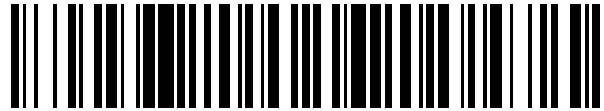


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 312**

51 Int. Cl.:

**H01F 7/02** (2006.01)

**F25B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2011 E 11755369 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2606495**

54 Título: **Generador de campo magnético para aparato térmico magnetocalórico**

30 Prioridad:

**16.08.2010 US 857019**

**16.08.2010 FR 1056605**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.09.2015**

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 2 546 312 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 de campo magnético para aparato térmico magnetocalórico.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador de campo magnético para un aparato térmico magnetocalórico, comprendiendo dicho generador de campo magnético por lo menos una estructura magnetizante que crea un campo magnético constante en por lo menos un entrehierro, comprendiendo dicha estructura magnetizante un primer y un segundo polos magnéticos dispuestos uno frente al otro a uno y otro lado de un plano de simetría y constituidos cada uno por un ensamblaje de imanes permanentes y de un elemento ferromagnético, generador de campo magnético, en el que dicho elemento ferromagnético presenta una cara F1 que sobresale con respecto al ensamblaje que forma dicho polo magnético y los dos elementos ferromagnéticos de dicha estructura magnetizante están dispuestos frente a frente con una separación que forma por lo menos un entrehierro de dicha estructura magnetizante.

**Técnica anterior**

Con el fin de obtener de manera económica un campo magnético importante en un espacio delimitado, se conoce realizar un ensamblaje de imanes permanentes. La bibliografía describe unos ensamblajes de este tipo, en particular para una aplicación en el campo de la formación de imágenes médicas por resonancia magnética. En este campo, se realizan unas coronas de imanes permanentes que se disponen lado a lado. Los imanes permanentes utilizados presentan, no obstante, una estructura geométrica compleja difícil de realizar, lo cual aumenta el coste de producción del conjunto de imanes.

La transposición de dichas estructuras de imanes no es posible por lo tanto en el ámbito de aplicaciones de volumen más restringido, y en particular en el ámbito de los generadores térmicos magnetocalóricos. En efecto, en estos aparatos, es indispensable generar un campo magnético uniforme e intenso en un entrehierro que corresponde sustancialmente al volumen de un material o elemento magnetocalórico con el fin de que el campo magnético creado pueda sucesivamente activar y desactivar magnéticamente uno o varios materiales magnetocalóricos alternativamente introducidos y después retirados del entrehierro. Cuanto más elevado sea el campo magnético, más importante será el efecto magnetocalórico de un elemento o material magnetocalórico, lo cual tendrá por efecto aumentar la potencia térmica y por lo tanto, el rendimiento de dicho aparato térmico magnetocalórico.

Además, en estos aparatos, es deseable que ningún campo magnético subsista en el exterior del entrehierro. Esto permite aumentar el efecto magnetocalórico, que es directamente dependiente de la diferencia de campo magnético sufrida por el material magnetocalórico entre su posición en el entrehierro y su posición fuera del entrehierro. Si subsiste un campo magnético en el exterior del entrehierro, los elementos magnetocalóricos no pasan de un campo magnético nulo a un campo magnético intenso entre estas dos posiciones. El rendimiento del aparato no es, por lo tanto, óptimo ya que la eficacia de los ciclos magnetocalóricos y el efecto magnetocalórico son limitados.

El artículo "Design of permanent-magnet field source for rotary-magnetic refrigeration systems"(S.J. Lee *et al.*, IEEE Transactions on Magnetics Vol. 38, nº 5, September 2002) propone una estructura magnetizante según el preámbulo de la reivindicación 1.

**45 Exposición de la invención**

La presente invención pretende paliar estos inconvenientes proponiendo un generador de campo magnético destinado a ser integrado en un aparato térmico magnetocalórico y que presente un campo intenso, uniforme y concentrado en su entrehierro. Este generador de campo magnético es asimismo fácil de realizar, presenta un ensamblaje fácil y unos componentes de formas geométricas simples y, por lo tanto, de bajo coste de producción.

Con este objetivo, la invención se refiere a un generador de campo magnético tal como se define en la reivindicación 1.

Los elementos magnetocalóricos están destinados a estar en contacto térmico con un fluido caloportador que circula desde su extremo frío hacia su extremo caliente durante una primera fase del ciclo magnético que corresponde a una fase en la que los materiales o elementos magnetocalóricos son sometidos a un aumento de su temperatura, y de su extremo caliente hacia su extremo frío durante una segunda fase del ciclo magnético, en la que los materiales o elementos magnetocalóricos son sometidos a una disminución de su temperatura. El contacto térmico entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos se puede realizar mediante un fluido caloportador que pasa a lo largo o a través de los materiales magnetocalóricos. Con este fin, los elementos magnetocalóricos pueden estar constituidos por uno o varios materiales magnetocalóricos y pueden ser permeables al fluido caloportador. Pueden comprender también unos pasos de circulación del fluido que se extienden entre los dos extremos de los materiales magnetocalóricos. Estos pasos pueden estar realizados por la porosidad de los materiales magnetocalóricos o por unos canales fabricados u obtenidos por un conjunto de placas de material magnetocalórico.

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

5 En cada polo magnético, el elemento ferromagnético puede comprender una sección transversal cuadrangular, estando cada una de sus tres caras F2, F3, F4 situadas fuera de dicho entrehierro en contacto con una cara de un imán permanente correspondiente.

10 Las caras F2, F4 el elemento ferromagnético pueden ser sustancialmente perpendiculares a la cara F1 situada en el entrehierro y están en contacto con una cara de un imán permanente, denominado imán lateral, cuya dirección de imantación es sustancialmente perpendicular a dichas caras perpendiculares F2, F4.

15 La cara F3 del elemento ferromagnético, opuesta a la cara F1 situada en el entrehierro y denominada cara opuesta F3, está ventajosamente en contacto con un imán permanente denominado imán opuesto, cuya dirección de imantación es sustancialmente perpendicular a dicha cara opuesta F3.

Las caras de los imanes permanentes y del elemento ferromagnético que están en contacto son preferentemente de forma y dimensión idénticas.

20 En el primer polo magnético, el sentido de imantación de los imanes laterales y del imán opuesto puede estar orientado en el lado opuesto del elemento ferromagnético y, en el segundo polo magnético, el sentido de imantación de los imanes laterales puede estar orientado hacia el elemento ferromagnético, en un sentido opuesto al de los imanes laterales del primer polo magnético, siendo el sentido de imantación en el imán opuesto el mismo que el del imán opuesto del primer polo magnético.

25 En cada polo magnético, los imanes laterales pueden tener una sección transversal paralelepípedica y los imanes opuestos pueden presentar dos caras en contacto con unas caras correspondientes de los imanes laterales de forma y de dimensión idénticas.

30 El primer y el segundo polos magnéticos pueden comprender respectivamente un primer y un segundo dispositivos de fijación conductores de campo magnético realizados en un material ferromagnético y que presentan una superficie de contacto con una cara correspondiente del imán opuesto de dichos primer y segundo polos magnéticos.

35 Dicho generador puede comprender una única estructura magnetizante, pudiendo ser las armaduras de montaje de un material ferromagnético y unir lateralmente dichos primer y segundo polos magnéticos.

Puede comprender también por lo menos dos estructuras magnetizantes dispuestas lado a lado, siendo dichas armaduras de montaje de un material no magnético.

40 El generador comprende preferentemente dos armaduras de montaje que cierran lateralmente dicho generador, dispuestas en un plano sustancialmente perpendicular al plano de simetría y que comprenden cada una un imán permanente sobre su pared lateral situada frente a dicha estructura magnetizante.

45 Las armaduras de montaje pueden estar en contacto con un imán opuesto y un imán lateral de dichos primer y segundo polos magnéticos y los dispositivos de fijación pueden presentar un resalte en las dos zonas adyacentes a las superficies de contacto entre cada armadura de montaje y el imán opuesto correspondiente.

Las armaduras de montaje pueden estar constituidas por dos partes unidas entre sí según una separación ajustable.

50 Además, la dirección y el sentido de imantación del imán permanente situado sobre la pared lateral de cada armadura de montaje pueden ser idénticos a los de los imanes opuestos de cada estructura magnetizante.

### Breve descripción de los dibujos

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

60 - la figura 1 es una vista en perspectiva de una primera forma de realización de un generador de campo magnético que no forma parte de la invención,

- la figura 2 es una vista en sección transversal del generador de campo magnético de la figura 1 que representa las líneas del campo magnético,

65 - la figura 3 es una vista frontal de una variante del generador de la figura 1,

- la figura 4 es una vista frontal que ilustra otra variante del generador de la figura 1, que no forma parte de la invención,
- 5 - la figura 5 es una vista en sección transversal del generador de la figura 4 que representa las líneas del campo magnético,
- la figura 6 es una vista en sección transversal de otra variante de realización del generador de la figura 1 que no forma parte de la invención, que representa las líneas del campo magnético,
- 10 - la figura 7 es una vista en sección transversal de una segunda forma de realización del generador de campo magnético según la invención que comprende dos entrehierros y que ilustra las líneas del campo magnético,
- la figura 8 es una vista en sección transversal de una tercera forma de realización del generador de campo magnético que comprende dos estructuras magnetizantes y que ilustra las líneas del campo magnético, y
- 15 - las figuras 9A, 9B, 10A, 10B, 11A, 11B y 12 representan las diferentes etapas de montaje del generador de campo magnético representado en la figura 3.

**Ilustraciones de la invención**

20 La figura 1 representa una forma de realización elemental de un generador 1 de campo magnético que no forma parte de la invención. Este generador de campo magnético 1 se compone de una única estructura magnetizante 2 que comprende dos polos magnéticos 5 y 6 dispuestos uno frente al otro delimitando un entrehierro 3. El primer polo magnético 5 está constituido por un ensamblaje de imanes permanentes 7 y 8 y de un elemento ferromagnético 9.  
25 Con excepción del sentido de imantación de los imanes permanentes 7 y 8, los dos polos magnéticos 5 y 6 son idénticos.

En cada polo magnético 5, 6, el elemento ferromagnético 9 forma un concentrador de campo magnético y sobresale con respecto a los imanes permanentes 7 y 8. Comprende una sección transversal en forma de rectángulo y cuatro caras laterales F1, F2, F3 y F4. Una cara lateral F1 está situada en el entrehierro 3. Las caras F2 y F4 que son perpendiculares a la cara F1 situada en el entrehierro 3 y denominadas caras perpendiculares F2, F4 están fijadas o íntimamente unidas cada una a un imán permanente denominado imán lateral 7. Cada imán lateral 7 presenta una sección paralelepípedica y las caras F2 y F4 del elemento ferromagnético 9 presentan la misma dimensión que las caras correspondientes de los imanes laterales 7. La cara F3 del elemento ferromagnético 9, denominada cara opuesta F3 y opuesta a la cara F1 situada en el entrehierro está fijada o íntimamente unida a un imán denominado imán opuesto 8. Este imán opuesto 8 presenta también una cara cuya dimensión corresponde a la de la cara F3 correspondiente del elemento ferromagnético 9. Presenta, además, una sección transversal en forma de hexágono cuyas dos caras son de la misma dimensión que una cara de cada imán lateral 7 a la que están fijadas o íntimamente unidas.

Los dos conjuntos constituidos cada uno por dos imanes laterales 7 y un imán opuesto 8 fijados a un elemento ferromagnético 9 y que forman los dos polos magnéticos 5, 6 están unidos entre sí lateralmente por dos armaduras de montaje 15 realizadas en un material ferromagnético y que forman un retorno del campo magnético. En la variante representada, cada armadura de montaje 15 está en contacto con una cara de un imán lateral 7 y una cara del imán opuesto 8 de cada polo magnético 5, 6.

Preferentemente, y como se destaca en las figuras 1 y 2, las armaduras de montaje 15 presentan una forma que comprende un hueco en el que pueden estar dispuestos uno o varios elementos magnetocalóricos 4. En efecto, el generador de campo magnético 1, 10, 20, 30, 40, 50 está destinado a someter por lo menos un elemento magnetocalórico 4 a un campo magnético variable por un movimiento relativo de dicho elemento magnetocalórico 4 con respecto al entrehierro 3, 13, 23, de dicho generador de campo magnético. Así, es necesario, por un lado, prever un entrehierro 3, 13, 23 cuyo volumen permite colocar por lo menos un elemento magnetocalórico 4 para que sea sometido a un campo magnético intenso y constante y, por otro lado, prever un volumen en el exterior de este entrehierro 3 y en el que el campo magnético es nulo o muy débil y que puede comprender dicho elemento magnetocalórico 4. Este volumen en el exterior del entrehierro 3 puede ser el volumen interior del generador de campo magnético fuera de su entrehierro 3, 13, 23 o también el volumen situado en el exterior del generador de campo magnético.

Con este fin, en la configuración del generador 1 de campo magnético representada en la figura 1, el volumen exterior del entrehierro 3 está delimitado por las dos armaduras de montaje 15 que presentan una sección sustancialmente en forma de C. Estas armaduras de montaje 15 pueden estar realizadas de una sola pieza o por ensamblaje de varias partes 18, 19, como se representa en la figura 3, que ilustra un generador de campo magnético 10 según una primera variante. En los generadores de campo magnético 1 y 10 de las figuras 1 a 3, dicho material o elemento magnetocalórico 4 se desplaza a uno y otro lado del entrehierro 3 lateralmente, en dirección de una armadura de montaje 15, y después de la otra (véase la flecha F) con el fin de sufrir unos calentamientos y enfriamientos sucesivos en función de su posición dentro o fuera del entrehierro 3.

Ventajosamente, los generadores de campo magnético 1 y 10 comprenden también dos dispositivos de fijación 11, 12, de un material ferromagnético que forman un puente magnético y una placa de montaje. Cada dispositivo de fijación 11, 12 está en contacto con un imán opuesto 8 de un polo magnético 5, 6 y con las dos armaduras de montaje 15.

En lo referente a la imantación de los imanes 7, 8, la dirección de imantación del imán lateral 7 es perpendicular a las caras perpendiculares F2, F4, y la dirección de imantación del imán opuesto 8 es perpendicular a dicha cara opuesta F3. En el primer polo magnético 5, el sentido de imantación de los imanes laterales 7 y del imán opuesto 8 está orientado en el lado opuesto del elemento ferromagnético 9, y en el segundo polo magnético 6, el sentido de imantación de los imanes laterales 7 está orientado hacia el elemento ferromagnético 9, es decir en un sentido opuesto al de los imanes laterales 7 del primer polo magnético 5, y el sentido de imantación en el imán opuesto 8 es el mismo que el del imán opuesto 8 del primer polo magnético 5.

Una configuración de este tipo permite obtener un campo intenso en el entrehierro 3 con pocos imanes y unos imanes de configuración fácil, que presentan un bajo coste de producción. A título de ejemplo, en el generador de campo magnético 1, se obtiene un campo magnético de 1,22 Tesla en el entrehierro 3 de grosor e igual a 16 milímetros, y unos imanes permanentes 7 y 8 de 1,41 Tesla. Las líneas del campo magnético que circula en este generador de campo magnético 1 están ilustradas en la figura 2. Se constata, en efecto, que estas líneas son numerosas y preponderantes en el entrehierro 3 en el que está dispuesto un elemento magnetocalórico 4.

En el generador de campo magnético 10 representado en la figura 3, los dos polos magnéticos 5 y 6 pueden estar dispuestos según una separación variable que permite ajustar el grosor  $e$  del entrehierro 3 en función del elemento magnetocalórico 4 y también la intensidad del campo magnético. Este ajuste se realiza por medio de dos armaduras de montaje 15 que están constituidas cada una por dos partes 18 y 19, cuya separación es ajustable por un sistema de tornillo o cualquier medio apropiado.

Las figuras 9A, 9B, 10A, 10B, 11A, 11B y 12 representan las diferentes etapas de montaje del generador de campo magnético 10 descrito en relación con la figura 3.

Una primera etapa de montaje (etapa i) representada en las figuras 9A y 9B consiste en fijar por encolado o cualquier medio equivalente, la cara de un imán lateral 7 a una parte 18, 19 de una armadura de montaje 15. Esta etapa se realiza para los cuatro imanes laterales 7 del generador de campo magnético 10. Una segunda etapa (etapa ii) representada en las figuras 10A y 10B consiste en unir entre sí mediante embridado, atornillado o cualquier medio equivalente, un elemento ferromagnético 9 de sección cuadrangular de un dispositivo de fijación 11, 12 de material ferromagnético interponiendo un imán opuesto 8, pudiendo este imán opuesto 8 estar en apoyo simple o parcialmente encastrado en dicho dispositivo de fijación 11, 12. Estas dos etapas i) y ii) pueden ser realizadas independientemente en cualquier orden.

La etapa siguiente (etapa iii) representada en las figuras 11A y 11B consiste en unir los sub-conjuntos procedentes de las etapas i) y ii) de manera que cada imán lateral 7 comprenda una superficie en contacto con el elemento ferromagnético 9 y una superficie en contacto con el imán opuesto 8, y que cada parte 18, 19 de una armadura de montaje 15 presente una superficie en contacto con un dispositivo de fijación 11, 12. En este caso también, se realiza una fijación por atornillado entre cada dispositivo de fijación 11, 12 y la parte 18, 19 correspondiente de las armaduras de montaje 15. Se obtienen así dos conjuntos 24, 25.

La última etapa representada esquemáticamente en la figura 12 consiste en posicionar dichos conjuntos 24, 25 uno frente al otro, alineados en su eje de simetría, y en desplazarlos por un movimiento de translación uno con respecto al otro, paralelamente al plano de simetría P, de manera que las partes 18 y 19 de las dos armaduras de montaje 15 se juntan simultáneamente y se autoposicionan, para llevar los dos elementos ferromagnéticos 9 frente a frente y formar el entrehierro 3.

La fijación de los dos conjuntos 24, 25 uno con respecto al otro se puede realizar con ajuste variable de la distancia que los separa, previendo una cuña 22 (véase la figura 4) o un sistema de ajuste de tornillo o similar.

Las figuras 4 y 5 representan un generador de campo magnético 20 según otra variante de realización que no forma parte de la invención. Este generador de campo magnético 20 presenta las mismas ventajas y una misma intensidad de campo magnético en el entrehierro 3 que las relativas a los generadores de campo magnético 1, 10 representados en las figuras 1 a 3.

Se distingue del generador de campo magnético 10 de la figura 3 por la presencia de una cuña 22 dispuesta entre las partes 18 y 19 de la armadura de montaje 15 cuyo grosor se selecciona en función del entrehierro 3. Se distingue también por la presencia de un resalte 17 realizado en cada dispositivo de fijación 11, 12 a nivel de las zonas adyacentes a las superficies de contacto entre cada armadura de montaje 15 y un imán opuesto 8. Estos resaltes 17 permiten evitar una eventual saturación del campo magnético en dichos dispositivos de fijación 11, 12 y permiten, por lo tanto, garantizar un campo magnético máximo en el entrehierro 3. La figura 5 ilustra el campo magnético en

dicho generador de campo magnético 20 en el que la separación entre las dos partes 18 y 19 de cada armadura de montaje 15 es nula.

La figura 6 representa un generador de campo magnético 30 según también otra variante de realización que no forma parte de la invención. Este generador de campo magnético 30 permite también incrementar el campo magnético en el entrehierro 3 con el fin de alcanzar 1,36 Tesla. Se distingue del generador de campo magnético 20 representado en las figuras 4 y 5 por el hecho de que la pared interior de cada armadura de montaje 15 comprende un imán permanente 21 cuya dirección y sentido de imantación son idénticos a los de los imanes opuestos 8. Por supuesto, esta disposición se puede extender a todas las formas de realización ilustradas y descritas.

En el generador de campo magnético 30 ilustrado en la figura 6, el o los elementos magnetocalóricos 4 están destinados a desplazarse en la dirección perpendicular a la de su desplazamiento en el generador de campo magnético 1, 10 representado en las figuras 1 a 3. Sin embargo, es asimismo posible adaptar un volumen para posicionar dichos elementos magnetocalóricos 4 en el recinto de este generador de campo magnético 30. Dicha adaptación se puede obtener fácilmente modificando la forma de las dos armaduras de montaje 15, por ejemplo dándoles una forma más arqueada que la representada en la figura 6.

El generador de campo magnético 40 según la invención y representado en la figura 7 se distingue del de la figura 6 por el hecho de que comprende dos entrehierros 13 y 23. Se coloca un imán 14, cuya dirección y sentido de imantación es idéntico a los de los imanes opuestos 8, entre los dos elementos ferromagnéticos 9 de la estructura magnetizante 2. Este imán 14 puede ser sustituido por una pieza ferromagnética. El mantenimiento en posición de este imán o de esta pieza 14 se puede realizar por medio de un material termoplástico o mediante cualquier otro dispositivo equivalente, magnético o no magnético. Este imán o esta pieza 14 forma así, con cada elemento ferromagnético 9 un entrehierro 13, 23.

La ventaja de esta configuración reside en el hecho de que para un volumen y un peso sustancialmente equivalentes a los de los generadores de campo magnético 1, 10, 20 y 30 ya descritos, es posible obtener dos entrehierros 13, 23 susceptibles de requerir más elementos magnetocalóricos 4 y por lo tanto incrementar el rendimiento de un aparato térmico que comprende dicho generador de campo magnético 40.

El generador 50 de campo magnético representado en la figura 8 comprende, por su parte, dos estructuras magnetizantes 2 idénticas y dispuestas lado a lado. Para obtener un campo magnético máximo en el entrehierro 3 de cada estructura magnetizante 2, es necesario que el primer polo magnético 5 de una estructura magnetizante 2 esté dispuesto al lado del segundo polo magnético 6 de la otra estructura magnetizante 2. Esto permite realizar un bucle magnético entre las dos estructuras magnetizantes 2. En esta configuración, las armaduras de montaje 16 están realizadas en un material no magnético.

Esta configuración permite también requerir magnéticamente más elementos magnetocalóricos 4 y por lo tanto incrementar el rendimiento de un aparato térmico que comprende dicho generador de campo magnético 50.

La configuración del generador de campo magnético 40 según la invención permite utilizar unos imanes permanentes 7, 8, 14 cuya forma es fácil de realizar y cuya imantación es anisótropa.

Los generadores de campo magnético 1, 10, 20, 30, 40 y 50 ilustrados por el conjunto de las figuras, de los cuales sólo el generador 40 es conforme a la invención, están destinados a ser integrados en un aparato térmico que comprende por lo menos un elemento magnetocalórico 4. Este elemento magnetocalórico 4 puede estar constituido por uno o más materiales magnetocalóricos 4 y está atravesado o en contacto por un fluido caloportador que circula de manera alterna en dirección de un primer extremo de dicho elemento magnetocalórico 4, y después en dirección de su segundo extremo, de manera sincronizada con el cambio de posición de dicho elemento magnetocalórico 4, dentro y fuera del entrehierro 3, 13, 23.

Preferentemente, el elemento magnetocalórico 4 está montado deslizante en el entrehierro 3, 13, 23 del generador de campo magnético y es arrastrado según un desplazamiento de translación de vaivén o de rotación continua.

## 55 **Aplicabilidad industrial**

Se desprende claramente de la presente descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber proponer un generador de campo magnético cuya realización es estructuralmente simple y económica y que permita obtener un campo magnético importante con relativamente poco material imantado. Dicho generador puede, en particular, encontrar una aplicación tanto industrial como doméstica cuando está integrado en un aparato térmico magnetocalórico destinado a ser explotado en el campo del calentamiento, de la climatización, del templado, del enfriamiento u otros, a unos costes competitivos y de poco volumen.

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

**REIVINDICACIONES**

1. Generador de campo magnético (40) para un aparato térmico magnetocalórico, comprendiendo dicho generador de campo magnético (40) por lo menos una estructura magnetizante (2) que crea un campo magnético constante en por lo menos un entrehierro (13, 23), comprendiendo dicha estructura magnetizante (2) un primer (5) y un segundo (6) polos magnéticos dispuestos uno frente al otro a uno y otro lado de un plano de simetría (P) y constituidos cada uno por un ensamblaje de imanes permanentes (7, 8) y de un elemento ferromagnético (9), generador de campo magnético en el que dicho elemento ferromagnético (9) presenta una cara (F1) que sobresale con respecto al ensamblaje que forma dicho polo magnético (5, 6), y estando los dos elementos ferromagnéticos (9) de dicha estructura magnetizante (2) dispuestos cara a cara con una separación que forma dicho por lo menos un entrehierro (13, 23) de dicha estructura magnetizante (2), generador caracterizado por que un imán o una pieza ferromagnética (14) está dispuesta en el plano (P), entre dichos primer (5) y segundo (6) polos magnéticos y forma un entrehierro (13, 23) con cada una de las dos caras (F1) correspondientes de los elementos ferromagnéticos (9) de dichos primer (5) y segundo (6) polos magnéticos.
2. Generador según la reivindicación 1, caracterizado por que, en cada polo magnético (5, 6), dicho elemento ferromagnético (9) comprende una sección transversal cuadrangular, y por que cada una de sus tres caras (F2, F3, F4) situadas fuera de dicho entrehierro (13, 23) está en contacto con una cara de un imán permanente (7, 8) correspondiente.
3. Generador según la reivindicación 2, caracterizado por que las caras (F2, F4) del elemento ferromagnético (9) son sustancialmente perpendiculares a la cara (F1) situada en dicho entrehierro (13, 23) y están en contacto con una cara de un imán permanente denominado imán lateral (7) cuya dirección de imantación es sustancialmente perpendicular a dichas caras perpendiculares (F2, F4).
4. Generador según la reivindicación 2, caracterizado por que la cara (F3) del elemento ferromagnético (9), opuesta a la cara (F1) situada en dicho entrehierro (13, 23) y denominada cara opuesta (F3), está en contacto con un imán permanente denominado imán opuesto (8) cuya dirección de imantación es sustancialmente perpendicular a dicha cara opuesta (F3).
5. Generador según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que las caras de los imanes permanentes (7, 8) y del elemento ferromagnético (9) que están en contacto son de forma y de dimensión idénticas.
6. Generador según las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado por que, en el primer polo magnético (5), el sentido de imantación de los imanes laterales (7) y del imán opuesto (8) está orientado en el lado opuesto del elemento ferromagnético (9), y por que, en el segundo polo magnético (6), el sentido de imantación de los imanes laterales (7) está orientado hacia el elemento ferromagnético (9) en un sentido opuesto al de los imanes laterales (7) del primer polo magnético (5), y siendo el sentido de imantación en el imán opuesto (8) el mismo que el del imán opuesto (8) del primer polo magnético (5).
7. Generador según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado por que, en cada polo magnético (5, 6), los imanes laterales (7) tienen una sección transversal paralelepípedica y los imanes opuestos (8) presentan dos caras en contacto con unas caras correspondientes de los imanes laterales (7) y son de forma y de dimensión idénticas.
8. Generador según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado por que dichos primer (5) y segundo (6) polos magnéticos comprenden respectivamente un primer (11) y un segundo (12) dispositivos de fijación conductores de campo magnético realizados en un material ferromagnético y que presentan una superficie de contacto con una cara correspondiente del imán opuesto (8) de dichos primer (5) y segundo (6) polos magnéticos.
9. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una única estructura magnetizante (2), y por que dichas armaduras de montaje (15) son de un material ferromagnético y unen lateralmente dichos primer (5) y segundo (6) polos magnéticos.
10. Generador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que comprende por lo menos dos estructuras magnetizantes (2) dispuestas lado a lado, y por que dichas armaduras de montaje (16) son de un material no magnético.
11. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende dos armaduras de montaje (15, 16) que cierran lateralmente dicho generador (40), dispuestas en un plano sustancialmente perpendicular al plano de simetría (P) y que comprende cada una un imán permanente (21) sobre su pared lateral situada frente a dicha estructura magnetizante (2).
12. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas armaduras de montaje (15) están en contacto con un imán opuesto (8) y un imán lateral (7) de dichos primer y segundo polos magnéticos (5, 6), y por que dichos dispositivos de fijación (11, 12) presentan un resalte (17) en las dos zonas

adyacentes a las superficies de contacto entre cada armadura de montaje (15) y el imán opuesto (8) correspondiente.

5 13. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichas armaduras de montaje (15) están constituidas por dos partes (18 y 19) unidas entre sí según una separación ajustable.



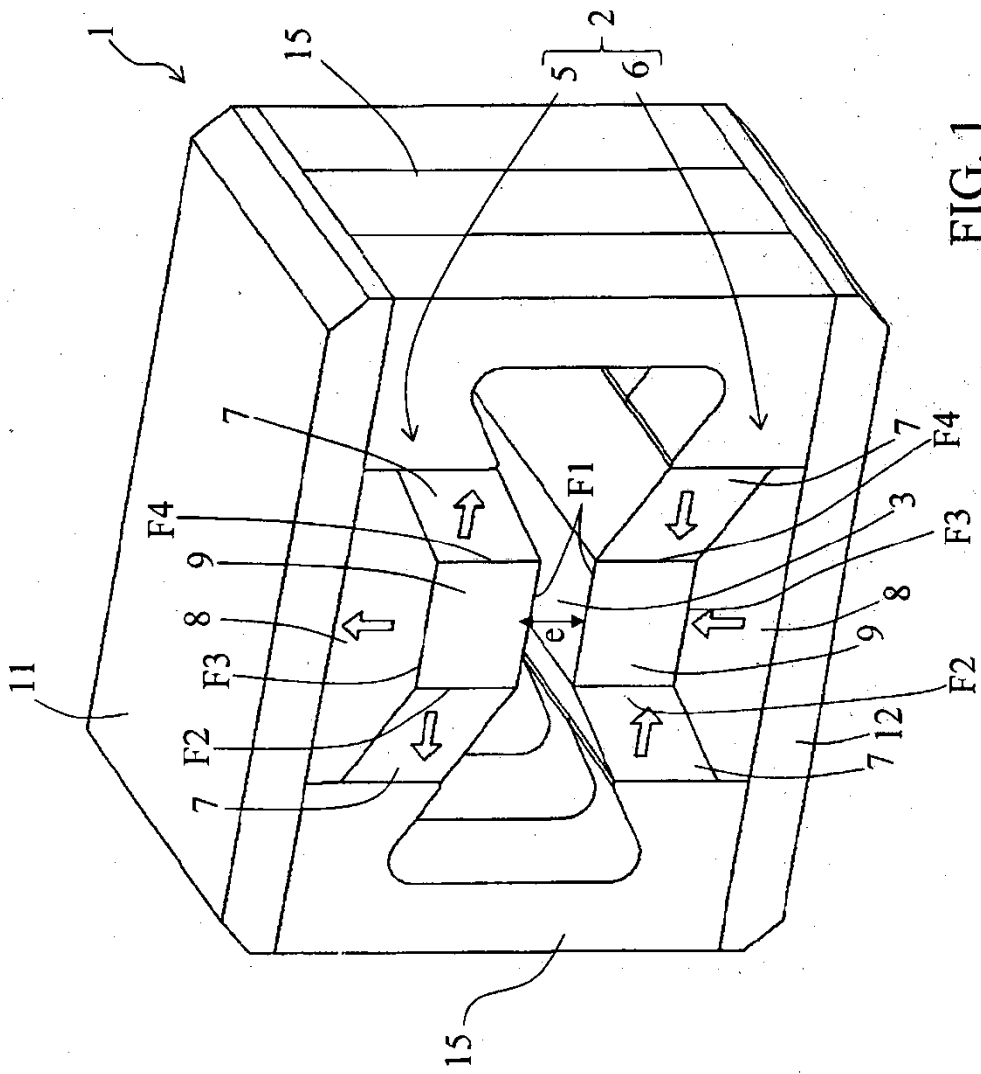


FIG. 1

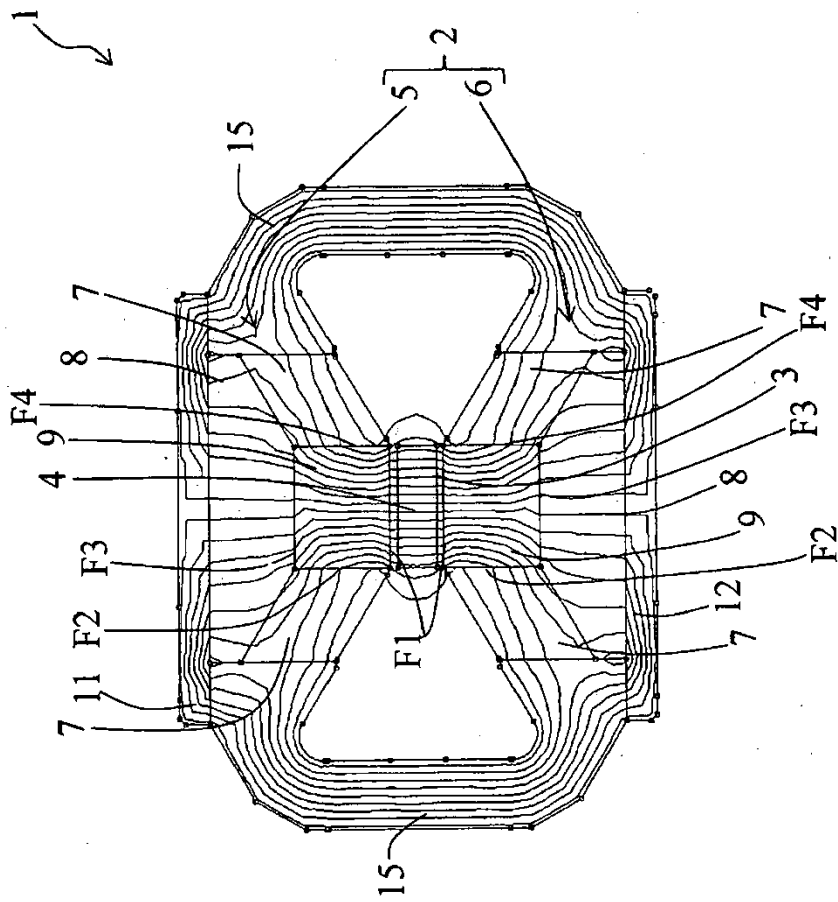


FIG. 2

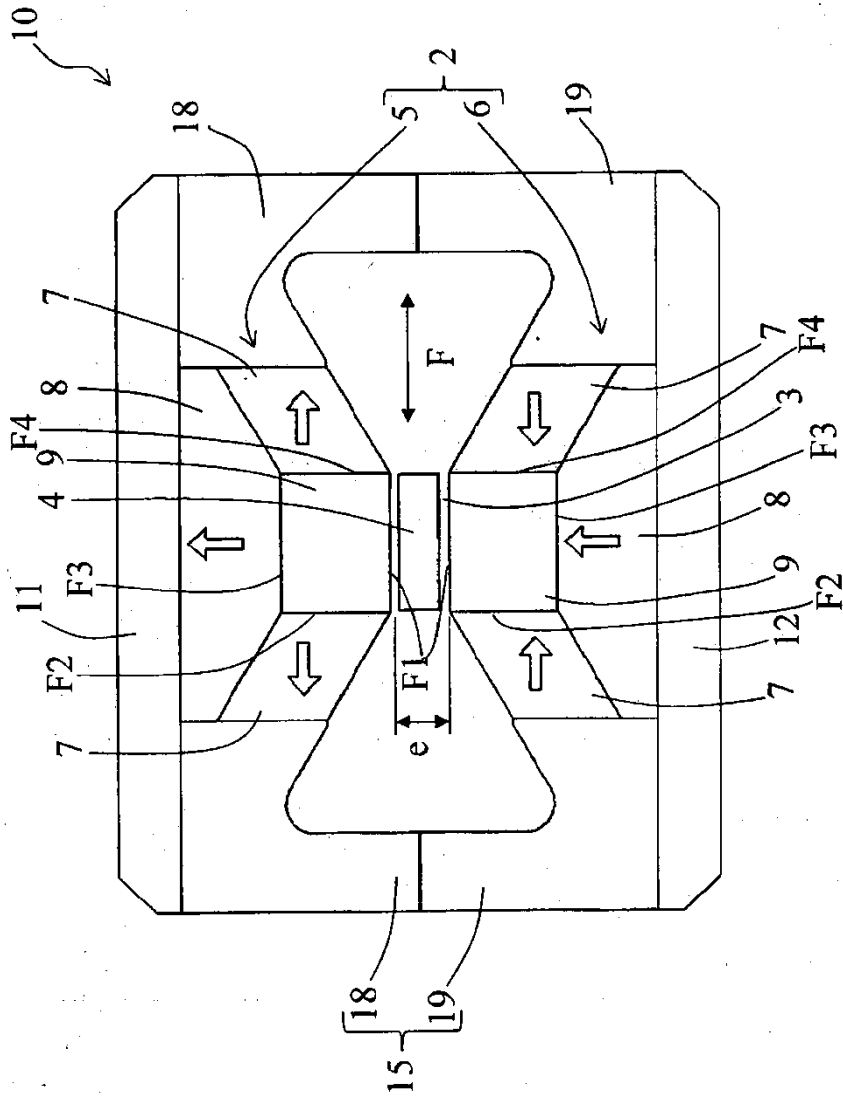


FIG. 3

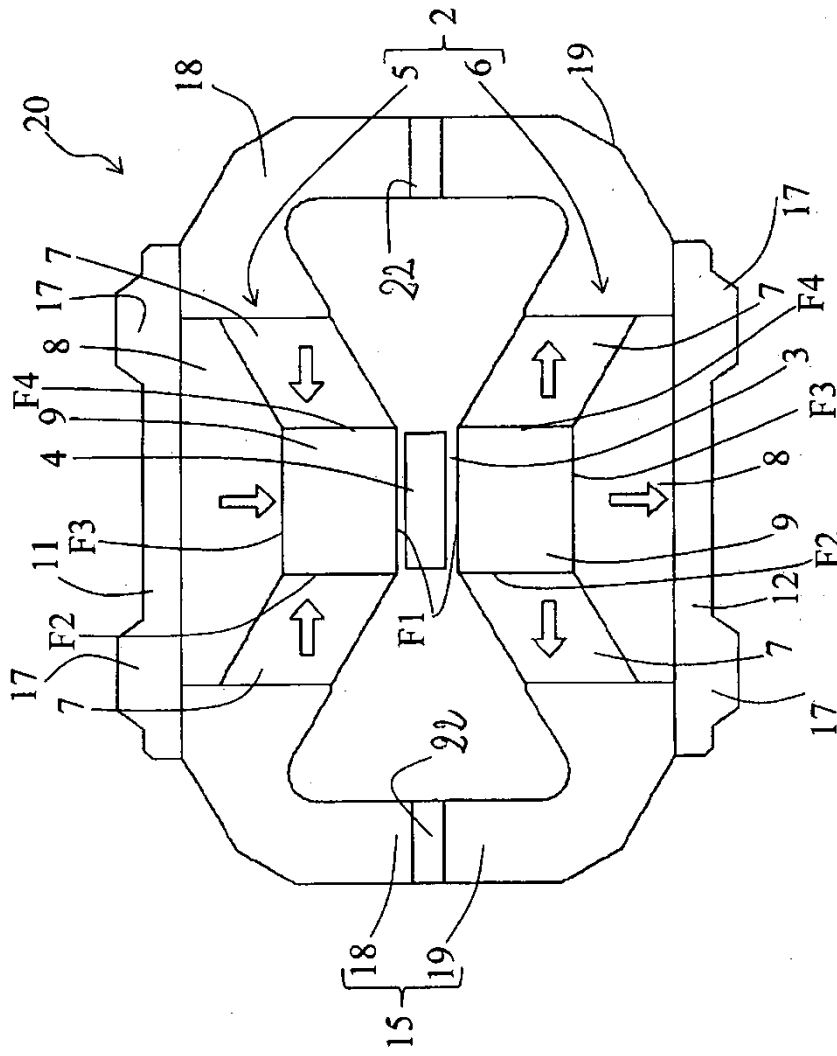


FIG. 4

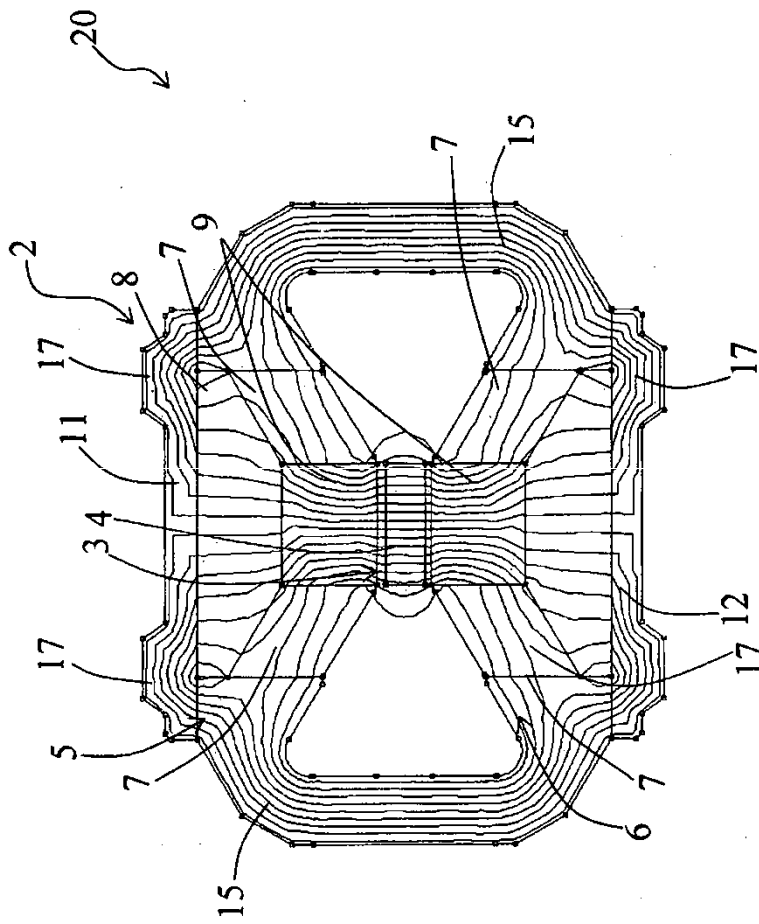


FIG. 5

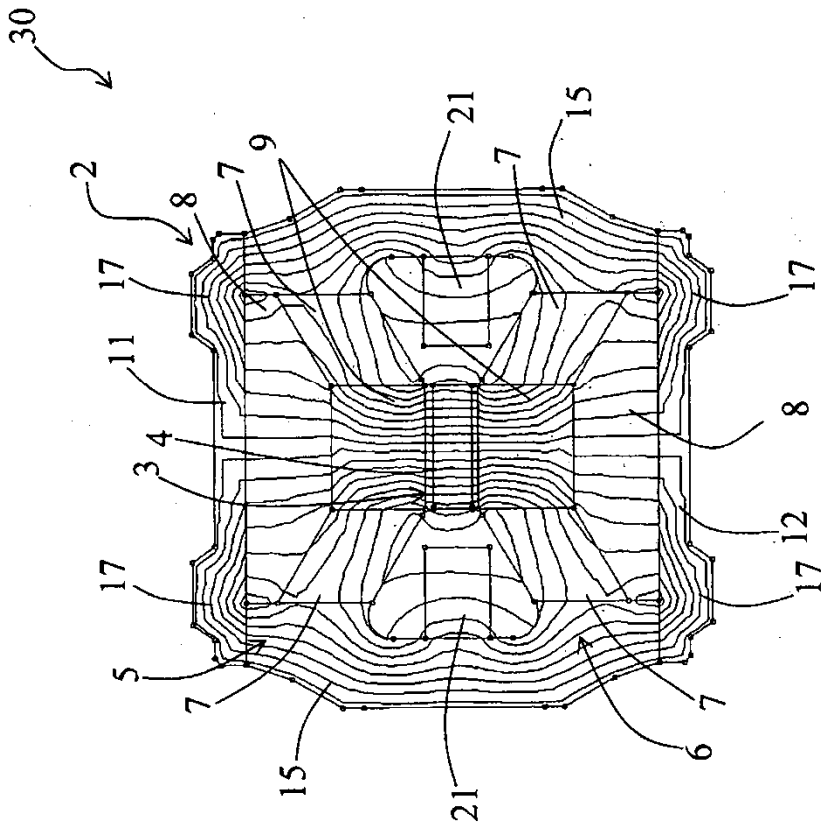


FIG. 6

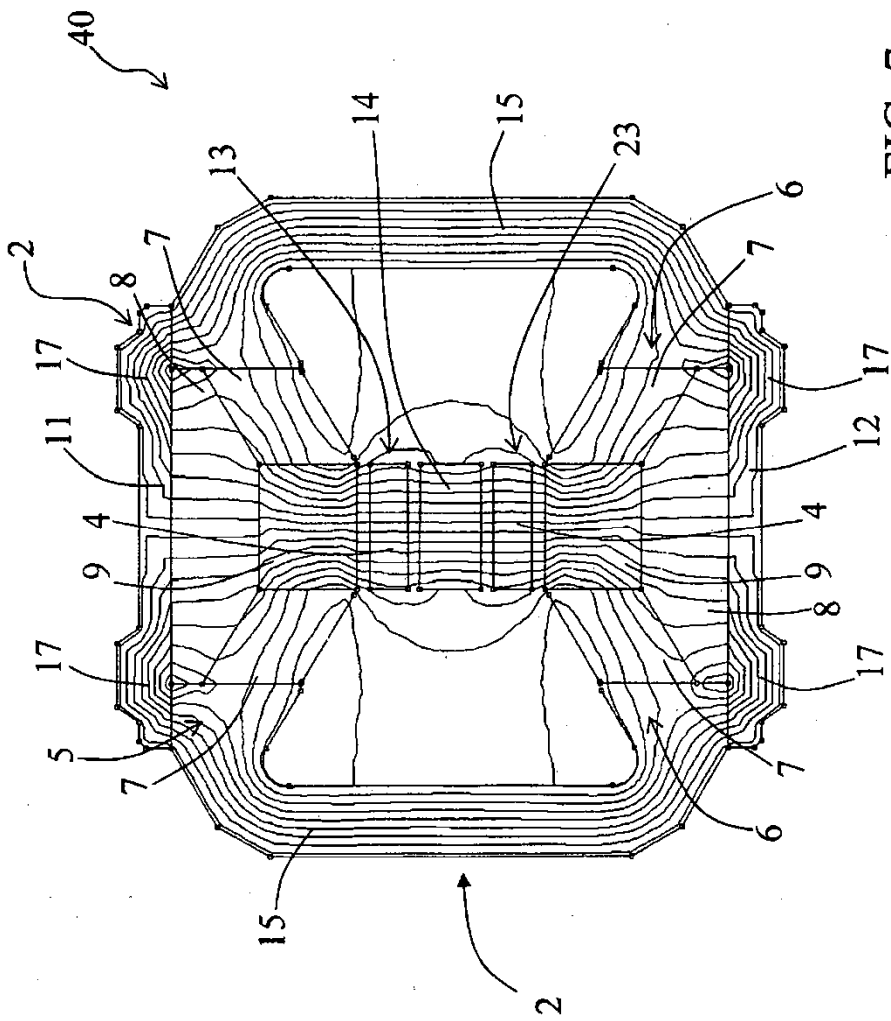


FIG. 7

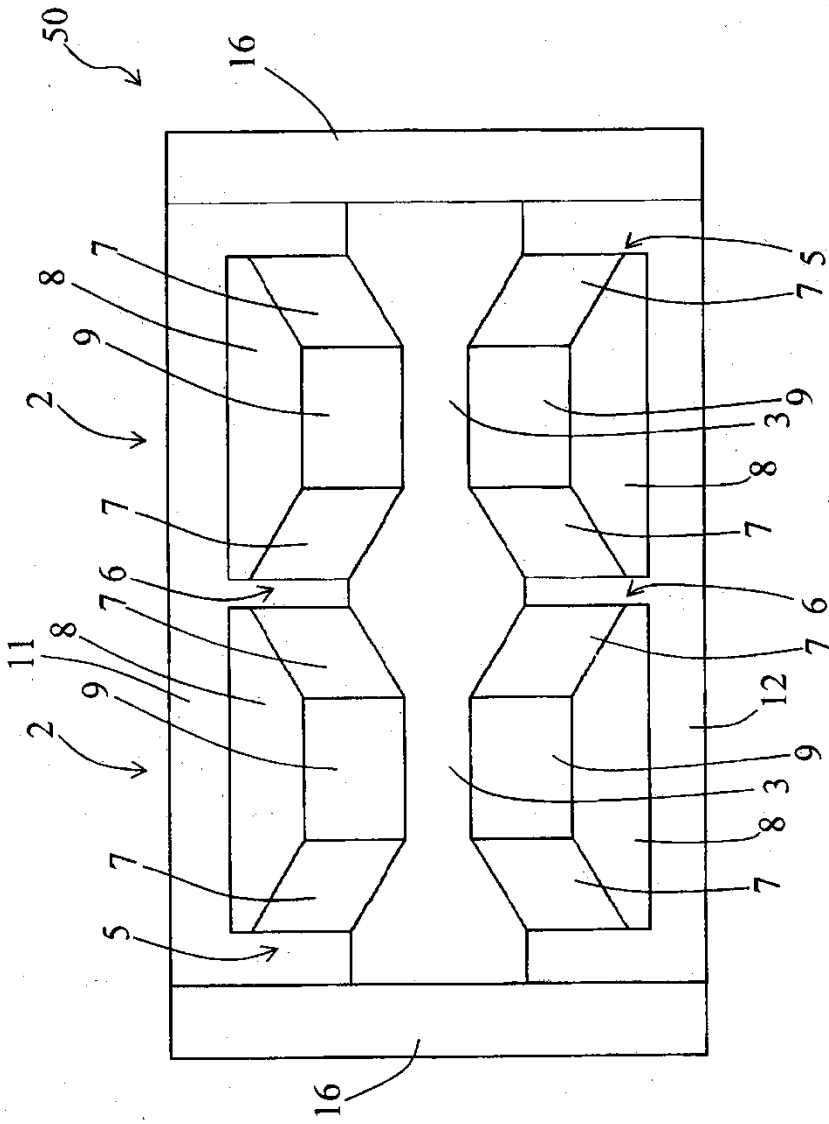


FIG. 8



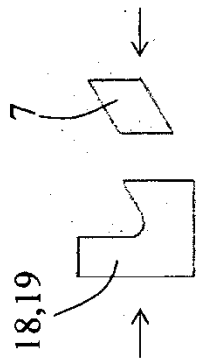


FIG. 9A

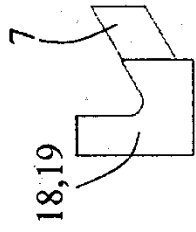


FIG. 9B

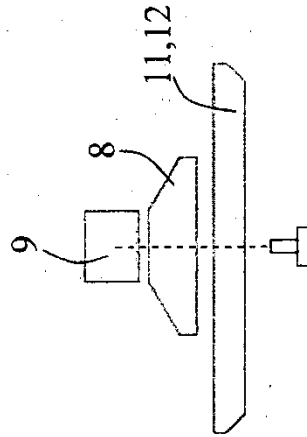


FIG. 10A

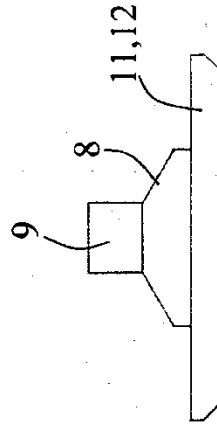


FIG. 10B

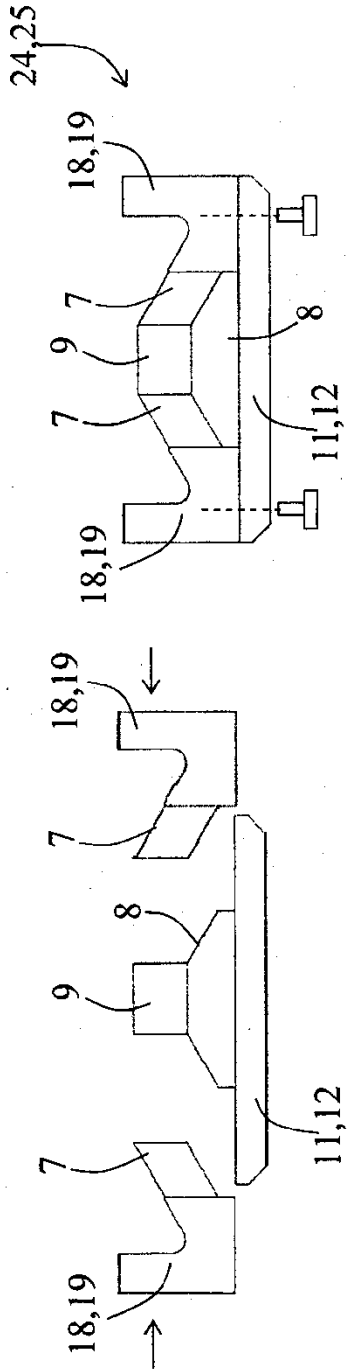


FIG. 11A

FIG. 11B

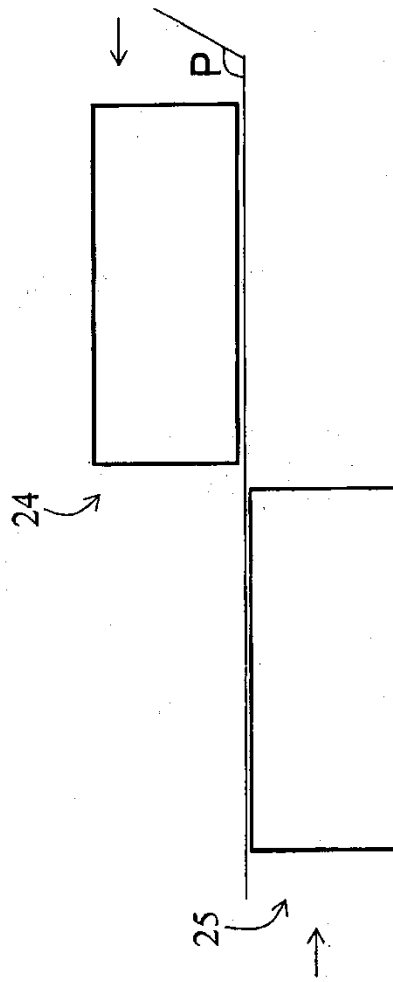


FIG. 12