

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 785**

51 Int. Cl.:

F25D 19/00 (2006.01)

G01J 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2006** **PCT/US2006/033934**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2007** **WO07027822**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2006** **E 06802653 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017** **EP 1920204**

54 Título: **Método y sistema de refrigeración criogénica**

30 Prioridad:

31.08.2005 US 217142

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

28.02.2018

73 Titular/es:

RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 WINTER STREET
WALTHAM, MA, 02451, US

72 Inventor/es:

WYATT, WILLIAM, G. y
FINNEBURGH, MORRIS, E.

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 656 785 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

Método y sistema de refrigeración criogénica

5 Campo técnico de la invención

Esta invención se refiere en general a sistemas de refrigeración y más particularmente a un método y a un sistema de refrigeración criogénica.

10 Antecedentes de la invención

Los refrigeradores criogénicos se usan a menudo para extraer calor de los detectores de infrarrojos y de los componentes electrónicos asociados en aplicaciones donde el espacio es limitado. El refrigerador criogénico se inserta típicamente en un Dewar (o alojamiento) sobre el que se montan uno o más elementos detectores. Algunas aplicaciones requieren a menudo que una matriz infrarroja de elementos detectores se enfríe a temperaturas de nitrógeno líquido, tales como 70 grados Kelvin. Los refrigeradores Joule-Thomson y de Ciclo Stirling son las dos técnicas de refrigeración usadas más a menudo para proporcionar una refrigeración controlada a dichas temperaturas extremas.

Una consideración importante en el funcionamiento de un refrigerador criogénico es el tiempo requerido para llevar el dispositivo refrigerado a temperaturas adecuadas de tal manera que pueda hacerse funcionar. Otra consideración son los requisitos de potencia para mantener la temperatura deseada después del enfriamiento inicial.

Un ejemplo de un refrigerador criogénico puede encontrarse en el documento JP08261821, que describe que el calor frío se genera en la parte final de la punta de un dedo frío por una máquina de refrigeración para enfriar un detector de infrarrojos a través de un disco que esté en contacto con la punta del dedo frío. Una capa de aire entre el dedo frío y un cilindro interno tiene un espaciador enterrado en la misma. Como resultado, la capa de aire entre el dedo frío y el cilindro interno comprueba la convección de aire generada debido a una diferencia de temperatura entre el aire cerca del disco y el que está cerca de una brida. No se lleva aire caliente cerca de la brida cerca del disco para reducir el calor infiltrado en el detector de infrarrojos a través del disco. Por consiguiente, la carga está limitada, en el enfriamiento del detector de infrarrojos, a una temperatura baja, por ejemplo, a 77 K con la máquina de refrigeración, lo que hace posible la disminución del consumo de potencia de la máquina de refrigeración.

Otro ejemplo de refrigerador criogénico puede encontrarse en el documento EP0947787. Un ejemplo de un criostato para su inserción en un recipiente de vacío se proporciona en el documento US5235818.

Sumario de la invención

De acuerdo con un modo de realización, un método para mejorar la transferencia de calor entre un dedo frío de un refrigerador criogénico y un Dewar se expone en la reivindicación 1.

De acuerdo con otro modo de realización de la invención, se expone un sistema de refrigeración en la reivindicación 9.

Ciertos modos de realización de la invención pueden proporcionar numerosas ventajas técnicas. Algunos, ningunos o todos los modos de realización de la invención pueden beneficiarse de las ventajas descritas a continuación. Por ejemplo, en un modo de realización de la invención, un método de enfriamiento inhibe la formación de un bucle convectivo entre un dedo frío de un refrigerador criogénico y un Dewar. Dicha inhibición de un bucle convectivo da como resultado un tiempo menor de enfriamiento para el sistema. Además, dicha inhibición de un bucle convectivo también puede aumentar el tiempo de vida efectivo del sistema de refrigeración proporcionando requisitos de refrigeración reducidos después de que se haya alcanzado el enfriamiento inicial.

Otras ventajas técnicas de la presente invención resultarán evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones. Además, aunque se han enumerado anteriormente ventajas específicas, diversos modos de realización pueden incluir todas, algunas o ninguna de las ventajas enumeradas.

Breve descripción de los dibujos

Para un entendimiento más completo de la presente descripción y las características y ventajas de la misma, se hace referencia ahora a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:
la FIGURA 1 es un dibujo en perspectiva que muestra un sistema de refrigeración criogénica convencional;
la FIGURA 2A es un dibujo de vista lateral de un sistema de refrigeración criogénica de acuerdo con las enseñanzas de la invención; y
la FIGURA 2B es un dibujo esquemático que muestra un dedo frío del sistema de refrigeración criogénica de la FIGURA 2A.

Descripción detallada de modos de realización de ejemplo de la invención

Los modos de realización de la presente invención y sus ventajas se entienden mejor haciendo referencia a las FIGURAS 1 a 2A de los dibujos, usándose números similares para partes similares correspondientes de los diversos dibujos.

La FIGURA 1 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de refrigeración criogénica 10 convencional. El sistema de refrigeración 10 incluye un refrigerador criogénico 12 y un Dewar 14 asociado. El refrigerador criogénico 12 incluye una sección de refrigeración 16 y un dedo frío 18. La sección de refrigeración 16 genera un fluido frío que se hace circular dentro del dedo frío 18. El dedo frío 18 se inserta dentro de una región vacía 26 del Dewar 14 para enfriar un dispositivo, tal como un detector de infrarrojos formado por parte del Dewar 14 (no mostrado explícitamente). Los sistemas de refrigeración criogénica 10 son bien conocidos y se describen en la literatura, incluyendo, por ejemplo, en las patentes estadounidenses 4.028.907; 4.569.203; y 6.070.414.

Un aspecto importante del funcionamiento de los sistemas de refrigeración criogénica 10 es el tiempo requerido para llevar el detector 20 a una temperatura adecuada a la que pueda funcionar de forma apropiada. Diversos parámetros afectan este tiempo de "enfriamiento", incluida la capacidad del sistema de refrigeración 16, la temperatura ambiente, las características del detector, así como otros factores. Las enseñanzas de la invención reconocen que uno de esos otros factores incluye una corriente convectiva que se establece dentro de un anillo formado entre el dedo frío 18 y el Dewar 14. Cuando esté orientada, la combinación del dedo frío 18 y del Dewar 14 puede orientarse en una dirección vertical. Específicamente, cuando un sistema de refrigeración criogénica, tal como el sistema de refrigeración 10, está orientado de modo que el Dewar 14 está encima del dedo frío 18, formando un anillo entre el dedo frío 18 y el Dewar 20, el aire en un lado frío 22 del dedo frío 18 es más frío que el aire en el lado caliente 24 del Dewar 18. Esto significa que el aire cerca del extremo 22 es más denso que el aire cerca del extremo 24. Cuando el Dewar 18 está orientado en una dirección vertical, esto da como resultado una caída del aire frío denso hacia el extremo 24 y el ascenso del aire caliente menos denso 24 hacia el extremo 22. Esto da como resultado una corriente convectiva que transfiere aire caliente al lado frío 22 y aire frío al extremo caliente 24, lo que es indeseable. Esta corriente convectiva disminuye la transferencia de calor lejos del detector 20, aumentando el tiempo de enfriamiento efectivo del sistema de refrigeración 10. Aunque este efecto de convección sea probablemente máximo cuando el dedo frío esté orientado hacia arriba, el efecto aún ocurrirá incluso en una orientación horizontal. El efecto disminuirá pero seguirá ocurriendo siempre que una porción del extremo frío del dedo frío sea más alta que una porción más caliente de la superficie del anillo.

Las enseñanzas de la invención reconocen si esta corriente convectiva puede inhibirse o reducirse sustancialmente o si puede reducirse el tiempo de enfriamiento para los sistemas de refrigeración criogénica. Por otro lado, además de reducir el tiempo de enfriamiento, dicha inhibición de las corrientes convectivas puede dar como resultado una pérdida menor de calor del sistema de refrigeración 10, lo que permite que el sistema de refrigeración 10 se enfríe a una temperatura deseada con menos esfuerzo. Esto puede dar como resultado un aumento de la vida del sistema de refrigeración. De acuerdo con un modo de realización, esta corriente convectiva se inhibe mediante la provisión de obstrucciones entre el anillo formado entre el dedo frío 18 y una pared interior del Dewar 14 como se describe con más detalle a continuación junto con las FIGURAS 2A y 2B.

La FIGURA 2A es un dibujo esquemático de un sistema de refrigeración criogénica 110 de acuerdo con las enseñanzas de la invención. El sistema de refrigeración criogénica 110 incluye un refrigerador criogénico 112 y un Dewar 114 asociado. El refrigerador criogénico 112 incluye un sistema de refrigeración 116 y un dedo frío 118. Aunque puede utilizarse cualquier dimensión adecuada, en función de la aplicación, en este ejemplo, el dedo frío 118 tiene aproximadamente 6,35 centímetros (2,5 pulgadas) de largo y aproximadamente 1,27 centímetros (0,5 pulgadas) de diámetro. La holgura entre el dedo frío 118 y la pared interna del Dewar 114 es de aproximadamente 0,1524 centímetros (60 milésimas) de radio, en un modo de realización. El Dewar 114 puede formarse con un vacío entre sus paredes interna y externa. El dedo frío 118 está formado con un extremo caliente 124 y un extremo frío 122. El dedo frío 118 está formado con fuelles 134 para permitir la expansión que puede producirse debido a los cambios extremos de temperatura experimentados por el dedo frío 118 en funcionamiento. Aunque el rango de temperatura del dedo frío 118 variará en función de la aplicación, en un modo de realización, un extremo frío 122 del dedo frío 118 puede alcanzar 70 grados Kelvin mientras que el extremo caliente 124 del dedo frío 118 puede alcanzar 75 grados Celsius. Como se describió anteriormente, los refrigeradores criogénicos son bien conocidos. El sistema de refrigeración criogénica 116 puede ser cualquier tipo adecuado de sistema de refrigeración criogénica que incluya aquellos en base a los principios de funcionamiento de Joule-Thomson o Stirling.

El Dewar 114 está formado con un detector 120 de tal manera que un extremo frío 122 del dedo frío 118 puede entrar en contacto con el detector 120 para los propósitos de refrigeración. El detector 120 puede ser un detector de infrarrojos o cualquier otro tipo de detector adecuado. De forma alternativa, un dispositivo distinto de un detector puede enfriarse con el dedo frío 118. El sistema de refrigeración 110 también puede incluir un sello de junta tórica 132 entre el Dewar 114 y el sistema de refrigeración 116 para retener además la energía térmica dentro del sistema de refrigeración 112. También se ilustra una ventana 133 dentro del Dewar 114 para permitir la transmisión de energía infrarroja al detector 120. En un ejemplo, esta ventana está hecha de germanio; sin embargo, puede utilizarse cualquier material adecuado.

Como se ilustra, cuando el dedo frío 118 se inserta dentro de un hueco 126 del Dewar 114, se forma una región anular 128. Como se ilustra, el Dewar 114 tiene una pared interna 140 que forma una porción de la región anular 128. Como se ha descrito anteriormente, normalmente se crearía un bucle convectivo que traería aire caliente desde el lado caliente 124 hacia el lado frío 122 y aire frío desde el lado frío 122 hacia el lado caliente 124. De acuerdo con las enseñanzas de la invención, sin embargo, se proporcionan una o más obstrucciones 130 para inhibir dicha formación de bucle convectivo.

La FIGURA 2B es un dibujo en perspectiva del dedo frío 118 de la FIGURA 2A, que muestra detalles adicionales del dedo frío. Como se ilustra, en este ejemplo, las obstrucciones 130 son discos formados alrededor del perímetro del dedo frío 118. En este ejemplo, hay dos discos finos 130 que tienen otro perímetro 138 que están unidos al dedo frío 118 por epoxi. Aunque puede usar cualquier epoxi adecuado (u otra técnica de unión), el adhesivo de epoxy-poliamida flexible de baja viscosidad es un tipo adecuado de epoxi, y en particular el epoxi Emerson & Cuming 15LV. En este modo de realización, los discos 130 dividen el dedo frío 118 a lo largo de su longitud en tres secciones aproximadamente iguales. En este modo de realización, los discos 130 son cuñas finas que tienen un grosor de aproximadamente 0,00508 centímetros (dos milésimas de una pulgada) de grosor con muy poca holgura entre un borde externo 136 de los discos 130 y la pared interna 140 del Dewar 114. Las holguras radiales de ejemplo entre la pared interna 140 y el perímetro externo 136 son de menos de 0,0254 centímetros (0,010 pulgadas), en un modo de realización y, en un modo de realización más particular, es del orden de 0,00127 centímetros (0,005 pulgadas); sin embargo, pueden utilizarse otras holguras adecuadas. Puede utilizarse cualquier obstrucción adecuada; sin embargo, puede obtenerse una operación térmica más mejorada al limitar la masa térmica añadida al dedo frío 118. Por consiguiente, en este ejemplo, los discos 130 se forman muy finos. Además, puede usarse cualquier material adecuado; sin embargo, se proporciona una operación mejorada donde los discos 130 se forman a partir de un material de baja conductividad térmica. En este ejemplo, se utiliza acero inoxidable. Como alternativa, puede utilizarse una junta tórica simple; sin embargo, la operación que utiliza una junta tórica se disminuiría debido a la mayor masa térmica proporcionada por una junta tórica. En otro modo de realización, la obstrucción 130 puede colocarse en el interior del Dewar 114 para inhibir la formación del bucle convectivo. Los ejemplos de dichos modos de realización incluyen un par de discos epoxidados a la pared interior 140 del Dewar 114.

El funcionamiento del sistema de refrigeración 110 se describe con más detalle con respecto a las FIGURAS 2A y 2B. Cuando se desea enfriar el detector 120, el dedo frío 118 del refrigerador criogénico 112 se inserta en el hueco 126 del Dewar 114 y se pone en contacto con el detector 120. El sistema de refrigeración 110 impulsa o hace circular el fluido enfriado en el dedo frío 118 para llevar el extremo frío 122 del dedo frío 118 a la temperatura deseada. Convencionalmente, se formaría una corriente convectiva en el anillo 128 entre el dedo frío 118 y el Dewar 114, sacando el aire frío del extremo frío 122, lo que es indeseable. Específicamente, dicha transferencia de calor aumenta el tiempo de enfriamiento del sistema, así como reduce posiblemente la vida útil del sistema de refrigeración, ya que tendría que trabajar más para proporcionar los mismos beneficios térmicos. Sin embargo, mediante la inserción de las obstrucciones 130, que son discos en este ejemplo, puede evitarse un bucle convectivo. Esto da como resultado una reducción del tiempo de enfriamiento y una vida útil mejorada del sistema de refrigeración 116 debido a la disminución resultante en los requisitos de enfriamiento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar la transferencia de calor entre un dedo frío (18, 118) de un refrigerador criogénico (12, 112) y un Dewar (14, 114), comprendiendo el método:
 - 5 formar un anillo (128) entre el dedo frío del refrigerador criogénico y el Dewar insertando el dedo frío en el Dewar, teniendo el dedo frío un primer extremo y un segundo extremo y al menos un disco (130) alrededor de un perímetro del dedo frío, teniendo el al menos un disco un perímetro interno (138) y un perímetro externo (136);
 - 10 inhibir la formación de corrientes de convección dentro del anillo en una dirección entre el primer extremo y el segundo extremo; y
 - 15 formar fuelles (134) en uno de los extremos del dedo frío para permitir la expansión debido a cambios extremos de temperatura experimentados por el dedo frío;
 - 15 en el que el al menos un disco está unido al dedo frío en el perímetro interno (138) del al menos un disco o a una pared interna (140) del Dewar en el perímetro externo (136) del al menos un disco.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco comprende dos discos (130) que dividen el dedo frío en tres secciones aproximadamente iguales a lo largo de una longitud del dedo frío.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco es de menos de 0,0127 centímetros (0,005 pulgadas) de grosor.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco está unido al dedo frío en el perímetro interno (138) del al menos un disco y se define una holgura radial entre el perímetro externo del al menos un disco y la pared interna del Dewar.
5. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco está unido a la pared interna (140) del Dewar en el perímetro externo (136) del al menos un disco, y se define una holgura radial entre el perímetro interno del al menos un disco y el dedo frío.
6. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco está unido al dedo frío y en el que una distancia entre el perímetro externo (138) del al menos un disco y la pared interna (140) del Dewar es de menos de 0,0254 centímetros (0,010 pulgadas) de grosor.
7. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un disco está formado de acero inoxidable.
8. El método de cualquiera de las Reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un disco (130) está unido por epoxi.
9. Un sistema de refrigeración (10, 110) que comprende:
 - 45 un refrigerador criogénico (12, 112) que comprende:
 - 45 una sección de refrigeración (16, 116) que puede hacerse funcionar para generar fluido refrigerante; y
 - 50 un dedo frío (18, 118) que puede hacerse funcionar para recibir el fluido refrigerante, incluyendo el dedo frío fuelles (134) en un extremo del mismo para permitir la expansión debido a los cambios extremos de temperatura experimentados por el dedo frío;
 - 50 un Dewar (14, 114) formado con una región vacía (26, 126) y acoplado a un detector de infrarrojos (120), en el que el dedo frío está posicionado dentro de la región vacía del Dewar, creando un anillo (128); y
 - 55 al menos un disco (130) alrededor de un perímetro del dedo frío que puede hacerse funcionar para inhibir la formación de corrientes de convección en el anillo en una dirección a lo largo de la longitud del dedo frío, teniendo el al menos un disco un perímetro interno (138) y un perímetro externo (136), y en el que el al menos un disco está unido al dedo frío en el perímetro interno (138) del al menos un disco o a una pared interna (140) del Dewar en el perímetro externo (136) del al menos un disco.
 - 60
10. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, en el que el al menos un disco (130) comprende dos discos que dividen el dedo frío en tres secciones aproximadamente iguales.
11. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, en el que el al menos un disco (130) comprende al menos un disco de menos de 0,0127 centímetros (0,005 pulgadas) de grosor.

12. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, en el que el al menos un disco está unido al dedo frío en el perímetro interno (138) del al menos un disco, y se define una holgura radial entre el perímetro externo del al menos un disco y la pared interna del Dewar.
- 5 13. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, en el que el al menos un disco está unido a la pared interna (140) del Dewar en el perímetro externo (136) del al menos un disco, y se define una holgura radial entre el perímetro interno del al menos un disco y el dedo frío.
- 10 14. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, en el que el al menos un disco (130) está unido al dedo frío y en el que el perímetro externo (138) es de menos de 0,0254 centímetros (0,010 pulgadas) desde la pared interna (140) del Dewar.
15. El sistema de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que el al menos un disco (130) está unido por epoxi.



