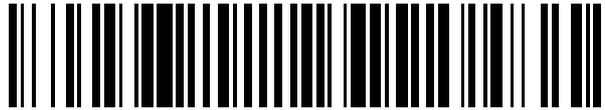


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 570**

51 Int. Cl.:

F25B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2010 E 10708236 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2399087**

54 Título: **Generador térmico magnetocalórico**

30 Prioridad:

17.02.2009 FR 0951022

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

06.05.2013

73 Titular/es:

**COOLTECH APPLICATIONS S.A.S. (100.0%)
Impasse Antoine IMBS
67810 Holtzheim, FR**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 402 570 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Generador térmico magnetocalórico.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos dispuestos de manera sucesiva y que forman por lo menos dos niveles térmicos consecutivos, atravesados por fluidos caloportadores distintos, y que comprenden cada uno dos extremos opuestos, una disposición magnética destinada a someter cada elemento magnetocalórico a un campo magnético variable, creando alternativamente, en cada elemento magnetocalórico un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, y un medio de arrastre de dichos fluidos caloportadores a través de dichos elementos magnetocalóricos alternativamente en dirección a un extremo y en dirección al extremo opuesto, y a la inversa, de manera sincronizada con la variación del campo magnético.

15 **Técnica anterior**

La tecnología del frío magnético es conocida desde hace más de veinte años y se conocen las ventajas que aporta en términos de ecología y de desarrollo duradero. Se conocen asimismo sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento. Desde entonces, las investigaciones realizadas en este campo tienden todas ellas a mejorar las prestaciones de un generador de este tipo, jugando sobre los diferentes parámetros, tales como la potencia de imantación, las prestaciones del elemento magnetocalórico, la superficie de intercambio entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos, las prestaciones de los intercambiadores de calor, etc.

Con el fin de aumentar la potencia de un generador térmico magnetocalórico, es conocido integrar varios elementos magnetocalóricos en forma de una estructura de varios niveles, de tal modo que el fluido que sale de un elemento magnetocalórico se mezcla con el fluido que entra en el elemento magnetocalórico siguiente para realizar un intercambio térmico y aumentar el gradiente de temperatura. En dicha configuración, los elementos magnetocalóricos unidos entre ellos fluidicamente están siempre en el mismo estado magnético, es decir que están sometidos los dos a un campo magnético o los dos están fuera de dicho campo magnético, y esto de manera alternada.

Se conocen unos generadores térmicos que presentan una estructura de varios niveles, tales como los descritos en la publicación WO 2009/087310 del mismo solicitante, con varios módulos térmicos, que comprenden cada uno de ellos uno o varios elementos magnetocalóricos y cuya energía térmica a la salida de un primer módulo térmico es transferida a la entrada de un segundo módulo térmico, y así sucesivamente. Este tipo de generadores adolece de un cierto número de inconvenientes.

Uno de los inconvenientes reside en la transferencia de energía térmica entre las entradas y salidas de los módulos térmicos consecutivos. Esta transferencia se obtiene, por ejemplo, mezclando los fluidos caloportadores contenidos en las cámaras situadas en los extremos correspondientes de dichos módulos. No obstante, esta mezcla necesita un desplazamiento de fluido y aumenta necesariamente la complejidad del generador, así como su precio de coste.

Una solución a este inconveniente puede consistir en utilizar un mismo medio de arrastre para desplazar el fluido caloportador a las cámaras en cuestión. No obstante, esta configuración conlleva un inconveniente inherente a la transferencia de fluido caloportador entre los módulos térmicos: es necesario realizar unos pasos para permitir el intercambio de este fluido, lo cual aumenta la complejidad del generador térmico, no favorece una mezcla conveniente del fluido caloportador, no permite un intercambio térmico optimizado entre el fluido que sale de un elemento magnetocalórico y el fluido que entra en el módulo térmico siguiente, y favorece el aumento de las pérdidas de carga.

Además, la utilización de los generadores de varios niveles conocidos conlleva una dificultad suplementaria, en particular en el caso en que los módulos térmicos utilizados están destinados a funcionar en unos intervalos de temperaturas diferentes. En efecto, en el caso de una estructura de varios niveles que comprende dos niveles, por ejemplo, el elemento magnetocalórico de un nivel puede funcionar en un intervalo de temperaturas negativas y el elemento magnetocalórico del segundo nivel puede funcionar en un intervalo de temperaturas positivas. Por tanto, es necesario utilizar un fluido caloportador adaptado, cuyo coeficiente de intercambio y cuya viscosidad sean óptimos en los dos intervalos de temperaturas. No obstante, los fluidos caloportadores disponibles actualmente en el mercado no presentan unas características óptimas sobre amplios intervalos de temperaturas, lo cual necesita optar por un compromiso y no permite una explotación máxima de las capacidades térmicas del generador.

Exposición de la invención

La presente invención pretende evitar estos inconvenientes proponiendo una solución a los problemas evocados anteriormente. Con este fin, el generador térmico magnetocalórico según la invención se realiza de tal modo que se optimicen su capacidad de producir potencia térmica y la transferencia de energía térmica entre dos módulos

térmicos o elementos magnetocalóricos consecutivos de una estructura de varios niveles.

Con este fin, la invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico del tipo indicado en el preámbulo, caracterizado porque dichos elementos magnetocalóricos están conectados de dos en dos térmicamente a nivel de sus extremos consecutivos por medio de un medio de intercambio térmico en contacto térmico respectivamente con el fluido caloportador que circula en el primero de dichos elementos magnetocalóricos y con el fluido caloportador que circula en el segundo de dichos elementos magnetocalóricos.

De manera ventajosa, dicho medio de intercambio térmico puede comprender dos zonas de transferencia conectadas térmicamente entre ellas, formando un puente térmico. Estas zonas de transferencia pueden ser atravesadas entonces respectivamente por el fluido caloportador de cada uno de dichos elementos magnetocalóricos.

Preferentemente, dichas zonas de transferencia pueden estar dispuestas de manera contigua a los extremos correspondientes de dos elementos magnetocalóricos consecutivos.

En esta configuración, las zonas de transferencia pueden estar realizadas en un material térmicamente conductor, tal como, por ejemplo, aluminio o cobre o sus aleaciones, y pueden estar provistas de pasos pasantes para el fluido caloportador. Como variante, dichas zonas de transferencia pueden ser asimismo porosas, de modo que el fluido caloportador pueda atravesar sus poros.

En una primera variante, las dos zonas de transferencia de dicho medio de intercambio térmico pueden estar conectadas entre ellas por un cuerpo de un material térmicamente conductor.

En una segunda variante, las dos zonas de transferencia de dicho medio de intercambio térmico pueden estar conectadas entre ellas por lo menos por un caloriducto.

El medio de arrastre de los fluidos caloportadores puede comprender un accionador central conectado fluidicamente a los extremos consecutivos de dichos elementos magnetocalóricos y dos accionadores extremos montados cada uno enfrente de uno de los extremos libres de dichos elementos magnetocalóricos.

Para mejorar el intercambio térmico entre los dos fluidos caloportadores, el accionador central pueden estar realizado, además, en un material térmicamente conductor y estar en contacto con dicho medio de intercambio térmico.

Como variante, dicho accionador centra puede ser un pistón de doble efecto realizado en un material térmicamente conductor y cuya camisa está realizada en un material térmicamente aislante. En este caso, dicho accionador central puede constituir dicho medio de intercambio térmico.

El medio de arrastre de los fluidos caloportadores puede comprender asimismo dos accionadores centrales conectados fluidicamente cada uno a uno de los extremos consecutivos de dichos elementos magnetocalóricos y dos accionadores extremos conectados fluidicamente cada uno a uno de los extremos libres de dichos elementos magnetocalóricos.

De manera ventajosa, dichos medios de desplazamiento pueden ser unos pistones seleccionados de entre el grupo que comprende unos pistones de simple efecto y unos pistones de doble efecto.

Además, dicho generador térmico puede comprender una disposición magnética apta para mantener sometidos dichos elementos magnetocalóricos sucesivos ya sea constantemente en dos ciclos diferentes, o bien constantemente en los mismos ciclos. Por ciclo, evidentemente, es preciso comprender ciclo de calentamiento o ciclo de enfriamiento.

Por último, para explotar de manera eficaz las capacidades térmicas de cada elemento magnetocalórico, los fluidos caloportadores que atraviesan dichos elementos magnetocalóricos pueden presentar una composición química y/o unas propiedades térmicas diferentes. Evidentemente, esta composición está adaptada a cada elemento magnetocalórico y, en particular, a su temperatura de funcionamiento óptimo centrado en su temperatura de Curie.

Breve descripción de los dibujos

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

- las figuras 1A y 1B son unas vistas esquemáticas de un primer modo de realización de un generador térmico según la invención,
- las figuras 2A y 2B son unas vistas similares a las de las figuras 1A y 1B, que representan un segundo modo

de realización de un generador térmico según la invención,

- las figuras 3A y 3B son unas vistas similares a las de las figuras 1A y 1B, que representan un tercer modo de realización de un generador térmico según la invención,
- las figuras 4A y 4B representan una variante de realización del generador térmico de las figuras 1A y 1B, y
- las figuras 5A y 5B ilustran otro modo de realización.

10 Exposición de la invención

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

15 Los generadores térmicos 1, 10, 20, 30, 40 comprenden cada uno dos elementos magnetocalóricos 2, 12, que comportan cada uno un material magnetocalórico. La invención no está limitada a este tipo de configuración y se extiende a más de dos elementos magnetocalóricos 2, 12, que comprenden cada uno, uno o varios materiales magnetocalóricos. En efecto, cada elemento magnetocalórico 2, 12 puede estar constituido por varios materiales magnetocalóricos que comprenden una temperatura de Curie diferente y que producen un efecto magnetocalórico importante, de modo que la yuxtaposición de varios materiales magnetocalóricos permite realizar un gradiente de temperatura elevado entre los extremos caliente y frío del generador térmico 1, 10, 20, 30, 40 y, por tanto, obtener un rendimiento todavía más importante. Una configuración de este tipo permite cubrir asimismo una amplia gama de temperaturas que podrá corresponder a la gama de funcionamiento o de utilización de dicho generador.

25 Cada elemento magnetocalórico 2 y 12 comprende dos extremos opuestos respectivamente 3 y 4, y 13 y 14. Un fluido caloportador es puesto en circulación en dirección a uno u otro de dichos extremos opuestos 3, 4 y 13, 14 de cada elemento magnetocalórico 2, 12, según la variación del campo magnético. Cada elemento magnetocalórico 2, 12 es atravesado por un fluido caloportador específico. Los circuitos fluídicos de los elementos magnetocalóricos 2, 12 están separados de modo que los fluidos caloportadores no se mezclen nunca.

30 Los fluidos caloportadores utilizados pueden ser de composición diferente o idéntica. Su composición se determinará en función de los materiales magnetocalóricos utilizados para realizar los elementos magnetocalóricos 2, 12 y de sus intervalos de temperaturas de funcionamiento. Son puestos en circulación a través de dichos materiales magnetocalóricos 2, 12 en dirección a uno u otro de sus extremos 3 y 4, respectivamente 13 y 14 en relación con la variación de dicho campo magnético con el fin de realizar y mantener un gradiente de temperatura entre los dos extremos opuestos 3 y 4 del generador térmico 1, 10, 20, 30, 40.

35 Con el fin de facilitar los intercambios térmicos con el fluido caloportador, los materiales magnetocalóricos que constituyen los elementos magnetocalóricos 2, 12 pueden ser porosos de modo que sus poros formen unos pasos de fluido desembocantes. Pueden presentarse asimismo en forma de un bloque macizo en el que se mecanizan unos mini o microcanales, o bien pueden estar constituidos por un ensamblaje de placas, eventualmente ranuradas, superpuestas y entre las cuales puede circular el fluido caloportador. Pueden presentarse también en forma de polvo o de partículas de modo que los intersticios formen unos pasos de fluido. Evidentemente, puede convenir cualquier otra forma de realización que permita que el fluido caloportador atraviese dichos materiales magnetocalóricos.

45 La disposición magnética (no representada) puede estar constituida por un ensamblaje de imanes permanentes en movimiento relativo con respecto a cada elemento magnetocalórico 2, 12, por un electroimán alimentado secuencialmente o por cualquier otro medio análogo susceptible de crear una variación de campo magnético.

50 En el generador térmico 1 representado en las figuras 1A y 1B, los elementos magnetocalóricos 2, 12 están alineados y forman dos niveles térmicos consecutivos. Ambos están siempre sometidos a la misma variación de campo magnético y se encuentran o bien en un ciclo de calentamiento, o bien en un ciclo de enfriamiento. Así, en la figura 1A, los elementos magnetocalóricos 2 y 12 están activados magnéticamente de modo que se calientan. El fluido caloportador es puesto en circulación hacia la derecha en la figura 1A, en el sentido de las flechas representadas. En la figura 1B, los elementos magnetocalóricos 2 y 12 están desactivados magnéticamente de modo que se enfrían. El fluido caloportador es puesto en circulación hacia la izquierda en la figura 1B, en el sentido de las flechas representadas.

60 Los elementos magnetocalóricos 2 y 12 están conectados térmicamente por un medio de intercambio térmico 5 constituido por una pieza en forma de U realizada en un material térmicamente conductor y provisto, en los extremos de sus ramas, de dos zonas de transferencia 22 y 23. Cada zona de transferencia 22, 23 comprende unos pasos pasantes 6 que permiten la circulación de fluido caloportador. Estas dos zonas de transferencia 22 y 23 están dispuestas en el generador térmico 1 de manera contigua a los extremos consecutivos 4 y 13 de los dos elementos magnetocalóricos 2, 12. Estas zonas de transferencia 22 y 23 están así en contacto directo con dichos elementos magnetocalóricos 2, 12.

65 El medio de arrastre de los fluidos caloportadores comprende, por una parte, dos pistones 7 alineados y que forman

los accionadores extremos, montados cada uno enfrente del extremo libre 3, 14 de dichos elementos magnetocalóricos 2, 12, desplazándose estos pistones 7 simultáneamente en el mismo sentido para imprimir un movimiento de vaivén a los dos fluidos caloportadores, y, por otra parte, un pistón 8 de doble efecto que forma el accionador central y alojado en el medio de intercambio 5, alineado con los otros dos pistones 7, conectado
 5 fluídicamente a los extremos consecutivos 3, 14 de dichos elementos magnetocalóricos 2, 12 y que se desplaza en el mismo sentido que los otros dos pistones 7. Estos pistones 7, 8 son mandados por cualquier medio conocido tal como una leva de mando, un campo magnético variable, un sistema fluídico o cualquier otro medio análogo.

Este pistón 8 de doble efecto está integrado entre los dos elementos magnetocalóricos 2 y 12 y permite distribuir
 10 entre los diferentes accionadores o pistones el esfuerzo de empuje necesario para el desplazamiento de los fluidos caloportadores y, por tanto, compensar mejor las pérdidas de carga.

Además, este pistón 8 de doble efecto separa los volúmenes en los que están dispuestos los elementos magnetocalóricos 2, 12. Esta configuración permite utilizar unos fluidos caloportadores diferentes adaptados a cada
 15 tipo de elemento magnetocalórico y, por tanto, a su temperatura de funcionamiento. El hecho de utilizar unos fluidos diferentes permite elegir estos últimos de modo que su coeficiente de transferencia térmica y su viscosidad se adapten a la temperatura alrededor de la cual evolucionan y, por tanto, explotar al máximo las capacidades térmicas de cada elemento magnetocalórico 2, 12.

Así, en el curso del ciclo en el que los elementos magnetocalóricos 2, 12 están activados magnéticamente (véase la figura 1A), el fluido caloportador asociado al primer elemento magnetocalórico 2 es puesto en circulación por el pistón 7 en el primer elemento magnetocalórico 2, se calienta y después atraviesa la zona de transferencia 22 correspondiente del medio de intercambio térmico 5 para llegar a la camisa del pistón 8 de doble efecto. Simultáneamente, el fluido caloportador asociado al segundo elemento magnetocalórico 12 sale de la cámara del
 20 pistón 8 de doble efecto, atraviesa la otra zona de transferencia 23 del medio de transferencia de energía térmica 5, circula en el segundo elemento magnetocalórico 12 en dirección al pistón 7 y se calienta. Así, la energía térmica del fluido caloportador asociado al primer elemento magnetocalórico 2, denominado a continuación primer fluido caloportador, es absorbida por el medio de intercambio térmico 5 a través de la zona de transferencia 22 y restituida al fluido caloportador asociado al segundo elemento magnetocalórico 12, denominado a continuación segundo fluido caloportador, a través de la zona de transferencia 23. La transferencia de energía térmica se realiza casi
 25 simultáneamente por conducción térmica entre, por una parte, el primer fluido caloportador y el medio de intercambio térmico 5 y, por otra parte, entre dicho medio de intercambio térmico 5 y el segundo fluido caloportador.

Durante el ciclo representado en la figura 1B, en la que los elementos magnetocalóricos 2, 12 están desactivados magnéticamente, los fluidos caloportadores circulan de derecha a izquierda mientras que los dos elementos magnetocalóricos 2, 12 se enfrían. El segundo fluido caloportador intercambia térmicamente con la zona de transferencia 23 correspondiente del medio de intercambio térmico 5, que, a su vez, intercambia térmicamente con el primer fluido caloportador, a nivel de la zona de transferencia 22 correspondiente del medio de intercambio
 35 térmico 5.

En este generador térmico 1, los dos elementos magnetocalóricos 2, 12 comprenden unos materiales magnetocalóricos diferentes, siendo la temperatura de Curie del primer elemento magnetocalórico 2 inferior a la del segundo elemento magnetocalórico, de modo que el primer elemento magnetocalórico 2 puede ser activo, por ejemplo, en un intervalo de temperaturas negativas y el segundo elemento magnetocalórico 12 es activo en un
 40 intervalo de temperaturas positivas. Una configuración de este tipo permite ampliar el intervalo de funcionamiento del generador térmico 1.

Evidentemente, la invención prevé asimismo la posibilidad de utilizar unos elementos magnetocalóricos 2, 12 que comprenden los mismos materiales magnetocalóricos.
 45

El medio de intercambio térmico 5 que conecta dos elementos magnetocalóricos 2, 12 consecutivos en una estructura de varios niveles permite así transferir la energía térmica de un nivel a otro sin transferencia de fluido y contribuye a aumentar el gradiente de temperatura de un nivel a otro y, por consiguiente, el gradiente de temperatura entre los extremos frío 3 y caliente 14 del generador térmico 1.
 50

El generador térmico 1 comprende además, a nivel de sus extremos opuestos 3 y 14 constituidos por los extremos libres de los elementos magnetocalóricos 2 y 12, un medio de intercambio 16 que permite realizar un intercambio de energía térmica con un dispositivo o una aplicación exterior. Estas aplicaciones exteriores pueden ser, por ejemplo, el aire que rodea el generador térmico, un dispositivo o un recinto térmico.
 55

Estos medios de intercambio 16 comprenden asimismo una zona de transferencia 17 realizada en un material térmicamente conductor, provista de pasos pasantes 18 para el fluido caloportador y contigua a los extremos libres 3, 14 de los elementos magnetocalóricos 2, 12, de tal modo que el fluido caloportador atraviesa dicha zona de transferencia 17 cada vez que entra y sale del elemento magnetocalórico 2, 12. Por tanto, esta zona de transferencia 17 permite intercambiar energía térmica con el fluido caloportador en cada ciclo y constituye así un intercambiador térmico muy eficaz. Además, esta zona de transferencia 17 se conecta térmicamente a una aplicación exterior por
 60

medio de un circuito cerrado provisto de canales 19 integrados en dicho medio de intercambio 16 y en los que circula un fluido caloportador asociado a la aplicación exterior.

5 Evidentemente, la invención no está limitada a este tipo de intercambiador térmico, pudiéndose utilizar cualquier otro intercambiador adaptado.

10 En el generador térmico 10 representado en las figuras 2A y 2B, los elementos magnetocalóricos 2, 12 están alineados, son consecutivos y están siempre en un ciclo diferente de calentamiento o de enfriamiento. Así, en la figura 2A, el elemento magnetocalórico 2 situado a la izquierda o primer elemento magnetocalórico 2 está desactivado magnéticamente y el elemento magnetocalórico 12 situado a la derecha o segundo elemento magnetocalórico 12 está activado magnéticamente. El fluido caloportador es puesto en circulación hacia la izquierda en el primer elemento magnetocalórico 2 y hacia la derecha en el segundo elemento magnetocalórico 12, en el sentido de las flechas representadas. En la figura 2B, los elementos magnetocalóricos 2 y 12 están en el estado magnético inverso y el fluido caloportador es puesto en circulación hacia la derecha en el primer elemento magnetocalórico 2 y hacia la izquierda en el segundo elemento magnetocalórico 12.

15 El medio de intercambio térmico 5 es el mismo que el representado en las figuras 1A y 1B. Permite asimismo realizar un intercambio térmico entre los dos fluidos caloportadores que circulan en los elementos magnetocalóricos 2 y 12 consecutivos. En este modo de realización, los fluidos caloportadores son puestos en circulación, por una parte, a nivel de los extremos libres 3 y 14 de los elementos magnetocalóricos 2 y 12, por dos pistones 7 alineados, idénticos a los implantados en el generador térmico 1 de las figuras 1A y 1B, pero que se desplazan simultáneamente en dos sentidos opuestos. Asimismo, la maniobra de los fluidos caloportadores a nivel de los extremos 4 y 13 consecutivos de los dos elementos magnetocalóricos 2 y 12 está realizada por dos pistones 9 de simple efecto, distintos, que forman los accionadores centrales y que empujan cada uno, un fluido caloportador en uno de los elementos magnetocalóricos 2, 12.

20 Las zonas de transferencia 22 y 23 del medio de intercambio térmico 5 están dispuestas en el paso del fluido caloportador, entre el extremo 4, 13 de un elemento magnetocalórico 2, 12 y su pistón 9 de simple efecto y, por tanto, son atravesadas de manera simultánea por los fluidos caloportadores a cada entrada y a cada salida de los elementos magnetocalóricos 2, 12.

25 En el generador térmico 20 ilustrado en las figuras 3A y 3B, el fluido circula de la misma manera que en el generador térmico 1 de las figuras 1A y 1B. No obstante, su maniobra es diferente. El pistón 8 de doble efecto es sustituido por dos pistones 11, 15 de simple efecto, unidos cada uno fluídicamente a uno de los elementos magnetocalóricos 2, 12. Por este motivo, cuando un pistón 11 o 15 que forma un accionador central aspira el fluido caloportador del elemento magnetocalórico 2 o 12 que le corresponde, el otro pistón 15 u 11 empuja el fluido caloportador en el elemento magnetocalórico 12 o 2 que le corresponde, y a la inversa

30 En esta configuración, las zonas de transferencia 22 y 23 del medio de intercambio térmico 5 están dispuestas asimismo en el paso del fluido caloportador, entre un extremo 4, 13 de un elemento magnetocalórico 2, 12 y un pistón 11, 15 de simple efecto, de manera contigua a dicho extremo 4, 13. Por tanto, son atravesadas de manera simultánea por los fluidos caloportadores en cada ciclo magnético: por una parte, a cada salida del primer fluido caloportador del elemento magnetocalórico 2 y a cada entrada del segundo fluido caloportador en el elemento magnetocalórico 12 (véase la figura 3A) y, por otra parte, a cada entrada del primer fluido caloportador en el elemento magnetocalórico 2 y a cada salida del segundo fluido caloportador del elemento magnetocalórico 12 (véase la figura 3B).

35 El generador térmico 30 representado en las figuras 4A y 4B constituye una variante de realización de las figuras 1A y 1B en la que el pistón central 8' está realizado en un material térmicamente conductor y cuya camisa está formada en el medio de intercambio térmico 35. De esta manera, la energía térmica de los fluidos caloportadores que circula en los dos elementos magnetocalóricos adyacentes 2, 12 es intercambiada a la vez a nivel de las zonas de transferencia 22 y 23 del medio de intercambio térmico 35 y a nivel del pistón central 8'. Este pistón central 8' permite realizar un intercambio térmico, por una parte, directamente entre los dos fluidos caloportadores con los que está en contacto y, por otra parte, con el medio de intercambio térmico 35 que intercambia a su vez térmicamente con dichos fluidos caloportadores. Una configuración de este tipo permite mejorar aún más el intercambio térmico entre los dos fluidos caloportadores.

40 En una variante no ilustrada y susceptible de combinarse con cualquiera de los modos de realización ilustrados en las figuras 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B y 4A, 4B, las dos zonas de transferencia 22 y 23 del medio de intercambio 5, 35 pueden ser conectadas entre ellas por lo menos por un caloriducto para asegurar el intercambio de energía térmica entre ellas.

45 Las figuras 5A y 5B representan un modo de realización del generador térmico 40 cuya estructura es sustancialmente idéntica a la del generador térmico 30 de las figuras 4A y 4B y en el que el medio de intercambio térmico 25 está realizado por el accionador central situado entre dos elementos magnetocalóricos 2, 12 sucesivos. Este accionador central 25 es un pistón de doble efecto realizado en un material térmicamente conductor y cuya

5 5
camisa 27 está realizada en un material térmicamente aislante. Esta camisa 27 presenta la misma forma que la del medio de intercambio térmico 35 del generador térmico 30 de las figuras 4A y 4B, pero se distingue del mismo por su material constitutivo que es un aislante térmico y por la ausencia de zonas de transferencia sustituidas por dos zonas de paso 26 para un fluido caloportador. En esta configuración, el intercambio de energía térmica entre los dos fluidos caloportadores está realizado por medio de dicho pistón central o pistón de doble efecto 25 en contacto con estos dos fluidos caloportadores.

10
Para mejorar aún más la capacidad de intercambio, los pistones centrales 8', 25 de las figuras 4A, 4B, 5A y 5B pueden comprender unas aletas en sus caras de trabajo en contacto con un fluido caloportador.

15
En el conjunto de los generadores térmicos 1, 10, 20, 30, 40 representados, un medio de intercambio 16 está cada vez integrado en los extremos frío 3 y caliente 14 de dichos generadores. Sin embargo, la invención no está limitada a este tipo de configuración y se extiende asimismo a unas formas de realización en las que solo uno de dichos extremos frío 3 o caliente 14 está en relación con dicho medio de intercambio 16 y/o dicho medio de intercambio térmico 5, 35 está conectado térmicamente a un dispositivo o a una aplicación exterior.

20
Además, la invención no está limitada tampoco a unos generadores térmicos que comprenden únicamente dos niveles de elementos magnetocalóricos 2, 12 consecutivos. En efecto, se puede extender a más de dos niveles de elementos magnetocalóricos consecutivos, pudiendo cada nivel comprender varios elementos magnetocalóricos adyacentes.

25
Por último, la invención no está limitada a la utilización de pistones para realizar los accionadores destinados a desplazar los fluidos caloportadores. Se pueden contemplar otros tipos de accionadores, tales como, por ejemplo, unas membranas.

25 **Aplicabilidad industrial**

30
Se desprende claramente de esta descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber, proponer un generador térmico 1, 10, 20, 30, 40 de construcción simple en el que la transferencia de energía térmica entre los diferentes niveles de elementos magnetocalóricos 2, 12 constitutivos está simplificada y se realiza de manera eficaz.

35
Dicho generador térmico 1, 10, 20, 30, 40 puede encontrar una aplicación tanto industrial como doméstica en el campo de la calefacción, de la climatización, del atemperado, de la refrigeración u otros, y esto, a costes competitivos para un pequeño volumen.

40
La presente invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos, sino que se extiende a cualquier modificación y variante evidentes para un experto en la materia, permaneciendo al mismo tiempo dentro de la extensión de la protección definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Generador térmico magnetocalórico que comprende por lo menos dos elementos magnetocalóricos (2, 12) dispuestos de manera sucesiva y que forman por lo menos dos niveles térmicos consecutivos, atravesados por unos fluidos caloportadores distintos, y que comprenden cada uno dos extremos opuestos (3 y 4, 13 y 14), una disposición magnética, destinada a someter cada elemento magnetocalórico (2, 12) a un campo magnético variable, creando alternativamente, en cada elemento magnetocalórico (2, 12), un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, un medio de arrastre (7, 8, 8', 9, 11, 15, 25) de dichos fluidos caloportadores a través de dichos elementos magnetocalóricos alternativamente en dirección a un extremo y en dirección al extremo opuesto, y a la inversa, de manera sincronizada con la variación del campo magnético, estando dicho generador térmico (1, 10, 20, 30, 40) caracterizado porque dichos elementos magnetocalóricos (2, 12) están conectados de dos en dos térmicamente a nivel de sus extremos consecutivos (4, 13) por medio de un medio de intercambio térmico (5, 25, 35) en contacto térmico respectivamente con el fluido caloportador que circula en el primero (2) de dichos elementos magnetocalóricos y con el fluido caloportador que circula en el segundo (12) de dichos elementos magnetocalóricos.
2. Generador térmico según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho medio de intercambio térmico (5, 35) comprende dos zonas de transferencia (22, 23) conectadas térmicamente entre ellas y atravesadas respectivamente por el fluido caloportador de cada uno de dichos elementos magnetocalóricos (2, 12).
3. Generador térmico según la reivindicación 2, caracterizado porque dichas zonas de transferencia (22, 23) están dispuestas de manera contigua a los extremos (4, 13) consecutivos de los dos elementos magnetocalóricos (2, 12) consecutivos.
4. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado porque las zonas de transferencia (22, 23) están realizadas en un material térmicamente conductor y están provistas de pasos pasantes (6) para el fluido caloportador.
5. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque las dos zonas de transferencia (22, 23) de dicho medio de intercambio térmico (5, 35) están conectadas entre ellas por un cuerpo de un material térmicamente conductor.
6. Generador térmico según la reivindicación 5, caracterizado porque las dos zonas de transferencia (22, 23) de dicho medio de intercambio térmico (5, 35) están conectadas entre ellas por lo menos por un caloriducto.
7. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el medio de arrastre de los fluidos caloportadores comprende un accionador (8, 8', 25) central, conectado fluidicamente a los extremos consecutivos (4, 13) de dichos elementos magnetocalóricos (2, 12), y dos accionadores (7) extremos montados cada uno enfrente de uno de los extremos libres (3, 14) de dichos elementos magnetocalóricos (2, 12).
8. Generador térmico según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho accionador (25) central está realizado en un material térmicamente conductor y está en contacto con dicho medio de intercambio térmico (5).
9. Generador térmico según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho accionador (8') central es un pistón de doble efecto realizado en un material térmicamente conductor y cuya camisa está realizada en un material térmicamente aislante, y porque constituye dicho medio de intercambio térmico.
10. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el medio de arrastre de los fluidos caloportadores comprende dos accionadores (9; 11 y 15) centrales, conectados fluidicamente cada uno a uno de los extremos consecutivos (4, 13) de dichos elementos magnetocalóricos (2, 12), y dos accionadores (7) extremos conectados fluidicamente cada uno a uno de los extremos libres (3, 14) de dichos elementos magnetocalóricos (2, 12).
11. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 7 y 10, caracterizado porque dichos medios de desplazamiento (7, 9, 11, 15, 8, 8', 25) son unos pistones seleccionados de entre el grupo que comprende unos pistones de simple efecto (7, 9, 11, 15) y unos pistones de doble efecto (8, 8', 25).
12. Generador térmico según la reivindicación 10, caracterizado porque comprende una disposición magnética apta para mantener sometidos dichos elementos magnetocalóricos (2, 12) sucesivos constantemente en dos ciclos diferentes.
13. Generador térmico según la reivindicación 7, caracterizado porque comprende una disposición magnética apta para mantener sometidos dichos elementos magnetocalóricos (2, 12) sucesivos constantemente en los mismos ciclos.
14. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los fluidos caloportadores que atraviesan dichos elementos magnetocalóricos (2, 12) presentan una composición química y/o unas propiedades térmicas diferentes.

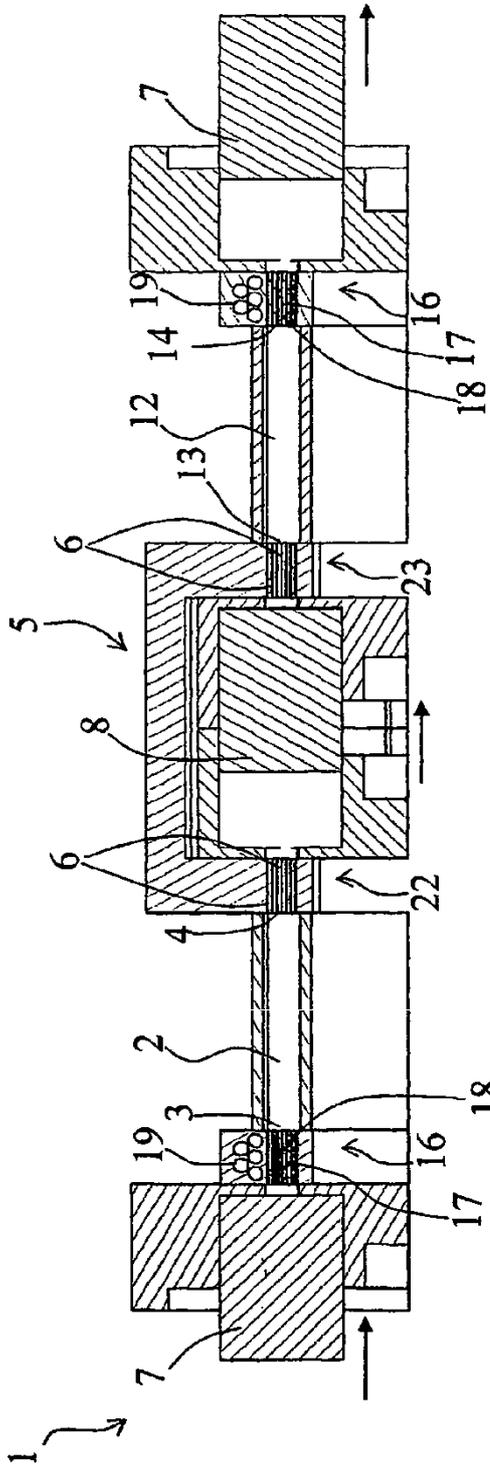


FIG. 1A

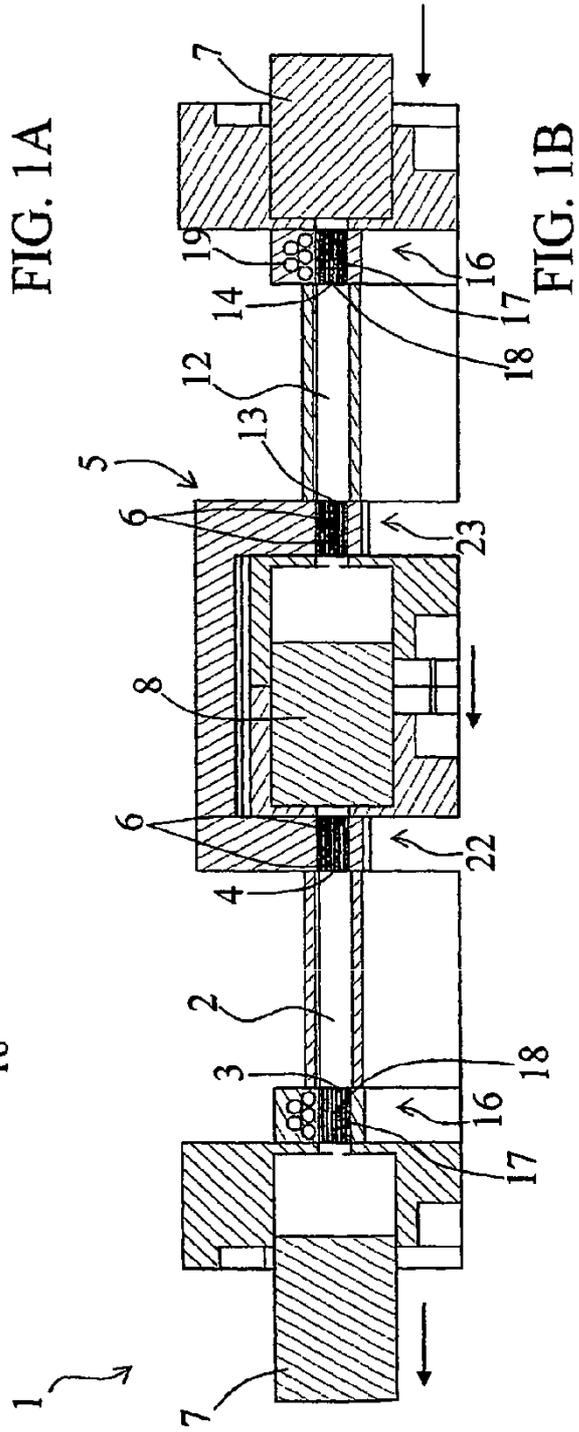


FIG. 1B

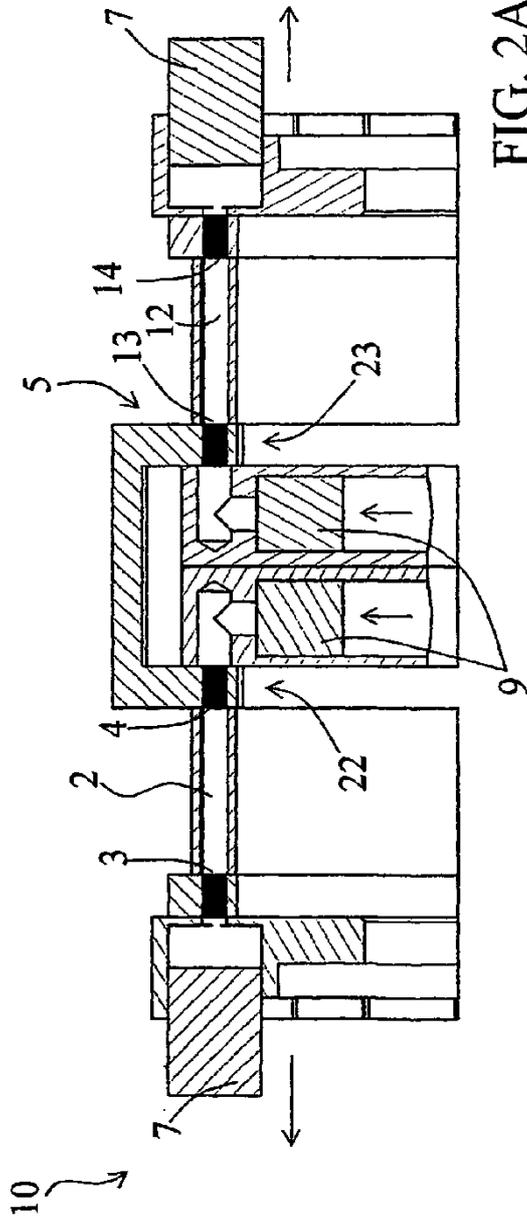


FIG. 2A

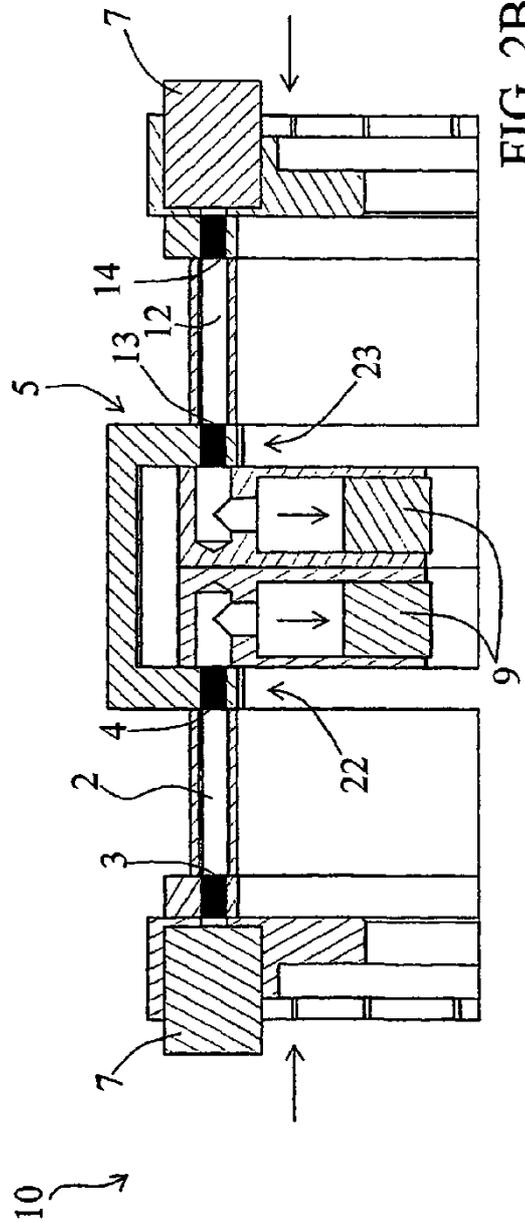


FIG. 2B

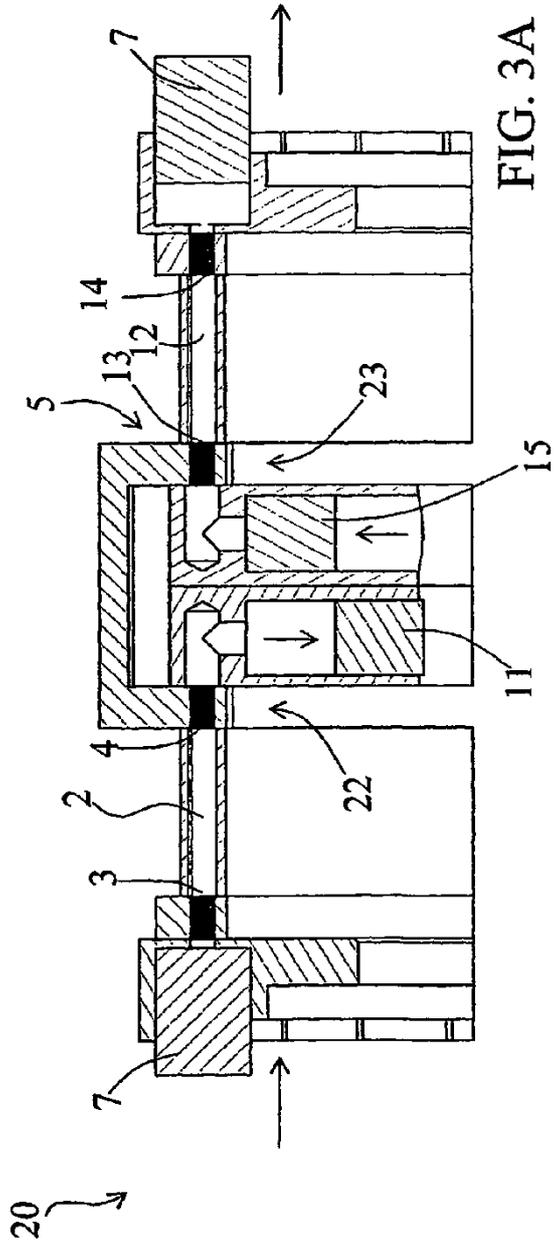


FIG. 3A

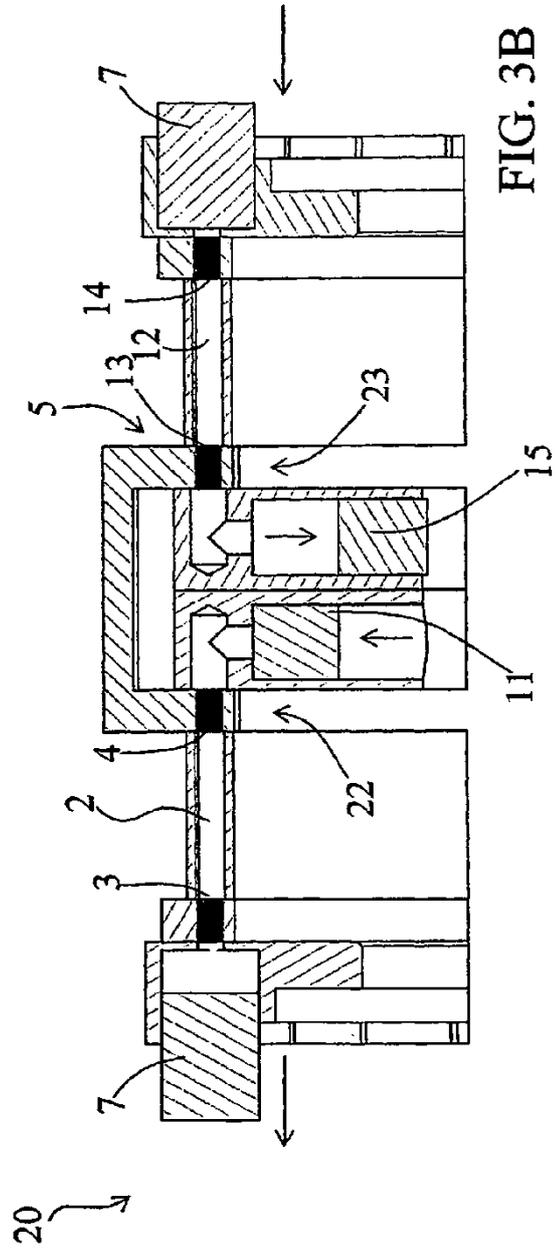


FIG. 3B

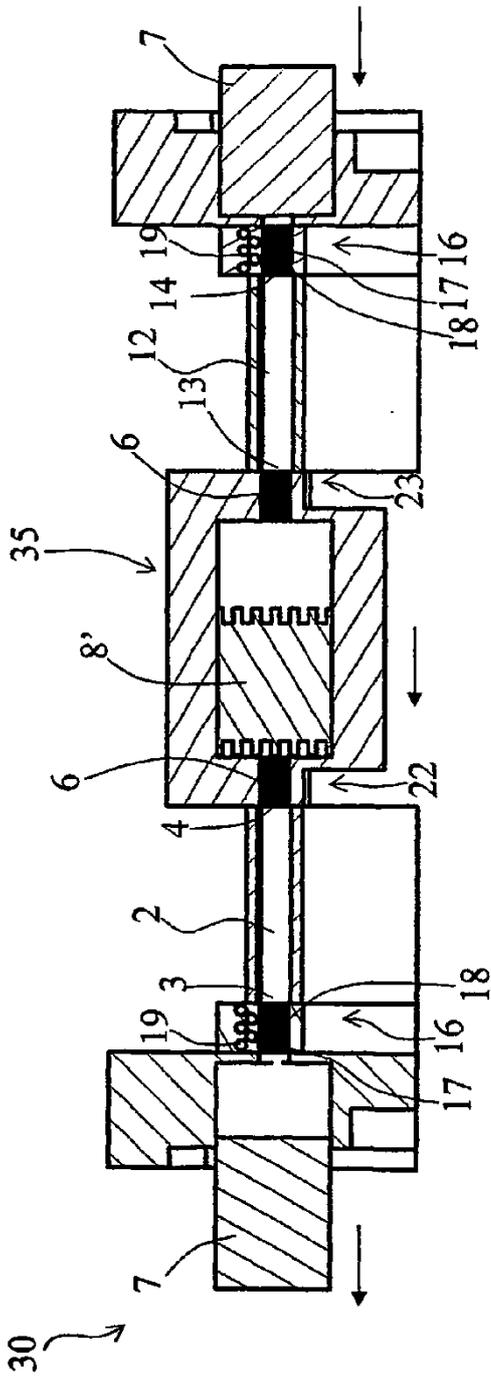


FIG. 4A

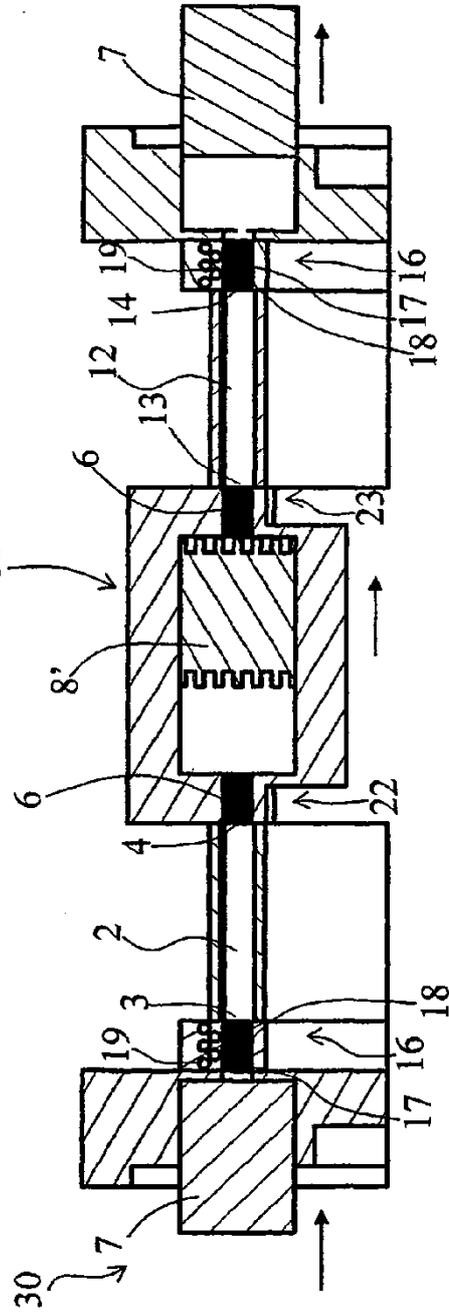


FIG. 4B

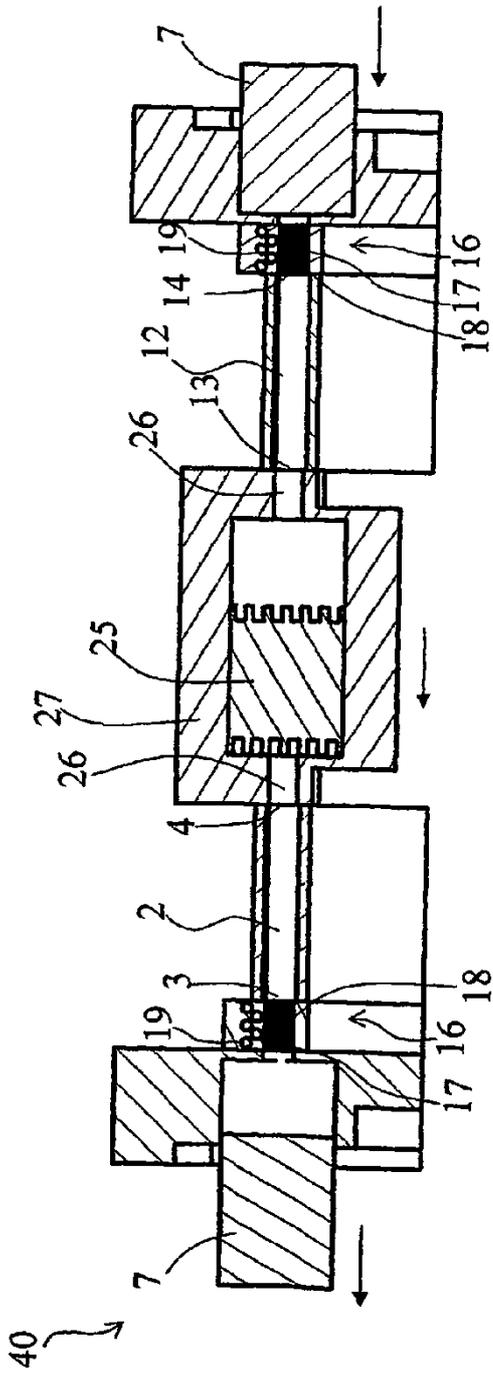


FIG. 5A

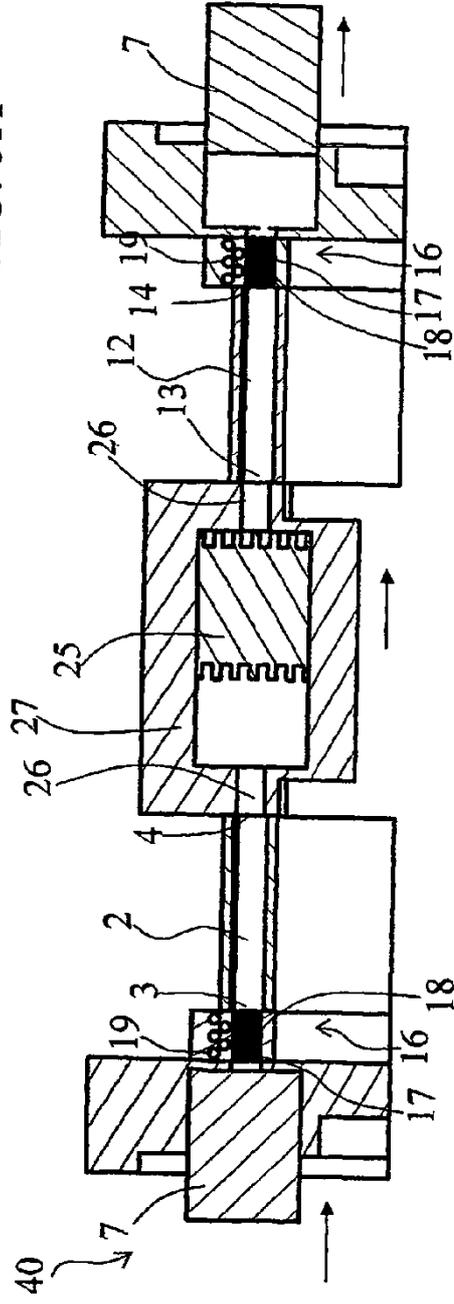


FIG. 5B