vidrio en un baño de sal fundida. El temple químico es un proceso de  
intercambio iónico. Los iones en la superficie del vidrio se intercambian por iones más  
grandes del baño de sal fundida. Los iones más grandes colocan la superficie del vidrio en  
20 compresión. La resistencia resultante es función de la composición de vidrio, el baño, la  
temperatura del baño y el tiempo de tratamiento del vidrio. De este modo se pueden  
conseguir resistencias a la compresión de hasta 1000 GPa.

Las altas tensiones de compresión impuestas por el temple químico aumentan la resistencia a  
25 la fractura en un factor de aproximadamente 5 a aproximadamente 20, dependiendo de las  
condiciones de procesamiento y las composiciones de vidrio. Los sustratos de vidrio tratado  
muestran una resistencia mejorada a la degradación de la resistencia por daños de superficie,  
y a menudo excede la resistencia de las cerámicas monolíticas poli-cristalinas más  
comúnmente disponibles. Además, dicho templado químico puede retrasar los procesos de  
30 propagación de fracturas.

Se han desarrollado gafas especiales, tratadas químicamente mediante un proceso de intercambio iónico para diferentes aplicaciones del blindaje (especialmente aquellas dirigidas a aplicaciones militares o de transporte). Además, aplicaciones arquitectónicas, fotovoltaicas, ópticas, electrónicas y civiles, como trenes, aviones e incluso para transbordadores espaciales. En los últimos años, el interés en aplicar el intercambio iónico en los vidrios convencionales ha aumentado debido a la gran demanda de los vidrios con un mejor comportamiento mecánico y óptico.

Las ventajas de un vidrio que ha sido sometido a un proceso de intercambio iónico en comparación con el vidrio templado térmico son:

- ausencia de distorsiones ópticas, lo que implica aplicaciones tales como vidrio óptico en ambos vehículos e instrumentos sensibles.
- vidrios con un espesor de 0.5 mm a 3 mm pueden ser tratados.
- vidrios de diferentes formas, grosores y colores se pueden tratar en el mismo baño.
- el vidrio puede operado por maquina después del tratamiento (corte, pulido, curvado).
- se logra una mayor resistencia a la flexión y resistencia al impacto.

El intercambio iónico es un proceso que refuerza la superficie de un vidrio al sustituir iones más pequeños en la composición de vidrio (por ejemplo, iones de sodio) con iones más grandes en una sal fundida (por ejemplo, iones de potasio). El proceso de intercambio de iones crea una capa delgada de alta compresión en la superficie que da como resultado una capa de tensión en el centro. La técnica de intercambio iónico convencional se realiza sumergiendo el vidrio en un baño iónico durante varias horas a temperaturas usualmente por debajo del punto de deformación del vidrio. Para hacer este proceso fabricable, grandes cantidades de sal se funden en grandes recipientes de acero inoxidable siguiendo una receta de temperatura/tiempo. Se usan sales de muy alta pureza que deben cambiarse frecuentemente a medida que ocurre el proceso de intercambio iónico y la sal de baño comienza a contaminarse.

Actualmente, existen varias composiciones de vidrio en el mercado que requieren diferentes composiciones de baño iónico, que tendrán diferentes recetas de temperatura/tiempo. Por lo

tanto, si una empresa utiliza diferentes tipos de gafas, cada tipo de vidrio requiere diferentes baños de intercambio iónico y diferentes recetas de intercambio iónico.

- El método usual de intercambio iónico se realiza sumergiendo el sustrato de vidrio directamente en un baño en el que la sal o el material de tratamiento químico ya está en estado líquido, como se ilustra en el documento US 8.773.848 B2 y en el documento US 20110019123 A1. Tales documentos revelan cómo los sustratos de vidrio están dispuestos en elementos como bastidores, que los soportan durante la inmersión.
- En consecuencia, es deseable tener un aparato y un método que realice un tratamiento químico de vidrios en el que el sustrato de vidrio permanezca en un solo lugar durante todo el proceso de tratamiento químico. Todavía existe la necesidad de proporcionar un método y un aparato para reducir el consumo del material de tratamiento químico (baño de sal) y la energía consumida cuando se realiza un proceso de refuerzo químico. La técnica anterior describe procesos en los que el baño de sal se funde primariamente y luego la pieza de vidrio se inserta en el dispositivo para realizar el refuerzo químico. No hay evidencia de métodos o productos que aprovechen la energía utilizada en el horno para tratar vidrio (por ejemplo, doblado) en donde el vidrio también puede tratarse químicamente, por ejemplo, mediante un proceso de intercambio iónico. La técnica anterior tampoco describe un aparato y un método para la fabricación de vidrio en el que el material de tratamiento químico (baño de sal) puede reutilizarse o cambiarse fácilmente, usando la misma cámara para realizar el proceso de intercambio iónico.

### **Breve resumen de la invención**

- La presente invención se refiere a un aparato y a un método para fabricar sustratos de vidrio que están químicamente tratados o reforzados. El aparato de la presente invención comprende una cámara de tratamiento químico en la que se coloca el sustrato de vidrio, una cámara superior dispuesta sobre dicha cámara de tratamiento químico y medios de drenaje entre ambas cámaras. Además, la cámara de tratamiento químico tiene medios de vertido que pueden colocarse sobre una cámara inferior.

La presente invención describe un método que comprende las siguientes etapas: colocar un sustrato de vidrio en una cámara de tratamiento químico; colocar un material de tratamiento químico sólido sobre un medio de drenaje que está sobre la cámara de tratamiento químico y debajo de una cámara superior; y calentar el material de tratamiento químico sólido hasta el punto de fusión, de modo que dicho material de tratamiento químico se cruce desde la cámara superior a la cámara de tratamiento químico que cubre el sustrato de vidrio.

El método y el aparato de la presente invención reducen entre un 70% y un 99% la cantidad de material de tratamiento químico utilizado para el tratamiento químico del sustrato de vidrio. Además, se facilita la reutilización, el transporte y la eliminación del material de tratamiento químico. Mientras tanto, la cantidad de material de tratamiento químico utilizado, los tiempos de enfriamiento y calentamiento requeridos para la fusión y la solidificación se reducen, lo que resulta en un ahorro de energía en el funcionamiento general del sistema, lo que reduce los costos.

10

### **Breve Descripción de los Dibujos**

La figura 1 es la vista isométrica de una modalidad del aparato de la invención, que muestra la cámara superior, la cámara de tratamiento químico, los medios de drenaje y los medios de vertido.

15

La figura 2 es la vista isométrica de otra modalidad del aparato de la invención, que muestra la cámara superior, la cámara de tratamiento químico, la cámara inferior, los medios de drenaje y los medios de vertido.

20

La figura 3 es una vista en despiece ordenado del aparato mostrado en la figura 2, que muestra los medios de drenaje y vertido.

La figura 4 es una vista en sección transversal del aparato de la figura 2, que muestra los medios de drenaje, los medios de vertido, el sustrato de vidrio y el material de tratamiento químico en estado sólido.

25

La figura 5 es un ejemplo de las formas del sustrato de vidrio.

La figura 6 muestra los pasos del método.

## 5    **Numerales de Referencia de los Dibujos**

- 1: Cámara superior
- 2: Medios de drenaje
- 3: Cámara de tratamiento químico
- 10    4: Medios de vertido
- 5: Cámara inferior
- 6: Sustrato de vidrio
- 7: Material de tratamiento químico

## 15    **Descripción Detallada de la Invención**

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para reforzar sustratos de vidrio (6). En una modalidad el aparato de la presente invención, comprende al menos dos cámaras situadas una encima de la otra y medios de drenaje (2) entre las cámaras. Un material de tratamiento químico (7), en estado sólido, se coloca en la cámara superior (1) y al mismo tiempo se ubica un sustrato de vidrio (6) en la cámara (3). Debe entenderse que un sustrato de vidrio puede ser cualquier pieza de vidrio de cualquier composición que pueda ser reforzada. El sustrato de vidrio (6) es, por ejemplo, un parabrisas que debe someterse a un proceso de intercambio iónico.

25

Al calentar el material de tratamiento químico (7) a su punto de fusión, éste pasa a través del medio de drenaje (2) para que caiga sobre el sustrato de vidrio (6) y llene la cámara (1) donde se encuentra el producto, con el propósito de llevar a cabo un tratamiento químico. La cámara (1) donde se realiza el tratamiento químico tiene medios para verter el material de tratamiento químico (7) en estado líquido, opcionalmente el líquido se vierte en una tercera cámara que puede ubicarse debajo de la cámara de tratamiento químico (3) donde puede enfriarse volviendo a su estado solidificado de nuevo.

30

La presente invención permite la reutilización de material de tratamiento químico (7) que origina ahorro de energía y tiempo a lo largo del proceso de tratamiento químico. En aplicaciones automotrices donde existe la necesidad de doblar el cristal, se puede realizar un proceso de doblado al mismo tiempo mientras el cristal se somete a un proceso de refuerzo químico. Como se señaló anteriormente, en la industria automotriz, el proceso de doblar y el proceso de intercambio iónico ocurren en diferentes momentos del proceso. En primer lugar, el vidrio se templea químicamente y luego se dobla en un horno de flexión. Para grandes piezas de vidrio, el baño de sal en el que se coloca la pieza de vidrio requiere una gran cantidad de energía para fundir la sal, en donde la pieza de vidrio se introduce luego dentro del baño de sal durante varias horas. Después de este proceso, la pieza grande se saca al horno de doblado para que la pieza de vidrio se doble. Este proceso consume energía y tiempo. Por el contrario, la presente invención permite que la pieza de vidrio grande se introduzca en la cámara de tratamiento químico (3) y luego se puede introducir el dispositivo completo con la cámara superior (1) y la cámara inferior (5) en el horno de curvado para aprovechar la energía por dos cosas: (i) fundir la sal iónica; y (ii) doblar la pieza de vidrio al mismo tiempo. Este proceso ahorra tiempo y energía.

La presente invención describe un aparato y un método para fabricar un sustrato de vidrio tratado químicamente (6). El aparato comprende una cámara de tratamiento químico sobre la cual se coloca el sustrato de vidrio (6), una cámara superior (1) dispuesta sobre dicha cámara de tratamiento químico y medios de drenaje (2) entre ambas cámaras. Además, la cámara de tratamiento químico (3) tiene medios de vertido (4) y se coloca sobre una cámara inferior (5).

Con referencia a la figura 1, la presente invención se refiere a un aparato para fabricar sustratos de vidrio tratado químicamente (6), el aparato que comprende: una cámara de tratamiento químico (3) sobre la cual se coloca el sustrato de vidrio (6), una cámara superior (1) colocada sobre dicha cámara de tratamiento químico (3) y medios de drenaje (2) entre la cámara de tratamiento químico (3) y la cámara superior (1) que permite el paso del material de tratamiento químico en fusión (7) a través los medios de drenaje (2) en la cámara de tratamiento químico (3) cuando el material de tratamiento químico (7) se funde a un estado líquido. Después de que se haya llevado a cabo el tratamiento químico (por ejemplo, el proceso de intercambio iónico), el material de tratamiento químico (7) (por ejemplo, una sal iónica) se vierte por los medios de vertido (4) en la cámara inferior (5).

- Como se indicó anteriormente, los sustratos de vidrio (6) de la presente invención pueden estar hechos de soda-cal, vidrio-cerámica, vidrio de borosilicato, aluminosilicato alcalino, aluminosilicato de litio, oxinitruro de aluminio (ALON), óxido de aluminio monocristalino (zafiro), espinela ( $MgAl_2O_4$ ), polímeros como: policarbonato (PC), poliuretano (PU), etileno acetato de vinilo (EVA), ionómeros, butirato de polivinilo (PVB), poliacrilatos, polietileno, poliureas, poliuretanos rígidos, poliésteres y elementos equivalentes conocidos por un experto en la técnica o combinaciones de los mismos.
- 10 Dichos sustratos de vidrio (6) pueden estar hechos para dispositivos electrónicos (por ejemplo, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas, reproductores de video, terminales de datos, computadoras portátiles, etc.), estructuras arquitectónicas (por ejemplo, encimeras o paredes) puertas y lavaplatos de los refrigeradores, etc.), pantallas de información (p. ej., pizarras blancas) y componentes de automóviles (por ejemplo, paneles de
- 15 instrumentos, parabrisas, componentes de ventanas, etc.) y elementos equivalentes conocidos por un experto en la técnica. La presente invención también se dirige a piezas grandes de sustratos de vidrio (6), por ejemplo, piezas de vidrio de hasta 4 m<sup>2</sup>, con curvaturas complejas, por ejemplo, tales como las ejemplificadas en la FIG 5.
- 20 La cámara de tratamiento químico (3) corresponde a un receptáculo en el que están dispuestos el sustrato de vidrio (6) y un material de tratamiento químico líquido (7). Para la presente invención, se entenderá por "tratamiento químico" cualquiera de los siguientes procedimientos: lixiviación, esterilización química e intercambio iónico, que se divide en: cementación, desalinización, temple químico y electroquímico. Particularmente, el
- 25 intercambio iónico es un proceso químico mediante el cual se extraen iones de un cierto tamaño de regiones del sustrato de vidrio (6) y se introducen iones más grandes en las mismas regiones. La incorporación de iones más grandes a la estructura molecular del sustrato de vidrio (6) genera tensiones de compresión en la superficie de dicho producto. El espesor de dichas tensiones de compresión se conoce como "profundidad de caja" y viene
- 30 dado por la profundidad alcanzada por los iones más grandes en la superficie del sustrato de vidrio (6). El intercambio iónico aumenta la resistencia mecánica del sustrato de vidrio (6) en un porcentaje superior al 200%, lo que lo hace más resistente a la rotura.

El material de tratamiento químico (7) es una sustancia o una mezcla de sustancias que se adhieren al sustrato de vidrio (6) propiedades físicas y/o químicas tales como resistencia, dureza, ductilidad, rigidez elástica, plasticidad, tensión, resistencia, dureza, y otras propiedades como reflectancia, color, transparencia, translucidez, etc. El material de  
5 tratamiento químico (7) se selecciona del grupo que comprende intercambiadores iónicos como sales iónicas, aditivos químicos, disolventes líquidos y combinaciones de los mismos.

Particularmente los intercambiadores iónicos comprenden elementos del grupo de los metales alcalinos que es un grupo (columna) en la tabla periódica que consiste en los elementos  
10 químicos litio (Li), sodio (Na), potasio (K), rubidio (Rb), cesio (Cs) y francio (Fr). Los intercambiadores de iones típicos son resinas de intercambio iónico (polímero poroso o gel funcionalizado), zeolitas, montmorillonita, arcilla y humus del suelo. Los intercambiadores de iones son intercambiadores de cationes que intercambian iones cargados positivamente (cationes) o intercambiadores de aniones que intercambian iones cargados negativamente  
15 (aniones). También hay intercambiadores anfóteros que pueden intercambiar cationes y aniones simultáneamente. Sin embargo, el intercambio simultáneo de cationes y aniones puede realizarse de manera más eficiente en lechos mixtos que contienen una mezcla de aniones y resinas de intercambio catiónico, o que pasan la solución tratada a través de diferentes materiales de intercambio iónico. En la presente invención, la sal iónica puede ser  
20 una sal con la fórmula genérica  $ANO_3$ , o una sal iónica mixta (A, B)  $NO_3$ , o una mezcla de las mismas; donde A y B son un metal alcalino (por ejemplo,  $NaNO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $LiNO_3$ , etc.). Además, el disolvente líquido es agua desionizada, agua destilada, agua potable u otro disolvente adecuado.

25 La cámara de tratamiento químico (3) está hecha de un material resistente al calor y resistente a la corrosión porque el aparato de la presente invención podría funcionar dentro de un horno hasta 20 horas y  $500^{\circ}C$  o hasta el punto de tinción del sustrato de vidrio y estar en contacto con elementos corrosivos como bases fuertes, particularmente álcalis, y no con ácidos, oxidantes u otros corrosivos no alcalinos.

30

El material de la cámara de tratamiento químico (3) se selecciona del grupo que consiste en acero inoxidable, cerámica y materiales equivalentes conocidos por una persona versada en la técnica o combinaciones de los mismos. Además, la cámara de tratamiento químico (3)

comprende medios de vertido (4) a través de los cuales se drenan las sustancias líquidas en dicha cámara. Los medios de vertido (4) se seleccionan del grupo que consiste en válvulas, orificios, conductos, poros, membranas y elementos equivalentes conocidos por una persona versada en la técnica o combinaciones de los mismos.

5

La cámara superior (1) corresponde a un receptáculo donde está dispuesto un material de tratamiento químico sólido (7), dicha cámara está hecha de un material resistente al calor y resistente a la corrosión porque el aparato de la presente invención podría funcionar dentro de un horno hasta 20hr y 500 ° C o al punto de tinción del sustrato de vidrio y estar en contacto con elementos corrosivos como bases fuertes, particularmente álcalis, y no con ácidos, oxidantes u otros corrosivos no alcalinos. El material de la cámara de tratamiento químico (3) se selecciona del grupo que consiste en acero inoxidable, cerámica y materiales equivalentes conocidos por una persona versada en la técnica o combinaciones de los mismos.

15 El medio de drenaje (2) corresponde a uno o más elementos que permiten el paso del material de tratamiento químico líquido (7) desde la cámara superior (1) a la cámara de tratamiento químico (3). Dichos medios de drenaje (2) se seleccionan del grupo que consiste en tamiz, malla, perforaciones, válvulas y elementos equivalentes conocidos por una persona versada en la técnica o combinaciones de los mismos.

20

Con referencia a la figura 2 a la figura 4, el aparato de la presente invención comprende una cámara inferior (5) conectada a los medios de drenaje (2), dicha cámara inferior (5) recibe el material de tratamiento químico líquido (7). Al igual que la cámara superior (1) y las cámaras de tratamiento químico (3), la cámara inferior (5) está hecha de un material resistente al calor y resistente a la corrosión porque el aparato de la presente invención podría funcionar dentro de un horno a 20 y 500 ° C o al punto de tinción del sustrato de vidrio y estar en contacto con elementos corrosivos como bases fuertes, particularmente álcalis, y no con ácidos, oxidantes u otros corrosivos no alcalinos. El material de la cámara de tratamiento químico (3) se selecciona del grupo que consiste en acero inoxidable, cerámica y materiales equivalentes conocidos por un experto en la técnica o combinaciones de los mismos.

30

Tanto la cámara superior (1), la cámara de tratamiento químico (3) y la cámara inferior (5) pueden estar conectadas a medios de vibración, para evitar burbujas y áreas de baja

impregnación en el sustrato de vidrio (6), para homogeneizar las sustancias en las cámaras, entre otros efectos técnicos.

5 Como se puede observar, la presente invención no está limitada a una forma, geometría o tamaño particular de la cámara de tratamiento químico (3), la cámara superior (1) y la cámara inferior (5). Además, la invención puede usarse independientemente del tipo de vidrio y/o la composición utilizada.

La presente invención comprende adicionalmente un método para fabricar sustratos de vidrio tratados químicamente (6), que comprende las etapas de: colocar un sustrato de vidrio (6) en una cámara de tratamiento químico (3); colocar un material de tratamiento químico sólido (7) sobre un medio de drenaje (2) que está sobre la cámara de tratamiento químico (3) y debajo de una cámara superior (1); y calentar el material de tratamiento químico sólido (7) hasta el punto de fusión, para que dicho material de tratamiento químico (7) cruce desde la cámara superior (1) a la cámara de tratamiento químico (3) y cubra el sustrato de vidrio (6).

10 Cada uno de los pasos en el método anterior se ilustra en la figura 6a, figura 6b y figura 6c. En la figura 6a se muestra la ubicación del sustrato de vidrio (6) y el material de tratamiento químico sólido (7) con respecto a los elementos del aparato. La Fig . 6b muestra que calentando el material de tratamiento químico sólido (7) hasta su punto de fusión se vuelve líquido y comienza a moverse desde la cámara superior (1) a la cámara de tratamiento químico (3) a través de los medios de drenaje (2). La figura 6c muestra que el material de  
15 tratamiento químico (7) se ha vuelto completamente líquido, ha cruzado los medios de drenaje (2) y está cubriendo el sustrato de vidrio (6) ubicado en la cámara de tratamiento químico (3).

20 En la modalidad ilustrada en la figura 6c, una vez que la fusión del material de tratamiento químico (7) es completada y que cubre totalmente el sustrato de vidrio (6), es posible llevar a cabo una etapa adicional d) en la que el sustrato de vidrio (6) se calienta a una cierta temperatura de tratamiento químico, que se mantiene durante un tiempo igualmente preestablecido. Posteriormente y en referencia a la figura 6d, el material de tratamiento  
25 químico (7) en estado líquido se drena de la cámara de tratamiento químico (3) a través del

medio de vertido (4) y se almacena en la cámara inferior (5) en la que se enfría, se solidifica y se dispone para ser reutilizado más tarde, si así se desea.

5 Con referencia a la figura 6, los medios de vertido (4) son válvulas de compuerta, que se abren para permitir que el material de tratamiento químico líquido (7) pase a la cámara inferior (5). Debe entenderse que pueden implementarse medios de vertido adicionales (4), tales como bombas o cualquier otro medio.

### **Ejemplo 1**

10

Se ha construido un aparato para la producción de sustratos de vidrio tratados químicamente con el objeto de someterlos a un proceso de intercambio iónico. El intercambio iónico tradicional sigue los siguientes pasos: un baño de sal se calienta hasta que alcanza una temperatura en la que la sal pasa de sólido a líquido. Una vez que la sal se licua, se inserta una pieza de vidrio en el baño de sal, lo que permite el intercambio de moléculas de iones. Una vez que el proceso finaliza, el vidrio se extrae del baño y se deja enfriar. Las máquinas tradicionales de intercambio iónico mueven el vidrio desde una cámara de precalentamiento a la cámara de intercambio iónico y llevan el vaso de nuevo desde la sal líquida a la cámara de calentamiento/enfriamiento. Esta secuencia de movimientos es peligrosa para el vidrio. Costosa, y necesita un gran espacio en una planta para acomodar todos el equipo.

20

El ejemplo de la presente invención consistió en un aparato que usa tres cámaras. La primera cámara almacenó la sal sólida. Una vez que la sal se licua, la sal pasa de la cámara superior al medio a través de los medios de drenaje. Una vez que la segunda cámara se llena con sal líquida, el proceso de intercambio iónico se inicia automáticamente. Cada vez que el proceso finaliza, vierte los medios, en este ejemplo, las válvulas dejan que el líquido fluya a la cámara inferior.

25

La presente invención permite el precalentamiento en la misma cámara de intercambio iónico sin la necesidad de una cámara adicional. El calentamiento de vidrio y el intercambio iónico se realizan simultáneamente. La cámara mueve la sal licuada en lugar del vidrio. Además, la cámara permite el cambio de sal más rápido para diferentes tipos de composiciones de acristalamiento.

30

Las cámaras de la presente invención retienen el material de tratamiento químico (por ejemplo, sal iónica) proporcionando tres cámaras en las que la parte superior tiene sitios abiertos lo suficientemente pequeños como para permitir que la sal permanezca en ella a medida que se calienta el sistema. Cuando se alcanza el punto de fusión de la sal, la sal se transfiere a través de los medios de drenaje a la cámara intermedia o cámara de tratamiento químico donde se encuentran la pieza o piezas de vidrio. Luego, la temperatura se ajusta a la temperatura de intercambio iónico deseada. Después de que se realiza el proceso de intercambio iónico, se abre una válvula en la segunda cámara, permitiendo que la sal se almacene en la cámara inferior. Luego, la temperatura del sistema se reduce permitiendo que el vidrio se enfríe y al mismo tiempo la sal se solidifica en la cámara inferior.

En diferentes modalidades de la presente invención, la cámara inferior puede eliminarse e intercambiarse mediante un mecanismo para hacer girar la cámara con el fin de separar la sal de la pieza de vidrio.

Las modalidades adicionales de la presente invención pueden incluir un sistema de calentamiento que evita la necesidad de un horno externo. La presente invención puede incluir cualquier sistema de calentamiento que permita que el proceso de la presente invención se lleve a cabo por sí mismo. Esta modalidad aumentaría la eficacia del proceso de calentamiento del material de tratamiento químico y la pieza de vidrio.

En modalidades adicionales, las cámaras de la presente invención pueden tener medios de aislamiento para controlar la temperatura individualmente en cada cámara. Esta modalidad puede tener medios de control electrónico para controlar por separado la temperatura por cualquier medio en cada una de las cámaras. La presente invención ha mostrado ventajas en términos de menor uso o cambio del material de tratamiento químico. Un experto en la técnica entiende que en la industria del automóvil, las sales de baño para el tratamiento de intercambio de iones son costosas. La modalidad ejemplificada se construyó con las siguientes dimensiones:

- **Dimensión de la cámara superior:** 2,9 m de largo, 3,2 m de ancho, 0,1 m de alto.  
Volumen 0.92m<sup>3</sup>

- **Medios de drenaje** Hoja con perforaciones
- **Cámara de tratamiento químico:** 1,65m de largo, 1,85m de ancho, 0,3m de alto. Volumen 0.92m<sup>3</sup>
- **Medios de vertido:** Válvula
- 5    - **Cámara inferior** 2,9m de largo, 3,2m de ancho, 0,1m de alto. Volumen 0.92m<sup>3</sup>
- **Material:** Acero inoxidable

El aparato descrito anteriormente se colocó en un horno, con las siguientes disposiciones:

- 10    - Una pieza de hoja Gorilla Glass® se dispuso en la cámara de tratamiento químico
- Se colocaron 1000 kg de NaNO<sub>3</sub> (con una densidad de 1100 Kg / m<sup>3</sup>) en la cámara superior;
- La temperatura de calentamiento varió a alrededor de 420 °C durante 4 horas;
- El CS resultó en 851;
- 15    - La profundidad de la capa (DOL) resultó en 30 um.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada son meramente de ejemplo, y están destinadas a proporcionar una visión general o un marco para comprender la naturaleza y el carácter de las reivindicaciones. Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una mayor comprensión, y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos ilustran una o más modalidades, y junto con la descripción sirven para explicar los principios y el funcionamiento de las diversas modalidades.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para fortalecer sustratos de vidrio con un material de tratamiento químico, que comprende:
  - a) una cámara de tratamiento químico sobre la que se coloca el sustrato de vidrio;
  - b) una cámara superior sobre dicha cámara de tratamiento químico en la que se coloca el material de tratamiento químico; y
  - c) medios de drenaje entre la cámara de tratamiento químico y la cámara superior en donde el material de tratamiento químico se funde desde la cámara superior a la cámara de tratamiento químico cuando se calienta el material de tratamiento químico;en el que opcionalmente la cámara de tratamiento químico tiene medios de vertido para reciclar el material de tratamiento químico.
2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende una cámara inferior (5) conectada a la cámara de tratamiento químico con medios de drenaje (2).
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la cámara de tratamiento químico (3) o la cámara superior están conectadas independientemente a los medios de vibración.
4. El aparato de la reivindicación 2, en el que la cámara inferior (5) está conectada a medios de vibración.
5. Un método para reforzar sustratos de vidrio, que comprende los pasos de:
  - a) colocar un sustrato de vidrio en una cámara de tratamiento químico;
  - b) colocar un material de tratamiento químico sólido sobre un medio de drenaje que está ubicado sobre la cámara de tratamiento químico y debajo de una cámara superior; y
  - c) calentar el material de tratamiento químico sólido hasta el punto de fusión, de modo que dicho material de tratamiento químico se cruce desde la cámara superior a la cámara de tratamiento químico y cubra el sustrato de vidrio.

6. El método de la reivindicación 5, en el que después de la etapa c) hay una etapa d) en la que el sustrato de vidrio (6) se calienta a una temperatura de tratamiento químico.

7. El método de la reivindicación 5, en el que el material de tratamiento químico (7) en fase líquida se vierte desde la cámara de tratamiento químico (3) a una cámara inferior (5) mediante medios de vertido (4).

# FIGURAS

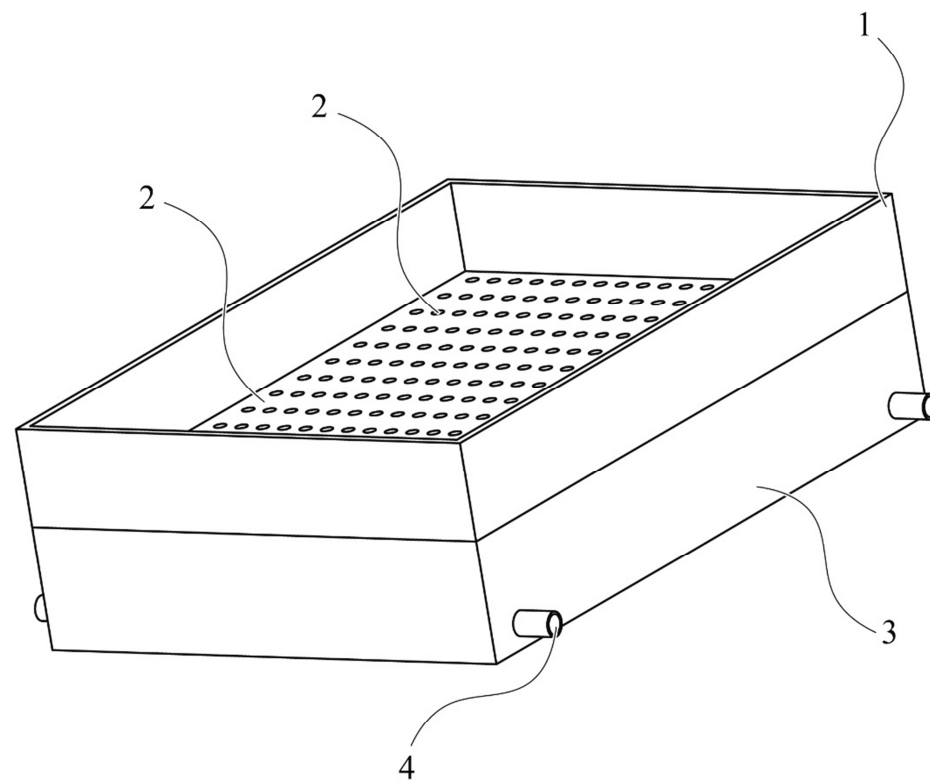


FIG. 1

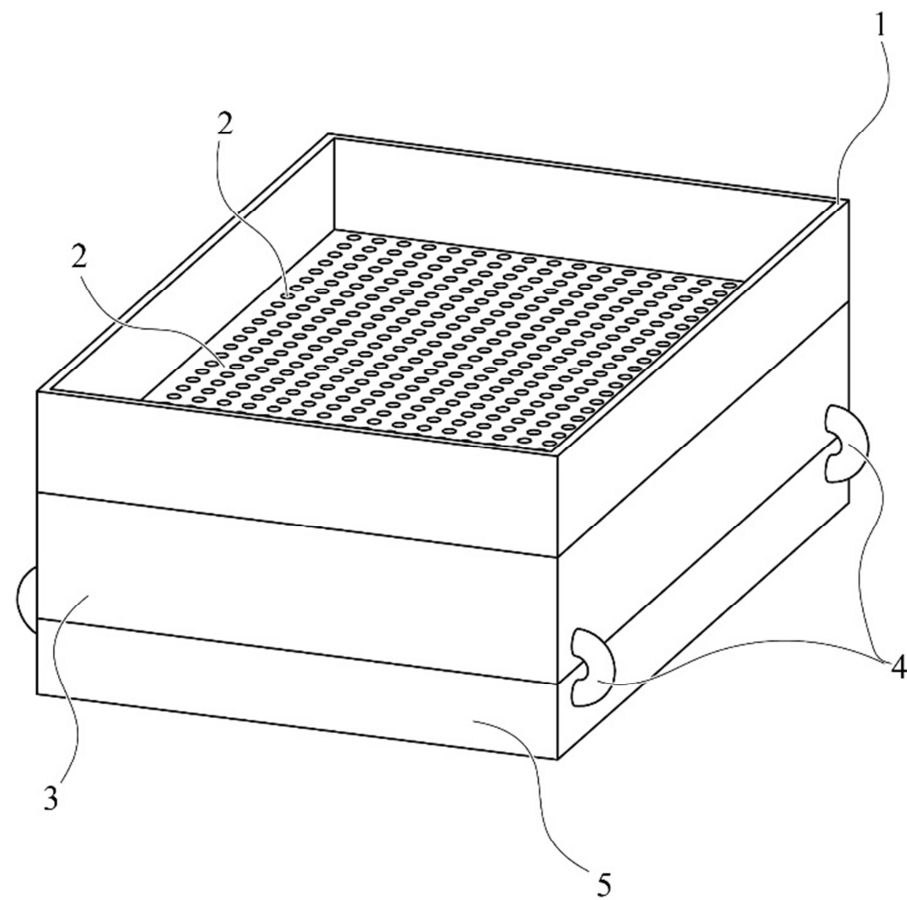


**FIG. 2**

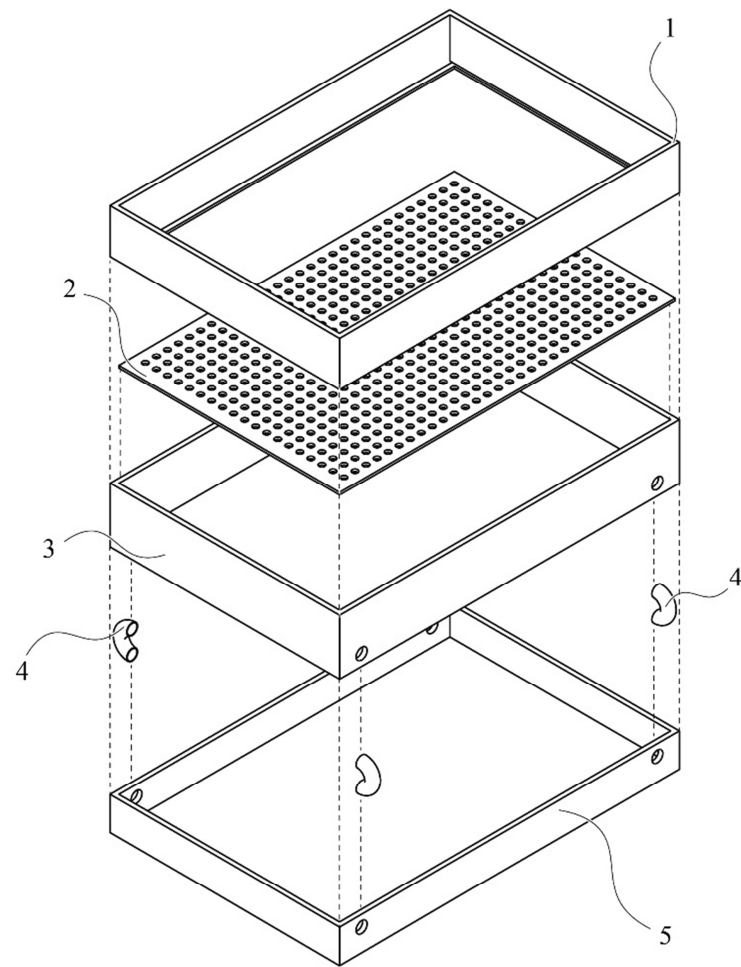


**FIG. 3**

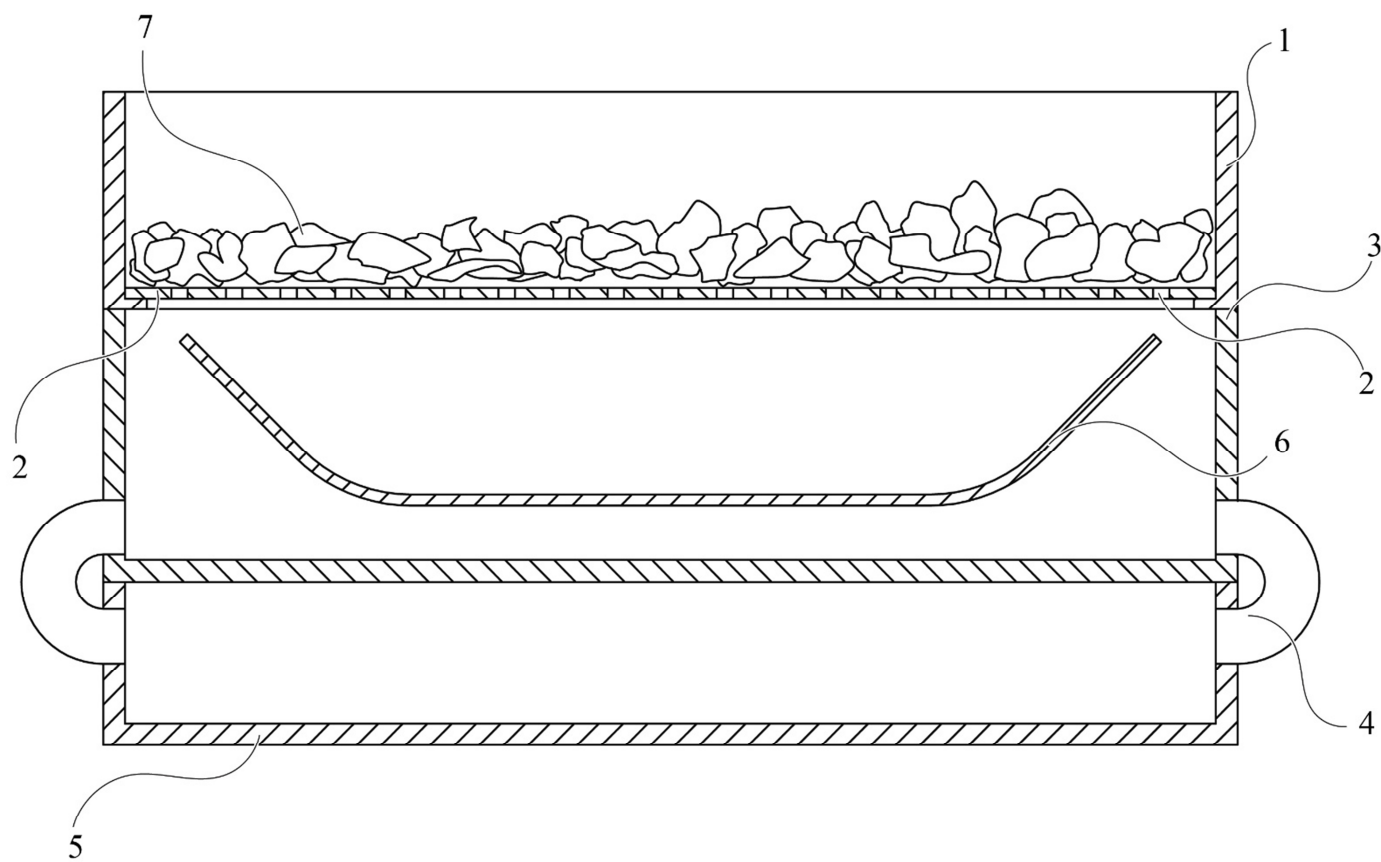


**FIG. 4**

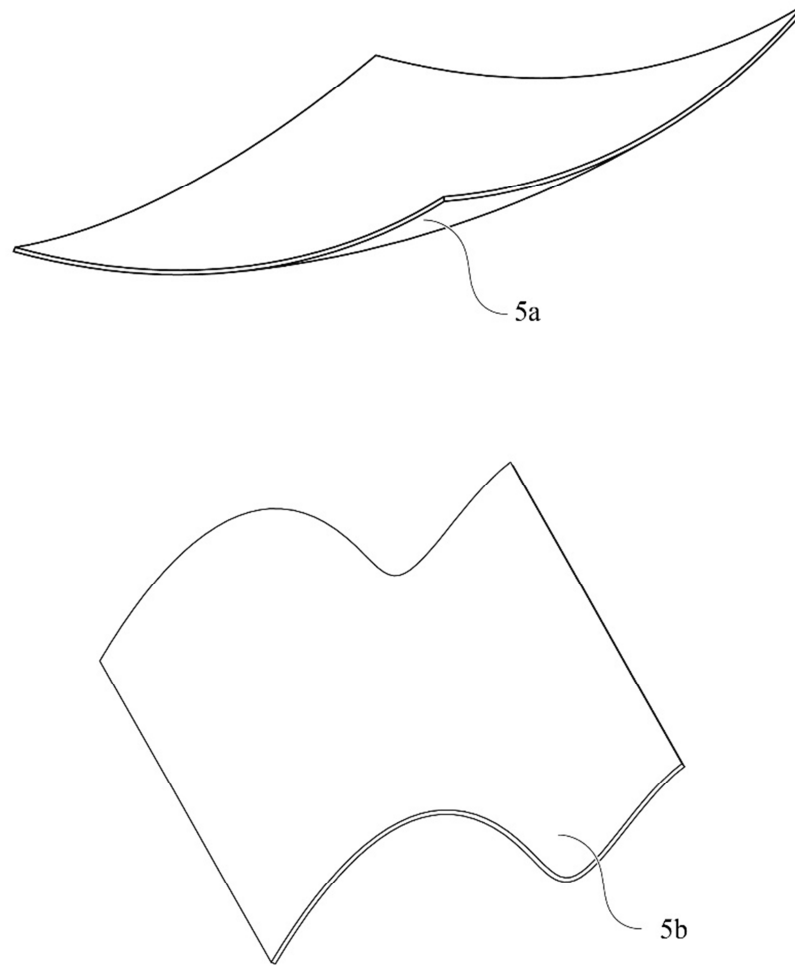


**FIG. 5**

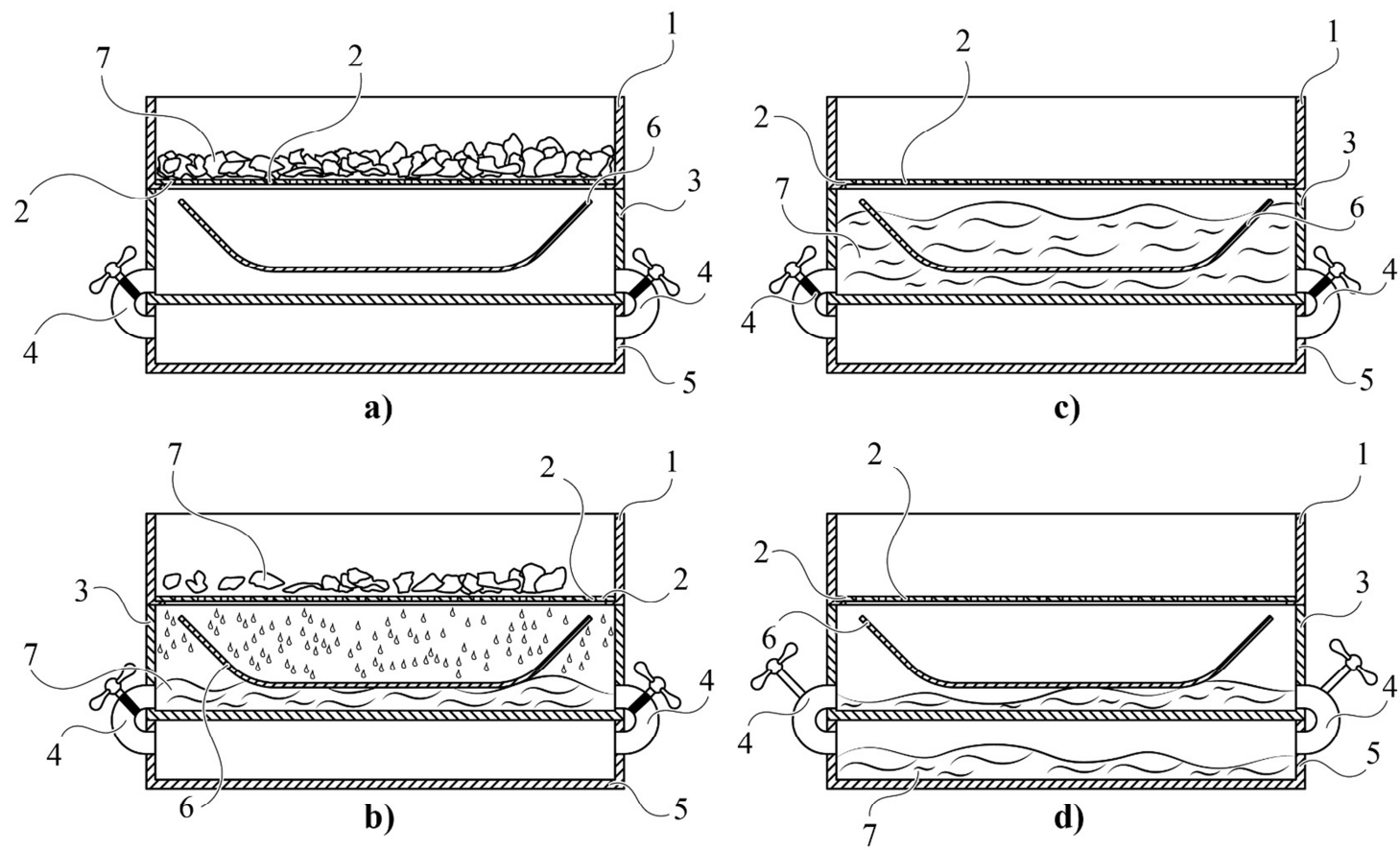


FIG. 6