

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 834**

51 Int. Cl.:

H01L 37/04 (2006.01)

F25B 21/00 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2009 E 09755929 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2013 EP 2361442**

54 Título: **Generador térmico magnetocalórico**

30 Prioridad:

24.10.2008 FR 0805901

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

29.05.2013

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 2 404 834 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.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador térmico que comprende por lo menos un módulo térmico que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos adyacentes dispuestos para ser atravesados por un fluido caloportador, una cámara común de distribución asociada a un medio de circulación del fluido caloportador que conecta fluidicamente entre sí dichos elementos magnetocalóricos adyacentes y dos cámaras extremas asociadas asimismo a un medio de circulación y conectadas fluidicamente respectivamente con el elemento magnetocalórico situado en los extremos de dicho módulo térmico, denominados extremo caliente y extremo frío, y una disposición magnética destinada a someter cada elemento magnetocalórico a un campo magnético variable, creando alternativamente, en cada elemento magnetocalórico, un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, estando la circulación del fluido caloportador a través de dichos elementos magnetocalóricos realizada por los medios de circulación en sincronización con la variación del campo magnético.

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 sostenible. Se conocen asimismo sus límites en cuanto a su potencia térmica útil y a su rendimiento. Desde entonces, las investigaciones realizadas en este campo tienden todas ellas a mejorar las prestaciones de dicho generador, actuando sobre los diferentes parámetros, tales como la potencia de magnetización, 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.

La elección de los materiales magnetocalóricos es determinante e influye directamente en las prestaciones de un generador térmico magnetocalórico. Para aumentar estas prestaciones, una solución consiste en asociar varios materiales magnetocalóricos que presentan temperaturas de Curie diferentes con vistas a aumentar el gradiente de temperatura entre los extremos de este ensamblaje.

Se conocen así unos generadores térmicos que comprenden por lo menos un módulo térmico M tal como el representado en las figuras 1A y 1B y que comprenden unos materiales magnetocalóricos MC dispuestos lado con lado y alineados, y unos medios de circulación del fluido caloportador, tales como unos pistones P, destinados a arrastrar el fluido caloportador según un movimiento de vaivén a través del conjunto de los materiales magnetocalóricos MC a uno y otro lado de estos últimos, entre el lado frío F y el lado caliente C del ensamblaje de materiales magnetocalóricos MC, y en sincronización con la variación de un campo magnético. Como está representado en las figuras 1A y 1B, estos pistones P están dispuestos a uno y otro lado del ensamblaje de materiales magnetocalóricos MC y se desplazan alternativamente en un sentido y después en el otro, representando las figuras 1A y 1B los pistones en sus dos posiciones extremas.

Se desprende de las figuras 1A y 1B que el fluido se desplaza o bien en un sentido, en dirección al extremo caliente C (el sentido de desplazamiento del fluido caloportador está representado por las flechas en trazos de puntos, véase la figura 1A) cuando los materiales magnetocalóricos experimentan un ciclo de calentamiento, o bien en el otro sentido, en dirección al extremo frío F (el sentido de desplazamiento del fluido caloportador está representado por las flechas en trazos continuos, véase la figura 1B) cuando los materiales magnetocalóricos experimentan un ciclo de enfriamiento.

Este módulo térmico M adolece de un inconveniente debido al hecho de que para alcanzar un gradiente de temperatura, es necesario hacer circular un fluido caloportador a través del conjunto de los materiales. La utilización de varios elementos magnetocalóricos MC provoca un aumento de la longitud de material a atravesar por dicho fluido caloportador. Así, para no disminuir el número de ciclos (estando un ciclo definido por un calentamiento y un enfriamiento del elemento magnetocalórico), es necesario aumentar la velocidad del fluido caloportador. Ahora bien, el aumento de velocidad tiene por efecto un aumento de la presión, lo cual agrava las pérdidas de carga y disminuye la eficacia del intercambio térmico entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos, lo cual provoca una reducción del rendimiento térmico del generador magnetocalórico.

Se conoce asimismo que para aumentar la potencia térmica de un generador magnetocalórico, una posibilidad consiste en aumentar el número de ciclos. Ahora bien, esto tiene por efecto un aumento de la velocidad, y provoca los inconvenientes citados anteriormente.

Un generador que comprende un módulo térmico M tal como se ilustra en las figuras 1A y 1B necesita una duración de funcionamiento previo no despreciable para alcanzar un gradiente de temperatura explotable entre los dos extremos debido a la multiplicidad de los materiales utilizados.

65

Exposición de la invención

La presente invención pretende evitar estos inconvenientes proponiendo un generador térmico magnetocalórico fácil de utilizar y cuyo rendimiento térmico está mejorado con respecto a los generadores conocidos, y esto con una misma cantidad o longitud de material magnetocalórico.

Con este objetivo, la invención se refiere a un generador térmico del género indicado en el preámbulo, caracterizado porque dicho medio de circulación asociado a dicha cámara común de distribución desplaza el fluido caloportador simultáneamente a través de los dos elementos magnetocalóricos adyacentes, en sentidos de circulación diferentes.

Preferentemente, la disposición magnética puede mantener sometidos constantemente dichos elementos magnetocalóricos adyacentes en dos ciclos diferentes y dicho medio de circulación asociado a dicha cámara común puede desplazar el fluido caloportador de manera simultánea, a través del elemento magnetocalórico que experimenta un ciclo de calentamiento, en dirección al extremo caliente y a través del elemento magnetocalórico que experimenta un ciclo de enfriamiento, en dirección al extremo frío de dicho módulo térmico.

Dicho módulo térmico puede comprender además por lo menos tres elementos magnetocalóricos, dicho medio de circulación asociado a dicha cámara común puede desplazar el fluido caloportador alternativamente en dirección a los dos elementos magnetocalóricos adyacentes y después en la dirección opuesta, a la salida de dichos módulos térmicos adyacentes, y a la inversa, dos medios de circulación de dos cámaras comunes consecutivas pueden desplazar constantemente el fluido caloportador en dos direcciones opuestas, y los medios de circulación asociados a dichas cámaras extremas pueden desplazar el fluido caloportador en la dirección opuesta a la de la cámara común que le es adyacente.

Preferentemente, el generador térmico puede comprender un número par de elementos magnetocalóricos. De esta manera, en cualquier momento, cada módulo térmico comprende tantos elementos magnetocalóricos en ciclo de calentamiento como elementos magnetocalóricos en ciclo de enfriamiento.

Para aumentar el intervalo de temperatura de funcionamiento del generador (por ejemplo, entre -25°C y $+65^{\circ}\text{C}$), dichos elementos magnetocalóricos pueden comprender cada uno una temperatura de Curie diferente y estar dispuestos de manera adyacente según su temperatura de Curie creciente en dirección al extremo caliente de dicho módulo térmico.

En esta configuración, dichos elementos magnetocalóricos pueden comprender asimismo cada uno varios materiales magnetocalóricos dispuestos según una temperatura de Curie creciente en dirección al extremo caliente de dicho módulo térmico.

De manera característica, el volumen de fluido caloportador desplazado por un medio de circulación asociado a una cámara extrema puede corresponder a la mitad del volumen de fluido caloportador desplazado por un medio de circulación asociado a una cámara común.

Preferentemente, los medios de circulación pueden ser unos pistones integrados en las cámaras comunes y las cámaras extremas y cuyo único extremo actúa sobre el fluido caloportador. Por extremo, se debe comprender la cara o cabeza de trabajo del pistón que está en contacto con el fluido caloportador. Evidentemente, se puede prever cualquier otra forma de medio de circulación.

En una primera forma de realización, dicho módulo térmico puede presentar una estructura lineal en la que están alineados los elementos magnetocalóricos y la maniobra de dichos pistones se puede realizar mediante una leva de mando correspondiente montada sobre un árbol en rotación sobre sí mismo.

En esta configuración, dicho generador térmico puede estar constituido por cuatro módulos térmicos, dicha leva de control puede comprender unos lóbulos desplazados unos de otros en un ángulo de 90° y dichos módulos térmicos pueden estar dispuestos radialmente con respecto a dicho árbol, de tal manera que cada lóbulo acciona un pistón de cada uno de dichos cuatro módulos térmicos.

En una segunda forma de realización, dicho módulo térmico puede presentar una estructura lineal en la que los elementos magnetocalóricos están alineados y se puede realizar la maniobra de los pistones mediante un carro de maniobra que se desplaza según un movimiento de traslación de vaivén a lo largo de dicho módulo térmico y que comprende una ranura de guiado en la que están guiados unos elementos de conexión correspondientes de cada pistón.

La ranura de guiado puede tener una forma de dientes de sierra y los pistones pueden estar dispuestos sustancialmente a nivel del carro de maniobra.

Además, dicho generador térmico puede comprender varios módulos térmicos dispuestos unos por encima de otros según una estructura escalonada.

La invención prevé también que dicho generador térmico pueda comprender por lo menos dos módulos térmicos y que, por una parte, las cámaras de extremo caliente se puedan comunicar fluidicamente entre ellas y que, por otra parte, las cámaras de extremo frío se puedan comunicar fluidicamente entre ellas.

5 Además, el generador térmico según la invención puede comprender por lo menos dos módulos térmicos que comprenden el mismo número de elementos magnetocalóricos y las cámaras comunes de dichos módulos térmicos se pueden comunicar fluidicamente entre ellas de dos en dos.

10 Breve descripción de los dibujos

La presente invención y sus ventajas se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de un modo de realización dado a título de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 15
- las figuras 1A y 1B son unas vistas esquemáticas de un módulo térmico de la técnica anterior,
 - las figuras 2A y 2B son unas vistas esquemáticas de un módulo térmico constituido por cuatro elementos magnetocalóricos respectivamente en dos estados diferentes y que ilustran el desplazamiento del fluido caloportador a través de estos últimos.

20

 - la figura 3 es una vista en perspectiva de un primer modo de realización del generador térmico según la invención,

25

 - la figura 4 es una vista en alzado y en transparencia del detalle A de la figura 3, y
 - la figura 5 es una vista en perspectiva de un segundo modo de realización del generador térmico según la invención.

30 Ilustraciones de la invención

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

35 El generador térmico 1 representado en las figuras 3 y 4 está realizado según un primer modo de realización de la invención. Comprende dos módulos térmicos 1' que comprenden cada uno de ellos unos elementos magnetocalóricos 2 alineados. Una cámara común 3 que comprende un pistón 4 que forma un medio de circulación forzada del fluido caloportador está dispuesta cada vez entre dos elementos magnetocalóricos 2 adyacentes. Además, dicho módulo térmico 1' comprende asimismo dos cámaras extremas 5 y 6 dispuestas en los extremos caliente 9 y frío 11 de dicho módulo térmico 1' y comprendiendo asimismo cada uno de ellos un pistón 7 que forma un medio de circulación.

40

Cada elemento magnetocalórico 2 es apto para ser atravesado por un fluido caloportador arrastrado por los pistones 4, 7 y está sometido a una variación de campo magnético por medio de una disposición magnética (no representada) que genera unos ciclos de calentamiento y de enfriamiento alternos. El desplazamiento de los pistones 4, 7 está sincronizado con la variación del campo magnético de tal manera que el fluido caloportador se desplaza en dirección al extremo caliente 9 a través de cada elemento magnetocalórico 2 que experimenta un ciclo de calentamiento (flechas de puntos) y en dirección al extremo frío 11 a través de cada elemento magnetocalórico 2 que experimenta un ciclo de enfriamiento (flechas de trazo continuo). Este desplazamiento es posible gracias a la disposición de los pistones 4, 7 en las cámaras comunes 3 y las cámaras extremas 5, 6, y a la distribución específica de fluido caloportador que fluye de las mismas. En efecto, los pistones 4 en las cámaras comunes 3 distribuyen cada una el fluido caloportador en dos elementos magnetocalóricos 2 adyacentes. En las figuras 3 y 4, los pistones 4, 7 son perpendiculares a la alineación de los elementos magnetocalóricos 2, de tal manera que sólo un extremo de dichos pistones 4, 7 asegure el desplazamiento del fluido caloportador. Evidentemente, se puede contemplar otra configuración, con la condición de que un solo extremo de un pistón 4 en una cámara común 3 esté en contacto con el fluido caloportador y asegure su desplazamiento en dos elementos magnetocalóricos 2.

45

50

55

El desplazamiento del fluido caloportador descrito anteriormente permite crear un gradiente de temperatura entre los extremos caliente 9 y frío 11 del módulo térmico y mantener este gradiente cuando hay extracción o intercambio de energía térmica con una aplicación o un circuito exterior. El generador térmico según la invención está destinado en efecto a intercambiar energía térmica con uno o varios circuitos exteriores de utilización (calefacción, climatización, atemperado, etc.), estando conectado a los mismo por medio de por lo menos una cámara extrema 5, 6 eventualmente por medio de un intercambiador de calor.

60

Además, y esto es aplicable en los dos modos de realización ilustrados, el arrastre del fluido caloportador desde las cámaras comunes 3 a través de dos elementos magnetocalóricos 2 adyacentes y, simultáneamente en una dirección de flujo diferente en cada uno de estos dos elementos magnetocalóricos 2, presenta numerosas ventajas con

65

respecto a los generadores conocidos en los que el fluido circula simultáneamente a través de todos los elementos magnetocalóricos MC en una primera dirección, del primer elemento magnetocalórico al último elemento magnetocalórico, y después a través de los mismos elementos magnetocalóricos MC, pero en la dirección inversa a la primera (véanse las figuras 1A y 1B).

5 Una primera ventaja se desprende de las figuras 2A y 2B y reside en el hecho de que las pérdidas de carga están repartidas y son reducidas, atravesando el fluido caloportador arrastrado por un pistón 7 únicamente un elemento magnetocalórico 2 a la vez y atravesando el fluido caloportador arrastrado por un pistón 4 únicamente dos a la vez, y constituyendo no todos los elementos magnetocalóricos 2 un módulo térmico 1', 10'. Con este fin, haciendo referencia a las figuras 2A y 2B, las flechas dibujadas bajo los elementos magnetocalóricos 2 ilustran el sentido de desplazamiento del fluido caloportador, correspondiendo las flechas de puntos a un desplazamiento hacia el extremo caliente 9 e ilustrando las flechas de trazo continuo un desplazamiento hacia el extremo frío 11.

15 Una segunda ventaja aparece cuando se compara el sistema conocido representado en las figuras 1A y 1B con el de la invención, en las que se está en presencia de una misma longitud de material magnetocalórico. Se constata que para la misma velocidad del fluido caloportador que atraviesa los elementos magnetocalóricos MC, 2, la frecuencia de ciclos se multiplica por cuatro en el generador térmico 1, 10 de la invención. Resulta de ello que la potencia térmica de dicho generador térmico 10 aumenta asimismo en la misma proporción.

20 A título de ejemplo ilustrativo, para una velocidad de fluido caloportador de 100 mm/s y una longitud de 100 milímetros por elemento magnetocalórico:

- 25 - para atravesar todos los elementos magnetocalóricos MC del sistema conocido representado en las figuras 1A y 1B, el tiempo necesario es de $(4 \times 100) \div 100 = 4$ segundos, lo cual equivale a una frecuencia de 0,25 hertzios,
- mientras que para atravesar todos los elementos magnetocalóricos 2 del generador térmico 1, 10 según la invención, el tiempo necesario es de $(1 \times 100) \div 100 = 1$ segundo, lo cual equivale a una frecuencia de 1 hertzio.

30 Asimismo, y siempre comparando el generador térmico 1, 10 según la invención con el sistema conocido, se constata que para una misma frecuencia de ciclos (desmagnetización y magnetización), la velocidad de desplazamiento del fluido caloportador se divide por cuatro en el generador térmico 1, 10 según la invención. Esto tiene por efecto que en este último, las pérdidas de cargas se reducen, lo cual equivale a un aumento del tiempo de intercambio y, por tanto, de la potencia térmica de este intercambio.

35 A título de ejemplo ilustrativo, para una frecuencia de 0,5 hertzios correspondiente a un ciclo de calentamiento (o de magnetización) de un segundo y a un ciclo de enfriamiento (o desmagnetización) de un segundo y una longitud de 100 milímetros por elemento magnetocalórico:

- 40 - para atravesar todos los elementos magnetocalóricos MC del sistema conocido representado en las figuras 1A y 1B durante un segundo, es necesario que la velocidad del fluido caloportador sea de $(4 \times 0,100) \div 1 = 0,4$ m/s,
- 45 - mientras que para atravesar todos los elementos magnetocalóricos 2 del generador térmico 1, 10 según la invención, la velocidad del fluido caloportador arrastrado a nivel de cada cámara común 3 es de $(1 \times 0,100) \div 1 = 0,1$ m/s.

50 Los elementos magnetocalóricos 2 no están representados en la figura 3 por motivos de simplificación. Estos elementos magnetocalóricos comprenden unos pasos de fluido desembocantes que pueden estar constituidos por los poros de un material poroso, unos mini o microcanales mecanizados en un bloque macizo u obtenidos por un ensamblaje de placas ranuradas superpuestas, por ejemplo.

55 Preferentemente para aumentar el gradiente de temperatura entre los extremos caliente 9 y frío 11, dichos elementos magnetocalóricos 2 están dispuestos unos con respecto a otros según su temperatura de Curie creciente, estando el elemento magnetocalórico 2 que comprende la temperatura de Curie más elevada dispuesto a nivel del extremo caliente 9 del módulo térmico 1' en cuestión.

60 Además, cada elemento magnetocalórico 2 puede estar realizado por un ensamblaje de varios materiales magnetocalóricos diferentes dispuestos asimismo según su temperatura de Curie creciente.

65 Como se desprende de la figura 3, los pistones 4 integrados en las cámaras comunes 3 son maniobrados por unas levas de mando 13 montadas sobre un árbol 14 en rotación, comprendiendo dichas levas unos lóbulos 15 desplazados unos con respecto a otros en un ángulo de 90°. Según el ángulo de rotación del árbol 14, los lóbulos 15 empujan o no el vástago de los pistones 4, 7 correspondientes, lo cual determina el sentido de desplazamiento de cada pistón 4, 7.

La figura 4 ilustra las posiciones extremas que pueden adoptar los pistones 4, 7. Los pistones 7 y 4 dispuestos respectivamente en la cámara extrema 5 a nivel del extremo frío 11 del elemento 1' y en una cámara común 3 (a la derecha en la figura 4) están en su posición de retirada, permitiendo que el fluido caloportador llene la cámara en la que están integrados. El pistón central 4 está a su vez en una posición de empuje del fluido contenido en la cámara común 3 correspondiente en dirección a los dos elementos magnetocalóricos 2 adyacentes a dicha cámara común 3, en dos sentidos opuestos. El fluido caloportador se desplaza según las flechas curvas dibujadas en esta figura 4.

Se desprende claramente de esta figura que el volumen de fluido caloportador desplazado por el pistón 7 asociado a la cámara extrema 5 corresponde a la mitad del volumen de fluido caloportador desplazado por el pistón 4 en la cámara común 3 adyacente.

Además, en particular, cuando un número par de elementos magnetocalóricos 2 están integrados en un módulo térmico, las cámaras comunes 3 forman unos baños intermedios que permiten promediar la temperatura del fluido caloportador y reducir así el tiempo de obtención del gradiente de temperatura entre los extremos caliente 9 y frío 11 de cada módulo térmico 1, 10'.

El generador térmico 1 de las figuras 3 y 4 comprende dos módulos térmicos 1'. Sin embargo, este número no es limitativo, puede ser inferior o superior según el volumen disponible y la potencia térmica necesaria. En efecto, este generador 2 podría comprender asimismo cuatro módulos térmicos 1' dispuestos en estrella alrededor del árbol 14 y, por tanto, los pistones 4, 7 son accionados por las levas 13.

El generador térmico 10 representado en la figura 5 se distingue del anterior por la maniobra de los pistones 4, 7. Está realizada mediante un carro de maniobra 16 que se desplaza según un movimiento de vaivén según la flecha F a lo largo del módulo térmico 10' en cuestión. Este carro de maniobra 16 comprende una ranura de guiado 17 en forma de dientes de sierra en la que se desplazan unos elementos de unión 18 conectados a los pistones 4, 7.

Aunque el generador térmico 10 representado en la figura 5 comprende dos módulos térmicos 10' superpuestos, un generador térmico 10 según la invención no está limitado a este número de módulos térmicos 10', ni a su disposición de manera superpuesta.

Además, aunque esto no está representado en las figuras adjuntas, se puede prever en un generador térmico según la invención que comprende varios módulos térmicos que, por una parte, las cámaras del extremo caliente 5 comuniquen fluidicamente entre ellas y que, por otra parte, las cámaras del extremo frío 6 comuniquen también fluidicamente entre ellas. Se puede prever en particular que dichas cámaras del extremo caliente 5 se confundan y formen solamente una única y misma cámara. Esto es también para las cámaras del extremo frío 6.

Una configuración de este tipo permite unir térmicamente entre ellos los diferentes módulos térmicos y puede facilitar en particular el intercambio térmico con una aplicación exterior. Permite asimismo adicionar o acumular las potencias térmicas de los diferentes módulos térmicos.

En una variante suplementaria, es posible prever que las cámaras comunes 3 de los diferentes módulos térmicos de un generador térmico según la invención comuniquen fluidicamente entre ellas de dos en dos. Para ello, los módulos térmicos deben comprender el mismo número de elementos magnetocalóricos 2.

La ventaja de dicha configuración reside en el hecho de que las temperaturas de las cámaras comunes 3 son alisadas o promediadas para obtener una regularidad de funcionamiento del generador térmico.

Aplicabilidad industrial

Se desprende claramente de esta descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber, proponer un generador térmico 1, 10 de construcción simple y de eficacia mejorada.

Dicho generador térmico 1, 10 puede encontrar una aplicación tanto industrial como doméstica en el campo de la calefacción, la climatización, el atemperado, la refrigeración u otros, y esto a costes competitivos y con un pequeño volumen.

Además, todas las piezas que componen este generador térmico 1, 10 pueden estar realizadas según unos procesos industriales reproducibles.

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 permaneciendo al mismo tiempo dentro del ámbito de la protección definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Generador térmico (1, 10), que comprende por lo menos un módulo térmico (1', 10') que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos (2) adyacentes dispuestos para ser atravesados por un fluido caloportador, una cámara común (3) de distribución asociada a un medio de circulación (4) del fluido caloportador que conecta fluidicamente entre ellos dichos elementos magnetocalóricos (2) adyacentes y dos cámaras extremas (5, 6) asociadas asimismo a un medio de circulación (7) que están unidas de manera fluidica respectivamente con el elemento magnetocalórico (2) situado en los extremos de dicho módulo térmico (1', 10'), denominados extremo caliente (9) y extremo frío (11), y una disposición magnética destinada a someter cada elemento magnetocalórico (2) a un campo magnético variable, creando alternativamente, en cada elemento magnetocalórico (2) un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, estando la circulación del fluido caloportador a través de dichos elementos magnetocalóricos (2) realizada por los medios de circulación (4, 7) en sincronización con la variación del campo magnético, estando dicho generador térmico (1, 10) caracterizado porque dicho medio de circulación (4) asociado a dicha cámara común (3) de distribución desplaza el fluido caloportador simultáneamente a través de los dos elementos magnetocalóricos (2) adyacentes, en sentidos de circulación diferentes.
2. Generador térmico según la reivindicación 1, caracterizado porque la disposición magnética mantiene sometidos constantemente dichos elementos magnetocalóricos (2) adyacentes a dos ciclos diferentes, y porque dicho medio de circulación (4) asociado a dicha cámara común (3) desplaza el fluido caloportador de manera simultánea, a través del elemento magnetocalórico (2) que experimenta un ciclo de calentamiento, en dirección al extremo caliente (9) y, a través del elemento magnetocalórico (2) que experimenta un ciclo de enfriamiento, en dirección al extremo frío (11) de dicho módulo térmico (1', 10').
3. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho módulo térmico (1', 10') comprende por lo menos tres elementos magnetocalóricos (2), porque dicho medio de circulación (4) asociado a dicha cámara común (3) desplaza el fluido caloportador alternativamente en dirección a los dos elementos magnetocalóricos (2) adyacentes y después en la dirección opuesta, a la salida de dichos módulos térmicos (2) adyacentes, y a la inversa, porque dos medios de circulación (4) de dos cámaras comunes (3) consecutivas desplazan constantemente el fluido caloportador en dos direcciones opuestas, y porque los medios de circulación (7) asociados a dichas cámaras extremas (5, 6) desplazan el fluido caloportador en la dirección opuesta a la de la cámara común (3) que les es adyacente.
4. Generador térmico según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende un número par de elementos magnetocalóricos (2).
5. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos elementos magnetocalóricos (2) comprenden cada uno una temperatura de Curie diferente y están dispuestos de manera adyacente según su temperatura de Curie creciente en dirección al extremo caliente (9) de dicho módulo térmico.
6. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado porque dichos elementos magnetocalóricos (2) comprenden cada uno varios materiales magnetocalóricos dispuestos según una temperatura de Curie creciente en dirección al extremo caliente (9) de dicho módulo térmico.
7. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el volumen de fluido caloportador desplazado por un medio de circulación (7) asociado a una cámara extrema (5, 6) corresponde a la mitad del volumen de fluido caloportador desplazado por un medio de circulación (4) asociado a una cámara común (3).
8. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios de circulación (4, 7) son unos pistones integrados en las cámaras comunes (3) y las cámaras extremas (5, 6), y de los cuales un solo extremo (12) actúa sobre el fluido caloportador.
9. Generador térmico según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho módulo térmico (1') presenta una estructura lineal en la que los elementos magnetocalóricos (2) están alineados, y porque la maniobra de dichos pistones (4, 7) se realiza mediante una leva de mando (13) correspondiente montada sobre un árbol (14) en rotación sobre sí mismo.
10. Generador térmico según la reivindicación 9, caracterizado porque está constituido por cuatro módulos térmicos (1'), porque dicha leva de mando (13) comprende unos lóbulos (15) desplazados unos de otros en un ángulo de 90°, y porque dichos módulos térmicos (1') están dispuestos radialmente alrededor de dicho árbol (14) de tal manera que cada lóbulo (15) acciona un pistón (4, 7) de cada uno de dichos cuatro módulos térmicos (1').
11. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque dicho módulo térmico (10') presenta una estructura lineal en la que los elementos magnetocalóricos (2) están alineados, y porque la maniobra de los pistones (4, 7) se realiza mediante un carro de maniobra (16) que se desplaza según un movimiento de traslación de vaivén a lo largo de dicho módulo térmico (10') y que comprende una ranura de guiado (17) en la

ES 2 404 834 T3

que están guiados unos elementos de conexión (18) correspondientes de cada pistón (4, 7).

12. Generador térmico según la reivindicación 11, caracterizado porque la ranura de guiado (15) tiene una forma en dientes de sierra y porque los pistones (4, 7) están dispuestos sustancialmente a nivel del carro de maniobra (16).

5 13. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, caracterizado porque comprende varios módulos térmicos (10') dispuestos unos por encima de otros según una estructura escalonada.

10 14. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende por lo menos dos módulos térmicos (1', 10'), y porque, por una parte, las cámaras de extremo caliente (5) comunican fluidicamente entre ellas y porque, por otra parte, las cámaras de extremo frío (6) comunican fluidicamente entre ellas.

15 15. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende por lo menos dos módulos térmicos (1', 10') que presentan el mismo número de elementos magnetocalóricos (2), y porque las cámaras comunes (3) de dichos módulos térmicos (1', 10') comunican fluidicamente entre ellas de dos en dos.

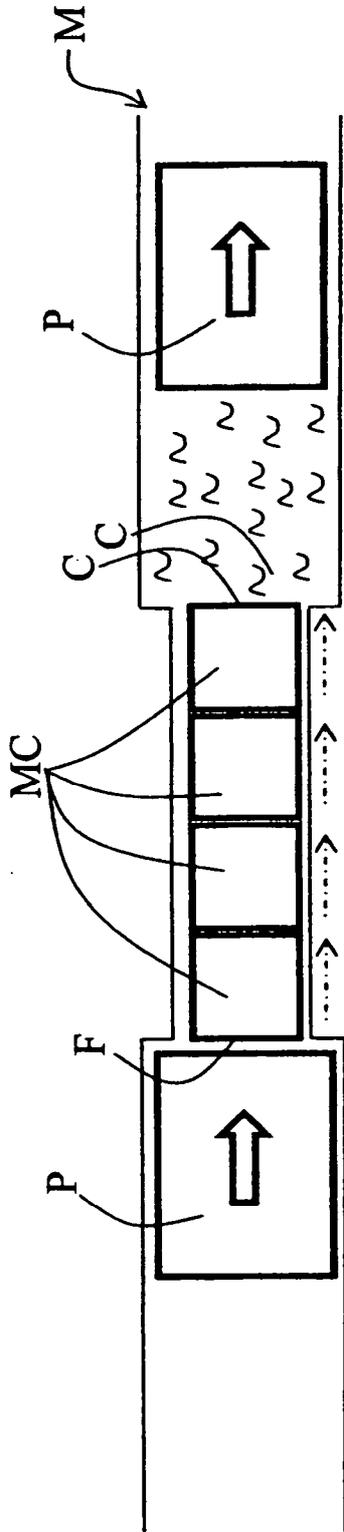


FIG. 1A

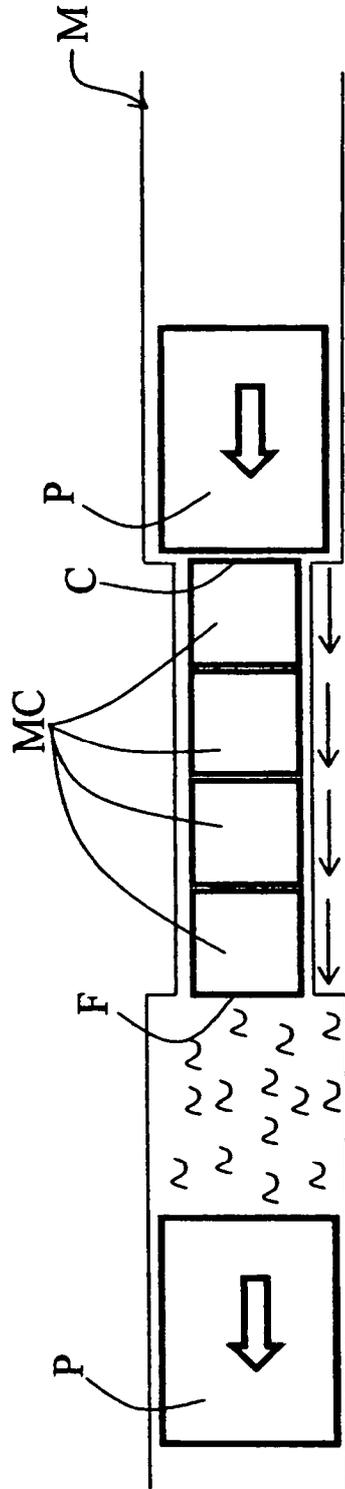
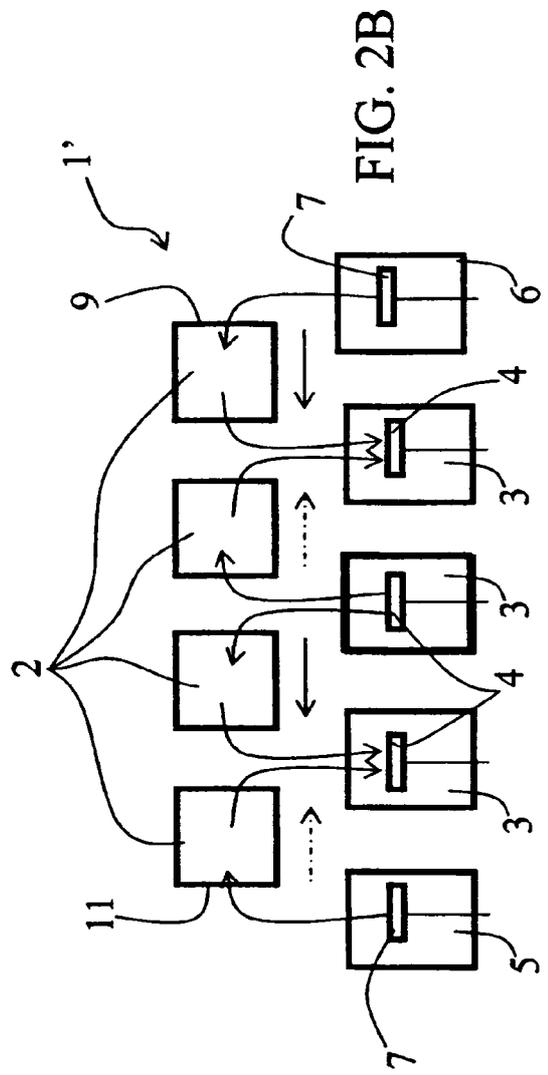
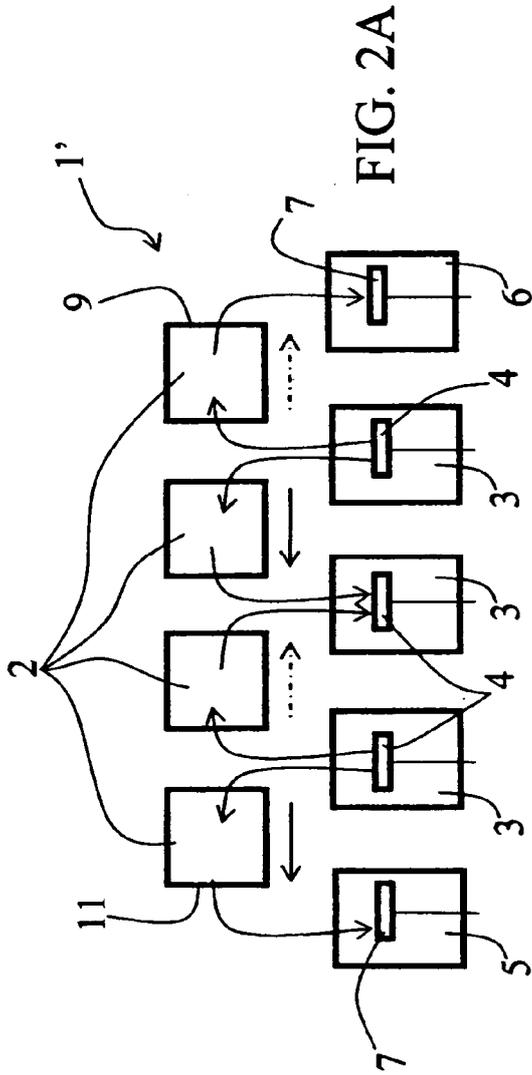


FIG. 1B



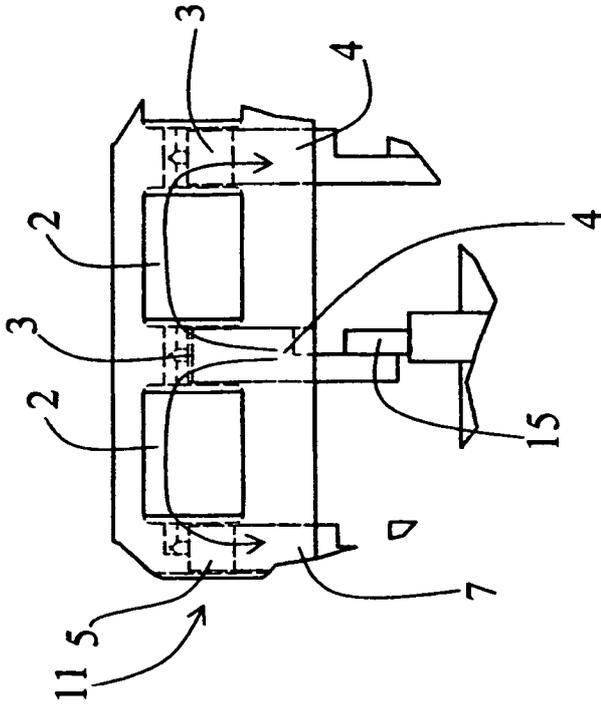


FIG. 4

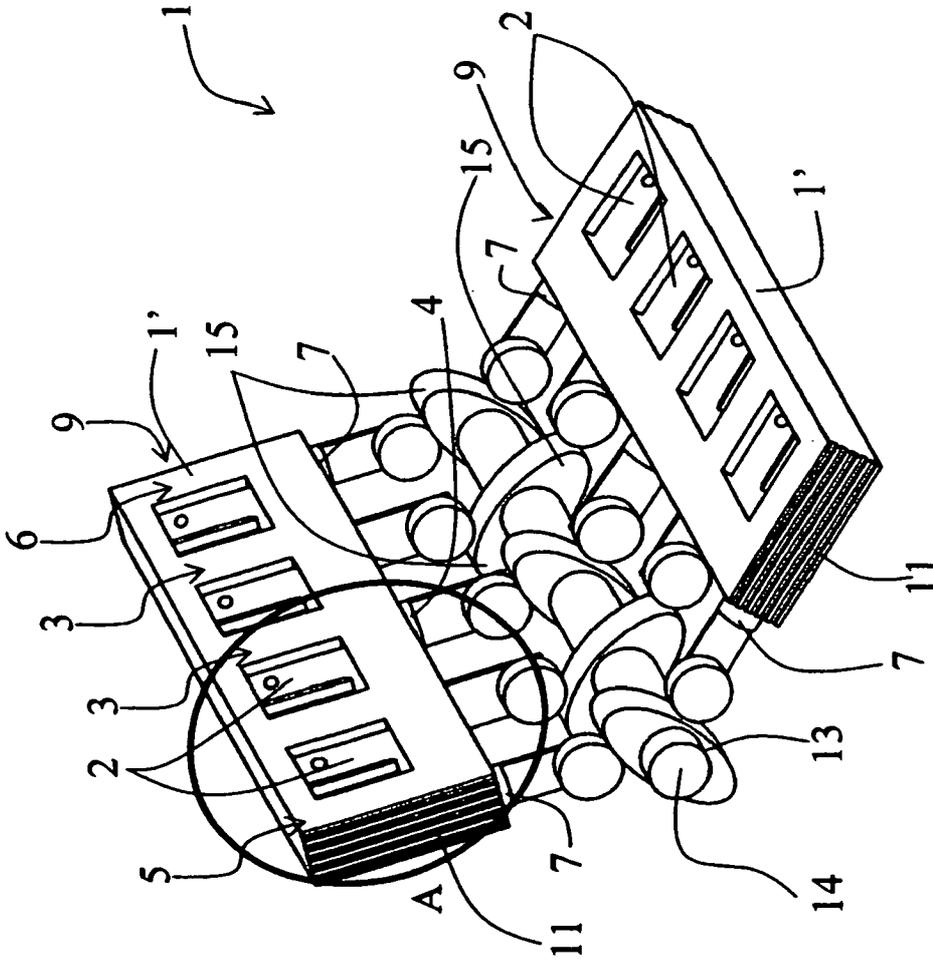


FIG. 3

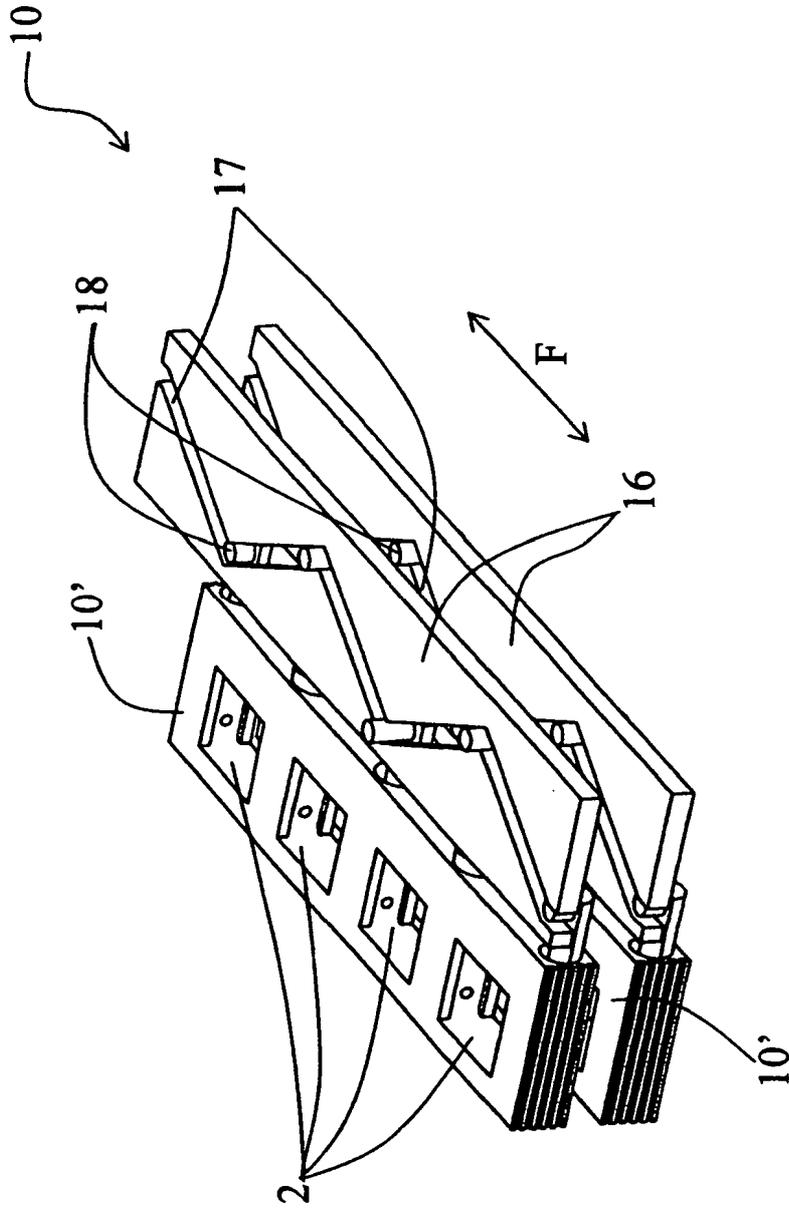


FIG. 5