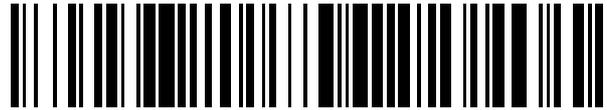


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 795**

51 Int. Cl.:

**F25B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2011 E 11755368 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2603747**

54 Título: **Generador térmico con material magnetocalórico**

30 Prioridad:

**09.08.2010 US 852671**  
**09.08.2010 FR 1056506**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.05.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 536 795 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 con material magnetocalórico.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador térmico con por lo menos un módulo térmico que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos.

10 **Técnica anterior**

La tecnología del frío magnético a temperatura ambiente se conoce 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 también sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento. Desde entonces, las investigaciones realizadas en este ámbito tienden todas a mejorar las prestaciones de dicho generador, actuando sobre los diferentes parámetros, tales como la potencia de imantación, las prestaciones de los materiales magnetocalóricos, la superficie de intercambio entre el fluido caloportador y los materiales 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. El efecto magnetocalórico alcanza su máximo cerca de la temperatura de Curie de los materiales magnetocalóricos. Se conoce, para hacer funcionar un generador térmico magnetocalórico en un amplio intervalo de temperaturas, asociar varios materiales magnetocalóricos que presentan unas temperaturas de Curie diferentes.

Así, numerosos generadores térmicos magnetocalóricos hacen uso del efecto magnetocalórico de varios elementos magnetocalóricos haciendo circular un fluido caloportador a lo largo o a través de dichos materiales magnetocalóricos, en dos sentidos opuestos, en función de las fases de incremento del campo magnético y de las fases de disminución del campo magnético a los que están sometidos los materiales magnetocalóricos. Durante la puesta en marcha de un generador térmico de este tipo, la circulación del fluido permite obtener un gradiente de temperatura entre los extremos opuestos del material magnetocalórico. La obtención de este gradiente de temperatura depende de diferentes factores tales como la temperatura inicial, el caudal del fluido caloportador, la intensidad del efecto magnetocalórico, la temperatura de Curie y la longitud de los materiales magnetocalóricos. Cuanto más próximas estén la temperatura inicial y la temperatura de Curie del material magnetocalórico, más rápidamente se alcanzará un gradiente de temperatura a partir de la cual el generador es funcional y puede producir o intercambiar energía térmica con un circuito exterior. Ahora bien, la temperatura inicial del fluido caloportador y de los materiales magnetocalóricos no está controlada y es igual a la temperatura exterior del generador. Puede, por ejemplo, inscribirse en un intervalo muy amplio de temperaturas, por ejemplo entre  $-20$  y  $+60^{\circ}\text{C}$ . Lo que implica que el alcance del gradiente de temperatura, es decir la fase operacional de un generador térmico magnetocalórico, puede ser prolongado.

Además, el hecho de trabajar en un amplio intervalo de temperatura implica que el sistema magnético, que está generalmente constituido por un ensamblaje de imanes permanentes, sufre una importante variación de temperatura. En efecto, los materiales magnetocalóricos están generalmente dispuestos en el entrehierro del sistema magnético y conllevan por lo tanto, por convección térmica, un cambio de temperatura a nivel del sistema magnético. Las figuras 1A y 1B ilustran para ello un generador térmico que comprende un sistema magnético constituido por dos imanes M1 y M2 que forman un entrehierro G en el que se desplazan dos materiales magnetocalóricos MC1 y MC2. Casi todo el volumen del entrehierro es llenado alternativamente por un material magnetocalórico MC1 o MC2. Cuando uno de dichos materiales magnetocalóricos MC1 y MC2 se encuentra en el entrehierro, existe una separación mínima entre los imanes M1, M2 y dicho material magnetocalórico MC1, MC2, con el fin de aumentar la potencia térmica. El primer material magnetocalórico MC1 presenta una temperatura de Curie de  $0^{\circ}\text{C}$  y una zona de funcionamiento o de transición que va de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+10^{\circ}\text{C}$  y el segundo material magnetocalórico MC2 presenta una temperatura de Curie de  $20^{\circ}\text{C}$  y una zona de funcionamiento o de transición que va de  $+10^{\circ}\text{C}$  a  $+30^{\circ}\text{C}$ . La figura 1A representa una primera fase del ciclo en la que el primer material magnetocalórico MC1 está sometido a un campo magnético creciente y el segundo material magnetocalórico MC2 está sometido a un campo magnético decreciente, y la figura 1B representa la segunda fase del ciclo en la que el primer material magnetocalórico MC1 está sometido a un campo magnético decreciente y el segundo material magnetocalórico MC2 está sometido a un campo magnético creciente. La amplitud térmica sufrida por los imanes es de  $40^{\circ}\text{C}$  (de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+30^{\circ}\text{C}$ ). Los imanes, con su inercia térmica, tienen una incidencia perjudicial sobre el gradiente de temperatura en los materiales magnetocalóricos MC1 y MC2: realizan unos intercambios térmicos con dichos materiales magnetocalóricos MC1 y MC2, lo cual reduce el gradiente de temperatura de los materiales magnetocalóricos. Como resultado, el rendimiento de un generador térmico magnetocalórico, que está relacionado con este gradiente de temperatura, se reduce.

El documento JP-A-2004 317 040 describe un generador térmico según el preámbulo de la reivindicación 1.

65

**Exposición de la invención**

La invención tiene como objetivo paliar los inconvenientes antes citados proponiendo un generador térmico con una eficacia térmica mejorada.

- 5 Con este propósito, el generador térmico según la invención se caracteriza:
- por que comprende por lo menos dos conjuntos magnéticos, sometiendo cada conjunto magnético por lo menos un elemento magnetocalórico de dicho módulo térmico a una alternancia de fases magnéticas, y
  - 10 - por que comprende un medio para aislar los conjuntos magnéticos los unos de los otros que forma unas celdas térmicamente aisladas que comprenden un conjunto magnético y sus elementos magnetocalóricos asociados.

15 Preferentemente, dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos pueden presentar unas temperaturas de Curie diferentes y estar unidos fluídicamente entre sí por sus extremos o partes de extremo según su temperatura de Curie creciente. Dicho módulo térmico puede presentar un gradiente de temperatura que corresponde a la diferencia de temperatura entre el extremo frío o la parte de extremo frío del elemento magnetocalórico con la temperatura de Curie más baja y el extremo caliente o parte de extremo caliente del elemento magnetocalórico con la temperatura de Curie más elevada. Dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos pueden cubrir preferentemente el gradiente de temperatura del módulo térmico de manera que dos elementos magnetocalóricos unidos fluídicamente entre sí presenten una temperatura próxima, y dichos por lo menos dos elementos magnetocalóricos puedan también ser sometidos cada uno alternativamente a un aumento y a una disminución del campo magnético estando al mismo tiempo en contacto con un fluido caloportador cuya dirección de flujo cambia de un extremo o parte de extremo al otro extremo o parte de extremo de dichos elementos magnetocalóricos a cada cambio de fase magnética.

Los elementos magnetocalóricos están destinados a estar en contacto térmico con el fluido caloportador que circula desde su extremo frío hacia su extremo caliente durante una primera fase del ciclo magnético que corresponde a una fase en la que los materiales o elementos magnetocalóricos están sometidos a un aumento de su temperatura (para los elementos magnetocalóricos descritos, la fase de incremento del campo magnético) y de su extremo caliente hacia su extremo frío durante una segunda fase del ciclo magnético en la que los materiales o elementos magnetocalóricos están sometidos a una disminución de su temperatura (para los elementos magnetocalóricos descritos, la fase de disminución del campo magnético). Para los materiales que comprenden un efecto magnetocalórico inverso, un incremento del campo magnético conlleva una disminución de su temperatura y una disminución del campo magnético conlleva un aumento de su temperatura. El contacto térmico entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos puede ser realizado por un fluido caloportador que pasa a lo largo o a través de los materiales magnetocalóricos. Con este propósito, los elementos magnetocalóricos pueden estar constituidos por uno o varios materiales magnetocalóricos y pueden ser permeables al fluido caloportador. Pueden comprender asimismo unos pasos de circulación del fluido que se extienden entre los dos extremos de los materiales magnetocalóricos. Estos pasos pueden ser creados por la porosidad de los materiales magnetocalóricos, o por unos canales mecanizados u obtenidos por un conjunto de placas de material magnetocalórico.

Preferentemente, el fluido caloportador es un líquido. Para ello, es posible por ejemplo utilizar agua pura o adicionada con anticongelante, un producto glicolado o una salmuera.

Además, y según la invención, los extremos de los elementos magnetocalóricos que están unidos fluídicamente tienen unas temperaturas próximas, es decir que la diferencia de temperatura entre los dos extremos unidos es baja, y estos dos extremos tienen preferentemente la misma temperatura.

Una fase magnética corresponde a un incremento o a una disminución del campo magnético. Así, un ciclo magnético soportado por un elemento magnetocalórico corresponde a un incremento y a una disminución del campo magnético en dicho elemento magnetocalórico y conlleva un incremento o una disminución correspondiente (o a la inversa) de la temperatura de dicho elemento magnetocalórico.

Los conjuntos magnéticos pueden comprender una combinación de imanes permanentes, como se ilustra, o unos electroimanes. Cuando se emplean unos imanes permanentes, se puede realizar el cambio de fase magnética, por ejemplo, mediante un movimiento relativo entre los conjuntos magnéticos y los elementos magnetocalóricos correspondientes. Por supuesto, no están excluidas de la presente invención otras posibilidades que permitan hacer variar el campo magnético.

Según la invención, para dicho módulo térmico, se puede asignar un conjunto magnético a un elemento magnetocalórico.

Este generador térmico puede comprender asimismo por lo menos dos módulos térmicos y por lo menos un conjunto magnético común puede someter los elementos magnetocalóricos de por lo menos dos módulos térmicos a unas

fases magnéticas alternas.

El medio de aislamiento se puede realizar por una capa de por lo menos un material térmicamente aislante dispuesto alrededor de cada conjunto magnético y sus elementos magnetocalóricos asociados.

5 El medio de aislamiento también puede estar fijado a los conjuntos magnéticos.

Según la invención, dichas celdas térmicamente aisladas pueden ser unos recintos estancos.

10 Así, dichas celdas térmicamente aisladas pueden estar bajo vacío.

Dichas celdas térmicamente aisladas también pueden llenarse con un gas o con una mezcla de gases diferentes, de baja conductividad térmica. Este gas puede ser, por ejemplo, el argón o kriptón.

15 En una primera variante, la presión del gas contenido en dichas celdas térmicamente aisladas puede también ser igual a la presión atmosférica.

En otra variante, el gas contenido en dichas celdas térmicamente aisladas puede estar bajo presión.

20 Además, una capa de material térmicamente aislante puede estar dispuesta entre cada conjunto magnético y sus elementos magnetocalóricos asociados.

#### **Breve descripción de los dibujos**

25 La presente invención y sus ventajas aparecerán mejor en la descripción siguiente de modos de realización dados a título de ejemplos no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 30 - las figuras 1A y 1B son unas representaciones esquemáticas de un generador térmico según la técnica anterior, respectivamente en dos fases magnéticas sucesivas,
- las figuras 2A y 2B son unas representaciones esquemáticas de un módulo térmico que comprende dos elementos magnetocalóricos de un generador según un primer modo de realización de la invención, respectivamente en dos fases magnéticas sucesivas,
- 35 - las figuras 3A y 3B son unas vistas esquemáticas de un módulo térmico de un generador según un segundo modo de realización de la invención, en dos fases magnéticas sucesivas,
- las figuras 4A y 4B son unas vistas esquemáticas en alzado frontal del generador de las figuras 3A y 3B, y
- 40 - las figuras 5a y 5B son unas vistas esquemáticas de dos módulos térmicos de un generador según un tercer modo de realización de la invención, en dos fases magnéticas sucesivas.

#### **Ilustraciones de la invención**

45 En los modos de realización ilustrados, las partes idénticas llevan las mismas referencias numéricas.

Las figuras 2A y 2B representan esquemáticamente un módulo térmico 110 de un generador térmico 100 según un primer modo de realización de la presente invención. Este módulo térmico 110 comprende dos elementos magnetocalóricos 111 y 112. El extremo frío C11 del módulo térmico 110 corresponde al extremo situado en el lado izquierdo de las figuras 2A y 2B del primer elemento magnetocalórico 111 y el extremo caliente H11 del módulo térmico 110 corresponde al extremo situado en el lado derecho de las figuras 2a y 2B del segundo elemento magnetocalórico 112. Cada elemento magnetocalórico 111 y 112 está sometido a un ciclo magnético realizado por un conjunto magnético correspondiente 131, 132. Durante la primera alternancia (véase la figura 2A), el fluido caloportador F circula desde el extremo frío C11 del elemento magnetocalórico 111 sometido a un aumento del campo magnético hacia el otro extremo de este elemento magnetocalórico 111 (su extremo caliente) y del extremo caliente H11 del elemento magnetocalórico 112 sometido a una disminución del campo magnético hacia el otro extremo de este elemento magnetocalórico 112 (su extremo frío) y durante la segunda alternancia, la dirección de circulación se invierte.

60 Cada conjunto magnético 131, 132 está constituido por dos imanes permanentes dispuestos frente a frente el uno del otro. Esto permite realizar un aislamiento térmico entre los dos conjuntos magnéticos 131, 132 con sus materiales magnetocalóricos asociados 111 y 112 creando unas celdas térmicamente aisladas 141 y 142. El aislamiento térmico se realiza por una capa de un material muy aislante dispuesta alrededor de los conjuntos magnéticos 131, 132. En este ejemplo, el desplazamiento del conjunto magnético conlleva un cambio del campo magnético.

65

Los elementos magnetocalóricos 111 y 112 tienen las mismas características que los elementos magnetocalóricos MC1 y MC2 descritos en relación con el generador de la técnica anterior, representado en las figuras 1a y 1B. Sin embargo, el generador térmico 100 de la invención presenta un rendimiento incrementado puesto que el impacto térmico de la masa inactiva de los imanes 131, 132 se reduce gracias a la presencia de dos celdas térmicamente aisladas 141 y 142. Así, en las celdas 141 y 142, el gradiente de temperatura sufrido por los conjuntos magnéticos 131 y 132 se eleva a veinte grados (respectivamente entre -10°C y +10°C y entre +10°C y +30°C), mientras que se elevaba a cuarenta grados en el generador de la técnica anterior. Así, la diferencia de temperatura entre los materiales magnetocalóricos 111 y 112 y sus conjuntos magnéticos 131, 132 correspondientes también se reduce, de manera que aumenta el rendimiento del generador térmico.

Las figuras 3A y 3B representan esquemáticamente un módulo térmico 210 de un generador térmico 200 según un segundo modo de realización de la presente invención. Este ejemplo es particularmente adecuado para los generadores térmicos 200 rotativos en los que los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 están fijados a un árbol en rotación alrededor de un eje longitudinal 5 del generador 200. Las figuras 4A y 4B representan una vista simplificada en elevación frontal de este generador térmico 200 que muestra más particularmente una parte del conjunto magnético 231 en las posiciones que corresponden respectivamente a las de las figuras 3A y 3B.

Estas figuras 4A y 4B muestran la interacción entre los conjuntos magnéticos 231 y un elemento magnetocalórico 211, 1211, 2211, 3211, 4211, 5211, 6211 y 7211 de los ocho módulos térmicos 210, 1210, 2210, 3210, 4210, 5210, 6210 y 7210 de este generador térmico 200. Cada conjunto magnético 231, 232, 233 está constituido por dos grupos de cuatro imanes permanentes dispuestos frente a frente los unos de los otros y que forman un entrehierro magnético 6 en los que están posicionados los materiales magnetocalóricos de los módulos térmicos correspondientes. Estos imanes permanentes están regularmente separados con respecto al eje longitudinal 5 del generador térmico magnetocalórico 200, de manera que crean cuatro sectores radiales magnéticos separados por cuatro sectores radiales no magnéticos (véanse en particular las figuras 4A y 4B). Así, la rotación del árbol o eje 5 conlleva los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 que someten los elementos magnetocalóricos correspondientes a una variación del campo magnético y por lo tanto a un aumento y a una disminución de su temperatura en función de su fase magnética.

El módulo térmico 210 comprende tres elementos magnetocalóricos 211, 212, 213 unidos por un fluido caloportador que circula a través de dichos elementos magnetocalóricos 211, 212, 213. En este ejemplo, el material magnetocalórico 211 dispuesto a la izquierda en las figuras 3A y 3B presenta la temperatura de Curie más baja y es capaz de generar un gradiente de temperatura de -10°C a 0°C entre sus extremos frío y caliente. Está en contacto fluido con el material magnetocalórico 212 posicionado dentro del módulo térmico 210, que es capaz de generar un gradiente de temperatura de 0°C a +10°C entre sus extremos frío y caliente. Finalmente, el tercer material magnetocalórico 213, que presenta la temperatura de Curie más elevada está unido al segundo material magnetocalórico 212 y es capaz de generar un gradiente de temperatura de +10°C a +20°C.

Este modo de realización comprende ocho módulos térmicos 210, 1210, 2210, 3210, 4210, 5210, 6210 y 7210, estando los materiales magnetocalóricos dispuestos radialmente alrededor del árbol, de manera que cuando un material magnetocalórico está en el entrehierro del conjunto magnético (es decir entre dos imanes permanentes), los dos materiales magnetocalóricos adyacentes están en el exterior del entrehierro, y a la inversa. Una configuración de este tipo permite optimizar el volumen del generador térmico 200 utilizando de manera continua el campo magnético realizado por los conjuntos magnéticos 231, 232, 233. Para este propósito, las figuras 3A, 3B y 4A, 4B representan dos fases magnéticas sucesivas sufridas por los materiales magnetocalóricos.

En este segundo modo de realización, los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 están aislados por unas capas de una espuma de alto rendimiento de aislamiento colocadas sobre dichos conjuntos magnéticos 231, 232, 233 (para el aislamiento longitudinal) y alrededor del generador térmico 200 (para el aislamiento radial) de manera que se crean veinticuatro celdas térmicamente aisladas (sólo se representan las celdas 241, 242 y 243). En estas condiciones, en cada celda aislada 241, 242, 243, la diferencia de temperatura entre el material magnetocalórico 211, 212, 213 y el conjunto magnético 231, 232, 233 correspondiente es baja y no tiene influencia sobre el gradiente de temperatura de los materiales magnetocalóricos. En otras palabras, los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 de los materiales magnetocalóricos correspondientes 211, 212, 213 se dividen y forman unas celdas individuales térmicamente aisladas 241, 242, 243 que pueden intercambiar térmicamente únicamente con el fluido que circula a través de todas estas celdas. El aislamiento térmico se realiza mediante una capa de material térmicamente aislante tal como una espuma de alto rendimiento de aislamiento. Esta capa también puede ser aplicada sobre otro componente o una armadura en el interior del generador térmico 200 para crear estas celdas térmicamente aisladas.

Aunque este segundo modo de realización describe una configuración con tres conjuntos magnéticos y ocho módulos térmicos, la invención no está limitada a este número de conjuntos magnéticos y de materiales magnetocalóricos. Son posibles otras configuraciones y pueden depender de la aplicación a unir al generador térmico magnetocalórico, del volumen disponible para el generador térmico magnetocalórico, etc.

El desplazamiento del fluido caloportador en dos direcciones opuestas se realiza por un pistón 2 asociado a cada módulo térmico 210, pero también puede ser utilizado cualquier otro dispositivo adecuado. El pistón 2 desplaza el

fluido caloportador en dirección del extremo caliente H21 del módulo térmico 210 durante el calentamiento de los materiales magnetocalóricos correspondientes (figura 3A) y en dirección del extremo frío C21 del módulo térmico 210 durante el enfriamiento de los materiales magnetocalóricos correspondientes (figura 3B).

5 Así, en la figura 3A, el módulo térmico 210 sufre un aumento de temperatura debido a que los materiales magnetocalóricos 211, 212, 213 están dispuestos en el entrehierro 6 de los conjuntos magnéticos correspondientes 231, 232, 233 y el fluido caloportador se desplaza del extremo frío C21 del material magnetocalórico 211 con la temperatura de Curie más baja del módulo térmico 210 hacia el extremo caliente H21 del material magnetocalórico 213 con la temperatura de Curie más elevada. En la figura 3B, el módulo térmico 210 sufre una disminución de  
10 temperatura debido a que los materiales magnetocalóricos 211, 212, 213 están en el exterior del entrehierro de los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 y el fluido caloportador se desplaza del extremo caliente H21 del material magnetocalórico 213 con la temperatura de Curie más elevada del módulo térmico 210 hacia el extremo frío C21 del material magnetocalórico 211 con la temperatura de Curie más baja. Esta alternancia de direcciones de circulación del fluido permite obtener y conservar un gradiente de temperatura en el módulo térmico 210.

15 Según la invención, el hecho de dividir térmicamente los conjuntos magnéticos 231, 232, 233 y de asignar uno o varios materiales magnetocalóricos capaces de funcionar en un intervalo limitado de temperaturas presenta dos ventajas principales. Por un lado, al poner en marcha el generador térmico, los materiales magnetocalóricos 211, 212, 213 conservan su temperatura entre dos fases magnéticas y el gradiente de temperatura global en el módulo  
20 térmico 210 se alcanza más rápidamente. El aislamiento térmico permite aprovechar la inercia térmica de los materiales magnetocalóricos 211, 212, 213. Por otro lado, aumenta el rendimiento del generador térmico 200 puesto que el gradiente de temperatura sufrido en cada par de imanes 231, 232, 233 es limitado, así, los imanes tienen menos influencia térmica sobre el gradiente de temperatura del material magnetocalórico correspondiente 211, 212, 213 y no se utiliza ninguna energía para alcanzar el gradiente de temperatura máximo en dicho material magnetocalórico. El aislamiento térmico permite también aprovechar la inercia térmica de los conjuntos magnéticos  
25 231, 232, 233.

Además, es posible realizar unas celdas aisladas 241, 242, 243 como recintos estancos y ponerlas bajo vacío o llenarlas con un gas de baja conductividad térmica tal como el argón o el kriptón, por ejemplo, o con una mezcla de  
30 estos gases. Preferentemente, este gas tiene una presión igual a la presión atmosférica. Puede también ser presurizado. Se pueden emplear unos sistemas de estanqueidad con prensaestopas para garantizar las estanqueidad de los recintos, permitiendo al mismo tiempo las conexiones (eléctricas, mecánicas, etc.) con el exterior de los recintos.

35 Las celdas aisladas según la invención se pueden realizar particularmente en las configuraciones tales como las descritas ya que la dirección de circulación del fluido en los elementos magnetocalóricos es perpendicular a la dirección de variación del campo magnético.

Las mismas ventajas que las descritas anteriormente en relación con el primer modo de realización se aplican  
40 también a este segundo modo de realización.

Las figuras 5A y 5B representan un generador térmico 300 según una variante de realización del generador 100 de las figuras 2A y 2B. Propone interponer un material térmicamente aislante 151, 152 entre los conjuntos magnéticos  
45 131, 132, y sus elementos magnetocalóricos correspondientes 111, 112. En las figuras 5A y 5B, este material aislante 151, 152 es una capa de espuma colocada en los elementos magnetocalóricos 111, 112. El material aislante también puede ser un material de tipo aerogel. Sin embargo, la invención no está relacionada con este tipo de configuración, pudiendo la espuma ser aplicada también sobre los conjuntos magnéticos 131, 132, por ejemplo. Esta configuración preferida permite reducir aún más el efecto térmico de los conjuntos magnéticos sobre los  
50 elementos magnetocalóricos 111, 112.

#### **Posibilidades de aplicación industrial**

Este generador térmico 100, 200, 300 encuentra su aplicación en cualquier campo técnico en el que es necesario  
55 calentar, atemperar, enfriar o climatizar.

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 en la extensión de la protección definida en las reivindicaciones adjuntas.

60

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Generador térmico (100, 200, 300) con por lo menos un módulo térmico (110, 210) que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos (111, 112, 211, 212, 213), generador térmico (100, 200, 300) caracterizado:
- por que comprende por lo menos dos conjuntos magnéticos (131, 132, 231, 232, 233), sometiendo cada conjunto magnético (131, 132, 231, 232, 233) por lo menos a un elemento magnetocalórico (111, 112, 211, 212, 213) de dicho módulo térmico (110, 210) a una alternancia de fases magnéticas, y
  - 10 - por que comprende un medio de aislamiento de los conjuntos magnéticos (131, 132, 231, 232, 233) los unos de los otros que forma unas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) que comprenden un conjunto magnético (131, 132, 231, 232, 233) y sus elementos magnetocalóricos asociados (111, 112, 211, 212, 213).
- 15 2. Generador térmico según la reivindicación 1, caracterizado por que para dicho módulo térmico (110, 210), se asigna un conjunto magnético (131, 132, 231, 232, 233) a un elemento magnetocalórico (111, 112, 211, 212, 213).
- 20 3. Generador térmico según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que comprende por lo menos dos módulos térmicos (210, 1210, 2210, 3210, 4210, 5210, 6210, 7210), y porque por lo menos un conjunto magnético (231, 232, 233) común somete a los elementos magnetocalóricos de por lo menos dos módulos térmicos (210, 1210, 2210, 3210, 4210, 5210, 6210, 7210) a unas fases magnéticas alternas.
- 25 4. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el medio de aislamiento está realizado por una capa de por lo menos un material térmicamente aislante dispuesto alrededor de cada conjunto magnético (131, 132, 231, 232, 233) y sus elementos magnetocalóricos asociados (111, 112, 211, 212, 213).
- 30 5. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el medio de aislamiento está fijado a los conjuntos magnéticos.
- 35 6. Generador térmico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) son unos recintos estancos.
7. Generador según la reivindicación 6, caracterizado por que dichas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) están bajo vacío.
- 40 8. Generador térmico según la reivindicación 6, caracterizado por que dichas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) están llenadas con un gas o con una mezcla de gases de baja conductividad térmica.
- 45 9. Generador térmico según la reivindicación 8, caracterizado por que la presión del gas contenido en dichas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) es igual a la presión atmosférica.
10. Generador térmico según la reivindicación 8, caracterizado por que el gas contenido en dichas celdas térmicamente aisladas (141, 142, 241, 242, 243) está bajo presión.
11. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que una capa de material térmicamente aislante (151, 152) está dispuesta entre cada conjunto magnético (131, 132) y sus elementos magnetocalóricos asociados (111, 112).

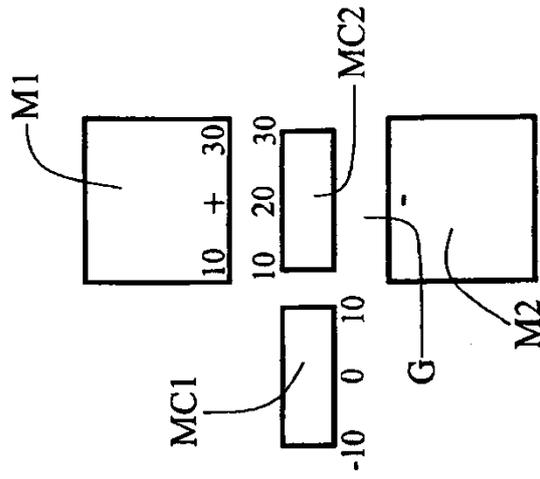


FIG. 1B

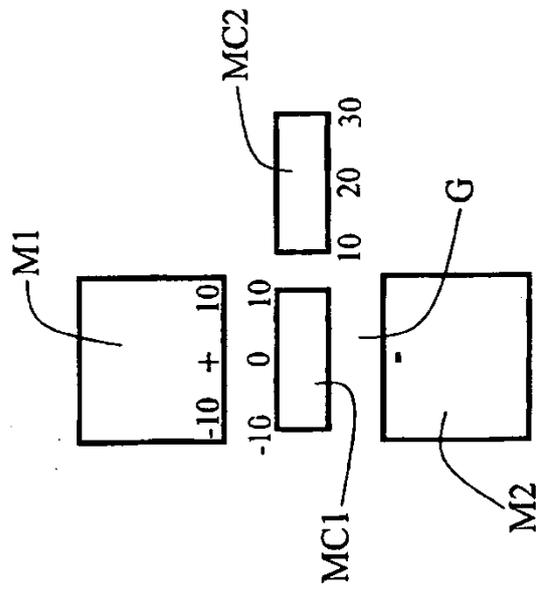


FIG. 1A

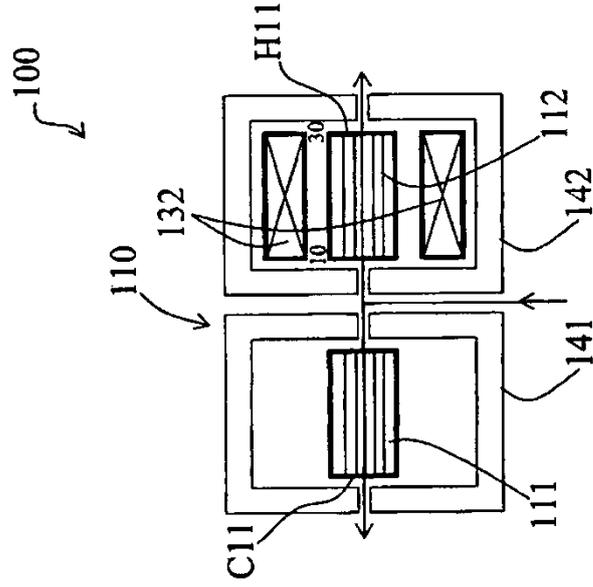


FIG. 2A

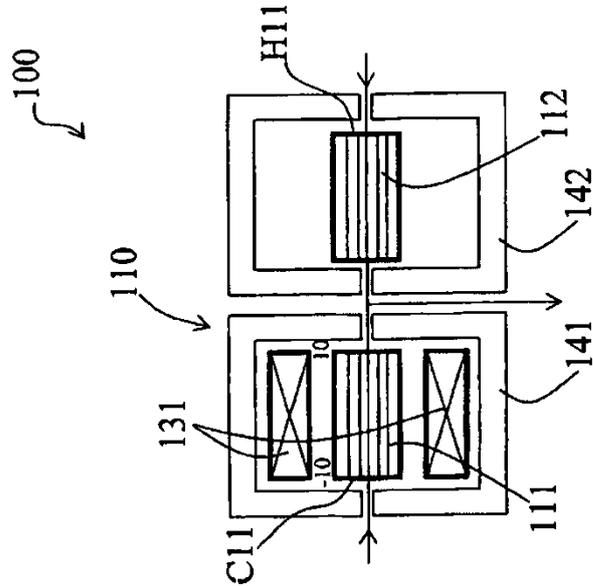


FIG. 2B



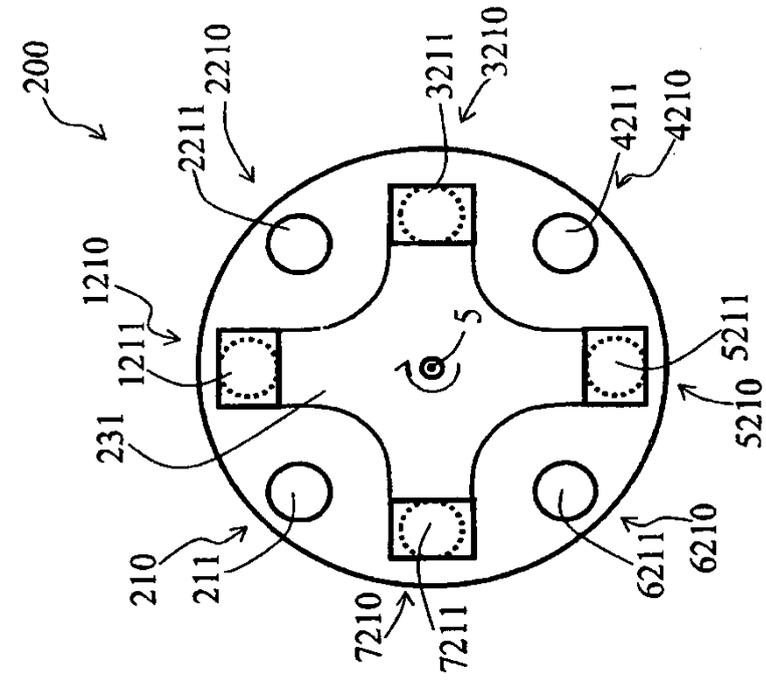


FIG. 4B

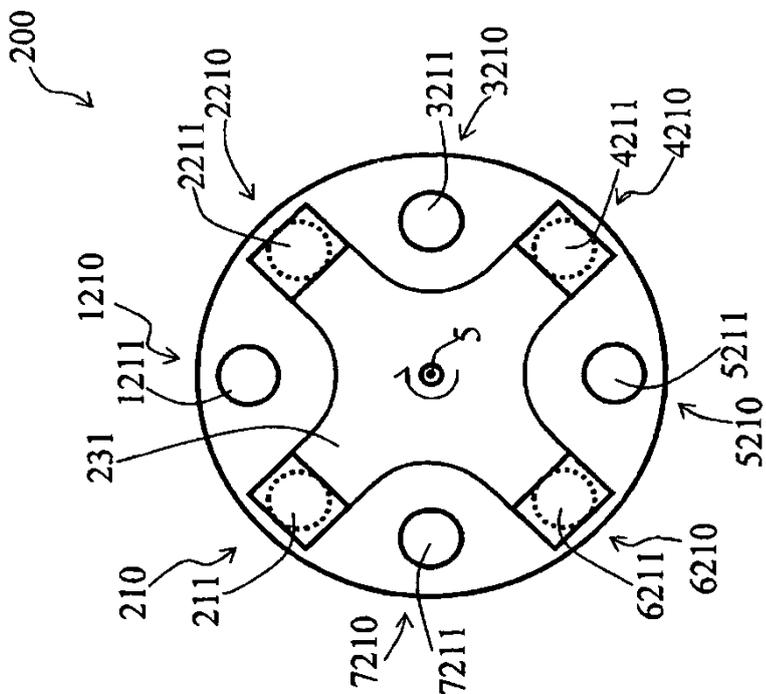


FIG. 4A

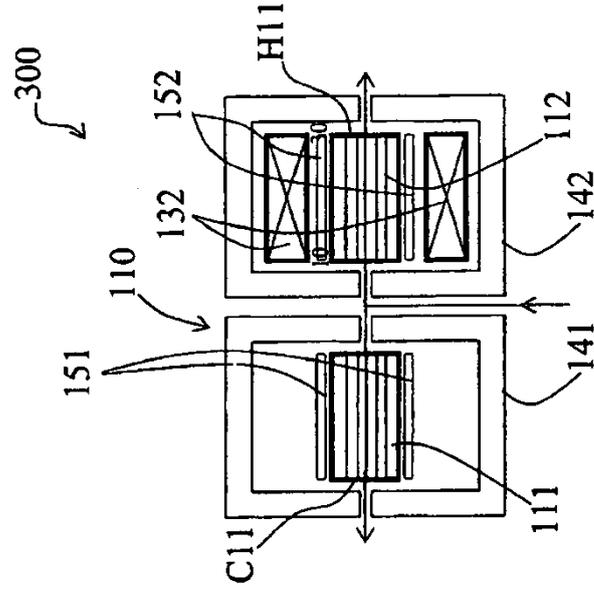


FIG. 5B

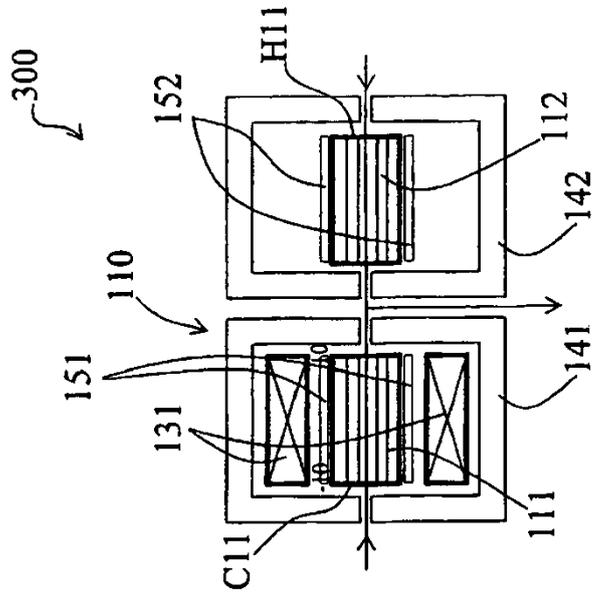


FIG. 5A