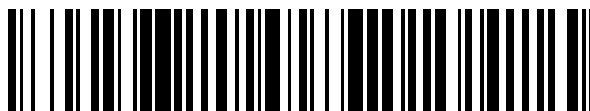


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 399**

51 Int. Cl.:

F25B 21/00 (2006.01)

F28F 3/04 (2006.01)

B29C 47/00 (2006.01)

B29K 103/04 (2006.01)

B29K 101/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.07.2013 PCT/EP2013/065743**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO14019938**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2013 E 13740310 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2880377**

54 Título: **Pieza monobloque que comprende un material magnetocalórico que comprende una aleación que comprende hierro y silicio y al menos un lantánido, y procedimiento de fabricación de dicha pieza monobloque**

30 Prioridad:

01.08.2012 FR 1257498

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

26.09.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MULLER, CHRISTIAN;
VIKNER, PETER y
DUBREZ, ALEXANDRA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 683 399 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

Pieza monobloque que comprende un material magnetocalórico que comprende una aleación que comprende hierro y silicio y al menos un lantánido, y procedimiento de fabricación de dicha pieza monobloque

5 El campo de la invención es el de los dispositivos térmicos y, más exactamente, de los generadores de frío magnético.

De manera general, la producción de frío responde a una necesidad en constante evolución, y en la actualidad representa una parte importante del consumo mundial de electricidad, utilizada concretamente para el aire acondicionado y la conservación de alimentos, y esto aun cuando la eficiencia de las técnicas de refrigeración convencionales basadas en la compresión y expansión de un gas sigue siendo insuficiente.

10 Los primeros refrigerantes tales como amoníaco, dióxido de azufre, dióxido de carbono o cloruro de metilo eran muy dañinos para los seres humanos y el medio ambiente. Fueron reemplazados por clorofluorocarburos, que fueron prohibidos en la década de 2000 debido a su contribución al efecto invernadero y al daño de la capa de ozono. Este problema persiste porque los hidroclorofluorocarburos utilizados en la actualidad continúan, en menor medida, teniendo los mismos efectos nocivos que los anteriores.

15 En este contexto, existe, por lo tanto, una doble ventaja, energética y medioambiental, en el desarrollo de nuevas técnicas de producción de frío que permitan, por un lado, eliminar los gases refrigerantes y, por otro lado, mejorar el rendimiento energético. En particular, se pueden mencionar como técnicas alternativas: refrigeración termoacústica, refrigeración termoelectrica o también refrigeración magnética.

20 Esta última se basa en el efecto magnetocalórico (EMC) de ciertos materiales, que consiste en una variación de su temperatura cuando son sometidos a un campo magnético. De este modo, basta con someter a estos materiales a una sucesión de ciclos de imantación y de desimantación y realizar un intercambio térmico con un fluido caloportador para alcanzar una variación de temperatura lo más amplia posible. La eficacia de dicho ciclo de refrigeración magnética sobrepasa en aproximadamente un 30 % la de un ciclo de refrigeración convencional.

25 Este ahorro energético realizable con la refrigeración magnética la hace particularmente interesante para aplicaciones de climatización o de refrigeración doméstica o industrial.

El efecto magnetocalórico (EMC) es máximo cuando la temperatura del material está próxima a su temperatura de Curie, siendo la temperatura de Curie (T_c) la temperatura, a la cual el material pierde su imantación espontánea. Por encima de esta temperatura, el material está en un estado desordenado llamado paramagnético

30 Ciertos materiales magnéticos tales como gadolinio, arsénico o ciertas aleaciones de tipo MnFe presentan propiedades magnetocalóricas particularmente bien adaptadas a las aplicaciones mencionadas anteriormente.

35 Entre las aleaciones, y concretamente a base de Si, es conocido, de acuerdo con las temperaturas de Curie buscadas, poder utilizar aleaciones a base de LaFeSiCo o a base de LaFeSi(H). La inserción de átomos ligeros tales como hidrógeno o cobalto, en los compuestos LaFeSi, puede ser un medio eficaz de aumentar la temperatura de Curie al tiempo que se mantiene el efecto EMC del material elevado. Dichos materiales son particularmente interesantes debido a sus propiedades magnetocalóricas conjugadas con costes de fabricación, que permiten aplicaciones en masa más favorables que las de materiales tales como el gadolinio.

De manera general, para explotar las propiedades de dichos materiales magnetocalóricos, la tecnología del frío magnético se basa en la inserción de estos materiales con un líquido caloportador que puede ser a base de agua.

40 El material se calienta de manera casi instantánea cuando se coloca en un campo magnético, y se enfría siguiendo una misma dinámica térmica cuando se retira del campo magnético.

Durante estas fases magnéticas, el material es recorrido por el líquido llamado caloportador que, bien se calentará en contacto con el material durante una fase llamada de magnetización, o bien se enfriará en contacto con el material durante una fase llamada de desmagnetización.

45 De manera clásica, el líquido caloportador circula en canales rectilíneos o poros abiertos que existen en el material magnetocalórico, correspondiendo esta circulación a un flujo hidráulico del fluido en modo laminar, para obtener una superficie de intercambio máxima, con una pérdida de carga hidráulica mínima.

De este modo, un ciclo comprende:

- una fase de magnetización (estado magnético = 1);
- una fase de desmagnetización (estado magnético = 0)

50 que se traduce en una energía disponible en cada fase.

Este ciclo se repite hasta frecuencias de varios Hertzios. Cuando la frecuencia aumenta, la potencia térmica (por ejemplo: el enfriamiento) suministrada por el aparato aumenta también.

Para que esta potencia aumente en proporción al aumento de la frecuencia, es necesario tener características de intercambios térmicos entre el material y el líquido que permitan incrementar este flujo térmico.

- 5 La geometría de una pieza de material magnetocalórico es, por lo tanto, esencial para garantizar un intercambio térmico óptimo entre dicha pieza y el fluido caloportador que circula en contacto con ella.

Es conocido, por ejemplo del documento WO2012/056585 A1, utilizar estructuras laminares de material magnetocalórico, que permiten la circulación de fluido entre dichas láminas y aumentar, de este modo, las superficies de intercambio con el fluido caloportador.

- 10 Por lo tanto, es necesario calibrar de manera reproducible, constante y muy precisa las distancias entre dichas láminas de material, para controlar lo mejor posible los procesos de intercambio térmico. Esto requiere, la utilización de elementos de posicionamiento mutuo de las láminas al tiempo que garantizan el dominio de los parámetros geométricos necesario para la obtención de características de intercambio térmico satisfactorias.

- 15 En este contexto, la presente invención propone una estructura optimizada de pieza de material magnetocalórico y un procedimiento que permite realizar dicha pieza, mientras que las técnicas clásicas desplegadas actualmente no permiten alcanzar las relaciones de forma necesarias para la optimización de los intercambios de calor, debido a menores dimensiones a alcanzar en piezas en masa.

- 20 Más exactamente la invención tiene por objeto una pieza monobloque, a saber de una sola pieza, a base de al menos un material magnetocalórico en aleación que comprende hierro, y silicio y al menos un lantánido, caracterizada porque:

- dicha pieza consta de una base situada en un primer plano definido por una primera dirección Dx y por una segunda dirección Dy perpendicular a la primera dirección Dx y un conjunto de N láminas unitarias $L_{a,i}$ unidas a dicha base;
- 25 - presentando dichas láminas una primera dimensión $D_{Lai,x}$ de acuerdo con la primera dirección, una segunda dimensión $D_{Lai,y}$ de acuerdo con la segunda dirección y una tercera dimensión $D_{Lai,z}$ de acuerdo con una tercera dirección Dz perpendicular a las primera y segunda dimensiones;
- una iésima lámina que es prácticamente paralela a y separada de una (i+1)ésima lámina por una iésima distancia d_i ;
- siendo la relación entre la segunda dimensión $D_{Lai,y}$ y la primera dimensión $D_{Lai,x}$ superior o igual a 10;
- 30 - siendo la relación entre la tercera dimensión $D_{Lai,z}$ y la primera dimensión $D_{Lai,x}$ superior o igual a 6;
- siendo la primera dimensión $D_{Lai,x}$ del mismo orden de magnitud que dicha distancia d_i que separa una iésima lámina, de una (i+1)ésima lámina.

Dimensiones particularmente bien adaptadas pueden estar situadas en los siguientes intervalos:

- 35 $0,1 \text{ mm} \leq D_{Lai,x} \leq 0,8 \text{ mm};$
 $10 \text{ mm} \leq D_{Lai,y} \leq 100 \text{ mm};$
 $5 \text{ mm} \leq D_{Lai,z} \leq 25 \text{ mm}$

y pudiendo ser preferentemente del orden de 12 mm.

De acuerdo con una variante de la invención, la distancia entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina está comprendida entre aproximadamente 0,1 mm y 1 mm.

- 40 Ventajosamente, la presente invención también tiene por objeto una pieza compleja que comprende dos piezas monobloque de acuerdo con la invención, estando dichas dos piezas encastradas de forma invertida, permitiendo reducir el espacio libre entre láminas.

De acuerdo con una variante de la invención, las láminas constan de superficies superiores convexas.

- 45 De acuerdo con una variante de la invención, dicha base consta de superficies ahuecadas entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina.

Ventajosamente, el perfil de los huecos puede ser de tipo cóncavo, teniendo los huecos un radio de curvatura optimizado para reforzar la velocidad de un fluido caloportador que circulará entre las láminas. Normalmente, el radio de curvatura puede ser del orden de 0,1 mm.

- 50 Normalmente el número de láminas de la pieza monobloque puede estar comprendido entre una decena y una treintena de láminas.

Cabe señalar que puede ser interesante fabricar dispositivos de generación térmica que comprenden elementos magnetocalóricos que funcionan a diferentes temperaturas de Curie y, por lo tanto, piezas constituidas por materiales magnetocalóricos diferentes, debiendo ser estas piezas fácilmente reconocibles gracias a la presencia de elementos de marcado.

5 Es por esto que, de acuerdo con una variante de la invención, el conjunto de las láminas consta de al menos una lámina de tercera dimensión diferente de la de las otras láminas, que permite constituir un marcado de dicha pieza monobloque. Siendo el posicionamiento de la lámina $L_{a,i}$ en cuestión en el conjunto de las láminas $L_{a,1}, \dots, L_{a,N}$ relativo a una temperatura de Curie dada.

10 Del mismo modo, un signo distintivo también puede estar integrado a nivel de la base, más exactamente en este caso, dicha base consta de al menos una superficie entre una i ésima lámina y una $(i+1)$ ésima lámina, ahuecada de forma diferente de las otras superficies ahuecadas, que permite constituir un marcado de dicha pieza monobloque.

15 Ventajosamente, en una configuración con dos bloques encajados de forma invertida, una lámina de tercera dimensión superior a la de las otras láminas del bloque encajará en una concavidad de base de dimensiones conformes, lo que hará posible un posicionamiento relativo de los dos bloques que garantiza espesores de láminas de fluidos regulares y conformes a las especificaciones. Estas dimensiones remarcables pueden, por lo tanto, cumplir una función de marcado y de posicionamiento, o solamente una de estas funciones.

20 Para optimizar las configuraciones de flujo de fluido a través de la pieza monobloque, la relación entre la dimensión, de acuerdo con la tercera dirección, de la base $D_{E,z}$ y la dimensión, de acuerdo con la segunda dirección, de la base $D_{E,y}$ está comprendida entre aproximadamente $1/5$ y $1/30$ la relación entre la dimensión, de acuerdo con la tercera dirección, de la base $D_{E,z}$ y la tercera dimensión $D_{L_{a,i},z}$ es del orden $1/20$;

- siendo la primera dimensión $D_{L_{a,i},x}$ preferentemente prácticamente igual a la dimensión, de acuerdo con la tercera dirección, de la base $D_{E,z}$.

25 De acuerdo con una variante de la invención, estando la base constituida por un material de base, las láminas están constituidas por al menos un material magnetocalórico, siendo el material de base y el material magnetocalórico diferentes. Normalmente, la base puede estar realizada en un material no magnetocalórico de coste menos elevado que el de un material magnetocalórico.

30 De acuerdo con una variante de la invención, la pieza monobloque comprende al menos dos series de láminas constituidas por al menos dos materiales magnetocalóricos diferentes. De este modo, mezclando, por ejemplo, diferentes materiales magnetocalóricos y, por lo tanto, las temperaturas de Curie, se puede adaptar finamente una pieza y sus características térmicas a un pliego de condiciones preciso.

De acuerdo con una variante de la invención, el material magnetocalórico es un material compuesto que comprende al menos un polvo de un primer material magnetocalórico y un aglutinante orgánico.

35 Para producir en todas estas variantes posibles, una pieza monobloque de acuerdo con la presente invención, el Solicitante consideró que un procedimiento de extrusión o de coextrusión estaba particularmente bien adaptado al conjunto de las restricciones impuestas en términos de dimensionamiento para obtener excelentes rendimientos térmicos y esto en correlación con restricciones de desarrollo industrial en masa.

Es por esto que, la presente invención también tiene por objeto un procedimiento de fabricación de una pieza monobloque de acuerdo con la invención, caracterizado porque consta de las siguientes etapas:

40 - la introducción de forma continua en al menos un cuerpo de extrusora (Ex) que comprende al menos una funda calefactora (Fi), de al menos un polvo de material magnetocalórico o una mezcla de al menos un polvo magnetocalórico con un aglutinante orgánico;

- la mezcla, la homogeneización y la fusión de dicho polvo de material magnetocalórico y, llegado el caso, del aglutinante mediante al menos un tornillo de extrusión (Vi) situado en el o los cuerpos de extrusora;

45 - la conformación de dicha mezcla que comprende dicho material magnetocalórico a través de al menos una hilera de extrusión (fil), equipada con al menos una cavidad, que permite formar una pieza monobloque de acuerdo con la invención;

- definiendo dicha al menos una hilera la estructura de dicha pieza monobloque.

De acuerdo con una variante de la invención, el procedimiento comprende además una etapa de enfriamiento progresivo en el espacio, a la salida de dicha al menos una hilera, gracias a medios dedicados.

50 De acuerdo con una variante de la invención, los medios dedicados comprenden un equipo de conformación que comprende al menos una sección equipada con al menos un canal en el que puede circular un fluido de enfriamiento/atemperación.

De acuerdo con una variante de la invención, la hilera consta de varias secciones que constan, cada una, de una cavidad, estando al menos dos secciones separadas por una placa de aislamiento térmico cuyo espesor está

determinado para permitir una diferencia de temperatura entre las dos secciones.

De acuerdo con una variante de la invención, el o los cuerpos de extrusora comprenden, cada uno, dos tornillos co-rotatorios.

De acuerdo con una variante de la invención, el procedimiento comprende:

- 5 - la fabricación de forma continua de un conjunto constituido por bandas de material magnetocalórico, unidas a una base;
 - una operación de corte de dicho conjunto para definir piezas elementales monobloque.

De acuerdo con una variante de la invención, el procedimiento comprende la introducción de diferentes materiales a través de diferentes medios de alimentación distribuidos a lo largo del o de los cuerpos de extrusora.

10 De acuerdo con varias variantes de la invención, el procedimiento puede comprender la introducción a través de un medio de alimentación, de un aglutinante orgánico para fabricar un material compuesto que comprende al menos un polvo de material magnetocalórico o comprender la introducción de un material magnetocalórico mezclado previamente con un aglutinante. Un segundo aglutinante puede introducirse, en esta segunda variante en la extrusora.

15 De acuerdo con una variante de la invención, estando dicha pieza monobloque constituida espacialmente por diferentes materiales de acuerdo con la segunda dirección D_y , el procedimiento comprende la introducción de manera secuenciada de los diferentes materiales magnetocalóricos para fabricar un conjunto de bandas continuas que presentan secuencias de materiales magnetocalóricos diferentes, unido a una base, y el corte de piezas monobloque unitarias en dicho conjunto de bandas.

20 La invención se entenderá mejor y otras ventajas surgirán con la lectura de la descripción a continuación dada a modo no limitante y gracias a las figuras adjuntas entre las cuales:

- la figura 1 ilustra un primer ejemplo de una primera variante de pieza monobloque de acuerdo con la invención que comprende una estructura en forma de peine;
- la figura 2 ilustra un segundo ejemplo de la primera variante de pieza monobloque de acuerdo con la invención;
- 25 - la figura 3 ilustra un tercer ejemplo de la primera variante de pieza monobloque de acuerdo con la invención;
- la figura 4 ilustra un quinto ejemplo de la primera variante de pieza monobloque de acuerdo con la invención;
- la figura 5 ilustra un ejemplo de ensamblaje de dos piezas monobloque de la invención;
- las figuras 6a, 6b y 6c ilustran una pieza monobloque que comprende láminas estructuradas para mantener un espacio determinado entre dichas láminas gracias a la presencia de protuberancias, así como un ensamblaje que comprende dichas piezas;
- 30 - las figuras 7a, 7b y 7c ilustran una pieza monobloque que comprende láminas estructuradas para mantener un espacio determinado entre dichas láminas gracias a la presencia de protuberancias y una base estructurada para permitir un ajuste de piezas monobloque integradas en un ensamblaje así como un ensamblaje;
- la figura 8 esquematiza una máquina de extrusión que permite fabricar una pieza monobloque de la invención;
- 35 - la figura 9 ilustra un ejemplo de pieza monobloque obtenida mediante un procedimiento de extrusión con secuenciación de introducción de materias primas;
- la figura 10 ilustra la cámara de extrusión a la salida de varios cuerpos de extrusora en el caso de máquina de coextrusión;
- la figura 11 ilustra un primer ejemplo de pieza monobloque obtenida mediante una máquina de coextrusión;
- 40 - la figura 12 ilustra un segundo ejemplo de pieza monobloque obtenida mediante una máquina de coextrusión;
- la figura 13 ilustra una vista en alzado de una sección de equipo de conformación que consta de un canal de enfriamiento utilizado en un ejemplo de procedimiento de extrusión de la invención;
- la figura 14 ilustra una vista en alzado de una placa de aislamiento incorporada entre secciones de la hilera ilustrada en la figura 11;
- 45 - la figura 15 ilustra una vista de una máquina de extrusión utilizada en un procedimiento de la invención;
- la figura 16 ilustra una variante de pieza monobloque en configuración plegada.

De manera general, la pieza monobloque de la presente invención comprende una estructura integrada en un material o materiales magnetocalóricos en la que están previstas regiones agujereadas de manera calibrada y que presenta parámetros geométricos optimizados para el paso de un fluido caloportador.

50 De acuerdo con una variante de la invención, la pieza monobloque puede comprender una estructura en forma de peine. Un primer ejemplo de esta variante particularmente ventajosa, se ilustra en la figura 1.

Más exactamente, la pieza monobloque comprende, en esta configuración, una estructura en forma de peine con una base E y un conjunto de láminas $L_{a,1}, \dots, L_{a,i}, \dots, L_{a,N}$ unidas a dicha base. Las dimensiones de estas láminas son de acuerdo con las direcciones representadas D_x , D_y y D_z respectivamente: $D_{L_{a,i,x}}$, $D_{L_{a,i,y}}$ y $D_{L_{a,i,z}}$.

55 Dos láminas $L_{a,i}$ y $L_{a,i+1}$ están, por otro lado, separadas una distancia d_i que corresponderá a una lámina de fluido que circula entre dichas láminas, excepto en un caso de ensamblaje donde la distancia no será la misma (dos

láminas de fluido y una lámina de material).

La pieza monobloque puede estar constituida por un único material magnetocalórico. Puede tratarse de un material compuesto a base de polvo de la familia bien conocida LaFeSi, por ejemplo de (LaCe)(FeCoMn)Si donde, en proporciones variables a elección del fabricante, se introduce Ce en sustitución de La y Co y/o Mn en sustitución de Fe, cuya composición y estructura metalúrgica siguen siendo compatibles con los procedimientos de implementación descritos a continuación. Comprendiendo el material compuesto un aglutinante orgánico por ejemplo un polímero, que puede ser polipropileno, y en el que está disperso un polvo de material magnetocalórico que puede ser, por ejemplo, (LaCe)(FeCoMn)SiH donde H se introduce en inserción en el material que comprende, de este modo, átomos de hidrógeno, como es conocida clásicamente en el estado de la técnica. Normalmente la tasa de carga de polvo en volumen puede ser del orden del 50 % al 90 %.

Para las aplicaciones buscadas de tecnología de frío magnético, en las que se desea optimizar la interacción entre un líquido caloportador que puede ser a base de agua y la pieza de material magnetocalórico sometida a alternancias magnéticas, se busca controlar y optimizar las principales características siguientes implicadas en los procesos de intercambio térmico.

Estas principales características determinantes se clasifican de acuerdo con los siguientes criterios:

- criterio 1: el coeficiente de intercambio térmico: h ($W/m^2.K$);
- criterio 2: el espesor de la lámina de líquido caloportador;
- criterio 3: la altura de la lámina de líquido caloportador;
- criterio 4: el espesor de la lámina de material o materiales magnetocalóricos;
- criterio 5: la altura de la lámina de material o materiales magnetocalóricos;
- criterio 6: la longitud de la lámina de material o materiales magnetocalóricos;
- criterio 7: el número de láminas de material o materiales magnetocalóricos.

Los criterios 2 a 7 definen, de este modo, la geometría del bloque de material magnetocalórico. Estos criterios combinados con el criterio 1 permiten definir la capacidad de intercambio térmico del bloque de material magnetocalórico.

Esto se traduce en una geometría de bloque de material magnetocalórico que consta de ranuras de espesores pequeños en las que circula el líquido caloportador. Estas láminas de material de espesor reducido delimitan, de este modo, entre sí láminas de líquido.

Si las láminas de materiales son demasiado espesas, el líquido no podrá extraer con suficiente rapidez la energía que proviene del efecto magnetocalórico de la lámina antes del ciclo siguiente (la conductividad térmica del material limita el flujo de transferencia térmica).

Si la lámina de agua no es bastante alta, la superficie de intercambio existente en las dos caras de las láminas de material magnetocalórico no bastará para extraer suficiente potencia en función del coeficiente h .

El coeficiente de intercambio térmico h depende fuertemente del espesor de la lámina de agua. Se incrementa cuando el espesor de la lámina de agua disminuye.

Es por esto que, normalmente, las dimensiones de las láminas y de los espacios entre láminas pueden ser, ventajosamente, las siguientes:

- $0,1 \text{ mm} \leq D_{L_{ai,x}} \leq 0,8 \text{ mm}$;
- $10 \text{ mm} \leq D_{L_{ai,y}} \leq 100 \text{ mm}$;
- $5 \text{ mm} \leq D_{L_{ai,z}} \leq 25 \text{ mm}$ y preferentemente $D_{L_{ai,z}}$ puede ser del orden de 12 mm;
- $0,1 \leq d_i \leq 1 \text{ mm}$ y preferentemente d_i puede ser del orden de 0,2 mm.

De acuerdo con el ejemplo ilustrado en la figura 1, la pieza monobloque comprende además, superficies específicas entre las láminas para optimizar la velocidad de circulación de fluido caloportador entre dichas láminas y para limitar la aparición de turbulencias en el fluido caloportador. Para ello, pueden estar previstas superficies cóncavas S_{ci} situadas entre dos láminas adyacentes $D_{L_{ai}}$, $D_{L_{ai+1}}$, a nivel de la base E que presentan radios de curvatura adecuados. Las superficies superiores de las láminas también pueden ser superficies $S_{La,i}$ convexas.

Entre todas las láminas unidas a la base, puede ser interesante realizar un elemento diferenciador que permita, durante la producción en masa reconocer, por ejemplo, una pieza monobloque de otra, en términos de propiedades térmicas junto con el o los materiales que la constituyen. Para ello, puede estar prevista una superficie de base entre dos láminas consecutivas, más cóncava que las otras o una altura de lámina superior a la de las otras láminas. La superficie cóncava entre las láminas $L_{a,1}$ y $L_{a,2}$ es más ahuecada.

De acuerdo con un segundo ejemplo de esta variante de la invención, ilustrado en la figura 2, la pieza monobloque comprende más de un canal llamado de base $C_{E,x,y}$ realizado en la base para aumentar la superficie de intercambio térmico con un fluido de intercambio térmico. Cabe señalar que el desplazamiento o la retracción de las láminas de

extremo, es decir las láminas $L_{a,1}$ y $L_{a,N}$ con respecto al borde de la base permitirá también poder constituir canales laterales $C_{E_{y,z}}$ y esto además de los canales definidos entre las láminas $CL_{a,i}$ cuando la pieza esté posicionada en un alojamiento previsto a tal efecto en un módulo térmico de generador de frío.

5 De acuerdo con un tercer ejemplo de esta variante de la invención, ilustrado en la figura 3, las láminas de materiales magnetocalóricos pueden comprender canales integrados $CL_{i,a,i}$ en dichas láminas $L_{a,i}$ y abiertos o no a nivel de la base, siendo la representación en la figura 3, relativa a una configuración con canales abiertos.

10 De acuerdo con un cuarto ejemplo no ilustrado de esta variante de la invención, dichos canales integrados $CL_{i,a,i}$ en dichas láminas $L_{a,i}$ pueden comprender un material magnetocalórico o no, que presenta una permeabilidad magnética mayor importante que la del material que forma dichas láminas $L_{a,i}$. La integración de dicho material permite aumentar la intensidad de la inducción magnética cuando la pieza monobloque es sometida a un campo magnético.

15 De acuerdo con un quinto ejemplo de esta variante de la invención, ilustrado en la figura 4, también puede estar previsto una o varias muescas a nivel de la base, constando la base E de partes periféricas E_{p1} y E_{p2} . La presencia de estas partes periféricas E_{p1} y E_{p2} permite también poder constituir canales complementarios para el fluido caloportador cuando la pieza está posicionada en un alojamiento previsto a tal efecto en un módulo térmico de generador de frío.

20 De acuerdo con otra variante de la invención no ilustrada, la pieza monobloque también puede comprender un material magnetocalórico macizo que consta de regiones agujereadas destinadas al flujo de un fluido caloportador, estando dichas regiones agujereadas de acuerdo con una segunda dirección D_y , perpendicular a una primera dirección D_x y a una tercera dimensión D_z .

Las dimensiones de estas regiones agujereadas de acuerdo con la dirección D_x , y $dR_{ai,z}$ de acuerdo con la dirección D_z son de un orden de magnitud inferior a la dimensión $dR_{ai,y}$ de acuerdo con la segunda dimensión.

Las distancias entre zonas agujereadas normalmente pueden ser del orden de varias decenas de milímetros.

25 En este tipo de configuración, las zonas agujereadas pueden estar organizadas en una estructura de tipo colmena con regiones agujereadas de forma hexagonal.

30 Ventajosamente generadores térmicos pueden integrar piezas complejas en las que dos piezas monobloque de la invención, P_1 y P_2 , están encastradas de forma invertida como se ilustra en la figura 5. Esta configuración permite reducir aún más el espesor de las láminas de fluido definidas por la distancia $d_{1,2}$ representada en la figura 4 y aquel entre las láminas $L_{a1,i}$ y $L_{a2,i}$ o $L_{a2,i}$ y $L_{a1,i+1}$. De este modo, se pueden alcanzar, normalmente, espesores de láminas de fluido $d_{1,2}$ incluso inferiores a 0,1 mm, mientras que esto es irrealizable actualmente con las técnicas conocidas.

35 En este caso, es ventajoso prever al menos un elemento de posicionamiento, que puede ser también un elemento de marcado de láminas de materiales de características diferentes de un primer bloque, estando dicho elemento de posicionamiento constituido por al menos una lámina de tercera dimensión superior a la o las de las otras láminas, posicionada frente a una superficie del segundo bloque ahuecada en la base, estando dicha concavidad dimensionada para ser complementaria del extremo de la al menos una lámina de dicho primer bloque. Una configuración de este tipo se ilustra en la figura mediante la segunda lámina partiendo de la derecha y el segundo hueco partiendo de la izquierda del bloque de la parte baja de la figura 5.

40 De acuerdo con una variante de la invención, ilustrada en las figuras 6a, 6b y 6c, la pieza monobloque puede comprender, ventajosamente, láminas que presentan protuberancias que permiten imponer una separación relativamente constante entre las láminas y esto en funcionamiento durante el flujo de un fluido entre dichas láminas $L_{a,i}$, permitiendo también reforzar su resistencia mecánica. En la estructura compleja, la presencia de estas protuberancias permite también reforzar su resistencia mecánica.

45 De acuerdo con otra variante de la invención, ilustrada en las figuras 7a, 7b y 7c, una pieza monobloque que comprende láminas con protuberancias puede encastrarse, además, en una pieza monobloque que presenta, por su parte, motivos ahuecados a nivel de la base, que permiten que los extremos de las láminas $L_{a,i}$ de la pieza complementaria se apoyen, para garantizar una resistencia mecánica incrementada en funcionamiento.

De acuerdo con la presente invención, se propone utilizar un procedimiento de extrusión para realizar la geometría de la pieza monobloque, permitiendo este procedimiento alcanzar las dimensiones requeridas con una excelente reproducibilidad y un coste de fabricación particularmente interesante.

50 En efecto, realizar piezas que presentan dimensiones muy pequeñas entre las láminas de material magnetocalórico que corresponden a láminas de fluido muy finas, conlleva actualmente realizar en un primer momento un bloque macizo de material magnetocalórico y a continuación maquinar este bloque en un segundo momento. El bloque puede realizarse mediante sinterizado de polvo a aproximadamente 1200 °C. Se puede intentar realizar por electroerosión de los canales, pero el sinterizado genera esfuerzos y tensiones mecánicas en los bloques. Esto
55 puede conducir a la rotura de los bloques o de las láminas ya realizadas. Por otro lado, el diámetro de hilo de

electroerosión que permite alcanzar dimensiones inferiores a varias decenas de milímetros se convierte en un auténtico problema, ya que el hilo debe presentar un diámetro muy pequeño, lo que le hace más frágil.

5 De manera general, la extrusión es un procedimiento de transformación de forma continua de un material maleable homogeneizado y fusionado por amasado y calentamiento (mecánico y térmico). En una funda (cilindro), el material comprimido y amasado por uno o varios tornillos, es empujado hacia una hilera, para ser conformado.

Ya se ha descrito la utilización de un procedimiento de extrusión de materiales magnetocalóricos, en la solicitud de patente WO 2006/074790. No obstante, este procedimiento necesita la fabricación de una pasta cuya viscosidad se fija por la naturaleza de la propia mezcla y se ajusta mediante adición de agua o de disolvente, Se trata de un procedimiento de transformación en frío y que comprende una etapa de secado.

10 El procedimiento propuesto en la presente invención es un procedimiento de conformación en caliente, que utiliza al menos una funda calefactora y que no pasa por la fabricación de una pasta susceptible de generar problemas de oxidación de los materiales metálicos empleados, debido a la presencia de agua.

15 Más exactamente, de acuerdo con la presente invención la extrusora comprende un cuerpo de extrusora equipado con al menos una funda cilíndrica calefactora (termorregulada) en cuyo interior gira un (o dos) tornillo motorizado. El cuerpo de la extrusora es alimentado a través de aberturas en dicha funda por dosificadores que tienen tolvas de alimentación de gránulos o de polvo.

El tornillo de extrusión amasa, comprime, cizalla, calienta y transporta de forma continua el material fluidificado y homogeneizado hacia la hilera. Esto confiere a la masa fluidificada, la forma deseada empujando el material a través de la hilera.

20 En la presente invención, se puede utilizar una máquina de extrusión tal como la esquematizada en la figura 8 y concretamente para realizar piezas monobloque de material compuesto a base de polvo de material magnetocalórico y de aglutinante. En el caso de un polvo de material de la familia LaFeSi o $\text{LaCe}((\text{FeMnCo})\text{Si})\text{H}$, el aglutinante puede ser, por ejemplo, de polipropileno, o de policarbonato o de polietileno.

Dicha máquina comprende concretamente:

- 25 - un cuerpo de extrusión E_x que comprende, a su vez, un conjunto de módulos elementales de fundas F_i , gobernados por al menos un sistema de calentamiento;
- 30 - el cuerpo de extrusión que comprende ventajosamente dos tornillos de extrusión co-rotatorios referenciados en su conjunto V_i , que giran en el mismo sentido y que permiten al mismo tiempo alcanzar presiones en la salida del orden de 150 bares. Dichos tornillos de extrusión pueden constar de diferentes módulos de amasado, descompresión, de aceleración, etc. De este modo, las materias primas introducidas en el cuerpo de la extrusora son transferidas de un módulo de tornillo al otro que cooperan para aumentar la capacidad de mezcla, la compresión y el transporte de las materias primas introducidas;
- 35 - llegado el caso, una cámara de compresión CP que recibe el material m_{fi} fluidificado y amasado, y lo propulsa hacia una o varias hileras;
- una hilera f_{ii} replica la forma de la pieza monobloque de material compuesto a base de polvo de material magnetocalórico y de aglutinante m_{pi} .

Por ejemplo, el tornillo de extrusión puede tener una longitud comprendida entre 1 y 4 metros, preferentemente 2 metros, su longitud puede corresponder a su diámetro multiplicado por un coeficiente comprendido entre 10 y 24.

40 La velocidad de rotación está comprendida entre 80 y 400 rpm, pudiendo ser la presión máxima de 200 bares aproximadamente, sabiendo que es posible prever una válvula-esclusa que se abre y evacúa el material cuando la presión es demasiado grande (normalmente superior a 200 bares).

La temperatura del material puede estar comprendida entre 150 °C (que corresponde a la temperatura del tornillo de extrusión y de la funda) y 240 °C. La temperatura de la hilera puede, por su parte, ser superior varios grados con respecto a la temperatura del material para disminuir la adherencia del material a la hilera.

45 El tornillo de extrusión puede comprender varios elementos o módulos de tornillo diferentes, con pasos de tornillo diferentes y/o invertidos, y también con elementos de amasado (que pueden apilarse sobre los ejes de los tornillos de extrusión).

Gracias al procedimiento de la invención, es posible alimentar de manera secuenciada el cuerpo de la extrusora para formar sucesivamente secciones de bandas de materiales diferentes de acuerdo con la dirección D_y .

50 De este modo, de acuerdo con otra variante de la invención ilustrada en la figura 9, las láminas pueden constar de regiones constituidas por materiales magnetocalóricos diferentes que permiten disponer de una latitud suplementaria en términos de temperatura global de funcionamiento dependiente de las temperaturas de Curie de los diferentes materiales. Como se representa, tres regiones comprenden respectivamente un primer material magnetocalórico M_{cal30} , un segundo material magnetocalórico M_{cal31} , un tercer material magnetocalórico M_{cal32} . Puede ser ventajoso,

durante la fabricación en masa de piezas monobloque, alimentar el cuerpo de extrusora mediante diferentes dosificadoras de alimentación distribuidas a lo largo del cuerpo de la extrusora y de acuerdo con la secuencia siguiente y a continuación proceder a un corte global del conjunto de piezas unitarias:

- 5 - alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal30} ;
- alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal31} ;
- alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal32} ;
- alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal32} ;
- alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal31} ;
- 10 - alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal30} ;
- alimentación mediante la dosificadora en polvo de material M_{cal30} , ..., y así sucesivamente, para producir interfases de gran calidad durante la operación de corte, debido a que el corte tiene lugar en un mismo material y no en la interfase entre dos materiales diferentes.

También es particularmente interesante y adecuado utilizar un procedimiento de coextrusión para realizar una pieza monobloque en diferentes materiales de acuerdo con planos paralelos al plano definido por las direcciones D_x , D_y .

- 15 Para ello, se utilizan en paralelo, varios cuerpos de extrusora, que desembocan en una única cámara de compresión CP como esquematiza la figura 10, que muestra una cámara de compresión alimentada por tres cuerpos de extrusora Ex_1 , Ex_2 y Ex_3 , alimentadas a su vez con diferentes materiales M_1 , M_2 , M_3 .

De este modo, es posible formar concretamente, la pieza monobloque ilustrada en la figura 11 en la que la base E está realizada en un primer material llamado de base M_E , estando las láminas realizadas en segundo material M_{cal} , llamado segundo material que es un material magnetocalórico, mientras que el material de base puede no serlo.

De acuerdo con otra variante ilustrada en la figura 12, las láminas $L_{a,i}$ pueden estar constituidas por dos materiales diferentes magnetocalóricos M_{cal40} y M_{cal41} distribuidos de acuerdo con la dirección D_z , pudiendo la base estar o no constituida por un tercer material llamado de base M_E que puede ser o no magnetocalórico.

De manera general, en el procedimiento de fabricación por extrusión o coextrusión, puede estar previsto un medio de enfriamiento de dicha pieza monobloque para garantizar un mantenimiento de su forma después de su salida de dicha hilera f_{ij} . El interés de este medio de enfriamiento es evitar que la pieza monobloque se deforme cuando sale de la hilera f_{ij} . Este enfriamiento tiene el objetivo de llevar la pieza monobloque en un tiempo muy corto de una temperatura de aproximadamente 200 °C a una temperatura cercana a la temperatura ambiente. Este medio de enfriamiento puede presentarse de acuerdo con varias variantes.

30 Una primera variante no representada consiste en utilizar medios externos de enfriamiento y, de este modo, en enfriar la pieza monobloque a la salida de la hilera con una lámina de aire a baja temperatura (aproximadamente 5 °C, por ejemplo) y a poca velocidad (velocidad adaptada para no deformar la pieza monobloque).

Una segunda variante representada gracias a las figuras 13 a 15 consiste en integrar el medio de enfriamiento en la hilera f_{ij} que consta de la cavidad de la pieza monobloque. A tal efecto, se puede prever una hilera f_{ij} que consta de varias secciones T_i de las cuales la última al menos (situada en la salida) consta de al menos un canal C_a para la circulación de un fluido de enfriamiento (líquido o gaseoso), con una entrada F_{in} y una salida F_{out} . La temperatura de este fluido permite enfriar la pieza monobloque incluso mientras está siendo conformada en la hilera f_{ij} . Una pieza I_s de aislamiento térmico realizado por ejemplo mediante una placa de material sintético o compuesto tal como PEEK puede estar montada entre al menos dos secciones de la hilera f_{ij} , esta placa aislante ilustrada en la figura 14 comprende, en una variante, aberturas O_{i_s} y una forma agujereada cercana a la cavidad de la pieza.

La figura 15 representa una vista esquemática de una máquina de extrusión cuya hilera consta de cuatro secciones T_1 , T_2 , T_3 y T_4 . Las secciones T_1 , T_2 y T_3 constan de un canal de enfriamiento destinado a la circulación de un fluido de enfriamiento. La sección T_4 realiza la forma inicial de la pieza. Las tres secciones T_1 , T_2 y T_3 están aisladas térmicamente de la primera sección T_4 mediante una placa de aislamiento I_s que presenta zonas huecas o aberturas O_{i_s} (sin material). En dicha configuración, puede estar previsto o no enfriar gradualmente la pieza monobloque haciendo circular fluidos a temperaturas diferentes en las diferentes secciones T_1 , T_2 , T_3 . El fluido que circula en la sección T_3 puede presentar la temperatura más elevada y el que circula en la sección T_1 puede presentar la temperatura más baja. Es previsible también integrar otras placas de aislamiento, concretamente entre las secciones que constan de un canal de enfriamiento.

50 La invención no está limitada a dicho número de secciones, se puede prever, por ejemplo, la integración de dos secciones: una sección que consta de un canal de enfriamiento y otra sección sin canal de enfriamiento.

Las piezas monobloque descritas anteriormente pueden estar, ventajosamente, integradas en un módulo térmico. Para ello, de acuerdo con una variante ventajosa, la pieza monobloque puede presentar una geometría en forma de V, siendo el conjunto de las láminas sobre la base curva de acuerdo con la segunda dirección D_y , como se ilustra en la figura 16.

REIVINDICACIONES

1. Pieza monobloque que comprende al menos un material magnetocalórico que comprende una aleación que comprende hierro y silicio y al menos un lantánido, y que comprende:
- dicha pieza consta de una base (E) situada en un primer plano definido por una primera dirección (D_x) y por una segunda dirección (D_y) y un conjunto de N láminas unitarias (L_{a,i}) unidas a dicha base (E);
 - presentando dichas láminas una primera dimensión (D_{Lai,x}) de acuerdo con la primera dirección (D_x), una segunda dimensión (D_{Lai,y}) de acuerdo con la segunda dirección (D_y) y una tercera dimensión (D_{Lai,z}) de acuerdo con una tercera dirección (D_z) perpendicular a las primera y segunda dimensiones;
 - una iésima lámina que es prácticamente paralela a, y separada de, una (i+1)ésima lámina una iésima distancia (d_i);
 - siendo la relación entre la segunda (D_{Lai,y}) y la primera dimensión (D_{Lai,x}) superior o igual a 10;
 - siendo la relación entre la tercera dimensión (D_{Lai,z}) y la primera dimensión (D_{Lai,x}) superior o igual a 6;
 - siendo la primera dimensión del mismo orden de magnitud que dicha distancia (d_i) que separa una iésima lámina (L_{a,i}), de una (i+1)ésima lámina (L_{a,i+1}).
2. Pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la primera dimensión está comprendida entre aproximadamente 0,1 mm y 0,8 mm ($0,1 \text{ mm} \leq D_{Lai,x} \leq 0,8 \text{ mm}$).
3. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada porque** la segunda dimensión está comprendida entre aproximadamente 10 mm y 100 mm ($10 \text{ mm} \leq D_{Lai,y} \leq 100 \text{ mm}$).
4. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la tercera dimensión está comprendida entre aproximadamente 6 mm y 25 mm ($6 \text{ mm} \leq D_{Lai,z} \leq 25 \text{ mm}$) y puede ser del orden de 12 mm.
5. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la distancia (d_i) entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina está comprendida entre aproximadamente 0,1 mm y 1 mm ($0,1 \leq d_i \leq 1 \text{ mm}$).
6. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las láminas constan de superficies superiores convexas (S_{La,i}).
7. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** dicha base consta de superficies ahuecadas (S_{ci}) entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina.
8. Pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada porque** dicha base consta de superficies cóncavas entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina.
9. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** el conjunto de las láminas consta de al menos una lámina de tercera dimensión diferente de la de las otras láminas que permite constituir un elemento de marcado y/o de posicionamiento de dicha pieza monobloque.
10. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** dicha base consta de al menos una superficie entre una iésima lámina y una (i+1)ésima lámina, ahuecada de forma diferente de las otras superficies ahuecadas, que permite constituir un elemento de marcado y/o de posicionamiento de dicha pieza monobloque.
11. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** al menos un subconjunto de láminas presenta al menos una protuberancia que se extiende a lo largo de la segunda dirección D_y, estando dicha protuberancia situada entre la base y el extremo de la lámina opuesto a dicha base, para calibrar el espacio entre dos láminas adyacentes.
12. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque**:
- la relación entre la dimensión de acuerdo con la tercera dirección de la base (D_{E,z}) y la dimensión de acuerdo con la segunda dirección de la base (D_{E,y}) está comprendida entre aproximadamente 1/5 y 1/30;
 - la relación entre la dimensión de acuerdo con la tercera dirección de la base (D_{E,z}) y la tercera dimensión (D_{Lai,z}) es del orden de 1/20;
 - siendo la primera dimensión (D_{Lai,x}), preferentemente, prácticamente igual a la dimensión de acuerdo con la tercera dirección de la base (D_{E,z}).
13. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada porque** estando la base constituida por un material de base, las láminas están constituidas por al menos un material magnetocalórico, siendo el material de base y el material magnetocalórico diferentes.
14. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada porque** comprende al menos dos series de láminas constituidas por al menos dos materiales magnetocalóricos diferentes.

15. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** al menos un subconjunto de láminas comprende regiones distribuidas de acuerdo con la segunda dirección (Dy) constituidas por materiales magnetocalóricos diferentes.
- 5 16. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada porque** al menos un subconjunto de láminas comprende regiones distribuidas de acuerdo con la tercera dirección (Dz) constituidas por materiales magnetocalóricos diferentes.
17. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizada porque** consta de láminas que presentan canales integrados (CLi_{a,i}) abiertos o no a nivel de la base.
- 10 18. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizada porque** la base consta de al menos un canal (C_{E_{x,y}}) en dicho primer plano, dedicado al paso de un fluido.
19. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizada porque** la base consta de partes periféricas (E_{p1}, E_{p2}).
- 15 20. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizada porque** al menos la 1^{era} lámina (L_{a,1}) o la Nésima lámina (L_{a,N}), situada en la periferia de la base está desplazada con respecto al extremo de dicha base, en dicho primer plano.
21. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada porque** presenta una configuración al menos parcialmente replegada a lo largo de dicha segunda dirección, que puede ser en forma de V.
22. Pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizada porque** el material magnetocalórico es un material compuesto que comprende al menos un polvo del material magnetocalórico Fe/Si/La y un aglutinante orgánico, estando la tasa de carga volumétrica de polvo magnetocalórico comprendida entre el 50 % y el 90 %.
- 20 23. Pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizada porque** el material magnetocalórico es de la familia (LaCe)(FeCoMn)H, pudiendo ser el aglutinante, por ejemplo, de polipropileno, o de policarbonato o de polietileno.
- 25 24. Pieza compleja que comprende dos piezas monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 23, estando dichas dos piezas (P₁, P₂) encastradas de forma invertida, permitiendo reducir el espacio libre entre láminas.
25. Pieza compleja que comprende dos piezas monobloque de acuerdo con la reivindicación 24, **caracterizada porque**:
- 30 - una primera pieza consta de un conjunto de láminas que comprende al menos una lámina de tercera dimensión superior a la de las otras láminas;
 - una segunda pieza consta de una base que comprende tantas superficies ahuecadas a mayores profundidades como láminas de tercera dimensión superior a la de las otras láminas,
 - siendo dicha al menos una lámina de tercera dimensión superior a la de la primera pieza de forma complementaria a una de las superficies ahuecadas a una mayor profundidad de la segunda pieza.
- 35 26. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:
- 40 - la introducción de forma continua en al menos un cuerpo de extrusora (Ex) que comprende al menos una funda calefactora (Fi), al menos un polvo de material magnetocalórico o una mezcla de al menos un polvo magnetocalórico con un aglutinante orgánico;
 - la mezcla, la homogeneización y la fusión de dicho polvo de material magnetocalórico y, llegado el caso, del aglutinante mediante al menos un tornillo de extrusión (Vi) situado en el o los cuerpos de extrusora;
 - la conformación de dicha mezcla que comprende dicho material magnetocalórico a través de al menos una hilera de extrusión (fil), equipada con al menos una cavidad, que permite formar una pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 21;
- 45 - definiendo dicha al menos una hilera la estructura de dicha pieza monobloque.
27. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 26, **caracterizado porque** comprende además una etapa de enfriamiento progresivo en el espacio, a la salida de dicha al menos una hilera, gracias a medios dedicados.
- 50 28. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** los medios dedicados comprenden una hilera que comprende al menos una sección equipada con al menos un canal (Ca) en el que puede circular un fluido de enfriamiento/atemperación.
29. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 28, **caracterizado porque** la hilera consta de varias secciones (T₁, T₂, T₃, T₄), estando al menos dos secciones separadas por una placa de

aislamiento térmico (Is).

30. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque, de acuerdo con una de las reivindicaciones 26 a 29, **caracterizado porque** el o los cuerpos de extrusora comprenden, cada uno, dos tornillos co-rotatorios.

5 31. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 26 a 30, **caracterizado porque** comprende:

- la fabricación de forma continua de un conjunto constituido por bandas de material magnetocalórico, unidas a una base;
- una operación de corte de dicho conjunto para definir piezas elementales monobloque.

10 32. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 26 a 31, **caracterizado porque** comprende la introducción de diferentes materiales a través de diferentes medios de alimentación distribuidos a lo largo del o de los cuerpos de extrusora.

33. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con la reivindicación 32, **caracterizado porque** comprende la introducción a través de un medio de alimentación, de un aglutinante orgánico para fabricar un material compuesto que comprende al menos un polvo de material magnetocalórico.

15 34. Procedimiento de fabricación de pieza monobloque de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 33, **caracterizado porque**:

- dicha pieza monobloque está constituida espacialmente por diferentes materiales;
 - el procedimiento comprende la introducción de manera secuenciada de los diferentes materiales magnetocalóricos para fabricar un conjunto de bandas continuas que presentan secuencias de materiales magnetocalóricos diferentes, unido a una base;
 - el corte de piezas monobloque unitarias en dicho conjunto de bandas.
- 20

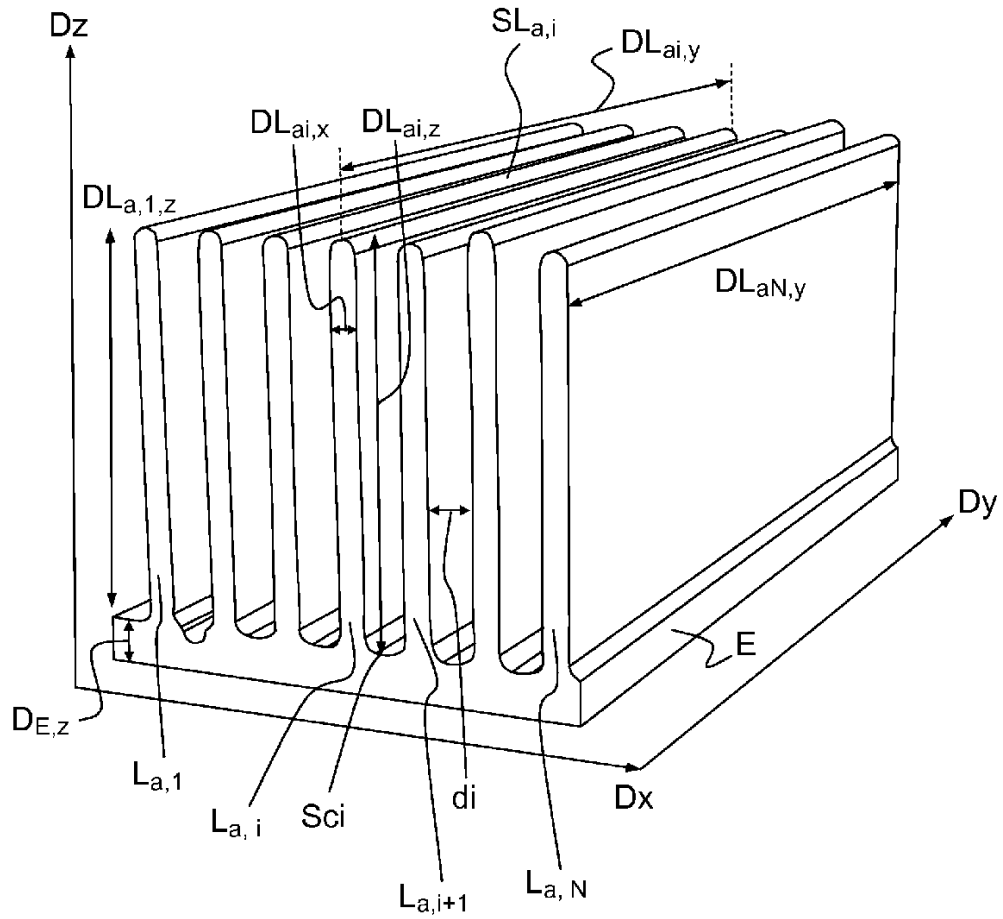


FIG.1

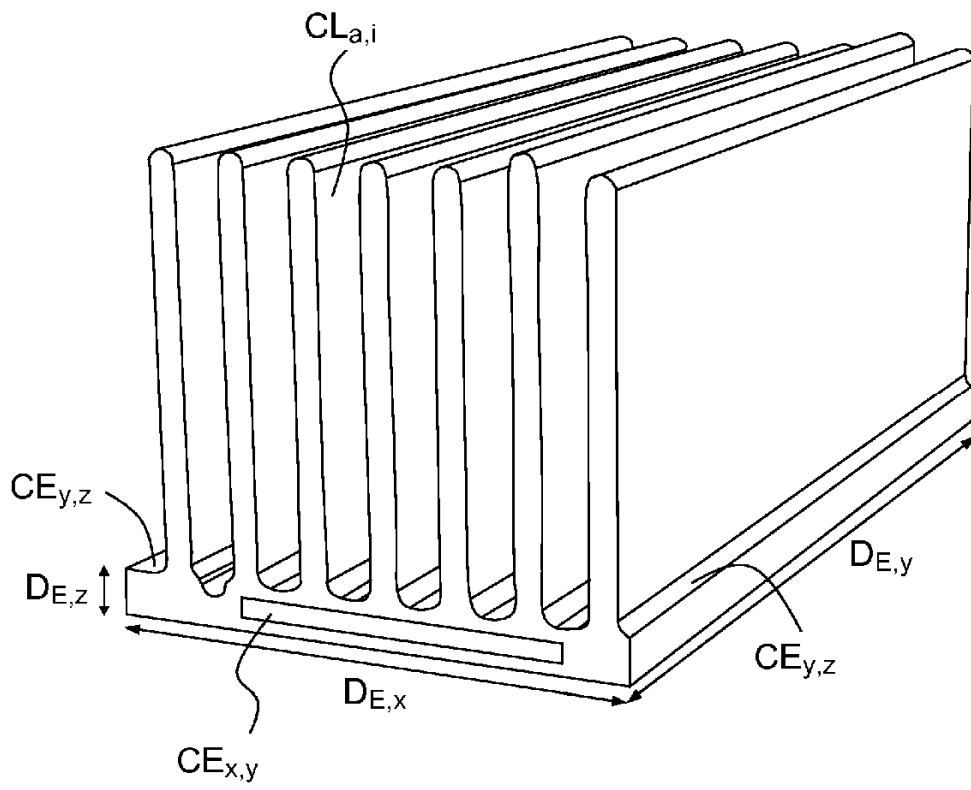


FIG.2

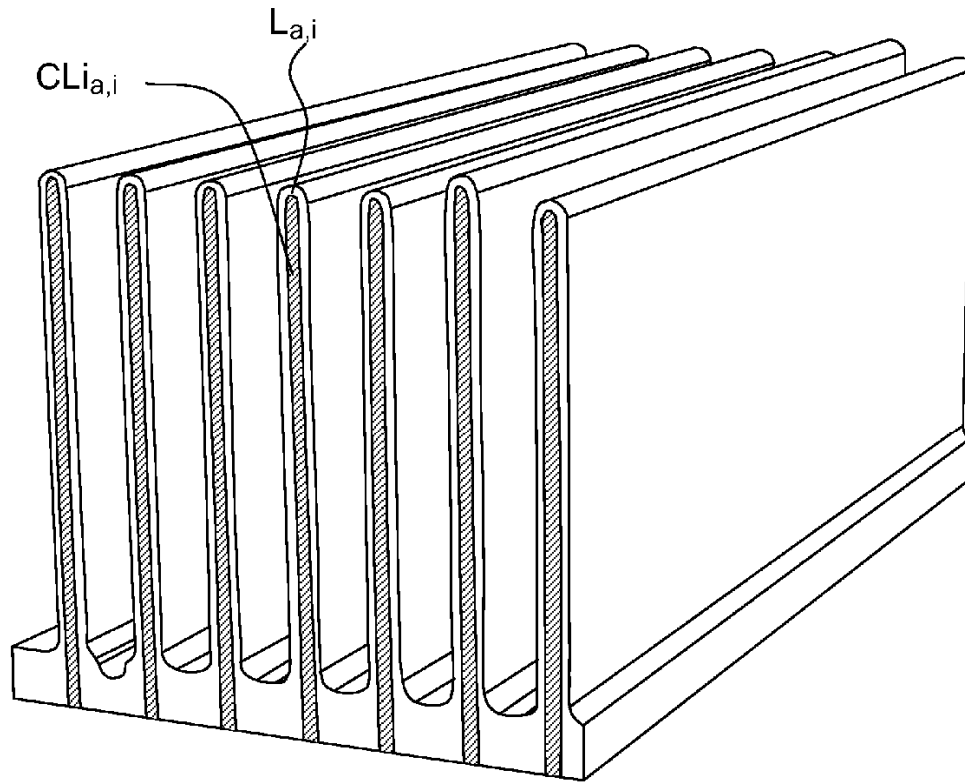


FIG.3

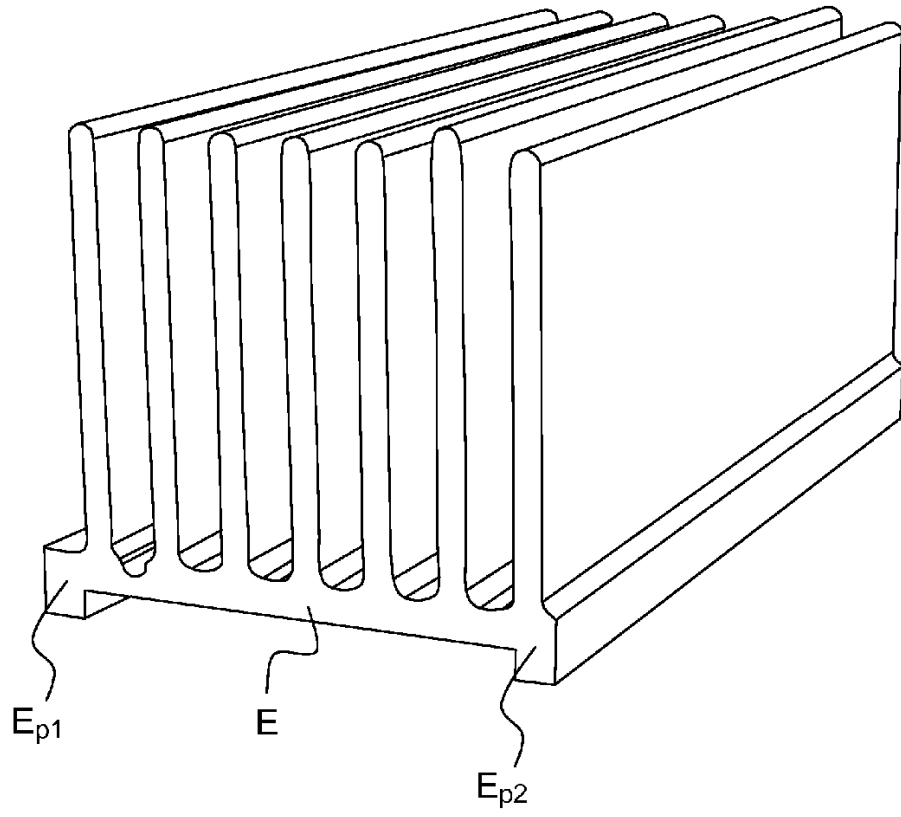


FIG.4

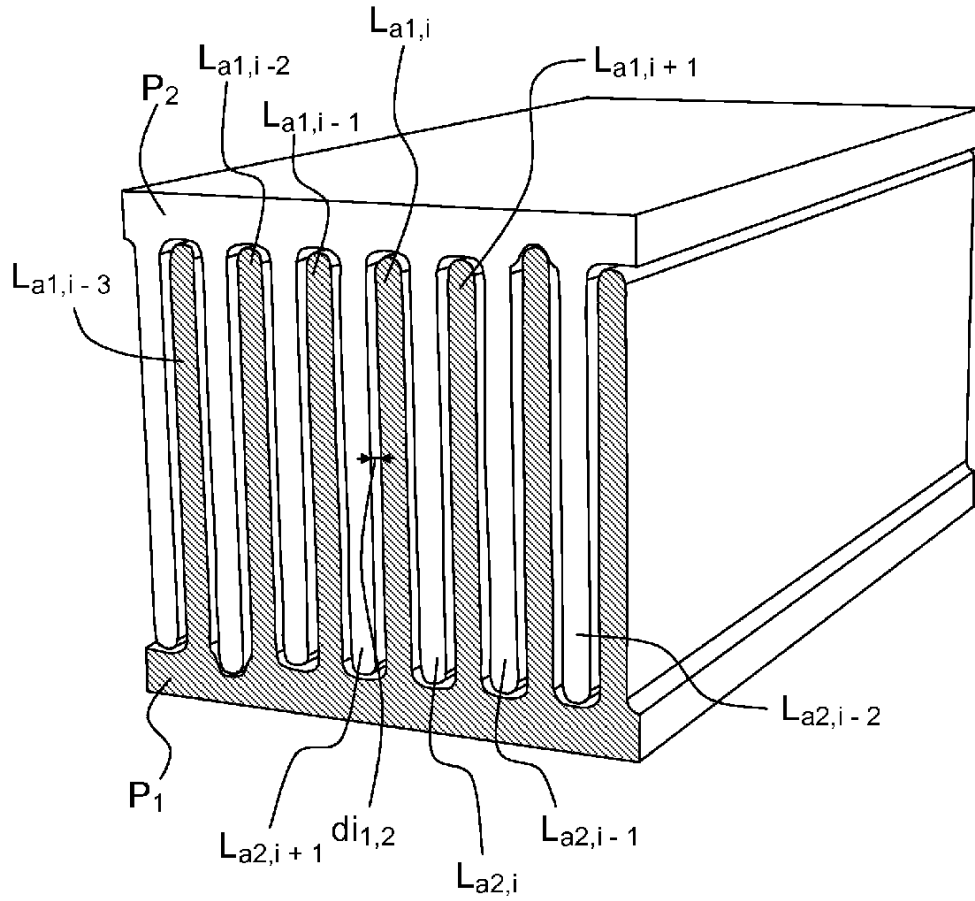


FIG.5

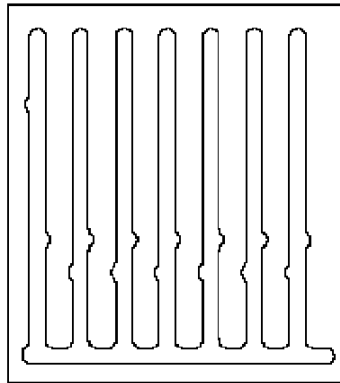


FIG. 6a

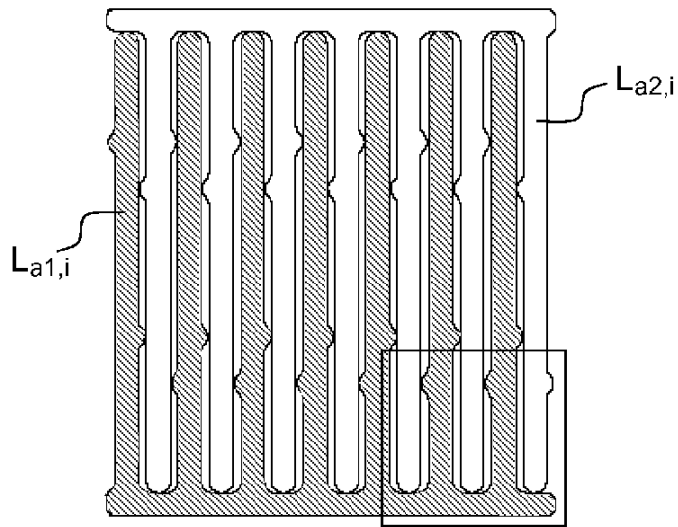


FIG. 6b

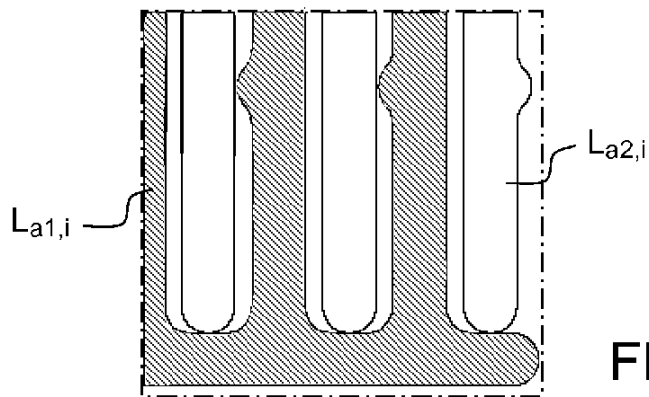


FIG. 6c

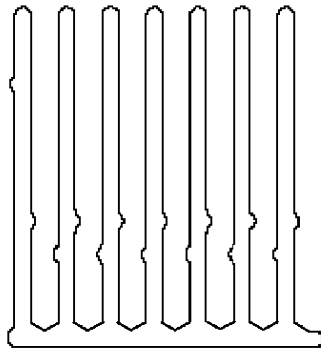


FIG. 7a

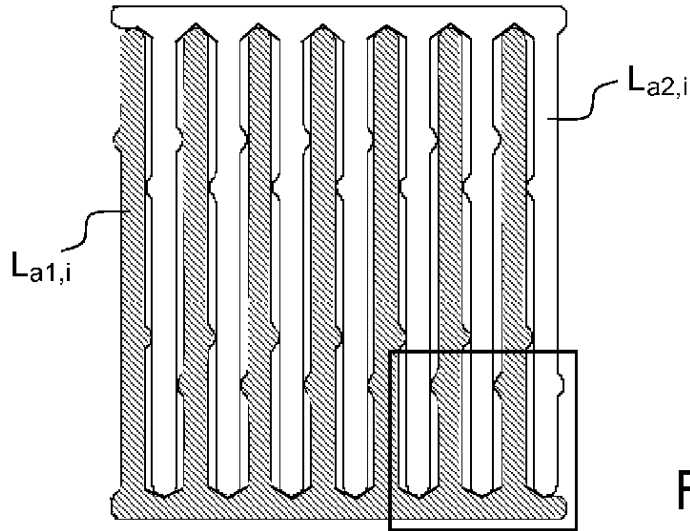


FIG. 7b

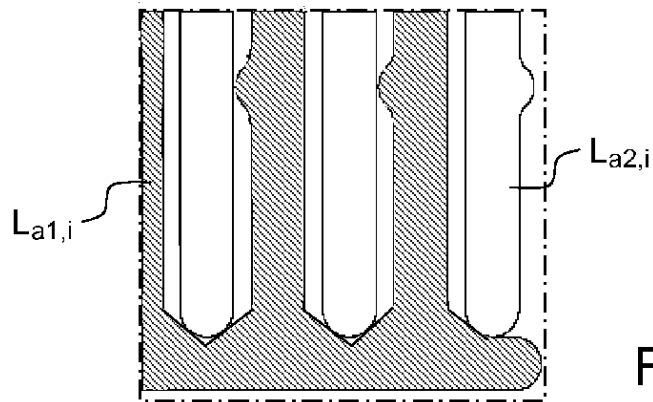


FIG. 7c

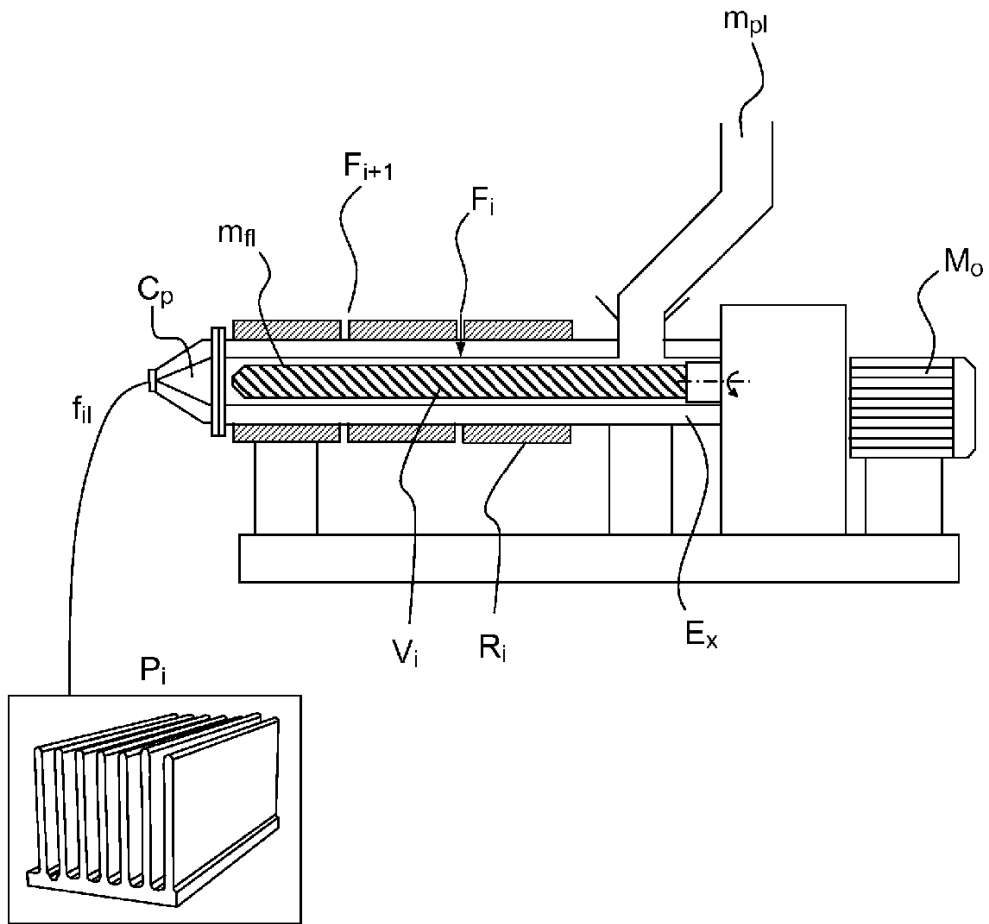


FIG.8

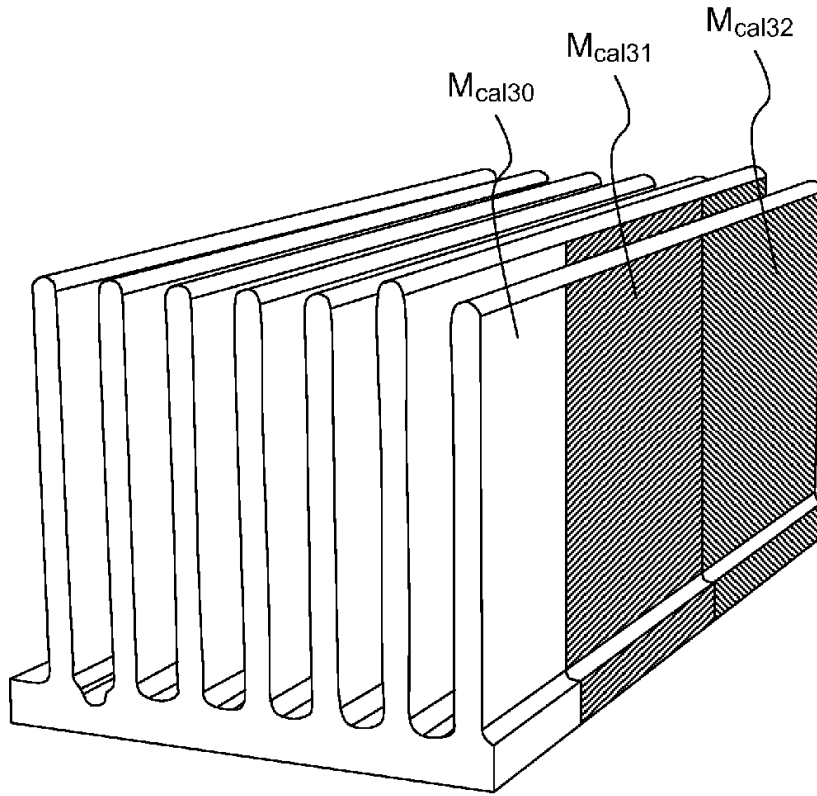


FIG.9

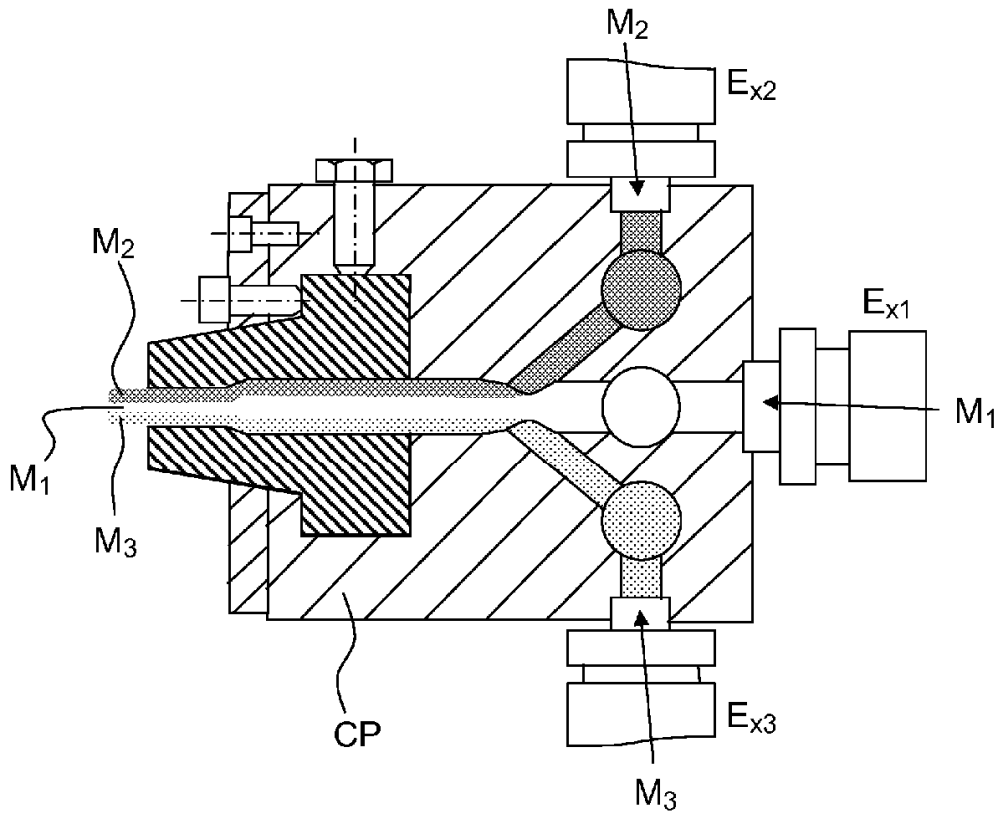


FIG.10

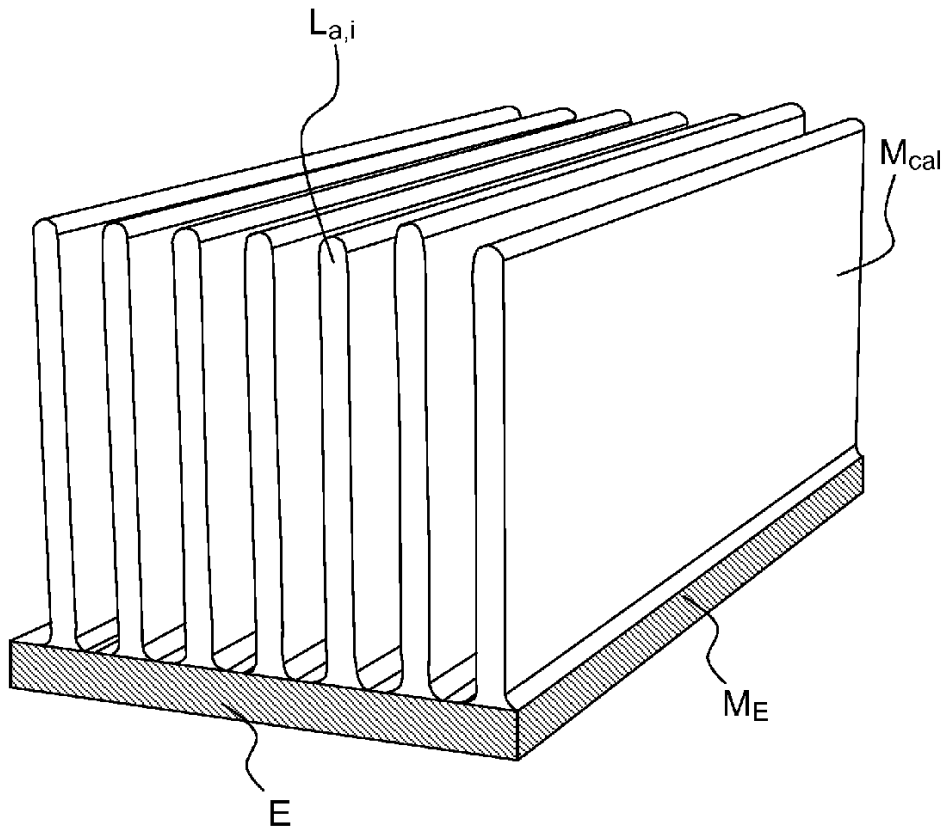


FIG.11

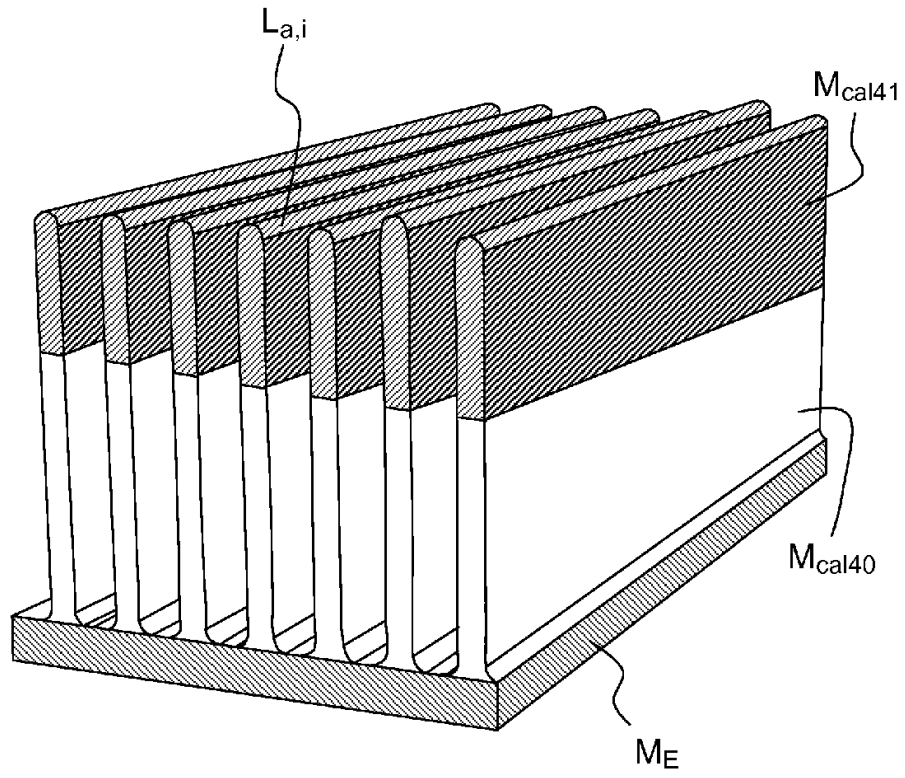


FIG.12

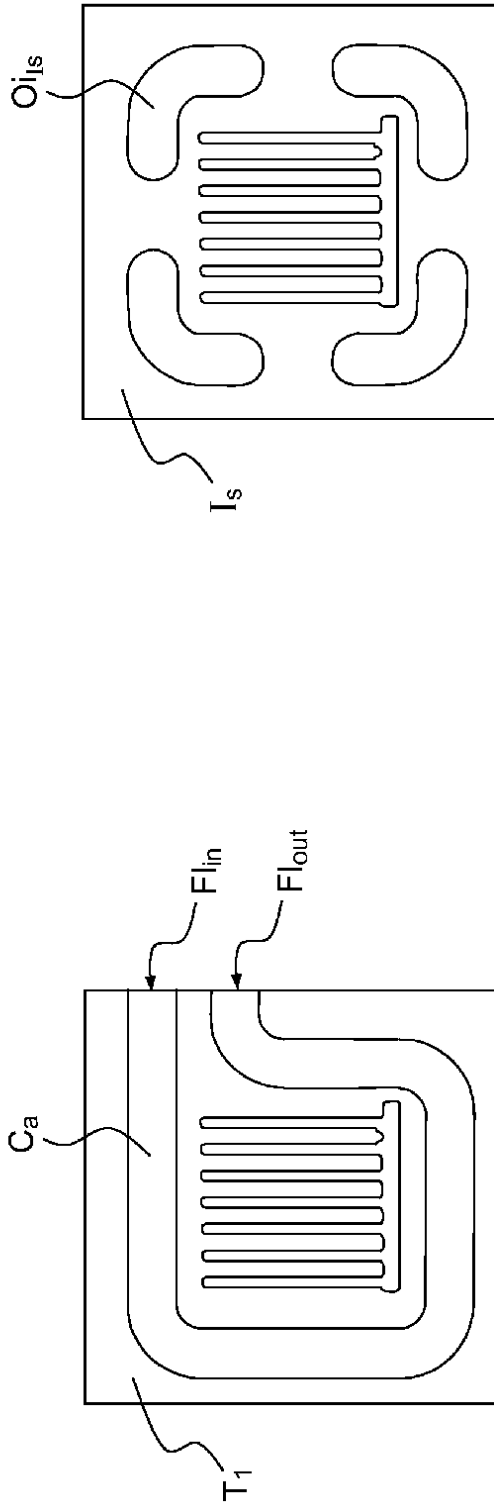


FIG. 14

FIG. 13

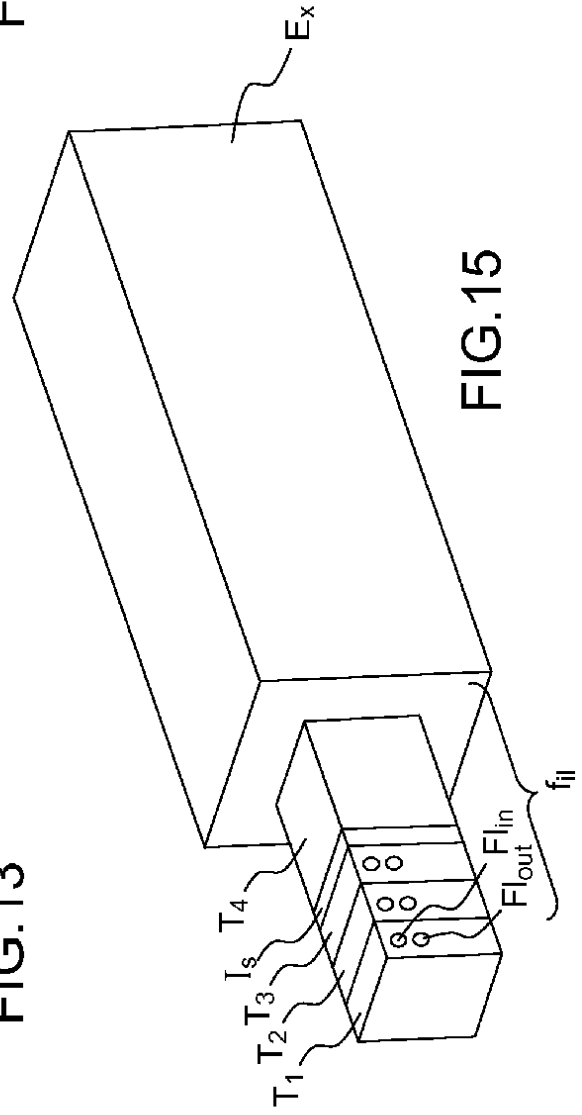


FIG. 15

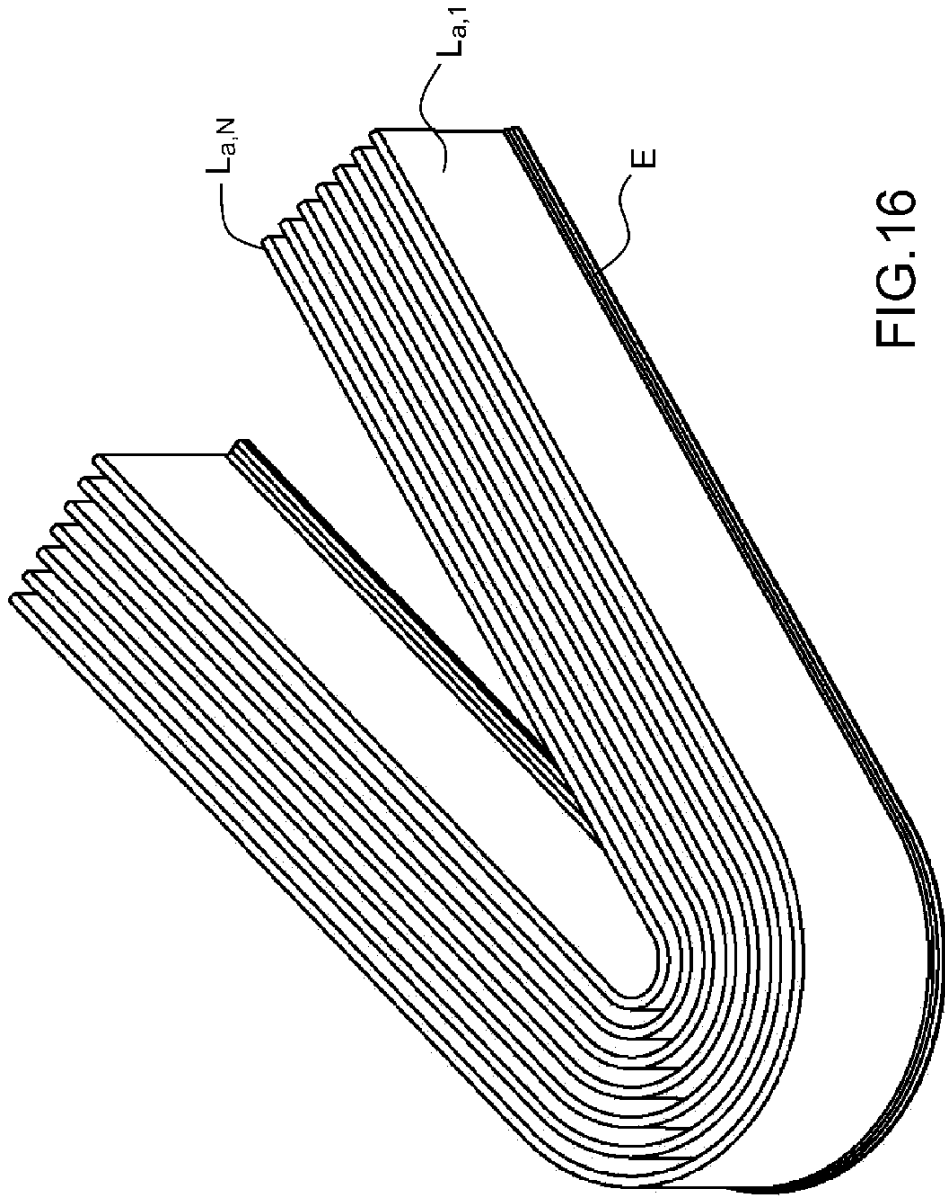


FIG.16