

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 329**

51 Int. Cl.:

F25D 19/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2017** **E 17275119 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021** **EP 3435009**

54 Título: **Disposiciones de criostato y disposiciones de montaje para criostatos**

30 Prioridad:

25.07.2017 GB 201711970

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

17.12.2021

73 Titular/es:

TESLA ENGINEERING LIMITED (100.0%)
Water Lane Storrington
Sussex RH20 3EA, GB

72 Inventor/es:

LEIGH, BENJAMIN DAVID y
LEVANTINE, OLIVER MATTHEW

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 886 329 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

Disposiciones de criostato y disposiciones de montaje para criostatos

5 [0001] Esta invención se refiere a disposiciones de criostato, disposiciones de montaje para criostatos y disposiciones de imanes con disposiciones de criostato o disposiciones de montaje.

10 [0002] Aunque su aplicación es más amplia que esto, las ideas actuales son de interés particular en la provisión de imanes superconductores, en particular para el uso en MRI (imágenes por resonancia magnética). Como bien se entiende, en tales imanes es necesario generalmente enfriar el imán superconductor hasta una temperatura baja para conseguir un comportamiento superconductor. Así, en tales disposiciones de imán el imán superconductor se aloja en un criostato y se provee una disposición de enfriamiento para enfriar el imán hasta una temperatura operativa y mantener el imán a una temperatura de superconductividad durante el funcionamiento.

15 [0003] Normalmente se usa alguna forma de refrigerador criogénico para bajar el imán a su temperatura de funcionamiento y mantenerlo en su temperatura de funcionamiento. A veces se puede usar el mismo refrigerador criogénico para ambas operaciones. En otras circunstancias, sin embargo, un refrigerador criogénico usado en el enfriamiento inicial será diferente que el usado para un funcionamiento continuo. Incluso en circunstancias donde no hay deseo de cambiar entre refrigeradores criogénicos para diferentes etapas en la vida del criostato, hay un requisito general para instalar sistemas de refrigeración criogénicos, y de vez en cuando un requisito para realizar mantenimiento y/o la sustitución de sistemas de refrigeración criogénicos si ocurre algún problema o fallo.

20 [0004] Por lo tanto, es deseable que la instalación y retirada de los sistemas de refrigeración criogénicos sean cómodos. Además, es deseable que la instalación y retirada puedan realizarse mientras el criostato está aún a una temperatura fría, es decir, su temperatura de funcionamiento o cerca de ella.

25 [0005] Al mismo tiempo es importante que se mantenga un buen contacto térmico entre el cabezal frío del sistema de refrigeración criogénico y el interior del criostato durante la operación de enfriamiento del sistema de refrigeración criogénico. Dicho esto, se apreciará que aparte de los lugares en los que se requiere un buen contacto térmico, hay un deseo general de minimizar las vías de conducción térmica del interior del criostato al exterior.

[0006] US 5 853 198 describe un dispositivo de acoplamiento mecánico para conectar y desconectar un aparato a una fuente de enfriamiento criogénico.

35 [0007] US 4 667 487 A describe tapones de penetración de criostatos que tienen una interfaz de refrigerador criogénico interrumpible en el campo.

[0008] US 5 682 751 A describe un acoplamiento térmico desmontable para enganchar una unidad de refrigeración a un dispositivo criogénico.

40 [0009] US 4 344 302 A describe acoplamiento térmico entre un sensor refrigerado y una fuente de refrigeración.

[0010] Así, el presente sistema se ha desarrollado con estos antecedentes y características preferibles.

45 [0011] Según un aspecto de la presente invención se proporciona una disposición de montaje de sistema de refrigeración criogénico según la reivindicación 1.

[0012] Según otro aspecto de la presente invención se proporciona una disposición de criostato según la reivindicación 2.

50 [0013] Esta disposición permite la introducción fácil de un sistema de refrigeración criogénico en el criostato y la retirada de un sistema de refrigeración criogénico del criostato aunque se proporcione buen contacto térmico entre el cabezal de refrigeración y el interior del criostato. Esto significa, por ejemplo, que se pueden usar fácilmente sistemas de refrigeración criogénicos diferentes en tiempos diferentes - por ejemplo, en la bajada inicial en comparación con el funcionamiento continuo, y se facilitan la configuración inicial y el mantenimiento.

[0014] El anillo de sujeción puede estar dispuesto para contraerse en respuesta a la temperatura ambiente de funcionamiento del criostato para proporcionar la acción de sujeción. El anillo de sujeción puede ser de PTFE (politetrafluoroetileno).

60 [0015] Se pueden proporcionar medios de calentamiento para calentar el anillo de sujeción para provocar la expansión del mismo para ayudar en la liberación y/o ubicación de las partes de dedo en la superficie de rodamiento. Los medios de calentamiento pueden comprender un cable calefactor transportado por el anillo de sujeción.

65 [0016] La parte de la interfaz de recepción, la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración y el anillo de sujeción se pueden disponer de modo que a temperatura ambiente las partes de la interfaz se pueden enganchar y desenganchar

libremente del anillo de sujeción mientras que el anillo de sujeción agarra los dedos contra la superficie de rodamiento a la temperatura ambiente de funcionamiento en el criostato.

[0017] Se pueden proporcionar medios de sujeción para retener al anillo de sujeción en su posición para que actúe sobre los dedos. Una forma inicialmente propuesta de medios de retención comprende clips que se han provisto en la parte respectiva de la interfaz y se proyectan por encima y alrededor del anillo para mantenerlo en su posición. Sin embargo, se ha descubierto que tal forma de medios de retención tiene desventajas en cuanto que aumenta su diámetro exterior en la parte de interfaz que puede llevar a un mayor diseño en general y un aumento de fuga de calor. Por lo tanto, es preferible una alternativa.

[0018] Preferiblemente, el anillo de sujeción se lleva en la parte de interfaz que comprende la pluralidad de dedos y se mantiene en posición por partes del hombro de retención respectivas provistas en al menos uno (preferiblemente al menos dos) de la pluralidad de dedos. Las partes respectivas del hombro se pueden proporcionar para resistir el movimiento del anillo de sujeción en una dirección axial o ambas direcciones axiales. El al menos uno (o preferiblemente al menos dos) de la pluralidad de dedos pueden comprender un receso respectivo en el que está ubicado el anillo de sujeción para retener al anillo de sujeción en posición. Pueden proporcionarse recesos respectivos en cada uno de los dedos.

[0019] Esto puede proporcionar un diseño particularmente compacto.

[0020] La parte de la interfaz que comprende la pluralidad de dedos puede comprender una parte en forma de copa con una primera parte que se extiende radialmente y dependiendo de esta una parte cilíndrica ensanchada que comprende la pluralidad de dedos.

[0021] Esta disposición puede facilitar la colocación de la parte de interfaz en el cabezal de refrigeración o caja cuando proceda y/o puede ayudar a facilitar la provisión de espaciado entre el cabezal de refrigeración y la caja para minimizar la transferencia de calor entre estos. Esto puede llevar también a un diseño más robusto que sea capaz de resistir mejor agarrar y soltar muchas veces las partes del dedo.

[0022] La parte en forma de cápsula puede ser de una única pieza de material.

[0023] La superficie de rodamiento puede ser cónica y los dedos se pueden disponer para depender de una superficie cónica complementaria de modo que al enganchar las interfaces los dedos se deslizan sobre la superficie de rodamiento. Esto puede ayudar en el acoplamiento de las interfaces y permite ajustar las tolerancias de fabricación y dilatación térmica y contracción aunque se mantenga buen contacto térmico.

[0024] La pluralidad de dedos pueden disponerse para rodear la superficie de rodamiento.

[0025] Se puede disponer un par de interfaces del cabezal de refrigeración y se puede disponer un par correspondiente de interfaces de recepción, con una primera interfaz del cabezal de refrigeración para engancharse a una primera interfaz de recepción y una segunda interfaz del cabezal de refrigeración para engancharse a una segunda interfaz de recepción.

[0026] El criostato puede ser un criostato de varias fases y la primera interfaz de recepción puede estar asociada a una primera fase del criostato para extraer calor de la primera fase y la segunda interfaz de recepción puede estar asociada a una segunda fase del criostato para extraer calor de la segunda fase.

[0027] La disposición de montaje o disposición de criostato puede comprender una disposición de interfaz externa de tipo anillo para colocarse entre el sistema de refrigeración criogénico y una pared externa del criostato, donde la disposición de interfaz externa de tipo anillo se dispone para colocarse alrededor de una abertura en la pared externa del criostato a través de la cual pasa el cabezal de refrigeración cuando se localiza en la caja.

[0028] La disposición de interfaz externa puede comprender un paso del cable para proporcionar una vía para cables eléctricos desde el exterior al interior de la caja.

[0029] La disposición de interfaz externa puede comprender una parte de junta de pistón con al menos una junta dispuesta para sellar una superficie axial de las disposiciones de la interfaz externa, una pared del criostato, y la caja para crear una junta al vacío aunque permitiendo tolerancia en la posición axial relativa de la junta y dicha superficie axial.

[0030] Este puede permitir la sujeción del sistema de refrigeración criogénico y disposición de interfaz al criostato para proporcionar una junta al vacío aunque permitiendo variaciones/errores de construcción.

[0031] Según otro aspecto de la invención se proporciona una disposición imantada que comprende una disposición de criostato tal como se ha definido anteriormente, que comprende un imán superconductor alojado en el criostato.

Será apreciado que en tal caso el imán puede desempeñar el papel de una masa fría que va a ser enfriada por el sistema de refrigeración criogénico.

[0032] La disposición imantada puede ser una disposición imantada MRI (formación de imágenes por resonancia magnética).

[0033] Según un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de montaje de sistema de refrigeración criogénico para montar al cabezal de refrigeración de un sistema de refrigeración criogénico en un criostato según la reivindicación 12.

[0034] Se describirán formas de realización de la presente invención solo por medio de ejemplos con referencia a los dibujos anexos donde:

La Figura 1 muestra parte de una disposición imantada con un sistema de refrigeración criogénico que está en una posición a punto de ser insertada en el criostato;

La Figura 2 muestra el sistema de refrigeración criogénico que está a punto de ser insertado en el criostato en la figura 1 pero aislado;

La Figura 3 es una sección que muestra el sistema de refrigeración criogénico de las figuras 1 y 2 in situ en el criostato - y parte del sistema de refrigeración criogénico y parte del criostato son visible pero ambos en forma simplificada debido a la escala;

La Figura 4 muestra el sistema de refrigeración criogénico de las figuras 1 y 2 situado en su posición en el criostato en una caja provista en el criostato con parte de la caja y del sistema de refrigeración criogénico cortados para mostrar mejor varias características de la disposición;

Figuras 5A y 5B muestran partes agrandadas respectivamente de parte del sistema de refrigeración criogénico y caja mostrados en la figura 4 donde cada uno muestra mejor una interfaz respectiva entre un cabezal de refrigeración del sistema de refrigeración criogénico y la caja; y

La Figura 6 muestra de forma más clara otra parte agrandada de la disposición mostrada en la figura 4 que muestra una disposición de interfaz externa entre el cabezal de refrigeración del sistema de refrigeración criogénico y una pared externa de cámara al vacío del criostato.

[0035] La Figura 1 muestra una disposición de imán superconductor que en este caso es una disposición de imán superconductor MRI. La disposición de imán comprende un criostato 1 donde se aloja un imán superconductor M (véase la figura 3) como una masa fría que se tiene que mantener a un temperatura bajo cero. Como será apreciado, la temperatura a la que se mantiene el imán dependerá del diseño de imán particular y, por ejemplo, los materiales usados en este. En el presente caso el imán superconductor debe ser mantenido a temperaturas de helio líquido, del orden de 4 Kelvin.

[0036] La disposición de imán comprende además al menos un sistema de refrigeración criogénico 2, en este caso, se han previsto dos sistemas de refrigeración criogénicos 2 de este tipo. El criostato 1 y los sistemas de refrigeración criogénicos 2 se puede considerar que constituyen juntos una disposición de criostato.

[0037] En la figura 1 se muestra uno de los sistemas de refrigeración criogénicos 2 en su posición justo antes de la inserción en el criostato 1. El otro sistema de refrigeración criogénico 2 se muestra situado en su posición en el criostato 1.

[0038] Como se apreciará, se pueden usar diferentes tipos de sistemas de refrigeración criogénicos. Así, por ejemplo, se puede usar un sistema de refrigeración criogénico de Gifford-McMahon (GM) o un tubo de impulsos (PT). En una implementación particular que es actualmente de interés para los solicitantes, uno de estos tipos de sistemas de refrigeración criogénicos será usado en una fase inicial de bajada mientras que el otro tipo será usado para el funcionamiento continuo del criostato. En otros casos se pueden usar de forma similar dos sistemas de refrigeración criogénicos diferentes que son ambos del mismo tipo, pero con características de rendimiento diferentes. Como será explicado con más detalle a continuación, la presente disposición de disposición de imán/disposición de criostato facilita este tipo de intercambio de sistemas de refrigeración criogénicos. Además, esto se facilita aunque el criostato 1 se pueda mantener en frío, es decir, a temperaturas de funcionamiento, y correspondientemente aunque se mantenga el vacío de aislamiento en el criostato.

[0039] La Figura 2 muestra uno de los sistemas de refrigeración criogénicos 2 de la figura 1 en aislamiento mientras que las figuras 3 y 4 muestran el sistema de refrigeración criogénico 2 cuando se inserta en posición en una caja 3 provista en el criostato 1. El sistema de refrigeración criogénico 2 comprende un cabezal de refrigeración 21 que está dispuesto para insertarse en la caja 3 y que además está dispuesto para extraer calor de los elementos que entran en contacto térmico con el cabezal de refrigeración. El diseño y funcionamiento de estos sistemas de refrigeración criogénicos son bien entendidos y se pueden usar en el dispositivo de la presente invención sistemas de refrigeración criogénicos disponibles comercialmente. Por tanto, no es necesaria ninguna descripción adicional de la estructura y funcionamiento de los sistemas de refrigeración criogénicos y por lo tanto se omiten en esta especificación en los interés de la brevedad.

[0040] En el presente caso el sistema de refrigeración criogénico 2 es un sistema de refrigeración criogénico de dos fases que tiene una primera fase 21a para proporcionar enfriamiento hasta una primera temperatura y una segunda fase 21b para proporcionar enfriamiento hasta una segunda temperatura de refrigeración. Una primera parte de la interfaz del cabezal de refrigeración 22a se sitúa en la primera fase 21a y una segunda parte de la interfaz del cabezal de refrigeración 22b se sitúa en la segunda fase 21b.

[0041] En referencia a las figuras 3 a 5A y 5B, la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de la primera fase 22a está dispuesta para contactar térmicamente con una parte de la interfaz de la caja de la primera fase 32a y la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de la segunda fase 22b está dispuesta para contactar térmicamente con una parte de la interfaz de la caja de la segunda fase 32b.

[0042] Estos pares respectivos de partes de interfaz (22a, 32a por un lado y 22b, 32b por otro lado) proporcionan vías de conducción térmica entre las fases respectivas del cabezal de refrigeración 21 y el criostato 1.

[0043] El criostato comprende una pared externa de cámara al vacío 11 y dentro de ella un escudo contra la radiación 12. La masa fría - el imán M - se aloja en el escudo contra la radiación 12. La caja 3 sobresale por encima de la pared externa de cámara al vacío 11 y por encima del escudo contra la radiación 12.

[0044] La parte de la interfaz de la caja de primera fase 32a está acoplada por medio de un primer enlace térmico 13a al escudo contra la radiación 12. La parte de la interfaz de la caja de segunda fase 32b se acopla a la masa fría M por medio de un segundo enlace térmico 13b y una interfaz térmica 13c. Los dos enlaces térmicos 13a, 13b son flexibles para permitir tolerancias a construcción y dilatación térmica y tolerancias a la contracción.

[0045] La presente forma de realización se refiere a un sistema con un imán refrigerado por conducción, es decir, un sistema que no contiene criógeno. En alternativas con una disposición que contiene helio, la flexibilidad sería proporcionada por una disposición de fuelles, y la interfaz de la fase apropiada del sistema de refrigeración criogénico sería a un "condensador" que transforma el vapor criogénico en líquido por la extracción de calor.

[0046] La caja 3 comprende partes del alojamiento cilíndrico de pared fina 31 que se extienden desde la pared externa de la cámara al vacío 11 del criostato hasta abajo en el cuerpo del criostato. Las paredes de la caja cilíndricas 31 se sellan a la pared externa de la cámara al vacío 11 del criostato. Estas partes curvadas de pared 31 se mantienen tan finas como sea posible para minimizar la vía de conducción desde el interior del criostato hacia fuera al exterior. Al mismo tiempo proporcionan una cámara al vacío en el criostato dentro de la que reside el cabezal de refrigeración 21. La caja 3 termina con parte de interfaz de la segunda fase 32b de manera que el interior de la caja 3 está sellado del interior del criostato.

[0047] Las partes de la interfaz del cabezal de refrigeración 22a, 22b y las partes de la interfaz de la caja 32a, 32b se muestran a una escala aumentada en las Figuras 5A e 5B. La parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de primera fase 22a y una parte de la interfaz de la caja de primera fase 32a tienen una forma similar a la segunda parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de la segunda fase 22b y la parte de la interfaz de la caja de segunda fase 32b respectivamente.

[0048] Cada de las partes de la interfaz del cabezal de refrigeración 22a, 22b tiene generalmente forma de copa como se puede ver al considerar las figuras 2 a 5A y 5B. Tienen una primera parte que se extiende radialmente 221a, 221b y en cada caso dependiendo de esto una parte de cilindro respectiva ensanchada 221b, 222b. Cada de las partes de cilindro ensanchado 221b, 222b comprende una pluralidad respectiva de partes flexibles de dedo 23a, 23b. Hay una abertura axial en cada una de las partes en forma de taza. El cabezal de refrigeración 21 pasa a través de la abertura en la parte de interfaz del cabezal de refrigeración de primera fase 22a. La abertura en la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de segunda fase 22b expone el extremo del cabezal de refrigeración 21, sobre el que se monta la parte de interfaz 22b.

[0049] En cada caso las partes de la interfaz del cabezal de refrigeración 22a, 22b que comprenden las partes que se extienden radialmente 221a, 221b y las partes cilíndricas dependientes 222a, 222b están formadas por una única pieza de material. Por tanto, cada uno de la pluralidad de dedos 23a, 23b forma una sola pieza con la parte respectiva que se extiende radialmente 221a, 221b y esto conduce a un diseño particularmente robusto.

[0050] La parte de interfaz de primera fase 22a se monta sobre una brida 24 provista en el cabezal de refrigeración 21. La parte de interfaz de segunda fase 22b se monta sobre el extremo 25 del cabezal de refrigeración 21. Nótese que esta construcción particular nace del hecho de que, en el ejemplo mostrado en los dibujos, el cabezal de refrigeración 21 es un componente disponible comercialmente al que se han añadido las partes de la interfaz. En una alternativa se puede proporcionar un cabezal de refrigeración fabricado especialmente 21 (o sistema de refrigeración criogénico entero 2) en cuyo caso las partes de la interfaz 22a, 22b podrían formar una sola pieza con el alojamiento del cabezal de refrigeración si se desea.

[0051] Las partes de la interfaz de la caja de primera y segunda fase 32a, 32b incluyen respectivamente un hueco anular 321a, 321b en el que se pueden extender los dedos flexibles 23a, 23b de la respectiva interfaz del cabezal de

refrigeración 22a, 22b. Además, las interfaces de la caja de primera y segunda fase 32a, 32b incluyen una superficie de rodamiento 322a, 322b contra la que se apoya el conjunto respectivo de dedos flexibles 23a, 23b cuando se enganchan las partes respectivas de la interfaz 22a e 32a, 22b y 32b. Cada superficie de rodamiento 322a, 322b se corresponde con una pared lateral del respectivo hueco anular.

[0052] Las superficies de rodamiento 322a, 322b son cónicas, es decir, dependen de una superficie cónica. Las paredes de acoplamiento internas de los respectivos dedos flexibles 23a, 23b definen una reducción gradual complementaria, es decir, están sobre una superficie cónica complementaria. Las superficies están de manera que se facilita el acoplamiento entre las interfaces y se pueda obtener un contacto mecánico bueno y por lo tanto térmico entre las partes de la interfaz incluso cuando hay variación axial en la posición entre la interfaz del cabezal de refrigeración 22a, 22b por un lado y la interfaz respectiva de la caja 32a, 32b por otro lado. Será apreciado que debido a la contracción y dilatación térmica puede haber una tendencia a que ocurra alguna variación axial de este tipo. Además, esta disposición también puede permitir tolerancias de fabricación entre sistemas de refrigeración criogénicos del mismo tipo, así como también diferencias dimensionales entre sistemas de refrigeración criogénicos de tipos diferentes.

[0053] Se proporciona un anillo de sujeción 4a para sujetar los dedos 23a de la interfaz del cabezal de refrigeración de la primera fase 22a a la superficie de rodamiento 322a respectiva de la interfaz de la caja de la primera fase 32a y de forma similar se proporciona un anillo de sujeción 4b para sujetar los dedos 23b de la interfaz del cabezal de refrigeración de la segunda fase 22b a la superficie respectiva de rodamiento 322b de la interfaz de la caja de segunda fase 32b.

[0054] Cada anillo de sujeción 4a, 4b comprende un anillo de material que está dispuesto para contraerse a temperaturas frías de mantenimiento de la disposición de criostato para sujetar los dedos 23a, 23b en su posición en la respectiva interfaz de la caja 32a, 32b. En las presentes formas de realización cada anillo de sujeción es de PTFE. Además, cada anillo de sujeción 4a, 4b lleva un cable calefactor respectivo 41a, 41b que se puede usar para calentar localmente el anillo de sujeción 4a, 4b provocando así que se expanda y reduciendo por tanto su fuerza de sujeción en los dedos respectivos 23a, 23b. Como será apreciado, esto puede facilitar el acoplamiento de las partes respectivas de la interfaz, así como permite la desconexión.

[0055] Por tanto, todo esto proporciona un mecanismo particularmente cómodo para lograr un contacto térmico rápido y sencillo entre el cabezal de refrigeración 21 y el interior del criostato 1 cuando se desee y de forma similar permite la eliminación rápida y sencilla de tal contacto y por lo tanto facilita la retirada del cabezal de refrigeración 21 y del sistema de refrigeración criogénico 2 en su totalidad cuando se desee.

[0056] En el presente diseño, cada anillo de sujeción 4a, 4b se mantiene en su posición en los conjuntos respectivos de dedos flexibles 23a, 23b por medio de su retención en un hueco respectivo 231a, 231b provisto en la pared externa de los dedos flexibles. Este hueco da lugar a partes de hombro correspondientes en cada extremo del hueco que actúan sobre el anillo de sujeción 4a, 4b para mantenerlo en su posición contra el movimiento axial. Esto proporciona un diseño particularmente compacto, especialmente en una disposición propuesta originalmente donde los anillos de sujeción se mantienen en su posición con partes de clip que se extienden por encima de los anillos de sujeción. A su vez, esto permite la fabricación de un diseño más compacto con el que se puede minimizar el diámetro de la caja 3.

[0057] Se notará que en la presente disposición la parte de la interfaz del cabeza de refrigeración de la segunda fase 22b y su parte de sujeción correspondiente 4b se tienen que pasar a través de un diámetro interno de la parte de la interfaz de la caja de la primera fase 32a. Por tanto, si el diámetro exterior global de la segunda parte de la interfaz del cabezal de refrigeración de la primera fase 22b y su parte de sujeción 4b es mayor, esto puede requerir un diámetro interno desproporcionadamente grande de la parte de la interfaz de la caja de la primera fase 32a. Evitando esto se puede conseguir un diseño global menor que ayuda a reducir vías de fuga térmica entre el interior del criostato y el exterior por medio de un tamaño reducido y por lo tanto reducción del material de la caja 3.

[0058] Como se ve más claramente en la figura 6, pero también se ilustra por ejemplo en la figura 4, se proporciona una disposición externa de interfaz 5 para montar el sistema de refrigeración criogénico 2 sobre la pared externa de cámara al vacío 11 del criostato 1.

[0059] La disposición de la interfaz exterior 5 comprende una brida de interfaz anular 51 que se atornilla en su posición en la cámara externa al vacío 11. La disposición de la interfaz exterior 5 comprende además una parte de sellado de pistón 52 que es nuevamente de tipo anular y está dispuesta para colocarse entre una brida de montaje 26 del sistema de refrigeración criogénico 2 y la brida de la interfaz 51. La parte de sellado de pistón 52 comprende una parte que se extiende radialmente 52a y una parte que se extiende axialmente 52b que lleva al menos una junta 52c que reposa sobre una superficie axial para sellar el interior de la parte de la caja 3 del exterior. Dicha superficie axial en la presente forma de realización es una superficie axial de la brida de la interfaz 51 pero en otras circunstancias puede ser una superficie axial de la pared exterior de la cámara al vacío 11 o la caja 3. Tener la junta de la parte de sellado de pistón 52 en una superficie axial tiene la ventaja de que se puede obtener una junta eficaz, aunque haya un grado de tolerancia bastante grande en cuanto a la posición axial de la parte de sellado del pistón 52 en relación a los otros componentes. Por tanto, esto puede permitir nuevamente contracción y dilatación térmica y diferencias en dimensiones

nominales ya sean debidas a la presencia de diferentes sistemas de refrigeración criogénicos o debido a tolerancias/errores de fabricación.

5 [0060] Específicamente será notado que por medio de la parte de sellado de pistón 52, se puede proporcionar una junta al vacío para la caja 3 con el cabezal de refrigeración 21 posicionado en un rango de posiciones axiales en relación a la caja. En un diseño actual del solicitante, se puede proporcionar una tolerancia de unos +/- 2 milímetros. Esto es importante puesto que permite la sujeción del sistema de refrigeración criogénico 2 en su posición, aunque se reconoce que un acoplamiento preciso y completo entre las partes de la interfaz respectivas 22a, 32a y 22b, 32b entre el cabezal de refrigeración fría 2 y la caja 3 es el objetivo definitivo.

10 [0061] También se apreciará que dicha parte de sellado del pistón 52 se puede usar sin que una brida de interfaz 51 esté sujeta en su posición. Es decir, en la circunstancia donde la parte de sellado de pistón 52 sella en una superficie axial de la pared externa de la cámara al vacío 11 o una superficie axial de la pared de la caja 31, puede ser posible prescindir de la brida de la interfaz anular 51.

15 [0062] La disposición de interfaz externa 5 comprende también un paso 53 para permitir la introducción de cables eléctricos en el interior de la caja 3 desde el exterior. Esto permite que el instrumental se fije permanentemente al cabezal de refrigeración 21. Además, permite que tal instrumental sea útil para retirar el cabezal de refrigeración 21, y evita que se tengan que hacer conexiones durante las operaciones de servicio en la caja 3. Además, la disposición de interfaz 5 también comprende puertos al vacío 54 (véase la figura 4) para permitir la introducción o extracción de gas del interior de la caja 3.

20 [0063] Para completar el sellado al vacío, se han provisto otras juntas entre los componentes de la disposición de la interfaz externa 5 y entre ellos al igual que entre los componentes y la pared al vacío de la caja/exterior y el cabezal de refrigeración, pero son las juntas 52c en la superficie axial las que proporcionan la tolerancia axial al montar el cabezal de refrigeración.

25 [0064] La parte de sellado del pistón 52 comprende una pluralidad de partes dentadas dispuestas para coincidir con los pernos provistos en la parte de la interfaz anular 51 para permitir acceso a estos pernos incluso cuando el sistema de refrigeración criogénico 2 y por lo tanto la parte de sellado del pistón 52 están en su posición.

30

REIVINDICACIONES

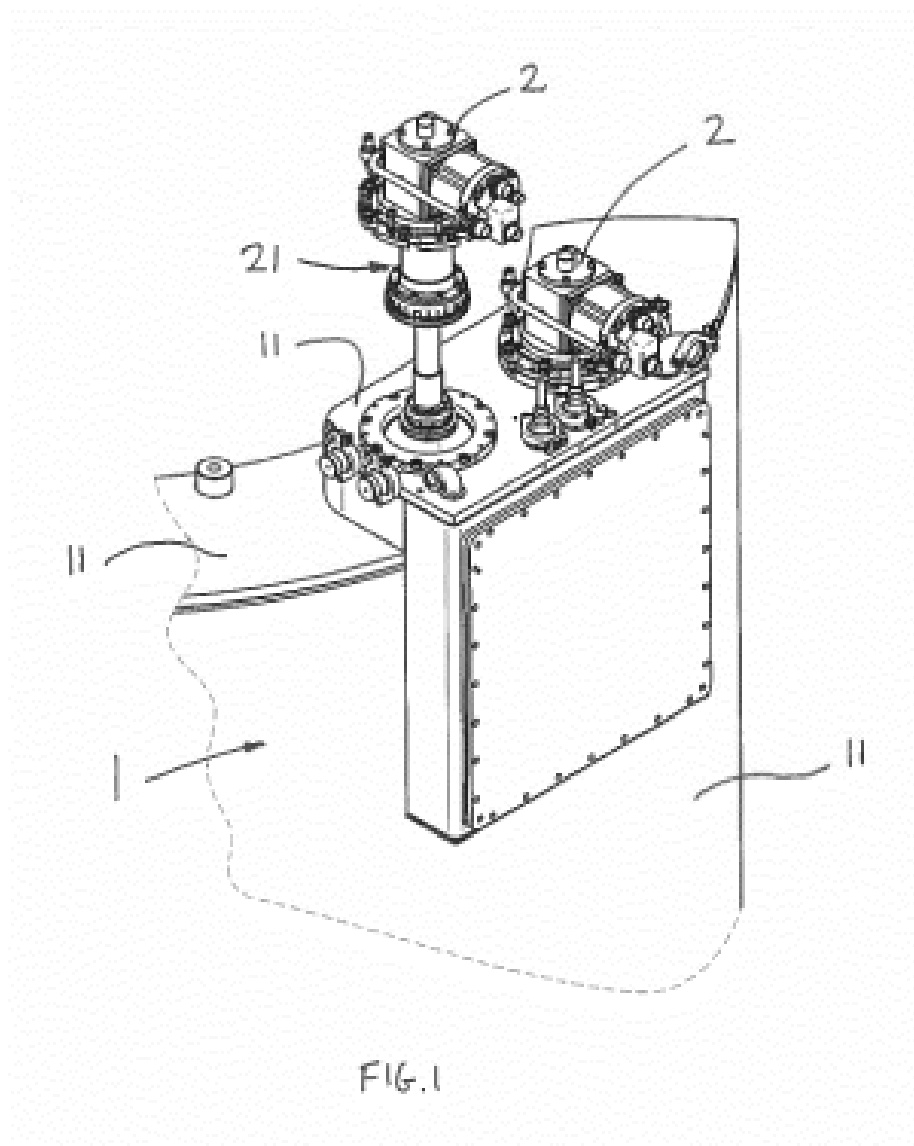
1. Disposición de montaje de un sistema de refrigeración criogénico para montar un cabezal de refrigeración (21) de un sistema de refrigeración criogénico (2) en un criostato (1) para permitir la extracción de calor desde el interior del criostato (1) por el sistema de refrigeración criogénico (2), donde la disposición de montaje comprende una parte de interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) para montarla sobre el cabezal de refrigeración (21) y una parte de la caja (3) para montarla en el criostato (1) y dispuesta para recibir el cabezal de refrigeración (21), donde la parte de la caja (3) comprende una parte de interfaz de recepción (32a, 32b) para recibir la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración, 22b) para proporcionar contacto térmico entre ellos y por lo tanto proporcionar contacto térmico entre el cabezal de refrigeración (21) y el interior del criostato (1), donde la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) comprende una pluralidad de partes de dedos flexibles (23a, 23b) y la parte de la interfaz de recepción (32a, 32b) comprende una superficie de rodamiento (322a, 322b) sobre la que la que están dispuestas las partes de dedos (23a, 23b) para descansar,
- la disposición de montaje comprende además un anillo de sujeción (4a) para sujetar de manera liberable las partes de dedos (23a, 23b) contra la superficie de rodamiento (322a, 322b) para asegurar un contacto térmico entre la interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) y la interfaz de recepción (32a, 32b), **caracterizada por el hecho de que** la parte de la interfaz de recepción (32a, 32b) comprenden además un hueco anular (321a, 321b) en el que se pueden extender la pluralidad de partes de dedos (23a, 23b) de la interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b).
2. Disposición de criostato que comprende un criostato (1) y un sistema de refrigeración criogénico (2) con un cabezal de refrigeración (21) para colocar sobre el criostato (1) para permitir la extracción de calor desde el interior del criostato (1) por el sistema de refrigeración criogénico (2), donde la disposición de criostato comprende una disposición de montaje del sistema de refrigeración criogénico según la reivindicación 1.
3. Disposición según la reivindicación 1 o reivindicación 2 que comprende medios de sujeción para sujetar al anillo de sujeción (4a, 4b) en su posición para que actúe sobre los dedos (23a, 23b), donde los medios de sujeción comprenden una parte de hombro de retención respectiva provista en al menos uno de los muchos dedos (23a, 23b).
4. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde al menos uno de los muchos dedos (23a, 23b) comprende un hueco respectivo (231 a, 231 b) en el que se sitúa el anillo de sujeción (4a, 4b) para retener el anillo de sujeción (4a, 4b) en su posición.
5. Disposición según la reivindicación 4 donde el hueco respectivo (231 a, 231 b) se proporciona en cada uno de los dedos (23a, 23b).
6. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la parte de la interfaz (22a, 22b) que comprende la pluralidad de dedos (23a, 23b) comprende una parte en forma de copa con una primera parte (221 a, 221 b) que se extiende radialmente y dependiendo de esta hay una parte cilíndrica ensanchada (222 b, 222b) que comprende la pluralidad de dedos (23a, 23b).
7. Disposición según la reivindicación 6 donde la parte en forma de copa es de un material de una sola pieza.
8. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además una disposición de interfaz externa anular (5) para su ubicación entre el sistema de refrigeración criogénico (2) y una pared externa (11) del criostato (1), donde la disposición de interfaz externa anular se dispone para posicionarse alrededor de una abertura en la pared externa (11) del criostato (1) a través de la cual pasa el cabezal de refrigeración (21) cuando se posiciona en la caja (3).
9. Disposición según la reivindicación 8 donde la disposición de interfaz externa (5) comprende una parte de sellado de pistón (52) con al menos una junta (52c) dispuesta para el sellado en una superficie axial de al menos una disposición de interfaz externa (5), una pared (11) del criostato (1), o la caja (3) para crear una junta al vacío.
10. Disposición según la reivindicación 8 o reivindicación 9 donde la disposición de la interfaz externa (5) comprende un paso de cable (53) para proporcionar un camino para cables eléctricos desde el exterior al interior de la caja (3).
11. Disposición de imán que comprende una disposición de criostato según la reivindicación 2 o según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10 cuando dependen de la reivindicación 2 y que comprende un imán superconductor (M) alojado en el criostato (1).
12. Método de montaje de un sistema de refrigeración criogénico para montar un cabezal de refrigeración (21) de un sistema de refrigeración criogénico (2) en un criostato (1) para permitir la extracción de calor desde el interior del criostato (1) por el sistema de refrigeración criogénico (2), donde el método está **caracterizado por que** comprende las siguientes fases:
- provisión de una parte de interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) en el cabezal de refrigeración (21);

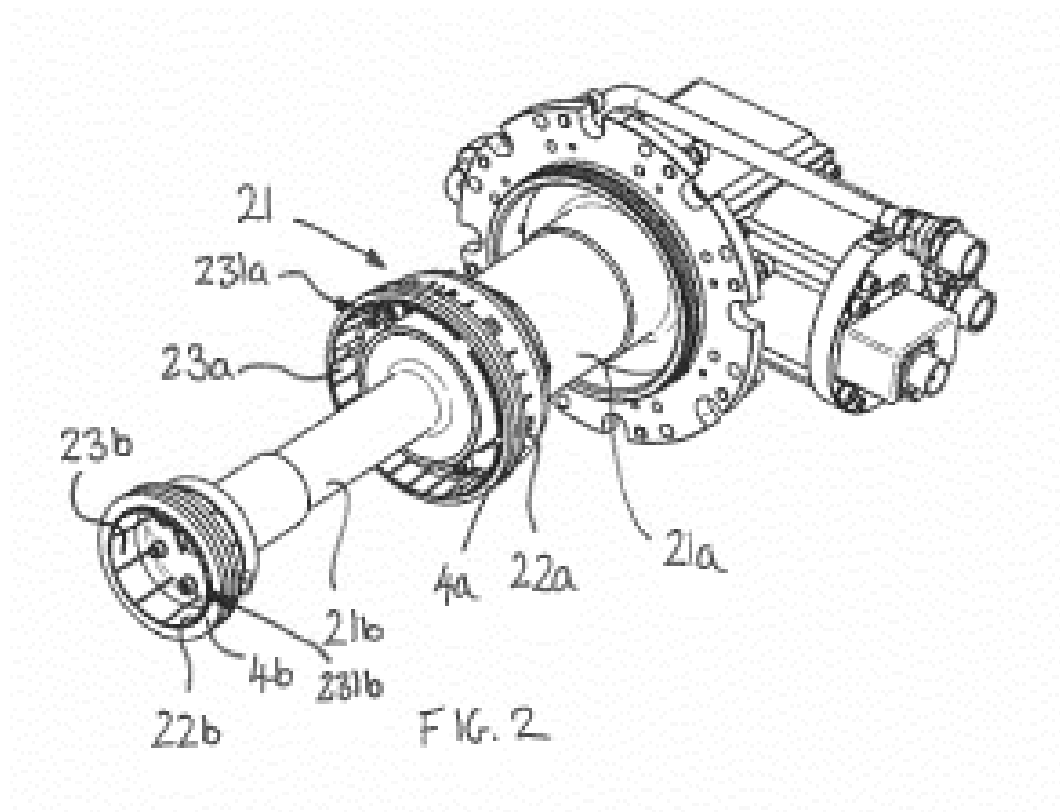
provisión de una parte de caja (3) en el criostato, donde la parte(3) de la caja está dispuesta para recibir al cabezal de refrigeración (21), donde la parte de la caja (3) comprende una parte de recepción de la interfaz (32a, 32b) para recibir la parte de la interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) de manera que proporciona contacto térmico entre ellas y por lo tanto proporciona contacto térmico entre el cabezal de refrigeración (21) y el interior del criostato (1);

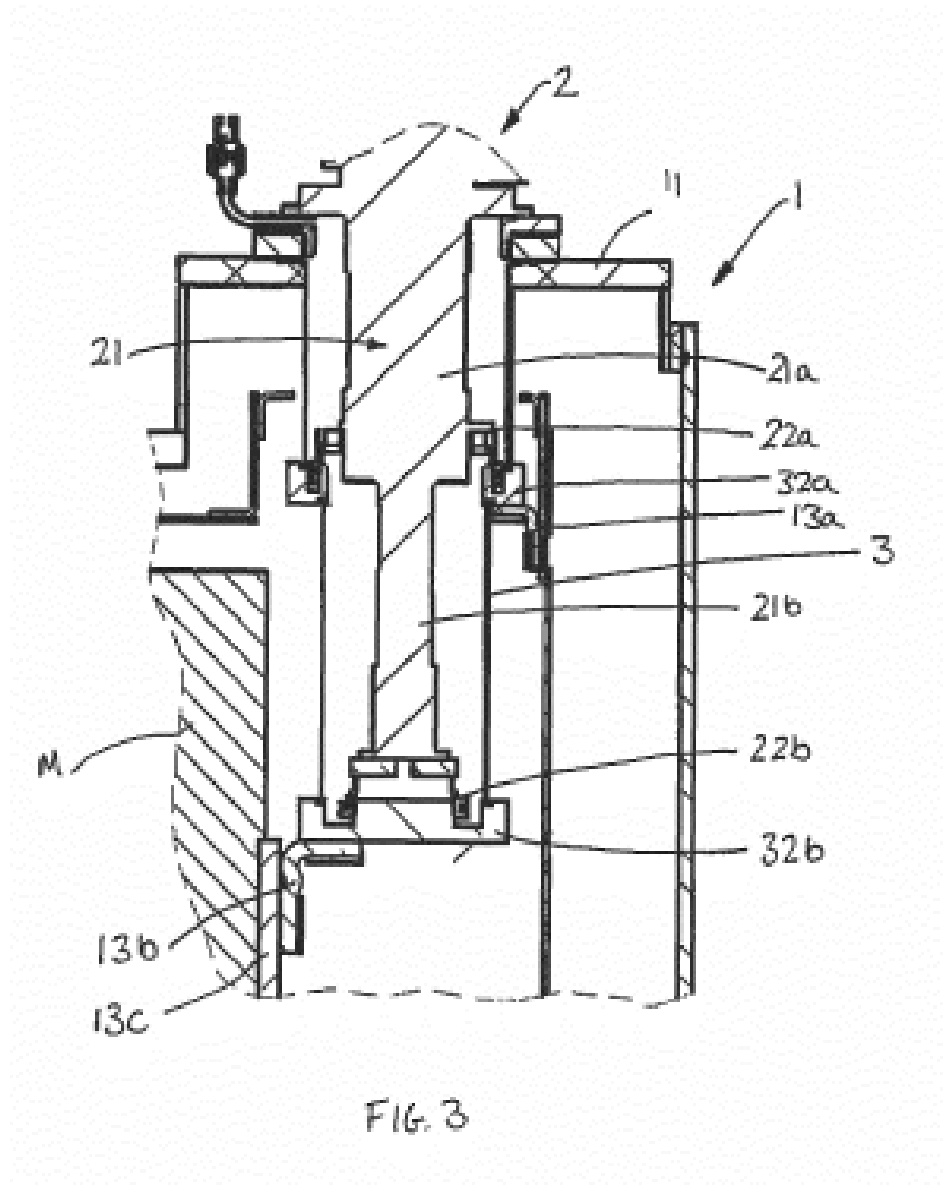
5 donde la parte de interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) comprende una pluralidad de partes de dedos flexibles (23a, 23b) y la parte de interfaz de recepción (32a, 32b) comprende una superficie de rodamiento (322a, 322b) sobre la que están dispuestas las partes de dedos (23a, 23b) para reposar, donde la parte de la interfaz de recepción (32a, 32b) comprende además un hueco anular (321 a, 321 b) en el que se extienden la pluralidad de partes de dedos flexibles (23a, 23b) de la interfaz del cabezal refrigeración (22a, 22b), y el método comprende los pasos

10 adicionales de colocar las partes de dedos (23a, 23b) en la superficie de rodamiento (322a, 322b); y sujeción liberable de las partes de dedo (23a, 23b) contra la superficie de rodamiento (322a, 322b) usando un anillo de sujeción (4a, 4b) para asegurar el contacto térmico entre la interfaz del cabezal de refrigeración (22a, 22b) y la interfaz de recepción (32a, 32b).

15







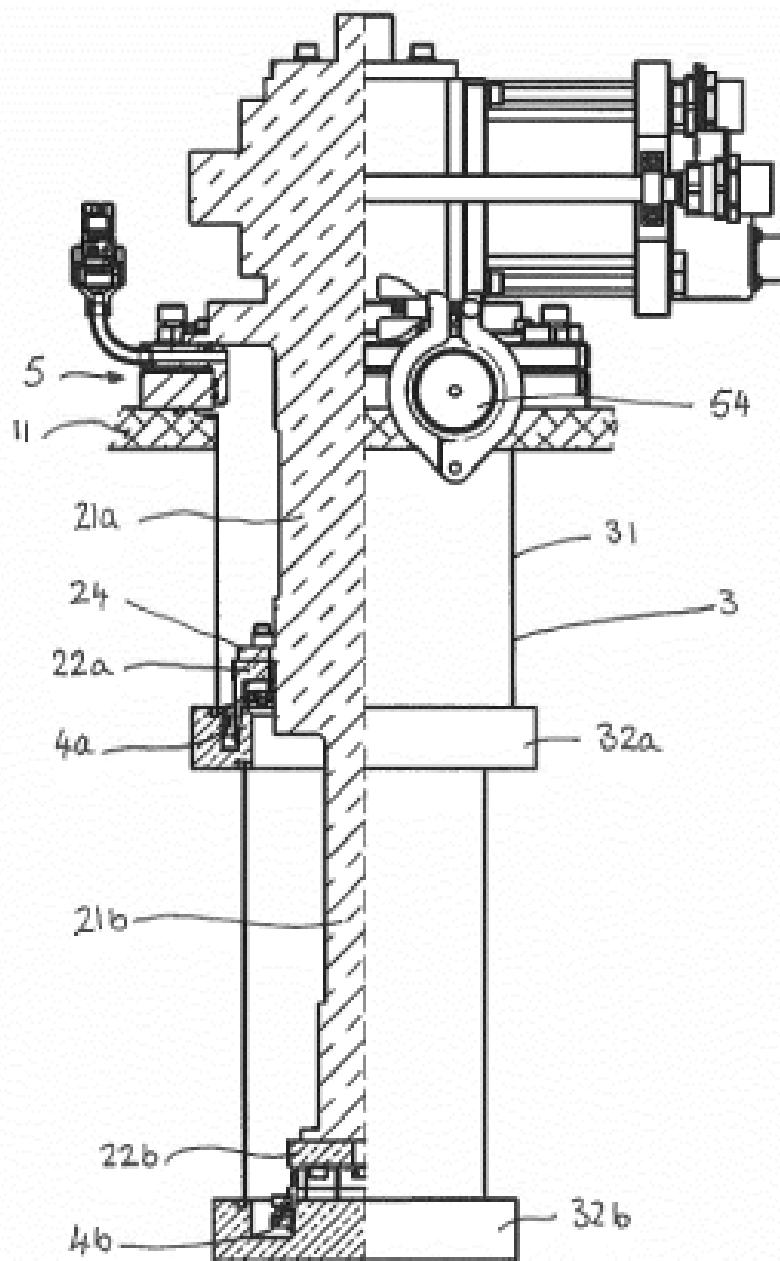


Fig. 4

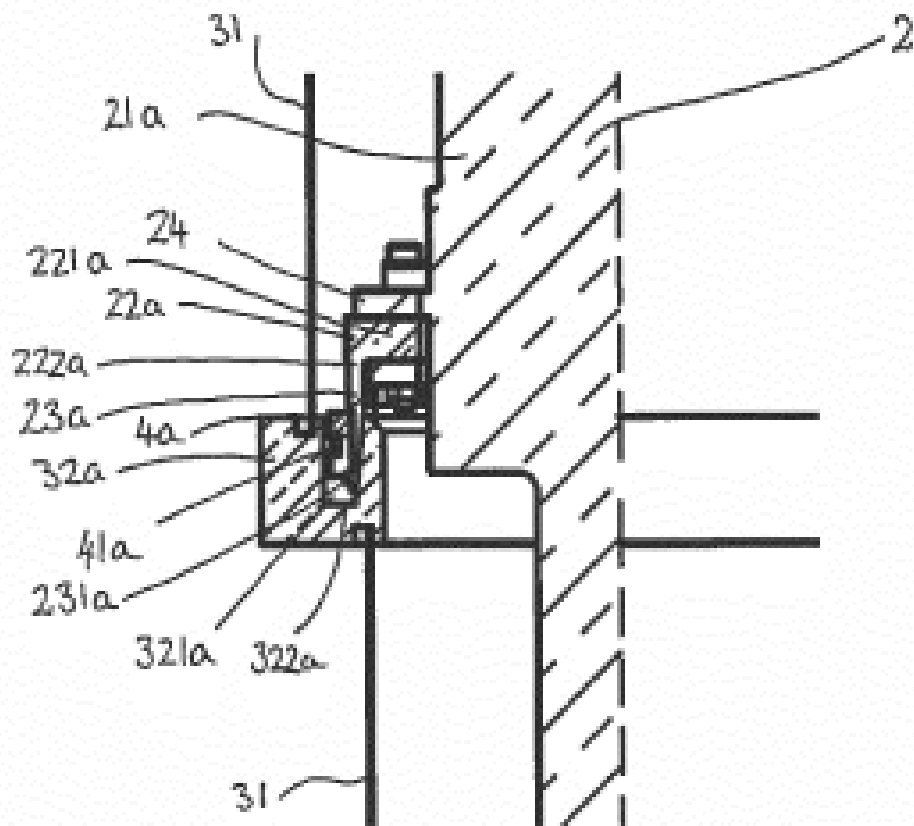


FIG. 5A

