

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 434**

21 Número de solicitud: 201431640

51 Int. Cl.:

F25B 21/00 (2006.01)

H01F 1/01 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

10.11.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.05.2016

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

13.05.2016

Fecha de la concesión:

07.11.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.11.2016

73 Titular/es:

FAGOR, S.COOP. (100.0%)
Barrio San Andrés, s/n; Apdo. 213
20500 Arrasate-Mondragón (Gipuzkoa) ES

72 Inventor/es:

VALERIO CASCAJO, Roberto;
LÓPEZ CABELLO, Manuel;
CALVILLO TORRALBO, Antonio José;
GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Francisco Javier;
GONZÁLEZ VALENCIA, Luis Carlos;
SERRANO BELLO, Rafael;
REYES DELGADO, Jesús;
VELÁZQUEZ BERNAD, David;
BURRIEL LAHOZ, Ramón y
BELTRÁN LÓPEZ, Jesús Francisco

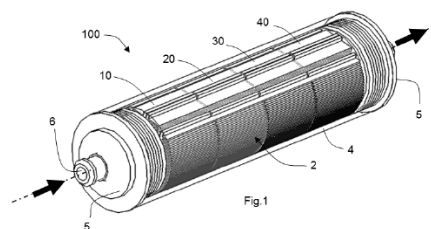
74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

54 Título: **Elemento magnetocalórico para refrigeración magnética, conjunto magnético y sistema de refrigeración magnética**

57 Resumen:

Sistema de refrigeración magnética que comprende un conjunto magnético que comprende un elemento magnetocalórico (100), comprendiendo dicho elemento magnetocalórico (100) a su vez una estructura magnetocalórica que comprende un material ferromagnético con una pluralidad de aletas (2).



ES 2 569 434 B2

DESCRIPCIÓN

“Elemento magnetocalórico para refrigeración magnética, conjunto magnético y sistema de refrigeración magnética”

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con elementos magnetocalóricos, con conjuntos magnéticos y con sistemas de refrigeración magnética.

10

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

15 La refrigeración magnética aprovecha el efecto magnetocalórico de un material para reemplazar los procesos de compresión y expansión de los sistemas convencionales de enfriamiento por procesos de magnetización y desmagnetización de un material magnetocalórico.

20 Para obtener temperaturas criogénicas, por ejemplo en el intervalo de los miliKelvin, es común usar una sal paramagnética como material magnetocalórico pero dicho material no es apto para refrigerar a temperaturas más elevadas. En regiones de temperatura superior es conocido utilizar otro tipo de materiales como por ejemplo un material ferromagnético. El material ferromagnético está formado por átomos entre los cuales unos pocos como el Cr, 25 Mn, Fe, Co, Ni, Nd, Gd y otros comprenden una pluralidad de momentos magnéticos, estando normalmente cada uno de dichos momentos magnéticos, en ausencia de un campo magnético, orientados al azar, dando lugar a un material con una entropía alta.

En general los sistemas de refrigeración magnética aprovechan el cambio en la entropía de un material debido a la influencia de un campo magnético para producir frío. Este efecto se 30 conoce como efecto magnetocalórico (MCE).

Cuando se aplica un campo magnético externo a un material magnetocalórico, a una temperatura cercana a su temperatura de transición de fase ferromagnética, llamada

temperatura de Curie, sus momentos magnéticos tienden a alinearse paralelos a la dirección del campo magnético, venciendo la fuerza de agitación térmica que se opone a dicha alineación. Por lo tanto, al alinearse dichos momentos magnéticos disminuye la entropía magnética del material pero aumenta la agitación térmica, o entropía vibracional de la red atómica, de modo que el material se calienta. En cambio, cuando se retira el campo magnético aplicado, los momentos magnéticos del material magnetocalórico se orientan de nuevo libremente aumentando la entropía y en consecuencia enfriándose el material.

En este sentido, EP2108904 A1 divulga un elemento magnetocalórico en forma de anillo para un sistema de refrigeración magnética que comprende un material magnetocalórico que comprende una estructura sólida o porosa que presenta por ejemplo una forma ondulada o de panel de abeja.

US2011162388 A1 divulga un dispositivo magnetocalórico para refrigeración magnética que comprende una estructura magnetocalórica en forma de aletas.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es el de proporcionar un elemento magnetocalórico para refrigeración magnética, un conjunto magnético y un sistema de refrigeración magnética, tal y como se describe a continuación.

El sistema de refrigeración magnética de la invención comprende un conjunto magnético que comprende un elemento magnetocalórico. Dicho elemento magnetocalórico comprende a su vez una estructura magnetocalórica que comprende un material ferromagnético. Dicho elemento ferromagnético comprende una pluralidad de aletas.

Con el elemento magnetocalórico de la invención se consigue aumentar la transferencia de calor entre dicho material ferromagnético y el fluido del sistema de refrigeración de la invención, aumentando así la eficacia del sistema de refrigeración y posibilitando al mismo tiempo disminuir el consumo de energía destinada al funcionamiento del sistema de refrigeración magnética para conseguir el mismo poder calorífico. Por lo tanto, gracias al elemento magnetocalórico de la invención es posible diseñar un sistema de refrigeración

más compacto que puede dar a lugar a conseguir un conjunto magnético de reducidas dimensiones y por consiguiente también un sistema de refrigeración reducido.

Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las
5 figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización del elemento magnetocalórico según la invención.

La figura 2 es una vista seccionada de un fragmento del elemento magnetocalórico de la figura 1.

15

La figura 3 es una vista en perspectiva de la cubierta del elemento magnetocalórico de la figura 1.

20

La figura 4 es un esquema de una realización del sistema de refrigeración según la invención.

25

La figura 5 es una vista seccionada de uno de los conjuntos magnéticos del sistema de refrigeración de la figura 4.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La figura 1 muestra una primera realización del elemento magnetocalórico 100 según la invención. Dicho elemento magnetocalórico 100 comprende una estructura magnetocalórica,
30 preferentemente sólida, que comprende un material ferromagnético que comprende una pluralidad de aletas 2. Dicho material ferromagnético comprende una composición base que comprende entre otros elementos lantano, hierro, cobalto y silicio, comprendiendo dicho material ferromagnético una temperatura de Curie determinada.

La estructura de material ferromagnético comprende una pluralidad de fragmentos 10, 20, 30 y 40, en el ejemplo no limitativo de la realización de la figura 1 cuatro, que se disponen longitudinalmente uno detrás del otro. Es conveniente que dichos fragmentos 10, 20, 30 y 40 no se toquen entre sí para evitar la conductividad térmica entre fragmentos, preferentemente en el eje longitudinal del material magnetocalórico 100, lo cual aumenta la eficacia del elemento magnetocalórico 100. La distancia de separación entre fragmentos 10, 20, 30 y 40 ha de ser la mínima posible que garantice el paso del fluido del circuito de refrigeración 300, generando las menores turbulencias posibles.

10 Cada fragmento 10, 20, 30 y 40 comprende la pluralidad de aletas 2.

Aunque cada fragmento de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 comprende la misma composición base, cada fragmento 10, 20, 30 y 40 puede comprender una proporción distinta de los elementos de dicha composición base, por lo tanto cada fragmento 10, 20, 30 y 40 puede comprender una temperatura de Curie distinta. En la realización del ejemplo de la figura 1, cada fragmento 10, 20, 30 y 40 comprende una proporción distinta de los elementos de la composición base y éstos se disponen de tal manera que la temperatura de Curie de fragmentos 10, 20, 30 y 40 consecutivos aumenta progresivamente en un sentido. El material ferromagnético se enfriará, o calentará (dependiendo del punto del ciclo en el que se encuentre), más o menos dependiendo de su temperatura de Curie, por lo tanto, el poder de enfriamiento del elemento magnetocalórico 100 se verá favorecido. La temperatura va variando progresivamente a lo largo del elemento magnetocalórico 100, de manera ascendente en la realización de la figura 1, generándose un gradiente de temperatura a lo largo de dicho elemento magnetocalórico 100. Por lo tanto, es conveniente que los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 se dispongan de manera que la temperatura de Curie aumente progresivamente para garantizar que cada fragmento 10, 20, 30 y 40 trabaje en torno a su temperatura de Curie, optimizándose de este modo el rendimiento del elemento magnetocalórico 100. Dado que el efecto magnetocalórico máximo de un elemento magnetocalórico se da en un rango de temperatura cercano a su temperatura de Curie, siendo un rango de temperatura estrecho, el hecho de que el elemento magnetocalórico 100 según la primera realización de la invención comprenda la pluralidad de fragmentos 10, 20, 30 y 40 donde la temperatura de Curie va aumentando progresivamente, propicia que el efecto magnetocalórico del elemento magnetocalórico 100 sea máximo en un rango de temperatura mayor, y por lo tanto, puede enfriar, o calentar, en

un rango más amplio de temperatura.

Los materiales ferromagnéticos según la composición base de la invención son materiales frágiles, por lo tanto la disposición no continua, es decir, la disposición interrumpida o fragmentada, de dichos materiales ferromagnéticos resulta especialmente ventajosa debido a que aletas 2 excesivamente largas pueden romperse fácilmente durante la fabricación, el transporte, montaje o debido a que no son capaces de soportar la presión ejercida por el fluido del circuito de enfriamiento 300 durante su uso.

- 5
- 10 En la realización de la figura 1, cada fragmento de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 comprende cuatro sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4, tal y como se muestra en la figura 2. Dos de dichos sub-fragmentos 10.1 y 10.2 se disponen en la parte central del elemento magnetocalórico 100 y los otros dos sub-fragmentos 10.3 y 10.4 en los laterales. Dichos sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4 se disponen transversalmente uno al lado del otro.
- 15 Para evitar que los sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4 se rompan durante el montaje es preferible que éstos queden dispuestos de manera que no se toquen entre sí. Debido a la fragilidad de dichos sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4 éstos podrían romperse si se rozan unos con otros, por lo tanto conviene dejar un espacio de seguridad entre sub-fragmentos. Dicho espacio será el mínimo posible que asegure que los sub-fragmentos 10.1,
- 20 10.2, 10.3 y 10.4 no se rocen entre sí durante el montaje.

En una variante no mostrada en las figuras, cada fragmento 10, 20, 30 y/o 40 comprende únicamente dos sub-fragmentos 10.1 y 10.2, o incluso un único sub-fragmento. Esta configuración resulta ventajosa en el caso de elementos magnetocalóricos 100 de reducidas dimensiones.

25

Cada sub-fragmento 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4 comprende una columna 3 sobre la que se extienden lateralmente, preferiblemente sobre uno de los laterales, la pluralidad de aletas 2. La columna 3 de cada sub-fragmento 10.1, 10.2, 10.3 y/o 10.4 se dispone en el lado más próximo al centro de la estructura, tal y como se aprecia en la figura 2, de manera que se obtiene una configuración simétrica. Así, en el ejemplo no limitativo de la figura 2, la columna 3 de los sub-fragmentos laterales 10.2 y 10.3 se dispone junto a la pluralidad de aletas 2 del sub-fragmento 10.1 o 10.2 central correspondiente.

30

Para optimizar la transferencia de calor entre el material ferromagnético y el fluido del sistema de refrigeración 300 es conveniente evitar la acumulación de masas, por ejemplo en la columna 3. Por lo tanto, esta configuración fragmentada que a su vez es sub-fragmentada resulta especialmente ventajosa ya que permite diseñar sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y/o 10.4 de reducido espesor que sean capaces de soportar la presión del fluido del circuito de refrigeración 300. Así mismo, esta configuración fragmentada y sub-fragmentada propicia que materiales ferromagnéticos frágiles, pero que comprenden un efecto magnetocalórico muy bueno, puedan ser suministradas con las aletas 2 que optimizan la transferencia de calor.

10

En la primera realización de la invención cada fragmento de material ferromagnético 10, 20, 30 y/o 40 tiene un contorno cilíndrico, tal y como se detallará más adelante, por lo que las aletas 2 de los sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y/o 10.4, preferentemente los sub-fragmentos de los laterales 10.3 y 10.4, están configurados para tal fin. De esta forma, tal y como se muestra en el ejemplo de la figura 2, la longitud de las aletas 2 de cada sub-fragmento de los laterales 10.3 y 10.4 aumentan progresivamente en la primera mitad de dicho sub-fragmento y después disminuyen en la misma proporción en la segunda mitad proporcionando de este modo un perfil arqueado o circular. Jugando con las longitudes de las aletas 2 de los sub-fragmentos 10.1, 10.2, 10.3 y/o 10.4 se puede configurar la forma deseada del fragmento 10, 20, 30 o 40 correspondiente, como por ejemplo ovalada, cuadrada, hexagonal, etc.

20

El elemento magnetocalórico 100 según la primera realización de la invención también comprende una cubierta 4, siendo en el ejemplo de los dibujos de sección circular. Dicha cubierta 4 comprende un material aislante, preferentemente plástico, y cada fragmento de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 se dispone en el interior de dicha cubierta 4. La cubierta 4 permite que el fluido del sistema de refrigeración 300 pueda fluir entre las aletas 2 de los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 y el que sea de un material aislante evita que el calor, o frío, generado por el material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 sea transferido a la atmosfera, optimizándose de este modo la transferencia de calor exclusivamente entre el material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 y el fluido del sistema de refrigeración 300. Así mismo, como los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 comprenden una pluralidad de aletas 2, la transferencia de calor entre el material ferromagnético y el fluido del sistema de refrigeración 300 se incrementa porque la

30

superficie de contacto ha sido optimizada.

El elemento magnetocalórico 100 también comprende, tal y como se muestra en la figura 1, una tapa 5 en cada extremo de la cubierta 4. Dichas tapas 5 y la cubierta 4 delimitan un espacio interior 13. Los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 están diseñados de tal manera que se aprovecha al máximo dicho espacio interior 13, y por este motivo, en el ejemplo no limitativo de las figuras dichos fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 comprenden un contorno cilíndrico para adaptarse al contorno interior de la cubierta 4.

Cada tapa 5 comprende un orificio 6 para permitir la entrada o salida del fluido del sistema de refrigeración 300 a dicho espacio interior 13 para que se produzca el intercambio de calor entre dicho fluido y el material ferromagnético de una manera eficaz.

La cubierta 4, según la primera realización de la invención, comprende en su interior medios de guiado 7, tanto en la parte superior como en la inferior, tal y como se muestra en la figura 3, para alojar unos extremos 16 de los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40. En el ejemplo no limitativo de dicha figura 3, dichos medios de guiado 7 comprenden ranuras longitudinales que se adaptan al contorno exterior de dichos extremos 16. En realidad, los medios de guiado 7 pueden comprender otras formas siempre y cuando sean capaces de guiar y alojar los fragmentos 10, 20, 30 y 40. En un ejemplo no limitativo, en vez de ranuras longitudinales los medios de guiado 7 pueden comprender una rosca helicoidal de modo que los fragmentos 10, 20, 30 y/o 40 puedan ser desplazados hasta su posición final mediante giro. En otro ejemplo no limitativo, las ranuras longitudinales pueden estar dispuestas en los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 y la cubierta 4 puede comprender unas protuberancias que cooperan con dichas ranuras de modo que sean guiadas en dichas ranuras.

En el ejemplo de la figura 2, los extremos 16 de los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40 se disponen en los extremos de las columnas 3 de cada sub-fragmento 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4.

El conjunto magnético 200 según la realización de la figura 5, comprende dos imanes 8 y 9 cilíndricos y concéntricos, y un elemento magnetocalórico 100 según cualquiera de las

realizaciones descritas que también se dispone de manera concéntrica. El elemento magnetocalórico 100 se dispone en el interior del primer imán 8, el cual a su vez se dispone en el interior del segundo imán 9, tal y como se aprecia en la figura 5. La cubierta 4 se adapta a la forma cilíndrica del primer imán 8 aprovechando al máximo el espacio interior de dicho imán 8. El elemento magnetocalórico 100 y el primer imán 8 dentro del conjunto magnético 200 se mantienen estáticos mientras que el segundo imán 9, que en un ejemplo no limitativo es el de mayores dimensiones y el que se dispone en la parte externa del conjunto magnético 200, gira respecto del primer imán 8 de manera que se genera un campo magnético alterno que fluctúa entre un valor máximo y un valor mínimo, preferentemente cercano a cero, de tal manera que se posibilita la magnetización y la desmagnetización del elemento magnetocalórico 100. En una variante de la invención el segundo imán 9, es decir, el que se dispone por la parte externa del conjunto magnético 200, se mantiene estático mientras que el primer imán 8, es decir, el que se dispone en el interior, gira respecto de dicho segundo imán 9. Lo importante es que se genere un campo magnético alterno que varía entre un valor máximo y un valor mínimo, preferentemente cercano a cero.

Tal y como ya se ha comentado en el párrafo anterior y tal y como se observa en la figura 5, el elemento magnetocalórico 100 se dispone en el centro del conjunto magnético 200 para facilitar el paso del fluido de refrigeración y simplificar la construcción del conjunto magnético 200.

En la realización preferente de la invención, los imanes 8 y 9 son imanes permanentes aunque no se descarta la utilización de electroimanes.

El sistema de refrigeración 300 según la realización preferente de la invención comprende dos conjuntos magnéticos 200, tal y como se muestra en la figura 4. Los campos magnéticos generados en cada conjunto magnético 200 comprenden la misma periodicidad pero están desfasados 180° , de modo que, cuando el campo magnético generado en el primer conjunto magnético 200 está en su valor máximo, el campo magnético generado en el segundo conjunto magnético 200 está en su valor mínimo. Así, el elemento magnetocalórico 100 del primer conjunto magnético 200 se calienta (al intentar mantener alineados los momentos magnéticos) mientras que el elemento magnetocalórico 100 del segundo conjunto magnético 200 se enfría.

Los dos conjuntos magnéticos 200 están comunicados por un circuito 11 a través del cual fluye el fluido de refrigeración. Dicho circuito 11 se conecta con los orificios 6 de las tapas 5 de los elementos magnetocalóricos 100 de ambos conjuntos magnéticos 200, posibilitando que dicho fluido entre en contacto con el material ferromagnético de cada elemento magnetocalórico 100. En el interior de cada elemento magnetocalórico 100 se produce el intercambio de calor entre dicho fluido y el material ferromagnético. Tal y como ya se ha comentado a lo largo de la descripción, para optimizar dicho intercambio de calor el material ferromagnético comprende una pluralidad de aletas 2 que aumentan la superficie de contacto entre el fluido y el material ferromagnético.

Para forzar el movimiento del fluido en el circuito 11 el sistema de refrigeración 300 comprende medios de impulsión 12 que en el ejemplo de la realización de la figura 4 es un cilindro de doble efecto.

Los medios de impulsión 12 están comandados por un motor, no mostrado en los dibujos, que a su vez también comanda los dos conjuntos magnéticos 200. De este modo, con un único motor se garantiza la sincronización de dichos componentes 12 y 200. Aun así, no se descarta la posibilidad de que cada componente, es decir, los conjuntos magnéticos 200 y los medios de impulsión 12, comprenda cada uno su propio motor siempre y cuando estén sincronizados.

Los procesos de magnetización y desmagnetización del ciclo termodinámico del sistema de refrigeración 300 de la invención sustituyen a los procesos de compresión y expansión de los sistemas convencionales de enfriamiento, denominándose este tipo de enfriamiento enfriamiento magnético.

Para explicar el funcionamiento del sistema de refrigeración 300 del ejemplo de la figura 4 se va a suponer que el ciclo termodinámico se encuentra en la etapa del ciclo donde el campo magnético, generado en el conjunto magnético 200 ubicado a la derecha en el esquema de la figura 4, se encuentra en su valor mínimo por lo que los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40, ubicados a la derecha en el esquema de la figura 4, se enfrían y los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40, ubicados a la izquierda en el esquema de la figura 4, se calientan debido a que el campo magnético

- generado en el otro conjunto magnético 200 se encuentra en su valor máximo. En este punto del ciclo, el fluido de refrigeración que se encuentra en contacto con el material ferromagnético de la derecha es enfriado mientras que el fluido que se encuentra en contacto con el material ferromagnético de la izquierda es calentado. Cuando el motor
- 5 comanda los medios de impulsión 12, en el ejemplo de la figura 4 el cilindro de doble efecto, hacia la derecha, según el sentido A, el fluido de refrigeración que ha sido enfriado en el elemento magnetocalórico 100 de la derecha es forzado a desplazarse hacia un primer intercambiador de calor 14, donde se permite intercambiar calor con el recinto o cámara que se desea enfriar, que a su vez desplaza el fluido que se encuentra en dicho primer
- 10 intercambiador de calor 14 hacia el elemento magnetocalórico 100 ubicado a la izquierda, y este a su vez desplaza el fluido que se encuentra en el elemento magnetocalórico 100 de la izquierda hacia un segundo intercambiador de calor 15 que permite que el fluido que ha sido calentado evacue dicho calor, preferentemente a la atmósfera.
- 15 Como los medios de impulsión 12 y los conjuntos magnéticos 200 están sincronizados, al desplazar el cilindro 12 también se invierten las fases de los conjuntos magnéticos 200, es decir, ahora los fragmentos de material ferromagnético 10, 20, 30 y 40, ubicados a la izquierda en el esquema de la figura 4, son los que se enfrían cuando el campo magnético correspondiente se encuentra en el valor mínimo y los fragmentos de material
- 20 ferromagnético 10, 20, 30 y 40, ubicados a la derecha en el esquema de la figura 4, son los que se calientan porque el campo magnético correspondiente se encuentra en su valor máximo. Cuando el motor comanda los medios de impulsión 12 hacia la izquierda, según el sentido B, el proceso se invierte. Es decir, el fluido que ha sido enfriado en el elemento magnetocalórico 100 de la izquierda es forzado a desplazarse hacia el primer
- 25 intercambiador de calor 14, el fluido que estaba en dicho primer intercambiador 14 pasa al elemento magnetocalórico 100 de la derecha que a su vez desplaza el fluido que ha sido calentado en dicho elemento magnetocalórico 100 hacia un tercer intercambiador de calor 15' para enfriarlo, ya que se evacúa dicho calor, preferentemente a la atmósfera.
- 30 En resumen, el ciclo del sistema de refrigeración 300 de la invención está configurado de tal manera que la parte del fluido que es calentado por uno de los elementos magnetocalóricos 100 es forzado a dirigirse hacia un intercambiador de calor 15 o 15' para evacuar dicho calor a la atmósfera, y la parte del fluido que es enfriado por el otro elemento magnetocalórico 100 es forzado a dirigirse hacia el intercambiador de calor 14 para intercambiar calor con el

recinto o cámara a enfriar. De este modo, al evaporador 14 siempre llega la parte del fluido de menor temperatura.

5 El material ferromagnético utilizado en el sistema de refrigeración 300 de la invención permite que dicho sistema de refrigeración 300 pueda ser usado a temperatura ambiente, lo cual hace que el sistema de refrigeración 300 de la invención sea apto para ser utilizado por ejemplo en una cámara frigorífica para alimentos o bebidas de uso industrial o doméstica, en acondicionadores de aire, computadoras, armarios eléctricos, etc.

10 Por otro lado, si se deseara utilizar el sistema de refrigeración 300 en otro rango de temperaturas, por ejemplo por debajo de los 272 grados Kelvin para que pueda ser utilizado en cámaras de congelación, bastaría con escoger la composición del material ferromagnético adecuado.

15 Gracias al elemento magnetocalórico 100 de la invención se consigue optimizar el intercambio de calor entre el fluido de refrigeración del sistema de refrigeración 300 y el material ferromagnético, aumentando la eficiencia energética del sistema de refrigeración 300, lo cual posibilita obtener cámaras frigoríficas más compactas y eficientes. Al mismo tiempo, también se consigue disminuir el consumo de energía destinada al funcionamiento
20 del sistema de refrigeración magnética para conseguir el mismo poder calorífico.

Además, esta tecnología es una tecnología ecológica que es respetuosa con el medio ambiente ya que no se utilizan gases que puedan causar el efecto invernadero o destrucción de la capa de ozono.

25

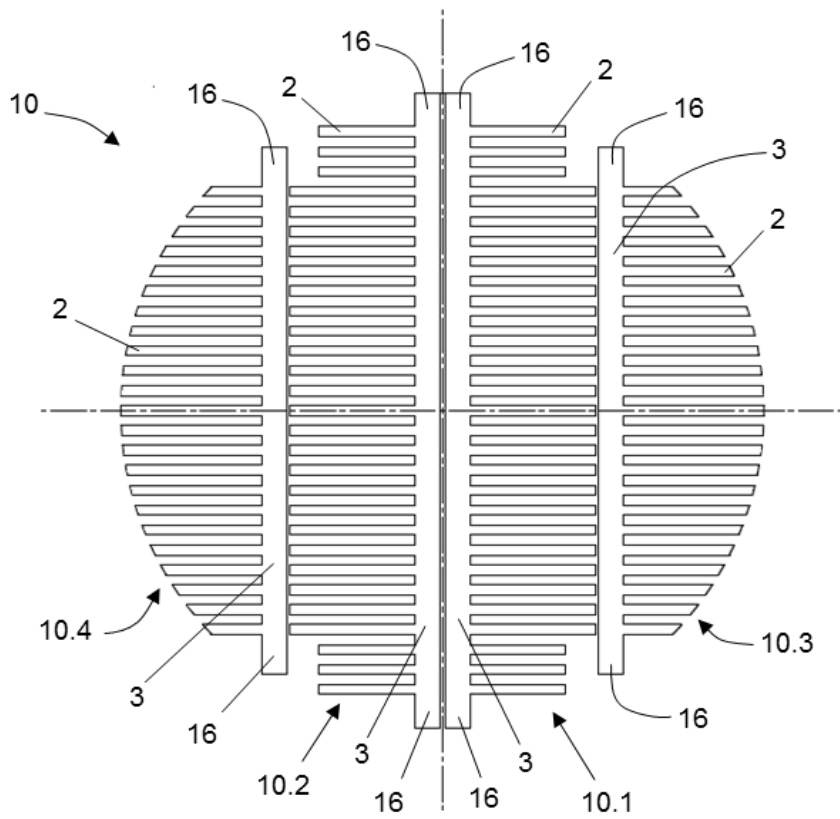
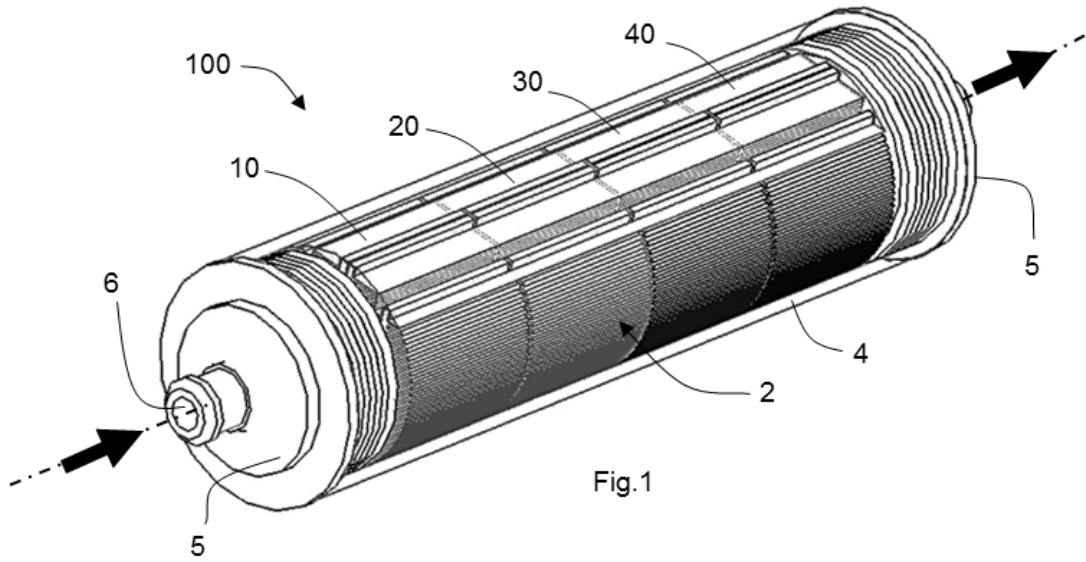
REIVINDICACIONES

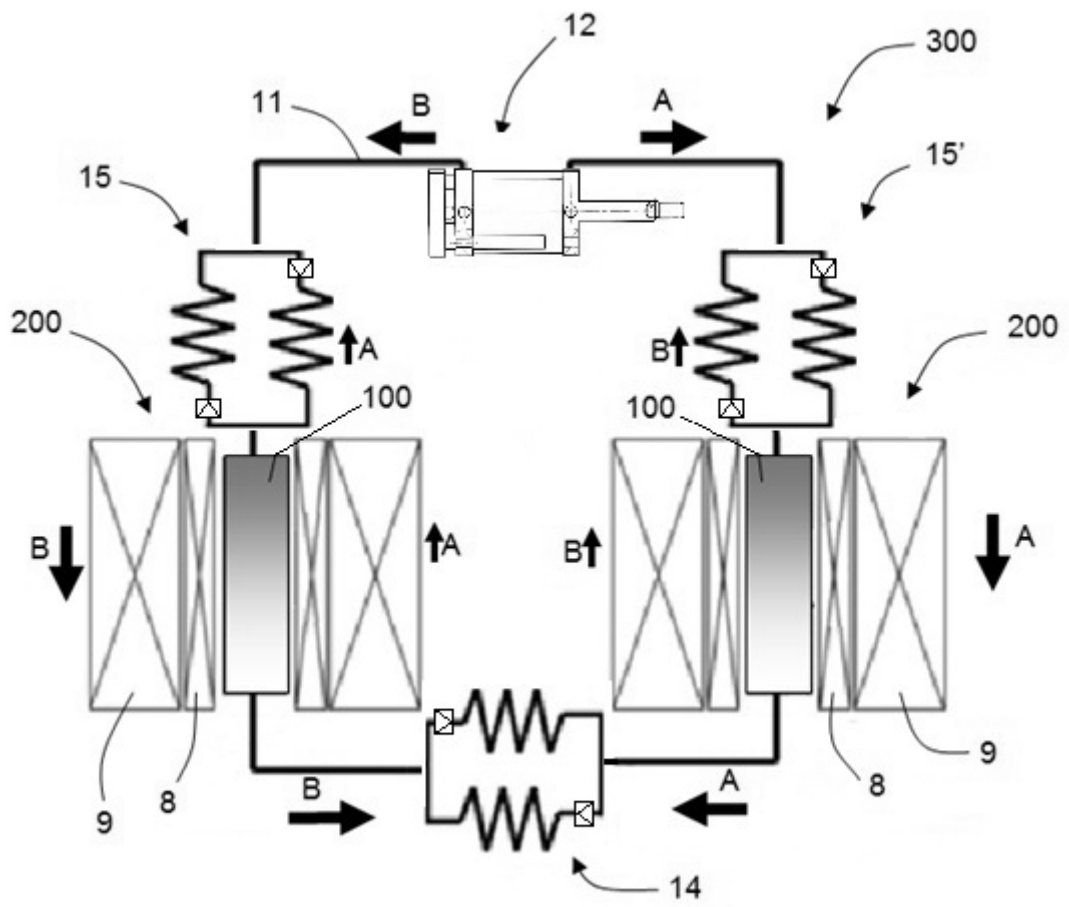
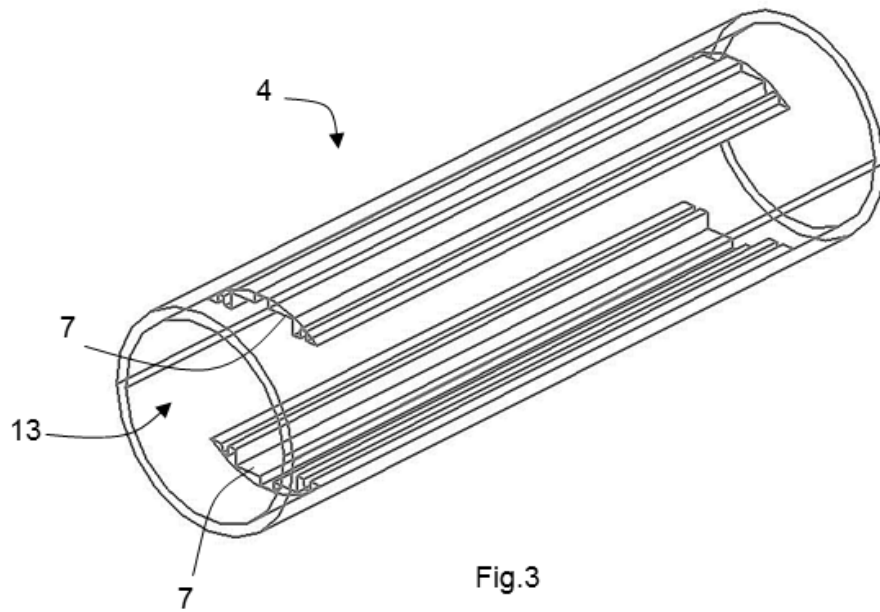
1. Elemento magnetocalórico para refrigeración magnética que comprende una estructura magnetocalórica que comprende un material ferromagnético con una pluralidad de aletas (2), **caracterizado porque** dicha estructura de material ferromagnético comprende una pluralidad de fragmentos (10, 20, 30, 40) longitudinales que se disponen uno detrás del otro en el sentido axial del elemento magnetocalórico (100) de modo que no se tocan entre sí.
2. Elemento magnetocalórico según la reivindicación 1, en donde dicho material ferromagnético comprende una composición base de lantano, hierro, cobalto y silicio.
3. Elemento magnetocalórico según las reivindicaciones 1 o 2, en donde cada fragmento (10, 20, 30, 40) comprende una composición distinta de modo que la temperatura de Curie de los fragmentos (10, 20, 30, 40) consecutivos aumenta progresivamente en un sentido.
4. Elemento magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los fragmentos de material ferromagnético (10, 20, 30, 40) tienen un contorno cilíndrico.
5. Elemento magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada fragmento de material ferromagnético (10, 20, 30, 40) comprende al menos dos sub-fragmentos (10.1, 10.2) que se disponen transversalmente uno al lado del otro.
6. Elemento magnetocalórico según la reivindicación 5, en donde cada fragmento de material ferromagnético (10, 20, 30, 40) comprende dos sub-fragmentos (10.1, 10.2) centrales y dos sub-fragmentos (10.3, 10.4) laterales.
7. Elemento magnetocalórico según las reivindicaciones 5 o 6, en donde cada sub-fragmento (10.1, 10.2, 10.3, 10.4) comprende una columna (3) sobre la que se extienden lateralmente, preferiblemente sobre uno de los laterales, la pluralidad de aletas (2).
8. Elemento magnetocalórico según la reivindicación 7, en donde la columna (3) de cada sub-fragmento (10.1, 10.2, 10.3, 10.4) se dispone en el lado más próximo al centro de la estructura.

9. Elemento magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde los sub-fragmentos (10.1, 10.2, 10.3, 10.4) de cada fragmento de material ferromagnético (10, 20, 30, 40) se disponen de manera simétrica.
- 5 10. Elemento magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde los sub-fragmentos (10.1, 10.2, 10.3, 10.4) se disponen uno al lado del otro, preferentemente de modo que no se tocan entre sí.
- 10 11. Elemento magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una cubierta (4) de material aislante, preferentemente plástico, disponiéndose los fragmentos de material ferromagnético (10, 20, 30, 40) en el interior de dicha cubierta (4), comprendiendo la cubierta (4) en su interior medios de guiado (7) para alojar unos extremos (16) de dichos fragmentos de material ferromagnético (10, 20, 30, 40).
- 15 12. Elemento magnetocalórico según la reivindicación 11, en donde dichos medios de guiado (7) comprenden ranuras longitudinales que se adaptan al contorno exterior de los extremos (16) de dichos fragmentos de material ferromagnético (10, 20, 30, 40).
- 20 13. Elemento magnetocalórico según las reivindicaciones 11 o 12, que comprende una tapa (5) en cada extremo que junto con la cubierta (4) delimitan un espacio interior (13), en donde cada tapa (5) comprende un orificio (6) que permite la entrada o salida de un fluido a dicho espacio interior (13).
- 25 14. Conjunto magnético para refrigeración magnética, **caracterizado porque** comprende un elemento magnetocalórico (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 30 15. Conjunto magnético según la reivindicación 14, que comprende un primer imán (8) dispuesto en el interior de un segundo imán (9), disponiéndose el elemento magnetocalórico (100) en el interior de dicho primer imán (8).
- 35 16. Conjunto magnético según las reivindicaciones 14 o 15, en donde dicho segundo imán (9) gira respecto del primer imán (8) de manera que se genera un campo magnético alterno, que fluctúa entre un valor máximo y un valor mínimo, de tal manera que se posibilita la magnetización y la desmagnetización del elemento magnetocalórico (100).
17. Sistema de refrigeración magnética, **caracterizado porque** comprende al menos un

conjunto magnético (200) según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16.

- 5 18. Sistema de refrigeración magnética según la reivindicación 17, que comprende dos conjuntos magnéticos (200), estando dispuestos ambos conjuntos magnéticos (200) de tal manera que los campos magnéticos generados comprenden la misma periodicidad pero desfasados 180° , de modo que, cuando el campo magnético generado en el primer conjunto magnético (200) está en su valor máximo, el campo magnético generado en el segundo conjunto magnético (200) está en su valor mínimo.
- 10 19. Sistema de refrigeración magnética según la reivindicación 18, en donde ambos conjuntos magnéticos (200) están comunicados por un circuito (11) a través del cual fluye un fluido que es apto para intercambiar calor con el elemento magnetocalórico (100) correspondiente.
- 15 20. Sistema de refrigeración magnética según la reivindicación 19, en donde unos medios de impulsión (12), preferentemente un cilindro de doble efecto, fuerzan a que dicho fluido se mueva en un sentido (A) o en el sentido opuesto (B).
- 20 21. Cámara frigorífica, de uso industrial o doméstico, **caracterizada porque** comprende un sistema de refrigeración magnética según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20.





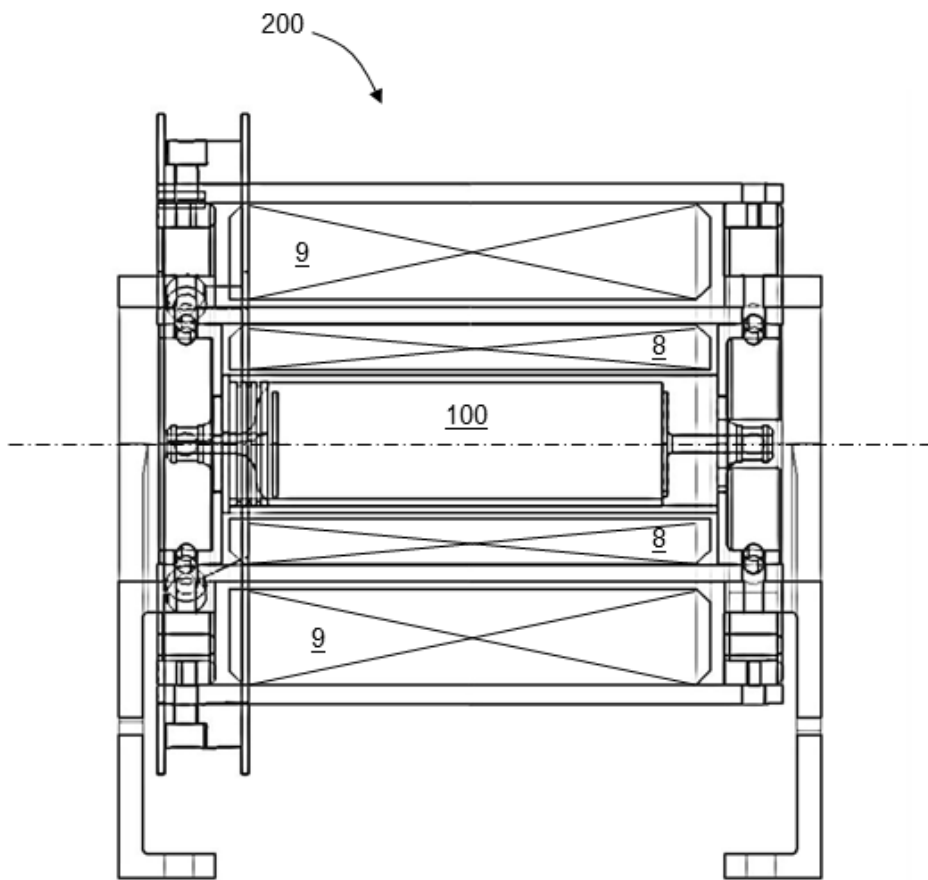


Fig.5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201431640

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.11.2014

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F25B21/00** (2006.01)
H01F1/01 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2011162388 A1 (BARVE JAYESHKUMAR JAYANARAYAN et al.) 07.07.2011, todo el documento.	1-2,15,18-22
A	US 2013258593 A1 (KUO CHUNG-JUNG et al.) 03.10.2013, todo el documento.	1-22
A	US 2009320499 A1 (MULLER CHRISTIAN et al.) 31.12.2009	1-22
A	WO 03016794 A1 (ABB AB et al.) 27.02.2003, todo el documento.	1-22
A	US 2014311165 A1 (WATANABE NAOKI et al.) 23.10.2014, todo el documento.	1-22
A	US 2010236258 A1 (HEITZLER JEAN-CLAUDE et al.) 23.09.2010, todo el documento.	1-22

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
12.02.2016

Examinador
M. P. Prytz González

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F25B, H01F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.02.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3-14, 16, 17, 19-22	SI
	Reivindicaciones 1-2, 15, 18	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 3-14, 16, 17	SI
	Reivindicaciones 1-2, 15, 18-22	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2011162388 A1 (BARVE JAYESHKUMAR JAYANARAYAN et al.)	07.07.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La presente solicitud de patente se refiere a un elemento magnetocalórico para refrigeración magnética, conjunto magnético y sistema de refrigeración magnética. Consta la solicitud de 22 reivindicaciones siendo la primera de ellas independiente y el resto dependientes, directa o indirectamente, de ella.

Los documentos D01 a D06 se consideran una representación del estado de la técnica al que pertenece la invención reivindicada. El documento D01 divulga un elemento magnetocalórico para refrigeración magnética que comprende una estructura magnetocalórica la cual comprende un material ferromagnético que comprende una pluralidad de aletas (resumen WPI, descripción, párrafo [0041] y Figura 6).

El documento D01 divulga, igualmente, un elemento magnetocalórico en donde dicho material ferromagnético puede comprender una composición base de lantano, hierro, cobalto y silicio (descripción, párrafo [0030]).

A la vista del documento D01, las reivindicaciones 1, 2, 15 y 18 de la solicitud carecen de novedad, en el sentido del Artículo 6 de la Ley 11/1986 de Patentes.

Las reivindicaciones 19 -22 resultan nuevas pero no implican actividad inventiva; y el resto de reivindicaciones, 3-14, 16 y 17 resultan nuevas e implican actividad inventiva, todo ello en el sentido de los Artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.