

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 004**

51 Int. Cl.:

**C01B 3/00** (2006.01)

**F17C 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2004** **E 04003367 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016** **EP 1454876**

54 Título: **Depósito de hidrógeno**

30 Prioridad:

**07.03.2003 DE 10309983**

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

**31.01.2017**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH  
(100.0%)  
Werftstrasse 112-114  
24143 KIEL, DE**

72 Inventor/es:

**BENTHIEN, UDO;  
POMMER, HANS y  
SATTLER, GUNTER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 599 004 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

Depósito de hidrógeno

La invención se refiere a un depósito de hidrógeno en forma de depósito de hidruro metálico.

5 Tales sistemas de almacenamiento se encuentran en el estado de la técnica y en este contexto se remite al documento DE 35 02 311 A1, en el que se describe en detalle un depósito de este tipo. Se compone fundamentalmente de un normalmente recipiente a presión de acero hermético al gas de hidrógeno que está lleno de hidruro metálico, en cuya red cristalina puede almacenarse hidrógeno. Puesto que el hidruro metálico al almacenar el hidrógeno se expande en una medida considerable y vuelve a contraerse tras su emisión, es necesario, para evitar una sobreexpansión espacial del recipiente a presión, distribuir y mantener el hidruro metálico lo más uniformemente posible por el espacio del recipiente a presión. Para ello están previstos recipientes metálicos configurados en forma de vasija y cerrados con una tapa. Estos recipientes metálicos llenos de hidruro metálico están formados por un recipiente permeable al gas de hidrógeno y apilados dentro del recipiente a presión. Para la carga y descarga está previsto un tubo de llenado y extracción dispuesto de manera centrada con respecto al eje del recipiente a presión, el cual es igualmente permeable al gas de hidrógeno y está compuesto por material sinterizado. Este tubo de llenado y extracción atraviesa por el centro los cartuchos que están cerrados hacia el tubo con una pared.

Independientemente de cómo esté incorporado el hidruro metálico en los cartuchos (como granulado, en forma de perlas, pulverizado), éste se descompone en un polvo fino al almacenar el hidrógeno. Debido a la fuerte expansión, no se garantiza de manera fiable, ni siquiera con la colocación de una tapa, que parte del polvo presione mucho la tapa y/o se infiltre en la misma y llegue por tanto también a la zona de intersticio entre el recipiente a presión y los cartuchos de hidruro metálico. Sin embargo, en ese caso se acumula hidrógeno en esta zona, lo que puede provocar tensiones localmente aumentadas e indeseables en la pared envolvente del recipiente a presión, con lo que puede dañarse el recipiente a presión de manera duradera.

Además, al almacenar hidrógeno en el depósito, va a disiparse calor y en particular al extraer hidrógeno del depósito va a introducirse calor. Puesto que el hidruro metálico es un muy mal conductor del calor, debe llevarse cuidado de que el intercambio de calor, que prácticamente solo puede producirse a través de la pared del recipiente a presión, se produzca dentro del recipiente a presión de tal modo que todo el hidruro metálico se caliente o se enfríe de la manera más uniforme posible. En las cápsulas conocidas por el documento DE 35 02 311 A1, la conducción térmica es insuficiente en particular en el interior del recipiente a presión, ya que la sección transversal de las chapas de cápsula usadas en el mismo es relativamente pequeña, condicionada por el sistema (han de deformarse durante la expansión). También es desfavorable el contacto térmicamente conductor de las cápsulas entre sí debido a las acanaladuras presentes entre la tapa y el fondo adyacente. Por último, esta construcción conocida es complicada de fabricar y también de montar, ya que las cápsulas tienen que integrarse individualmente en el recipiente a presión (todavía abierto). En este caso existe el riesgo, en particular en el caso de recipientes a presión largos y delgados, de que las cápsulas se ladeen y por tanto también el riesgo de que se deformen.

Ante estos antecedentes, la invención se basa en el objetivo de configurar un depósito de hidrógeno de hidruro metálico, de tal modo que se eviten las desventajas mencionadas anteriormente, en particular que el hidruro metálico se quede, también durante la expansión, dentro de los cartuchos que se encuentran en el recipiente a presión y se produzca una conducción térmica lo mejor posible dentro del recipiente a presión.

40 Este objetivo se soluciona de acuerdo con la invención mediante las características indicadas en la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes, en la siguiente descripción y en el dibujo.

La idea básica de la presente invención es soldar entre sí, al menos por secciones, los cartuchos llenos de hidruro metálico al menos en el lado dirigido hacia el recipiente a presión, es decir en su perímetro exterior. De este modo se mejora esencialmente, por un lado, el intercambio de calor entre los cartuchos, ya que, mediante las extensas uniones por soldadura, toda la pared envolvente de los cartuchos está unida entre sí de manera térmicamente conductora. Se garantiza por tanto también una buena conducción térmica en los puntos que no se encuentran de manera térmicamente conductora en contacto con el recipiente a presión. Además, mediante la unión por unión de material se garantiza que tampoco llega, al expandirse el hidruro metálico, nada de material a la zona entre el cartucho y la pared del recipiente a presión. El hidruro metálico en polvo se mantiene esencialmente de manera más fiable que en el estado de la técnica espacialmente dentro del recipiente a presión, es decir en los cartuchos.

Otra ventaja esencial de la solución de acuerdo con la invención consiste en que todo el contenido del recipiente a presión, es decir todos los cartuchos incluido su relleno de hidruro metálico, pueden ensamblarse y unirse entre sí mediante soldadura fuera del recipiente a presión, donde son fácilmente accesibles y controlables, de modo que entonces el bloque cilíndrico formado por los cartuchos puede insertarse como un todo en el recipiente a presión todavía abierto. El montaje se simplifica y mejora de este modo por tanto considerablemente.

Preferiblemente, los cartuchos están configurados a este respecto en forma de vasija y apilados dentro del cuerpo a presión de modo que el fondo de un cartucho constituye la tapa del cartucho adyacente. A este respecto, cartuchos

adyacentes están soldados entre sí preferentemente por todo su perímetro, de modo que se forma en el lado de los cartuchos una pared cerrada hacia la pared del recipiente a presión, que por un lado impide la salida de hidruro metálico en esta zona y por otro lado une entre sí todos los cartuchos de manera térmicamente conductora. Puesto que, al menos por secciones, aunque preferentemente por toda la superficie, la pared envolvente así formada de los cartuchos se sitúa en contacto con el lado interior del recipiente a presión, se produce además una muy buena conducción térmica entre el recipiente a presión y los cartuchos y por tanto también el hidruro metálico almacenado en los mismos.

La carga y descarga con hidrógeno se produce ventajosamente a través de un tubo de llenado y extracción dispuesto de manera centrada y permeable al hidrógeno, el cual está dispuesto preferentemente de manera coaxial dentro del recipiente a presión y atraviesa todos los cartuchos. A este respecto, los cartuchos pueden presentar una pared hacia el tubo, para garantizar también un contacto uniforme del hidruro metálico en esta dirección. En este último caso, sin embargo, debe llevarse cuidado de que, antes del montaje, no se salga nada de hidruro metálico por la perforación central. Esto se realiza ventajosamente no introduciendo el hidruro metálico en forma de polvo, granulado o perlas, sino como lingote completo, que se desintegra después tras la primera carga con hidrógeno automáticamente en polvo.

Es ventajoso que el fondo de un cartucho esté configurado de manera escalonada, de tal manera que el cartucho puede integrarse por arrastre de forma en el lado abierto del cartucho adyacente. Un escalón de este tipo facilita el montaje y ofrece asimismo, además de la unión de material, también el arrastre de forma, es decir seguridad adicional. Asimismo, en esta variante de construcción mejora la conducción térmica entre el fondo y la pared envolvente del cartucho, en particular del cartucho adyacente al mismo. Es especialmente ventajoso que el escalonamiento esté configurado de modo que entre cartuchos adyacentes se obtenga una ranura circundante. Esta ranura circundante puede servir entonces para alojar la costura de soldadura, de modo que la costura de soldadura termine al ras con la pared envolvente exterior de los cartuchos. Asimismo, la parte interior escalonada presenta un seguro de lecho de soldadura, que evita de manera fiable un hundimiento de la costura de soldadura en el interior del recipiente y reduce asimismo durante la soldadura el efecto del calor sobre el hidruro metálico.

Para conseguir un reparto de calor lo más uniforme posible dentro del recipiente a presión, es decir también dentro del hidruro metálico, que es un mal conductor térmico, está previsto de acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención diseñar el fondo de un cartucho con un grosor radial que aumenta hacia fuera. De manera ideal, la sección transversal del fondo presenta desde el centro hacia el perímetro exterior el contorno de una función e. Entonces puede garantizarse a lo largo del recipiente a presión, la pared envolvente exterior de los cartuchos y el fondo así diseñado una conducción térmica verdaderamente uniforme y muy buena también hasta en el interior del recipiente. Una distribución de temperatura uniforme de este tipo es deseable ya que, entonces, por esencialmente todo el volumen del recipiente se produce en la misma medida una carga o descarga con hidrógeno y por tanto también una correspondiente expansión uniforme. Con ello pueden evitarse en gran medida sobreexpansiones puntuales.

Los cartuchos pueden estar compuestos como piezas de embutición profunda, por ejemplo de aluminio o una aleación de metal ligero u otra aleación buena conductora térmica y deformable. Sin embargo, también pueden embutirse como piezas conformadas por ejemplo a partir de chapas de aluminio o también fabricarse o mecanizarse por arranque de virutas. La fabricación del fondo, cuyo grosor aumenta hacia fuera, de un cartucho puede simplificarse al fabricar el cartucho inicialmente con un fondo de grosor constante y después colocando sobre el fondo del cartucho una parte de inserción, por ejemplo en forma de anillo de aluminio, cuyo grosor aumenta de dentro hacia fuera. Basta aquí con una colocación suelta ya que, debido a la expansión del hidruro metálico con la primera carga, está garantizada una presión de compresión suficientemente alta, que asegura una buena transferencia térmica también para las operaciones de descarga y carga subsiguientes.

Alternativa o adicionalmente, el fondo puede configurarse tal como se describió anteriormente en dos o también en tres partes, estando prevista una parte subyacente que se sitúa en contacto con el lado inferior del fondo y cuyo grosor aumenta de dentro hacia fuera. Puede tratarse en este caso del mismo anillo que se usa como parte de inserción. Este anillo se dispone entonces, antes de la integración del cartucho en el cartucho adyacente, sobre el lado superior abierto del cartucho adyacente lleno de hidruro metálico o se fija en el fondo del cartucho debajo del fondo propiamente dicho.

Además de la buena conducción térmica hasta en el interior del recipiente a presión, la presente invención garantiza en particular la distribución uniforme del hidruro metálico dentro del recipiente y evita una penetración de hidruro metálico en la zona entre la pared envolvente del cartucho y la pared del recipiente a presión. Esta propiedad hace que el depósito de hidrógeno sea especialmente adecuado también para su uso en un submarino, donde el depósito normalmente no estará vertical, sino tumbado así como, debido a la posición de desplazamiento variable del submarino, también puede estar dispuesto en cualquier posición oblicua. La buena conducción térmica hasta en el interior del recipiente a presión se encarga además de que el depósito pueda cargarse y descargarse relativamente rápido, lo que representa una ventaja en particular también en el ámbito militar.

Los cartuchos dispuestos dentro del recipiente tienen que ser permeables al hidrógeno en una medida suficiente, para que sea posible una veloz carga y descarga a través del tubo de llenado y extracción central. Para ello, por

regla general no basta con la permeabilidad de material presente por ejemplo en el caso del aluminio, de modo que dado el caso en puntos adecuados también han de preverse todavía correspondientes escotaduras, por ejemplo en el lado de los cartuchos orientado hacia el tubo de carga y descarga. Dado el caso, tales configuraciones también pueden estar formadas entre cartuchos dispuestos unos sobre otros, por ejemplo en el lado interior. Ha de llevarse cuidado por tanto, dado el caso mediante la elección de material y/o desde el punto de vista constructivo, de que haya una permeabilidad al hidrógeno suficiente de los cartuchos.

La invención se explica a continuación por medio de ejemplos de realización representados en el dibujo. Muestran:

- la figura 1 en una representación muy simplificada, una sección longitudinal de un recipiente a presión de acuerdo con la invención,
- 10 la figura 2 en una representación ampliada, un fragmento de la figura 1, y concretamente en la zona en la que los cartuchos están soldados entre sí por el lado perimetral, en una primera variante de realización,
- la figura 3 una variante de realización en una representación según la figura 2 pero con la pared del recipiente a presión,
- la figura 4 una variante de realización en una representación según la figura 3 y
- 15 la figura 5 otra variante de realización en una representación según la figura 3.

El recipiente a presión 1 representado mediante la figura 1 está hecho de acero hermético al hidrógeno y está compuesto por un recipiente 2 cilíndrico, que está cerrado en su lado superior por una tapa 3. Coaxialmente al eje del recipiente está dispuesto un tubo de llenado y extracción 4 dentro del recipiente 2, el cual está compuesto por material sinterizado que es permeable al gas de hidrógeno. El tubo 4 se extiende desde el fondo del recipiente 2 hasta la tapa 3, donde sale como conexión resistente a la presión. Dentro del recipiente 2 están dispuestos cartuchos 5 en forma de vasija llenos de hidruro metálico 6.

Los cartuchos 5 están compuestos de aluminio y están soldados en cada caso perimetralmente con el cartucho dispuesto de manera adyacente por encima, de modo que los cartuchos 5 forman una pared envolvente 7 cilíndrica continua común, que evita que salga hidruro metálico a la zona entre la pared envolvente 7 y el recipiente 2 y garantiza asimismo una buena transferencia de calor con respecto al recipiente 2.

En el ejemplo de realización descrito anteriormente así como también en los posteriores, la soldadura entre cartuchos 5 adyacentes es totalmente continua por todo su perímetro. Sin embargo, también puede estar prevista una costura de soldadura por secciones, si esto satisface los requisitos de conducción térmica y de solidez, de modo que se garantice que no sale nada de hidruro metálico en esta zona.

Tal como se representa en la figura 1, los cartuchos 5, a diferencia del estado de la técnica, no presentan ninguna pared hacia el tubo de llenado y extracción 4. Esto solo es posible si el hidruro metálico 6 se introduce en el cartucho en forma de un lingote adaptado al tamaño de cartucho, antes de soldar los cartuchos entre sí e integrarlos después en el recipiente 2 todavía abierto, que se suelda entonces con la tapa 3 de manera resistente a la presión. Los lingotes que se encuentran en los cartuchos 5 se desintegran con la activación, es decir con la primera carga con hidrógeno en hidruro metálico en polvo, que se acumula entonces debido a la expansión fijamente en el tubo 4, de modo que todo el material queda fijado en su posición en el recipiente a presión 1. Si los cartuchos, tal como se conoce por el estado de la técnica, se llenaran con hidruro metálico pulverizado, granulado, triturado de otra forma o en forma de perlas, tendría que preverse convenientemente también en el lado dirigido hacia el tubo 4 una pared perpendicular y preverse también en esta zona dado el caso una costura de soldadura con respecto al cartucho adyacente.

La figura 2 muestra una forma de realización de cartuchos 5a, que están compuestos en cada caso por una sección de pared envolvente 8 cilíndrica y un fondo 9, no estando el fondo 9 al ras, sino conectado a través de una especie de escalón en forma de sección 10 que discurre hacia dentro en forma de arco con la sección de pared envolvente 8. La sección 10 está configurada a este respecto de modo que, si bien el fondo 9 puede meterse en el lado superior del cartucho 5a del cartucho situado debajo a continuación, no penetra sin embargo completamente en el mismo hasta la sección de pared envolvente 8, sino que deja un espacio libre a modo de ranura 11 entre los cartuchos. Esta ranura 11 sirve para alojar una costura de soldadura 12, de modo que esta solo sobresale ligeramente por encima de la pared envolvente 7. Asimismo, la sección 10 forma durante la soldadura un seguro de baño de soldadura.

En el fondo 9 está prevista una acanaladura 13 en forma de V en su sección transversal, la cual durante la expansión del hidruro metálico 6 se acopla con el mismo y mejora por un lado la conducción térmica en el cartucho 5a que se encuentra debajo así como asegura en su posición el material que se encuentra en el cartucho 5a.

Tal como ilustra la figura 2, la sección 10 forma un escalón, que posibilita por un lado una integración por arrastre de forma de un cartucho 5a superior en el cartucho 5a situado debajo y forma por otro lado el espacio libre necesario (ranura 11) para la costura de soldadura 12.

El cartucho 5b alternativo representado mediante la figura 3 tiene forma de vasija y está configurado de manera esencialmente cilíndrica, de modo que puede fabricarse de manera sencilla. El canto inferior 14 así como el canto superior 15 están biselados hacia el perímetro exterior, para el alojamiento de la costura de soldadura 12.

5 Para mejorar el aporte de calor al hidruro metálico 6 o desde el hidruro metálico 6, el cartucho 5b presenta un fondo 16 en dos partes, que está formado a partir de un fondo 16 propiamente dicho de un material de grosor constante así como de una parte de inserción 17, que está compuesta de material buen conductor térmico, en este caso igualmente aluminio, y que presenta un grosor que aumenta desde el centro hacia el borde. Esta parte de inserción 7 está introducida en la variante de realización representada de manera suelta y se fija mediante la presión del hidruro metálico 6. Sin embargo también puede asegurarse adicionalmente mediante soldadura.

10 En la realización según la figura 4, si bien un cartucho 5c está configurado igualmente en forma esencialmente de vasija, presenta sin embargo un fondo 18 cuyo grosor aumenta desde el centro hacia el borde. El canto inferior de cada cartucho 5c está configurado con un doble escalón, tal como se desprende en detalle de la figura 4. El primer escalonamiento 19 forma el espacio libre requerido para alojar la costura de soldadura 12, mientras que el segundo escalonamiento 20 está configurado de modo que el fondo 18 de un cartucho superior puede integrarse por arrastre de forma en el lado abierto superior de un cartucho 5c situado debajo. El segundo escalonamiento 20 facilita por tanto el montaje y forma al mismo tiempo el seguro de lecho de soldadura.

20 En la variante de realización representada mediante la figura 5 está configurado un cartucho 5d de manera similar al cartucho 5b de la variante de realización representada anteriormente mediante la figura 3, es decir presenta un fondo 16 de grosor constante con una parte de inserción 17, que presenta un grosor que aumenta de dentro hacia fuera, que se sitúa al ras en contacto con el fondo 16 así como con la pared envolvente 7 o la correspondiente sección de pared envolvente 8. También allí está formado entre cartuchos 5d adyacentes un espacio libre para la costura de soldadura 12. A diferencia de la variante de realización según la figura 3, está dispuesta sin embargo adicionalmente debajo del fondo 16 una parte subyacente 21, que presenta igualmente un grosor que aumenta hacia el borde exterior y que se sitúa con su lado superior en contacto con el lado inferior del fondo 16 así como por fuera con la sección de pared envolvente 8. La parte subyacente 21 puede o bien estar colocada de manera suelta sobre el lado superior del cartucho 5d situado debajo tras su llenado o bien preferentemente estar soldada con el fondo 16. En la realización representada la unión es suelta. Mediante la presión que aparece con la expansión del hidruro metálico 6, la parte subyacente 21 se presiona firmemente contra el fondo 16, de modo que tiene lugar una buena transferencia de calor. También la parte subyacente 21 se compone de aluminio.

30 Las configuraciones de fondo representadas mediante las figuras 3 a 5 sirven en particular para una mejor distribución del calor dentro del cartucho. Gracias a las secciones transversales mayores en la zona exterior se aumenta esencialmente la conducción térmica, de modo que el hidruro metálico 6 que se encuentra en los cartuchos 5 se calienta o enfría de manera esencialmente uniforme. La conducción térmica se produce a través del fondo a la pared envolvente 7 y desde allí a la pared del recipiente a presión 2. Debido a la presión del hidruro metálico durante la expansión, las secciones de pared envolvente 8 entran en contacto con la pared del recipiente a presión y establecen por tanto al menos por secciones una unión con adecuada conducción térmica.

Las características individuales descritas en las figuras 2 a 5 pueden combinarse de acuerdo con la invención entre sí, y esto es así tanto por lo que respecta a las realizaciones del fondo con por lo que respecta a las disposiciones de la costura de soldadura.

40 Todas las realizaciones tienen en común que los cartuchos 5 llenos de hidruro metálico se apilan unos sobre otros y se sueldan entre sí. La torre de cartuchos así formada y ya cargada se integra entonces en el recipiente 2 todavía abierto, tras lo cual éste se cierra con la tapa y constituye el recipiente a presión 1.

#### Lista de referencias

- |    |    |                                |
|----|----|--------------------------------|
|    | 1  | - recipiente a presión         |
| 45 | 2  | - recipiente                   |
|    | 3  | - tapa                         |
|    | 4  | - tubo de llenado y extracción |
|    | 5  | - cartuchos                    |
|    | 5a | - cartuchos (figura 2)         |
| 50 | 5b | - cartuchos (figura 3)         |
|    | 5c | - cartuchos (figura 4)         |
|    | 5d | - cartuchos (figura 5)         |
|    | 6  | - hidruro metálico             |
|    | 7  | - pared envolvente             |
| 55 | 8  | - sección de pared envolvente  |
|    | 9  | - fondo                        |
|    | 10 | - sección                      |
|    | 11 | - ranura                       |
|    | 12 | - costura de soldadura         |

- 13 - acanaladura
  - 14 - canto inferior
  - 15 - canto superior
  - 16 - fondo
  - 5 17 - parte de inserción
  - 18 - fondo
  - 19 - primer escalonamiento
  - 20 - segundo escalonamiento
  - 21 - parte subyacente
- 10

**REIVINDICACIONES**

1. Depósito de hidrógeno con un recipiente a presión (1) hermético al hidrógeno, en el que hay dispuesto hidruro metálico (6) en cartuchos (5) permeables al hidrógeno, estando soldados entre sí, al menos por secciones, cartuchos (5) adyacentes al menos en el lado dirigido hacia el recipiente a presión (1).
- 5 2. Depósito de hidrógeno según la reivindicación 1, en el que el recipiente a presión (1) presenta una forma esencialmente cilíndrica y los cartuchos (5) son en forma de vasija y están apilados dentro del recipiente a presión (1) de tal manera que el fondo (9) de un cartucho (5) constituye la tapa del cartucho (5) adyacente, estando soldados entre sí cartuchos (5) adyacentes preferentemente por todo su perímetro.
- 10 3. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dentro del recipiente a presión (1) está previsto al menos un tubo de llenado y extracción (4) dispuesto preferentemente de manera centrada y permeable al hidrógeno, el cual atraviesa los cartuchos (5).
4. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fondo (9) de un cartucho (5) está configurado de manera escalonada, de tal manera que están integrados por arrastre de forma en el lado abierto del cartucho (5) adyacente.
- 15 5. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cartuchos (5) están configurados de modo que, al integrar cartuchos adjuntos, se obtiene en cada caso una ranura circundante (11) en la que se coloca la costura de soldadura (12).
6. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fondo (18) de un cartucho (5c) presenta un grosor que aumenta radialmente hacia fuera.
- 20 7. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fondo (16, 17) de un cartucho (5b) está configurado al menos en dos partes, estando formada una parte (17) del fondo por una parte de inserción (17), cuyo grosor aumenta de dentro hacia fuera.
8. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fondo (16, 17) de un cartucho (5) está configurado al menos en dos partes, estando formada una parte (18) del fondo por una parte subyacente (18) cuyo grosor aumenta de dentro hacia fuera.
- 25 9. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fondo (9) de un cartucho (5) presenta un reborde (13) anular orientado hacia el lado abierto del cartucho (5) adyacente.
10. Depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cartuchos (5) están compuestos de aluminio o una aleación de metal ligero permeable al gas de hidrógeno, térmicamente buen conductor y deformable.
- 30 11. Uso de un depósito de hidrógeno según una de las reivindicaciones anteriores para un submarino.

Fig. 1

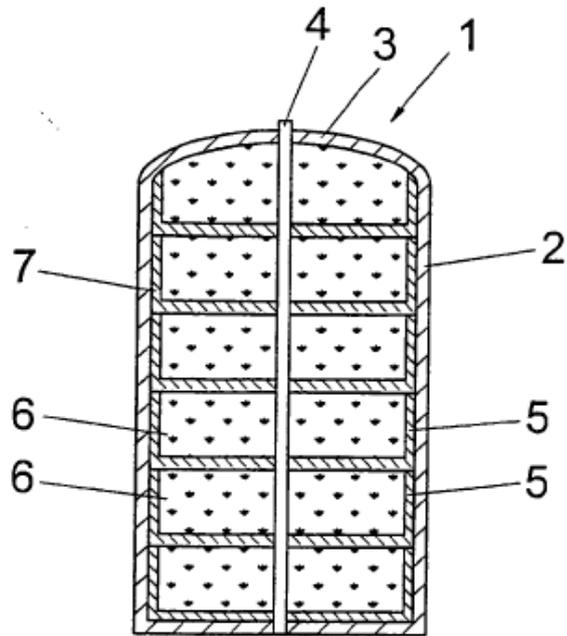


Fig. 2

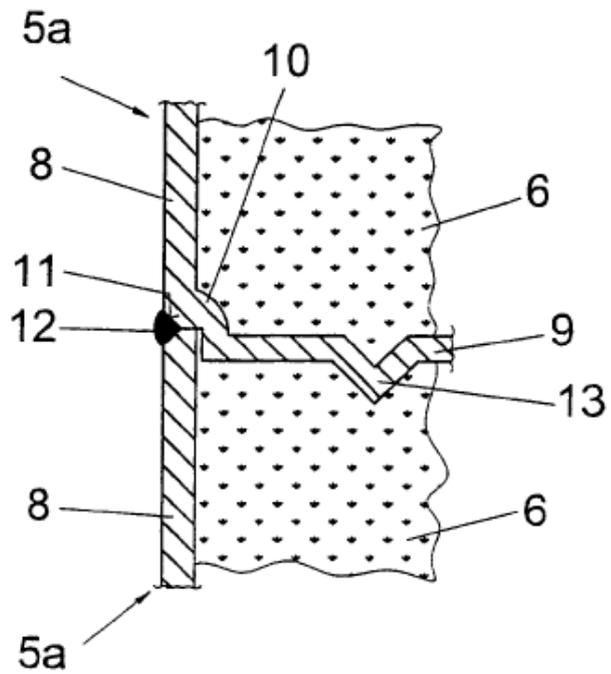


Fig. 3

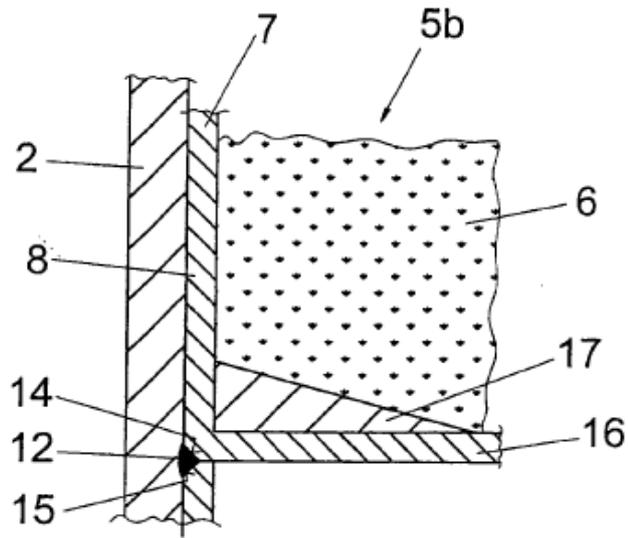


Fig. 4

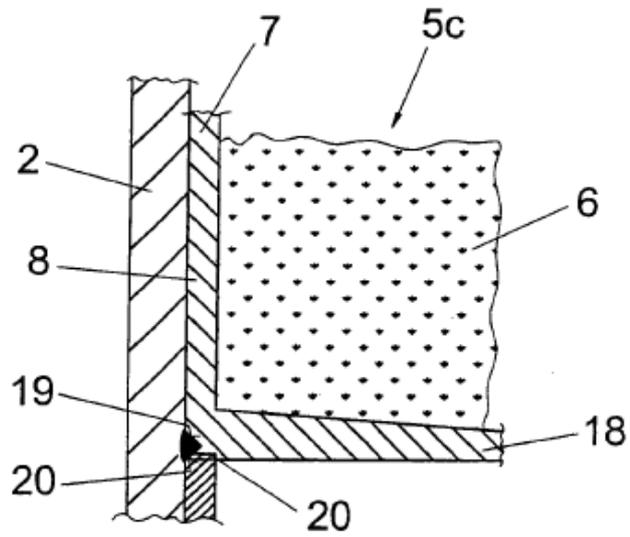


Fig. 5

