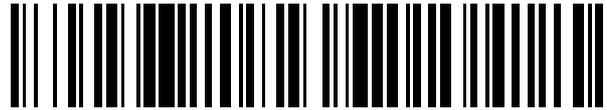


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 739**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/05** (2006.01)

**F24J 2/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2012 E 12759258 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015 EP 2739915**

54 Título: **Mejoras en los tubos receptores de colectores solares**

30 Prioridad:

**04.08.2011 IT MI20111492**

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

**03.09.2015**

73 Titular/es:

**SAES GETTERS S.P.A. (100.0%)**

**Viale Italia 77**

**20020 Lainate MI, IT**

72 Inventor/es:

**URBANO, MARCO;**

**SANTELLA, GIANNI;**

**VIALE, LUCA y**

**CONTE, ANDREA**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Carlos**

**ES 2 544 739 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

Mejoras en los tubos receptores de colectores solares

- 5 La presente invención se refiere a mejoras en los tubos receptores de colectores solares, en particular a un sistema "getter" (de adsorción de gases), para controlar la cantidad de hidrógeno en una instalación que utiliza tubos receptores conectados en serie entre sí.
- 10 Los colectores solares se están convirtiendo en una fuente de energía alternativa de importancia creciente. Uno de los problemas de estos colectores está relacionado con la presencia de hidrógeno, incluso a niveles reducidos. De hecho, en los tubos receptores de los colectores solares la presencia de hidrógeno es perjudicial dado que aumenta la conductividad térmica desde el cuerpo tubular central, en el que circula un fluido de extracción del calor hacia el exterior del tubo receptor, disminuyendo de este modo progresivamente su eficiencia. En algunos tipos de tubos receptores, tales como los que utilizan aceites diatérmicos, los problemas relacionados con la presencia de hidrógeno son de especial importancia dado que el fluido que circula en el interior del cuerpo central tiende a descomponerse a temperaturas elevadas, generando hidrógeno.
- 15 Asimismo, en las nuevas generaciones de tubos receptores, que utilizan un fluido de un tipo diferente para extraer el calor a temperaturas elevadas, el problema relacionado con la presencia de hidrógeno y el consiguiente empeoramiento de las características del dispositivo es de especial importancia, dado que a dichas temperaturas existe una mayor desgasificación de gas hidrógeno desde las partes metálicas del receptor.
- 20 Un problema adicional en el interior de los tubos receptores de los colectores solares está relacionado asimismo con el posicionado correcto del material "getter", y a los medios utilizados para su almacenamiento, es decir, al sistema "getter" y a cómo interactúa con los demás componentes del tubo receptor del colector solar.
- 25 En particular, existen tres aspectos problemáticos diferentes relacionados con la temperatura de funcionamiento del tubo receptor y con la temperatura del material "getter" en el interior del sistema "getter".
- 30 Por un lado, la temperatura del material "getter" en condiciones operativas no debe ser excesivamente alta, estando comprendida idealmente entre 200 y 400°C, dado que a temperaturas más elevadas existe un marcado empeoramiento en la capacidad del sistema para absorber hidrógeno; por otro lado, a temperaturas más bajas existe un empeoramiento de la capacidad del sistema "getter" para extraer otros gases presentes en el sistema, tales como N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e hidrocarburos. En realidad, incluso aunque el hidrógeno es el elemento gaseoso más perjudicial para el tubo receptor, asimismo la acumulación de otros elementos gaseosos ocasiona su decrecimiento progresivo.
- 35 En un segundo aspecto, la temperatura juega un papel muy importante durante la fase de acondicionamiento y desgasificación del tubo receptor del colector solar. En este caso, uno de los procedimientos de desgasificación más comunes contempla el calentamiento del tubo receptor por medio de resistencias eléctricas internas, mediante un flujo de corriente o un calentamiento en una estufa con unas temperaturas máximas que dependen tanto del tipo del tubo receptor (aceite diatérmico o sales fundidas) como de la resistencia termomecánica de la unión cristal-metal. Es fundamental que durante esta fase exista asimismo la activación del sistema "getter", que en consecuencia deberá estar concebido de tal forma que lleve el material contenido en su interior a temperaturas más elevadas de 300°C.
- 40 Un tercer aspecto, de menor importancia con respecto a los dos mencionados anteriormente, pero que puede impactar de manera significativa en la funcionalidad del sistema "getter" en el interior de los tubos colectores, está relacionado con el hecho de que las instalaciones de colectores solares contemplan la utilización de una serie de elementos conectados en serie. En particular en una instalación típica existen entre 100 y 150 tubos receptores, teniendo cada tubo receptor una longitud aproximada de 4 metros. El número de elementos puede variar de una manera significativa dependiendo de diversos parámetros, tales como su situación geográfica, que determina asimismo limitaciones en el número de elementos a conectar en serie. De hecho, el fluido de extracción de calor está relativamente frío en los primeros elementos, pero su temperatura aumenta progresivamente hasta el elemento final, en el que el fluido que ha alcanzado la temperatura más elevada sale para ir hacia los intercambiadores térmicos. De este modo, el número óptimo de elementos en una instalación está determinado por el equilibrio para obtener una temperatura suficientemente elevada para conseguir un intercambio térmico eficiente, pero no excesivamente alta para evitar poner en peligro la integridad estructural del sistema, por ejemplo, llevando el fluido de extracción del calor a una temperatura excesiva, que ocasione su deterioro; la temperatura máxima en el caso de aceites es de aproximadamente 400°C, mientras que en el caso de sales es de aproximadamente 550°C.
- 45 Temperaturas más elevadas podrían conducir asimismo a una desgasificación excesiva que podría degradar rápidamente las condiciones de vacío en el interior de los elementos próximos a la salida. A este respecto, en el sector técnico, el nivel habitual de vacío requerido para garantizar un aislamiento térmico eficiente es igual o menor que 10<sup>-4</sup> mbar.
- 50 Los problemas y las limitaciones relacionados con las temperaturas requieren algunas soluciones específicas que pueden diferir según el tipo de tubo receptor. Más concretamente, a continuación, se hará referencia a tubos
- 55
- 60
- 65

receptores a altas temperaturas de trabajo, cuyos tubos pueden alcanzar temperaturas superiores a 450°C, tales como los que utilizan sales fundidas, mientras que el término tubos receptores que funcionan a temperaturas de trabajo moderadas, se hace referencia a tubos cuyas temperaturas de trabajo no superan los 450°C, tales como los tubos receptores que utilizan aceites diatérmicos como fluido de enfriamiento.

5 Por consiguiente, de manera ideal, el sistema "getter" debería interactuar con el tubo receptor de un modo algo distinto dependiendo de la posición del tubo receptor en la secuencia que constituye la instalación, dado que una solución capaz de superar este problema mejoraría la eficiencia global de la instalación.

10 Las soluciones conocidas en la técnica no son capaces de abordar todos estos aspectos al mismo tiempo. Por ejemplo, la patente U.S.A. 6.832.608 muestra un sistema "getter" en forma de un patín que contiene pastillas de material "getter", enfocándose de este modo únicamente en los aspectos relacionados con la temperatura excesiva del material, dado que la función técnica del patín es la de proteger el material "getter" contra la radiación solar y las partes del colector a temperatura más elevada.

15 Un problema similar se ha identificado también en la solicitud de patente internacional WO 2011/039281 que describe varias formas geométricas y soluciones, cuyo propósito es la protección del material "getter" de la radiación solar concentrada entrante.

20 El documento DE-A-10 2009 045 100 da a conocer un tubo receptor de un colector solar según el preámbulo de la reivindicación 1. El objetivo de la presente invención es el de solucionar los problemas todavía presentes en la técnica conocida, con una solución capaz de abordar los temas relacionados con la temperatura correcta del material "getter" en un tubo receptor de un colector solar. Dicho objetivo se consigue con un tubo receptor de un colector solar que contiene un elemento tubular central en el que circula un fluido de extracción de calor, un  
25 elemento tubular exterior que actúa como una envolvente, un elemento con una longitud variable para la compensación de la diferente dilatación térmica de los dos elementos tubulares, y un sistema "getter" que comprende un recipiente que aloja polvo de material "getter", teniendo este recipiente una forma sustancialmente toroidal y está dispuesto alrededor del elemento tubular central, caracterizado porque dicho recipiente aloja pastillas cilíndricas de polvo comprimido de material "getter", teniendo la sección transversal del recipiente una anchura comprendida entre  $1,05 \cdot i$  y  $1,2 \cdot i$ , en la que  $i$  es la dimensión lateral global de las pastillas cilíndricas del material  
30 "getter" en la sección transversal del recipiente.

Con el término "envergadura lateral" ("lateral encumbrance") se entiende la envergadura que presentan las pastillas del material "getter" con respecto a la anchura de la sección transversal del recipiente toroidal, es decir, la dimensión lateral global de las pastillas cilíndricas del material "getter" en la sección transversal del recipiente.

35 La invención se mostrará adicionalmente con la ayuda de las figuras siguientes, en las que:

- 40 • la figura 1 muestra una representación esquemática de una vista superior de un sistema "getter" para tubos receptores según la presente invención,
- la figura 2 muestra la sección transversal -II-II- de la figura 1,
- 45 • la figura 3 muestra una realización alternativa del sistema "getter" mostrado en la figura 1,
- las figuras 4 y 5 muestran vistas en sección transversal de la realización de la figura 2 con dos disposiciones alternativas de las pastillas del material "getter",
- 50 • las figuras 6 y 7 muestran dos realizaciones diferentes de medios de anclaje al elemento tubular central de los sistemas "getter" en los tubos receptores según la presente invención,
- las figuras 8A y 8B muestran respectivamente dos colocaciones diferentes de otra realización de los medios de anclaje,
- 55 • la figura 9 muestra algunas posibles realizaciones de medios elásticos para ser utilizados en el interior de los sistemas "getter",
- la figura 10 muestra un sistema "getter" que comprende medios elásticos en contacto con las pastillas del material "getter",
- 60 • la figura 11 muestra una realización alternativa preferente de un sistema "getter" según la presente invención.

65 En las figuras, las dimensiones y las proporciones dimensionales de los elementos, con particular pero no exclusiva referencia al tamaño de las mallas de la red de retención o a las pastillas de los polvos comprimidos del material "getter", pueden estar alteradas para mejorar la comprensión de la invención. Además, los elementos presentes

opcionalmente tales como, por ejemplo, puntos de soldadura o limitaciones de la red de contención, así como los elementos constitutivos de un tubo receptor no han sido representados, dado que no son esenciales para la comprensión de la invención.

5 Uno de los problemas presentes de los materiales "getter" utilizados en forma de pastillas de polvo comprimido, especialmente cuando son utilizadas para la eliminación de hidrógeno del volumen interno de dispositivos cerrados, tal como en el caso de los tubos receptores de colectores solares, está relacionado con el fenómeno del hinchado como consecuencia de la absorción de niveles de hidrógeno significativos que coincide asimismo con un fenómeno de fragilidad de la estructura de la pastilla debido a la formación de hidruro. La aparición y la intensidad de estos  
10 fenómenos no es fácilmente previsible *a priori*, dado que vienen determinados por la carga gaseosa. El problema observado es que incluso antes de que se agote la capacidad de las pastillas del material "getter", los fenómenos antes mencionados conducen a una progresiva disgregación de las pastillas con la consiguiente generación de polvo del material "getter".

15 Algunos de los sistemas "getter" utilizados en los tubos receptores de los colectores solares contemplan medios para retener los polvos, sin embargo, estos medios están dimensionados habitualmente de tal manera que retienen una parte del polvo suelto, por ejemplo, como consecuencia de la colocación de las pastillas en su soporte de alojamiento. Dichos medios no son eficientes cuando existe una generación de polvo excesiva como consecuencia de la disgregación de las pastillas. En particular cuando se utilizan estructuras de red, las mallas están sometidas a  
20 fenómenos de obstrucción (conocidos con el término inglés "clogging") si son suficientemente estrechas para retener todas las granulometrías de polvo que se pueden desprender de la estructura de la pastilla, poniendo de este modo en peligro la capacidad del sistema "getter" para extraer gases antes del agotamiento de la capacidad del material "getter" presente en el mismo. Por el contrario, si las mallas están dimensionadas para retener solamente los polvos con la granulometría más grande, los polvos más finos se dispersarán en el interior del recipiente, creando de este  
25 modo diferentes tipos de problemas entre los cuales la pérdida de transparencia de la superficie interior del elemento tubular externo es el más evidente y perjudicial.

El último tipo de solución está descrito en la solicitud de patente internacional WO 2010/144930 que trata del problema de la limitación del polvo, pero no aborda modos de evitar la generación de polvo, teniendo en cuenta que  
30 en la realización principal y preferente de esta solicitud de patente los materiales "getter" son utilizados en forma de polvo. Otras consideraciones similares son aplicables asimismo al documento WO 2011/039281, antes mencionado, que tampoco describe ni da a conocer las posibilidades y ventajas que se derivan de la utilización de un recipiente que tenga una forma geométrica toroidal.

35 Los inventores han determinado que, a diferencia de la técnica conocida, la utilización de un sistema "getter" con un soporte que tiene una forma sustancialmente toroidal ofrece diversas ventajas, en particular un montaje más fácil en el colector solar, una mayor flexibilidad que presenta dicha forma geométrica con respecto a su fijación y a la posibilidad de adaptar la misma solución a diferentes tipos de tubos receptores (de sales fundidas o de aceites diatérmicos) mediante la adopción de unas mínimas variaciones estructurales de los sistemas "getter".

40 Además, un sistema "getter" con una forma geométrica sustancialmente toroidal presenta asimismo ventajas secundarias relacionadas con la eliminación de los tubos receptores o a necesidades de reprocesado debidas a los defectos que han sido detectados durante el proceso de fabricación. En realidad, en ambos casos es necesario recuperar los sistemas "getter". Un sistema "getter" estándar realizado según la técnica conocida, es decir, con una  
45 forma geométrica lineal (por ejemplo, un patín) soldado al tubo central, es difícil de recuperar manteniéndolo integrado en su estructura o en sus propiedades funcionales durante su extracción del tubo receptor. Este sistema conocido, durante las operaciones de eliminación de un tubo receptor agotado, conduce a la generación de polvo del material "getter" que por su impacto ambiental y por razones de seguridad precisa ser recogido por medio de un sistema de aspiración adecuado. Por otra parte, en caso de reprocesado de un tubo receptor existe riesgo, tanto de  
50 un daño irreversible al sistema "getter", y en cualquier caso, de un fenómeno de generación de polvo, aunque éste es menos acusado que en el caso de un tubo agotado. Un sistema con una forma geométrica sustancialmente toroidal permite que en vez de recuperar el sistema "getter" sin dañarlo, dicho sistema puede ser eliminado más fácilmente en caso de tubos agotados, o reutilizarlo en caso de que el tubo deba ser reprocesado.

55 Además, tal como se describirá a continuación, la forma geométrica sustancialmente toroidal permite abordar de manera más eficiente el problema de la temperatura correcta del material "getter" en el interior del sistema "getter".

Una primera realización del soporte para el material "getter" según la presente invención se muestra en una representación esquemática de una vista superior en la figura 1 y en una sección transversal a lo largo del eje -II-II-  
60 en la figura 2. El recipiente metálico del sistema "getter" -10- tiene una forma sustancialmente toroidal, sobre cuya base -11- están dispuestas las pastillas -12-, -12'-, -12"- del material "getter". La base -11- es maciza, así como lo son las partes que definen la altura del toroide, es decir, la pared interior -13- y la pared exterior -14- del recipiente, que está cerrado por la parte superior mediante unos medios de retención -15- adecuados que, en el caso más común, tal como el mostrado en las figuras 1 y 2, comprende una red metálica para retener el polvo que  
65 posiblemente se podría desprender de las pastillas del material "getter". Dicha red metálica, tiene habitualmente orificios con aberturas comprendidas entre 0,05 y 0,2 mm. La sección transversal de la figura 2 muestra la

posibilidad de que el recipiente aloje más filas de pastillas superpuestas, indicadas con las parejas -12-, -22- y -12'-, -22'-.

5 En caso de orificios circulares, los valores indicados anteriormente se refieren a su diámetro, o en otro caso a la dimensión máxima de las aberturas de la red.

10 Una realización alternativa y equivalente contempla como medio de retención una cinta metálica cerrada que tiene aberturas en las que está presente una red metálica o, de manera equivalente, un tabique poroso, o bien la cinta metálica está completamente cerrada pero su anchura es más amplia con respecto a la corona toroidal, definida por medio de la anchura de la base -11- o, de manera equivalente, por la distancia entre las paredes -13- y -14-. Este último tipo de realización se muestra en la figura 3 en su representación esquemática de la vista en sección transversal con respecto al eje -II-II-. En este caso, una hendidura -16- que discurre a lo largo de la circunferencia del recipiente está dispuesta entre los medios de retención -17- y una pared del recipiente, más específicamente la pared interior -13-. La anchura de la hendidura -16- está comprendida entre 0,05 y 0,2 mm, de tal modo que retiene polvo del material "getter" que se desprende de las pastillas y al mismo tiempo permite que el material "getter" elimine elementos gaseosos, con particular referencia al hidrógeno, de la atmosfera interior del tubo receptor.

20 Para no afectar a la funcionalidad del sistema "getter" es necesario que las pastillas del material "getter" no pierdan una parte excesiva de polvo, de tal modo que la solución descrita en la presente invención permite ralentizar dentro de lo posible su formación, esencialmente mediante la utilización de un tubo receptor del colector solar que contiene un sistema "getter" con una forma geométrica sustancialmente toroidal, que aloja las pastillas de material "getter", en el que la anchura de la sección transversal del recipiente toroidal (es decir, la distancia entre las paredes laterales -13- y -14-, tal como se ha mostrado anteriormente como ejemplo en las figuras 1 a 3) es ligeramente mayor que la envergadura lateral, a saber, en el sentido de la anchura de la corona toroidal de las pastillas del material "getter". En particular, la anchura de la sección transversal del recipiente está comprendida entre  $1,05*i$  y  $1,2*i$  en que  $i$  representa la envergadura lateral total (que tiene en cuenta la posibilidad de tener más filas alineadas) de las pastillas de material "getter". Una sección transversal del recipiente excesivamente estrecha podría conducir a tensiones en la estructura de las pastillas como consecuencia de su hinchado, mientras que una sección transversal excesivamente ancha podría conducir a una envergadura indebida del recipiente y a la posibilidad de que las pastillas se fragmenten al chocar contra las paredes del recipiente durante el transporte del sistema "getter" o a su instalación en el colector solar, produciendo de este modo en ambos casos una generación de polvo así como un incremento del número de fuentes de polvo.

35 La determinación de dichos valores de la anchura no es nada sencilla, dado que debe tener en cuenta fenómenos que no son observables fácilmente en un sistema "getter" "nuevo", es decir, un sistema recién activado o un sistema que todavía no ha estado expuesto a cargas de H<sub>2</sub> significativas. Por el contrario, dichos fenómenos solamente pueden ser observados únicamente una vez que el sistema ha absorbido una cantidad significativa de hidrógeno, teniendo asimismo en cuenta los requisitos específicos de la aplicación con respecto a la pérdida de partículas y a la vida útil esperada del dispositivo, que debería ser como mínimo de 10 años.

40 Existen esencialmente tres posibilidades para disponer las pastillas en el interior del recipiente. El primer modo está representado en la figura 1, en el que las pastillas están situadas horizontalmente sobre la base -11- del recipiente, es decir, el eje de las pastillas (cilíndricas) del material "getter" es sustancialmente paralelo al eje del recipiente toroidal. En este caso, suponiendo que todas las pastillas tengan el mismo diámetro, la envergadura lateral  $i$  coincide sustancialmente con el diámetro  $d$  de las pastillas -12-, -12'-, -12"- del material "getter".

50 Tal como se ha descrito anteriormente, en este caso es posible asimismo disponer más filas de pastillas del material "getter", una sobre la otra, tal como en el ejemplo mostrado en la figura 2, en la que están presentes dos capas de pastillas superpuestas, comprendiendo la primera capa las pastillas -12-, -12'- y comprendiendo la segunda capa las pastillas -22-, -22'-.

55 En particular, tal como se muestra en las figuras 1 y 2, la parte superior -15- que cierra el recipiente, incluso aunque no esté lleno y por consiguiente ejerza una fuerza menor sobre la pastilla hinchada, podría conducir también al mismo fenómeno de la generación incontrolada de polvo debido a la adsorción de hidrógeno, de tal modo que es preferente que la altura del recipiente se determine asimismo de acuerdo con la altura  $h$  de las pastillas cilíndricas y el número  $n$  de capas de pastillas superpuestas. En particular, la altura del recipiente está comprendida ventajosamente entre  $n*h*1,05$  y  $n*h*1,2$ .

60 La figura 4 muestra una vista, en sección transversal, de un recipiente toroidal -20- según la presente invención, en el que, sin embargo, las pastillas cilíndricas -22-, -22'- están dispuestas verticalmente, de manera que sus ejes son sustancialmente ortogonales al eje del recipiente y no se cruzan con el mismo.

65 En este tipo de disposición, en caso de que todas las pastillas tengan el mismo diámetro  $d$ , la envergadura lateral  $i$  viene dada por el diámetro de las pastillas de material "getter". En este caso, la realización preferente contempla un recipiente con una altura comprendida entre  $1,05*d$  y  $1,2*d$ .

La figura 4 muestra un cerramiento -25- mediante una malla perforada, sin embargo es posible adoptar un elemento de cerramiento diferente para el recipiente que es absolutamente equivalente desde un punto de vista funcional (a saber, permite el acceso al material "getter" del gas a extraer y una acción de retención del polvo) como un ejemplo no limitativo la tipología mostrada en la figura 3, es decir, una banda completa -17- que deja una hendidura -16- que discurre a lo largo de un borde del recipiente toroidal del sistema "getter".

De manera similar, la figura 5 muestra un recipiente -30- del tipo mencionado anteriormente, que comprende filas de pastillas -32-, -33- de material "getter" dispuestas verticalmente, en las que sus eje son sustancialmente ortogonales al del recipiente, pero en este caso el eje de las pastillas se cruza con el eje del recipiente. En esta disposición, la envergadura lateral  $i$ , en caso de pastillas que tengan la misma altura  $h$ , viene dada por la altura  $h$  multiplicada por el número de pastillas dispuestas en capas a lo largo en una fila entre las paredes laterales del recipiente.

En una realización adicional preferente, particularmente útil en caso de tubos receptores que utilizan aceites diatérmicos, el recipiente está formado por partes fabricadas por lo menos de dos materiales diferentes que presentan una emisividad  $\epsilon$  diferente. En particular, el recipiente está fabricado con materiales de una emisividad baja, lo que significa que  $\epsilon \leq 0,2$ , junto con materiales con una emisividad elevada, lo que significa que  $\epsilon \geq 0,8$ , en el que el material de emisividad baja se utiliza para fabricar partes o componentes del recipiente situadas frente a las zonas del tubo receptor a la temperatura más baja, es decir, las partes que no están situadas frente al tubo central, tales como, por ejemplo al considerar la figura 1, la pared exterior -14-. Por el mismo motivo, la pared interior -13- está fabricada de manera ventajosa con un material de emisividad elevada. No obstante, este tipo de solución podría ser utilizado ventajosamente asimismo en tubos receptores de colectores solares con formas geométricas diferentes, tales como las descritas en la patente U.S.A. 6.832.608, asimismo en este caso mediante la utilización de materiales de emisividad baja para la parte del patín que contiene las pastillas del material "getter", cuya parte está situada frente al elemento tubular externo.

Existen diferentes posibilidades para fijar el sistema "getter" en el interior del tubo receptor, entre las cuales es particularmente ventajosa la utilización de una estructura metálica sustancialmente toroidal dotada de medios de anclaje elásticos para retener el recipiente en el tubo central.

Para tener una fijación eficiente es necesario que los medios de anclaje sean por lo menos tres, preferentemente separados a distancias iguales uno de otro con el objeto de distribuir mejor la carga sobre el tubo central. Además dichos medios de anclaje son preferentemente flexibles, es decir, capaces de deformarse para retener el recipiente al elemento tubular central del tubo receptor. El término flexible significa, tanto elementos elásticos, es decir capaces de volver a su forma si el recipiente es extraído del elemento tubular central, así como elementos que han sido deformados de forma irreversible como consecuencia de la operación de montaje.

En las figuras 6 y 7 se muestran dos realizaciones posibles. La figura 6 muestra una vista, en sección transversal, de un sistema "getter" -310-, según la presente invención, que aloja pastillas -312-, -312'- de material "getter" dispuestas verticalmente. Unos medios elásticos de anclaje -313-, -313'-, -313"- en forma de ganchos están fijados sobre la base -311- del recipiente -310-. Un sistema "getter" fabricado según la realización de la figura 6 tiene cuatro puntos de anclaje, mostrándose tres de ellos en la figura.

En la figura 7 se muestra una realización alternativa y absolutamente equivalente, en la que la base -321- del sistema "getter" -320- tiene ocho medios de anclaje, mostrándose cinco de ellos -323-, -323'-, -323"-, -323'''-, -323''''- en la figura en forma de elementos laminares metálicos deformables.

El modo preferente, por motivos prácticos y de eficiencia de fijar los medios de anclaje al recipiente, es por medio de soldadura.

Una solución alternativa y particularmente ventajosa es la representada en las figuras 8A y 8B, en las que el sistema "getter" -40- contiene dos capas de pastillas -41-, -41'-, -42-, -42'- de material "getter" dispuestos horizontalmente (esto es completamente equivalente en el caso en que las pastillas estén dispuestas verticalmente). La tapa perforada -43- del recipiente se extiende hacia el interior y presenta cortes sustancialmente radiales que definen una serie de aletas metálicas -44-, -44'-, -44''-. En este caso, todas las aletas que no están dobladas se convertirán en medios de anclaje al elemento tubular central, tal como se muestra en la figura 8b, en la que las aletas -45-, -45'-, -45''- que no están dobladas se convierten en medios de anclaje del sistema "getter" toroidal al elemento tubular central del tubo receptor.

En una realización particular, dichos medios de anclaje presentan una buena conductividad térmica, a saber una conductividad térmica mayor o igual a 50 W/m °C. Este tipo de solución es particularmente ventajoso cuando se utilizan tubos receptores del colector solar a temperaturas de trabajo moderadas, tales como los que utilizan aceites diatérmicos como fluido de enfriamiento.

Una realización opuesta contempla, por el contrario, la utilización de medios de anclaje con una baja conductividad térmica, a saber, una conductividad térmica menor o igual a 20 W/m °C. Este tipo de solución es ventajoso en tubos receptores de colectores solares a altas temperaturas de trabajo, tales como los tubos receptores de sales fundidas.

Se debe destacar que el recipiente sustancialmente toroidal del sistema "getter" puede estar dotado de medios de anclaje adicionales para mejorar su fijación, cuyos medios son útiles, por ejemplo, durante las fases de instalación y montaje de los tubos receptores de la planta. Estos medios de anclaje adicionales sujetan el recipiente del sistema "getter" a diferentes elementos con respecto al elemento tubular central, habitualmente mediante la interconexión con el elemento tubular central o con el elemento de longitud variable para la compensación de la diferente dilatación térmica.

Otra mejora del sistema según la presente invención contempla la utilización ventajosa de uno o varios elementos elásticos en el interior del recipiente, en contacto directo con las pastillas del material "getter".

La función principal de estos elementos elásticos es la de ejercer una fuerza de compresión sobre las pastillas empujándolas unas contra las otras. Esto asegura que las pastillas que, tal como se ha descrito anteriormente, están alojadas en un recipiente sustancialmente toroidal ligeramente más grande con respecto a sus dimensiones, están retenidas por medio de la fuerza de compresión ejercida por los elementos elásticos.

Además, los elementos elásticos crean en el interior del recipiente zonas libres de material "getter". Por consiguiente, dichos elementos elásticos permiten, gracias a su compresión, compensar el aumento de volumen de las pastillas del material "getter" debido a la adsorción de hidrógeno, reduciendo de este modo todavía más el fenómeno de la generación de polvo como consecuencia de los esfuerzos entre las pastillas. La fuerza ejercida por el elemento elástico está comprendida de manera ventajosa entre 50 y 150 N, de tal modo que asegura una correcta acción de bloqueo de las pastillas del material "getter" en el interior del recipiente y al mismo tiempo compensa, gracias a su compresión, la expansión volumétrica de las pastillas del material "getter" debida a la adsorción de H<sub>2</sub>. La determinación de dicha fuerza elástica es además extremadamente crítica, dado que una compresión excesiva conduciría a la rotura de las pastillas, y ello no es nada fácil dado que se debe tener en cuenta que la resistencia de la pastilla varía con el tiempo como consecuencia de la fragilidad debida a la adsorción de hidrógeno.

Los elementos elásticos deben estar asimismo libres de bordes en la zona de contacto con las pastillas para evitar puntos preferenciales de generación de polvo, de tal modo que deben ser preferentemente planos o redondeados. A esta característica se hará referencia a continuación como contacto distribuido. La figura 9 muestra algunos ejemplos de elementos elásticos -51-, -52-, -53-, -54- adecuados para ser utilizados en los sistemas "getter" de los tubos receptores del colector solar, según la presente invención. Se puede observar que las partes -511-, -512-, -521-, -522-, -531-, -532-, -541-, -542- que deben ser puestas en contacto con las pastillas del material "getter" son planas o redondeadas, de manera que se consigue un contacto distribuido con la superficie de la pastilla.

La figura 10 muestra un sistema "getter" -60- similar al representado en la figura 8B, en el que unos elementos elásticos -61-, -61'-, -61"- están presentes en el interior del recipiente.

Obviamente, este tipo de solución es aplicable a cualquiera de los sistemas "getter" posibles con las formas geométricas sustancialmente toroidales descritas anteriormente. Por ejemplo, las pastillas del material "getter" podrían estar posicionadas verticalmente en vez de estar posicionadas horizontalmente en dos filas superpuestas, de tal manera que los medios de anclaje pueden ser alternativamente ganchos similares a los elementos -313- o -323- mostrados en las figuras 6 y 7, así como una realización particular prevé la presencia tanto de ganchos como de medios de anclaje elásticos fijados a la base del recipiente y de aletas en su tapa para disponer de un anclaje que ejerza una fuerza sobre el elemento tubular central que esté, dentro de lo posible, distribuida.

Asimismo, los elementos elásticos podrían ser utilizados para mantener una parte del recipiente libre de material "getter", en cuyo caso se requiere que solamente la parte terminal de estos elementos presente las características de la forma geométrica (contacto distribuido) y de la elasticidad descritas previamente.

Cuando los elementos elásticos son utilizados para mantener una parte del recipiente libre del material "getter", es útil que el material "getter" ocupe entre el 40% y el 80% del volumen disponible.

Finalmente, una última realización que puede ser particularmente ventajosa es la mostrada en la figura 11. En este caso, el sistema "getter" -110- aloja una serie de pastillas "getter" -112-, -122'- dispuestas verticalmente, colocadas sobre la base -111-. La parte superior del sistema "getter" está realizada con una tapa perforada -113-. La base -111- presenta una serie de aletas -114-, -114'-, -114"-, algunas de las cuales, según el tipo específico y la estructura del receptor solar pueden estar dobladas o dejadas tal como están para convertirse en medios de anclaje así como en medios para incrementar la temperatura del material "getter" debido a su conductividad térmica.

En un aspecto final, la invención es inherente a los tubos receptores del colector solar que comprenden recipientes que se componen de dos elementos que tienen una forma sustancialmente semi-toroidal y están acoplados uno al otro. El modo más útil para acoplar los dos semi-toroides es mediante medios elásticos, por ejemplo resortes, situados en sus extremos. Este sistema es particularmente ventajoso debido asimismo a la facilidad de instalación, incluso aunque otras soluciones, si bien menos prácticas, pueden ser utilizadas, tales como por ejemplo la soldadura

de los extremos de los semi-toroides. Este tipo de solución simplifica los procedimientos de instalación del sistema "getter" en el interior del tubo receptor.

5 Una realización adicional que asimismo pretende la simplificación de los procedimientos de instalación del sistema "getter" en el interior del tubo receptor, prevé la utilización de un recipiente con una forma sustancialmente toroidal interrumpida, por lo menos en un punto, es decir, no cerrada sobre sí misma sino que presenta por lo menos dos extremos cerrados, situados uno frente al otro. Dicho recipiente está fabricado con un material metálico con buenas propiedades elásticas y tiene un sistema elástico de tracción en los extremos cerrados del recipiente.

10 Finalmente, en lo que se refiere a los materiales "getter", son preferentes los que tienen unas buenas propiedades de adsorción de hidrógeno incluso cuando son utilizados a temperaturas elevadas. Por este motivo los materiales "getter" preferentes son, por ejemplo, los descritos en la patente U.S.A. 3.203.901 (aleaciones de Zr-Al), la patente U.S.A. 4.306.887 (aleaciones de Zr-Fe), la patente GB 2.077.487 (aleaciones de Zr-V-Fe), la patente U.S.A. 5.961.750 (aleaciones de Zr-Co-Tierras raras). En el caso de la adsorción de hidrógeno, especialmente a altas  
15 temperaturas, es conocida asimismo la utilización de aleaciones de base itrio, tales como las descritas en las solicitudes de patente internacional WO 2007/148362 y WO 2007/099575 y también la solicitud de patente internacional WO 2010/105945. Estas son las aleaciones preferentes del material "getter", pero se puede utilizar cualquier material "getter" para el hidrógeno con el concepto inventivo descrito anteriormente en la presente  
20 memoria.

## REIVINDICACIONES

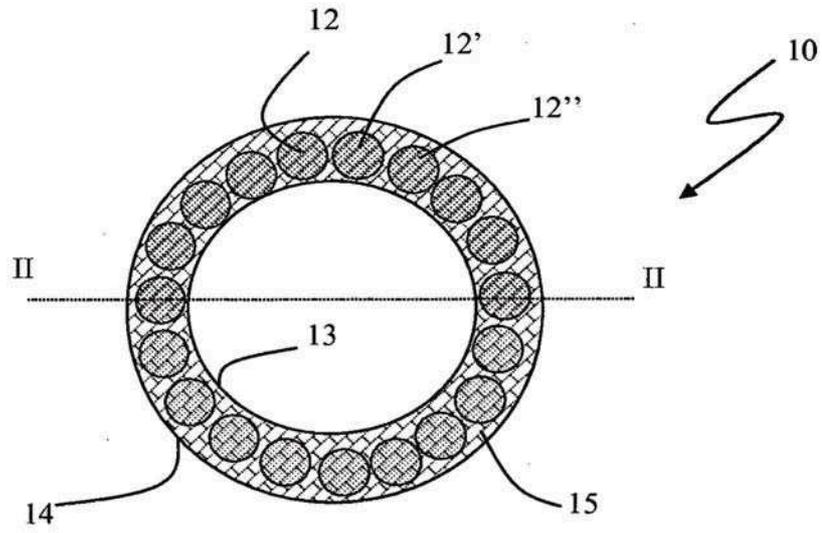
- 5 1. Tubo receptor de un colector solar, que comprende, por lo menos, un elemento tubular central dispuesto dentro de un elemento tubular exterior, por lo menos un elemento de longitud variable para compensar la diferente dilatación térmica de dichos dos elementos tubulares y, por lo menos, un sistema "getter" (10; 20; 30; 310; 320; 40; 60; 110) que comprende un recipiente que aloja polvo del material "getter" (12, 12', 12"; 22, 22'; 32, 33, 312, 312'; 322, 322'; 41, 41', 42, 42', 112, 112'), siendo dicho recipiente de forma sustancialmente toroidal y estando dispuesto alrededor del elemento tubular central, **caracterizado porque** dicho recipiente aloja pastillas cilíndricas de polvo comprimido del material "getter", teniendo la sección transversal del recipiente una anchura comprendida entre  $1,05 \cdot i$  y  $1,2 \cdot i$  en que  $i$  es la dimensión lateral global de las pastillas cilíndricas del material "getter" en la sección transversal del recipiente.
- 15 2. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dichas pastillas cilíndricas del material "getter" están dispuestas con sus ejes sustancialmente ortogonales al eje del recipiente, estando comprendida la altura del recipiente entre  $1,05 \cdot d$  y  $1,2 \cdot d$ , en las que  $d$  representa el diámetro de las pastillas cilíndricas del material "getter".
3. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dichas pastillas cilíndricas del material "getter" están dispuestas con sus ejes sustancialmente paralelos al eje del recipiente.
- 20 4. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que la altura del recipiente está comprendida entre  $1,05 \cdot n \cdot h$  y  $1,2 \cdot n \cdot h$ , en que  $h$  es la altura de las pastillas cilíndricas del material "getter" y  $n$  es el número de capas de pastillas apiladas.
- 25 5. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que la parte superior (15, 43; 113) del recipiente comprende, por lo menos, un elemento perforado escogido entre una malla metálica, un tabique poroso y/o una lámina perforada, en los que los orificios de este elemento perforado tienen aberturas comprendidas entre 0,05 mm y 0,2 mm.
- 30 6. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que la parte superior del recipiente comprende una parte metálica cerrada (17) que forma una hendidura (16) con una anchura comprendida entre 0,05 y 0,2 mm.
- 35 7. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que el recipiente comprende partes fabricadas de un material que tiene una emisividad menor o igual a 0,2 y partes fabricadas de un material que tiene una emisividad mayor o igual a 0,8, estando dispuestas las partes con la emisividad más baja junto a las zonas del tubo receptor que están a la temperatura más baja.
8. Tubo receptor, según la reivindicación 7, en el que las partes con la emisividad más baja comprenden una pared exterior (14) del recipiente y/o las partes con la emisividad más elevada comprenden una pared interior (13) del recipiente.
- 40 9. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dicho recipiente está dotado de medios de anclaje (313, 313', 313"; 323, 323', 323", 323""; 45, 45', 45") para fijarlo, al menos, a tres puntos del elemento tubular central.
- 45 10. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que dichos medios de anclaje están esencialmente separados a distancias iguales.
- 50 11. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que dichos medios de anclaje son flexibles.
12. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que dichos medios de anclaje (45, 45', 45"; 114, 114', 114") se obtienen doblando aletas metálicas (44, 44', 44").
- 55 13. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que la temperatura de trabajo de dicho tubo receptor no es mayor de 450°C y dichos medios de anclaje tienen una conductividad térmica mayor o igual a 50 W/m °C.
14. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que la temperatura de trabajo de dicho tubo receptor es mayor de 450°C y dichos medios de anclaje tienen una conductividad térmica menor o igual a 20 W/m °C.
- 60 15. Tubo receptor, según la reivindicación 9, en el que el recipiente está dotado de medios de anclaje adicionales para sujetar el recipiente y asimismo a otros elementos constitutivos del tubo receptor.
- 65 16. Tubo receptor, según la reivindicación 15, en el que dichos elementos constitutivos comprenden dicho elemento tubular exterior y/o dicho elemento de longitud variable.
17. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dicho recipiente incluye uno o varios elementos elásticos (51, 52, 53, 54) en contacto con las pastillas cilíndricas del material "getter", en el que dichos elementos elásticos ejercen un contacto distribuido (511, 512; 521, 522; 531, 532; 541, 542) con la superficie de las pastillas cilíndricas del material "getter".

18. Tubo receptor, según la reivindicación 17, en el que un porcentaje comprendido entre un 40 y un 80% del volumen interno de dicho recipiente carece de material "getter" y dichos medios elásticos determinan la parte carente de material "getter".

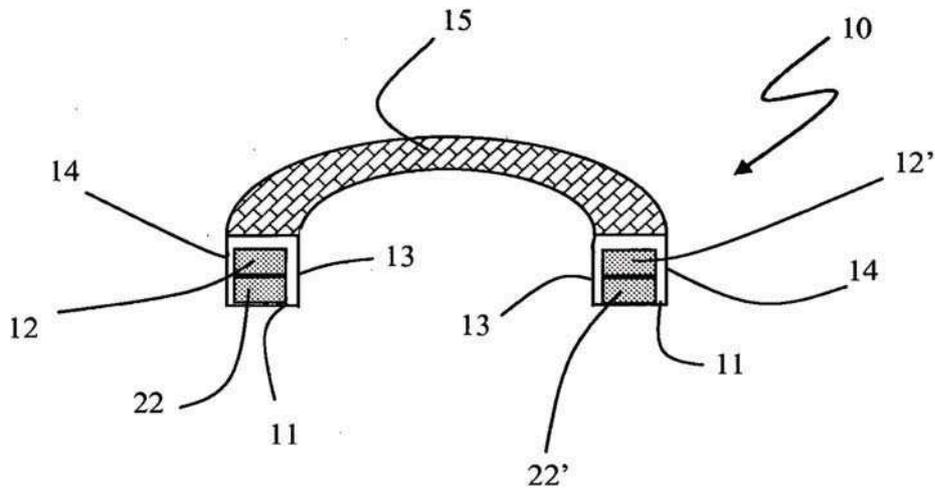
5 19. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dicho recipiente comprende dos elementos acoplados entre sí que tienen una forma sustancialmente semi-toroidal.

10 20. Tubo receptor, según la reivindicación 19, en el que dicho acoplamiento está realizado mediante medios elásticos colocados en los extremos de dichos elementos de forma sustancialmente semi-toroidal.

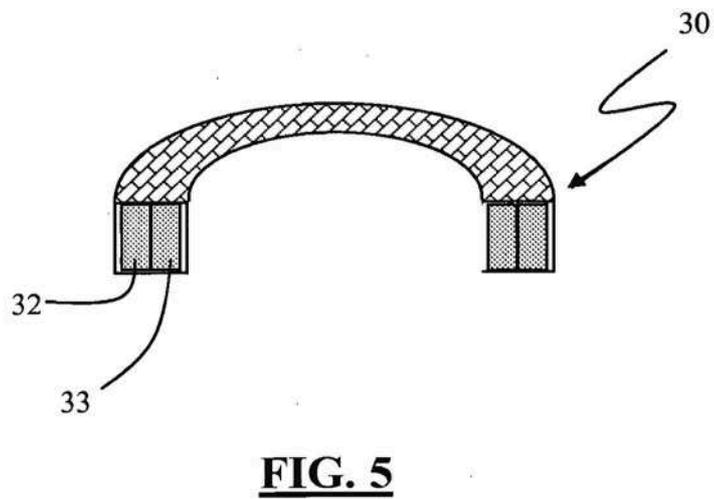
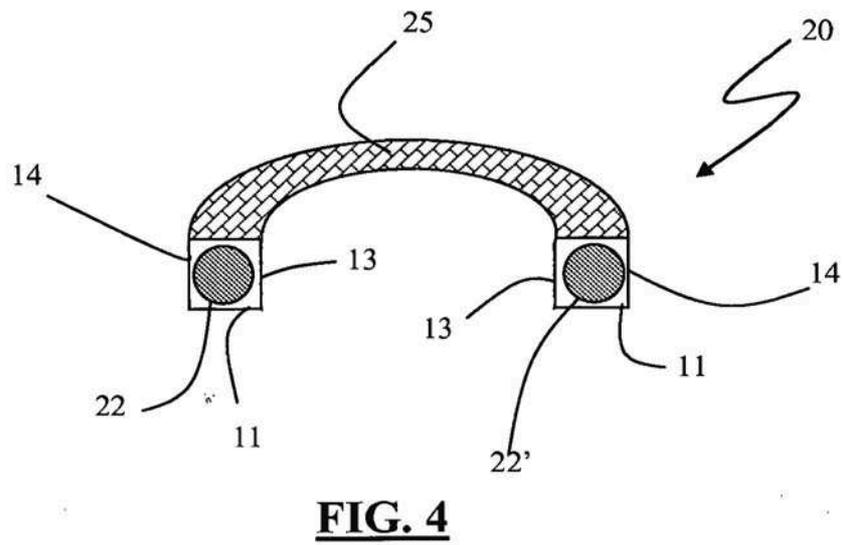
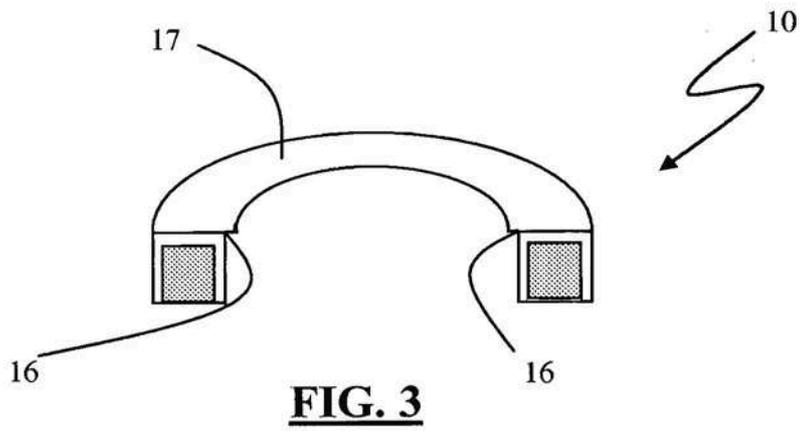
15 21. Tubo receptor, según la reivindicación 1, en el que dicho recipiente está interrumpido, por lo menos en un punto, y tiene, al menos, dos extremos cerrados situados uno frente al otro, estando dispuesto un sistema elástico de tracción en dichos extremos cerrados del recipiente.

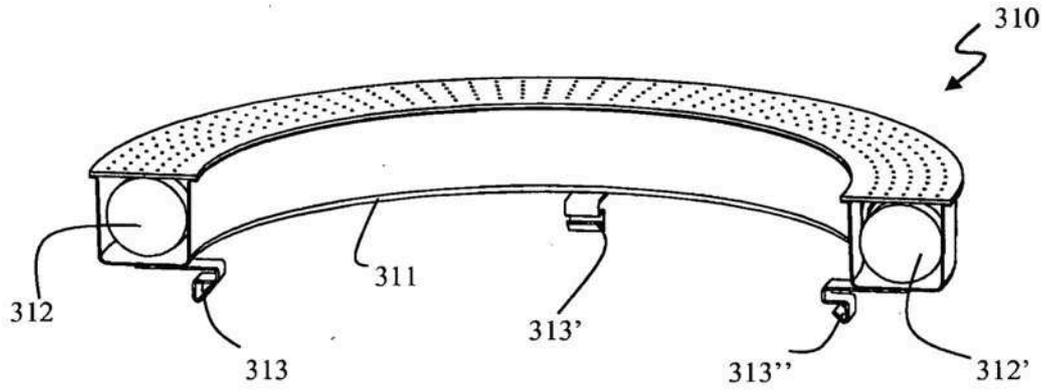


**FIG. 1**

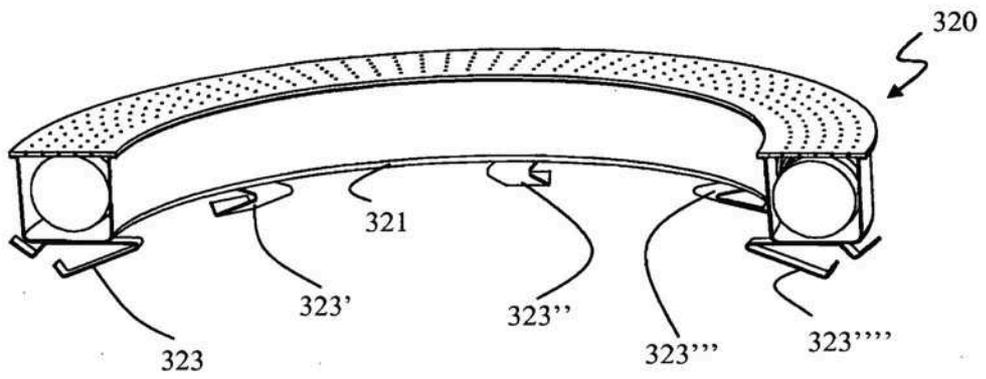


**FIG. 2**

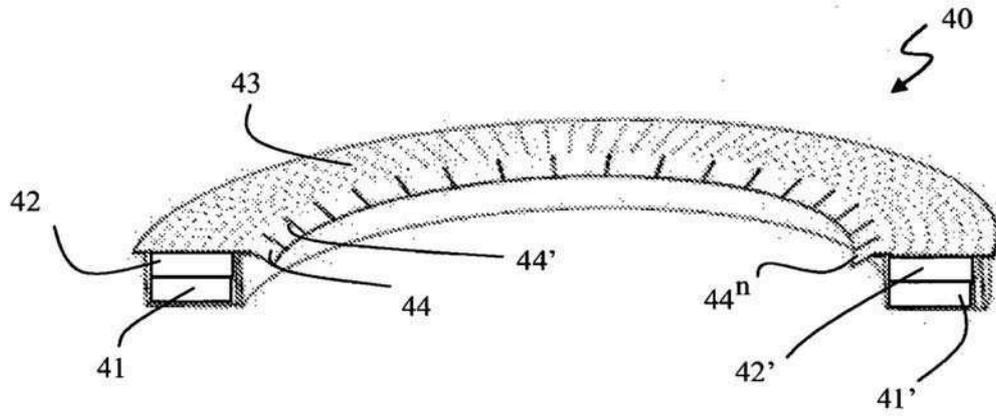




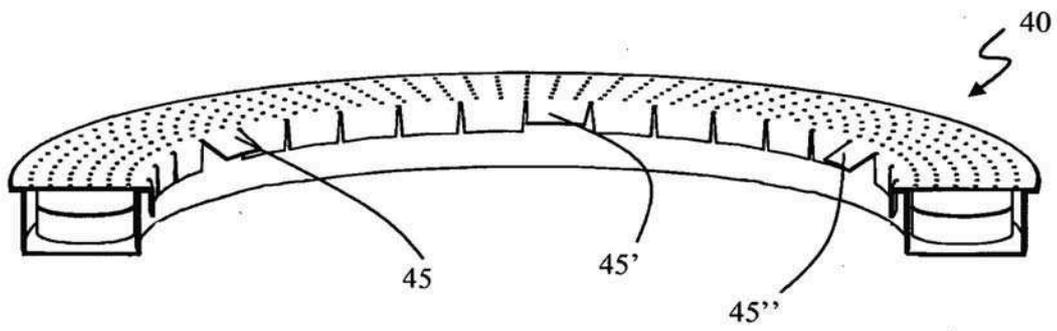
**FIG. 6**



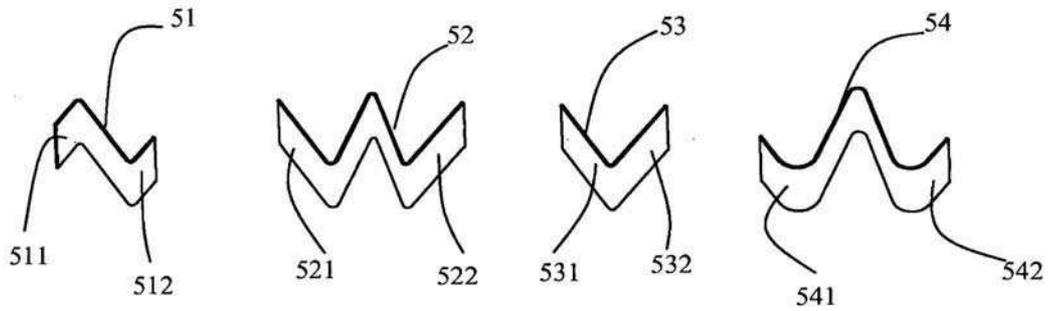
**FIG. 7**



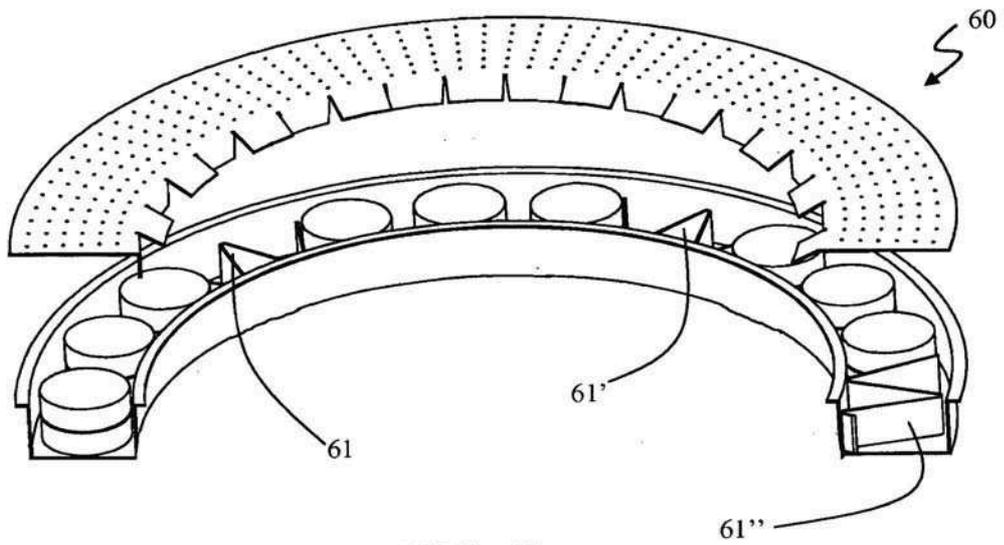
**FIG. 8A**



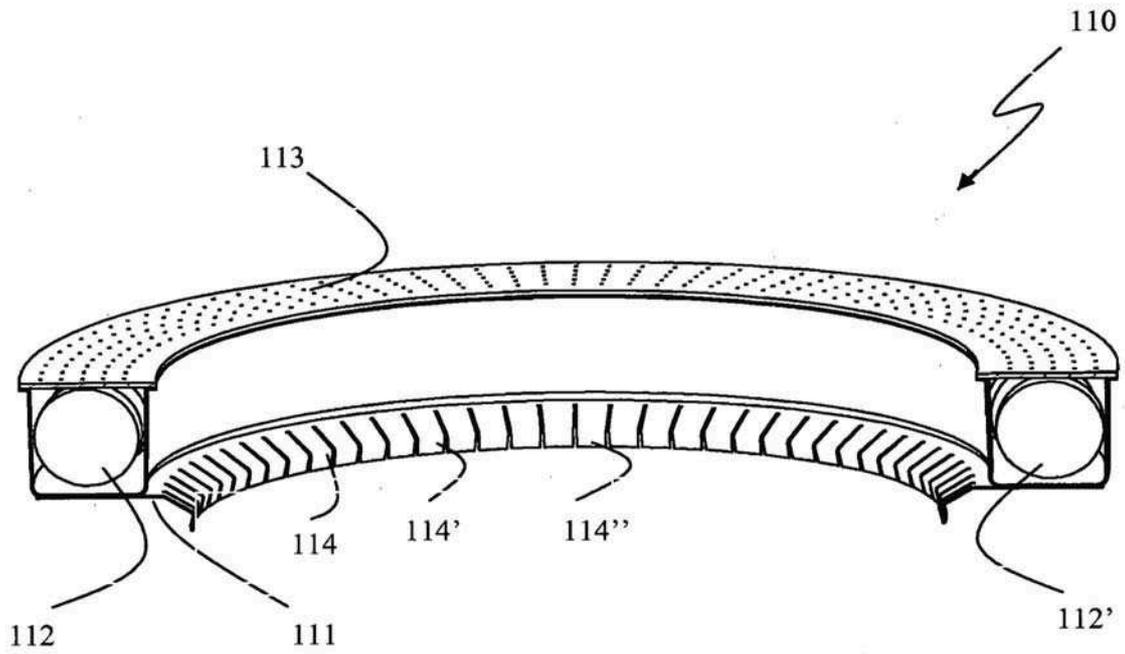
**FIG. 8B**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**Fig. 11**