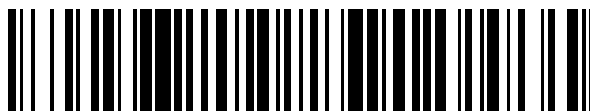


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 061**

51 Int. Cl.:

**F28D 15/02** (2006.01)

**F28D 15/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2014** **E 14190625 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** **EP 2869014**

54 Título: **Circuito de calentamiento/enfriamiento de fluido de fase dual provisto de válvulas de control de flujo con sensor de temperatura**

30 Prioridad:

**29.10.2013 IT TO20130873**

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

**18.07.2017**

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)  
Piazza Monte Grappa 4  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**MOSCATELLI, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 625 061 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

Circuito de calentamiento/enfriamiento de fluido de fase dual provisto de válvulas de control de flujo con sensor de temperatura

5 La presente invención se refiere a un circuito de enfriamiento/calentamiento de fluido bifásico, conocido comúnmente como circuito LHP (conducto de calor de bucle), y más específicamente a un circuito de enfriamiento/calentamiento de fluido bifásico que opera de una manera completamente pasiva, es decir, sin la ayuda de componentes controlados/accionados por motor y/o sistemas de control eléctricos/electrónicos.

10 Los circuitos LHP se usan comúnmente, en particular, en el campo aeroespacial y en el campo de la aviación (en particular, aviación militar) debido a sus características de fiabilidad, eficiencia, peso reducido y bajo coste, pero en particular porque son circuitos completamente pasivos y, por lo tanto, no requieren energía desde una fuente externa. Como es sabido, un circuito LHP comprende básicamente un dispositivo evaporador con una primera y una  
15 segunda porción que contienen, como fluido de trabajo, un fluido bifásico y que se comunican entre sí a través de una mecha porosa. En la primera porción, que actúa como una cámara de depósito o compensación, el fluido está en la fase líquida, mientras que en la segunda porción, que actúa como el evaporador real y que para este fin está colocado en contacto con un cuerpo a enfriar ( en lo sucesivo denominado como "cuerpo caliente") para recibir el calor de este cuerpo, el fluido está en la fase de vapor. El fluido se mueve por capilaridad desde la primera a la  
20 segunda porción del dispositivo evaporador a través de la mecha porosa y luego regresa desde la segunda porción de vuelta a la primera porción que fluye a lo largo de un conducto y que pasa a través de un dispositivo condensador (hecho, por ejemplo, como una bobina), donde se realiza la transición desde la fase de vapor a la fase líquida. El dispositivo condensador se puede usar ventajosamente también para liberar calor a un cuerpo a calentar (en lo sucesivo denominado "cuerpo frío") y, por lo tanto, el circuito es capaz de realizar la función de enfriamiento y la  
25 función de calentamiento, transfiriendo calor a través del fluido bifásico. Como ya se ha mencionado, el movimiento del fluido bifásico a lo largo del circuito se produce como resultado del empuje capilar que recibe el fluido a medida que pasa a través de la mecha porosa del dispositivo evaporador. Por lo tanto, no hay necesidad de ninguna bomba u otro dispositivo accionado desde el exterior para asegurar el flujo de fluido a lo largo del circuito, con ventajas evidentes en términos de fabricación y costes de operación, y en términos de fiabilidad del sistema.

30 A pesar de que en la presente descripción hace referencia siempre a un cuerpo caliente y a un cuerpo frío, el circuito de acuerdo con la invención puede ser igualmente bien usado para enfriar un fluido caliente y calentar un fluido frío. Los términos "cuerpo caliente" y "cuerpo frío" que se usan en la descripción y en las reivindicaciones de la presente solicitud, por lo tanto, deben entenderse como una referencia no solo a cuerpos sólidos, sino también a  
35 fluidos.

El documento EP 2 631 183 A1 divulga un circuito de control de temperatura diseñado para controlar la temperatura de una fuente de calor mediante la variación de la resistencia hidráulica, es decir, la caída de presión, en el circuito. Para este propósito, el circuito de control comprende una válvula de control de dos vías que controla el  
40 flujo del fluido desde el evaporador al condensador en respuesta a la resistencia hidráulica, es decir, a la caída de presión, en el circuito, y que, por lo tanto, no es una válvula sensible a la temperatura del fluido bifásico que fluye en el circuito. Este circuito de control conocido no comprende otras válvulas de control.

45 El documento JP 2011 069546 A divulga un circuito LHP que contiene, dentro de una cámara de compensación en la entrada del evaporador, una válvula que controla el flujo del fluido en función de la temperatura en la cámara de compensación. Durante la operación normal, la válvula está cerrada y, por lo tanto, provoca la acumulación de fluido en la cámara de compensación, mientras que durante la fase de puesta en marcha está abierto y, por lo tanto, provoca la descarga del fluido que se ha acumulado en la cámara de compensación.

50 El documento JP 2013 057439 A divulga un circuito LHP que, para eliminar las burbujas de aire corriente arriba de la mecha porosa para permitir la operación inicial del circuito, comprende una válvula de fuelle diseñada para aumentar la presión corriente arriba de la mecha porosa. No se proporcionan más válvulas, además de las válvulas de fuelle.

55 El documento JP 2012 042115 A divulga un circuito LHP diseñado para enfriar dispositivos electrónicos dispuestos en serie. Para permitir la derivación de esos dispositivos electrónicos que temporalmente no disipan el calor y, por lo tanto, no necesitan ser enfriados, se proporcionan pares de válvulas de expansión térmica, válvulas que están diseñadas para desviar el flujo del fluido de trabajo desde el circuito principal a una rama de derivación.

60 El documento WO 2008/050894 A divulga un circuito LHP para controlar la temperatura de las células de combustible que comprende una válvula de expansión térmica asociada con el condensador para controlar el flujo del fluido en función de la temperatura.

65 Los circuitos de control conocidos a partir de los documentos de la técnica anterior mencionados anteriormente no están diseñados para mantener la temperatura del fluido de trabajo (fluido bifásico) dentro de un intervalo dado, en particular, para mantener la temperatura mínima del fluido de trabajo (temperatura en el condensador) por encima de

un valor umbral mínimo dado. Por otra parte, para desmontar el evaporador y el condensador, que son componentes que deben ser inspeccionados periódicamente y limpiados (o sustituidos), estos circuitos de control conocidos requieren para vaciar el circuito del fluido de trabajo contenido en el mismo, lo que resulta en más operaciones de mantenimiento y más caras.

5 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un circuito de enfriamiento/calentamiento del tipo mencionado anteriormente que, por medio de transferencia de calor desde un cuerpo caliente a un cuerpo frío, puede realizar, de una manera completamente pasiva, es decir, sin la ayuda de componentes controlados/accionados por motor y/o sistemas de control eléctricos/electrónicos, las siguientes funciones: a) ajustar la velocidad de flujo del fluido de trabajo para mantener la temperatura del fluido de trabajo dentro de un intervalo de temperatura dado, en particular, por encima de un determinado valor umbral mínimo; y b) permitir el desmontaje del evaporador y/o del condensador sin tener que vaciar el resto del circuito del fluido de trabajo contenido en el mismo.

10 Este y otros objetivos se logran por completo de acuerdo con la presente invención gracias a un circuito de enfriamiento/calentamiento que tiene las características especificadas en la reivindicación 1 independiente adjunta.

15 Características ventajosas adicionales de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes, contenidos de las cuales se han de entender como que forman una parte integral e integradora de la presente descripción.

20 En resumen, la invención se basa en la idea de proporcionar al circuito al menos dos primeras válvulas de expansión térmica que se colocan, respectivamente, corriente arriba y corriente abajo del dispositivo evaporador, de manera que sea sensible a la temperatura del fluido de trabajo que pasa a través del dispositivo evaporador, y son móviles entre una posición cerrada y una posición abierta para interrumpir o permitir, respectivamente, de una manera regulada en función de la temperatura del fluido de trabajo que pasa a través del dispositivo evaporador, el flujo del fluido a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido detectada por estas válvulas es, respectivamente, menor o mayor que un primer valor umbral (umbral máximo), y con al menos dos segundas válvulas de expansión térmica que se colocan, respectivamente, corriente arriba y corriente abajo del dispositivo condensador, de manera que sea sensible a la temperatura del fluido de trabajo que pasa a través del dispositivo condensador, y son móviles entre una posición cerrada y una posición abierta para interrumpir o permitir, respectivamente, de una manera regulada en función de la temperatura del fluido de trabajo a través del dispositivo condensador, el flujo del fluido a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido es, respectivamente, mayor o menor que un segundo valor umbral (umbral mínimo) menor que el primer valor.

25 Como quedará claro a partir de la siguiente descripción, la expresión "valor umbral" ha de entenderse en el sentido de no solo, o más bien no tanto, un valor de temperatura bien definido, sino más bien un intervalo de temperatura dado (que es más o menos amplio dependiendo de la sensibilidad a la temperatura de las válvulas de expansión térmica) alrededor de este valor de temperatura.

30 Debido al hecho de tener una primera y segunda válvulas de expansión térmica configuradas de esta manera, el circuito de acuerdo con la invención es capaz, de manera autónoma y automática, es decir, sin la necesidad de control externo, de interrumpir la transferencia del calor cuando la temperatura de la fluido de trabajo detectada por estas válvulas está dentro del intervalo entre el primer y segundo valores umbrales y de modular la transferencia de calor cuando la temperatura del fluido de trabajo detectada por estas válvulas está fuera de este intervalo (es decir, cuando la temperatura máxima del fluido de trabajo es mayor que el primer valor umbral y/o la temperatura mínima del fluido de trabajo es menor que el segundo valor umbral). Por otra parte, cuando las primeras válvulas de expansión térmica corriente arriba y corriente abajo del dispositivo evaporador están en la posición cerrada, es posible desmontar la sección del circuito dispuesta entre estas válvulas, para reemplazar el dispositivo evaporador o llevar a cabo operaciones de mantenimiento del mismo, sin tener que vaciar todo el circuito. Del mismo modo, cuando las segundas válvulas de expansión térmica corriente arriba y corriente abajo del dispositivo condensador están en la posición cerrada, es posible desmontar la sección del circuito dispuesta entre estas válvulas, por ejemplo, para reemplazar el dispositivo condensador o llevar a cabo operaciones de mantenimiento del mismo, sin tener que vaciar todo el circuito.

35 La primera y segunda válvulas de expansión térmica usadas de acuerdo con la invención para controlar el flujo del fluido de trabajo pueden ser de varios tipos conocidos, por ejemplo, válvulas de gas, válvulas de líquido o válvulas de tira bimetálica.

Otras características y ventajas de la presente invención quedarán más claras a partir de la siguiente descripción detallada, que se da meramente a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 La Figura 1 es una vista esquemática de un circuito de enfriamiento/calentamiento de acuerdo con la presente invención;

45 Las figuras 2 y 3 son vistas en sección transversal de dos ejemplos de válvulas de expansión térmica de tipo gas, del tipo que se abren cuando se calientan y del tipo que se abren cuando se enfrían,

respectivamente, que se pueden usar en un circuito enfriamiento/calentamiento de fluido bifásico de acuerdo con la presente invención;

5 Las figuras 4 y 5 son vistas en sección transversal de dos ejemplos de válvulas de expansión térmica de tipo líquido, del tipo que se abren cuando se calientan y del tipo que se abren cuando se enfrían, respectivamente, que se pueden usar en un circuito enfriamiento/calentamiento de fluido bifásico de acuerdo con la presente invención; y

10 Las figuras 6a, 6b y 7a, 7b son vistas en sección transversal de dos ejemplos de válvulas de expansión térmica de tira bimetálica, del tipo que se abren cuando se calientan y del tipo que se abren cuando se enfrían, respectivamente, que se pueden usar en un circuito de enfriamiento/calentamiento de fluido bifásico de acuerdo con la presente invención, mostrándose cada uno de los dos tipos de válvula en la posición cerrada y en la posición abierta.

15 La Figura 1 de los dibujos adjuntos muestra esquemáticamente un circuito de enfriamiento/calentamiento, del tipo que usa un fluido bifásico como fluido de trabajo, diseñado para transferir calor desde un cuerpo caliente (o fluido) CC a un cuerpo frío (o fluido) CF para mantener la temperatura del fluido de trabajo dentro de un intervalo dado comprendido entre un primer valor umbral y un segundo valor umbral inferior al primero.

20 El circuito comprende básicamente un dispositivo evaporador 10 colocado en el entorno del cuerpo caliente CC (por ejemplo, en contacto con este último), un dispositivo condensador 12 colocado en el entorno del cuerpo frío CF (por ejemplo, en contacto con el mismo), un primer conducto 14 (designado esquemáticamente por medio de una flecha que indica la dirección del flujo de fluido) a través del cual el fluido fluye desde el dispositivo evaporador 10 al dispositivo condensador 12, y un segundo conducto 16 (también designado esquemáticamente por medio de una flecha que indica la dirección del flujo del fluido) a través del cual el fluido fluye desde el dispositivo condensador 12 al dispositivo evaporador 10. Ejemplos de fluidos de dos fases que se usan típicamente como fluidos de trabajo en los circuitos LHP son agua (pura o con agente anticongelante añadido), amoníaco y propileno, pero es evidente que  
25 30 la presente invención no se limita al uso de un fluido bifásico específico.

De una manera conocida por sí misma, el dispositivo evaporador 10 comprende, en orden, en la dirección del flujo del fluido a lo largo del circuito, una primera porción de evaporador 18, una mecha porosa 20 y una segunda porción de evaporador 22, con lo que las dos porciones del evaporador 18 y 22 se comunican entre sí a través de la mecha porosa 20. La primera porción de evaporador 18, que está en comunicación fluida con el segundo conducto 16, actúa como un depósito o cámara de compensación y contiene el fluido en fase líquida. La segunda porción de evaporador 22, que está en comunicación fluida con el primer conducto 14, actúa como el evaporador real y contiene el fluido en fase de vapor. Para este propósito, la segunda porción de evaporador 22 está diseñada para recibir el calor del cuerpo caliente CC, en particular, estando en contacto con este cuerpo. Como ya se ha explicado en la parte introductoria de la descripción, el fluido se mueve desde la primera porción de evaporador 18 a la segunda porción de evaporador 22 del dispositivo evaporador 10, y desde aquí a lo largo de la parte restante del circuito y, finalmente, vuelve de nuevo a la primera porción de evaporador 18, como resultado del empuje capilar al que está sujeto dentro de la mecha porosa 20.

45 El dispositivo condensador 12 comprende, en orden, en la dirección del flujo del fluido a lo largo del circuito, una porción de condensador corriente arriba 24, que está en comunicación fluida con el primer conducto 14, una parte de condensador intermedia 26, que transmite calor al cuerpo frío CF, estando, por ejemplo, en contacto con este último, y una porción de condensador 28 corriente abajo, que está en comunicación fluida con el segundo conducto 16. La porción de condensador intermedia 26 puede, por ejemplo, estar hecha como una bobina, pero esto no es vinculante para los fines de la presente invención.

El circuito descrito anteriormente opera, por lo tanto, como sigue.

55 El fluido en la fase líquida contenido en la primera porción de evaporador 18 del dispositivo evaporador 10 fluye por capilaridad a través de la mecha porosa 20 y llega a la segunda porción de evaporador 22 donde, como resultado del calor recibido desde el cuerpo caliente CC, pasa a la fase vapor. El fluido en fase de vapor fluye entonces desde el dispositivo evaporador 10 al dispositivo condensador 12 a lo largo del primer conducto 14. Cuando fluye a través del dispositivo condensador 12, en particular, a través de la porción de condensador intermedia 26, el fluido libera calor y, por lo tanto, pasa de la fase vapor a la fase líquida, y finalmente vuelve de nuevo, a través del segundo conducto 16, a la primera porción de evaporador 18 del dispositivo evaporador 10.

60 De acuerdo con la invención, el circuito de enfriamiento/calentamiento comprende además primeros medios de control de flujo que son sensibles a la temperatura del fluido a través del dispositivo evaporador 10 y están configurados para interrumpir o permitir, de una manera regulada en función de la temperatura del fluido detectada por los mismos, el flujo de fluido a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido detectada por los mismos es, respectivamente, menor o mayor que el primer valor umbral, y segundos medios de control de flujo que son

sensibles a la temperatura del fluido a través del dispositivo condensador 12 y están configurados para interrumpir o permitir, de una manera regulada en función de la temperatura del fluido detectada por los mismos, el flujo del fluido a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido detectada por los mismos es, respectivamente, mayor o menor que el segundo valor umbral.

5 Los primeros medios de control de flujo comprenden al menos dos primeras válvulas de expansión térmica, indicadas 30 y 32, respectivamente, que se colocan respectivamente corriente arriba y corriente abajo del dispositivo evaporador 10, de manera que sean sensibles a la temperatura del fluido a través de dicho dispositivo, para controlar el flujo de fluido a lo largo del circuito en función de la temperatura detectada por los mismos. Más específicamente, la válvula 30 está dispuesta entre el segundo conducto 16 y la primera porción de evaporador 18 del dispositivo evaporador 10, mientras que la válvula 32 está dispuesta entre la segunda porción de evaporador 22 y el primer conducto 14. Cada una de las válvulas 30 y 32 es móvil entre una posición abierta y una posición cerrada, en la que permiten e impiden el flujo del fluido a través de las mismas, respectivamente, el movimiento desde una posición a la otra dependiendo de la temperatura del fluido a través del dispositivo evaporador detectada por la válvula. Más en particular, las válvulas 30 y 32 son del llamado "tipo de apertura caliente", en que se produce el movimiento desde la posición cerrada a la posición abierta cuando la temperatura del fluido a través del dispositivo evaporador detectada por la válvula es mayor que el primer valor umbral antes mencionado. La apertura de las válvulas 30 y 32 permite que el fluido de trabajo fluya desde el dispositivo evaporador 10 al dispositivo condensador 12 y, por lo tanto, enfríe. El circuito es, por lo tanto, capaz de pasar de forma autónoma y automática, dependiendo de la temperatura del fluido detectada por la válvula 30 y/o por la válvula 32, desde la condición abierta, donde el fluido fluye a lo largo del circuito y, por lo tanto, realiza la acción de transferencia de calor, a la condición cerrada, donde no hay flujo a lo largo del circuito y, por lo tanto, se interrumpe la acción de transferencia de calor.

25 El hecho de proporcionar (al menos) una válvula corriente arriba y (al menos) una válvula corriente abajo del dispositivo evaporador 10 ofrece la ventaja de que, cuando estas válvulas se cierran simultáneamente, el dispositivo evaporador puede desmontarse para su sustitución o para la realización de operaciones de mantenimiento en el mismo, sin tener que vaciar todo el circuito.

30 Los segundos medios de control de flujo sensibles a la temperatura comprenden al menos dos segundas válvulas de expansión térmica, indicadas 34 y 36, respectivamente, que se colocan respectivamente corriente arriba y corriente abajo del dispositivo condensador 12, de manera que sean sensibles a la temperatura del fluido a través de dicho dispositivo, para controlar el flujo de fluido a lo largo del circuito en función de la temperatura detectada por los mismos. Más específicamente, la válvula 34 está dispuesta entre el primer conducto 14 y la porción de condensador corriente arriba 24 del dispositivo condensador 12, mientras que la válvula 36 está dispuesta entre la porción de condensador corriente abajo 28 y el segundo conducto 16. Cada una de las válvulas 34 y 36 es móvil entre una posición abierta y una posición cerrada, en la que permiten e impiden el flujo del fluido a través de las mismas, respectivamente, el movimiento desde una posición a la otra dependiendo de la temperatura del fluido a través del dispositivo condensador detectada por la válvula. Más en particular, las válvulas 34 y 36 son del llamado "tipo de apertura fría", en que se produce el movimiento desde la posición cerrada a la posición abierta cuando la temperatura del fluido detectada por la válvula es menor que el segundo valor umbral antes mencionado. La apertura de las válvulas 34 y 36 permite que el fluido de trabajo fluya desde el dispositivo condensador 12 al dispositivo evaporador 10 y, por lo tanto, caliente, lo que asegura que la temperatura mínima del fluido en el circuito se mantiene por encima del segundo valor umbral. El circuito es, por lo tanto, capaz de pasar de forma autónoma y automática, dependiendo de la temperatura del fluido detectada por la válvula 34 y/o por la válvula 36, desde la condición abierta, donde el fluido fluye a lo largo del circuito y, por lo tanto, realiza la función de transferencia de calor, a la condición cerrada, donde no hay flujo a lo largo del circuito y, por lo tanto, se interrumpe la función de transferencia de calor.

50 El hecho de proporcionar (al menos) una válvula corriente arriba y (al menos) una válvula corriente abajo del dispositivo condensador 12 ofrece la ventaja de que, cuando estas dos válvulas se cierran, el dispositivo evaporador puede desmontarse para su sustitución o para la realización de operaciones de mantenimiento en el mismo, sin tener que vaciar todo el circuito.

55 Las figuras 2 a 7b de los dibujos adjuntos muestran una serie de ejemplos de válvulas de expansión térmica que pueden usarse como primeros y segundos medios de control de flujo sensibles a la temperatura en el circuito de acuerdo con la invención, poniendo de manifiesto que estos ejemplos han de entenderse como que son puramente ilustrativos y no limitativos de la presente invención.

60 En los ejemplos mostrados en las figuras 2 y 3, las válvulas de expansión térmica son válvulas de gas. Más específicamente, la Figura 2 muestra la versión de apertura de calor, destinada a ser usada para las primeras válvulas 30 y 32 asociadas con el dispositivo evaporador 10, mientras que la Figura 3 muestra la versión de apertura de frío, destinada a ser usada para las segundas válvulas 34 y 36 asociadas con el dispositivo condensador 12.

65 En los ejemplos mostrados en las figuras 4 y 5, las válvulas de expansión térmica son válvulas de líquido. Más específicamente, la Figura 4 muestra la versión de apertura de calor, destinada a ser usada para las primeras

válvulas 30 y 32 asociadas con el dispositivo evaporador 10, mientras que la Figura 5 muestra la versión de apertura de frío, destinada a ser usada para las segundas válvulas 34 y 36 asociadas con el dispositivo condensador 12.

Finalmente, en los ejemplos mostrados en las figuras 6a, 6b y 7a, 7b, las válvulas de expansión térmica son válvulas de tira bimetálica. Más específicamente, las figuras 6a y 6b muestran la versión de apertura de calor, en la posición cerrada (Figura 6a) y en la posición abierta (Figura 6b), respectivamente, versión que está destinada a ser usada para las primeras válvulas 30 y 32 asociadas con el dispositivo evaporador 10, mientras que las figuras 7a y 7b muestran la versión de apertura de frío, en la posición cerrada (Figura 7a) y en la posición abierta (Figura 7b), respectivamente, versión que está destinada a ser usada para las segundas válvulas 34 y 36 asociadas con el dispositivo condensador 12.

Todos los tipos de válvulas que se muestran en las figuras 2 a 7b básicamente comprenden un asiento de válvula 38 que delimita una abertura de paso de flujo 40, destinada a ser atravesada por el fluido de trabajo, y un elemento de cierre 42 que controla el flujo del fluido de trabajo a través de la abertura de paso de flujo 40 en función de la temperatura detectada por la válvula. En la posición cerrada de la válvula, como se muestra en las figuras 2, 3, 4, 5, 6a y 7a, el elemento de cierre 42 se apoya contra el asiento de válvula 38 y, por lo tanto, impide que el flujo del fluido de trabajo a través de la abertura de paso de flujo 40. En la posición abierta de la válvula, como se muestra en las figuras 1, 6b y 7b, el elemento de cierre 42 está separado del asiento de la válvula 38 y, por lo tanto, permite el flujo del fluido de trabajo a través de la abertura de paso de flujo 40. La posición del elemento de cierre 42 depende de la temperatura detectada por la válvula (temperatura del fluido de trabajo), como se explicará en detalle a continuación.

De acuerdo con el modo de realización de las figuras 2 y 3, la válvula comprende además un cuerpo de válvula 44 que forma el asiento de válvula 38 y un fuelle 46 capaz de expandirse/contraerse en una dirección axial x paralela a la dirección del flujo de fluido a través de la válvula. El fuelle 46 está conectado rígidamente, directa o indirectamente, en un extremo del mismo (extremo superior) al elemento de cierre 42 y en el extremo opuesto al cuerpo de válvula 44, de tal manera que la expansión y contracción del fuelle 46 producen un movimiento del elemento de cierre 42 con respecto al asiento de la válvula 38 en la dirección axial x. El fuelle 46 se llena con un gas y, por lo tanto, su volumen varía dependiendo de la temperatura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\Delta V = (n \cdot R/p) \cdot \Delta T, \quad (1)$$

donde  $\Delta V$  es el cambio en el volumen del fuelle (igual que el gas contenido en su interior), n es el número de moles de gas contenidos en el fuelle, R es la constante universal de los gases, p es la presión del gas (que puede considerarse como constante ya que está asociada con las características del fuelle) y  $\Delta T$  es el cambio en la temperatura.

Puesto que el cambio en el volumen  $\Delta V$  del fuelle es igual al producto del área A del extremo superior del fuelle sobre el que el gas ejerce su presión para el desplazamiento axial S del extremo superior del fuelle, se deduce que la relación entre el desplazamiento S y el cambio en la temperatura  $\Delta T$  es el siguiente:

$$S = (n \cdot R/p) \cdot \Delta T/A. \quad (2)$$

Suponiendo un número de moles n igual a 0.01, una presión p igual a 1,5 bar y un área A igual a 2 cm<sup>2</sup>, un cambio en la temperatura  $\Delta T$  de 20 °C da como resultado un desplazamiento S de alrededor de 5,5 cm. Las válvulas de gas son, por lo tanto, muy sensibles a los cambios de temperatura.

En la versión mostrada en la Figura 2, el elemento de cierre 42 está dispuesto axialmente en el lado opuesto al fuelle 46 en relación con el asiento de válvula 38, con el resultado de que la expansión del fuelle debido al aumento de la temperatura del fluido de trabajo y, por lo tanto, del gas contenido dentro del fuelle, provoca el movimiento del elemento de cierre 42 fuera del asiento de válvula 38 y, por lo tanto, el flujo del fluido a través de la abertura de paso de flujo 40. Por lo tanto, este tipo de válvula está destinado a ser usado en combinación con el dispositivo evaporador 10, como se muestra en la Figura 1.

Por otra parte, en la versión mostrada en la Figura 3, el elemento de cierre 42 está dispuesto axialmente en el mismo lado que el fuelle 46 en relación con el asiento de válvula 38, con el resultado de que la expansión del fuelle debido al aumento de la temperatura del fluido de trabajo y, por lo tanto, del gas contenido dentro del fuelle, provoca el movimiento del elemento de cierre 42 hacia el asiento de válvula 38 y, por lo tanto, cerrando la abertura de paso de flujo 40. Por lo tanto, este tipo de válvula está destinado a ser usado en combinación con el dispositivo condensador 12, como se muestra en la Figura 1.

De acuerdo con el modo de realización mostrado en las figuras 4 y 5, la válvula comprende además un cuerpo de válvula (en el presente documento indicado también como 44) que forma el asiento de válvula 38 y un depósito 48 lleno de un líquido y limitado al cuerpo de válvula 44. El depósito 48 termina en un cuello cilíndrico 50 que se extiende a lo largo de la dirección axial x, una varilla 52 conectada de forma rígida al elemento de cierre 42 que se recibe de forma deslizable en el cuello cilíndrico 50, en el que una variación en el volumen del líquido contenido en el

depósito 48 en respuesta a un cambio en la temperatura produce un desplazamiento axial de la varilla 52 con respecto al depósito 48 y, por lo tanto, un desplazamiento axial del elemento de cierre 42 con respecto al asiento de válvula 38. En este caso, la relación entre el desplazamiento S del elemento de cierre y el cambio en la temperatura  $\Delta T$  es el siguiente:

$$S = (\alpha_{liq} - 3 \cdot \lambda_{met}) \cdot V \cdot \Delta T / A, \quad (3)$$

donde  $\alpha_{liq}$  es el coeficiente de dilatación volumétrica del líquido,  $\lambda_{met}$  es el coeficiente de expansión lineal del metal del que está hecho el depósito, V es el volumen del depósito y A es el área en sección transversal del cuello cilíndrico del depósito.

Suponiendo que se usa un depósito inoxidable ( $\lambda_{met} = 0,0000096 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ), con un volumen de 0,01 l y un área en sección transversal del cuello igual a  $0,3 \text{ cm}^2$ , y que el depósito se llena con aceite de silicona ( $\alpha_{liq} = 0,0016 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ), un cambio en la temperatura  $\Delta T$  de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  resulta en un desplazamiento S igual a aproximadamente 1 cm. Las válvulas de líquido, por lo tanto, son menos sensible a los cambios de temperatura que las válvulas de gas descritas anteriormente con referencia a las figuras 2 y 3, en que el mismo cambio de temperatura da como resultado un desplazamiento del elemento de cierre que es menor que el de las válvulas de gas.

En la versión mostrada en la Figura 4, el elemento de cierre 42 está dispuesto axialmente en el lado opuesto al depósito 48 en relación con el asiento de válvula 38, con el resultado del movimiento hacia fuera de la varilla 52 debido al aumento de la temperatura del fluido de trabajo y, por lo tanto, del líquido contenido dentro del depósito, provoca el movimiento del elemento de cierre 42 fuera del asiento de válvula 38 y, por lo tanto, el flujo del fluido a través de la abertura de paso de flujo 40. Por lo tanto, este tipo de válvula está destinado a ser usado en combinación con el dispositivo evaporador 10.

Por otra parte, en la versión mostrada en la Figura 5, el elemento de cierre 42 está dispuesto axialmente en el mismo lado que el depósito 48 en relación con el asiento de válvula 38, con el resultado de que el movimiento hacia fuera de la varilla 52 debido al aumento de la temperatura del fluido de trabajo y, por lo tanto, del líquido contenido dentro del depósito, provoca el movimiento del elemento de cierre 42 hacia el asiento de válvula 38 y, por lo tanto, cerrando la abertura de paso de flujo 40. Por lo tanto, este tipo de válvula está destinado a ser usado en combinación con el dispositivo condensador 12.

Por último, las figuras 6a, 6b y 7a, 7b muestran ejemplos de válvulas de expansión térmica que se pueden usar en un circuito de acuerdo con la invención, en el que el elemento de cierre 42 tiene una forma rectangular y está hecho como una tira bimetalica, con una primera porción de la tira 42a hecha de un primer metal y con una segunda porción de la tira 42b que está unida a la primera porción de la tira 42a y está hecha de un segundo metal que tiene un coeficiente de dilatación térmica mayor que el del primer metal. Más específicamente, el elemento de cierre 42 está unido con un primer borde del mismo al asiento de válvula 38, mientras que el borde opuesto es libre de moverse con respecto al asiento de válvula 38 como resultado de la deformación del elemento de cierre debido a un cambio en la temperatura .

Más específicamente, las figuras 6a y 6b muestran, en la posición cerrada y en la posición abierta, respectivamente, una válvula del tipo de apertura caliente. En este caso, a bajas temperaturas (Figura 6a), es decir, por debajo de un valor umbral de temperatura dado, la tira bimetalica no se deforma y, por lo tanto, el borde libre del elemento de cierre 42 hace contacto con el asiento de válvula 38 y cierra la abertura de paso de flujo 40. A altas temperaturas, es decir, por encima del valor umbral de temperatura antes mencionado, la banda bimetalica se deforma y, por lo tanto, el borde libre del elemento de cierre 42 es obligado a alejarse del asiento de válvula 38, lo que resulta en la apertura de la válvula.

Las figuras 7a y 7b muestran, por el contrario, en la posición cerrada y en la posición abierta, respectivamente, una válvula del tipo de apertura fría. En este caso, a altas temperaturas (Figura 7a), es decir, por encima de un valor umbral de temperatura dado, la tira bimetalica no se deforma y, por lo tanto, el borde libre del elemento de cierre 42 hace contacto con el asiento de válvula 38 y cierra la abertura de paso de flujo 40. A bajas temperaturas, por el contrario, es decir, a una temperatura más baja que el valor umbral antes mencionado, la banda bimetalica se deforma y, por lo tanto, el borde libre del elemento de cierre 42 es obligado a alejarse del asiento de válvula 38, lo que resulta en la apertura de la válvula.

Suponiendo que se usa una tira bimetalica que tiene una primera porción de banda de aleación Invar (63,8 Fe; 36 Ni; 0,2 C), con un coeficiente de expansión térmica de  $0,000001 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , y una segunda porción de banda de latón (60 Cu; 40 Zn), con un coeficiente de expansión térmica de  $0,000021 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , con una longitud de 50 mm y un espesor de 0,5 mm, en base a cálculos sencillos, el desplazamiento del borde libre de la tira que resulta de un cambio en la temperatura de  $20^\circ\text{C}$  es igual a 1 mm y, por lo tanto, de un orden de magnitud menor que el calculado anteriormente con referencia a un ejemplo de válvula de líquido. Las válvulas de tiras bimetalicas son, por lo tanto, mucho menos sensibles a las variaciones de temperatura que las válvulas de líquido.

A la vista de la descripción anterior, las ventajas que se pueden lograr con la presente invención son evidentes.

5 En primer lugar, el uso de la primera y segunda válvulas de expansión térmica permite la optimización de la operación del circuito, ya que la función de transferencia de calor modulada se activa y desactiva automáticamente de manera completamente pasiva, dependiendo de la temperatura real del fluido de trabajo, temperatura que se mantiene así dentro de un intervalo predefinido comprendido entre el primer y segundo valores umbral.

10 En segundo lugar, como la primera y segunda válvulas de expansión térmica están dispuestas respectivamente corriente arriba y corriente abajo del dispositivo evaporador y corriente arriba y corriente abajo del dispositivo condensador, es posible, en la condición en la que estas válvulas cierran el circuito corriente arriba y corriente abajo del respectivo dispositivo evaporador o condensador, desmontar este dispositivo, por ejemplo para fines de mantenimiento, sin tener que vaciar el circuito completo, con las ventajas obvias en términos de tiempos más cortos y menores gastos de mantenimiento.

15 Naturalmente, permaneciendo inalterado el principio de la invención, los modos de realización y los detalles constructivos pueden variar ampliamente con respecto de los descritos e ilustrados meramente a modo de ejemplo no limitativo.

20 Por ejemplo, incluso si el modo de realización ilustrado en este documento tiene exactamente dos válvulas de expansión térmica asociadas con el dispositivo evaporador y dos válvulas de expansión térmica asociadas con el dispositivo condensador, podrían preverse válvulas de expansión térmica adicionales si hay al menos una válvula corriente arriba y al menos una válvula corriente abajo del dispositivo evaporador y del dispositivo condensador.



## REIVINDICACIONES

1. Circuito de calentamiento/enfriamiento diseñado para transferir calor desde un cuerpo caliente (CC) a un cuerpo frío (CF), usando un fluido bifásico como el fluido de trabajo, comprendiendo el circuito un dispositivo evaporador (10) adaptado para recibir calor desde el cuerpo caliente (CC), un dispositivo condensador (12) adaptado para transmitir calor al cuerpo frío (CF), un primer conducto (14) a través del cual el fluido de trabajo, en fase de vapor, fluye desde el dispositivo evaporador (10) al dispositivo condensador (12), y un segundo conducto (16) a través del cual el fluido de trabajo, en fase líquida, fluye desde el dispositivo condensador (12) al dispositivo evaporador (10), en el que el dispositivo evaporador (10) comprende una primera porción de evaporador (18), que está en comunicación fluida con el segundo conducto (16) y actúa como un depósito o cámara de compensación que contiene el fluido de trabajo en fase líquida, una segunda porción de evaporador (22), que está en comunicación fluida con el primer conducto (14) y contiene el fluido de trabajo en fase vapor, y una mecha porosa (20) dispuesta entre la primera y segunda porciones de evaporador (18, 22), de tal manera que el fluido de trabajo se mueve por capilaridad desde la primera porción de evaporador (18) a la segunda porción de evaporador (22) a través de la mecha porosa (20), **caracterizado por que** comprende además

al menos una primera válvula de expansión térmica (30) situada corriente arriba del dispositivo evaporador (10) y al menos una segunda válvula de expansión térmica (32) situada corriente abajo del dispositivo evaporador (10), siendo dicha primera válvula de expansión térmica (30, 32) sensible a la temperatura del fluido de trabajo a través del dispositivo evaporador (10) y siendo móvil entre una posición cerrada, en la que interrumpen el flujo del fluido de trabajo a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido de trabajo detectada por ellas es menor que un primer valor umbral, y una posición abierta, en la que ajustan el flujo del fluido de trabajo a lo largo del circuito en función de la temperatura del fluido de trabajo detectada por ellas, cuando dicha temperatura es mayor que dicho primer valor umbral, y

al menos una segunda válvula de expansión térmica (34) situada corriente arriba del dispositivo condensador (12) y al menos una segunda válvula de expansión térmica (36) situada corriente abajo del dispositivo condensador (12), siendo dicha segunda válvula de expansión térmica (34, 36) sensible a la temperatura del fluido de trabajo a través del dispositivo condensador (12) y siendo móvil entre una posición cerrada, en la que interrumpen el flujo del fluido de trabajo a lo largo del circuito cuando la temperatura del fluido de trabajo detectada por ellas es mayor que un segundo valor umbral menor que el primer valor umbral, y una posición abierta, en la que ajustan el flujo del fluido de trabajo a lo largo del circuito en función de la temperatura del fluido de trabajo detectada por ellas, cuando dicha temperatura es menor que dicho segundo valor umbral.

2. Circuito de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas de expansión térmica (30, 32, 34, 36) comprende un asiento de válvula (38) que delimita una abertura de paso de fluido (40), a través de la cual está destinado que fluya el fluido de trabajo y un elemento de cierre (42) que controla el flujo del fluido de trabajo a través de la abertura de paso de fluido (40) y es móvil con respecto al asiento de válvula (38) entre una posición abierta y una posición cerrada dependiendo de la temperatura detectada por la válvula.

3. Circuito de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas de expansión térmica (30, 32, 34, 36) comprende además un cuerpo de válvula (44) que forma el asiento de válvula (38) y un fuelle (46) capaz de expandirse y contraerse en una dirección axial (x) paralela a la dirección del flujo del fluido de trabajo a través de la válvula, estando el fuelle (46) lleno de gas y conectado rígidamente en un extremo superior del mismo al elemento de cierre (42) y en el extremo opuesto al cuerpo de válvula (44), con lo cual la expansión y contracción del fuelle (46) debido a un cambio en el volumen del gas en respuesta a un cambio en la temperatura causa un movimiento del elemento de cierre (42) con relación al asiento de la válvula (38) en dicha dirección axial (x).

4. Circuito de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas de expansión térmica (30, 32, 34, 36) comprende además un cuerpo de válvula (44) que forma el asiento de válvula (38) y un depósito (48) lleno de un líquido y limitado al cuerpo de válvula (44), acabando el depósito (48) con un cuello (50) que se extiende a lo largo de una dirección axial (x) paralela a la dirección del flujo del fluido de trabajo a través de la válvula, y una varilla (52) conectada rígidamente al elemento de cierre (42) que se recibe de forma deslizable en el cuello (50), con lo cual un cambio en el volumen del líquido contenido en el depósito (48) en respuesta a un cambio en la temperatura provoca un movimiento axial de la varilla (52) con respecto al depósito (48) y, por lo tanto, un movimiento axial del elemento de cierre (42) con respecto al asiento de válvula (38).

5. Circuito de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el elemento de cierre (42) de cada una de dichas primera y segunda válvulas de expansión térmica (30, 32, 34, 36) se hace como una tira bimetalica, con una primera porción de tira (42a) hecha de un primer metal y con una segunda porción de tira (42b) que está unida a la primera porción de tira (42a) y está hecha de un segundo metal que tiene un coeficiente de dilatación térmica mayor que el del primer metal, y en el que el elemento de cierre (42) está unido a un primer borde del mismo al asiento de válvula (38), mientras que el borde opuesto es libre de moverse con respecto al asiento de válvula (38) como resultado de una deformación del elemento de cierre (42) debido a un cambio en la temperatura.

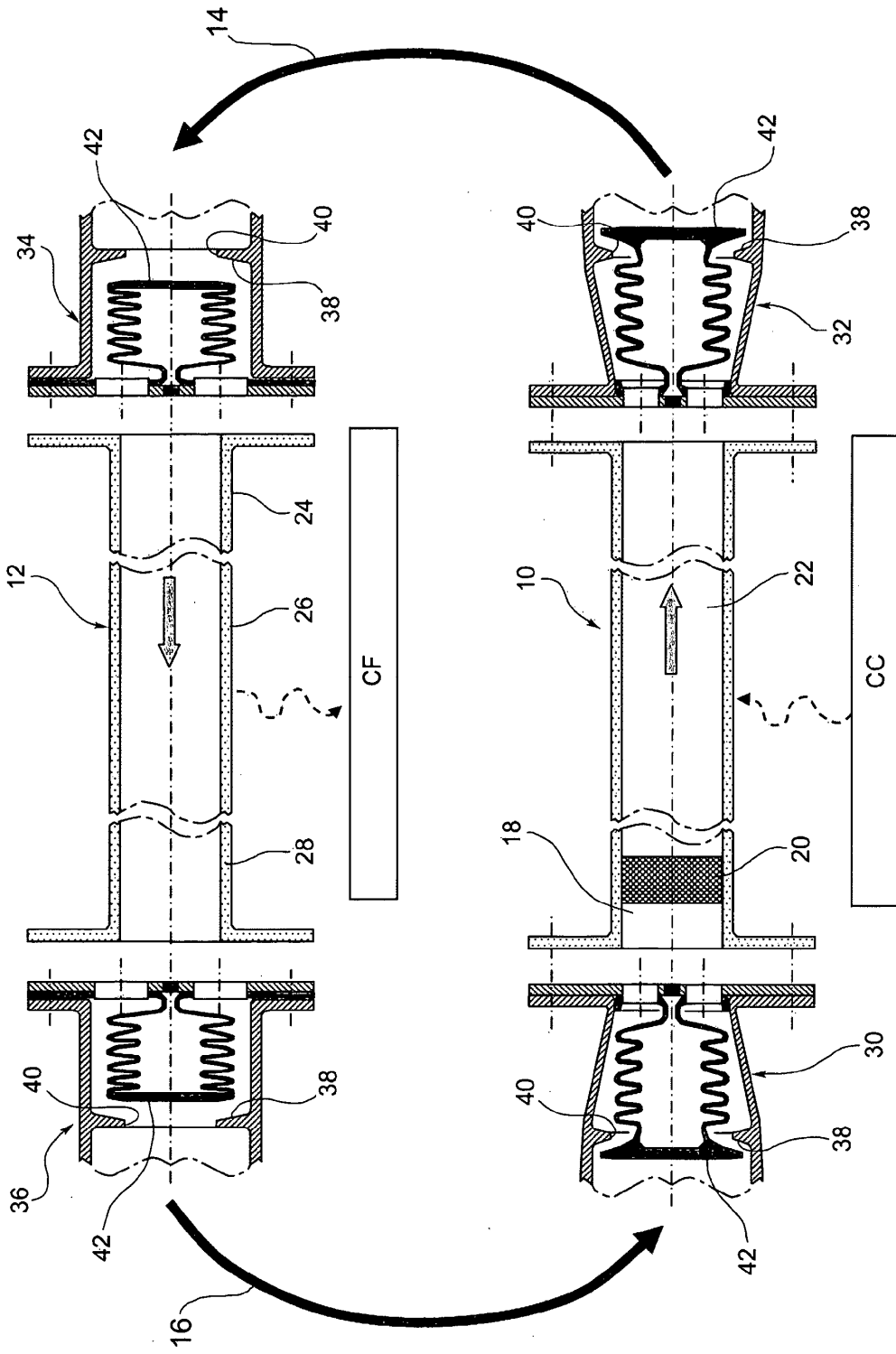


FIG. 1

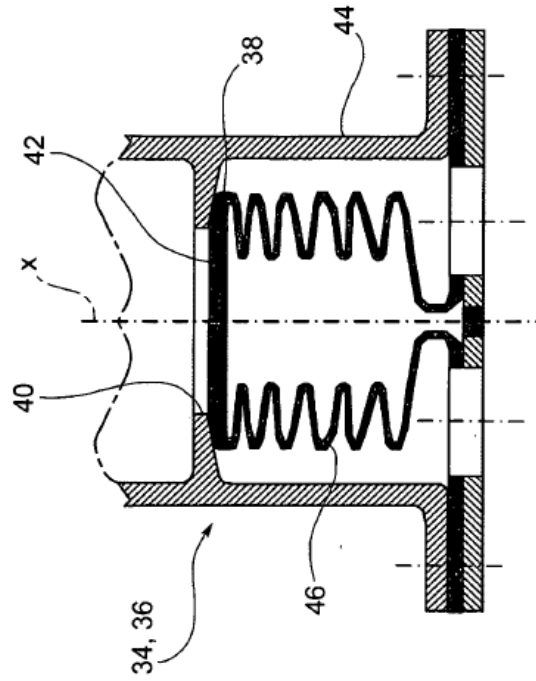


FIG. 2

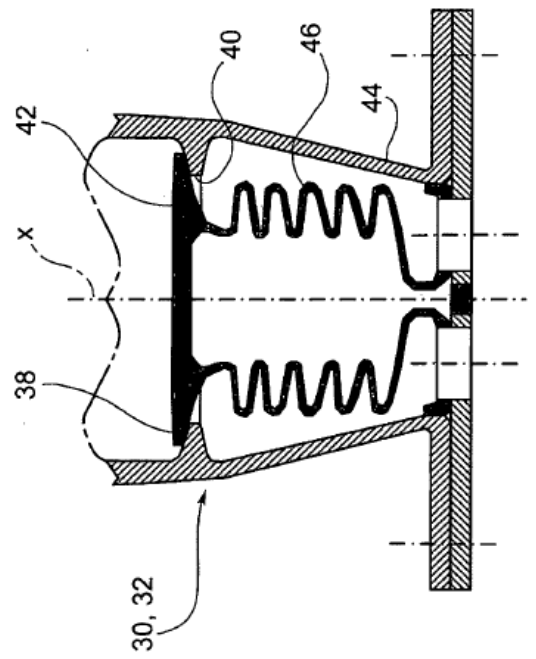


FIG. 3

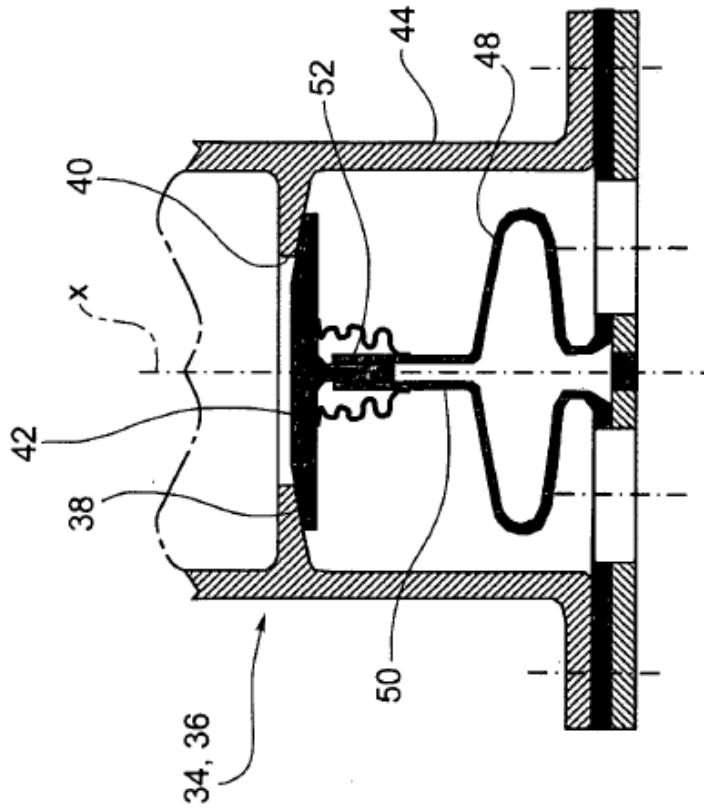


FIG. 4

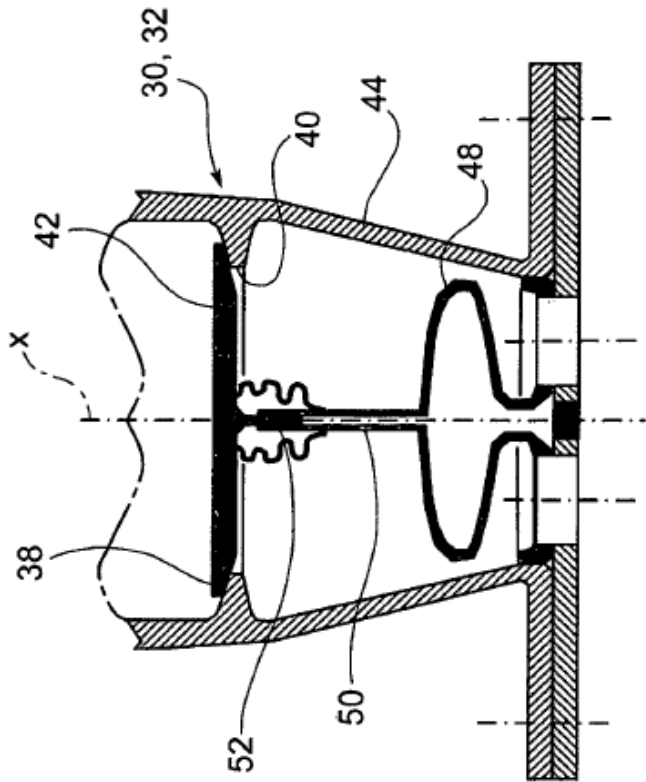


FIG. 5

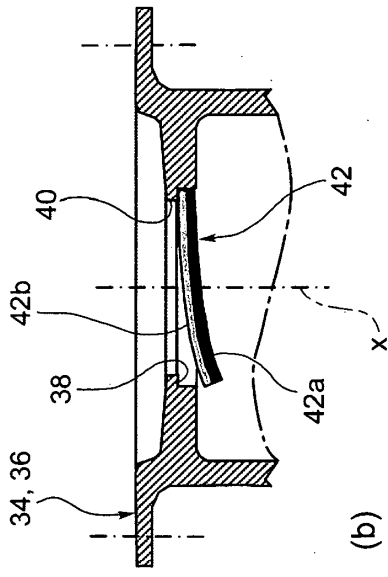


FIG. 6

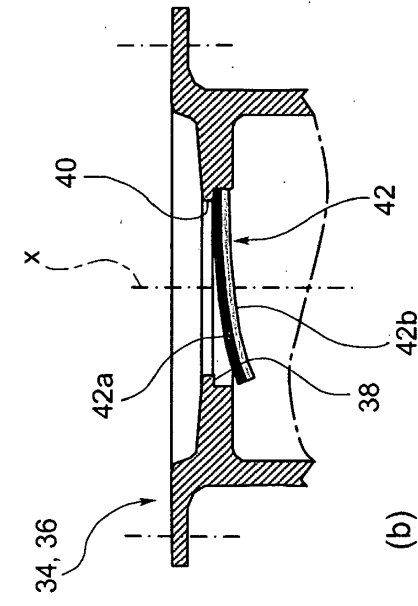


FIG. 7