

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 869**

51 Int. Cl.:

**F25B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2008 PCT/FR2008/000329**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2008 WO08132342**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2008 E 08787787 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2129976**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico**

30 Prioridad:

**19.03.2007 FR 0701958**

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

**23.12.2016**

73 Titular/es:

**COOLTECH APPLICATIONS S.A.S. (100.0%)  
IMPASSE ANTOINE IMBS  
67810 HOLTZHEIM, FR**

72 Inventor/es:

**CRAMET, NICOLAS;  
DUPIN, JEAN-LOUIS;  
HEITZLER, JEAN-CLAUDE y  
MULLER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 594 869 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**

Procedimiento y dispositivo para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico que comprende, por un lado, unos elementos magnetocalóricos fijos y unos medios magnéticos dispuestos para someter alternativamente dichos elementos magnetocalóricos a una variación de campo magnético entre un valor de campo máximo y un valor de campo mínimo para hacer variar la temperatura de dichos elementos magnetocalóricos y, por otro lado, unos medios para recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos, comprendiendo estos medios por lo menos un circuito de por lo menos un fluido caloportador que circula en una dirección paralela a la de la variación de campo magnético.

La presente invención se refiere a un dispositivo para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico que comprende por un lado unos elementos magnetocalóricos fijos y unos medios magnéticos dispuestos para someter alternativamente dichos elementos magnetocalóricos a una variación de campo magnético entre un valor de campo máximo y un valor de campo mínimo para hacer variar la temperatura de dichos elementos magnetocalóricos y, por otro lado, unos medios recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos, comprendiendo estos medios por lo menos un circuito de por lo menos un fluido caloportador que circula en una dirección paralela a la de la variación de campo magnético.

**Técnica anterior**

Estos nuevos generadores térmicos que utilizan el efecto magnetocalórico de ciertos materiales ofrecen una alternativa ecológica muy interesante a los generadores clásicos condenados a desaparecer en el contexto del desarrollo sostenible y de la reducción del efecto invernadero. Para que estos generadores sean económicamente rentables y puedan ofrecer un buen rendimiento energético, se puede considerar teóricamente actuar sobre diversos parámetros. Uno de estos parámetros es la intensidad del campo magnético. En efecto, el aumento del campo magnético conlleva un aumento de la capacidad de reacción de los elementos magnetocalóricos, lo que tiene por efecto aumentar el rendimiento del generador. Ahora bien, aumentar de manera consecuente la potencia de los imanes para incrementar la intensidad del campo magnético generado por estos imanes representa, de manera conocida, un coste frecuentemente exorbitante, lo que no es aceptable desde un punto de vista económico.

Otro parámetro en el que se puede actuar teóricamente es el gradiente de temperatura de los elementos magnetocalóricos, que es débil ya que es sólo de algunos grados por Tesla, y depende de la naturaleza de los materiales magnetocalóricos seleccionados. En efecto, aumentar el gradiente de temperatura en el interior del generador térmico magnetocalórico permite aumentar eficazmente el rendimiento calorífico del sistema. Desde un punto de vista económico, una acción sobre este segundo parámetro parece más atrayente dado que el aumento del gradiente de temperatura es claramente más económico que el aumento del campo magnético, lo que la hace más adecuada para una aplicación industrial amplia.

En los generadores magnetocalóricos descritos en las publicaciones EP 1 736 717 y WO 2004/059221, el elemento térmico es móvil y está constituido de una rueda de material magnetocalórico poroso, y el imán está fijo y dispuesto para crear un campo magnético en una parte media de la rueda que delimita así una zona magnética que genera calor y una zona no magnética que genera frío.

El elemento térmico móvil está atravesado axialmente por un circuito de fluido caloportador caliente y un circuito de fluido caloportador frío que circula en el sentido inverso y perpendicularmente al campo magnético, estando estos circuitos conectados a unos circuitos exteriores por unas juntas giratorias. El fluido caloportador es principalmente el aire, cuya conductibilidad térmica tiene una relación de 1 a 30 con respecto a un líquido como el agua, y debe, por lo tanto, circular a una velocidad muy superior a la velocidad de rotación de la rueda para recuperar la energía térmica. Para mejorar el rendimiento energético de tal generador, se debe, por otro lado, reducir la inercia térmica generada por el fluido caloportador caliente que entra en zona fría y por el fluido caloportador frío que entra en zona caliente cuando la rueda gira, desplazando la entrada del fluido caliente con respecto a su entrada en la zona magnética y la entrada del fluido frío con respecto a su entrada en la zona no magnética.

El generador descrito en la publicación WO 2008/012411, que pertenece al mismo depositante, presenta una configuración invertida con respecto a la descrita anteriormente. El módulo térmico es fijo, lo que simplifica el diseño de los circuitos de fluido caloportador, dado que no se necesitan más uniones giratorias, y los imanes son móviles o están dispuestos para crear un campo magnético móvil o variable con respecto al módulo térmico fijo. El o los fluidos caloportadores, que son principalmente un líquido como el agua, cuya conductividad térmica es 30 veces superior a la de un gas como el aire, circulan radialmente en el módulo térmico, en una dirección paralela al campo magnético y sustancialmente a la misma velocidad, para recoger el calor o el frío generado por los elementos magnetocalóricos conforme al desplazamiento de los imanes o de la variación del campo magnético. Para mejorar el rendimiento energético de tal generador, se multiplican las superficies de intercambio apilando varios elementos

magnetocalóricos en forma de placas, delimitando entre sí los canales de circulación del fluido caloportador, en forma de un mini o micro intercambiador.

5 Ningún generador magnetocalórico conocido propone actuar directamente sobre el gradiente de temperatura de los elementos magnetocalóricos como tal.

### Descripción de la invención

10 La presente invención propone mejorar el rendimiento energético de un generador térmico magnetocalórico tal como se define en el preámbulo, aumentando su gradiente de temperatura, respetando al mismo tiempo las restricciones económicas impuestas y realizando un generador eficaz, fácil de construir y de mantener, económico para su adquisición y utilización.

15 Con este objetivo, el procedimiento según la invención tal como se define en la reivindicación 1, se caracteriza por que se efectúa por lo menos un precalentamiento y/o un preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos para modificar su temperatura inicial antes y/o durante la variación de campo magnético antes de alcanzar el valor de campo máximo o mínimo.

20 Este precalentamiento y/o este preenfriamiento tiene como objeto anticipar, respectivamente, la subida y la bajada de temperatura de los elementos magnetocalóricos cuando son sometidos a una variación de campo magnético, lo que tiene como consecuencia un aumento del gradiente de temperatura y a continuación una mejora del rendimiento del sistema.

25 Según la invención, cuando el fluido caloportador es una solución líquida, para efectuar por lo menos un precalentamiento y/o un pre-enfriamiento de los elementos magnetocalóricos, se utiliza dicho fluido caloportador, que se hace circular en dicho circuito para recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

30 Gracias a esta diferencia de velocidad, el fluido caloportador tiene un tiempo de ventaja con respecto al flujo magnético, y tiene por efecto precalentar o pre-enfriar, según el circuito en cuestión, los elementos magnetocalóricos antes de su magnetización o su desmagnetización, aumentando así el gradiente de temperatura entre las temperaturas de entrada y de salida de dichos fluidos.

35 Según un primer modo de realización ventajoso del procedimiento, en el que se hace circular un primer fluido caloportador en un primer circuito colector denominado "caliente" y un segundo fluido caloportador en un segundo circuito colector denominado "frío", se puede hacer circular dicho primer fluido caloportador en el circuito caliente a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

40 Según un segundo modo de realización ventajoso del procedimiento, en el que se hace circular un primer fluido caloportador en un primer circuito colector denominado "caliente" y un segundo fluido caloportador en un segundo circuito colector denominado "frío", se puede hacer circular dicho segundo fluido caloportador en el circuito frío a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

45 Se hace variar ventajosamente la velocidad de circulación de dicho primer fluido caloportador en dicho circuito caliente mediante una bomba de circulación controlada por una caja de mando y se hace variar ventajosamente la velocidad de circulación de dicho segundo fluido caloportador en dicho circuito frío mediante una bomba de circulación controlada por una caja de mando.

50 Finalmente, se hace circular dicho fluido caloportador en dicho circuito para recoger las calorías y/o de las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos a una velocidad superior a la velocidad de la variación de campo magnético modulando la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

55 Con este objetivo, también, el dispositivo según la invención, tal como se define en la reivindicación 9, se caracteriza por que comprende unos medios para efectuar por lo menos un precalentamiento y/o un preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos para modificar su temperatura inicial antes y/o durante la variación de campo magnético antes de alcanzar el valor de campo máximo o mínimo.

60 En la invención, dicho fluido caloportador es una solución líquida, y el dispositivo comprende unos medios para hacer circular dicho fluido caloportador en dicho circuito para la recogida de las calorías y/o de las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

65 Según una primera manera ventajosa de realizar la invención, el dispositivo que comprende un primer circuito colector denominado "caliente", en el que circula un primer fluido caloportador, y un segundo circuito colector denominado "frío", en el que circula un segundo fluido caloportador, comprende unos medios para hacer circular dicho primer fluido caloportador en el circuito caliente a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de

los conjuntos magnéticos.

5 Según una segunda manera ventajosa de realizar la invención, el dispositivo que comprende un primer circuito colector denominado "caliente", en el que circula un primer fluido caloportador, y un segundo circuito colector denominado "frío", en el que circula un segundo fluido caloportador, comprende unos medios para hacer circular dicho segundo fluido caloportador en el circuito frío a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos.

10 Según un modo de realización particularmente ventajoso, dicho circuito caliente comprende una bomba de circulación controlada por una caja de mando y dicho circuito frío comprende una bomba de circulación controlada por una caja de mando.

15 Según otra forma de realización, dicho generador térmico comprende un árbol rotativo que lleva unos conjuntos magnéticos y un accionador dispuesto para controlar la velocidad de arrastre de este árbol y crear una velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos diferente de la velocidad de circulación de dicho fluido caloportador.

### Breve descripción de los dibujos

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

- la figura 1 es una vista explosionada de una forma de realización particular de un generador térmico según la invención,
- 25 - la figura 2 es una vista en perspectiva de un ejemplo de módulo térmico que puede entrar en la realización del generador de la figura 1,
- la figura 3 es una vista en plano de una forma de realización de un soporte de elementos magnetocalóricos para el generador térmico según la invención,
- 30 - la figura 4 es un gráfico de temperatura con respecto al tiempo del fluido caloportador en los circuitos caliente y frío cuando la velocidad del fluido es igual a la velocidad de los imanes, según el estado de la técnica,
- 35 - la figura 5 es un gráfico similar a la figura 4 cuando la velocidad del fluido es superior a la velocidad de los imanes, según la invención,
- la figura 6A y 6B son unos esquemas que ilustran el funcionamiento de los elementos magnetocalóricos sin precalentamiento, conforme a la técnica anterior, y
- 40 - las figuras 7A y 7B son unos esquemas que ilustran el funcionamiento de los elementos magnetocalóricos con precalentamiento según la invención.

### Ilustración de la invención

45 El procedimiento para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico según la invención puede, por ejemplo, pero no exclusivamente, aplicarse en un generador térmico magnetocalórico tal como se describe en la publicación WO 2008/012411 y tal como se representa mediante las figuras 1 a 3. Este ejemplo no es limitativo y el procedimiento puede extenderse a cualquier otro tipo de generador magnetocalórico, en el que los medios magnéticos son móviles, para crear un campo magnético móvil con respecto a los elementos magnetocalóricos que son fijos, y en el que el o los fluidos caloportadores, que son principalmente un líquido como el agua, circulan en una dirección paralela al desplazamiento del campo magnético y sustancialmente a la misma velocidad para recoger el calor o del frío generado por los elementos magnetocalóricos a medida que se produzca.

55 El generador térmico magnetocalórico 1 representado por las figuras 1 a 3 comprende por ejemplo un conjunto de módulos térmicos 10 apilados, unidos por unos discos distribuidores 20 y obturados por unas bridas de cierre 30 montadas a ambos lados del apilamiento. El número de los módulos térmicos 10 es variable y su forma de realización puede ser modificada en función de los rendimientos buscados. Cada módulo térmico 10 está constituido de soportes 40 que llevan un conjunto de elementos magnetocalóricos 60, estando estos soportes 40 apilados axialmente y dispuestos para delimitar entre ellos unos canales de circulación, orientados radialmente, para uno o varios fluidos caloportadores que corresponden a uno o varios circuitos colectores. Se puede variar, en particular, el intervalo de temperatura de funcionamiento de los elementos magnetocalóricos 60 en función de la naturaleza, en particular de la composición química de estos materiales, así como el caudal y la velocidad de desplazamiento de los fluidos caloportadores en función de la sección de los canales en los que circulan estos fluidos y/o de su presión.

65 La brida de cierre 30 representada comprende por ejemplo dos orificios respectivamente 31, 32, destinados a ser unidos respectivamente a un circuito colector exterior caliente 31a y a un circuito colector exterior frío 32a

(representados esquemáticamente) que transportan respectivamente las calorías y las frigorías producidas por el generador 1. Estos circuitos colectores 31a, 32a, comprenden cada uno unos medios para hacer circular cada fluido caloportador en el circuito correspondiente para recoger respectivamente las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos 60. En este caso, estos medios pueden comprender una bomba de circulación, respectivamente 31b y 32b, o cualquier otro elemento equivalente. Estos medios son respectivamente controlados por unas cajas de mando 31c y 32c dispuestas para modular la velocidad de circulación de los fluidos caloportadores en los dos circuitos 31a y 32a en función de la demanda del usuario. Esta demanda se puede efectuar de manera programada o puntualmente, según las necesidades momentáneas.

Los discos distribuidores 20 comprenden unos orificios 21 y unas ranuras de distribución 22 que permiten unir en serie, en paralelo o según una combinación serie/paralelo, los circuitos respectivamente caliente y frío de los diferentes módulos térmicos 10 entre ellos y con los circuitos colectores exteriores 31a, 32a, respectivamente caliente y frío. Estos discos distribuidores 20 pueden ser dobles y estar asignados cada uno a uno de los circuitos colectores. Pueden también estar formados de discos simples de doble cara (no representados) con una disposición particular de orificios 21 y de ranuras 22 de distribución para realizar una función similar.

En el ejemplo representado, el generador térmico 1 comprende un árbol central 2 que lleva dos conjuntos magnéticos 3 diametralmente opuestos, y arrastrados en rotación por un accionador 2a, por ejemplo un motor eléctrico. En el ejemplo representado, este accionador 2a está dispuesto para arrastrar los conjuntos magnéticos 3 en rotación, pero el movimiento podría también ser efectuado en translación. Además, aunque es preferiblemente continuo, el desplazamiento puede también ser discontinuo, alternativo o definido según un programa complejo en función de las necesidades. El número, la posición y el tipo de conjuntos magnéticos 3 pueden ser determinados en función de la construcción de los módulos térmicos 10. Estos conjuntos magnéticos 3 pueden estar formados de imanes permanentes, de electroimanes, de supraconductores o de cualquier otro tipo de imán. Los imanes son preferentemente unos imanes permanentes debido a su dimensión, su simplicidad de utilización y su coste. Estos imanes permanentes pueden ser sólidos, sinterizados, pegados o laminados, asociados a uno o varios materiales magnetizables que concentran y dirigen sus líneas de campo magnético. Los módulos térmicos 10 pueden estar rodeados de una armadura 6 realizada preferentemente de un material ferromagnético que tiene como función principal contener el flujo magnético generado por los conjuntos magnéticos 3. Los módulos térmicos 10 pueden ser ensamblados según un montaje ajustado mediante cualquier medio conocido, como por ejemplo unos tirantes (no representados) que se extienden entre las dos bridas de cierre 30, o unas bridas de ajuste (no representadas) montadas en el árbol 2 mediante cojinetes. Se puede considerar cualquier otro modo de ensamblaje, siendo lo esencial asegurar un mantenimiento mecánico de los módulos térmicos 10 entre ellos así como la estanqueidad de los circuitos colectores caliente y frío internos del generador.

En el ejemplo ilustrado, el generador térmico 1 presenta una configuración circular, es decir que los módulos térmicos 10 son anulares y están dispuestos alrededor de un árbol 2 que lleva los conjuntos magnéticos 3. Sin embargo, la invención se extiende también a un generador térmico que tiene una configuración rectilínea (no representada) en la que los módulos térmicos están dispuestos linealmente y los medios magnéticos tienen un movimiento de translación alternativo o secuencial.

En el ejemplo representado, cada soporte 40 comprende un conjunto de elementos magnetocalóricos 60 sucesivos, llevados por una pieza de soporte 70, siendo mayoritaria la superficie ocupada por los elementos magnetocalóricos 60 con respecto a la de la pieza de soporte 70. Estos elementos magnetocalóricos 60 son paralelos al sentido de circulación del fluido y al desplazamiento de los imanes. Tienen forma de sector circular y estar realizados, por ejemplo, en placa de material magnetocalórico recortado, mecanizado o moldeado. La elección de los materiales magnetocalóricos depende de las potencias calóricas y frigoríficas buscadas y de los intervalos de temperatura de funcionamiento requeridos.

Los soportes 40 pueden tener diversas configuraciones. En la figura 3, el soporte 40 comprende varios sectores térmicos 53 distintos, idénticos que se extienden en aproximadamente 45°, cada uno compuesto de un mismo número de elementos magnetocalóricos 60, no siendo esta configuración limitativa. Asimismo, estos elementos magnetocalóricos 60 en forma de sectores circulares pueden tener unas formas geométricas cualquiera y su composición puede ser variada, en particular en función de los intervalos de temperaturas buscados. Este ejemplo no es limitativo. El soporte 40 puede también ser una pieza moldeada de un material sintético cargada con unas partículas de material magnetocalórico.

La presente invención propone incrementar el gradiente de temperatura de los elementos magnetocalóricos 60 precalentándolos o pre-enfriándolos mediante cualquier medio apropiado para modificar su temperatura inicial y anticipar los ciclos de magnetización o de desmagnetización.

La solución descrita en detalle a continuación consiste en utilizar el fluido caloportador como elemento de precalentamiento o de preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos desplazando la velocidad de circulación del fluido con respecto a la del campo magnético, lo que es posible hacer en el generador del tipo del de la invención, ya que el fluido circula en una dirección paralela a la del campo magnético, e imposible de realizar en el generador del tipo del descrito en las publicaciones EP 1 736 717 y WO 2004/059221. Esta solución es muy

ventajosa dado que permite librarse de cualquier otro medio de calentamiento y/o de enfriamiento adicional.

Según la presente invención, se hace circular dicho fluido caloportador en el módulo térmico 10 para recoger las calorías y/o de las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos 60 a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos para anticipar los ciclos de magnetización y de desmagnetización de los elementos magnetocalóricos 60.

De manera general, en el momento de la penetración de un elemento magnetocalórico 60 en el campo magnético, su temperatura pasa de un valor inicial  $T_i$  a un valor final  $T_f = T_i + \Delta T$ . El valor del gradiente de temperatura  $\Delta T$  es constante para una intensidad del campo magnético dada y para una composición determinada del material magnetocalórico.

Si la velocidad de circulación del fluido caloportador y la velocidad de desplazamiento relativa del campo magnético son idénticas o sincronizadas, el gradiente de temperatura  $\Delta T$  de todos los elementos magnetocalóricos 60 durante su paso en el campo magnético sigue siendo el mismo para el conjunto de estos elementos, y el fluido caloportador alcanzará un gradiente de temperatura de salida  $\Delta T_s$  igual, por ejemplo, a  $3,8^\circ\text{C}$ , como se representa en la figura 4.

Por otra parte, si se efectúa un precalentamiento de los elementos magnetocalóricos 60 antes o durante su paso en el campo magnético, y/o un preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos 60 antes o durante su paso fuera del campo magnético, haciendo circular el fluido caloportador a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento relativo del campo magnético, el gradiente de temperatura de todos los elementos magnetocalóricos 60 será creciente para el conjunto de estos elementos, y el fluido caloportador alcanzará un gradiente de temperatura de salida  $\Delta T_{s+}$  superior al  $\Delta T_s$  anterior, por ejemplo igual a  $5,3^\circ\text{C}$ , como se representa en la figura 5.

En efecto, si la temperatura inicial  $T_i$  de un elemento magnetocalórico 60 que penetra en el campo magnético era por ejemplo de  $20^\circ\text{C}$  y si el  $\Delta T$  tenía un valor constante de  $1^\circ\text{C}$ , el valor final  $T_f$  de este elemento magnetocalórico 60 sería de  $21^\circ\text{C}$ . En los generadores térmicos de este tipo conocido, los elementos magnetocalóricos 60 siguientes tendrían todos la misma temperatura inicial  $T_i$  de  $20^\circ\text{C}$  en su entrada en el campo magnético y la misma temperatura final  $T_f$  de  $21^\circ\text{C}$  a su salida de este campo. Este fenómeno está representado esquemáticamente por las figuras 6A y 6B. En este ejemplo, la temperatura inicial de los elementos magnetocalóricos 60 no sometidos al imán 3 es la misma e igual a  $T_i$  para todos los elementos. Cuando son sometidos al imán 3, su temperatura final pasa a un valor idéntico e igual a  $T_f$  para todos los elementos, la diferencia entre  $T_f$  y  $T_i$  corresponde al gradiente de temperatura  $\Delta T$  determinado por la naturaleza del material magnetocalórico utilizado.

En el generador térmico de la invención, incluso si la temperatura inicial  $T_i$  del primer elemento magnetocalórico que penetra en el campo magnético era de  $20^\circ\text{C}$ , y si su temperatura final era de  $21^\circ\text{C}$ , la temperatura inicial  $T_{i+}$  del segundo elemento magnetocalórico, que ha sufrido un precalentamiento, sería superior a  $T_i$ . Si el precalentamiento se efectuase, por ejemplo, mediante un circuito caliente, esta temperatura inicial podrá ser igual a la temperatura final  $T_f$  del primer elemento magnetocalórico, es decir  $21^\circ\text{C}$ . Con tres elementos sucesivos, la temperatura final del tercer elemento magnetocalórico podrá ser de cerca de  $23^\circ\text{C}$ , de manera que el gradiente de temperatura  $\Delta t$  entre el primer y el tercer elementos sería en este caso de  $3^\circ\text{C}$  y no de  $1^\circ\text{C}$  como en los generadores conocidos. Este fenómeno se ilustra esquemáticamente mediante las figuras 7A y 7B, en las que el precalentamiento de los elementos magnetocalóricos 60 está representado por una resistencia eléctrica, cuyo número de espiras determina el número de grados aportados a cada elemento. En este ejemplo y gracias al precalentamiento, la temperatura inicial de los elementos magnetocalóricos 60 no sometidos al imán 3 es respectivamente  $T_{i+}$ ,  $T_{i++}$  y  $T_{i+++}$  en las que  $T_{i+} < T_{i++} < T_{i+++}$ . Cuando son sometidos al imán 3, su temperatura final pasa respectivamente a  $T_{f+}$ ,  $T_{f++}$  y  $T_{f+++}$ , en las que  $T_{f+} < T_{f++} < T_{f+++}$ . Para un mismo gradiente de temperatura  $\Delta T$  individual determinado por la naturaleza del material magnetocalórico utilizado, el gradiente de temperatura  $\Delta T$  entre la entrada y la salida de la zona magnetizada será por lo tanto superior en algunos grados con respecto a la técnica anterior (véanse las figuras 6A, 6B). Por supuesto, se puede aplicar este fenómeno al ciclo de enfriamiento utilizando el circuito frío para preenfriar los elementos magnetocalóricos 60.

Es asimismo posible combinar el precalentamiento y el preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos 60 con una combinación de materiales magnetocalóricos de naturalezas diferentes y por lo tanto de gradientes de temperatura  $\Delta T$  diferentes.

La variación de campo magnético se obtiene mediante un campo magnético presente o ausente según la posición de los imanes con respecto a los elementos magnetocalóricos 60, como en el ejemplo representado, o por un campo magnético modulado mediante cualquier medio conocido entre un valor de campo máximo y un valor de campo mínimo, siendo los imanes móviles.

En el ejemplo representado, el control de la velocidad de desplazamiento del campo magnético se efectúa mediante el accionador 2a y el control de la velocidad de circulación de los fluidos caloportadores de los circuitos respectivamente caliente 31a y frío 32a se efectúa mediante unas bombas de circulación, respectivamente 31b y 32b, controladas por las cajas de mando 31c y 32c eventualmente programables o controladas por unos sensores. Cualquier otro modo de realización es posible.

La presente invención no está limitada al ejemplo de forma de realización descrito, sino que se extiende a cualquier modificación y variante evidentes para un experto en la materia, permaneciendo al mismo tiempo en el ámbito de la protección definida en las reivindicaciones anexas.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico (1) que comprende, por un lado, unos elementos magnetocalóricos (60) fijos y unos conjuntos magnéticos (3) que se desplazan con respecto a dichos elementos magnetocalóricos (60) para someterlos alternativamente a una variación de campo magnético entre un valor de campo máximo y un valor de campo mínimo para hacer variar la temperatura de dichos elementos magnetocalóricos (60) y, por otro lado, unos medios para recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos (60), comprendiendo estos medios de recogida por lo menos un circuito (31a, 32a) de por lo menos un fluido caloportador, que es una solución líquida que circula en por lo menos un canal de circulación de dichos elementos magnetocalóricos (60), haciéndose circular en dicho procedimiento el fluido caloportador en una dirección paralela al desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3), y caracterizado por que se hace circular dicho fluido caloportador en dicho circuito (31a, 32a) a una velocidad de circulación superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3) para efectuar por lo menos un precalentamiento de los elementos magnetocalóricos (60) modificando su temperatura inicial antes y/o durante la variación de campo magnético antes de alcanzar el valor de campo máximo y/o por lo menos un preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos (60) modificando su temperatura inicial antes y/o durante la variación de campo magnético antes de alcanzar el valor de campo mínimo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que consiste en disponer los elementos magnetocalóricos (60) en forma de sector circular alrededor de un árbol (2) que lleva los conjuntos magnéticos (3) que tienen un movimiento rotativo.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que consiste en disponer los elementos magnetocalóricos (60) linealmente y en dar a dichos conjuntos magnéticos (3) un movimiento rectilíneo.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se hace circular un primer fluido caloportador en un primer circuito colector denominado "caliente" y un segundo fluido caloportador en un segundo circuito colector denominado "frío", caracterizado por que se hace circular dicho primer fluido caloportador en el circuito caliente a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se hace circular un primer fluido caloportador en un primer circuito colector denominado "caliente" y un segundo fluido caloportador en un segundo circuito colector denominado "frío", caracterizado por que se hace circular dicho segundo fluido caloportador en el circuito frío a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).
6. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que se hace variar la velocidad de circulación de dicho primer fluido caloportador en dicho circuito caliente mediante una bomba de circulación (31b) controlada por una caja de mando (31c).
7. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que se hace variar la velocidad de circulación de dicho segundo fluido caloportador en dicho circuito frío mediante una bomba de circulación (32b) controlada por una caja de mando (32c).
8. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se hace circular dicho fluido caloportador en dicho circuito para recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos (60) a una velocidad superior a la velocidad de variación de campo magnético, modulando la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).
9. Dispositivo para incrementar el gradiente de temperatura en un generador térmico magnetocalórico (1) que comprende, por un lado, unos elementos magnetocalóricos (60) fijos y unos conjuntos magnéticos (3) que se desplazan con respecto a dichos elementos magnetocalóricos (60) para someterlos alternativamente a una variación de campo magnético entre un valor de campo máximo y un valor de campo mínimo para hacer variar la temperatura de dichos elementos magnetocalóricos (60) y, por otro lado, unos medios para recoger las calorías y/o las frigorías emitidas por dichos elementos magnetocalóricos (60), comprendiendo estos medios de recogida por lo menos un circuito (31a, 32a) de por lo menos un fluido caloportador, que es una solución líquida que circula en por lo menos un canal de circulación de dichos elementos magnetocalóricos (60), caracterizado por que el procedimiento se pone en práctica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y comprende, para ello, unos medios para efectuar por lo menos un precalentamiento y/o un preenfriamiento de los elementos magnetocalóricos (60) para modificar su temperatura inicial antes y/o durante la variación de campo magnético antes de alcanzar el valor de campo máximo o mínimo utilizando dicho fluido caloportador que se hace circular en dicho circuito (31a, 32a) en una dirección paralela al desplazamiento de los medios magnéticos (3) a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).
10. Dispositivo según la reivindicación 9, que comprende un primer circuito colector denominado "caliente", en el que circula un primer fluido caloportador, y un segundo circuito colector denominado "frío", en el que circula un segundo fluido caloportador, caracterizado por que comprende unos medios para hacer circular dicho primer fluido



caloportador en el circuito caliente a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).

5 11. Dispositivo según la reivindicación 9, que comprende un primer circuito colector denominado "caliente", en el que circula un primer fluido caloportador, y un segundo circuito colector denominado "frío", en el que circula un segundo fluido caloportador, caracterizado por que comprende unos medios para hacer circular dicho segundo fluido caloportador en el circuito frío a una velocidad superior a la velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3).

10 12. Dispositivos según la reivindicación 10, caracterizado por que dicho circuito caliente comprende una bomba de circulación (31b) controlada por una caja de mando (31c).

15 13. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que dicho circuito frío comprende una bomba de circulación (32b) controlada por una caja de mando (32c).

20 14. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado por que dicho generador térmico (1) comprende un árbol rotativo (2) que lleva unos conjuntos magnéticos (3) y un accionador (2a) dispuesto para controlar la velocidad de arrastre de este árbol (2) y crear una velocidad de desplazamiento de los conjuntos magnéticos (3) diferente de la velocidad de circulación de dicho fluido caloportador.

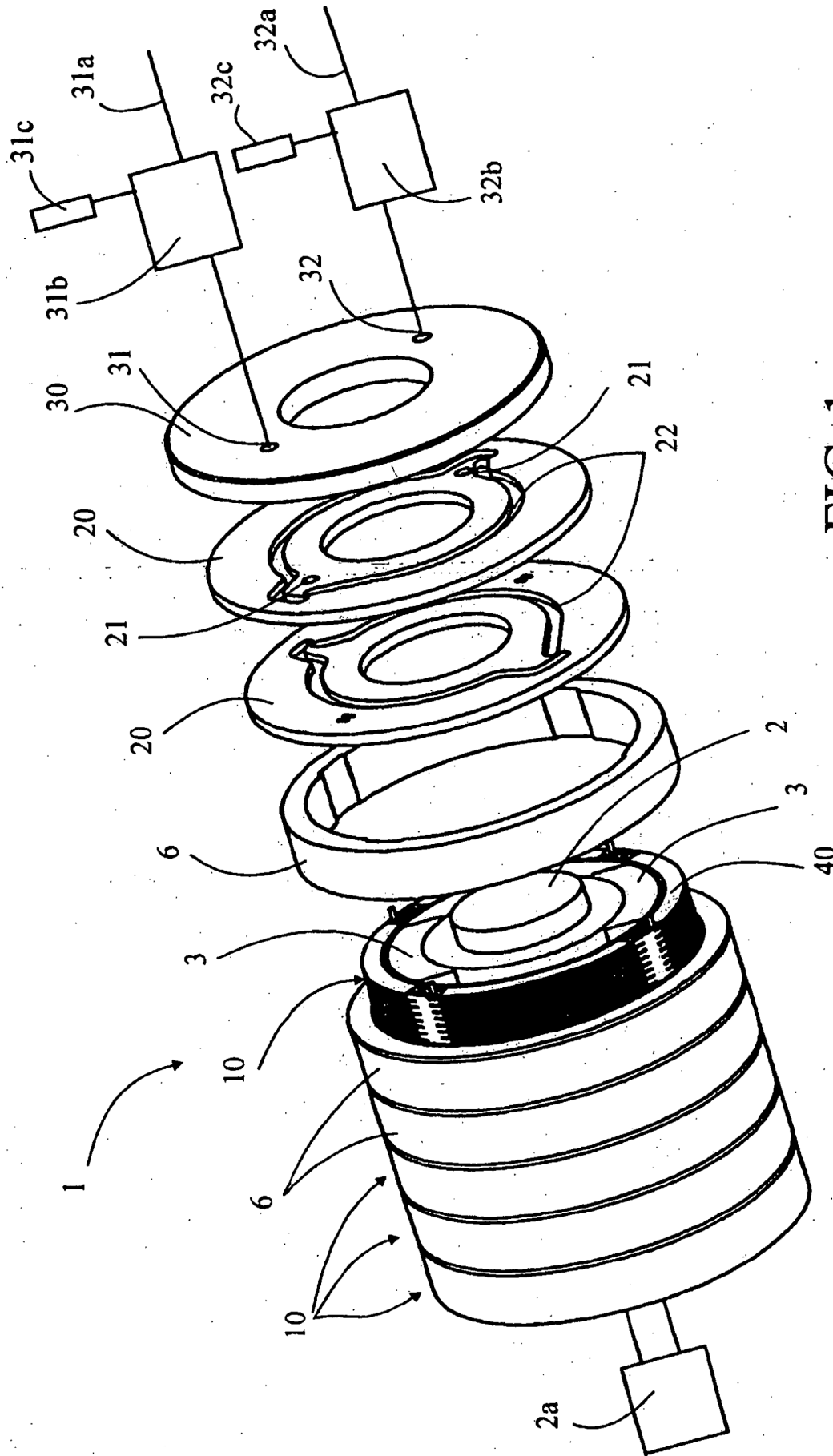


FIG. 1

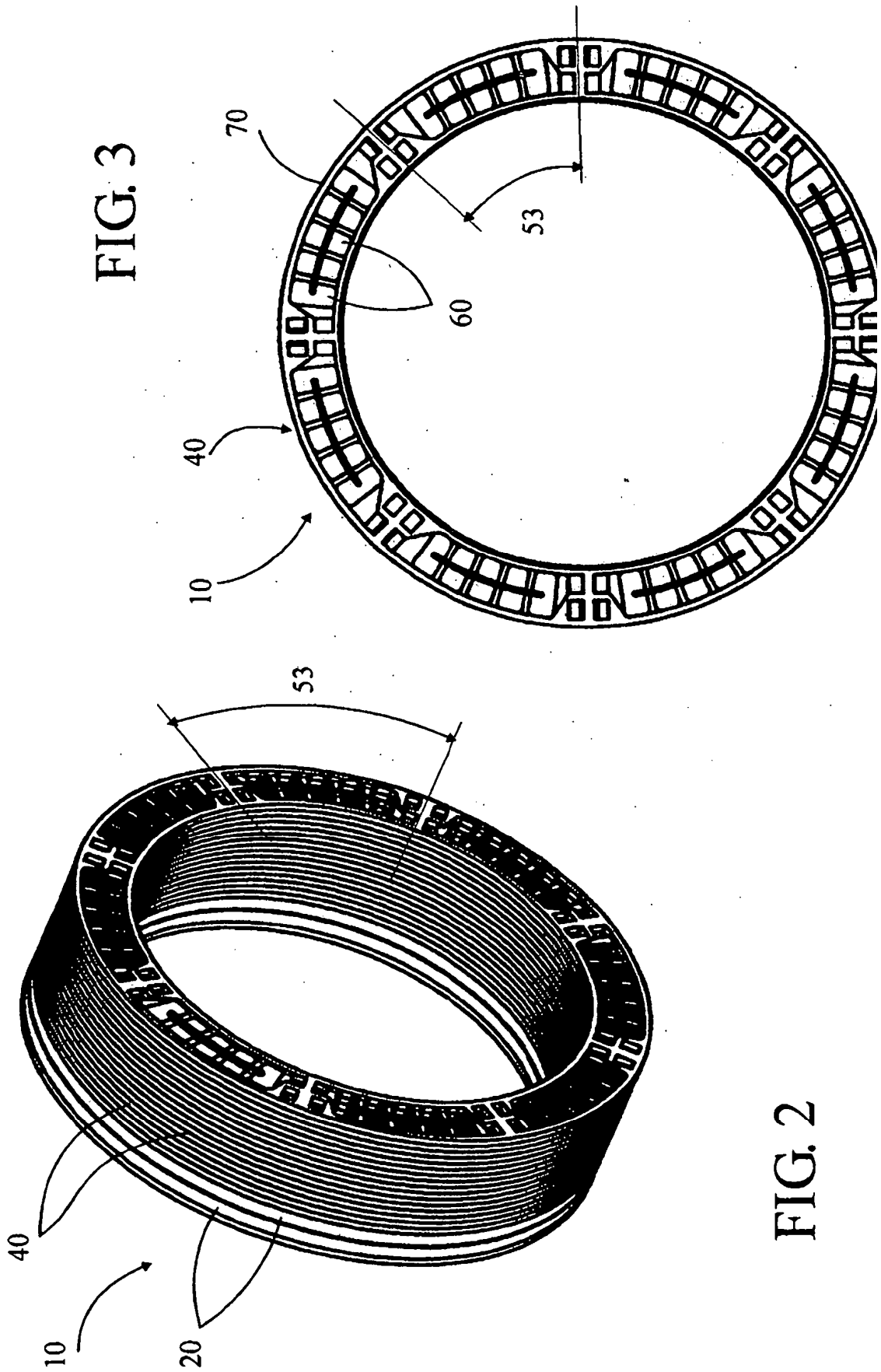
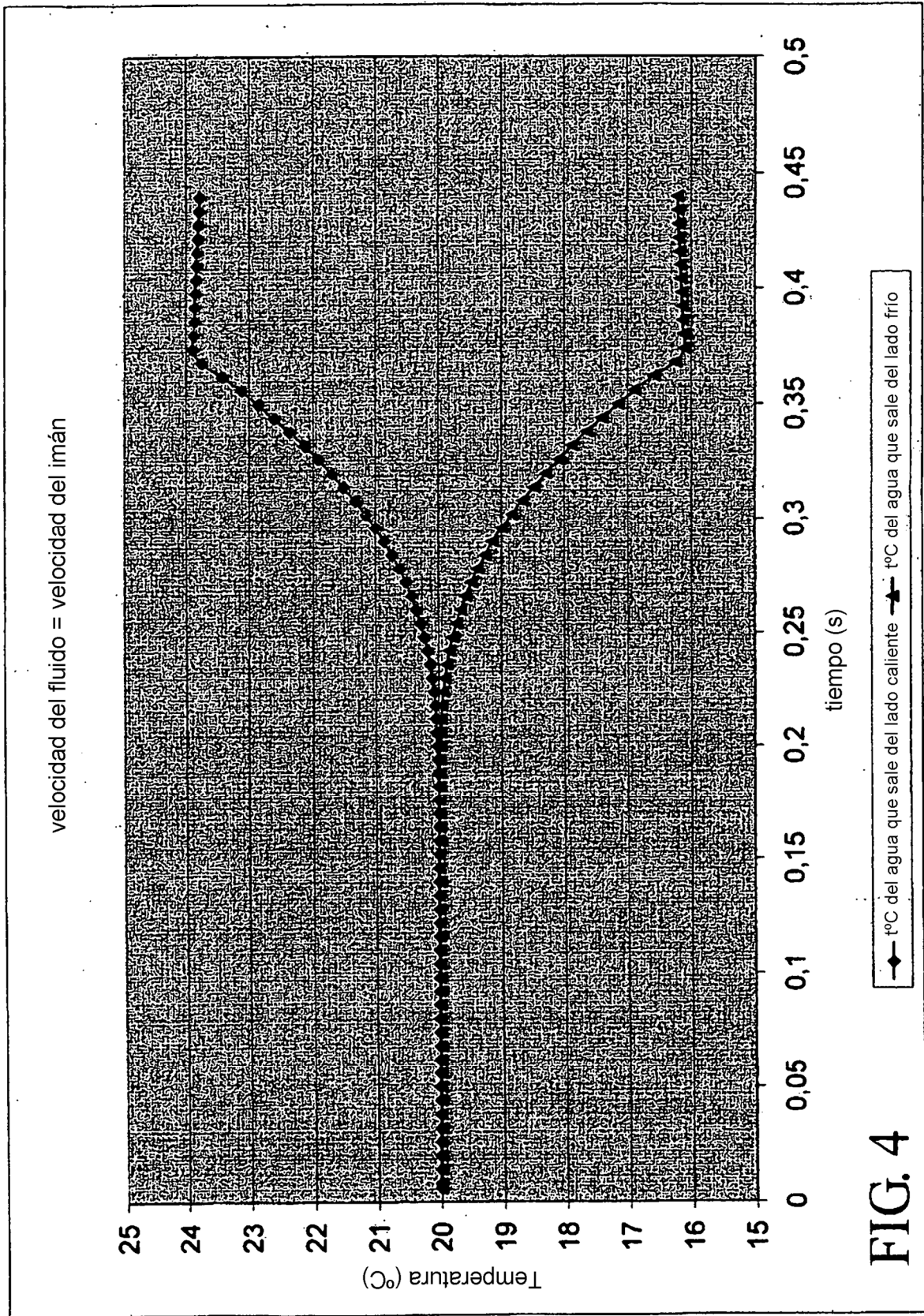


FIG. 3

FIG. 2



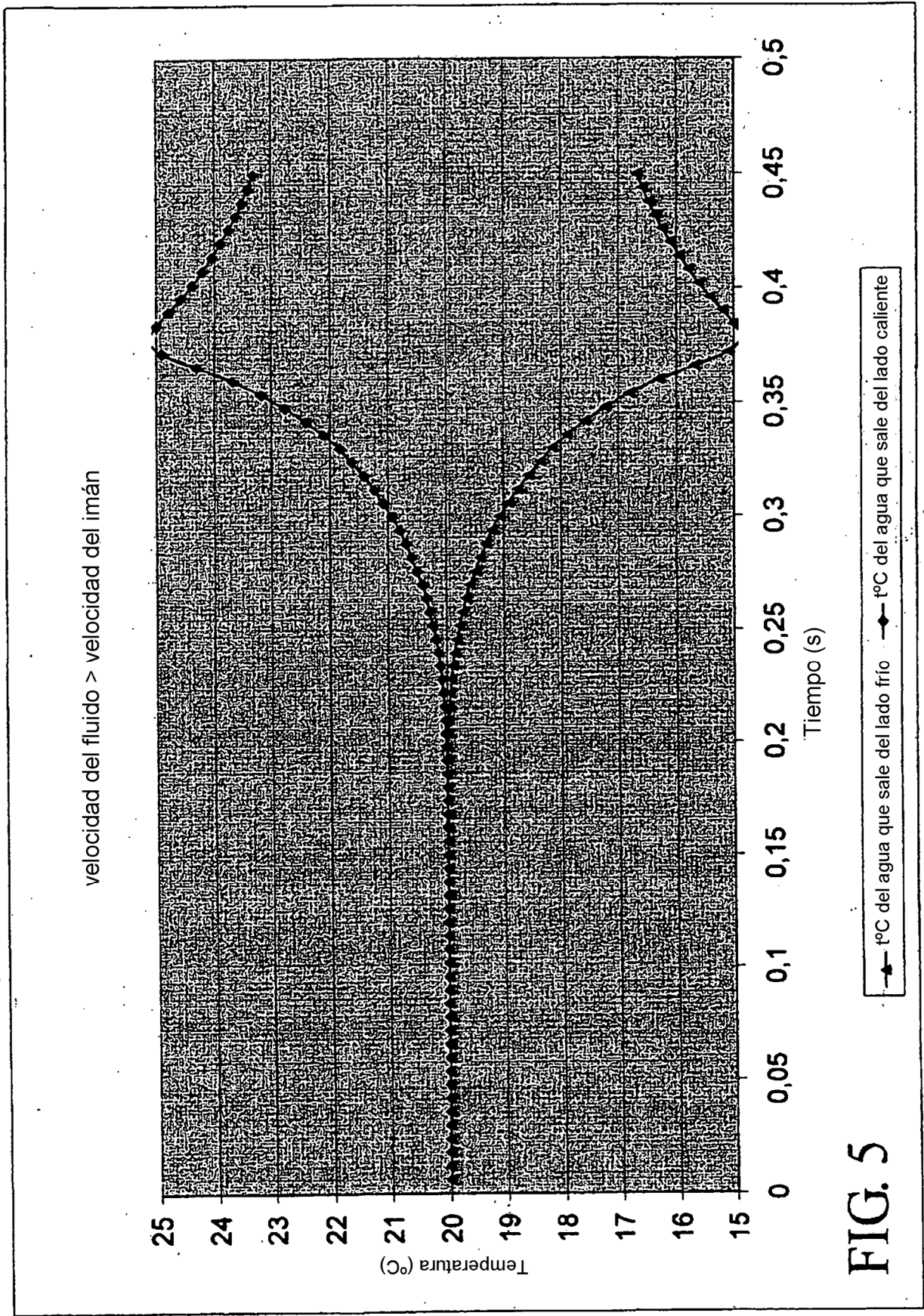


FIG. 5

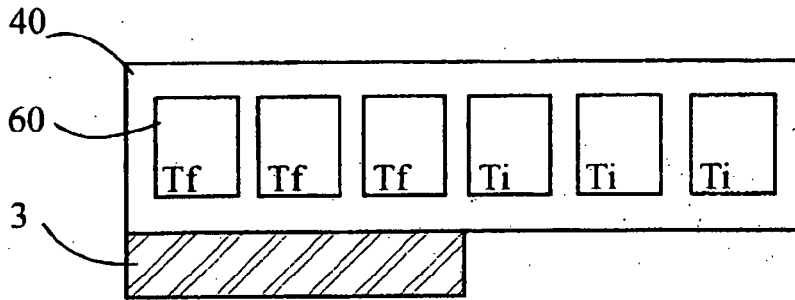


FIG. 6A

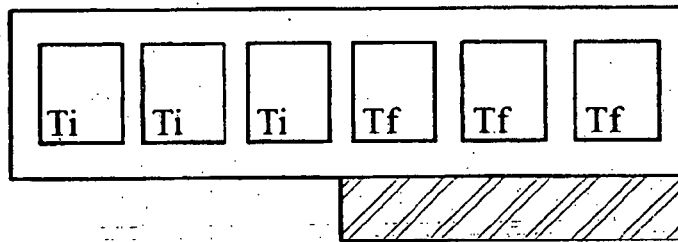


FIG. 6B

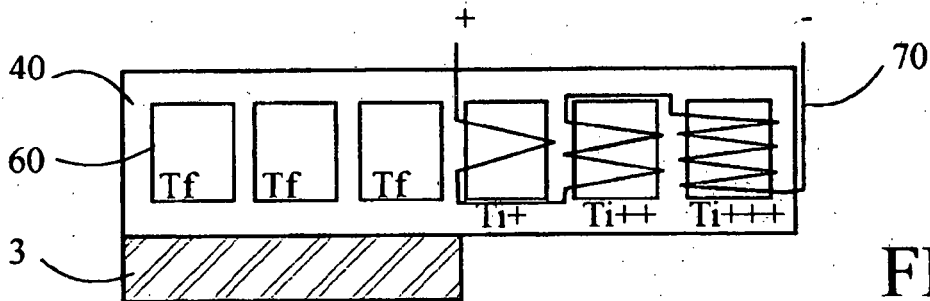


FIG. 7A

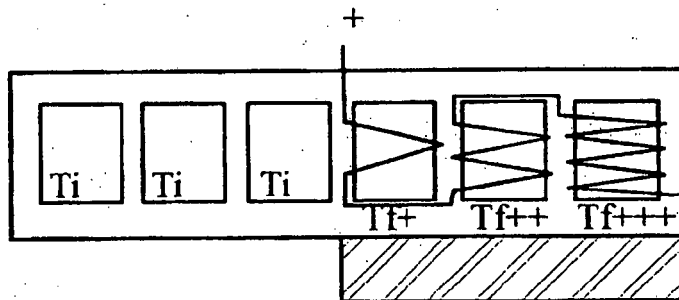


FIG. 7B