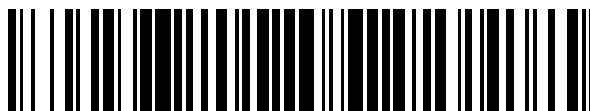


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 875**

51 Int. Cl.:

F25B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2010 E 10713480 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 2409093**

54 Título: **Generador térmico magnetocalórico y su procedimiento de intercambio térmico**

30 Prioridad:

20.03.2009 FR 0951805

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

02.12.2014

73 Titular/es:

**COOLTECH APPLICATIONS S.A.S. (100.0%)
Impasse Antoine Imbs
67810 Holtzheim, FR**

72 Inventor/es:

**HEITZLER, JEAN-CLAUDE y
MULLER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 523 875 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

Generador térmico magnetocalórico y su procedimiento de intercambio térmico.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico, que comprende por lo menos un módulo térmico provisto de un extremo frío y de un extremo caliente, y que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos, una disposición magnética destinada a someter a dichos elementos magnetocalóricos a un campo magnético variable, creando alternativamente en cada uno de dichos elementos magnetocalóricos una fase de calentamiento y una fase de enfriamiento, un medio de arrastre de un fluido caloportador en contacto térmico con dichos elementos magnetocalóricos y que circula alternativamente en dirección a uno de los extremos y después al otro, y a la inversa, de manera sincronizada con la variación del campo magnético, y por lo menos un medio de intercambio de la energía térmica producida por dicho módulo térmico con por lo menos un dispositivo exterior a dicho generador térmico, estando dicho medio de arrastre del fluido caloportador, en un circuito fluido cerrado de volumen constante, unido fluidicamente al extremo frío y al extremo caliente de dicho módulo térmico por medio de dicho medio de intercambio y comprendiendo dicho medio de intercambio térmico dos zonas de intercambio distintas una de otra, unidas en paralelo y provistas de medios de control del sentido de circulación del fluido caloportador, de modo que cada una de ellas son atravesadas de manera alternada por el fluido caloportador en un solo sentido de circulación, estando además dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos unidos fluidicamente por una célula común y sometidos cada uno de ellos a una fase diferente de calentamiento o de enfriamiento.

Se refiere también a un procedimiento de intercambio de la energía térmica producida por el módulo térmico, tal como se ha definido anteriormente.

25 **Técnica anterior**

La tecnología del frío magnético es conocida desde hace más de una veintena de años y se conocen las ventajas que aporta en términos de ecología y de desarrollo duradero. Se conocen también sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento. Desde entonces, las investigaciones realizadas en este campo tienden todas ellas a mejorar las prestaciones de un generador de este tipo, jugando con los diferentes parámetros, tales como la potencia de imantación, las prestaciones del elemento magnetocalórico, la superficie de intercambio entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos, las prestaciones de los intercambiadores de calor, etc.

35 Los intercambiadores de calor tienen como función transferir o intercambiar la energía térmica producida por el generador térmico y transportada por el fluido caloportador hacia otro fluido (líquido o gaseoso) de una o de varias aplicaciones exteriores sin mezclarlas. Estas aplicaciones exteriores pueden ser el aire que rodea el generador térmico, tal como un dispositivo térmico tubular integrado en la aplicación exterior, un recinto térmico o cualquier otra aplicación en la cual se busque enfriar, climatizar, atemperar o recalentar un medio.

40 Los generadores térmicos magnetocalóricos conocidos comprenden unos elementos magnetocalóricos atravesados alternativamente de parte a parte por un fluido caloportador. En una primera configuración conocida, por ejemplo por la publicación WO-A-03/050456, este fluido caloportador es puesto en circulación alternativa entre una primera célula en comunicación con el primer extremo de los elementos magnetocalóricos y una segunda célula en comunicación con el segundo extremo de los elementos magnetocalóricos, y un intercambiador térmico está unido fluidicamente a cada una de dichas células. Se utilizan diferentes válvulas para dirigir el fluido caloportador en el o los intercambiadores térmicos en función del ciclo magnetocalórico. En una segunda configuración conocida, por ejemplo por la publicación WO 2007/026062 A1 de la solicitante, cada célula está unida fluidicamente a un intercambiador de calor integrado en un bucle hidráulico.

50 En la primera de las configuraciones citadas anteriormente, el fluido caloportador se desplaza de manera alternada entre las dos células y atraviesa el intercambiador térmico de la aplicación externa cada vez que sale de los elementos magnetocalóricos y que entra en los elementos magnetocalóricos, en el curso de las fases de calentamiento o de enfriamiento. Por lo tanto, esta configuración necesita un aporte importante de energía para desplazar el fluido caloportador en vaivén a través del conjunto de los órganos en movimiento y en la totalidad de las tuberías, canalizaciones y conexiones que unen el intercambiador térmico de la aplicación externa con el elemento magnetocalórico, debiendo la inercia de dicho fluido y de los órganos en movimiento vencerse en cada cambio de sentido de circulación. Además, y esto más particularmente en caso de fases de duración muy corta y, por lo tanto, a velocidad de fluido elevada o frecuencia elevada, la transferencia térmica entre el intercambiador térmico y el fluido caloportador no se acaba cuando este fluido caloportador cambia de sentido para ser reintroducido a través de los elementos magnetocalóricos. Por lo tanto, el fluido caloportador no tiene la temperatura de entrada que le permita realizar un intercambio térmico óptimo con los elementos magnetocalóricos.

65 En la segunda de dichas configuraciones, una parte de la energía térmica del fluido caloportador se pierde entre su salida de los elementos magnetocalóricos y su zona de transferencia con el intercambiador térmico.

La publicación US nº 2.589.775 describe un generador magnetocalórico que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1, mientras que la publicación FR 2 588 065 describe un sistema de enfriamiento de un gas refrigerante que utiliza el efecto magnetocalórico de dos regeneradores en oposición de fase y unidos fluidicamente en serie.

5

Exposición de la invención

La presente invención pretende paliar estos inconvenientes proponiendo una solución a los problemas evocados anteriormente. Con este fin, el generador térmico magnetocalórico según la invención se realiza de tal modo que se optimice la transferencia de energía térmica entre el generador térmico y la aplicación o las aplicaciones exteriores aumentando el tiempo de intercambio entre ellos.

10

Con este objetivo, la invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico tal como se define en la reivindicación 1.

15

Tiene asimismo por objeto un procedimiento de intercambio de la energía térmica producida por un generador térmico según la invención, con por lo menos un dispositivo exterior, por medio de por lo menos un medio de intercambio térmico, comprendiendo dicho generador térmico por lo menos un módulo térmico provisto de dos extremos, atravesado por un fluido caloportador, y comprendiendo por lo menos un elemento magnetocalórico sometido a un campo magnético variable que le somete a unas fases sucesivas de calentamiento y de enfriamiento, circulando dicho fluido caloportador a través de cada elemento magnetocalórico de manera alternada y sincronizada con la variación del campo magnético en dirección a uno u otro de dichos extremos, y a la inversa, por medio de un medio de arrastre del fluido caloportador. Este procedimiento se caracteriza por que se desplaza el fluido caloportador en dicho elemento magnetocalórico paso a paso, en cada fase de funcionamiento, por un medio de arrastre unido con unos medios de intercambio térmico en un circuito fluido cerrado de volumen constante, y por que se intercambia la energía térmica producida por dicho generador térmico en cada fase de funcionamiento y transportada por dicho fluido caloportador en cada ciclo magnetocalórico que comprende una fase de calentamiento y una fase de enfriamiento en dos zonas de intercambio sucesivas de cada medio de intercambio térmico.

20

25

De esta manera, en cada fase de enfriamiento o de calentamiento, el fluido caloportador que sale de uno de dichos extremos es dirigido hacia el medio de arrastre, a través de una primera zona de intercambio de dicho medio de intercambio y, en cada fase siguiente de calentamiento o de enfriamiento, el fluido caloportador de dicho medio de arrastre es dirigido hacia este mismo extremo, a través de una segunda zona de intercambio de dicho medio de intercambio, de tal modo que cada porción de fluido que sale de dicho extremo se desplaza paso a paso, en cada cambio de fase, a través de la primera zona de intercambio en dirección al medio de arrastre o a través de la segunda zona de intercambio en dirección al mismo extremo, sin mezclarse nunca, ni desplazarse según sentidos opuestos en la misma parte de circuito o tubería.

30

35

La entrada de la primera zona de intercambio y la salida de la segunda zona de intercambio de dichos medios de intercambio térmico se unen fluidicamente a uno de los extremos correspondientes de dicho módulo térmico y la salida de la primera zona de intercambio y la entrada de la segunda zona de intercambio se unen fluidicamente entre ellas y a dicho medio de arrastre.

40

En el modo preferido de realización, el accionador central y los accionadores de extremo pueden comprender unos pistones controlados por un mismo dispositivo de maniobra.

45

Descripción sumaria de los dibujos

La presente invención y sus ventajas aparecerán mejor en la descripción siguiente de un modo de realización dado a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

50

- las figuras 1A a 1D son unas vistas esquemáticas de un generador térmico no cubierto por el objeto de la reivindicación 1, y
- las figuras 2A y 2B son unas vistas similares de un generador térmico según un modo de realización de acuerdo con la invención, cubierto por el objeto de la reivindicación 1.

55

Ilustraciones de la invención

En los ejemplos de realización ilustrados, las piezas o partes idénticas llevan las mismas referencias numéricas.

60

Las figuras representan esquemáticamente un generador térmico 1, 10, representando el generador térmico 10 solamente un modo de realización de la invención. Este generador térmico 1, 10 comprende un módulo térmico 2, 20 que comprende un elemento magnetocalórico 5. Evidentemente, puede comprender más de un módulo térmico 2, 20 y cada módulo puede comprender más de un elemento magnetocalórico 5.

65

Cada elemento magnetocalórico 5 puede estar constituido por uno o varios materiales magnetocalóricos aptos para ser atravesados por un fluido caloportador. Con este fin, dichos materiales magnetocalóricos pueden ser porosos de modo que sus poros formen unos pasos de fluido desembocantes. Pueden presentarse asimismo en forma de un bloque macizo en el cual están mecanizados unos mini o microcanales o también pueden estar constituidos por un ensamblaje de placas, eventualmente ranuradas, superpuestas y entre las cuales puede fluir el fluido caloportador. Pueden presentarse también en forma de polvo o de partículas de modo que los intersticios formen unos pasos de fluido. Evidentemente, puede convenir cualquier otra forma de realización que permita que el fluido caloportador se intercambie térmicamente con cada elemento magnetocalórico 5. Una configuración particular puede comprender así un elemento magnetocalórico en forma de una lama que no es atravesada por el fluido caloportador, sino que está en contacto térmico con dicho fluido caloportador circulante, por ejemplo en las superficies superior e inferior de esta lama en dos sentidos opuestos, para desembocar cada vez a nivel de uno de los extremos de dicha lama que forman los extremos del módulo térmico que comprende esta lama.

El módulo térmico 2, 20 es sometido a un campo magnético variable por medio de una disposición magnética 25 que puede estar constituida por un ensamblaje de imanes permanentes en movimiento relativo con respecto a cada elemento magnetocalórico 5, como se representa en el conjunto de las figuras adjuntas, o bien por un electroimán alimentado secuencialmente o por cualquier otro medio análogo susceptible de crear una variación de campo magnético.

El elemento magnetocalórico 5 comprende dos extremos, un primer extremo 3, por ejemplo frío, y un segundo extremo 4, por ejemplo caliente, confundidos con los extremos del módulo térmico 2, 20. Un fluido caloportador es puesto en circulación a través de este elemento magnetocalórico 5 en dirección a uno u otro de los extremos 3 y 4 y en relación con la variación de dicho campo magnético de manera que se creen y después se mantenga un gradiente de temperatura entre los dos extremos 3 y 4 de este elemento magnetocalórico 5.

Con referencia las figuras 1A a 1D, el fluido caloportador es puesto en circulación en el elemento magnetocalórico 5 según un movimiento de vaivén impuesto por el desplazamiento de un pistón 6 de un gato de doble efecto que forma el medio de arrastre 26 del fluido caloportador. Evidentemente, se puede utilizar cualquier otro medio apto para desplazar el fluido caloportador, tal como, por ejemplo, una membrana. El desplazamiento del pistón 6 o similar es mandado por un dispositivo de maniobra no representado y que puede estar realizado por una leva, un dispositivo magnético, un motor lineal o cualquier otro medio equivalente apto para desplazar dichos pistones según un movimiento de vaivén. Este pistón 6 separa el volumen de la camisa en dos cámaras 17 y 18 aisladas una de otra, respectivamente unidas de manera fluidica a los extremos 3 y 4 del módulo térmico 2.

El circuito fluido en el cual circula el fluido caloportador está cerrado y es de volumen constante. En el modo de realización según la invención ilustrado en las figuras 2A y 2B, el medio de arrastre 16 del fluido caloportador comprende tres pistones 21, 22 y 23 que se describirán más adelante.

En los dos generadores térmicos representados, el generador térmico 1, 10 está destinado a intercambiar eficazmente energía térmica con dos dispositivos exteriores y presenta para ello dos medios de intercambio térmico 7, 27, respectivamente unidos a los extremos 3, 4 del módulo térmico 2, 20 en serie con el medio de arrastre 26. Cada medio de intercambio térmico 7, 27 es atravesado por el fluido caloportador, está unido térmicamente a una aplicación o a un dispositivo exterior y une fluidicamente el medio de arrastre 26 a los dos extremos 3, 4 del módulo térmico 2, 20.

Aunque en los ejemplos descritos los generadores térmicos 1, 10 comprenden dos medios de intercambio térmico 7, 27 idénticos, la invención se extiende asimismo a los generadores térmicos que comprenden únicamente un solo medio de intercambio térmico 7, 27 unido a uno de los extremos 3 o 4 o, eventualmente, unos medios de intercambio térmico diferentes unidos a los extremos 3 y 4 del módulo térmico 2, 20.

Los medios de intercambio térmico 7, 27 comprenden dos zonas de intercambio 8 y 9, respectivamente 28 y 29, atravesados alternativamente por el fluido caloportador. El hecho de comprender varias zonas de intercambio 8 y 9 o 28 y 29 permite aumentar la capacidad de intercambio térmico entre el generador térmico 1, 10 y el dispositivo exterior unido térmicamente a dicho medio de intercambio 7, 27.

Además, el hecho de unir fluidicamente el medio de arrastre 26, 16 al módulo térmico 2, 20 por medio de los medios de intercambio térmico 7, 27 permite liberarse de medios de arrastre adicionales para asegurar la función de desplazamiento del fluido caloportador a la vez en el módulo térmico 2, 20 y en los medios de intercambio térmico 7, 27. Esta configuración permite obtener una reducción de la energía consumida, una ganancia de prestaciones (COP) y una reducción del volumen del generador térmico 1, 10.

En los dos generadores térmicos 1, 10 representados, las dos zonas de intercambio 8, 9 y 28, 29 de los medios de intercambio térmico 7 y 27 están dispuestas en paralelo o en derivación en el circuito fluido que une el medio de arrastre 26, 16 a los extremos 3, 4 del módulo térmico 2, 20, de tal modo que sean siempre atravesadas por el fluido caloportador en un solo sentido de circulación. Más particularmente, el fluido caloportador circula en dirección a la primera zona de intercambio 8, 28 cuando sale de uno de los extremos 3, 4 del módulo térmico 2, 20 y después

circula, en retorno, en la fase siguiente, en dirección a la segunda zona de intercambio 9, 29 cuando entra en uno de los extremos 3, 4 del módulo térmico 2, 20. Para hacer esto, unos medios de control 11 del sentido de circulación del fluido caloportador, tales como unas válvulas antirretorno, por ejemplo, están montados en dicho circuito fluido. Los extremos 3 y 4 del módulo térmico 2, 20 están unidos cada uno de ellos a la entrada 12 de la primera zona de intercambio 8, 28 y a la salida 15 de la segunda zona de intercambio 9, 29 del medio de intercambio térmico 7, 28 correspondiente. La salida 13 de la primera zona de intercambio 8, 28 y la entrada 14 de la segunda zona de intercambio 9, 29 están unidas fluidicamente entre ellas y a las cámaras 17, 18 del medio de arrastre 26, 16.

Las figuras 1A a 1D representan el desplazamiento del fluido caloportador paso a paso, por porciones P0 a P7 y P0' a P7', en el generador térmico 1 a través del circuito fluido en el curso de cuatro fases sucesivas. Por fase, es necesario comprender fase de calentamiento o de enfriamiento, correspondiendo un ciclo magnético a una fase de calentamiento seguida de una fase de enfriamiento. El material magnetocalórico 5 representado en las figuras adjuntas se calienta cuando es sometido a un campo magnético y se enfría cuando se retira del campo magnético o se somete a un campo muy pequeño.

La fase representada en la figura 1A es una fase de calentamiento, sometiendo la disposición magnética 25 al material magnetocalórico 5 a un campo magnético. En el curso de esta fase, el pistón 6 se desplaza hacia la izquierda para desplazar el fluido caloportador en el material magnetocalórico 5 (porción de fluido P6) del extremo 3 frío situado a la izquierda en la figura 1A hacia el extremo 4 caliente situado a la derecha en la figura 1A. El fluido caloportador que sale de la cámara 17 del pistón 6 (porción de fluido P3) circula en dirección a la segunda zona de intercambio 9 del medio de intercambio térmico 7 hasta el extremo 3 frío del módulo térmico 2 (porciones de fluido P4 y después P5). Este sentido de circulación es impuesto por las válvulas antirretorno 11 dispuestas en el circuito fluido cerrado. El fluido caloportador atraviesa el material magnetocalórico 5 (porción P6) y es dirigido a continuación por las válvulas antirretorno 11 hacia la primera zona de intercambio 28 del medio de intercambio térmico 27, en dirección a la cámara 18 del pistón 6 (porciones de fluido P7, P0, P1 y después P2). El fluido caloportador prosigue su carrera y llena la cámara 18 del medio de arrastre 26.

Dos válvulas antirretorno están dispuestas en oposición en el circuito fluido entre cada extremo 3 o 4 del módulo térmico 2, 20 y la cámara correspondiente 17 o 18 del medio de arrastre 26, 16. Así, en la primera zona de intercambio 8, 28, el fluido caloportador puede circular únicamente desde dicho extremo 3 o 4 hacia la cámara correspondiente 17 o 18 (= circuito de ida del fluido) y en la segunda zona de intercambio 9, 29, el fluido caloportador puede circular únicamente desde dicha cámara 17 o 18 hasta el extremo correspondiente 3 o 4 (= circuito de retorno del fluido).

Se constata que, en el curso de la fase de calentamiento representada en la figura 1A, el fluido caloportador se desplaza únicamente en la segunda zona de intercambio 9 del medio de intercambio térmico 7 situado en el lado frío y en la primera zona de intercambio 28 del medio de intercambio 27 situado en el lado caliente.

En el curso de la fase siguiente que consiste en una fase de enfriamiento con referencia a la figura 1B, el fluido circula únicamente en las otras dos zonas de intercambio, a saber, la primera zona de intercambio 8 del medio de intercambio 7 situado en el lado frío y la segunda zona de intercambio 29 del medio de intercambio 27 situada en el lado caliente. El pistón 6 se desplaza hacia la derecha para desplazar el fluido caloportador en el material magnetocalórico 5 (porción de fluido P6') desde el extremo 4 caliente hacia el extremo 3 frío. El fluido caloportador que sale de la cámara 18 del pistón 6 (porción de fluido P3') circula en dirección a la segunda zona de intercambio 29 del medio de intercambio térmico 27 hasta el extremo 4 caliente del módulo térmico 2 (porciones de fluido P4' y después P5'). Este sentido de circulación es impuesto por las válvulas antirretorno 11 dispuestas en el circuito fluido cerrado. El fluido caloportador atraviesa el material magnetocalórico 5 (porción P6') y es dirigido a continuación por las válvulas antirretorno 11 hacia la primera zona de intercambio 8 del medio de intercambio térmico 7, en dirección a la cámara 17 del pistón 6 (porciones de fluido P7', P0', P1' y después P2'). El fluido caloportador prosigue su carrera y llena la cámara 17 del medio de arrastre 26.

En el curso de la fase siguiente de calentamiento, representada en la figura 1C, el fluido circula de la misma manera que se ha descrito con referencia a la figura 1A, de tal modo que la porción de fluido P7 es sustituida por la porción de fluido P6, la porción de fluido P6 es sustituida por la porción de fluido P5, y así sucesivamente.

De la misma manera, en el curso de la fase siguiente de enfriamiento ilustrada en la figura 1D, el fluido se desplaza de la misma manera que la descrita con referencia a la figura 1B, de tal modo que la porción de fluido P7' es sustituida por la porción de fluido P6', la porción de fluido P6' es sustituida por la porción de fluido P5', y así sucesivamente.

En cada fase térmica, el fluido caloportador circula a través de una zona de intercambio diferente de los medios de intercambio térmico 7, 27. El fluido que sale de uno de los extremos 3 o 4 del módulo térmico 2, 20 vuelve a este mismo extremo 3 o 4 únicamente después de haber atravesado las dos zonas de intercambio 8 y 9 o 28 y 29 del medio de intercambio térmico 7, 27 correspondiente. Así, se ha podido intercambiar un máximo de energía entre el generador térmico 1 y la aplicación exterior. Además, el fluido caloportador que entra de nuevo en el módulo térmico 2 ha realizado un importante intercambio térmico con la aplicación exterior por medio de los medios de intercambio

térmico 7 y 17, y se encuentra con una temperatura apropiada para atravesar de nuevo el material magnetocalórico 5 durante la fase siguiente.

Además, este intercambio térmico es favorecido por el hecho de que el fluido caloportador circula paso a paso y por que cada porción de fluido se desplaza únicamente una fase de cada dos, de modo que se aumenta el tiempo de intercambio, lo cual mejora el intercambio térmico con la aplicación exterior al nivel de las zonas de intercambio 8, 9, 28, 29. En efecto, la potencia total intercambiada es igual a la potencia intercambiada durante el intervalo de tiempo activo (fluido que se desplaza) sumada la potencia intercambiada durante el intervalo de tiempo estático (fluido que no se desplaza).

En el ejemplo ilustrado en las figuras 1A a 1D, la salida 13 de la primera zona de intercambio 8, 28 y la entrada 14 de la segunda zona de intercambio 9, 29 están unidas directamente a la cámara 17, 18 correspondiente del medio de arrastre 26. Puede estar previsto asimismo unir las flúidicamente entre ellas en un punto de ramificación, unido a su vez flúidicamente a la cámara 17 o 18 correspondiente de dicho medio de arrastre 26. En una configuración de este tipo, la distancia y, más particularmente, el volumen entre este punto de ramificación y la cámara 17, 18 en cuestión deben ser lo más pequeños posible con el fin de evitar la aparición de zonas muertas en las cuales el fluido caloportador se desplaza de manera alternada, sin salir de dichas zonas muertas.

El generador térmico 10 representado en las figuras 2A y 2B consiste en un modo de realización según la invención tal como se define en las reivindicaciones, en el cual el módulo térmico 20 comprende dos elementos magnetocalóricos 5 que son sometidos constantemente a una fase magnetocalórica diferente. Así, cuando uno de los elementos magnéticos 5 es sometido a un campo magnético y se calienta, el otro está fuera del campo magnético o sometido a un campo muy pequeño y se enfría, y a la inversa. Además, el fluido caloportador circula en los dos elementos magnetocalóricos 5 en sentidos opuestos, a saber, en dirección a uno u otro de los extremos 3, 4 del módulo térmico 20 y a la inversa.

Los medios de intercambio térmico 7 y 27 unidos al módulo térmico 20 de este generador térmico 10 son los mismos que los del generador térmico 1 representado en las figuras 1A a 1D. No obstante, el medio de arrastre 16 del fluido caloportador es de configuración diferente. En efecto, comprende un accionador central 21 realizado en forma de un pistón unido flúidicamente en la célula 19 común a los dos elementos magnetocalóricos 5 y desplazando el fluido caloportador a través de esta célula común 19, en dirección a los elementos magnetocalóricos 5 o en el sentido opuesto. Comprende asimismo dos accionadores de extremo 22 y 23 realizados asimismo en forma de pistones unidos flúidicamente cada uno de ellos a uno de los extremos 3 y, respectivamente, 4 del módulo térmico 20. El desplazamiento del conjunto de estos pistones está mandado por un único dispositivo de maniobra no representado y que puede estar realizado por una leva, un dispositivo magnético, un motor lineal o cualquier otro medio equivalente apto para desplazar dichos pistones según un movimiento de vaivén.

Así, en esta configuración, cada medio de intercambio térmico 7, 27 está unido a uno de los accionadores de extremo 22 y 23. El funcionamiento del generador térmico 10 es sustancialmente idéntico en lo que se refiere a la puesta en circulación del fluido caloportador una fase de cada dos en cada una de las zonas de intercambio 8 y 9 o 28 y 29 de los medios de intercambio térmico 7 y 27.

Con referencia a la figura 2A, que representa una primera fase, el elemento magnetocalórico 5 situado a la izquierda en la figura sufre una fase de calentamiento y el elemento magnetocalórico 5 situado a la derecha en la figura sufre una fase de enfriamiento. El conjunto de los pistones 21, 22, 23 se desplaza hacia la izquierda y el fluido caloportador circula, por una parte, desde la cámara del pistón 22 en dirección a la segunda zona de intercambio 9 del medio de intercambio térmico 7 unido al extremo 3 (frío) del módulo térmico 20 y desde dicho extremo 3, para atravesar el elemento magnetocalórico 5 situado a la derecha, en el lado frío, y después la célula común 19, hasta la cámara del pistón 21 que forma el accionador central, y, por otra parte, el fluido caloportador circula desde la cámara del pistón 23 en dirección a la segunda zona de intercambio 29 del medio de intercambio térmico 27 unido al extremo 4 (caliente) del módulo térmico 20 y desde dicho extremo 4, para atravesar el elemento magnetocalórico 5 situado a la izquierda, en el lado caliente, y después la célula común 19, hasta la cámara del pistón 21 que forma el accionador central. Por consiguiente, la camisa del pistón 21 debe tener un volumen doble del de las camisas de los otros pistones 22 y 23.

Como en el ejemplo anterior, el sentido de circulación del fluido caloportador está impuesto por unas válvulas antirretorno 11 o similares.

En este generador térmico 10, la entrada 12 de la primera zona de intercambio 8, 28 y la salida 15 de la segunda zona de intercambio 9, 29 de los medios de intercambio térmico 7, 27 se unen directamente de forma flúidica al extremo 3, 4 correspondiente. No obstante, en el generador térmico 1 de las figuras 1A a 1D, la entrada 12 de la primera zona de intercambio 8, 28 y la salida 15 de la segunda zona de intercambio 9, 29 se unen entre ellas en un punto de ramificación unido a su vez al extremo 3, 4 correspondiente. Uno u otro de los dos tipos de conexiones de empalme se pueden realizar en cada uno de los dos generadores térmicos 1 y 10. No obstante, el empalme directo sin punto de ramificación es ventajoso, ya que permite evitar la aparición de zonas muertas en las cuales el fluido caloportador se desplaza de manera alternada, sin salir de dichas zonas muertas.

En la fase de la figura 2A, se constata que el fluido caloportador se desplaza únicamente en las porciones de circuito que comprenden las segundas zonas de intercambio 8 y 28 de los medios de intercambio 7 y 27.

5 En el curso de la fase siguiente, representada en la figura 2B, el elemento magnetocalórico 5 situado en el lado frío ya no es sometido al campo magnético o es sometido a un campo muy débil, mientras que el otro elemento magnetocalórico 5 es sometido a un campo magnético, y los pistones 21, 22 y 23 se desplazan hacia la derecha. El fluido caloportador se desplaza así desde la cámara del pistón central 21 hacia la célula común 19 y después una parte de este fluido caloportador atraviesa el elemento magnetocalórico 5 situado en el lado frío (a la izquierda) y después la primera zona de intercambio 8 del medio de intercambio térmico 7 situado en el mismo lado para llenar la cámara del pistón 22, mientras que la otra parte de este fluido caloportador atraviesa el elemento magnetocalórico 5 situado en el lado caliente (a la derecha) y después la primera zona de intercambio 28 del medio de intercambio térmico 27 situado en el mismo lado para llenar la cámara del pistón 23.

15 En esta fase el fluido caloportador se desplaza asimismo únicamente a través de dos zonas de intercambio 8 y 28, a saber, las que no han sido atravesadas en la fase anterior.

En esta configuración, el fluido se desplaza asimismo paso a paso, una fase de cada dos, a través de cada zona de intercambio 8, 28, 9, 29. Así, se aumentan los tiempos de intercambio sin que esto tenga incidencia sobre las fases de calentamiento y de enfriamiento. Esto permite intercambiar mejor y durante más tiempo la energía térmica producida por el generador térmico 1, 10 con cada aplicación o dispositivo exterior.

Además, y esto vale asimismo para los dos generadores térmicos 1, 10 ilustrados, cada porción de fluido caloportador se desplaza constantemente en el mismo sentido, de modo que no hay ninguna inercia a vencer que se deba a un cambio de sentido de circulación.

Con este fin, las primeras y segundas zonas de intercambio 8, 28 y 9, 29 pueden estar dispuestas en el dispositivo exterior o directamente en contacto con éste. A título de ejemplo, pueden estar realizadas en forma de conductos de un material térmicamente conductor tal como aluminio o cobre, por ejemplo, y el dispositivo exterior puede ser un medio líquido (baño a calentar, enfriar o atemperar, por ejemplo) o gaseoso (cámara o volumen a calentar, enfriar o atemperar, por ejemplo).

En el modo de realización descrito, los medios de control del sentido de circulación del fluido caloportador son unas válvulas antirretorno. No obstante, pueden ser sustituidos por cualquier medio equivalente que asegure la misma función, tal como válvulas hidráulicas mandadas eléctricamente o por un diferencial de presión, por ejemplo.

Por último, la invención no está limitada a la integración de solamente uno o dos elementos magnetocalóricos 5 en un módulo térmico 2, 20, ni a un generador térmico 1, 10 que comprende un solo módulo térmico 2, 20.

40 El generador térmico 10 descrito realiza el procedimiento de intercambio de la energía térmica según la invención. Los medios de intercambio 7, 27 permiten intercambiar la energía producida por el generador con unos dispositivos exteriores. Para hacer esto, el fluido se desplaza de manera alternada paso a paso en dos zonas de intercambio 9, 28 y después 8, 29 de dos medios de intercambio térmico 7, 27 en función de las fases magnetocalóricas. El desplazamiento del fluido en cada zona de intercambio 9, 28, 8, 29 es unidireccional y se realiza por un dispositivo de arrastre unido a los dos medios de intercambio térmico 7, 27.

Posibilidades de aplicación industrial

50 Se desprende claramente de esta descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber, proponer un generador térmico 10 de configuración simple y provisto de por lo menos un medio de intercambio térmico 7, 27 susceptible de transferir a una aplicación exterior un máximo de energía térmica producida por dicho generador térmico 10, así como un procedimiento que permite hacer más eficaces los intercambios térmicos entre un módulo térmico 2, 20 y el exterior (estando el exterior constituido por un dispositivo o una aplicación exterior).

55 El procedimiento y el generador térmico 10 según la invención pueden encontrar una aplicación tanto industrial como doméstica en el campo de la calefacción, la climatización, el atemperado, la refrigeración u otros, y esto a unos costes competitivos y con un pequeño volumen.

60 La presente invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos, sino que se extiende a cualquier modificación y variante evidentes para un experto en la materia a permaneciendo al mismo tiempo dentro del alcance de la protección definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Generador térmico (10) magnetocalórico, que comprende por lo menos un módulo térmico (20) provisto de un extremo frío (3) y de un extremo caliente (4), y que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos (5), una disposición magnética destinada a someter dichos elementos magnetocalóricos (5) a un campo magnético variable, creando alternativamente en cada uno de dichos elementos magnetocalóricos (5) una fase de calentamiento y una fase de enfriamiento, un medio de arrastre (16) de un fluido caloportador en contacto térmico con dichos elementos magnetocalóricos (5) y que circula alternativamente en dirección a uno (3) de los extremos y después al otro (4) y a la inversa, de manera sincronizada con la variación del campo magnético, y por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 27) para transferir la energía térmica producida por dicho módulo térmico (20) a por lo menos un dispositivo exterior a dicho generador térmico (10), estando dicho medio de arrastre (16) del fluido caloportador unido fluidicamente, en un circuito fluido cerrado de volumen constante, al extremo frío (3) y al extremo caliente (4) de dicho módulo térmico (20) por medio de dicho medio de intercambio (7, 27), y dicho medio de intercambio térmico (7, 27) comprende dos zonas de intercambio (8 y 9, 28 y 29) distintas una de otra, unidas en paralelo, y provistas de medios de control (11) del sentido de circulación del fluido caloportador, de modo que son atravesadas cada una de ellas de manera alternada por el fluido caloportador en un solo sentido de circulación, estando además dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos (5) unidos fluidicamente por una célula común (19) y sometidos cada uno de ellos a una fase diferente de calentamiento o de enfriamiento, generador térmico en el cual la entrada (12) de la primera zona de intercambio (8, 28) y la salida (15) de la segunda zona de intercambio (9, 29) de dicho por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 28) están unidas fluidicamente a uno de los extremos (3, 4) correspondientes de dicho módulo térmico (20) y la salida (13) de la primera zona de intercambio (8, 28) y la entrada (14) de la segunda zona de intercambio (9, 29) están unidas fluidicamente a dicho medio de arrastre (16), siendo dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos atravesados por el fluido caloportador en sentidos opuestos, generador térmico caracterizado por que dicho medio de arrastre (16) comprende:

- un accionador central (21) unido fluidicamente a dicha célula común (19) de manera que el fluido caloportador se desplace a través de esta célula común en dirección a los elementos magnetocalóricos o en el sentido opuesto, y
- dos accionadores de extremo (22 y 23) unidos fluidicamente cada uno de ellos a uno de los extremos (3 o 4) de dicho módulo térmico (20) por medio de dicho por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 27),

y por que dicho accionador central (21) está concebido para desplazar un volumen de fluido caloportador doble del de dichos accionadores de extremo (22 y 23).

2. Generador térmico según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho accionador central (21) y dichos accionadores de extremo (22, 23) comprenden unos pistones mandados por un mismo dispositivo de maniobra.

3. Procedimiento de intercambio de la energía térmica producida por un generador térmico (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con por lo menos un dispositivo exterior por medio de por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 27), comprendiendo dicho generador térmico (10) por lo menos un módulo térmico (20) provisto de dos extremos (3, 4), atravesado por un fluido caloportador, y que comprende por lo menos un elemento magnetocalórico (5) sometido a un campo magnético variable que lo somete a unas fases sucesivas de calentamiento y de enfriamiento, circulando dicho fluido caloportador a través de cada elemento magnetocalórico (5) de manera alternada y sincronizada con la variación del campo magnético en dirección a uno u otro de dichos extremos (3, 4), y a la inversa, por medio de un medio de arrastre (16) del fluido caloportador, procedimiento caracterizado por que se desplaza el fluido caloportador en dicho elemento magnetocalórico (5) paso a paso, en cada fase de funcionamiento, por dicho medio de arrastre (16) unido a dicho por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 27) en un circuito fluido cerrado de volumen constante, y por que se intercambia la energía térmica producida por dicho generador térmico en cada fase de funcionamiento y transportada por dicho fluido caloportador en cada ciclo magnetocalórico que comprende una fase de calentamiento y una fase de enfriamiento en dos zonas de intercambio (8, 9 y 28, 29) sucesivas de dicho por lo menos un medio de intercambio térmico (7, 27).

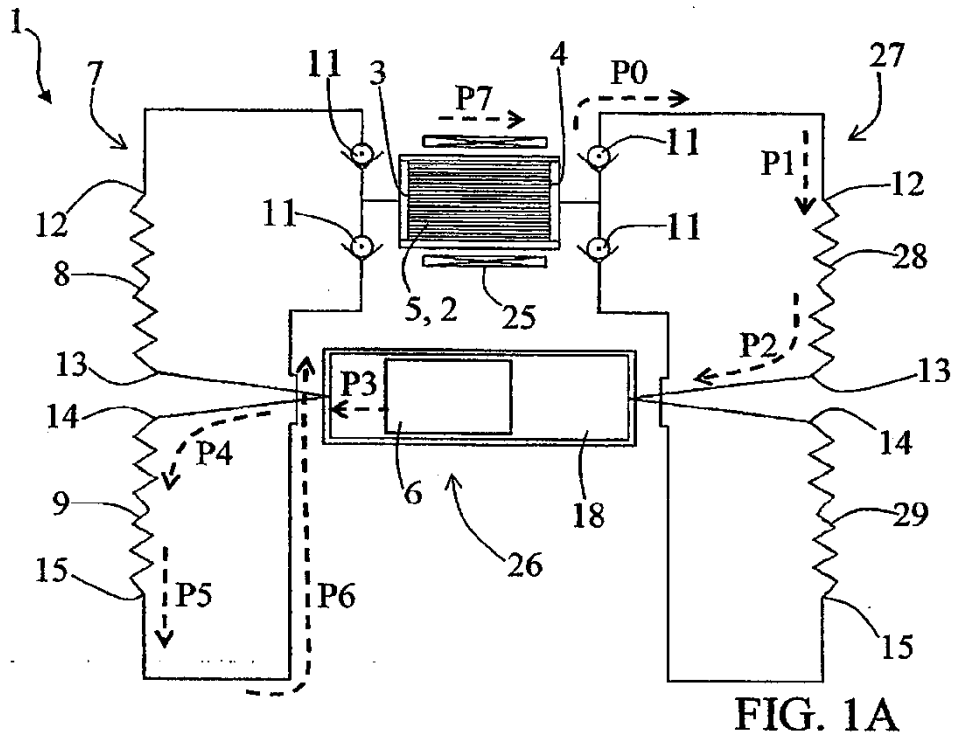


FIG. 1A

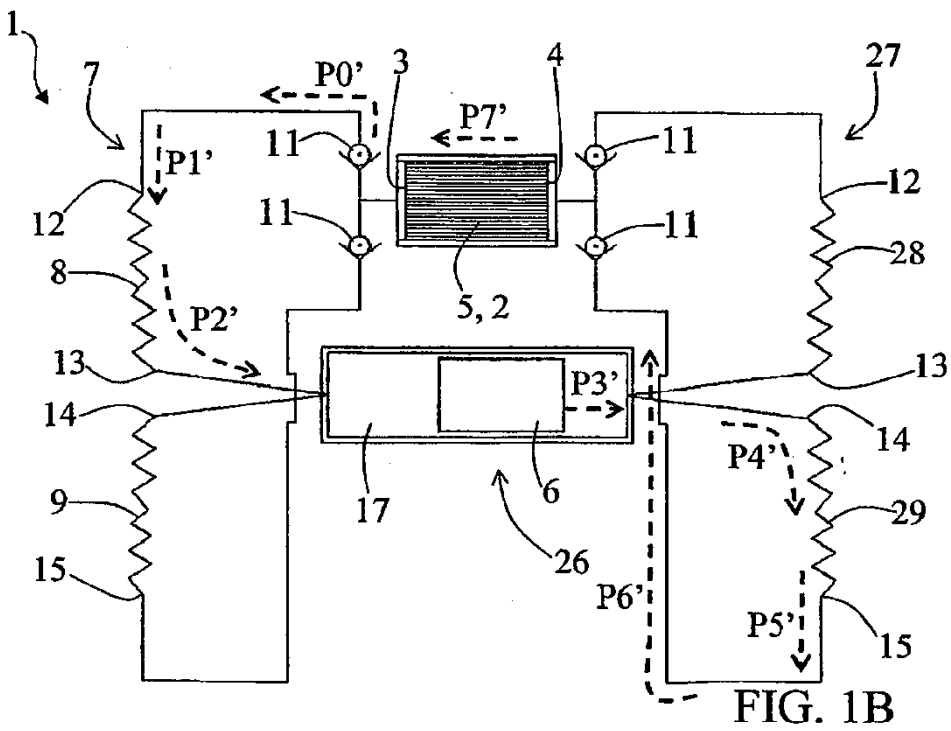
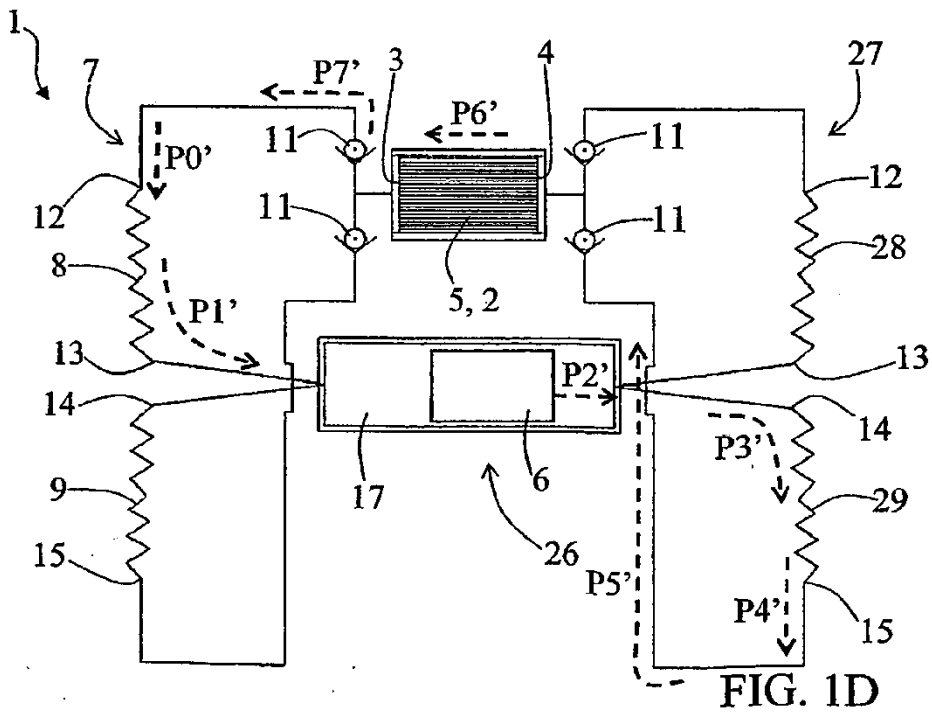
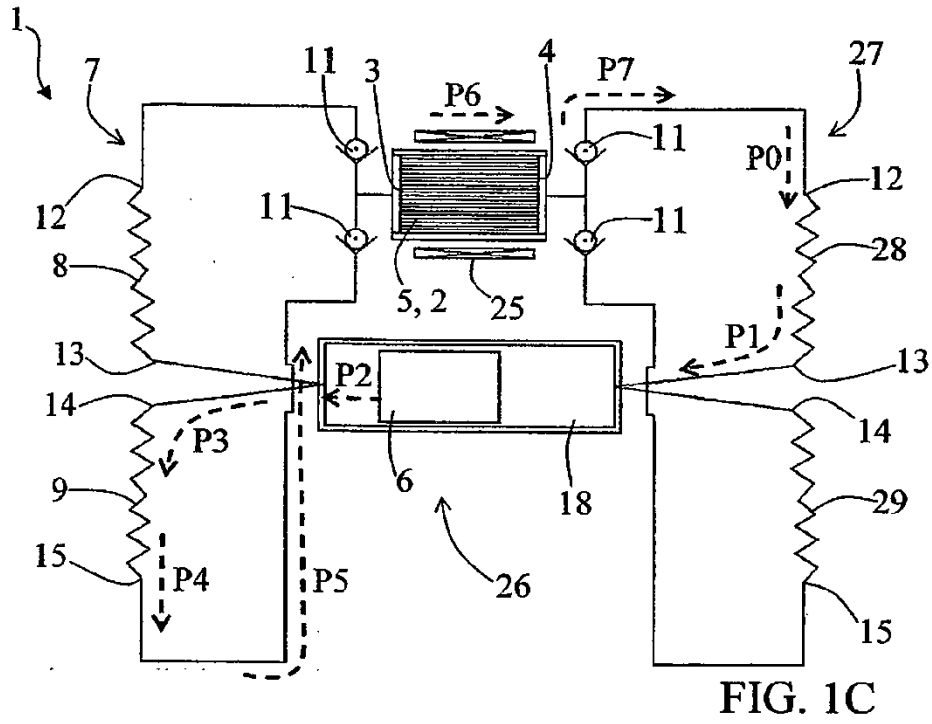


FIG. 1B



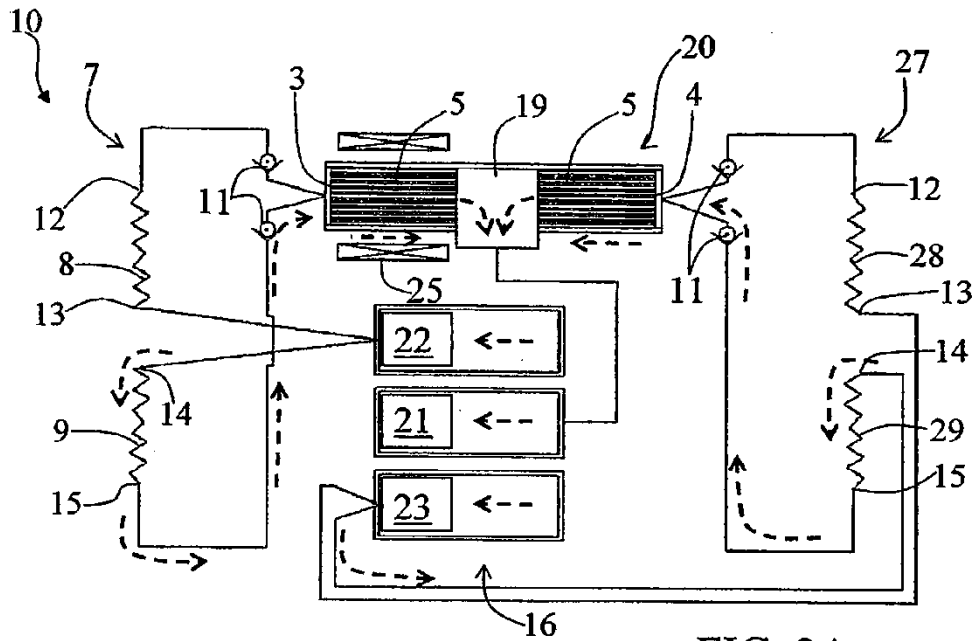


FIG. 2A

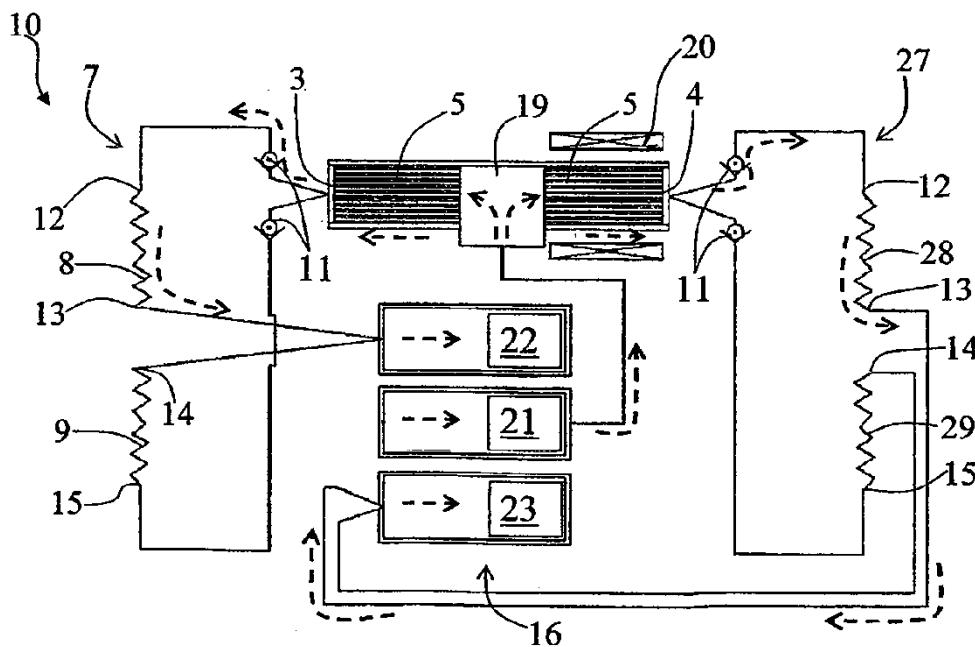


FIG. 2B