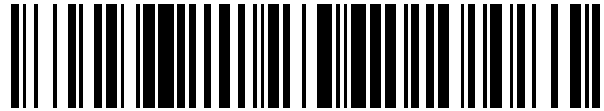


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 799**

51 Int. Cl.:

F17C 13/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2020 PCT/EP2020/025101**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.09.2020 WO20177924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2020 E 20707568 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2023 EP 3935308**

54 Título: **Contenedor de transporte y procedimiento**

30 Prioridad:

06.03.2019 EP 19020105

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

07.07.2023

73 Titular/es:

**LINDE GMBH (100.0%)
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach, DE**

72 Inventor/es:

**POSSELT, HEINZ y
BICHLMEIER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 945 799 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

Contenedor de transporte y procedimiento

5 La invención se refiere a un contenedor de transporte para helio y a un procedimiento de fabricación de dicho contenedor de transporte.

10 El helio se extrae junto con gas natural. Por razones económicas, el transporte de grandes cantidades de helio solo resulta útil en forma líquida o supercrítica, es decir, a una temperatura de unos 4,2 a 10 K y bajo una presión de 1 a 13 bar. Para transportar el helio líquido o supercrítico se utilizan contenedores de transporte, los cuales se aíslan térmicamente de una manera compleja a fin de evitar que la presión del helio aumente demasiado rápido. Tales contenedores de transporte pueden refrigerarse, por ejemplo, por medio de nitrógeno líquido. Para ello, se dispone un escudo térmico que se refrigera con el nitrógeno líquido. El escudo térmico protege un contenedor interno del contenedor de transporte. El contenedor interno contiene el helio líquido o criogénico. El tiempo de conservación del helio líquido o criogénico en tales contenedores de transporte es de unos 45 días, es decir, transcurrido este tiempo, la presión en el contenedor interno aumenta hasta el valor máximo de 13 bar. El aislamiento térmico del contenedor de transporte consiste en un aislamiento de múltiples hojas de alto vacío.

20 El documento WO 2017/190848 A1, que constituye el preámbulo de la reivindicación 1, describe un contenedor de transporte de helio líquido de este tipo. Este contenedor de transporte comprende un contenedor interno para recibir el helio, un elemento aislante provisto en el exterior del contenedor interno, un contenedor de refrigerante para recibir un líquido criogénico, un contenedor externo en el que se reciben el contenedor interno y el contenedor de refrigerante, y un escudo térmico que puede ser enfriado activamente por medio del líquido criogénico y en el que se aloja el contenedor interno. A este respecto, se prevé un hueco circunferencial entre el elemento aislante y el escudo térmico y el elemento aislante presenta una capa de cobre orientada hacia el escudo térmico. La capa de cobre se configura a este respecto como una lámina de cobre laminada.

En este contexto, el objeto de la presente invención es proporcionar un contenedor de transporte mejorado.

30 En consecuencia, se propone un contenedor de transporte para helio. El contenedor de transporte comprende un contenedor interno para recibir el helio, un elemento aislante provisto en el exterior del contenedor interno, un contenedor de refrigerante para recibir un fluido criogénico, un contenedor externo en el que se reciben el contenedor interno y el contenedor de refrigerante, y un escudo térmico que puede ser enfriado activamente por medio del fluido criogénico y en el que se aloja el contenedor interno, donde entre el elemento aislante y el escudo térmico se proporciona un hueco circunferencial, y donde el elemento aislante tiene una capa de cobre, depositada electrolíticamente, orientada hacia el escudo térmico.

40 Debido al hecho de que entre el elemento aislante y el escudo térmico se proporciona el hueco circunferencial, el elemento aislante no tiene contacto mecánico con el escudo térmico. Esto permite que el calor se transfiera desde las superficies del contenedor interno al escudo térmico solo por radiación y conducción de gas residual. La previsión del escudo térmico también garantiza que el contenedor interno solo esté rodeado por superficies que presentan una temperatura correspondiente al punto de ebullición del fluido criogénico (punto de ebullición del nitrógeno a 1,3 bar: 79,5 K). Como resultado, solo hay una pequeña diferencia de temperatura entre el escudo térmico (79,5 K) y el contenedor interno (temperatura del helio de 1 bar a 13 bar: 4,2 a 10 K) en comparación con el entorno del contenedor interno.

45 Al utilizar una capa de cobre depositada electrolíticamente en lugar de una lámina de cobre laminada, se ha demostrado que el aporte térmico total puede reducirse de aproximadamente 6 W (lámina de cobre laminada) a 3,5 W (capa de cobre depositada electrolíticamente). De este modo, el tiempo de conservación del helio líquido puede ampliarse considerablemente, de 45 a 85 días, en comparación con el contenedor de transporte mencionado al principio. Esto simplifica el transporte, permite rutas más largas y reduce los costes de transporte.

50 El contenedor interno también puede denominarse contenedor de helio o depósito interno. El contenedor de transporte también puede denominarse contenedor de transporte de helio. El helio puede denominarse helio líquido o criogénico. El helio es, en particular, también un fluido criogénico. El contenedor de transporte está configurado, en particular, para transportar el helio en forma criogénica, líquida o supercrítica. En termodinámica, el punto crítico es un estado termodinámico de una sustancia, que se caracteriza por la igualación de las densidades de las fases líquida y gaseosa. Las diferencias entre los dos estados agregados dejan de existir en este punto. En un diagrama de fase, el punto representa el extremo superior de la curva de presión de vapor. El helio se introduce en el contenedor interno en forma líquida o criogénica. En el contenedor interno se forma una zona líquida con helio líquido y una zona gaseosa con helio gaseoso. Después de llenar el contenedor interno, el helio tiene dos fases con diferentes estados de agregación, a saber, líquido y gaseoso. Esto significa que en el contenedor interno existe una frontera de fase entre el helio líquido y el helio gaseoso. Después de un cierto tiempo, es decir, cuando la presión en el contenedor interno aumenta, el helio en el contenedor interno se convierte en monofásico. Entonces, la frontera de fase ya no existe y el helio es supercrítico.

65

El fluido criogénico o el criógeno es preferentemente nitrógeno líquido. El fluido criogénico también puede denominarse refrigerante. Alternativamente, el fluido criogénico también puede ser hidrógeno líquido u oxígeno líquido, por ejemplo. El hecho de que el escudo térmico “se pueda refrigerar activamente” o sea “refrigerable activamente” debe entenderse en particular en el sentido de que el fluido criogénico fluye al menos parcialmente a través o alrededor del escudo térmico para enfriarlo. Para ello, el escudo térmico puede comprender uno o más conductos de refrigeración en los que se aloje el fluido criogénico. A este respecto, el fluido criogénico bulle. Por tanto, están presentes la fase gaseosa y la fase líquida del fluido criogénico. En consecuencia, el fluido criogénico se puede recibir en el conducto de refrigeración tanto en su fase gaseosa como en su fase líquida. A diferencia de la “refrigeración activa”, con la “refrigeración pasiva” el escudo térmico se enfría esencialmente solo por conducción del calor. También puede utilizarse un fluido criogénico para la refrigeración pasiva. Sin embargo, este no fluye alrededor o a través del escudo térmico en este caso, sino que el escudo térmico está, por ejemplo, parcialmente en contacto con el fluido criogénico. Las zonas del escudo térmico que no están en contacto directo con el fluido criogénico se enfrían por conducción térmica.

En particular, el escudo térmico solo se enfría activamente en estado operativo, es decir, cuando el contenedor interno está lleno de helio. Cuando se agota el fluido criogénico, el escudo térmico también puede estar sin refrigeración. Durante el enfriamiento activo del escudo térmico, el fluido criogénico puede hervir y evaporarse. Como resultado, el escudo térmico tiene una temperatura que corresponde aproximada o exactamente al punto de ebullición del fluido criogénico.

En particular, el escudo térmico está dispuesto dentro del contenedor externo. En particular, el contenedor de refrigerante se coloca fuera del escudo térmico. El contenedor interno está dispuesto preferiblemente fuera del contenedor de refrigerante. A la inversa, el contenedor de refrigerante también se coloca fuera del contenedor interno, y tanto el contenedor de refrigerante como el contenedor interno se colocan dentro del contenedor externo. Particularmente preferible es que el contenedor de refrigerante esté situado junto al contenedor interno y a cierta distancia de este.

Preferiblemente, el contenedor interno y, en particular, el elemento aislante, tiene una temperatura en el exterior que corresponde aproximada o exactamente a la temperatura del helio. El escudo térmico puede tener una sección de base tubular y una sección de tapa que cierra la sección de base en el extremo y que está dispuesta entre el contenedor interno y el contenedor de refrigerante. Preferiblemente, la sección de cubierta cierra completamente la sección de base en el extremo. La sección de base del escudo térmico puede tener una sección transversal circular o aproximadamente circular. El contenedor externo, el contenedor interno, el contenedor de refrigerante y el escudo térmico pueden ser rotativamente simétricos en torno a un eje de simetría o un eje central común. El contenedor interno y el contenedor externo están fabricados preferiblemente en acero inoxidable. El contenedor interno presenta preferiblemente una sección de base tubular que está cerrada por ambos lados con secciones de tapa arqueadas. El contenedor interno es hermético a los fluidos. Preferiblemente, el contenedor externo tiene también una sección de base tubular que está cerrada en ambos extremos por secciones de tapa. La sección de base del contenedor interno y/o la sección de base del contenedor externo pueden tener una sección transversal circular o aproximadamente circular.

Preferiblemente, un espacio intersticial entre el contenedor interno y el contenedor externo es evacuado. Para poder liberar el helio contenido en el contenedor interno a través de las válvulas de seguridad previstas en el mismo en caso de ruptura del vacío, el contenedor interno está rodeado por el elemento aislante, que también reduce la incidencia del calor en caso de que no haya vacío. De este modo, el elemento aislante tiene la función de aislamiento de emergencia en caso de rotura del vacío.

El elemento aislante es preferiblemente de múltiples hojas. El elemento aislante puede denominarse también como elemento aislante de múltiples hojas. Por el hecho de que el elemento aislante sea “de múltiples hojas” debe entenderse en particular que el elemento aislante tiene varias capas u hojas dispuestas una encima de otra, por ejemplo, capas alternas de lámina de aluminio y papel de vidrio, en donde la capa u hoja más externa es la capa de cobre depositada electrolíticamente. Por capa u hoja “más externa” se entiende a este respecto la capa del elemento aislante más alejada del contenedor interno. La capa más externa es a este respecto la más cercana al escudo térmico y también está orientada hacia él. Entre el contenedor interno y el escudo térmico está previsto un espacio en el que está dispuesto el elemento aislante. Este espacio intersticial se rellena con el elemento aislante, excepto el hueco circunferencial. Por ejemplo, el elemento aislante se enrolla en el contenedor interno.

Por el hecho de que la capa de cobre se “deposite electrolíticamente” debe entenderse en particular que la capa de cobre se deposita a partir de una solución de cobre, en particular a partir de una solución que contiene iones de cobre, sobre un soporte, por ejemplo, sobre un tambor metálico. Por tanto, la capa de cobre se construye a partir de la solución de cobre a nivel atómico, a diferencia de una lámina de cobre laminada. La capa de cobre tiene una superficie metálica pulida. Esto significa que la capa de cobre no tiene un revestimiento superficial ni está oxidada. Dado que la emisividad de la capa de cobre disminuye con la reducción de la temperatura, la transferencia de calor por radiación también disminuye, de modo que el aporte total de calor al contenedor interno puede reducirse a unos 3,5 W durante todo el tiempo de conservación del helio.

- 5 La capa de cobre presenta preferiblemente un grosor de al menos 5 μm , de manera particularmente preferible de al menos 10 μm , preferiblemente inferior a 20 μm , de manera particularmente preferible en el intervalo de 10 a 20 μm . Preferiblemente, la capa de cobre presenta una fracción másica de cobre de al menos el 99 % y, aún más preferiblemente, de al menos el 99,9 %. Preferiblemente, la capa de cobre presenta una superficie libre de impurezas como, por ejemplo, grasas o aceites.
- Según una forma de realización, el hueco circunferencial tiene una anchura de hueco de 5 a 15 mm, preferiblemente de 10 mm.
- 10 La afirmación de que el hueco es circunferencial debe entenderse en el sentido de que el hueco rodea completamente el contenedor interno. En particular, el hueco también se proporciona en las secciones de tapa del contenedor interno.
- Según otra forma de realización, el hueco circunferencial está evacuado.
- 15 Esto garantiza que el calor solo pueda ser transferido desde el contenedor interno al escudo térmico por radiación y conducción de gas residual.
- Según otra forma de realización, la capa de cobre presenta un grosor de pared de 10 μm a 20 μm .
- 20 El grosor de pared también puede denominarse espesor. El bajo grosor de pared permite ahorrar cobre. Esto reduce los costes de fabricación. Sin embargo, la capa de cobre también puede tener un grosor inferior a 10 μm o superior a 20 μm .
- Según otra forma de realización, el elemento aislante está fijado exteriormente al contenedor interno.
- 25 Por ejemplo, el elemento aislante puede enrollarse en el contenedor interno. El elemento aislante puede estar firmemente unido, por ejemplo, pegado, al contenedor interno.
- Según otra forma de realización, el elemento aislante tiene una capa aislante de múltiples hojas dispuesta entre el contenedor interno y la capa de cobre.
- 30 La capa aislante puede consistir en lo que se denomina MLI (*multilayer insulation* o aislamiento de múltiples hojas). La capa de cobre es preferiblemente una hoja adicional de una lámina de cobre lisa hecha de cobre pulido de alta pureza, que se coloca de forma ajustada y sin pliegues sobre la LMI.
- 35 Según otra forma de realización, la capa aislante de múltiples hojas comprende varias hojas de lámina de aluminio y papel de vidrio dispuestas alternativamente.
- Las hojas de lámina de aluminio actúan como reflectoras y como fijación mecánica para las hojas de papel de vidrio, que garantizan el aislamiento térmico en caso de rotura del vacío. La lámina de aluminio puede estar perforada y estampada.
- 40 Según otra forma de realización, las hojas de lámina de aluminio y papel de vidrio se aplican al contenedor interno sin espacios.
- 45 El término “sin espacios” significa en particular que las hojas de lámina de aluminio quedan planas contra las hojas de papel de vidrio. Al aplicar la capa aislante de múltiples hojas al contenedor interno, se procura a este respecto que las capas de papel de aluminio y papel de vidrio se presionen mecánicamente al máximo para garantizar que todas las capas sean lo más isotérmicas posible. Un cambio de estado isotérmico es un cambio de estado termodinámico en el que la temperatura permanece inalterada.
- 50 Según otra forma de realización, la capa de cobre es una lámina de cobre.
- En particular, la capa de cobre es una lámina de cobre pulido de gran pureza que se coloca de forma ajustada y sin pliegues sobre la capa aislante de múltiples hojas. En el presente documento, se entiende por “lámina” un componente plano de paredes finas que puede deformarse de manera flexible gracias a su reducido grosor de pared, a saber, entre
- 55 10 μm y 20 μm .
- Según otra forma de realización, la capa de cobre, condicionada por la fabricación, presenta una superficie orientada opuestamente al baño que mira hacia el escudo térmico y una superficie orientada hacia el baño que mira opuestamente al escudo térmico.
- 60 Como ya se ha mencionado, la capa de cobre se deposita sobre un soporte que se sumerge en un baño lleno de la solución de cobre. El soporte puede ser un tambor cilíndrico o un rodillo. La superficie o lado opuesto al baño es adyacente al soporte y también puede denominarse superficie o lado orientado al soporte o superficie o lado orientado al tambor. Dependiendo de la calidad de la superficie del soporte, que puede estar muy pulida, por ejemplo,
- 65 la superficie opuesta al baño tiene una rugosidad muy baja en comparación con el lado orientado al baño. La superficie o lado orientado hacia el baño no está en contacto con el soporte y también puede denominarse superficie o lado

orientado opuestamente al soporte o superficie o lado orientado opuestamente al tambor. La superficie opuesta al baño también puede denominarse superficie lisa, y la superficie orientada al baño también puede denominarse superficie rugosa de la capa de cobre. La mayor rugosidad de la superficie que orientada hacia el baño se debe al proceso de deposición electrolítica.

5 Según otra realización, el contenedor de transporte comprende además una capa aislante de múltiples hojas dispuesta entre el escudo térmico y el contenedor externo.

10 La capa aislante es preferiblemente también un MLI. Preferiblemente, la capa aislante llena completamente un espacio intersticial previsto entre el escudo térmico y el contenedor externo, de modo que la capa aislante entra en contacto con el escudo térmico y con el contenedor externo.

15 Según otra realización, la capa aislante de múltiples hojas tiene varias hojas alternas de lámina de aluminio y seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel de vidrio.

20 Las hojas de papel de vidrio, seda de filamentos de vidrio o tejido de malla de vidrio sirven de espaciadores entre las hojas de lámina de aluminio, que actúan como reflectoras. La lámina de aluminio está preferiblemente perforada y gofrada. Esto permite que la capa aislante situada entre el escudo térmico y el contenedor externo pueda ser evacuada sin interferencias. También se reduce el contacto mecánico-térmico no deseado entre las hojas de lámina de aluminio. Este contacto podría alterar el gradiente de temperatura de las hojas de lámina de aluminio que se crea por el intercambio de radiación.

25 Según otra realización, las hojas de lámina de aluminio y seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel de vidrio se aplican sobre el escudo térmico con espacios.

30 La expresión “con espacios” significa en particular que se proporcionan espacios intersticiales evacuables entre las hojas de lámina de aluminio y las hojas de seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel de vidrio. Preferiblemente, y a diferencia del elemento aislante del contenedor interno, las hojas de lámina de aluminio y seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel de vidrio de la capa aislante se introducen de forma suelta en el espacio intersticial previsto entre el escudo térmico y el contenedor externo. En este caso, se entiende por “de forma suelta” que las hojas de lámina de aluminio y papel de vidrio no están prensadas, de modo que el relieve y la perforación de la lámina de aluminio permiten evacuar la capa aislante y, por tanto, el espacio intersticial sin interferencias.

35 Según otra realización, el contenedor externo está evacuado.

Esto asegura un muy buen aislamiento térmico, ya que la transferencia de calor solo es posible a través de la radiación y la conducción de gas residual.

40 Según otra forma de realización, el escudo térmico encierra completamente el contenedor interno.

45 Preferiblemente, el escudo térmico está hecho de un material de aluminio. En particular, el escudo térmico está hecho de un material de aluminio de alta pureza. Esto da lugar a unas propiedades de transporte y reflexión del calor particularmente buenas. El hecho de que el escudo térmico encierre completamente el contenedor interno garantiza que el contenedor interno esté completamente rodeado por superficies que tienen una temperatura correspondiente a la temperatura de ebullición del fluido criogénico.

50 Según otra realización, el escudo térmico tiene una sección de base y dos secciones de tapa que cierran la sección de base en ambos extremos.

55 Preferiblemente, las dos secciones de tapa están arqueadas. En particular, las secciones de tapa se proporcionan en la sección de base de tal manera que se curvan en dirección opuesta a la sección de base. Una de las secciones de tapa está dispuesta preferiblemente entre el contenedor de refrigerante y el contenedor interno. Esto garantiza que, aunque descienda el nivel de líquido en el contenedor de refrigerante, el contenedor interno solo esté rodeado de superficies que tengan una temperatura correspondiente al punto de ebullición del fluido criogénico.

Según otra realización, el escudo térmico es permeable a los fluidos.

60 Esto significa que el escudo térmico es permeable a líquidos y gases. Esto significa que el escudo térmico puede tener, por ejemplo, aberturas, perforaciones o agujeros. Debido a la permeabilidad de los fluidos, el espacio intersticial previsto entre el contenedor interno y el escudo térmico puede ser evacuado.

Según otra forma de realización, un eje central del contenedor de transporte está orientado paralelamente a una horizontal.

La horizontal está orientada en particular en perpendicular a una dirección de la gravedad. El contenedor de transporte es esencialmente rotacionalmente simétrico con respecto al eje central. Esto significa que cuando se transporta el contenedor de transporte, se transporta “tumbado”.

5 Además, se propone un procedimiento para fabricar un contenedor de transporte de helio como el explicado anteriormente. El procedimiento comprende las siguientes etapas: a) puesta a disposición de un contenedor interno para alojar el helio, b) fabricación de una capa de cobre depositada electrolíticamente, y c) fijación de un elemento aislante al exterior del contenedor interno, en donde el elemento aislante presenta la capa de cobre como capa más externa con respecto al contenedor interno.

10 El procedimiento puede comprender, además, al menos las siguientes etapas: Puesta a disposición y/o fabricación de un contenedor de refrigerante para alojar un fluido criogénico. Puesta a disposición y/o fabricación de un contenedor externo en el que se alojan el contenedor interno y el contenedor de refrigerante. Puesta a disposición y/o fabricación de un escudo térmico que pueda enfriarse activamente mediante el fluido criogénico y en el que se aloje el contenedor interno. A este respecto, entre el elemento aislante y el escudo térmico hay un espacio circunferencial. El elemento aislante se fija al contenedor interno en la etapa c) de modo que la capa de cobre depositada electrolíticamente quede orientada hacia el escudo térmico.

20 Según una forma de realización, en la etapa b), la capa de cobre se deposita electrolíticamente a partir de una solución de cobre sobre una superficie portadora.

En particular, la capa de cobre se deposita directamente sobre la superficie portadora. No es necesaria una lámina portadora adicional. La solución de cobre utilizada para depositar la capa de cobre puede ser una solución de cobre de alta pureza en términos de ácido sulfúrico.

25 Según otra forma de realización, la superficie portadora es cilíndrica, en particular circular-cilíndrica.

La superficie portadora puede ser una superficie exterior cilíndrica de un tambor o rodillo. No obstante, la superficie portadora también puede presentar cualquier otra geometría.

30 Según otra forma de realización, en la etapa c), la capa de cobre está dispuesta de tal manera que una superficie de la capa de cobre orientada opuestamente al baño se dispone orientada opuestamente al contenedor interno y una superficie de la capa de cobre orientada hacia el baño se dispone orientada hacia el contenedor interno.

35 Como ya se ha mencionado, la superficie orientada opuestamente al baño presenta una rugosidad menor que la superficie orientada hacia el baño.

Las formas de realización y características descritas para el contenedor de transporte se cumplen consecuentemente para el procedimiento propuesto y viceversa.

40 En el presente documento, “uno” no debe entenderse forzosamente como limitado a exactamente un elemento. Por el contrario, también pueden estar previstos varios elementos, por ejemplo, dos, tres o más. Cualquier otra palabra de significado numeral utilizada en el presente documento tampoco debe entenderse en el sentido de que deba realizarse una limitación precisa al correspondiente número exacto de elementos. Por el contrario, son posibles desviaciones numéricas al alza y a la baja.

45 Otras posibles aplicaciones del contenedor de transporte y/o el procedimiento también comprenden otras combinaciones no mencionadas explícitamente de características o formas de realización descritas anteriormente o que se describen a continuación en relación con los ejemplos de realización. A este respecto, el experto en la técnica también añadirá aspectos individuales en forma de mejoras o adiciones a la respectiva configuración básica del contenedor de transporte y/o del procedimiento.

50 Otros diseños y aspectos ventajosos del contenedor de transporte y/o del procedimiento son objeto de las reivindicaciones dependientes, así como de los ejemplos de realización que se describen a continuación del contenedor de transporte y/o del procedimiento. A continuación, el contenedor de transporte y/o el procedimiento se explican con más detalle por medio de formas de realización preferidas con referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 1 muestra una vista en sección esquemática de una forma de realización de un contenedor de transporte;

60 la Figura 2 muestra la vista detallada II según la Figura 1;

la Figura 3 muestra una vista en sección esquemática de un dispositivo de fabricación para la fabricación de una capa de cobre para el contenedor de transporte según la Figura 1;

65 la Figura 4 muestra la vista detallada IV según la Figura 3; y

la Figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización de un procedimiento para fabricar un contenedor de transporte según la Figura 1.

5 En las figuras, a los elementos idénticos o funcionalmente idénticos se les ha dado los mismos signos de referencia, a menos que se indique lo contrario.

10 La Figura 1 muestra una vista en sección esquemática muy simplificada de una realización de un contenedor 1 de transporte para helio He líquido. La Figura 2 muestra la vista detallada II según la Figura 1. En lo sucesivo, las Figuras 1 y 2 se mencionarán simultáneamente.

15 El contenedor 1 de transporte también puede denominarse contenedor de transporte de helio. El contenedor 1 de transporte también puede utilizarse para otros líquidos criogénicos. Ejemplos de fluidos o líquidos criogénicos, o criógenos para abreviar, son el mencionado helio He líquido (punto de ebullición a 1 bar: 4,222 K = -268,928 °C), hidrógeno H₂ líquido (punto de ebullición a 1 bar: 20,268 K = -252,882 °C), nitrógeno N₂ líquido (punto de ebullición a 1 bar: 77,35 K = -195,80 °C) u oxígeno O₂ líquido (punto de ebullición a 1 bar: 90,18 K = -182,97 °C).

20 El contenedor 1 de transporte comprende un contenedor externo 2. El contenedor externo 2 está fabricado, por ejemplo, de acero inoxidable. El contenedor externo 2 puede presentar una longitud L₂ de, por ejemplo, 10 metros. El contenedor externo 2 comprende una sección 3 de base tubular o cilíndrica que está cerrada en ambos extremos mediante una sección 4, 5 de tapa respectiva, en particular mediante una primera sección 4 de tapa y una segunda sección 5 de tapa. La sección 3 de base puede tener una geometría circular o casi circular en sección transversal. Las secciones 4, 5 de tapa están arqueadas. Las secciones 4, 5 de tapa están arqueadas en direcciones opuestas, de modo que ambas secciones 4, 5 de tapa se arquean hacia fuera en relación con la sección 3 de base. El contenedor externo 2 es hermético a los fluidos, en particular a los gases. El contenedor externo 2 tiene un eje central M1 o de simetría respecto al cual el contenedor externo 2 está construido con simetría de revolución.

30 El contenedor 1 de transporte comprende además un contenedor interno 6 para contener el helio He líquido. El contenedor interno 6 también está hecho, por ejemplo, de acero inoxidable. El contenedor interno 6 puede contener una zona 7 de gas con helio He vaporizado y una zona 8 de líquido con helio He líquido mientras el helio He esté en la zona bifásica. El contenedor interno 6 es estanco a los fluidos, en particular, a los gases, y puede incluir una válvula de purga para la reducción controlada de la presión. Al igual que el contenedor externo 2, el contenedor interno 6 comprende una sección 9 de base tubular o cilíndrica que está cerrada en ambos extremos por secciones 10, 11 de tapa, en particular, una primera sección 10 de tapa y una segunda sección 11 de tapa. La sección 9 de base puede tener una geometría circular o casi circular en sección transversal.

35 El contenedor interno 6, al igual que el contenedor externo 2, está configurado con simetría de revolución con respecto al eje central M1. Se evacua un espacio intersticial 12 previsto entre el contenedor interno 6 y el contenedor externo 2. El contenedor 1 de transporte también incluye un sistema 13 de refrigeración con un contenedor 14 de refrigerante. El contenedor 14 de refrigerante contiene un fluido criogénico, por ejemplo, nitrógeno N₂ líquido. El contenedor 14 de refrigerante comprende una sección 15 de base tubular o cilíndrica, que puede ser rotacionalmente simétrica respecto al eje central M1. La sección 15 de base puede tener una geometría circular o casi circular en sección transversal. La sección 15 de base está cerrada en cada extremo por una sección 16, 17 de tapa. Las secciones 16, 17 de tapa pueden estar arqueadas. En particular, las secciones 16, 17 de tapa están arqueadas en la misma dirección. El contenedor 14 de refrigerante también puede tener un diseño diferente.

45 En el contenedor 14 de refrigerante se puede proporcionar una zona 18 de gas con nitrógeno N₂ vaporizado y una zona 19 de líquido con nitrógeno N₂ líquido. En una dirección axial A del contenedor 6 de transporte, el contenedor 14 de refrigerante está dispuesto junto al contenedor interno 6. Entre el contenedor interno 6, en particular, entre la segunda sección 11 de tapa del contenedor interno, y el contenedor 14 de refrigerante, en particular, la primera sección 16 de tapa del contenedor 14 de refrigerante, se proporciona un espacio intersticial 20 que puede formar parte del espacio intersticial 12. Es decir, el espacio intersticial 20 también está evacuado.

50 El contenedor 1 de transporte también comprende un escudo térmico 21 asociado al sistema 13 de refrigeración. El escudo térmico 21 está situado en el espacio intersticial 12 evacuado que se encuentra entre el contenedor interno 6 y el contenedor externo 2. El escudo térmico 21 puede refrigerarse activamente o es refrigerable activamente por medio del nitrógeno N₂ líquido. En la presente invención, la refrigeración activa significa que el nitrógeno N₂ líquido para enfriar el escudo térmico 21 pasa a través de este o a lo largo de este. El escudo térmico 21 se enfría a una temperatura que corresponde aproximadamente al punto de ebullición del nitrógeno N₂.

60 El escudo térmico 21 comprende una sección 22 de base cilíndrica o tubular, que está cerrada por una sección 23, 24 de tapa que la cierra frontalmente por ambos lados. Tanto la sección 22 de base como las secciones 23, 24 de tapa se enfrían activamente por medio del nitrógeno N₂. La sección 22 de base puede tener una geometría circular o casi circular en sección transversal. Preferiblemente, el escudo térmico 21 tiene también simetría de revolución con respecto al eje central M1.

65

Una primera sección 23 de tapa del escudo térmico 21 está dispuesta entre el contenedor interno 6, en particular la sección 11 de tapa del contenedor interno 6, y el contenedor 14 de refrigerante, en particular la sección 16 de tapa del contenedor 14 de refrigerante. Una segunda sección 24 de tapa del escudo térmico 21 está en posición opuesta al contenedor 14 de refrigerante. Así, el escudo térmico 21 es autoportante; es decir, el escudo térmico 21 no se apoya ni en el contenedor interno 6 ni en el contenedor externo 2. Para ello, en el escudo térmico 21 se puede proporcionar un anillo de soporte, que está suspendido del contenedor externo 2 mediante barras de apoyo, en particular barras de tracción. Además, el contenedor interno 6 puede estar suspendido del anillo de soporte por medio de otras barras de apoyo. La incidencia de calor a través de las barras de apoyo mecánicas se lleva a cabo en parte mediante el anillo de soporte. El anillo de soporte tiene escotaduras que permiten que las barras de apoyo tengan la mayor longitud térmica posible. El contenedor 14 de refrigerante tiene pasajes para las barras de apoyo mecánicas.

El escudo térmico 21 es permeable a los fluidos. Esto significa que un espacio intersticial 25 entre el contenedor interno 6 y el escudo térmico 21 está comunicado con el espacio intersticial 12 para el paso de fluidos. Esto permite que los espacios intersticiales 12, 25 puedan evacuarse simultáneamente. El escudo térmico 21 puede tener perforaciones, aberturas o similares para permitir la evacuación de los espacios intersticiales 12, 25. Preferiblemente, el escudo térmico 21 está fabricado de un material de aluminio de alta pureza.

La primera sección 23 de tapa del escudo térmico 21 protege completamente el contenedor 14 de refrigerante respecto del contenedor interno 6. Esto significa que, cuando se mira desde el contenedor interno 6 hacia el contenedor 14 de refrigerante, el contenedor 14 de refrigerante está completamente cubierto por la primera sección 23 de tapa del escudo térmico 21. En particular, el escudo térmico 21 encierra completamente el contenedor interno 6. Esto significa que el contenedor interno 6 está dispuesto en su totalidad dentro del escudo térmico 21, donde el escudo térmico 21, como se ha mencionado anteriormente, no es hermético a los fluidos.

El escudo térmico 21 comprende al menos uno (pero preferiblemente varios) conductos de refrigeración para el enfriamiento activo de este. Por ejemplo, el escudo térmico 21 puede tener seis conductos de refrigeración. El conducto o los conductos de refrigerante están en comunicación fluida con el contenedor 14 de refrigerante para que el nitrógeno N₂ líquido pueda fluir desde el contenedor 14 de refrigerante hacia el conducto o los conductos de refrigerante. El sistema 13 de refrigeración también puede comprender un separador de fase no mostrado en la Figura 1, que está diseñado para separar el nitrógeno N₂ gaseoso del nitrógeno N₂ líquido. El nitrógeno N₂ gaseoso puede ser expulsado del sistema 13 de refrigeración a través del separador de fase.

El conducto o conductos de refrigeración se proporcionan tanto en la sección 22 de base como en las secciones 23, 24 de tapa del escudo térmico 21. El conducto o conductos de refrigeración presentan una inclinación en relación con una horizontal H, que es perpendicular a una dirección g de la gravedad. En particular, el conducto o conductos de refrigeración describen un ángulo de más de 3° con respecto a la horizontal H.

El contenedor interno 6 comprende además un elemento aislante 26 que se muestra recortado en la Figura 2. El elemento aislante 26 es de múltiples hojas. Es decir, el elemento aislante 26 comprende una pluralidad de capas. El elemento aislante 26 puede denominarse, por tanto, también elemento aislante de múltiples hojas. El elemento aislante 26 encierra completamente el contenedor interno 6. Es decir, el elemento aislante 26 está previsto tanto en la sección 9 de base como en las secciones 10, 11 de tapa del contenedor interno 6. El elemento aislante 26 está dispuesto entre el contenedor interno 6 y el escudo térmico 21. Es decir, el elemento aislante 26 está dispuesto en el espacio intersticial 25. El elemento aislante 26 tiene una capa 27 de cobre altamente reflectante en el exterior, es decir, orientada hacia el escudo térmico 21. La capa 27 de cobre es metálica y pulida. Es decir, la capa 27 de cobre no presenta ningún recubrimiento superficial o capa de óxido.

El aislamiento térmico real del contenedor interno 6 hasta el nivel de temperatura del nitrógeno N₂ líquido del escudo térmico 21 lo proporciona la capa 27 de cobre. Preferiblemente, la capa 27 de cobre es una lámina lisa de cobre pulido de alta pureza, colocada de forma ajustada y sin pliegues alrededor de una capa aislante 28 de múltiples hojas dispuesta entre la capa 27 de cobre y el contenedor interno 6. La capa aislante 28 comprende varias capas u hojas alternas de lámina 29 de aluminio perforada y estampada como reflector y papel 30 de vidrio como espaciador y como aislante en caso de rotura del vacío entre las láminas 29 de aluminio. La capa aislante 28 puede comprender 10 capas. Las hojas de lámina 29 de aluminio y de papel 30 de vidrio se aplican al contenedor interno 6 sin espacios, es decir, prensadas. La capa aislante 28 puede ser un denominado MLI. El contenedor interno 6 y también el elemento aislante 26 tienen en el exterior una temperatura que corresponde aproximadamente al punto de ebullición del helio He. Durante el montaje de la capa aislante 28, se procura que las hojas de lámina 29 de aluminio y de papel 30 de vidrio tengan la mayor presión mecánica posible para conseguir que todas las hojas de la capa aislante 28 sean lo más isotérmicas posible.

Entre el elemento aislante 26 y el escudo térmico 21 hay un hueco 31 que rodea completamente el contenedor interno 6. El hueco 31 también está previsto entre el elemento aislante 26 y las secciones de tapa 23, 24 del escudo térmico 21. El hueco 31 tiene una anchura b₃₁ de hueco. La anchura b₃₁ de hueco es preferiblemente de 5 mm a 15 mm, pero preferiblemente de 10 mm. El hueco 31 está evacuado. En particular, el hueco 31 forma parte del espacio intersticial 25. El espacio intersticial 25 está relleno hasta el hueco 31 con el elemento aislante 26.

Entre el escudo térmico 21 y el contenedor externo 2, puede disponerse otra capa aislante de múltiples hojas 32, en particular también un MLI, que llene completamente el espacio intersticial 12 y, por tanto, esté en contacto con el escudo térmico 21 por el exterior y con el contenedor externo 2 por el interior. La capa aislante 32 se encuentra entre las respectivas secciones 3, 22 de base, así como entre la sección 24 de tapa del escudo térmico 21 y la sección 4 de tapa del contenedor externo 2 y entre la sección 23 de tapa del escudo térmico 21 y el contenedor 14 de refrigerante. La capa aislante 32 comprende también capas u hojas dispuestas alternativamente de lámina 33 de aluminio y seda de filamentos de vidrio, o tejido de malla de vidrio papel 34 de vidrio que en este caso, sin embargo, se introducen de forma suelta en el espacio intersticial 12, a diferencia del elemento aislante 26 del contenedor interno 6 descrito anteriormente. En este caso, se entiende por “de forma suelta” que las hojas de lámina 33 de aluminio y papel 34 de vidrio no están prensadas, de modo que el relieve y la perforación de la lámina 33 de aluminio permiten evacuar la capa aislante 32 y, por tanto, el espacio intersticial 12 sin interferencias.

Como muestra la Figura 3, la capa 27 de cobre es una capa depositada electrolíticamente a partir de una solución 35 de cobre. La capa 27 de cobre también puede denominarse capa de cobre ED (en inglés: *electro deposited copper*). La capa 27 de cobre es de gran pureza. Preferiblemente, la capa 27 de cobre presenta una fracción másica de al menos el 99 % de cobre y preferiblemente de al menos el 99,9 % de cobre. La solución 35 de cobre puede ser una solución de cobre de alta pureza en términos de ácido sulfúrico.

Para fabricar la capa 27 de cobre, un rodillo o tambor 36 se sumerge hasta su mitad en un baño 37 lleno de la solución 35 de cobre. El tambor 36 también puede denominarse soporte. El cobre se deposita electrolíticamente a partir de la solución 35 de cobre sobre una superficie cilíndrica exterior o superficie portadora 38 del tambor 36. A este respecto, por supuesto, el cobre solo se deposita en la zona de la superficie portadora 38 que está inmersa en la solución 35 de cobre. La capa 27 de cobre se deposita directamente sobre el tambor 36. No es necesaria una lámina portadora adicional. El baño 37 y el tambor 36 forman parte de un dispositivo 39 de fabricación para la fabricación de la capa 27 de cobre. El dispositivo 39 de fabricación puede comprender, además, por ejemplo, un dispositivo de elevación y descenso con ayuda del cual el tambor 36 puede elevarse fuera del baño 37 y volver a bajarse a él.

Debido a la escasa adherencia de la capa 27 de cobre depositada a la superficie portadora 38 oxidada, esta puede despegarse o levantarse fácilmente del tambor 36. De este modo, la capa 27 de cobre puede generarse de forma continua.

Como muestra la Figura 4, debido al proceso de deposición electrolítica, hay una cara o superficie 40 lisa u orientada opuestamente al baño y una cara o superficie 41 rugosa u orientada hacia el baño. La superficie 40 opuesta al baño también puede denominarse lado orientado al tambor. La superficie 41 orientada hacia el baño también puede denominarse superficie o lado orientado opuestamente al tambor. El grosor W de pared de la capa de cobre es de 10 a 20 μm .

La capa 27 de cobre se dispone durante la fabricación del contenedor 1 de transporte de modo que la superficie lisa 40 orientada opuestamente al baño esté orientada hacia el escudo térmico 21. Es decir, el hueco 31 está definido por la superficie 40 orientada opuestamente al baño y el escudo térmico 21. Por otra parte, la superficie rugosa 41 orientada hacia el baño está orientada hacia las capas de lámina 29 de aluminio y papel 30 de vidrio de la capa aislante 28. Por lo tanto, solo la superficie lisa 40 orientada opuestamente al baño participa en el intercambio de radiación relevante.

Mediante el hueco 31, el escudo térmico 21 está circunferencialmente distanciado y no toca la capa 27 de cobre del elemento aislante 26 del contenedor interno 6. Esto reduce la incidencia del calor por radiación al mínimo físicamente posible. El calor de las superficies del contenedor interno 6, en particular de la superficie 40 de la capa 27 de cobre orientada opuestamente al baño, se transfiere al escudo térmico 21 únicamente por radiación y conducción de gas residual.

A continuación se expone el funcionamiento del contenedor 1 de transporte. Antes de llenar el contenedor interno 6 con helio He líquido, el escudo térmico 21 se enfría primero por medio de nitrógeno N₂ criogénico, inicialmente gaseoso y después líquido, al menos aproximadamente o completamente hasta el punto de ebullición (1,3 bar, 79,5 K) del nitrógeno N₂ líquido. El contenedor interno 6 aún no se ha enfriado activamente. Cuando el escudo térmico 21 se enfría, el gas residual en vacío que aún se encuentra en el espacio intersticial 12 se congela en el escudo térmico 21. Cuando el contenedor interno 6 se llena con el helio He líquido, esto evita que el gas residual en vacío se congele en la parte exterior del contenedor interno 6 y contamine así la superficie metálica pulida de la capa 27 de cobre del elemento aislante 26 del contenedor interno 6. Tan pronto como el escudo térmico 21 y el contenedor 14 de refrigerante se enfrían completamente y el contenedor 14 de refrigerante vuelve a estar relleno, el contenedor interno 6 se llenará con el helio He líquido.

El contenedor 1 de transporte puede colocarse entonces en un vehículo de transporte, como un camión o un barco, para transportar el helio He líquido. El escudo térmico 21 será refrigerado de forma continua mediante el nitrógeno líquido N₂. El nitrógeno N₂ líquido se consume y hierve en los conductos de refrigeración del sistema 13 de refrigeración. Las burbujas de gas que se generan en el proceso pasan por el separador de fase dispuesto más arriba con respecto a la dirección g de la gravedad en el sistema 13 de refrigeración. Mediante el separador de fase, el nitrógeno N₂ en estado gaseoso que se encuentra en el sistema 13 de refrigeración puede ser purgado, lo que permite que el nitrógeno N₂ líquido fluya desde el contenedor 14 de refrigerante.

5 Dado que la capa 27 de cobre no tiene contacto mecánico con el escudo térmico 21 debido al hueco 31, el calor solo puede ser transferido desde las superficies del contenedor interno 6 al escudo térmico 21 por radiación y conducción de gas residual. Dado que la capa 27 de cobre está colocada de forma ajustada sobre la capa aislante 28, esta última tiene un buen contacto mecánico con la capa aislante 28, y la capa 27 de cobre también tiene una temperatura cercana a la temperatura del helio He. Dado que la emisividad de la capa 27 de cobre disminuye con la reducción de la temperatura, también disminuye la transferencia de calor por radiación, de modo que la entrada total de calor al contenedor interno 6 puede reducirse a menos de 3,5 W durante el tiempo de conservación del helio He. La emisividad de un cuerpo indica la cantidad de radiación que emite este en comparación con un emisor de calor ideal, un cuerpo negro.

10 El hecho de que el contenedor interno 6 esté completamente rodeado por el escudo térmico 21 garantiza que el contenedor interno 6 solo esté rodeado por superficies que tengan una temperatura correspondiente al punto de ebullición (1,3 bar, 78,5 K) del nitrógeno N₂. Como resultado, entre el escudo térmico 21 (78,5 K) y el contenedor interno (4,2 - 6 K) solo hay una ligera diferencia de temperatura. Esto permite que el tiempo de conservación del helio He líquido se amplíe considerablemente en comparación con los contenedores de transporte conocidos. El elemento
15 aislante 26 tiene la función de un aislamiento de emergencia para el contenedor interno 6 en caso de que se produzca una ruptura del vacío.

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento para fabricar un intercambiador 1 de calor de placas tal como el que se ha explicado anteriormente. El procedimiento comprende las siguientes etapas: En una etapa S1 se proporciona el contenedor interno 6. La etapa S1 puede comprender la fabricación del contenedor
20 interno 6. En una etapa S2, la capa 27 de cobre depositada electrolíticamente se fabrica como se ha explicado anteriormente. En una etapa S3, el elemento aislante 26 se fija al exterior del contenedor interno 6, en donde el elemento aislante 26 presenta la capa 27 de cobre como la capa más externa con respecto al contenedor interno 6. "Exterior" significa en este caso orientado hacia el escudo térmico 21.

25 El procedimiento puede comprender, además, al menos las siguientes etapas: Puesta a disposición y/o fabricación del contenedor 14 de refrigerante. Puesta a disposición y/o fabricación de un contenedor externo 2 en el que se alojan el contenedor interno 6 y el contenedor 14 de refrigerante. Puesta a disposición y/o fabricación del escudo térmico 21 en el que se aloja el contenedor interno 6. A este respecto, entre el elemento aislante 26 y el escudo térmico 21, está
30 previsto un espacio circunferencial 31. En la etapa S3, el elemento aislante 26 se fija a este respecto al contenedor interno 6 de forma que la capa 27 de cobre quede orientada hacia el escudo térmico 21. Además, en la etapa S3, la capa 27 de cobre se dispone de tal manera que la superficie 40 orientada opuestamente al baño se dispone orientada opuestamente al contenedor interno 6 y la superficie 41 orientada hacia el baño se dispone orientada hacia el contenedor interno 6.

35 Aunque la presente invención ha sido descrita a partir de realizaciones ilustrativas, puede incluir múltiples modificaciones.

Signos de referencia utilizados

	1	Contenedor de transporte
5	2	Contenedor externo
	3	Sección de base
	4	Sección de tapa
10	5	Sección de tapa
	6	Contenedor interno
15	7	Zona de gas
	8	Zona de líquido
	9	Sección de base
20	10	Sección de tapa
	11	Sección de tapa
25	12	Espacio intersticial
	13	Sistema de refrigeración
	14	Contenedor de refrigerante
30	15	Sección de base
	16	Sección de tapa
35	17	Sección de tapa
	18	Zona de gas
	19	Zona de líquido
40	20	Espacio intersticial
	21	Escudo
45	22	Sección de base
	23	Sección de tapa
	24	Sección de tapa
50	25	Espacio intersticial
	26	Elemento aislante
55	27	Capa de cobre
	28	Capa aislante
	29	Lámina de aluminio
60	30	Papel de vidrio
	31	Hueco
65	32	Capa aislante

	33	Lámina de aluminio
	34	Papel de vidrio
5	35	Solución de cobre
	36	Tambor
	37	Baño
10	38	Superficie de soporte
	39	Dispositivo de fabricación
15	40	Superficie
	41	Superficie
20	A	Dirección axial
	b31	Anchura de hueco
	g	Dirección de la gravedad
25	H	Horizontal
	He	Helio
30	H ₂	Hidrógeno
	L2	Longitud
	M1	Eje central
35	N2	Nitrógeno
	O2	Oxígeno
40	S1	etapa
	S2	etapa
	S3	etapa
45	W	Grosor de pared

REIVINDICACIONES

1. Contenedor (1) de transporte para helio (He), que tiene un contenedor interno (6) para alojar el helio (He), un elemento aislante (26) provisto en el exterior del contenedor interno (6), un contenedor (14) de refrigerante para alojar un fluido criogénico (N₂), un contenedor externo (2) en el que se alojan el contenedor interno (6) y el contenedor (14) de refrigerante, y un escudo térmico (21) que puede enfriarse activamente mediante el fluido criogénico (N₂) y en el que se aloja el contenedor interno (6), en donde entre el elemento aislante (26) y el escudo térmico (21) está previsto un hueco circunferencial (31), **caracterizado por que** el elemento aislante (26) presenta una capa (27) de cobre depositada electrolíticamente y orientada hacia el escudo térmico (21).
2. Contenedor de transporte según la reivindicación 1, en donde la capa (27) de cobre presenta un grosor (W) de pared de 10 µm a 20 µm.
3. Contenedor de transporte según la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento aislante (26) está fijado al exterior del contenedor interno (6).
4. Contenedor de transporte según una de las reivindicaciones 1 – 3, en donde el elemento aislante (26) presenta una capa aislante (28) de múltiples hojas dispuesta entre el contenedor interno (6) y la capa (27) de cobre.
5. Contenedor de transporte según la reivindicación 4, en donde la capa aislante (28) de múltiples hojas comprende una pluralidad de hojas alternas de lámina (29) de aluminio y papel (30) de vidrio.
6. Contenedor de transporte según la reivindicación 5, en donde las hojas de lámina (29) de aluminio y papel (30) de vidrio se colocan sobre el contenedor interno (6) sin huecos.
7. Contenedor de transporte según una de las reivindicaciones 1 – 6, en donde la capa (27) de cobre, condicionada por la fabricación, presenta una superficie (40) orientada opuestamente al baño que mira hacia el escudo térmico (21) y una superficie orientada hacia el baño (41) que mira opuestamente al escudo térmico (21).
8. Contenedor de transporte según una de las reivindicaciones 1 – 7, que comprende además una capa aislante (32) de múltiples hojas dispuesta entre el escudo térmico (21) y el contenedor externo (2).
9. Contenedor de transporte según la reivindicación 8, en donde la capa aislante (32) de múltiples hojas comprende una pluralidad de hojas alternas de lámina (33) de aluminio y seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel (34) de vidrio.
10. Contenedor de transporte según la reivindicación 9, en donde las hojas de lámina (33) de aluminio y seda de filamentos de vidrio, tejido de malla de vidrio o papel (34) de vidrio se colocan sobre el escudo térmico (21) con espacios.
11. Contenedor de transporte según una de las reivindicaciones 1 – 10, en donde un eje central (M1) del contenedor (1) de transporte está orientado paralelamente a una horizontal (H).
12. Procedimiento de fabricación de un contenedor (1) de transporte de helio, que comprende las siguientes etapas:
- a) puesta a disposición (S1) de un contenedor interno (6) para alojar el helio (He),
 - b) fabricación (S2) de una capa (27) de cobre depositado electrolíticamente, y
 - c) fijación (S3) exterior de un elemento aislante (26) al contenedor interno (6), en donde el elemento aislante (26) comprende la capa (27) de cobre como capa más externa con respecto al contenedor interno (6).
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en donde, en la etapa b), la capa (27) de cobre se deposita electrolíticamente a partir de una solución (35) de cobre sobre una superficie portadora (38).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, en donde la superficie portadora (38) es cilíndrica, en particular cilíndrica circular.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 – 14, en donde, en la etapa c), la capa (27) de cobre está dispuesta de tal manera que una superficie (40) de la capa (27) de cobre orientada opuestamente al baño se dispone orientada opuestamente al contenedor interno (6) y una superficie (41) de la capa (27) de cobre orientada hacia el baño se dispone orientada hacia el contenedor interno (6).

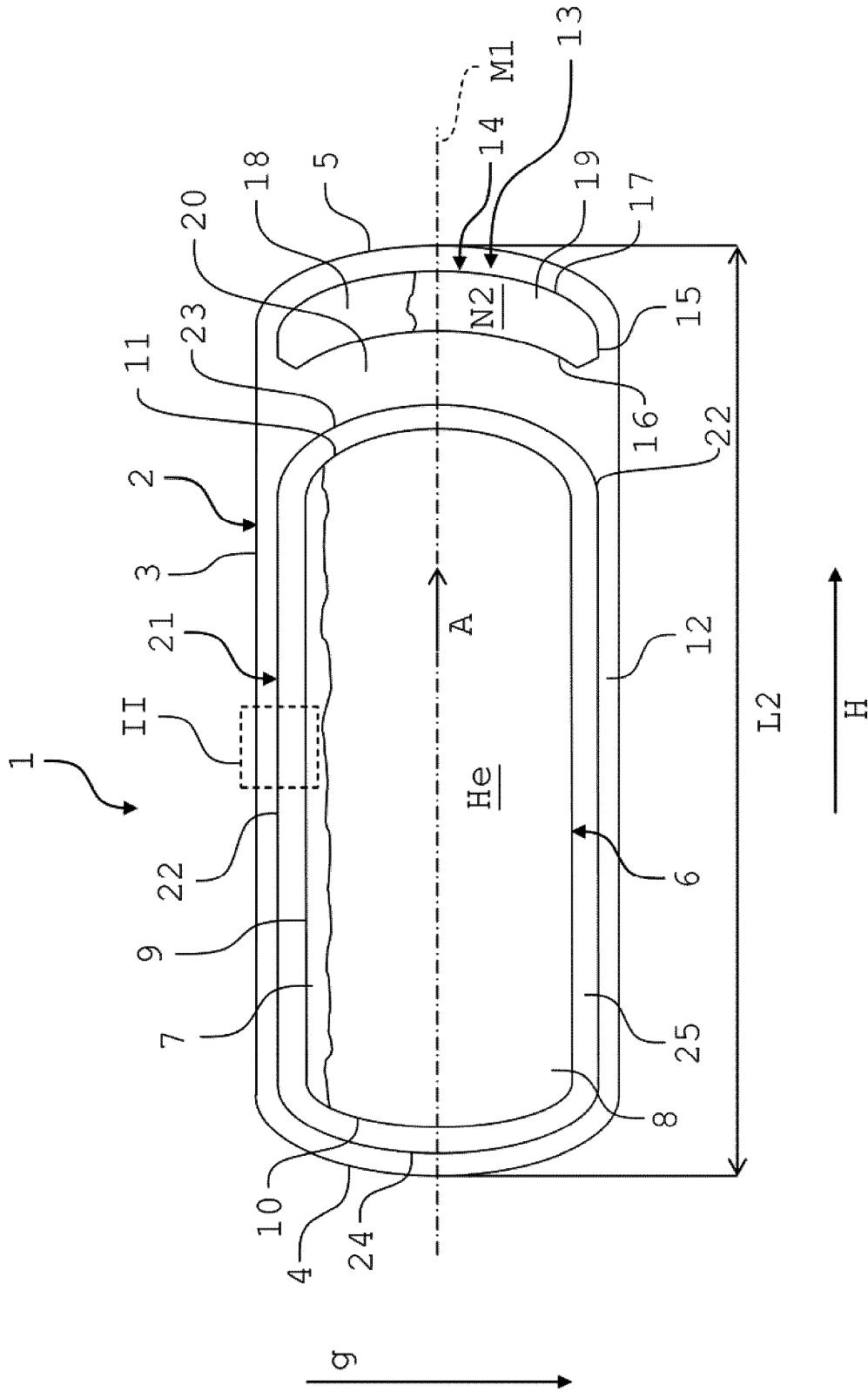


Figure 1

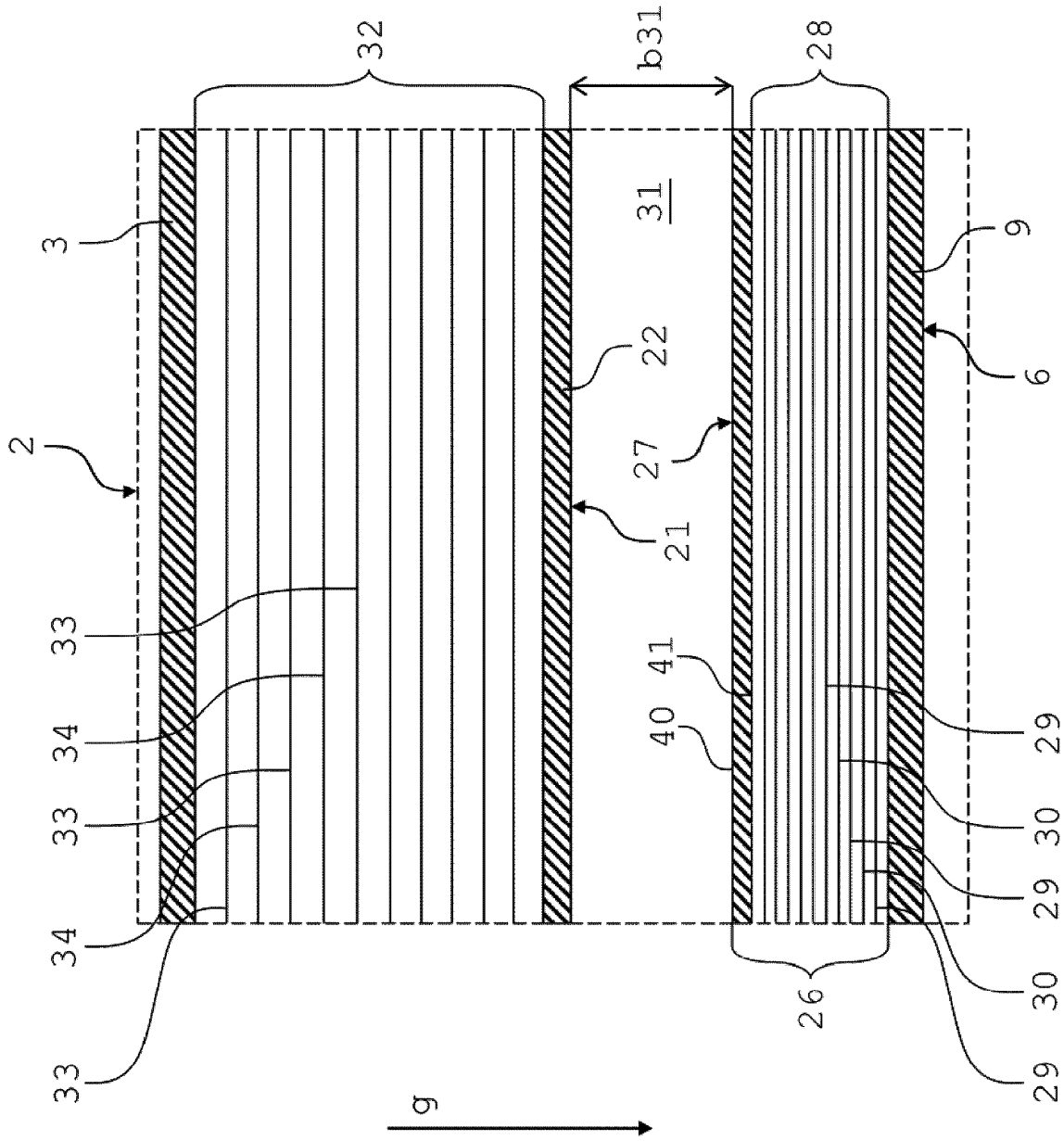


Figura 2

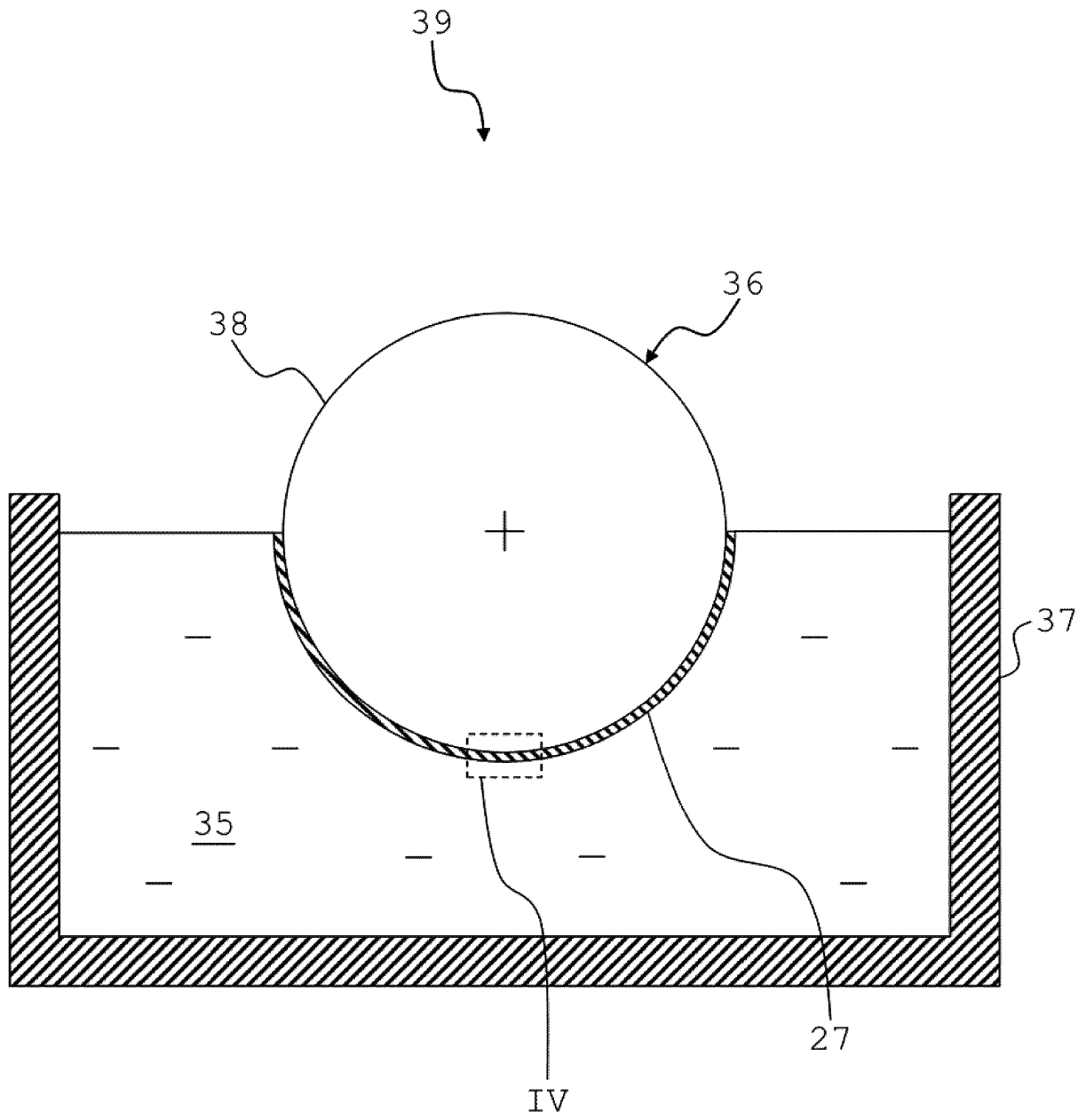


Figura 3

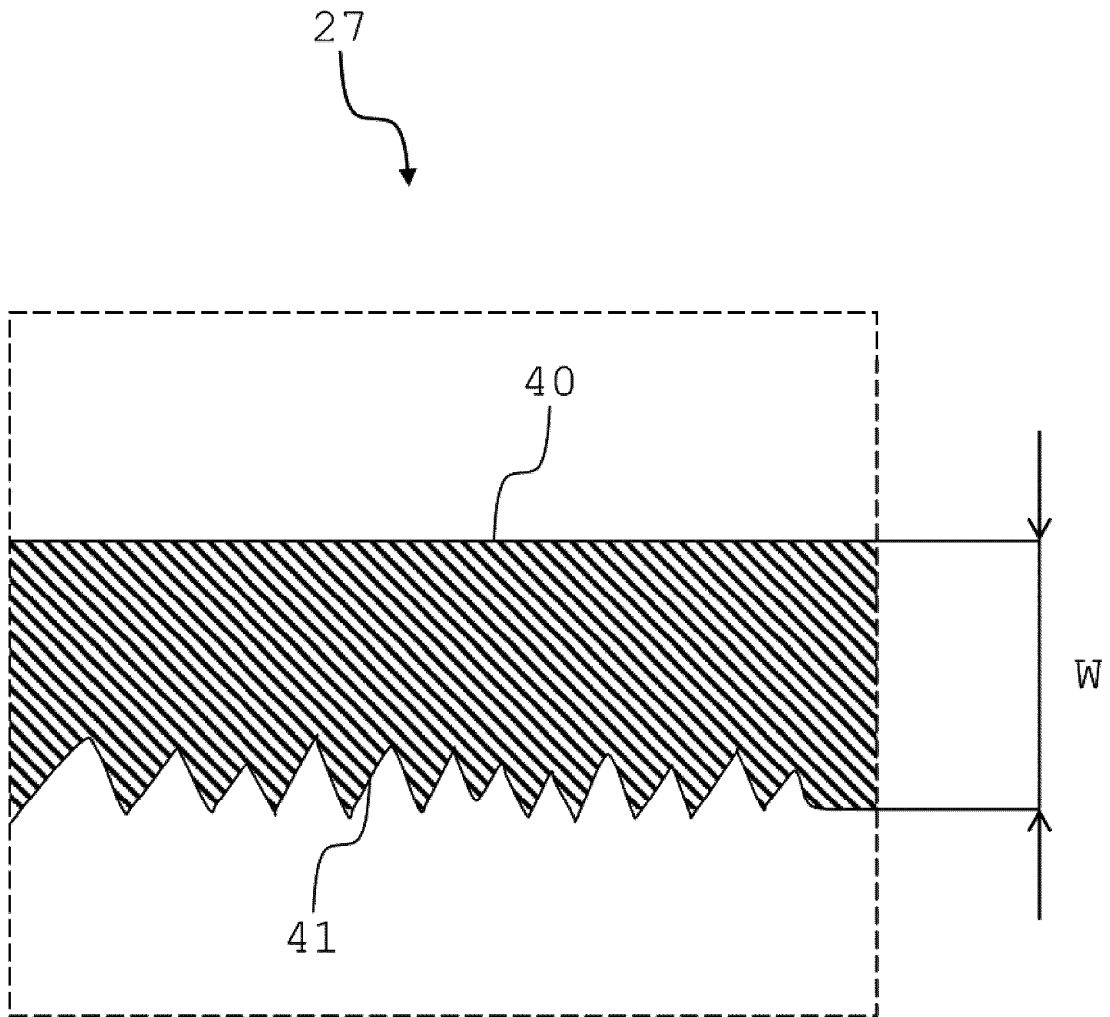


Figura 4

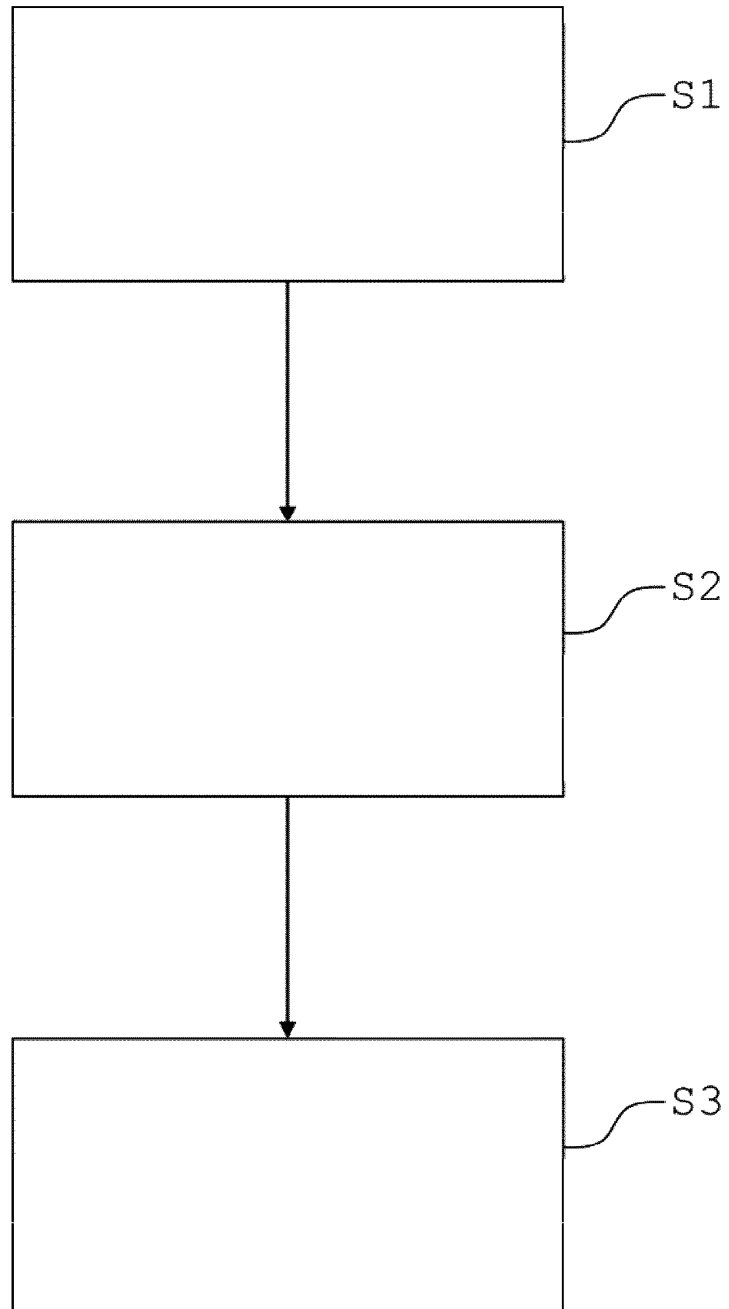


Figura 5