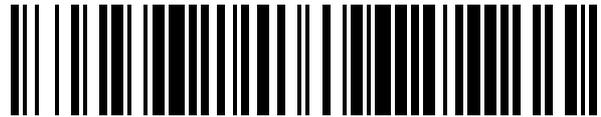


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 240 505**

21 Número de solicitud: 201931345

51 Int. Cl.:

F17C 1/02 (2006.01)

F17C 1/06 (2006.01)

B60R 16/08 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

06.08.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.02.2020

71 Solicitantes:

OJEDA MONGE, Antonio (100.0%)
Calle Vicario, 26
11500 El Puerto de Santa Maria (Cádiz) ES

72 Inventor/es:

OJEDA MONGE, Antonio

54 Título: **SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS A ALTA PRESIÓN DE MORFOLOGÍA ADAPTABLE**

ES 1 240 505 U

DESCRIPCIÓN

Sistema de almacenamiento de gas a alta presión de morfología adaptable.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento de gas a altas presiones tales como el hidrógeno con aplicación al sector de los medios de transporte.

10 La invención consiste en un sistema novedoso formado por un conjunto de elementos de almacenamiento para contener el gas y unos elementos estructurales para soportar la presión. Estos elementos presentan una geometría y una disposición particulares que permiten dar una forma adaptable al conjunto formado por dicho sistema. De este modo, se facilita la acomodación del mismo a la geometría del espacio disponible que va a ocupar en el medio de transporte.

15 Los elementos del sistema están fabricados con materiales compuestos para conseguir soportar las altas cargas de la presión del hidrógeno y presentar un peso reducido que hace al medio de transporte más eficiente.

20 Estado de la técnica

Los sistemas convencionales empleados para el almacenamiento de gas a presión, están basados en depósitos con forma de botella o bombona.

25 Estas botellas están caracterizadas por presentar un cuerpo cilíndrico alargado acabado en una forma semiesférica o abovedada en los extremos. Uno de los extremos presenta una abertura por donde se introduce o se extrae el gas. Esta geometría en general permite minimizar significativamente el espesor de pared del depósito necesario para soportar las cargas de presión que ejerce el gas contenido en su interior. De este modo se reduce el peso de las botellas. Para aplicaciones estacionarias donde los depósitos no se mueven suelen ser fabricadas en materiales metálicos, tales como el acero. En las aplicaciones en las que el depósito está instalado en un vehículo móvil, el peso del depósito penaliza la ligereza global del vehículo. En esta última aplicación, se emplean entonces materiales compuestos basados en refuerzos de fibra de carbono u otras fibras del mismo tipo que consiguen aportar resistencia suficiente para soportar las cargas de presión y al mismo tiempo presentar un peso mucho menor en comparación con su fabricación empleando materiales metálicos. La forma cilíndrica de estos depósitos puede ser un inconveniente a la hora de ser incorporados en el interior de los vehículos, como por ejemplo en el compartimento destinado al almacenamiento de combustible de un coche, o en el interior de las alas de un avión, donde generalmente se almacenan los combustibles de las aeronaves. En estos casos el espacio debe ser aprovechado al máximo y la geometría del depósito en forma de botella impide que se pueda acomodar a la estructura del vehículo de un modo racional en términos de aprovechamiento del espacio interior del vehículo. Además, en el caso del hidrógeno, debido a sus propiedades físicas, los depósitos con forma de botella ocupan un volumen bastante considerable debido a la alta presión a la que se almacena dicho gas, y hacen complicada su incorporación por ejemplo a la estructura de un coche convencional.

50 La tendencia actual en cuanto al empleo del motor eléctrico en los coches y medios de transporte en general, hacen del hidrógeno un candidato idóneo para ser el combustible de los mismos, ya que no produce el gas invernadero dióxido de carbono. El hidrógeno se conduce desde el depósito a una célula de combustible para producir la electricidad que alimenta al motor eléctrico propulsando este último al medio de transporte que se trate. El hidrógeno se prefiere almacenar en depósitos cuya incorporación al espacio disponible del vehículo no se

vea impactada por un depósito voluminoso. Éste es el caso de las botellas actuales que condicionan la forma estructural o aerodinámica del vehículo, así como la geometría del habitáculo del mismo.

5 En cuanto a la fabricación de los depósitos con forma de botella o bombona en material compuesto, se emplea normalmente una técnica que consiste en bobinar la fibra o refuerzo alrededor de un mandril con la forma del depósito. Las orientaciones de las fibras se colocan estratégicamente para reforzar la pared del depósito frente a la carga axial y circunferencial producida por la presión del gas. La tarea de bobinar el mandril es compleja especialmente en
10 la colocación de las fibras sobre la parte abovedada de los extremos de la botella o bombona. Este procedimiento es puntual para cada depósito, por lo tanto implica mayores tiempos de producción si se compara con la fabricación de un tubo de fibra de carbono mediante una extrusión o pultrusión, en el cual la fabricación es de forma continua y la colocación del refuerzo es más simple.

15 Otros sistemas de fabricación emplean tejidos trenzados tubulares que se pueden expandir en diámetro y adaptarse a la geometría del mandril especialmente en los cambios de diámetro que presentan las zonas abovedadas de los extremos. El inconveniente de los refuerzos basados en tejidos es que presentan menor resistencia que los refuerzos de fibra unidireccional sin tejer.
20 Por lo tanto, los espesores de pared de estos depósitos que emplean tejidos trenzados tubulares son mayores y pesan más.

La patente WO1996023721A1 hace referencia a un sistema donde varios depósitos con forma de botella que presentan una deformación particular que les permiten ser acoplados mediante
25 una serie de elementos estructurales y funcionales para trabajar en paralelo como un único depósito. La geometría global del sistema permite el alojamiento del mismo en el vehículo de un modo eficiente en términos de aprovechamiento del espacio disponible para tal fin. Esta última característica es común a la que se consigue con la presente invención.

30 **Explicación de la invención**

La presente invención consigue solucionar el problema planteado por el almacenamiento a presión de un gas como el hidrógeno en una botella convencional cuya geometría voluminosa hace complicado su alojamiento en el interior de los medios de transporte.

35 Por otro lado, el peso excesivo del depósito es un problema en los medios de transporte en general ya que implica un mayor gasto de energía para realizar un desplazamiento. Con la presente invención se consigue disminuir significativamente el peso del depósito empleándose para su fabricación materiales compuestos donde los refuerzos constituidos por fibras están
40 orientados de un modo sencillo y eficiente para soportar las cargas producidas por la presión del gas en la estructura del sistema.

Cabe también añadir que la fabricación de los depósitos en material compuesto con geometría de bombona tradicional donde se emplea la tecnología del bobinado del refuerzo sobre cada
45 depósito de uno en uno implica un proceso lento y complejo. Con la presente invención dicho proceso no es necesario. La fabricación de los componentes principales del sistema se puede realizar empleando procesos de fabricación continua y de menor complejidad.

Además, con la presente invención tampoco es necesario el uso de refuerzos en forma de
50 tejidos, siendo esto una ventaja ya que los materiales compuestos con refuerzos en forma de tejido presentan unas propiedades mecánicas de resistencia menores que los que presentan las fibras de refuerzo de forma unidireccional.

Las resinas empleadas en la fabricación de depósitos de material compuesto suelen ser del tipo termoestable. Los expertos en la materia conocen que esto implica que el depósito una vez finalizada su vida útil presenta un proceso de reciclaje costoso y complicado. Por otro lado, estas resinas termoestables necesitan un tiempo de curado extenso, lo que repercute en unos ciclos de fabricación largos afectando negativamente a su fabricación en masa. Los elementos que componen el sistema de depósito de la presente invención permiten ser fabricados en materiales compuestos termoplásticos, cuyo reciclaje es más sencillo y económico. Al no necesitar la fase de curado de la resina se presentan menores tiempos de fabricación y se facilita la fabricación en masa del depósito. Además, los materiales compuestos termoplásticos pueden ser soldados entre sí, presentando este proceso de unión unos tiempos de fabricación menores que los empleados con resinas termoestables donde la unión se realiza con el empleo de un adhesivo, llevando normalmente asociada la laboriosa y larga tarea de la preparación superficial de las superficies de unión.

Así, la presente invención se caracteriza por presentar una serie de tubos rectos formando un conjunto donde el interior de cada tubo sirve de compartimento principal para almacenar el gas. Los tubos están orientados paralelamente entre sí, contenidos entre unas tapas o elementos colectores situados uno a cada lado de los extremos de los tubos. Los elementos colectores presentan múltiples alojamientos para recibir y acomodar los extremos de los tubos del sistema de depósito. La boca de los tubos se encuentra unida herméticamente al alojamiento de los colectores. Los alojamientos de los colectores se encuentran distribuidos estratégicamente para aprovechar el espacio disponible que presenta la cara del colector expuesta a recibir los extremos de los tubos. Al menos uno de los colectores contiene en su interior un conducto que permite la comunicación de fluidos entre todo el conjunto de tubos que integran el sistema de depósito. Este último colector presenta un orificio en un lateral del mismo que conecta con el conducto interior y que permite la entrada y salida de fluidos al sistema de almacenamiento. Un elemento estructural en forma de cinturón envuelve al conjunto formado por los tubos y los colectores, encintándose dicho cinturón mediante una cinta de refuerzo. La cinta presenta una forma recta paralela a la dirección axial de los tubos en toda la extensión que comprende la longitud de los tubos. Los colectores presentan una geometría curvada en su cara expuesta al cinturón y contraria a los alojamientos de los tubos. El cinturón se ajusta a esta forma del colector definiendo una curvatura suave y sin quiebros al pasar del tramo recto sobre los tubos al curvo sobre el colector. En caso de existir zonas del conjunto de tubos que no queden cubiertas con el cinturón estructural, estas se tapan con un panel que presenta una geometría que permite cerrar estas zonas. Estos paneles de cierre presentan unas pestañas que permiten solaparse con la estructura del cinturón y la de los colectores sirviendo de superficie de unión de la misma al resto de los elementos del sistema. De este modo, el conjunto de tubos queda contenido entre los colectores, el cinturón y los paneles. Un elemento en forma de espuma sólida se introduce en el sistema ocupando el espacio exterior a los tubos constituido esencialmente por los huecos presentes entre los tubos y limitándose al espacio comprendido entre los colectores, el cinturón y los paneles.

El volumen y forma del sistema de depósito de la presente invención se adapta a la forma donde está destinado a ser alojado. La adaptación se configura mediante las longitudes de los tubos, la sección de los mismos, su distribución y acoplamiento entre los colectores y la forma de los colectores donde se encinta el cinturón. El volumen útil destinado al almacenamiento de gas está constituido por el volumen interior del conjunto de los tubos y el que puede existir en el interior de los colectores para el alojamiento de las bocas de los tubos y los canales internos para la comunicación del fluido.

Así, un ejemplo de adaptación podría ser aquél donde se presenta que el volumen disponible para alojar el depósito consiste en un prisma rectangular. Empleando el sistema de depósito presentado en la presente invención se colocan dos colectores en dos caras opuestas del prisma respectivamente. Los tubos se distribuyen paralelos entre los dos colectores con el eje

axial de cada tubo perpendicular a la cara del colector donde se acoplan los extremos del tubo. Al disminuir la sección transversal de los tubos empleados se logra distribuir un mayor número de tubos dentro del volumen mejorando el factor de empaquetamiento de los mismos dentro del volumen del prisma rectangular. De este modo se consigue aumentar el volumen útil del sistema de depósito para gas a presión de la presente invención. La elección de la sección transversal del tubo adecuada dependerá de los requerimientos de la aplicación concreta.

La presente invención se caracteriza por la orientación de las fibras de refuerzo de los tubos que están alineadas en su mayor parte con la dirección de la tensión circunferencial que experimenta la pared del tubo debida a la presión del gas. De este modo se optimiza la capacidad de resistencia del refuerzo con la sollicitación de carga principal que experimenta la pared del tubo en la configuración estructural de la presente invención, y así se consigue un espesor de pared minimizado. El contenido de fibras en otras orientaciones distintas a la explicada anteriormente es reducido para evitar el incremento del peso del sistema y su empleo puede ser introducido en caso de necesidad de dar cohesión al tubo.

Por otro lado, al disminuir la sección transversal del tubo, la tensión circunferencial que experimentan las paredes del tubo disminuye considerablemente para una misma presión dentro del depósito, por lo que se puede reducir el espesor del mismo y por lo tanto el peso del conjunto.

Así, la sección transversal del tubo debe ser estudiada en cada caso concreto habiendo un compromiso entre el requisito de peso admisible y el volumen útil objetivo con respecto a la complejidad que puede adquirir el sistema en cuanto a su fabricación, por ejemplo, en el caso de empleo de tubos de diámetro micrométrico.

La unión hermética del tubo con el colector se puede llevar a cabo mediante varios métodos, tales como soldadura cuando los elementos a unir permiten tal tecnología de unión, mediante el empleo de un adhesivo, mediante ajuste mecánico, mediante el empleo de juntas o una combinación de todos los métodos citados. La estructura del sistema está ideada para evitar que esta unión presente sollicitaciones de carga debidas a la tensión longitudinal que experimenta un cilindro presurizado.

Así, la presión ejercida por el gas en la boca de cada tubo es transmitida al cuerpo del colector que actúa en forma de tapón, y este a su vez transmite la carga al cinturón. De este modo el cinturón experimenta dos cargas iguales de sentido contrario que se compensan y que se corresponde con la que experimentan los dos colectores situados en ambos extremos de los tubos, estando todos ellos, tanto tubos como colectores, envueltos por el cinturón. La trayectoria de la carga sería por tanto desde la presión ejercida por el gas en la boca de los tubos hacia los colectores, y de los colectores al cinturón.

Esta es la clave de la estrategia estructural de la presente invención que permite aliviar la carga que experimenta la unión entre el tubo y el colector debida a la presión del gas y su correspondiente carga axial. Así, esta carga axial pasa a ser en cambio soportada por el cinturón estructural en vez de la unión entre el tubo y el colector. El cinturón está dimensionado y fabricado para soportar esta carga mediante material compuesto unidireccional con la orientación del refuerzo alineado con el eje axial de los tubos y por tanto con la dirección de la carga, consiguiéndose de este modo una eficiencia optimizada en términos de la capacidad de resistencia del refuerzo. Así, el empleo del material se reduce, y por lo tanto el peso asociado al mismo también.

La forma curvada del cinturón en las zonas donde se ajusta sobre la parte curvada de los colectores permite transferir la carga de la presión del gas ejercida sobre los colectores hacia el

cinturón de un modo adecuado sin que se produzcan concentraciones de tensión en tales elementos estructurales.

5 La superficie interior del sistema de depósito de la presente invención presenta en general un recubrimiento que disminuye la permeabilidad del gas contenido en su interior, especialmente para el caso del hidrógeno, y así se disminuye la fuga del gas a través de los intersticios intermoleculares de los materiales empleados en las paredes de contención del sistema de depósito.

10 Cualquier experto en la materia puede apreciar que la fabricación de los tubos empleados en el sistema de depósito se puede llevar a cabo mediante diversos métodos de fabricación empleándose materiales compuestos, tales como los conocidos en la técnica como pultrusión, bobinado sobre mandril recto, moldeo con materiales pre-impregnados, moldeo por transferencia de resina, inyección, infusión, entre otros métodos. De entre ellos destacan los
15 procedimientos de fabricación que consiguen la fabricación de la geometría tubular de modo continuado ilimitadamente, como la pultrusión o el moldeo por compresión continua.

De igual modo, el componente estructural del cinturón presenta varias metodologías para su fabricación, desde un encintado manual, a uno automatizado haciendo girar el conjunto del
20 depósito a encintar por su eje de encintado y siendo envuelto por la cinta que proviene de un rollo dispensador de cinta. Tanto el giro del conjunto encintado como el rollo dispensador de cinta pueden estar automatizados para la fabricación en masa. Cierta tensión en la cinta durante el encintado es introducida para mejorar la unión de las capas de refuerzos entre sí, y crear una pretensión en el cinturón. La unión entre el cinturón y el conjunto encintado se puede
25 llevar a cabo mediante procesos de soldadura o empleo de adhesivos.

La espuma sólida que se introduce entre los intersticios exteriores a los tubos y contenida entre los colectores, el cinturón y los paneles sirve como aislamiento térmico para evitar los cambios
30 abruptos de temperatura en el gas contenido por el sistema de depósito. Además funciona como elemento estructural, amortiguando las posibles vibraciones y/o cargas de impacto.

Además, en caso del eventual fallo a rotura de alguno de los tubos, la espuma se encarga de amortiguar la metralla o fragmentos que puedan salir proyectados por la acción explosiva del
35 gas contenido en el interior del sistema.

Los paneles de cierre sirven para dar protección al conjunto de tubos frente a posibles impactos. Se instalan cerrando cualquier hueco del conjunto donde puedan quedar expuestos
40 los tubos al exterior según la configuración que tenga el sistema de almacenamiento. Estos se unen al conjunto empleándose una serie de pestañas o elementos constructivos de unión que se solapan con el resto de componentes del conjunto mediante adhesivo, soldadura o métodos mecánicos de sujeción.

En el caso de un eventual fallo de alguno de los tubos, tanto el cinturón como los paneles sirven de elemento amortiguador para la metralla o fragmentos que puedan salir propulsados
45 por la acción explosiva del gas contenido en su interior.

El sistema de almacenamiento de gas se puede fabricar en materiales compuestos, empleándose para el refuerzo tanto fibras sintéticas, como carbono, aramida, vidrio, o de origen natural, como lino o cáñamo. Así mismo fibras de origen metálico o cerámico también
50 son consideradas.

Para la matriz de resina se pueden considerar resinas termoplásticas o termoestables. También resinas de origen natural. Igualmente, se pueden considerar materiales metálicos y

cerámicos para cualquiera de los componentes o elementos descritos anteriormente que dan forma al sistema de almacenamiento de gas de la presente invención.

5 La resistencia a fallo de los tubos por la presión ejercida por el gas está diseñada para ser menor que la resistencia a fallo del cinturón estructural, de modo que el primer elemento en fallar serán los tubos, sirviendo tanto la espuma, el cinturón y los paneles del sistema de depósito como elementos amortiguadores de la explosión en caso de fallo de alguno o varios tubos del sistema de depósito.

10 En el caso del hidrógeno como gas contenido en el sistema de almacenamiento de la presente invención, la presión nominal es de 85 MPa, y la carga de fallo de 155 MPa. Los materiales y la disposición del sistema de almacenamiento se configuran para satisfacer estos requisitos además de los de peso total del conjunto, volumen útil de almacenamiento y geometría disponible para alojar el sistema de almacenamiento de hidrógeno.

15

Breve descripción de los dibujos

20 La Figura 1 presenta una vista en perspectiva del sistema de almacenamiento de gas en la que se presentan varios cortes parciales permitiéndose ver todos los componentes que integran el sistema de acuerdo con una realización.

La Figura 2 presenta una vista explosionada del sistema de la Figura 1.

25 La Figura 3 presenta una vista en sección transversal isométrica del sistema de la Figura 1 cortado por un plano perpendicular al eje de los tubos.

30 La Figura 4 presenta una vista en sección transversal isométrica del sistema de la Figura 1 cortado por un plano paralelo al eje de los tubos y conteniendo un conducto interior del colector que permite la comunicación de fluidos entre los tubos seccionados.

35 La Figura 5 presenta una vista en sección transversal isométrica del sistema de la Figura 1 cortado por un plano paralelo al eje de los tubos y conteniendo un conducto interior del colector que permite la comunicación de fluidos entre los tubos seccionados y el exterior del sistema de almacenamiento a través una boquilla.

40 La Figura 6 presenta una vista en sección transversal isométrica del sistema de la Figura 1 cortado por un plano que contiene los conductos interiores del colector que permiten la comunicación de fluidos entre todos los tubos del sistema, habiéndose omitido la representación de las carcasas laterales, la espuma y el cinturón para mayor claridad.

45 La Figura 7 presenta una vista isométrica del sistema de la Figura 1 seccionada transversalmente por tres planos ortogonales permitiéndose ver detalles de las uniones entre componentes del sistema.

La Figura 8 presenta una vista frontal de los tubos del sistema de la Figura 1 con un esquema de empaquetamiento cuadrado.

50 La Figura 9 presenta una vista frontal de los tubos del sistema de la Figura 1 con un esquema de empaquetamiento hexagonal.

La Figura 10 presenta una vista explosionada en perspectiva del sistema de almacenamiento de gas, en la cual se ha omitido la representación de algunos componentes para exponer con claridad el sistema de acuerdo con otra realización.

La Figura 11 presenta una vista en perspectiva del sistema de almacenamiento de gas, en la cual se presenta un corte parcial y se ha omitido la representación de algunos componentes para exponer con claridad el sistema de acuerdo con otra realización.

5 La Figura 12 presenta una vista en perspectiva del sistema de almacenamiento de gas, en la cual se presenta un corte parcial y se ha omitido la representación de algunos componentes para exponer con claridad el sistema de acuerdo con otra realización.

10 La Figura 13 presenta una vista en perspectiva del sistema de almacenamiento de gas, en la cual se presenta un corte parcial y se ha omitido la representación de algunos componentes para exponer con claridad el sistema de acuerdo con otra realización.

15 La Figura 14 presenta una vista en perspectiva del componente denominado cinturón del sistema de almacenamiento de gas donde se ha practicado un corte superficial para presentar con claridad la disposición de fibras de refuerzo que integran el material compuesto del que está constituido. Además, se representa una línea imaginaria con trazado discontinuo sobre el elemento que sirve de referencia para indicar con claridad la disposición de las fibras de refuerzo de este componente.

20 La Figura 15 presenta una vista en perspectiva del componente denominado tubo del sistema de almacenamiento de gas donde se ha practicado un corte superficial para presentar con claridad la disposición de fibras de refuerzo que integran el material compuesto del que está constituido. Dicha figura incluye dos geometrías de tubos de acuerdo a dos posibles modos de realización. Caracterizándose uno de ellos por el tubo representado a la derecha de la figura, que presenta una sección transversal circular, y el otro modo de realización, por el tubo representado a la izquierda de la figura, que presenta una sección transversal poligonal, en particular con forma de hexágono regular.

30 **Exposición detallada de realizaciones preferentes de la invención**

35 Se centra la atención en las Figuras 1 a 3 en donde se presenta un sistema 100 de acuerdo con una realización, en el cual una pluralidad de tubos 1 de igual longitud, cuyo interior sirve de espacio de almacenamiento de gas, se distribuye en forma de matriz, estando los extremos de los tubos 1 tapados mediante unos colectores 3. El conjunto de tubos 1 y colectores 3 queda
40 envuelto en el interior de un cinturón 2. Los lados no cubiertos por el cinturón 2 se cierran con unas carcasas 7. El espacio restante contenido entre los colectores 3, el cinturón 2 y las carcasas 7, no ocupado por los tubos 1, se rellena con una espuma rígida 5. Uno de los colectores 3, presenta en un lateral un orificio 13 donde se aloja una boquilla 6 para permitir la entrada y salida del gas al sistema 100. Los tubos 1 se insertan en unos alojamientos 8 que
45 presentan los colectores 3 en la cara expuesta a los tubos 1. Una superficie de unión 9 soldada, adhesiva y/o mecánica, asegura la estanqueidad del sistema 100 en la unión entre los tubos 1 y el colector 3. Las carcasas 7 presentan unas pestañas 21 y 22 para facilitar unión mediante solape de las mismas con otros componentes del sistema 100. Así, las carcasas 7 presentan unas pestañas 21 plegadas que solapan con el cinturón 2 permitiendo una unión
50 soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes. Igualmente, las carcasas 7 presentan unas pestañas 22 que hacen solape con alguna superficie lateral del colector 3 permitiendo la unión soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes.

Se fija la atención ahora en las Figuras 4 a 6, en las cuales se muestra un sistema 100 de acuerdo con la misma realización, en el cual un colector 3 presenta en su interior un conducto principal 10 que se ramifica en conductos secundarios 11. Estos conductos se conectan mediante orificios 12 con el interior de los tubos 1 permitiendo la comunicación de fluidos entre la pluralidad de tubos 1. El conducto principal 10 se conecta con el orificio 13 haciendo posible la entrada y salida de gases en el sistema 100 a través de la boquilla 6.

El sistema 100 de acuerdo con la misma realización se muestra en la Figura 7 con un detalle en sección por tres planos de corte ortogonales entre sí mostrando aisladamente los componentes principales del sistema 100: tubos 1, cinturón 2 y colector 3 y su integración entre sí mismos. Además, también se muestra un detalle de la unión del colector 3 con la boquilla 6.

5 El tubo 1 se une al colector 3 mediante una superficie de unión 9 con un espesor de material de soldadura, adhesivo y/o ajuste mecánico que presenta un cordón 14 del mismo material de unión entre ambos componentes situándose en el contorno exterior del tubo 1 a ras con la cara del colector 3 expuesta a los tubos 1. El colector 3 está fabricado con materiales compuestos de fibra corta y matriz polimérica termoplástica del mismo tipo que los tubos 1 facilitando la

10 unión soldada entre ambos componentes. Un alojamiento 8 permite insertar una porción de longitud del tubo 1 en el interior del colector 3, dicho alojamiento 8 presenta forma de ranura describiendo la figura geométrica de la sección transversal del tubo y con anchura similar al espesor de pared del tubo 1 y una profundidad que permite introducir el tubo 1 una porción de longitud del tubo 1 en el colector 3 suficiente para garantizar la unión estructural y hermética

15 entre ambos componentes. El colector 3 presenta una curvatura 15 en la zona de contacto con el cinturón 2, evitándose el ajuste del cinturón 2 sobre una superficie con esquinas. La unión entre el cinturón 2 y el colector 3 se lleva a cabo mediante una superficie de unión 16 con un espesor de soldadura, adhesivo y/o ajuste mecánico. La boquilla 6 se inserta en el orificio 13 mediante soldadura, adhesivo y/o ajuste mecánico. La boquilla 6 presenta un elemento de

20 anclaje 17 que se encaja en el interior del cuerpo del colector 3.

Centrando la atención en las Figuras 14 y 15 se muestran unos cortes superficiales sobre los componentes cinturón 2 y tubo 1 permitiéndose ver con mayor claridad las fibras de refuerzo de ambos componentes. En particular, las fibras de refuerzo 19 del cinturón 2 están dispuestas en

25 su mayor parte en paralelo a la dirección del lazo 28 que describe el cinturón 2 al enrollar el mismo al conjunto formado por los tubos 1 y los colectores 3.

Las fibras de refuerzo 18 de los tubos 1 están dispuestas en su mayor parte circunferencialmente al eje axial del tubo 1, siguiendo las cuales una trayectoria que se enrolla

30 en torno al eje axial del tubo 1.

La Figura 8 muestra aisladamente los tubos 1 según un modo de realización del sistema 100 particularizado por presentar una agrupación espacial de la matriz de tubos 1 en la que se sigue un patrón de empaquetamiento cuadrado en la distribución de los mismos, estando el eje

35 de cada tubo 1 localizado en cada nodo de una red plana cuadrada. En esta agrupación los tubos 1 están contacto entre sí, o bien, entre los tubos 1 existe una cierta separación. Los tubos 1 en contacto presentan algún tipo de unión soldada y/o adhesiva en la zona de contacto.

La Figura 9 muestra aisladamente los tubos 1 según un modo de realización del sistema 100 particularizado por presentar una agrupación espacial de la matriz de tubos 1 en la que se sigue un patrón de empaquetamiento triangular en la distribución de los mismos, estando el eje

40 de cada tubo 1 localizado en cada nodo de una red plana triangular. En esta agrupación los tubos 1 están contacto entre sí, o bien, entre los tubos 1 existe una cierta separación. Los tubos 1 en contacto presentan algún tipo de unión soldada y/o adhesiva en la zona de contacto.

45

La Figura 10 muestra un modo de realización del sistema 100 en el cual se ha omitido la representación de algunos componentes. En este modo de realización los tubos 1 presentan una forma hexagonal 26 en su sección transversal, con los vértices redondeados 27. Los tubos 1 se agrupan empaquetándose siguiendo un patrón triangular con las paredes laterales 23 de

50 cada tubo 1 en contacto con la de los vecinos, disminuyéndose el espacio intersticial en el exterior de los tubos. Así mismo, el colector presenta unos alojamientos 8 para insertar los tubos en forma de ranura 24 siguiendo un patrón similar al corte transversal de la agrupación de tubos 1. Adicionalmente, cada tramo 25 del patrón de ranuras 24 sirve para alojar las paredes de uno o de dos tubos 1 en contacto.

La Figura 11 muestra los componentes principales del sistema 100 según otro modo de realización en el cual existen al menos dos agrupaciones de tubos 1 caracterizadas por presentar diferente longitud de tubo 1. Cada agrupación está integrada por tubos 1 de la misma longitud. Esta longitud es diferente para cada agrupación. Este modo de realización permite al sistema 100 configurar espacios para por ejemplo ser acomodado en un vehículo sorteando obstáculos de la arquitectura del mismo. Las agrupaciones comparten un colector 3 común que permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos 1 del sistema 100. Los extremos de cada agrupación de tubos 1 opuestos al colector 3 común están insertados en alojamientos 8 de un colector 3 independiente para cada agrupación de tubos 1. Cada agrupación de tubos 1 está encintada en un cinturón 2 independiente para cada agrupación, conteniendo el colector 3 común, la agrupación de tubos 1 que se trate y el colector 3 independiente conectado a esa agrupación de tubos 1.

La Figura 12 muestra los componentes principales del sistema 100 según otro modo de realización en el cual existen al menos dos agrupaciones de tubos 1 caracterizadas por presentar una distribución matricial con número de filas y de columnas diferentes. Este modo de realización también permite al sistema 100 configurar espacios para ser acomodado en un vehículo. Las agrupaciones comparten un colector 3 común que permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos 1 del sistema 100. El colector 3 común presenta una geometría de la cara expuesta a los tubos 1 que se adapta a la forma matricial de los tubos 1 que se insertan en el mismo. Los extremos de cada agrupación de tubos 1 opuestos al colector 3 común están insertados en alojamientos 8 de un colector 3 independiente para cada agrupación de tubos 1. Cada agrupación de tubos 1 esta encintada en un cinturón 2 independiente para cada agrupación, conteniendo el colector 3 común, la agrupación de tubos 1 que se trate y el colector 3 independiente conectado a esa agrupación de tubos 1.

La Figura 13 muestra los componentes principales del sistema 100 según otro modo de realización en el cual existe un colector 3 situado entre medio de dos agrupaciones de tubos 1. Dicho colector 3 intermedio puede situarse entre más de dos conjuntos de tubos 1. La longitud de tubo 1 de cada agrupación puede ser diferente. Este colector 3 permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos 1 del sistema 100 presentando unas conducciones del mismo tipo a las expuestas anteriormente. Presenta igualmente alojamientos 8 para insertar los tubos 1 en ambas caras expuestas a las agrupaciones de tubos 1. La boquilla 6 se puede incorporar en este colector 3 situado entre tubos. Este modo de realización permite llevar a cabo la entrada y salida del gas al sistema 100 en una localización intermedia y diferente de los extremos del volumen global como ocurre en el caso de los anteriores modos de realización expuestos. La localización de la entrada y salida de gas en una zona intermedia del volumen global del sistema 100 de almacenamiento de gas puede ser ventajoso a la hora de configurar el sistema 100 en el interior de un vehículo. Los extremos libres de las agrupaciones de tubos 1 se conectan con colectores 3 y el conjunto se encinta con un cinturón 2.

REIVINDICACIONES

1. El sistema (100) de almacenamiento de gas a presión, comprendiendo principalmente dicho sistema (100) de:
- 5
- una pluralidad de tubos (1) distribuidos en el espacio en forma de matriz con los ejes de los tubos (1) paralelos entre sí, almacenándose el gas en el interior de éstos,
 - 10 - unos colectores (3) configurados para ser conectados en los extremos de los tubos (1) a modo de tapón múltiple, cerrando el volumen interior de todos los tubos (1) del sistema (100), y
 - 15 - uno o varios cinturones (2) que envuelven el conjunto formado por los tubos (1) conectados a los colectores (3), el cual o los cuales soportan la carga que el gas a presión en el interior de los tubos (1) ejerce sobre los colectores (3).
2. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual:
- 20
- al menos un colector (3) posee una boquilla (6) que sirve de entrada y salida de gas al sistema (100),
 - uno o más colectores poseen en su interior una conducción que permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos (1) del sistema (100), estando al
 - 25 - menos una conducción conectada con la boquilla (6),
 - unas carcasas (7) se ubican en los laterales del sistema (100) que no quedan cubiertos por el cinturón (2),
 - 30 - una espuma rígida (5) ocupa el volumen exterior a los tubos (1) que queda comprendido entre el cinturón (2), los colectores (3) y las carcasas (7),
 - los colectores (3) presentan unos alojamientos (8) para facilitar la acomodación de los extremos de los tubos (1) sobre el cuerpo de los colectores (3),
 - 35 - entre los extremos de los tubos (1) y los alojamientos (8) existe una superficie de unión (9) caracterizada por un sobre espesor de material de soldadura, adhesivo y/o ajuste mecánico,
 - 40 - las carcasas (7) presentan unas pestañas (21) plegadas que solapan con el cinturón (2) permitiendo una unión soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes. Igualmente, las carcasas (7) presentan unas pestañas (22) que hacen solape con alguna superficie lateral del colector (3) permitiendo la unión soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes, y en el cual
 - 45 - un recubrimiento en la superficie interior a los tubos (1) disminuye la permeabilidad a través de las paredes del tubo (1) del gas almacenado en su interior.
- 50 3. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1 y 2, en el cual:
- la conducción interior de los colectores (3) que permite la comunicación de fluidos entre los tubos (1) está formada por un conducto principal (10), el cual se

ramifica en conductos secundarios (11), y unos orificios (12) comunican cada uno de los tubos con la conducción interior, y en el cual

5 - la conducción interior está comunicada con la boquilla (6) a través de un orificio (13).

4. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual:

10 - los tubos (1) están fabricados en material compuesto con fibra unidireccional continua con la dirección de las fibras de refuerzo (18) orientada mayormente en la dirección circunferencial de la sección transversal del tubo, encargándose esta fibra de soportar la tensión circunferencial que ejerce el gas sobre el tubo (1), y en el cual

15 - los cinturones (2) están fabricados en material compuesto con fibra unidireccional continua, estando las fibras de refuerzo (19) del cinturón (2) dispuestas en su mayor parte en paralelo a la dirección del lazo (28) que describe el cinturón (2) al ser enrollado el mismo al conjunto formado por los tubos (1) y los colectores (3), destinándose las fibras de refuerzo (19) del
20 cinturón (2) a soportar las tensiones axiales que el gas ejerce sobre los colectores (3) y son transmitidas a los cinturones (2).

5. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual:

25 - los colectores (3) presentan una superficie curvada (15) que permite el enrollamiento del cinturón (2) de forma suave evitando curvas quebradas en los cambios de dirección del cinturón (2) al ser enrollado en el conjunto formado por los tubos (1) y los colectores (3), y en el cual,

30 - una superficie (16) en la zona de contacto entre el cinturón (2) y los colectores (3) permite la unión soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes.

6. El sistema (100) de acuerdo a las reivindicaciones de 1 a 3, en el cual:

35 - la boquilla (6) presenta un elemento de anclaje (17) localizada en el interior del cuerpo del colector (3) que permite mejorar la unión soldada, adhesiva y/o mecánica entre ambos componentes, y en el cual,

40 - los colectores (3) están fabricados con materiales compuestos de fibra corta y matriz polimérica termoplástica del mismo tipo que los tubos (1) facilitando la unión soldada entre ambos componentes.

7. El sistema (100) de acuerdo a las reivindicaciones 1 y 2, en el cual:

45 - un alojamiento (8) permite insertar una porción de longitud del tubo (1) en el interior del colector (3),

50 - dicho alojamiento (8) presenta en forma de ranura describiendo la figura geométrica de la sección transversal del tubo y con anchura similar al espesor de pared del tubo (1) y una profundidad que permite introducir el tubo (1) una porción de longitud del tubo (1) en el colector (3) suficiente para garantizar la unión estructural y hermética entre ambos componentes,

- existiendo una superficie de unión (9) soldada, adhesiva y/o mecánica entre tubo y colector que comprende toda la zona de contacto entre el colector (3) y el tubo (1) al ser insertado el uno en el otro, y en el cual,
- 5
- un cordón (14) de unión soldada o adhesiva se aplica entre el tubo (1) y el colector (3) en la superficie exterior al tubo (1) y el borde exterior del alojamiento (8) en la superficie del colector (3) expuesta a los tubos (1).
8. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual:
- 10
- el conjunto de tubos (1) está ordenado en el espacio agrupándose con los centros geométricos de la sección transversal de los tubos (1) posicionados en los nodos de una red plana cuadrada, o bien,
- 15
- en los nodos de una red plana triangular, con objeto de maximizar el factor de empaquetamiento de los tubos (1).
9. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual:
- 20
- los tubos (1) están en contacto entre sí, o bien,
 - entre los tubos (1) existe una cierta separación, y en el cual
 - los tubos (1) en contacto presentan algún tipo de unión soldada y/o adhesiva en
- 25
- la zona de contacto.
10. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación (1), en el cual:
- 30
- los tubos (1) presentan una geometría circular en la sección transversal de los mismos, o bien,
 - los tubos (1) presentan una geometría en la sección transversal poligonal hexagonal (26) con vértices redondeados (27) donde los lados (23) de los tubos (1) están en contacto entre sí formando una red plana triangular.
- 35
11. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1, 7, 9 y 10, en el cual:
- 40
- el alojamiento (8) está constituido por un patrón de ranuras (24) que permite insertar una agrupación de tubos (1) que se encuentran en contacto entre sí, sirviendo cada tramo (25) del patrón de ranuras (24) para alojar los lados (23) de las paredes de uno o de dos tubos (1) en contacto.
12. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1 y 2, en el cual:
- 45
- la agrupación de tubos (1) está constituida por tubos (1) de igual longitud, o bien,
 - la agrupación de tubos (1) está constituida por varios subgrupos de tubos caracterizándose cada subgrupo por una longitud de tubo (1) igual dentro del subgrupo y diferente para cada subgrupo, distribuyéndose los subgrupos en
- 50
- distintos tramos a lo largo de un colector (3) común que contiene la conducción interior que permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos (1) del sistema (100) y existiendo un cinturón (2) diferente para cada subgrupo de tubos (1) y un colector (3) opuesto al colector (3) común para cada subgrupo de tubos (1).

13. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1 y 2, en el cual:

- 5 - la agrupación de tubos (1) se distribuye en forma de matriz con un determinado número de filas y de columnas, o bien,
- 10 - la agrupación de tubos (1) se compone de varios subgrupos de tubos (1) caracterizándose cada subgrupo de tubos (1) por presentar una distribución en forma de matriz con número de filas y columnas diferentes para cada subgrupo, existiendo un cinturón (2) diferente para cada subgrupo, y siendo los colectores (3) comunes para todos los subgrupos.

14. El sistema (100) de acuerdo a la reivindicación 1 y 2, en el cual:

- 15 - se presenta al menos un colector (3) intermedio a dos o más conjuntos de tubos (1), en el cual existe una conducción interior que permite la comunicación de fluidos entre todos los tubos (1) del sistema (100) y contiene la boquilla (6) para la carga y descarga de gas del sistema (100),
- 20 - dicho colector (3) intermedio posee alojamientos (8) en lados opuestos, en los cuales se insertan tubos (1) que se extienden una determinada longitud a cada lado, y en el cual
- 25 - los extremos de estos tubos son taponados con colectores (3) y todo el conjunto es envuelto con un cinturón (2).

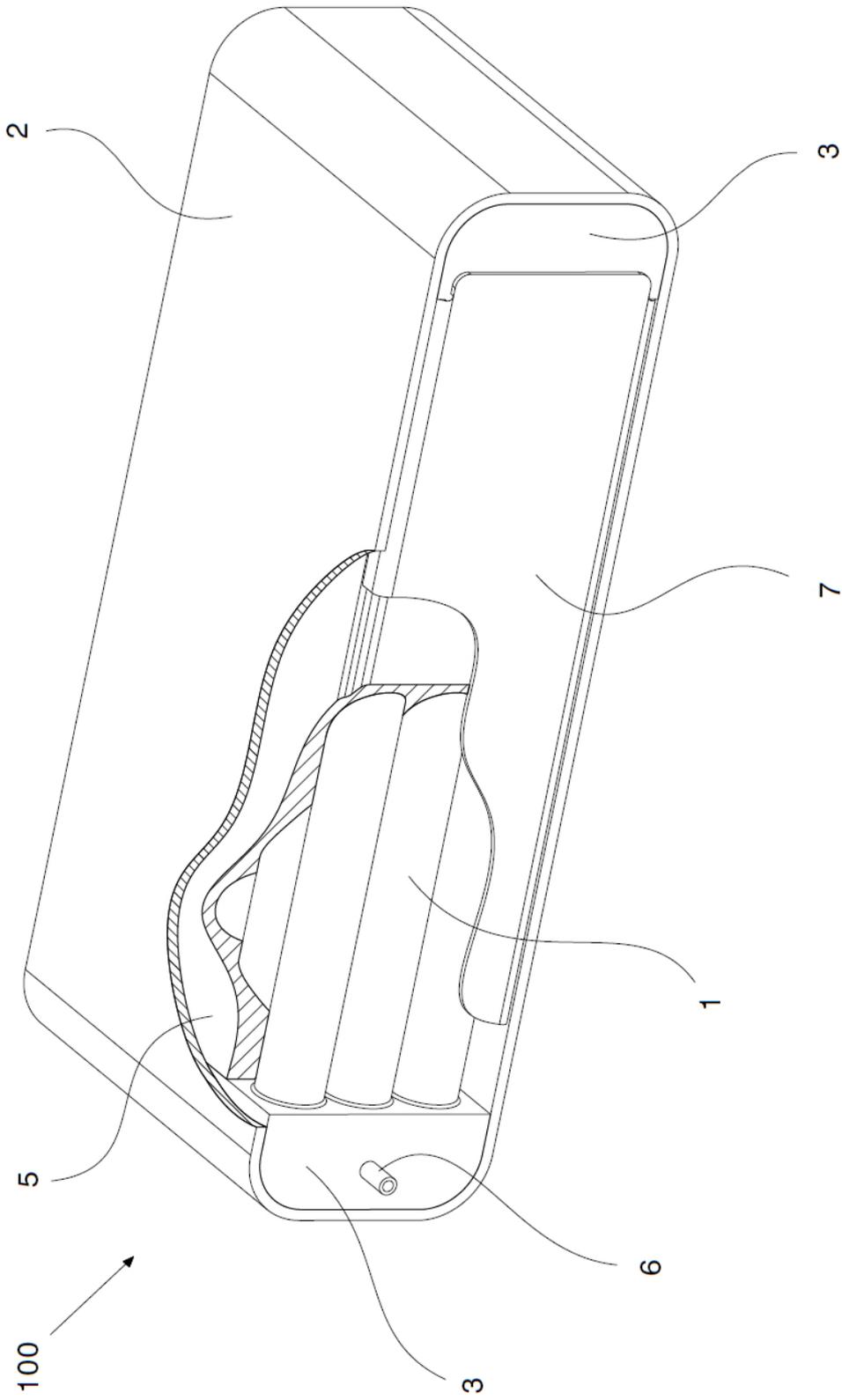


FIGURA 1

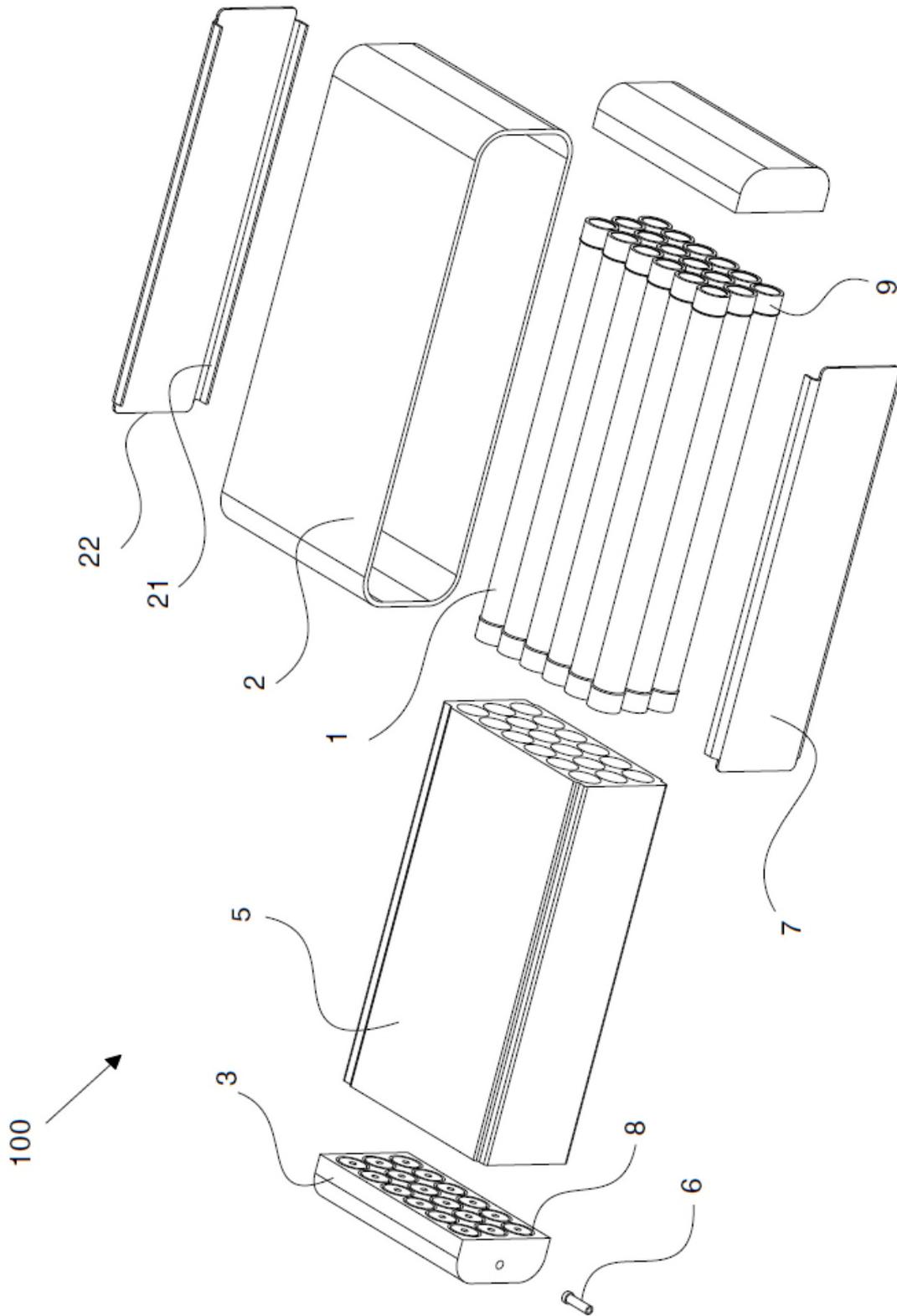


FIGURA 2

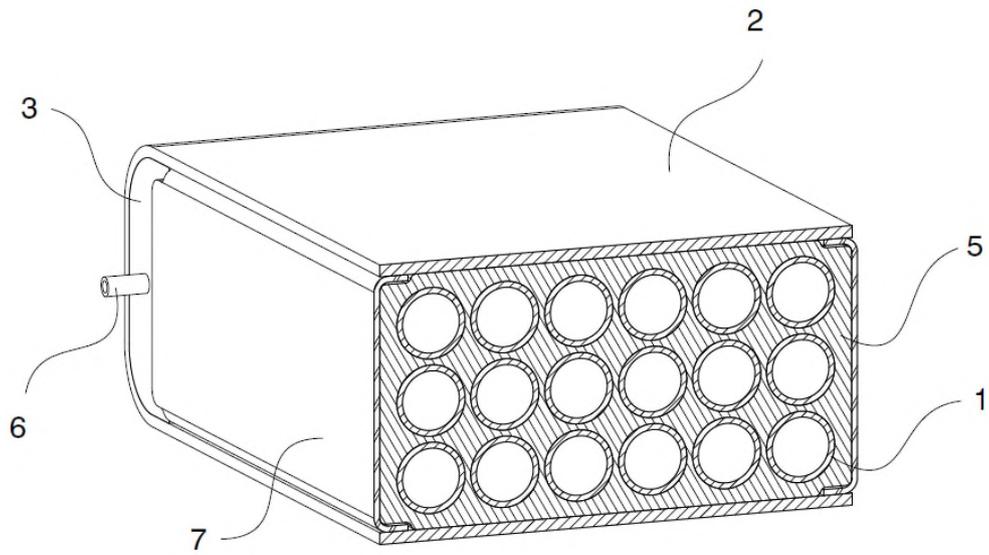


FIGURA 3

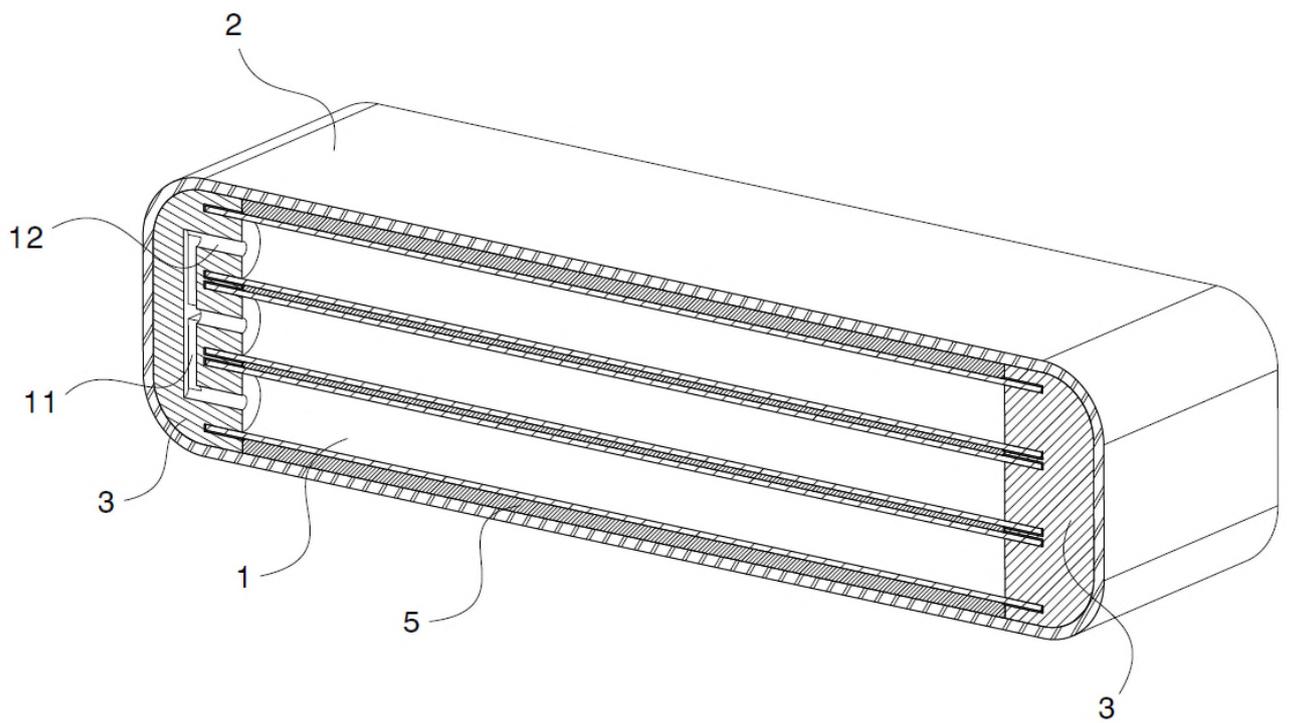


FIGURA 4

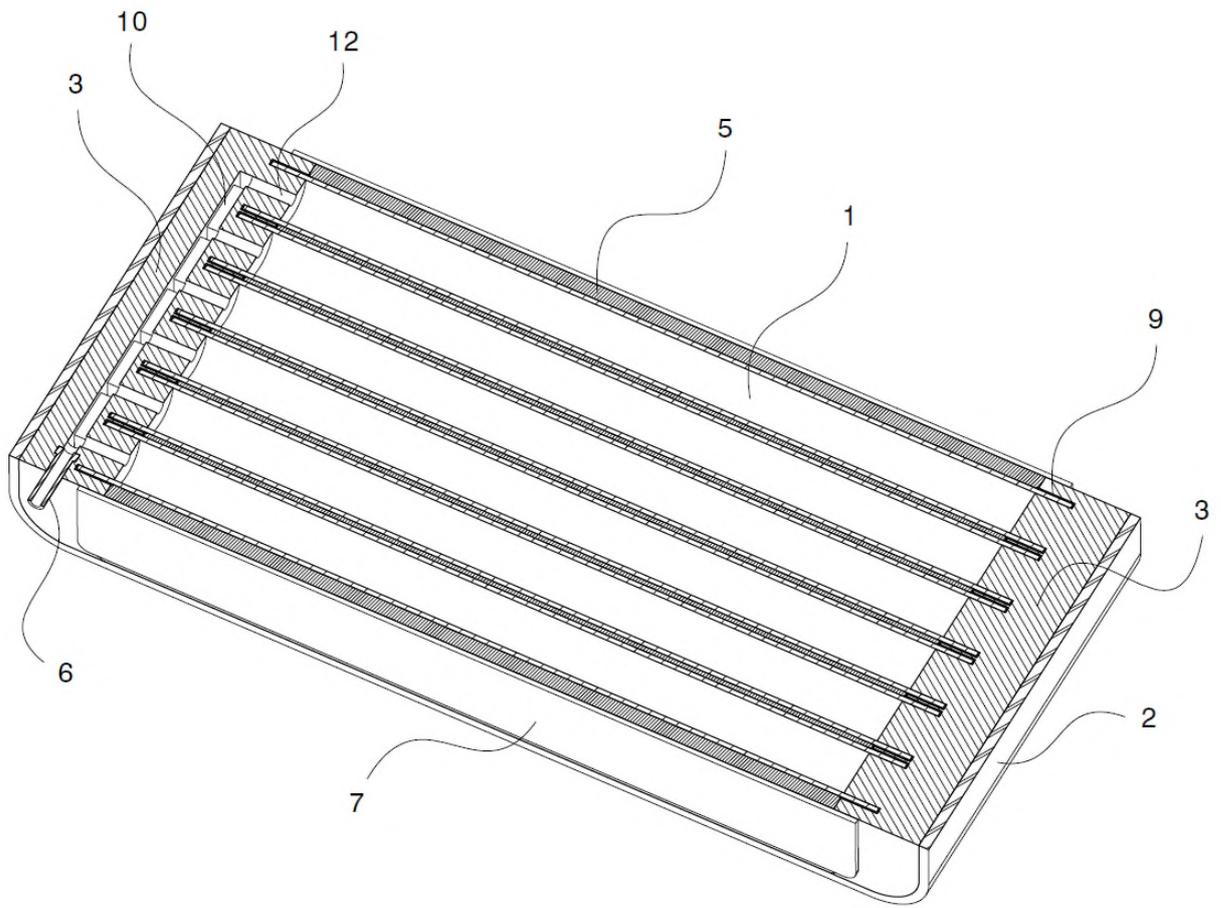


FIGURA 5

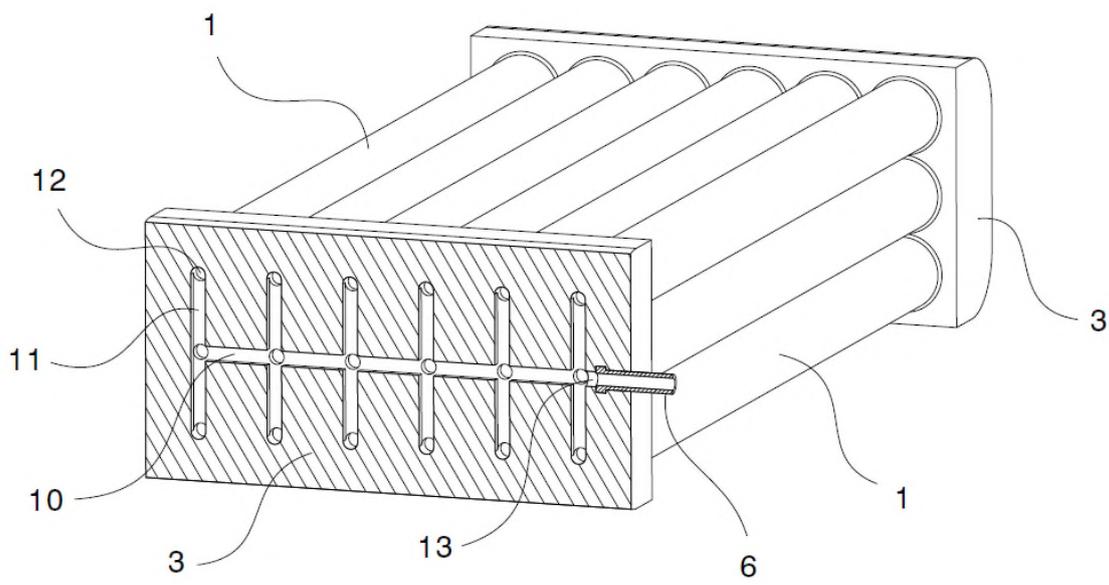


FIGURA 6

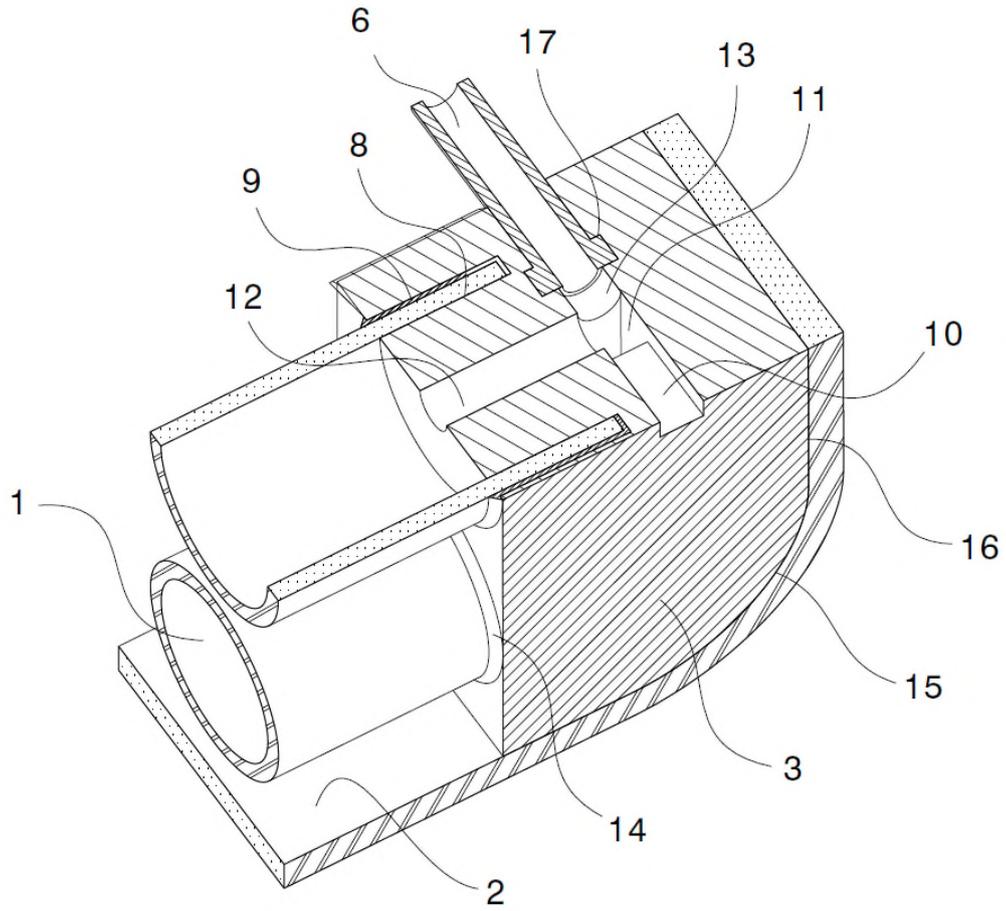


FIGURA 7

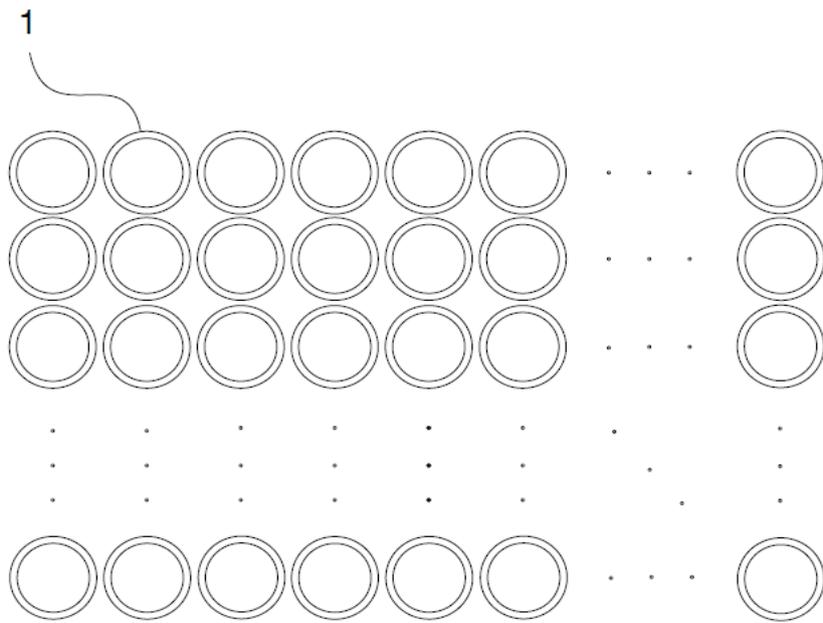
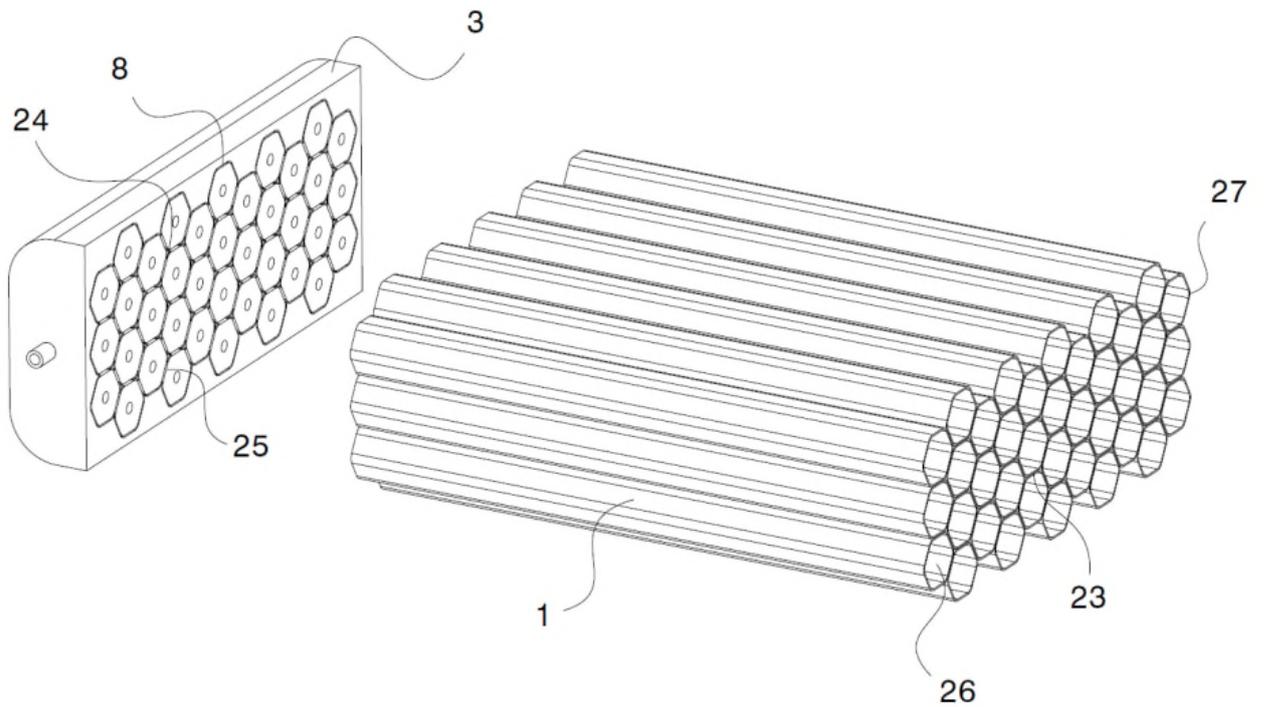
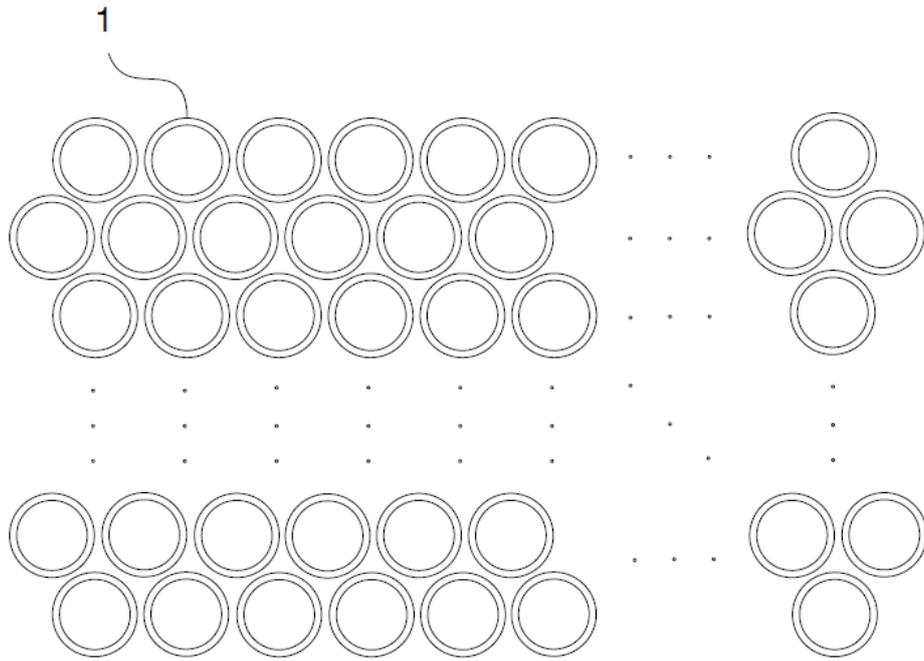


FIGURA 8



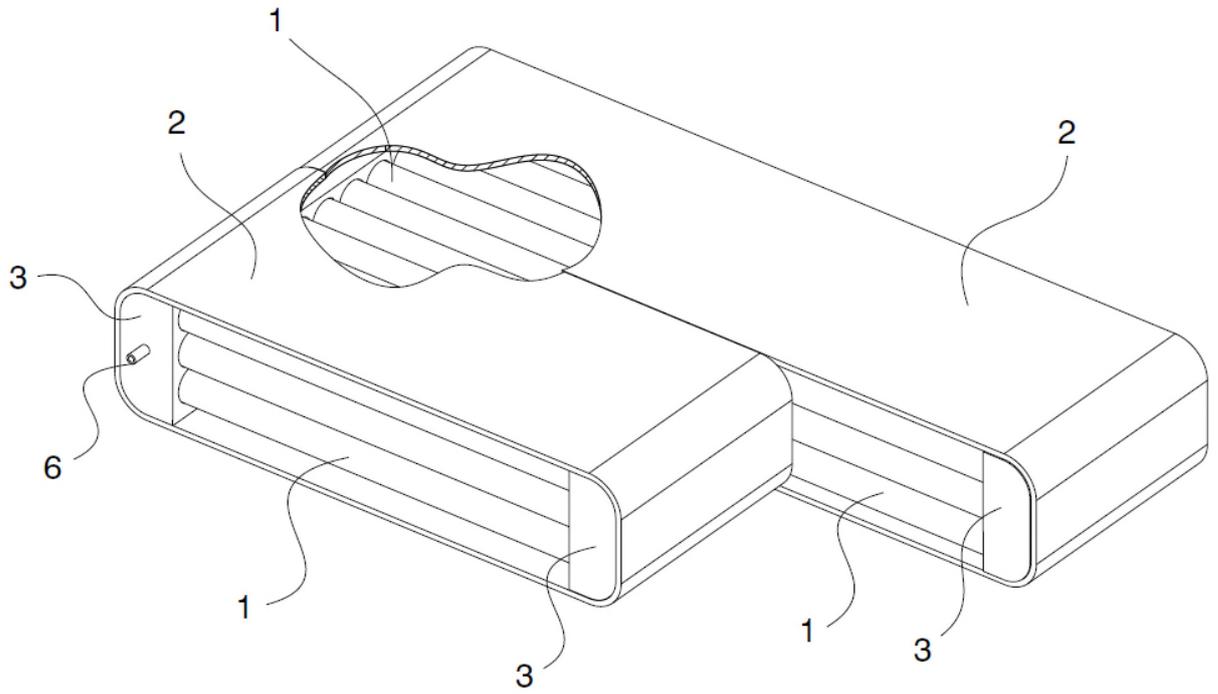


FIGURA 11

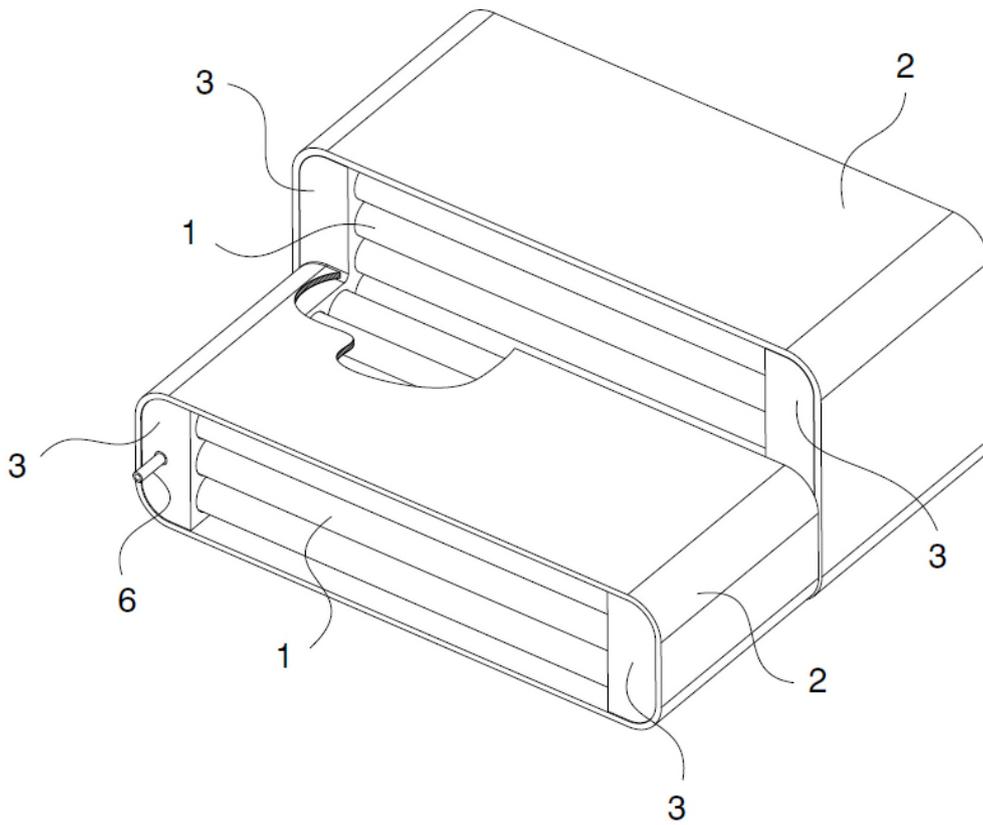


FIGURA 12

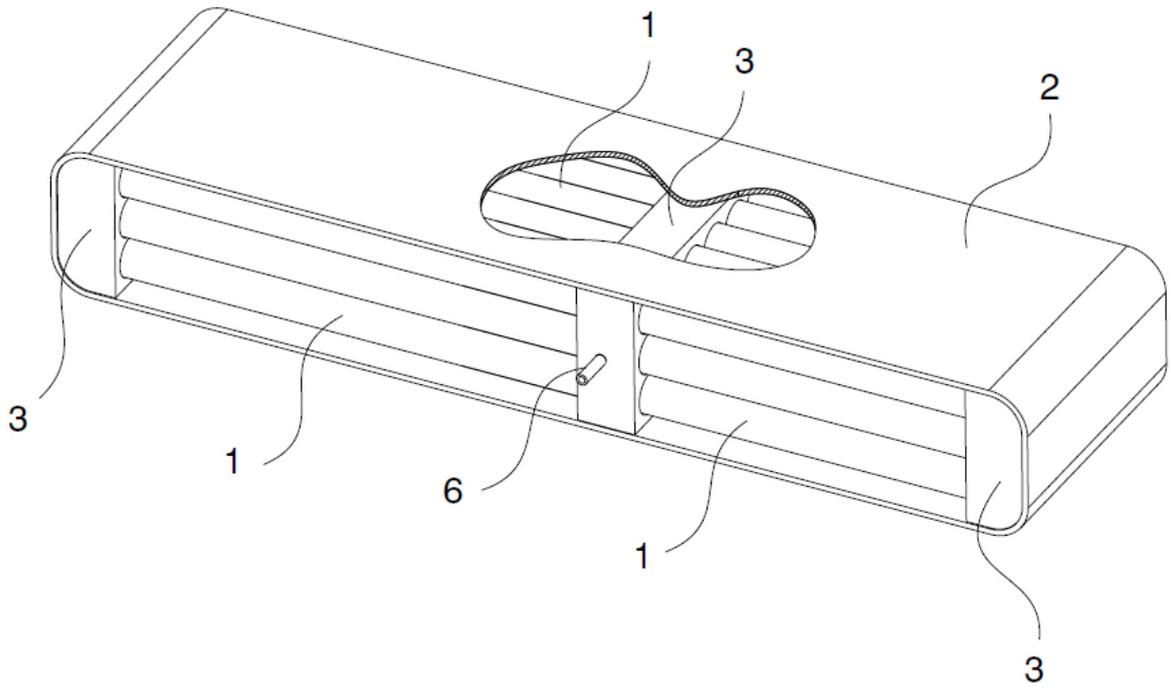


FIGURA 13

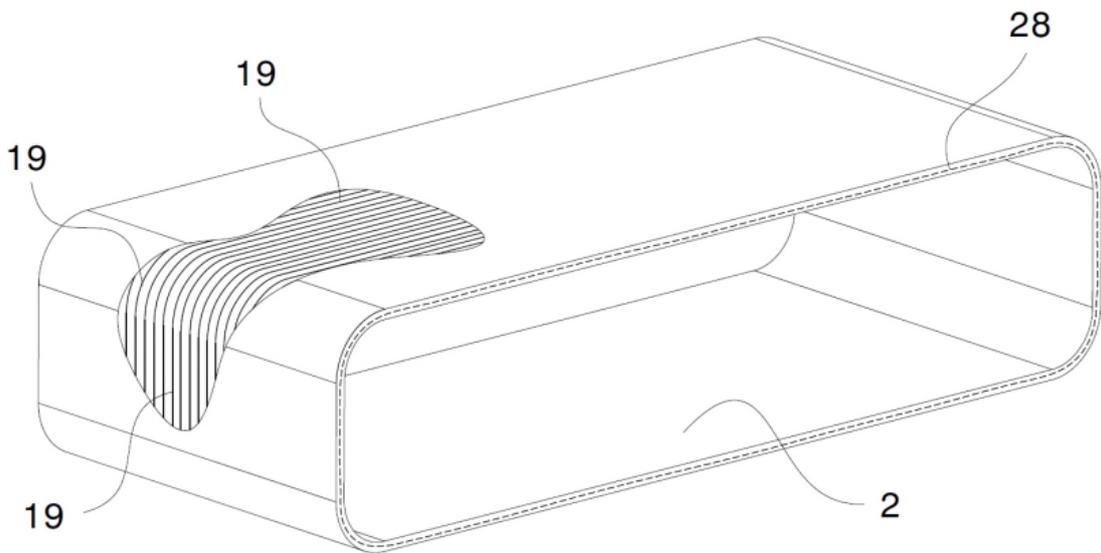


FIGURA 14

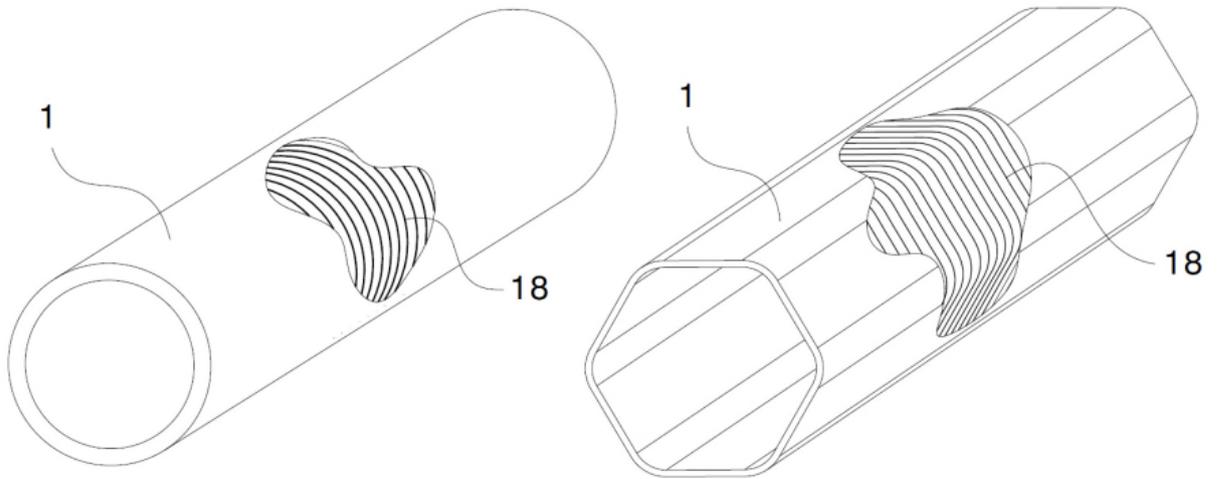


FIGURA 15