



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 010**

51 Int. Cl.:

F25B 21/02 (2006.01)

F25B 23/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05253902 .0**

96 Fecha de presentación : **23.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1610077**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.12.2005**

54 Título: **Procedimiento de enfriamiento.**

30 Prioridad: **24.06.2004 US 876789**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.04.2011

73 Titular/es: **RAYTHEON COMPANY**
870 Winter Street
Waltham, Massachusetts 02451-1449, US

72 Inventor/es: **Price, Donald C.;**
Wyatt, William Gerald y
Schwartz, Gary J.

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

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).

DESCRIPCION

PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO**CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION**

Esta invención se refiere, en general, a la
5 transferencia de calor y, más en particular, a un
procedimiento y a un sistema de enfriamiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En muchas aplicaciones es necesario enfriar
determinadas estructuras. En aplicaciones específicas, se
10 desea enfriar una estructura a una temperatura
sustancialmente uniforme y relativamente baja. Un ejemplo de
una aplicación de este tipo es el enfriamiento de los
elementos ópticos de una torreta de radar de infrarrojos
para observación (FLIR). Con frecuencia, dichos dispositivos
15 se mantienen a temperaturas relativamente altas hasta que se
van a usar, debido al entorno ambiental. No obstante, con
frecuencia es aconsejable enfriar estos elementos ópticos a
una temperatura de aproximadamente -50°C durante el
funcionamiento. Además, es aconsejable que dicha temperatura
20 sea relativamente uniforme en todos los elementos ópticos
para evitar la deformación del elemento y cualquier
degradación asociada en el rendimiento óptico del elemento
óptico. También puede ser necesario enfriar otros
dispositivos estructurales a una temperatura relativamente
25 baja y uniforme, tales como dispositivos electrónicos.

Soluciones convencionales para enfriar elementos de una
torreta de FLIR implicaban soplar aire sobre el elemento
óptico o a través de conductos del interior del elemento
óptico. Esta solución puede ser útil en algunos casos, no
30 obstante, cuando la temperatura deseada a la que se va a
enfriar el elemento óptico sea inferior a la del aire
ambiente, una solución de este tipo no será satisfactoria.
Además, puede tener como resultado distribuciones de
temperatura no uniformes, dado que el elemento óptico
35 calienta parcialmente el aire que se está echando sobre el
mismo.

Ejemplos de técnicas para enfriar una estructura

generadora de calor se pueden encontrar en el documento EP1380799, en las que un tubo que se extiende a través de una aleta generadora de calor lleva un refrigerante a una presión subambiental. En el documento US2003/188538 se describe el paso de un refrigerante líquido a través de un dispositivo de transferencia de calor acoplado térmicamente a un módulo generador de calor.

RESUMEN DE LA INVENCION

Según una realización de la invención, un procedimiento para enfriar una estructura incluye hacer fluir un refrigerante a través de una pluralidad de conductos de un elemento óptico de una torreta de radar de infrarrojos para observación, a la vez que el refrigerante se mantiene a una presión sustancialmente constante. El procedimiento también incluye evaporar al menos una parte del refrigerante a una temperatura sustancialmente constante en todos los conductos del elemento óptico de la torreta de radar de infrarrojos para observación, proporcionando la pluralidad de conductos una distribución de temperatura uniforme en el elemento óptico.

Las realizaciones de la invención proporcionan numerosas ventajas técnicas. Algunas realizaciones pueden beneficiarse de alguna, de ninguna o de todas estas ventajas. Por ejemplo, según una realización, se proporciona un sistema de enfriamiento que permite enfriar, relativamente rápido, una estructura a una temperatura muy baja. Se puede lograr una distribución de temperatura sustancialmente uniforme en la estructura. Además, dicho enfriamiento puede tener lugar sin el uso de complicadas tuberías de alta presión. En algunas realizaciones, el enfriamiento se puede producir sin el uso de caros sistemas de enfriamiento de ciclo de vapor. Además, dichos sistemas de enfriamiento pueden ser más económicos que los sistemas de enfriamiento de ciclo de vapor convencionales. Además, en una realización el enfriamiento se puede lograr de un modo relativamente eficaz para una condición de carga temporal, dado que la cantidad de calor eliminado por este sistema

puede variar mediante el control apropiado de un intercambiador de calor termoeléctrico asociado. Las ventajas que se han descrito anteriormente se pueden lograr también mediante el uso de tuberías de líquido y caudales de flujo relativamente pequeños.

Otras ventajas pueden resultar fácilmente evidentes para un experto en la materia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se hace referencia a la descripción siguiente tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan piezas similares, en los que:

la fig. 1 es un diagrama esquemático que ilustra una torreta de FLIR que tiene un elemento óptico que se va a enfriar según las enseñanzas de la invención;

la fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ciclo de enfriamiento de ejemplo correspondiente al sistema de la fig. 1 que no pertenece a la invención;

la fig. 3 es un diagrama esquemático de un intercambiador de calor termoeléctrico de ejemplo del intercambiador de calor de la fig. 2;

la fig. 4 es un diagrama de bloques que ilustra una pluralidad de conductos de un elemento óptico del sistema de la fig. 1 y

la fig. 5 es un diagrama de bloques que ilustra otro ciclo de enfriamiento de ejemplo, correspondiente al sistema de la fig. 1, según las enseñanzas de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE EJEMPLO DE LA INVENCION

La invención se explica haciendo referencia a las figs. 1 a 5 de los dibujos, en los que se usan números similares para piezas correspondientes y similares de los distintos dibujos.

La fig. 1 ilustra una torreta de radar de infrarrojos para observación (FLIR) 10. La torreta de FLIR 10 incluye una pluralidad de elementos ópticos 12 y 14 para recibir

radiación infrarroja a través de una ventana 16 y redirigir y/o enfocar la energía infrarroja a un punto deseado. La torreta de FLIR 10 se ilustra con dos elementos ópticos 12 y 14, no obstante, se puede usar cualquier cantidad adecuada de elementos ópticos. Además, si bien las enseñanzas de la invención se describen en el contexto de un sistema de enfriamiento para una torreta de FLIR 10, según las enseñanzas de la invención se puede enfriar adecuadamente cualquier estructura que se desee enfriar.

10 Como se ha descrito anteriormente, se ha determinado que puede ser aconsejable enfriar elementos ópticos 12 y 14 a temperaturas muy bajas, tales como -50°C , durante el uso. Convencionalmente, una torreta de FLIR 10, en uso, estaría colgada del lateral inferior de un avión. Los elementos
15 ópticos 12 y 14 se enfrían a esta temperatura tras haber estado almacenados a temperaturas de hasta 70°C . Esta alta temperatura con frecuencia se logra almacenando la torreta de FLIR 10 en un entorno ambiental caliente. En algunas aplicaciones es importante que los elementos ópticos 12 y 14
20 se enfríen uniformemente de tal manera que dichos elementos no se deformen, lo que podría afectar al funcionamiento de la torreta de FLIR 10.

 El hecho de que cuelguen de un avión que vuela a una altitud elevada y que estén expuestos a aire ambiente da la
25 oportunidad de enfriar los elementos ópticos 12 y 14 mediante su exposición al aire ambiente, no obstante, el aire ambiente a altitudes de vuelo típicas no es lo suficientemente frío como para enfriar los elementos ópticos 12 y 14 a la temperatura deseada. Además, las enseñanzas de la invención reconocen que el uso de fluido circulante en un
30 ciclo de vapor que contacta con los elementos ópticos 12 y 14 puede no ser una solución adecuada. Esto se debe a una serie de motivos. En primer lugar, muchos fluidos típicos se congelarían a una temperatura tan baja. Además, serían
35 necesarios grandes caudales de flujo para hacer bajar la temperatura de los elementos ópticos 12 y 14 a -50°C rápidamente. Además, debido a su ubicación, colgado de la

parte inferior de un avión, sería necesaria una trayectoria de flujo complicada, que incluyera largas tuberías que deberían estar aisladas. Además, debido al deseo de enfriar los elementos ópticos 12 y 14 uniformemente, de tal manera que no surjan gradientes de temperatura considerables, el uso de líquido que contacta partes de los elementos ópticos 12 y 14 probablemente no sería adecuado, dado que el fluido no enfriaría los elementos ópticos 12 y 14 uniformemente. Este es el caso, dado que cuando el fluido contacta los elementos ópticos se calienta, enfriando, de ese modo, en un menor grado las últimas partes contactadas que las primeras partes contactadas. Además, los sistemas de ciclo de vapor enfrían continuamente, pero en la aplicación que se ha descrito anteriormente, la carga térmica es temporal. Una vez que los elementos ópticos 12 y 14 se han enfriado a una temperatura deseada, se necesitan cantidades de entrada de energía mucho más reducidas para mantenerlos a la temperatura deseada. Por lo tanto, un sistema de ciclo de vapor, que está diseñado para dispersar una cantidad constante de calor, no funcionaría bien. No obstante, en este caso cabría destacar que, si bien los motivos que se han descrito anteriormente para usar un sistema de enfriamiento según las enseñanzas de la invención son aplicables al contexto de la fig. 1, el sistema de enfriamiento según las enseñanzas de la invención también puede ser útil en casos en los que no son aplicables estos motivos.

Por lo tanto, se proporciona un refrigerante saturado en el interior de conductos de los elementos ópticos 12 y 14 y hierve cuando se transfiere calor de los elementos ópticos 12 y 14 al refrigerante saturado. (Conductos de ejemplo se ilustran en la fig. 4). En un ejemplo, se extrae el calor del refrigerante evaporado por medio de un intercambiador de calor que intercambia calor con la temperatura del aire ambiente. En el contexto específico de la fig. 1, aire dinámico, que es aire ambiente capturado en la corriente de aire del exterior de un avión, que puede tener una

temperatura muy baja, aproximadamente de -20°C , proporciona un buen entorno para dispersar calor. No obstante, debido al deseo de enfriar los elementos ópticos 12 y 14 a, aproximadamente, -50°C , en una realización se utiliza un
5 intercambiador de calor activo. Dicho intercambiador de calor activo puede tener forma de un intercambiador de calor de ciclo de vapor convencional o, alternativamente, puede incorporar elementos termoeléctricos. Los elementos
10 termoeléctricos son dispositivos muy conocidos que transforman una corriente eléctrica en una diferencia de temperatura debido a las características eléctricas del material según el efecto Seebeck. Hirviendo un refrigerante saturado del interior de los conductos de los elementos
15 ópticos 12 y 14, se puede obtener una distribución de temperatura sustancialmente uniforme dado que un refrigerante saturado se evapora a una temperatura constante. Las enseñanzas de la invención reconocen que si un refrigerante se mantiene a una presión constante mientras fluye a través de los conductos de los elementos ópticos 12
20 y 14, la temperatura a la que se evapora el refrigerante se mantendrá constante, dando como resultado una temperatura sustancialmente uniforme sobre los elementos ópticos 12 y 14. Según se usa en este documento, una temperatura sustancialmente uniforme en todos los elementos ópticos 12 y
25 14, o en el interior de los mismos, se refiere a la distribución de temperatura a lo largo de la superficie de contacto del refrigerante con los elementos ópticos 12 y 14, sin embargo, reconoce que existirán algunos gradientes térmicos en el grosor de los elementos ópticos 12 y 14 y
30 entre partes que no están en contacto con los conductos.

Si bien se puede usar cualquier refrigerante adecuado, un refrigerante especialmente adecuado puede ser R404A. En general, los mejores refrigerantes son los que se usan convencionalmente a bajas temperaturas y a bajas presiones.
35 Una cuestión adicional es la magnitud del calor latente de evaporación. El R404A, si bien tiene un calor latente de evaporación menor que el agua y que el etilenglicol,

proporciona un calor latente de evaporación relativamente alto.

Un ejemplo especialmente adecuado supone el uso de dispositivos termoeléctricos para que el intercambiador de calor condense el refrigerante que se evapora mientras está en los conductos de los elementos ópticos 12 y 14. El uso de dispositivos termoeléctricos es probablemente más económico que un intercambiador de calor de ciclo de vapor debido, al menos en parte, al gasto de fabricar un intercambiador de ciclo de vapor que sea tanto ligero como apto para el vuelo, así como las tuberías de alta presión y baja temperatura que serían necesarias para un intercambiador de calor de ciclo de vapor. Por el contrario, los dispositivos termoeléctricos pueden funcionar fácilmente a bajas presiones. Además, los dispositivos termoeléctricos son especialmente adecuados para entornos temporales, tales como los del entorno de la fig. 1, en los que los elementos ópticos 12 y 14 se enfrían de una temperatura original alta a una temperatura de funcionamiento muy baja. En este punto, la cantidad de energía que se debe extraer es bastante menos que la cantidad de energía extraída cuando los elementos ópticos 12 y 14 están a una temperatura mucho más alta. En tal caso, la potencia de los dispositivos termoeléctricos y, por lo tanto, la cantidad de calor extraída por medio del intercambiador de calor, se puede controlar disminuyendo la corriente para mantener los elementos ópticos 12 y 14 a una temperatura constante. El uso de dispositivos termoeléctricos, como un intercambiador de calor de condensación, contradice la idea convencional debido a los menores costes asociados al uso de tecnología desarrollada de ciclo de vapor y a las grandes cantidades de potencia que necesitan los dispositivos termoeléctricos. Además, es probable que los intercambiadores de calor de ciclo de vapor sean más eficaces.

Haciendo referencia a las figs. 2 y 4 se describen detalles adicionales del ejemplo que se ha descrito anteriormente.

La fig. 2 es un diagrama de bloques de un sistema 20 que incluye una estructura que se va a enfriar 22, un intercambiador de calor 24, un acumulador 26 y una bomba 28. Estos elementos están dispuestos en un circuito 30 en el que circula refrigerante. Asimismo, se ilustra un controlador 32 y una fuente de vacío 34 para cargar inicialmente el sistema 20. En la fig. 2, también se ilustran los gráficos 36 y 38. El gráfico 36 es una distribución de temperatura resultante de ejemplo de la estructura 22 cuando se enfría por medio del sistema 20. El gráfico 38 es un ejemplo de la temperatura del aire de enfriamiento 41 a la que se elimina calor por medio del intercambiador de calor 24. En este ejemplo, el aire de enfriamiento enfría de 55°C a -22°C, lo que representa una temperatura asumida frente al gráfico de tiempo correspondiente al aire dinámico del exterior de un avión, entre el tiempo en que está en la pista y el tiempo en que ha alcanzado una altitud de crucero.

La bomba 28 eleva la presión de un refrigerante líquido cuando éste se acerca a la estructura 22. Este aumento de presión se proporciona de tal manera que una pluralidad de orificios (no se muestran explícitamente) se pueden usar para repartir el flujo a uno o más conductos y a uno o más elementos ópticos, tales como los elementos ópticos 12 y 14. Nuevamente, cabe destacar que la invención se describe en el contexto de los elementos ópticos de la fig. 1, no obstante, este sistema de enfriamiento 20 se puede aplicar a cualquier estructura que se desee enfriar, independientemente de si tiene elementos ópticos o no. Dado que normalmente se produce una caída de presión a través de dichos orificios, la bomba 28 aumenta la presión para compensar dicha caída de presión. En un ejemplo, los orificios se alimentan por medio de una cámara de sobrepresión y el refrigerante líquido se proporciona a través de uno o más conductos de la estructura 22. En la fig. 4, en el ejemplo de los elementos ópticos 14 y 16, se ilustra un ejemplo de conductos. En ese ejemplo específico, el refrigerante líquido entra en contacto directo con la estructura que se va a enfriar, no obstante,

en otros contextos, el refrigerante líquido puede entrar sólo en contacto térmico con la estructura que se va a enfriar.

La energía contenida en la estructura 22 hace que el refrigerante líquido, que se mantiene a la presión y temperatura de saturación del refrigerante, hierva, lo que tiene como resultado una transferencia de calor considerable de la estructura 22 al refrigerante. Esto tiene como resultado que la estructura 22 se enfríe rápidamente. Si el refrigerante se selecciona adecuadamente, existe un gran calor latente de evaporación, lo que tiene como resultado una transferencia de calor considerable. Como se ha descrito anteriormente, según una realización, el refrigerante es R404A, no obstante, el principio general relativo a los refrigerantes adecuados para el sistema 20 es que sean refrigerantes de baja temperatura y baja presión. El uso de orificios permite repartir el flujo de refrigerante tanto a una pluralidad de elementos ópticos como a una pluralidad de conductos del interior de cualquier elemento óptico determinado.

Dado que el refrigerante se mantiene a su presión de saturación, gran parte hierve cuando pasa a través de la estructura 22. No obstante, parte del refrigerante sigue en forma líquida, lo que es aconsejable para garantizar que el vapor no se sobrecalienta. El sobrecalentamiento del vapor tendría como resultado un aumento de la temperatura del vapor. Por lo general, es aconsejable mantener el refrigerante a una temperatura constante, de tal manera que el enfriamiento de la estructura 22 se produce a una temperatura constante. Esto tiene como resultado una distribución de temperatura sustancialmente uniforme por toda la estructura 22. Como se ha descrito anteriormente en el contexto de la fig. 1, es aconsejable una temperatura sustancialmente uniforme para evitar la deformación de los elementos ópticos 12 y 14. Por lo tanto, se debería evitar el sobrecalentamiento del vapor.

A través de un circuito 30 se proporciona al

intercambiador de calor 24 una mezcla resultante de refrigerante vapor y líquido. El intercambiador de calor 24 condensa el vapor y enfría el líquido. La condensación del refrigerante vapor forma la mayor parte del intercambio de calor. El intercambiador de calor 24 también recibe aire de enfriamiento 41 del entorno ambiental, que en un ejemplo, es aire dinámico a -22°C . El intercambiador de calor 24 puede ser un intercambiador de calor pasivo o un intercambiador de calor activo. En el caso de un intercambiador de calor activo, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor termoeléctrico, un intercambiador de calor de ciclo de vapor u otro intercambiador de calor adecuado. En el caso en que el intercambiador de calor 24 es un intercambiador de calor activo, el aire de enfriamiento 41 puede estar a una temperatura mayor que la temperatura a la que se enfría la estructura 22.

En el ejemplo en el que el intercambiador de calor 24 es un intercambiador de calor termoeléctrico, se puede proporcionar un controlador 40. El controlador 40 controla la corriente suministrada a los elementos termoeléctricos del interior del intercambiador 24, de tal manera que el refrigerante 30 se mantiene a la temperatura adecuada. Cuando la estructura 22 empieza a enfriarse se necesita intercambiar cada vez menos calor y se puede reducir la cantidad de potencia suministrada a los elementos termoeléctricos. Como se ha descrito anteriormente, dado que las cargas térmicas en un entorno de este tipo son temporales, un intercambiador de calor termoeléctrico es especialmente apropiado para esta aplicación.

El líquido condensado pasa al acumulador 26 que separa cualquier refrigerante vapor del refrigerante líquido. A continuación, la bomba 28 bombea el refrigerante líquido a la estructura 22, como se ha descrito anteriormente.

El controlador 32 y la fuente de vacío 34 se usan para garantizar que hay tanto líquido como vapor en el circuito 30 que, a su vez, garantiza que el refrigerante está a su temperatura y presión de saturación. El controlador 32 y la

fuentes de vacío 34 funcionan principalmente previa inicialización del sistema 20. Con la mayoría de refrigerantes dicha inicialización puede adoptar al menos dos formas. En una, el sistema 20 está completamente lleno de refrigerante líquido antes de que se succione algo de líquido. La otra solución supone vaciar el sistema 20 antes de introducir algo de líquido en el mismo.

La fig. 3 es un diagrama esquemático de un intercambiador de calor termoeléctrico de ejemplo. En este ejemplo, el intercambiador de calor 24 incluye una pluralidad de capas 42 de elementos termoeléctricos 44. En un ejemplo, se utilizan cuatro capas de dieciséis elementos cada una, no obstante, se puede usar cualquier cantidad y combinación de elementos termoeléctricos 44 que se desee para la aplicación específica. Los elementos termoeléctricos 44 tienen un lateral caliente 48 y un lateral frío 50. El aire dinámico 41 fluye a lo largo del lateral caliente 48 y el refrigerante saturado 46, en forma principalmente de vapor, fluye a lo largo del lateral frío 50. Posteriormente, el refrigerante 46 se condensa y se elimina el calor al flujo de aire 41.

El uso de un elemento termoeléctrico 44 aumenta aún más el grado de caída de temperatura entre el lateral caliente y el lateral frío y permite la eliminación de más calor de la que sería posible usando una placa fría normal. En particular, el uso de un dispositivo termoeléctrico permite la eliminación de calor a una temperatura que es mayor que el calor al que se enfría la estructura 22. El lateral caliente 48 de los elementos termoeléctricos 44 puede estar provisto de material para aletas o aletas moldeadas para proporcionar mayor transferencia de calor. Se puede diseñar una altura y una separación apropiada para un uso específico y en función de los caudales de flujo del aire disponible 41. El lateral frío 50 también puede estar provisto de aletas para separar las capas superiores e inferiores para proporcionar áreas de flujo abiertas. Como se ha descrito anteriormente, el lateral frío extrae calor del refrigerante

46 y lo elimina al lateral caliente 48 del elemento termoelectrico 44.

La fig. 4 es un diagrama esquemático de un ejemplo de una pluralidad de conductos formados en el elemento óptico 12 de la fig. 1. Se ilustran los conductos 50 y 52. El conducto 50 tiene una salida 54 y una entrada 56 para permitir el flujo de refrigerante a través del conducto 50. El conducto 52 tiene una salida 58 y una entrada 60 para permitir el flujo de refrigerante a través del conducto 54. Si bien se ilustra un ejemplo de conductos, se puede utilizar cualquier conducto adecuado que tenga como resultado una distribución de temperatura suficientemente uniforme para el uso deseado. Proporcionando una pluralidad de conductos tal, se puede lograr una distribución de temperatura relativamente uniforme para los componentes de la estructura 22 y permitir el enfriamiento de la estructura 22 a una temperatura deseada.

La fig. 5 es un diagrama de bloques que ilustra el sistema de enfriamiento 120 según las enseñanzas de la invención. El sistema 120 incluye muchos de los mismos elementos del sistema 20 y se ilustran con números de referencia similares correspondientes. Además de los elementos que se ilustran tanto en la fig. 2 como en la 5, el sistema 120 incluye un intercambiador de calor 144, una válvula de tres vías 148 y una segunda válvula de tres vías 150. El intercambiador de calor 144 puede estar rodeado de una capa de aislamiento 146.

Según la invención, se proporcionan tres circuitos de enfriamiento. Un circuito de preenfriamiento es el circuito que conecta los puntos a-b-c-d-e-f; un circuito de refuerzo es el circuito que conecta los puntos a-b-c-d-h-i-j-e-f y un circuito de baja temperatura es el nodo que conecta los puntos a-b-g-i-j-e-f. Inicialmente, el circuito de preenfriamiento pasa el refrigerante frío del intercambiador de calor 124, a través del acumulador 126 y a través de la bomba 128, a la válvula de tres vías 148. La válvula de tres vías 148 está posicionada para desviar el flujo al sistema

de intercambio de calor 142 y hasta el intercambiador de calor 144. El intercambiador de calor 144 intercambia calor entre un material de cambio de fase y el refrigerante del circuito 130. El refrigerante enfriado enfría, solidifica y subenfria el material de cambio de fase a una baja temperatura. Un ejemplo de un material de cambio de fase adecuado es una parafina. El material de cambio de fase se puede adaptar para que se funda a una temperatura preestablecida. A continuación, el refrigerante pasa a la válvula de tres vías 150 y vuelve al intercambiador de calor 124 a través de los puntos e y f.

Previo orden de un controlador, la válvula de tres vías 150 desvía el flujo del refrigerante a la estructura 122, proporcionando capacidad de enfriamiento inmediato a la masa del sistema. A continuación, el refrigerante pasa desde la estructura 122 y vuelve al intercambiador 124 a través de los puntos e y f. Este circuito de enfriamiento se conoce como el circuito de refuerzo.

Un detector puede identificar el punto en el que el circuito de refuerzo alcanza la mínima temperatura y usar la válvula de tres vías 148 para desviar el flujo de refrigerante del punto c al punto g, donde pasa directamente a la masa del sistema para enfriamiento a las temperaturas más bajas. A continuación, el flujo pasa, a través de la estructura 122 al punto j y al intercambiador de calor 124, a través de los puntos 3 y f, esto se conoce como el circuito de baja de temperatura.

Usando un circuito de refuerzo, el sistema de enfriamiento 120 permite preenfriar una masa térmica asociada al intercambiador de calor 144, que, a su vez, permite un enfriamiento más rápido de la estructura 122 del que se produciría sin el preenfriamiento. Esto proporciona la capacidad de usar períodos de tiempo en los que el intercambiador de calor 124 podría no funcionar (tales como cuando un avión asociado está en la pista, en el ejemplo de la fig. 1) para, a pesar de todo, empezar el proceso de enfriamiento, alcanzando la temperatura deseada de la

estructura 122 antes de lo que se alcanzaría.

Si bien la presente invención y sus ventajas se han descrito detalladamente, se debería entender que se pueden realizar distintos cambios, sustituciones y alteraciones en la misma sin apartarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para enfriar una torreta de radar de infrarrojos para observación (10), que comprende:

5 hacer fluir un refrigerante saturado (46) a través de una pluralidad de conductos (50, 52) de un elemento óptico (12) de la torreta de radar de infrarrojos para observación (10) a la vez que el refrigerante (46) se mantiene a una presión sustancialmente constante, recibiendo el elemento
10 óptico (12) radiación infrarroja a través de una ventana (16) y redirigiendo y/o enfocando la energía infrarroja a un punto deseado y

evaporar al menos una parte del refrigerante (46) a una temperatura sustancialmente constante por todos los
15 conductos (50, 52) del elemento óptico (12) de la torreta de radar de infrarrojos para observación (10), la pluralidad de conductos (50, 52) extendidos por el elemento óptico para proporcionar una distribución de temperatura uniforme en todo el elemento óptico (12),

20 comprendiendo además hacer circular el refrigerante (46) en un circuito (a-b-c-d-h-i-j-e-f) que incluye los conductos (50, 52),

comprendiendo además enfriar el refrigerante (46) antes de hacer fluir el refrigerante (46) a través de los
25 conductos (50, 52),

en el que el enfriamiento del refrigerante (46) comprende enfriar el refrigerante (46) por medio de un intercambiador de calor (144) del circuito (a-b-c-d-h-i-j-e-f),

30 comprendiendo el procedimiento redirigir el refrigerante (46) para que fluya en un segundo circuito (a-b-g-i-j-e-f) que no incluye el intercambiador de calor (144) al alcanzar el refrigerante (46) una temperatura determinada.

35

2. El procedimiento de la reivindicación 1 y que comprende además condensar el refrigerante evaporado (46) en el

intercambiador de calor (24, 124, 144).

3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el
intercambiador de calor (24, 124, 144) comprende al menos un
5 elemento termoeléctrico (44).

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el
al menos un elemento termoeléctrico (44) comprende un
lateral caliente (48) y un lateral frío (50) en el que el
10 refrigerante evaporado (46) que fluye en el lateral frío
(50) se condensa y se elimina calor a un flujo de aire que
fluye en el lateral caliente (48).

5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones
15 precedentes, en el que el refrigerante (46) se mantiene a su
presión y temperatura de saturación.

6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, en el que hacer fluir un refrigerante (46)
20 comprende hacer fluir R404A.

7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, en el que el elemento óptico (12) de la torreta
de radar de infrarrojos para observación (10) comprende un
25 sistema de circuitos electrónicos.

8. El procedimiento de la reivindicación 2 o de cualquier
reivindicación dependiente directa o indirectamente de la
reivindicación 2, en el que el intercambiador de calor (24,
30 124, 144) comprende un intercambiador de calor de ciclo de
vapor.

9. El procedimiento de la reivindicación 3 y que comprende
además controlar la potencia suministrada al menos un
35 elemento termoeléctrico (44) para mantener el elemento
óptico (12) de la torreta de radar de infrarrojos para
observación (10) a una temperatura deseada.

10. El procedimiento de la reivindicación 9 y que comprende
además dispersar calor por medio del intercambiador de calor
(24, 124, 144) a un entorno que tiene una temperatura mayor
5 que la temperatura deseada.

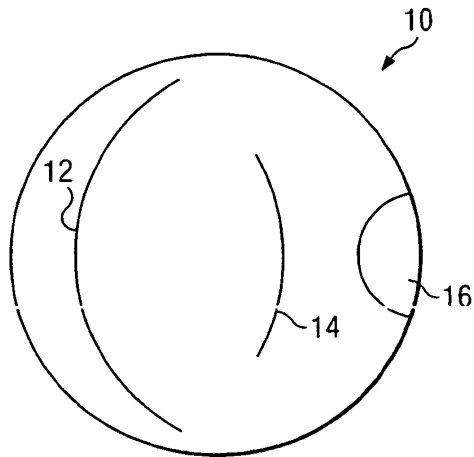


FIG. 1

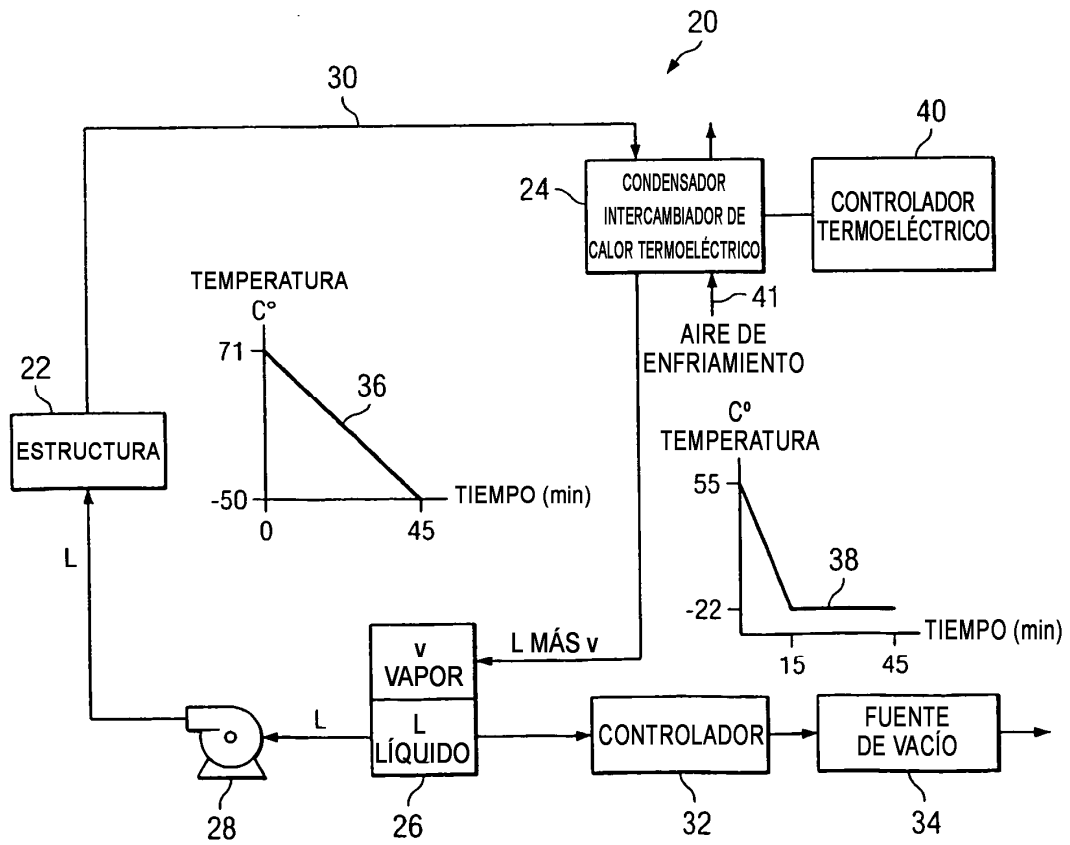


FIG. 2

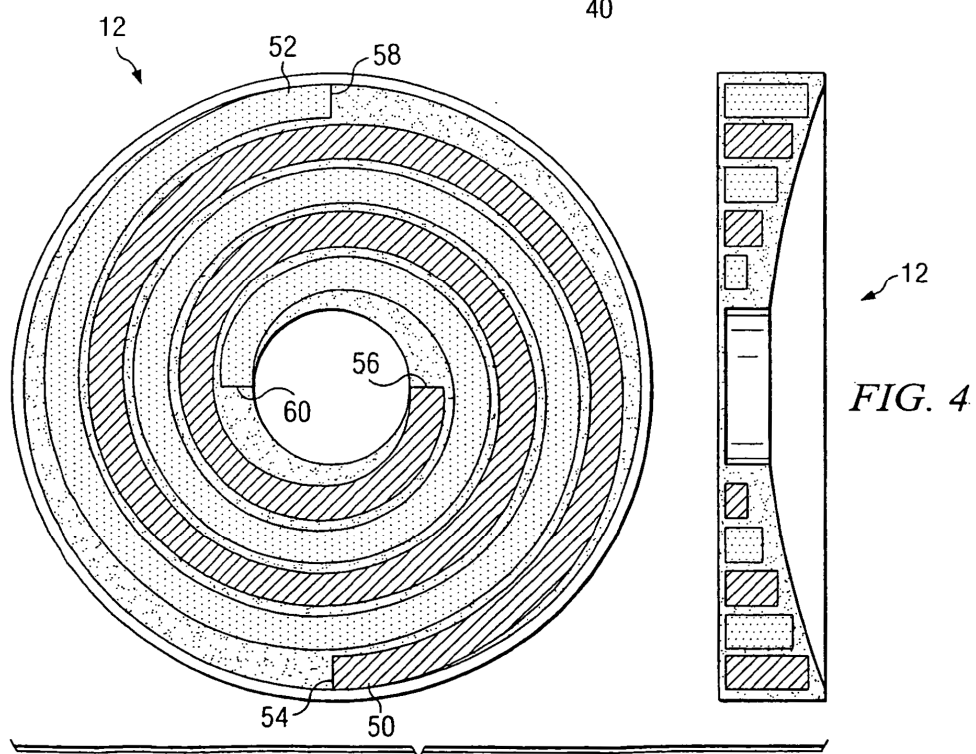
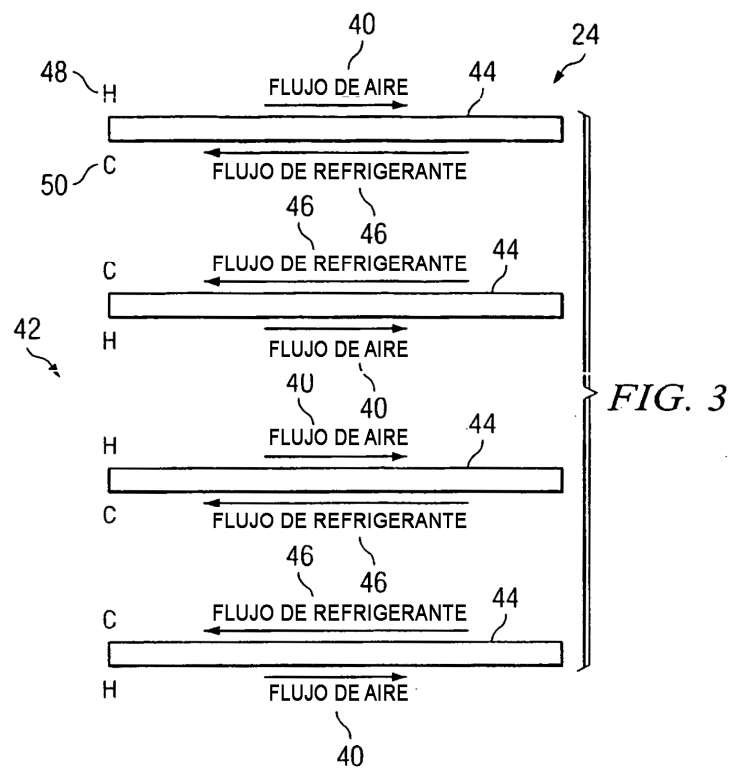


FIG. 5

