

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 979**

51 Int. Cl.:

F25B 21/00 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2009 E 09784446 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2318785**

54 Título: **Generador térmico magnetocalórico**

30 Prioridad:

30.06.2008 FR 0803695

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

17.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 545 979 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 al campo de la generación de energía térmica y se refiere más particularmente a un generador térmico destinado a ser conectado a por lo menos una aplicación con vistas a un intercambio de energía térmica con esta última, comprendiendo dicho generador por lo menos un módulo térmico, comprendiendo este módulo térmico esencialmente un elemento magnetocalórico susceptible de ser atravesado por un volumen definido de fluido caloportador arrastrado en el módulo térmico según un desplazamiento alternado entre dos cámaras denominadas cámara caliente y cámara fría dispuestas a uno y otro lado de dicho elemento magnetocalórico, comprendiendo también dicho generador una disposición magnética dispuesta para someter alternativamente cada elemento magnetocalórico a una variación de campo magnético y crear alternativamente en cada elemento magnetocalórico un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, provocando la creación y después el mantenimiento de un gradiente de temperatura entre los dos extremos opuestos de cada elemento magnetocalórico situados a nivel de las cámaras, estando el desplazamiento alternado del fluido caloportador sincronizado con la variación del campo magnético, y comprendiendo dicho generador térmico un medio de transferencia de energía térmica entre el líquido caloportador de por lo menos cada cámara caliente y/o de por lo menos cada cámara fría y cada aplicación o el entorno exterior.

Técnica anterior

La tecnología del frío magnético se conoce desde hace unos veinte años y se conocen las ventajas que aporta en cuanto a la ecología y al desarrollo sostenible. También se conocen sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento. Desde entonces, todas las investigaciones realizadas en este campo tienden a mejorar las prestaciones de un generador de este tipo, actuando sobre los diferentes parámetros tales como la potencia de imantación, las prestaciones del elemento magnetocalórico, la superficie de intercambio entre el fluido caloportador y cada elemento magnetocalórico, las prestaciones de los intercambiadores de calor, etc.

El documento US nº 4.829.770 describe para ello un intercambiador de calor que utiliza materiales magnéticos. Se refiere en particular a la composición de los elementos magnetocalóricos integrados en este generador. Los elementos magnetocalóricos fijos son atravesados por un gas caloportador, en particular nitrógeno, estando el conjunto contenido en un depósito que está animado con un movimiento de traslación alternado, sincronizado a lo largo de la variación del campo magnético. Unos intercambiadores de calor de helio están conectados a los extremos caliente y frío del depósito para transferir las calorías y las frigorías recogidas en unos circuitos exteriores. Para aumentar la transferencia de calor a nivel de los extremos caliente y frío del depósito, estos últimos están provistos de aletas que provocan así un aumento de la cantidad de calorías y frigorías que pueden ser transferidas por medio de estos intercambiadores. Ahora bien, esto puede presentar una influencia negativa sobre el rendimiento del sistema que va a disminuir si se extrae demasiada energía en los depósitos, lo cual va a dar lugar a un gradiente de temperatura bajo y variable entre los dos extremos caliente y frío y que se puede volver incompatible con las necesidades térmicas de la aplicación. Además, teniendo en cuenta las temperaturas de funcionamiento muy bajas, del orden de -200°C, la utilización de un generador térmico de este tipo está limitada a aplicaciones de laboratorio. En conclusión, la capacidad de restitución térmica de un generador térmico de este tipo es demasiado baja, demasiado variable y el comportamiento térmico inestable del aparato depende demasiado de las condiciones de transferencia de la energía térmica como para dar lugar a una aplicación industrial o doméstica que pueda garantizar unas funciones térmicas estables al tiempo que perpetúe un gradiente de temperatura en el elemento magnetocalórico.

Además, en los generadores térmicos conocidos que utilizan elementos magnetocalóricos, el generador está realizado de manera que esté totalmente aislado térmicamente con respecto al entorno exterior y las calorías o frigorías producidas se recuperan o extraen por medio del fluido caloportador del generador puesto en circulación en uno o varios intercambiadores térmicos a los que está conectado este último. Este modo de transferencia de energía no permite garantizar unas funciones térmicas estables y un mantenimiento del gradiente de temperatura en los elementos magnetocalóricos si las condiciones exteriores varían y la cantidad de energía así extraída (de manera intencionada o no) en el fluido caloportador se vuelve demasiado importante.

Para ello, los documentos JP 2005 090921, XP 025094679 y US 2007/125095 describen unos generadores térmicos que comprenden unos elementos magnetocalóricos y unos medios de intercambio térmico con una aplicación exterior. No obstante, estos medios de intercambio térmico son clásicos y no permiten garantizar un funcionamiento eficaz independientemente de las condiciones de utilización.

Descripción de la invención

La presente invención pretende paliar estos inconvenientes proponiendo un procedimiento de diseño de un generador térmico económicamente rentable, fácil de poner en práctica, cuyo rendimiento está garantizado y en el

que se obtiene el gradiente en cada elemento magnetocalórico y se mantiene automáticamente.

Con este objetivo, la invención se refiere a un procedimiento de diseño de un generador térmico según la reivindicación 1, y a un generador térmico diseñado según dicho procedimiento.

5

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se comprenderá mejor gracias a la siguiente descripción que se refiere a unos modos de realización preferidos facilitados a modo de ejemplos no limitativos y explicados haciendo referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

10

- la figura 1A es una vista en alzado frontal y en transparencia de un generador térmico según un primer modo de realización de la invención,

15

- la figura 1B es una vista en sección según el plano C-C de la figura 1A,

- la figura 2A es una vista en alzado frontal y en transparencia de un generador térmico según un segundo modo de realización de la invención,

20

- la figura 2B es una vista en sección según el plano B-B de la figura 2A,

- la figura 3A es una vista en alzado frontal y en transparencia de un generador térmico según un tercer modo de realización de la invención,

25

- la figura 3B es una vista en sección según el plano D-D de la figura 3A,

- la figura 4A es una vista en alzado frontal y en transparencia de un generador térmico según un cuarto modo de realización de la invención,

30

- la figura 4B es una vista en sección según el plano C-C de la figura 4A,

- la figura 4C es una vista en alzado lateral del generador térmico representado en las figuras 4A y 4B, y

35

- la figura 4D es una vista en sección según el plano E-E de la figura 4C.

Ilustraciones de la invención y diferentes maneras de realizarla

Las figuras de los dibujos adjuntos representan un generador térmico 1, 10, 100, 1000 según la invención. Este último está destinado a ser conectado a por lo menos una aplicación con vistas a un intercambio de energía térmica con esta última y comprende por lo menos un módulo térmico 3, comprendiendo este módulo térmico 3 esencialmente un elemento magnetocalórico 4 susceptible de ser atravesado por un volumen definido de fluido caloportador arrastrado en el módulo térmico 3 según un desplazamiento alternado entre dos cámaras 5, 6 denominadas cámara caliente y cámara fría dispuestas a uno y otro lado de dicho elemento magnetocalórico 4, comprendiendo también dicho generador una disposición magnética 7 dispuesta para someter alternativamente cada elemento magnetocalórico 4 a una variación de campo magnético y crear alternativamente en cada elemento magnetocalórico 4 un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, provocando la creación y el mantenimiento de un gradiente de temperatura entre los dos extremos opuestos de cada elemento magnetocalórico situados a nivel de las cámaras 5 (lado más caliente del elemento magnetocalórico) y 6 (lado más frío del elemento magnetocalórico), estando el desplazamiento alternado del fluido caloportador sincronizado con la variación del campo magnético, y comprendiendo dicho generador térmico 1, 10, 100, 1000 un medio de transferencia de energía térmica 8, 9 entre el líquido caloportador de por lo menos cada cámara caliente 5 y/o de por lo menos cada cámara fría 6 y cada aplicación o el entorno exterior. El desplazamiento alternado del fluido caloportador en el interior de cada módulo térmico 3, asociado a un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento termodinámico, también denominado ciclo AMRR ("Active Magnetic Refrigeration Regenerator"), permite aumentar el gradiente de temperatura entre los dos extremos del elemento magnetocalórico 4 y, por tanto, entre las dos cámaras 5 y 6.

40

45

50

55

El generador 1, 10, 100, 1000 según la invención está realizado de tal manera que la transferencia de energía térmica mediante el medio 8, 9 se limita voluntariamente y se estabiliza de manera que se impide una disminución no controlada del gradiente de temperatura presente en cada elemento magnetocalórico 4.

60

Por transferencia de energía se debe entender el intercambio de energía con la aplicación destinada a ser conectada al generador térmico 1, 10, 100, 1000 según la invención o con el entorno exterior, según el caso. Se entiende por tanto que puede tratarse de la toma o de la extracción de las calorías y/o frigorías producidas por el generador y almacenadas en las cámaras calientes 5 y frías 6 o de la absorción de la energía térmica de la aplicación o el entorno.

65

La invención propone hacer que el funcionamiento del generador, y más precisamente su rendimiento, sean independientes de la aplicación conectada en bucle a este último limitando y controlando las transferencias de energía entre el fluido caloportador de las cámaras calientes y frías y la aplicación. Esta limitación y este control se realizan gracias a las diferentes interfaces de intercambio térmico entre el fluido caloportador y la aplicación y en particular por la presencia del medio de transferencia 8, 9 configurado de manera que sólo se permite el paso o la transferencia de una cantidad limitada de energía térmica, garantizando así un valor mínimo del gradiente térmico de cada elemento caloportador, del que depende el rendimiento térmico del generador.

El medio 8, 9 constituye simultáneamente un medio de limitación de la cantidad de energía que puede ser transferida o intercambiada, de manera que no se degrada el sistema y se conserva por lo menos un valor predeterminado del gradiente de temperatura en cada elemento magnetocalórico 4. Este valor depende en particular de los flujos térmicos intercambiados en cada interfaz térmica, por un lado, entre el elemento magnetocalórico y el fluido caloportador, por otro lado, entre el fluido caloportador y cada cárter o medio de transferencia térmicamente conductor y por último entre cada cárter o medio de transferencia térmicamente conductor y el fluido caloportador (por ejemplo: el aire ambiental) garantizando la transferencia de energía entre el generador térmico y la aplicación. Este valor depende además de los materiales utilizados para la realización de cada elemento magnetocalórico 4, de las propiedades térmicas del material utilizado para construir cada medio de transferencia o cárter 2, 2' eventual, del volumen y de las propiedades físicas y térmicas del fluido caloportador elegido.

El objetivo de la invención se obtiene por la presencia del medio de transferencia 8, 9. El principio consiste en controlar mediante la construcción las propiedades de los intercambios térmicos, por un lado, entre el elemento magnetocalórico y el fluido caloportador, y, por otro lado, entre el fluido caloportador del generador y el fluido caloportador garantizando la transferencia de energía entre el generador térmico y la aplicación (que puede ser por ejemplo el aire ambiental), teniendo también en cuenta los intercambios con un eventual cárter térmicamente conductor dispuesto entre las cámaras y el medio de transferencia de energía. El medio de transferencia de energía funciona de manera que se limitan las transferencias de energía independientemente de las condiciones extremas a las que se someten los elementos en contacto con el fluido caloportador de la aplicación.

El medio de transferencia de energía térmica 8, 9 funciona por tanto a modo de cuello de botella que regula y limita la cantidad de energía que puede ser transferida. En otras palabras, esta cantidad de energía que puede ser transferida es equivalente a una fuga térmica que corresponde exactamente a la potencia útil esperada del generador térmico 1, 10, 100, 1000 según la invención.

Gracias a la invención, es posible limitar y controlar la cantidad de energía térmica, y por tanto las calorías o frigorías que pueden ser transferidas a nivel del generador térmico 1, 10, 100, 1000. De esta manera, se garantiza un valor mínimo del gradiente de temperatura y se mantiene en el interior de cada módulo térmico 3. Teniendo en cuenta que el rendimiento de un generador térmico 1, 10, 100, 1000 de este tipo depende principalmente de este gradiente de temperatura, la invención permite optimizar este rendimiento. En otras palabras, el medio de transferencia de energía térmica 8, 9, limitado y estabilizado a nivel de las interfaces térmicas, permite reducir en gran medida la influencia exterior debida a la extracción o transferencia de energía térmica a nivel del generador térmico 1, 10, 100, 1000.

El elemento magnetocalórico 2 puede comprender un material realizado en parte o en su totalidad en un material magnetocalórico tal como, por ejemplo, gadolinio (Gd), una aleación de gadolinio que comprende silicio, germanio (Ge), hierro (Fe), magnesio (Mg), fósforo (P), arsénico (As), o cualquier otro material equivalente. Este material puede estar en forma de un bloque sólido, sinterizado o poroso, de pastillas, de polvo, de aglomerado, de trozos o en forma de tramos parcialmente cilíndricos cortados, mecanizados y/o moldeados de un material magnetocalórico. La elección del material y de su forma se realiza en función de las potencias térmicas (calóricas y frigoríficas) buscadas y del gradiente de temperatura requerido para garantizar los intercambios térmicos con la aplicación. Cada elemento magnetocalórico 2 es permeable al fluido caloportador y comprende para ello unos conductos de fluido abiertos que pueden estar constituidos por los poros de un material poroso, unos mini o microcanales mecanizados en un bloque sólido o ser obtenidos por un ensamblaje de placas ranuradas superpuestas, por ejemplo.

El medio de transferencia de energía térmica puede estar constituido por lo menos por un elemento estructural 8, 9 dispuesto a nivel de cada cámara caliente 5 o fría 6 de manera que presenten una superficie de contacto con la pared de cada cámara caliente 5 o fría 6 para transferir por conducción y convección térmicas una cantidad limitada de calorías o de frigorías, y el coeficiente global de transmisión térmica de cada elemento estructural 8, 9 puede estar determinado en función del coeficiente de transmisión térmica a nivel de cada interfaz de transferencia térmica situada entre cada elemento magnetocalórico 4 y cada elemento estructural 8, 9.

Estas interfaces de transferencia térmica son las siguientes: las superficies de intercambio entre cada elemento magnetocalórico 4 y el fluido caloportador que lo o los atraviesa, entre el fluido caloportador y la pared de las cámaras calientes 5 y frías 6, entre la pared de dichas cámaras y el medio de transferencia 8, 9 y entre el medio de transferencia 8, 9 y el fluido caloportador de la aplicación (por ejemplo el aire ambiental). Participan en la limitación de la energía térmica del generador susceptible de ser intercambiada con una aplicación.

El generador térmico está conectado a por lo menos una aplicación con la que está destinado a intercambiar energía térmica, y ello mediante el medio de transferencia 8, 9 y el coeficiente global de transmisión térmica del generador térmico 1, 10, 100, 1000 puede ser determinado en función del coeficiente de transmisión térmica a nivel de la interfaz térmica entre cada elemento magnetocalórico 4 y el fluido caloportador que lo atraviesa, entre dicho fluido caloportador y la pared de la cámara 5, 6 asociada, entre la pared de cada cámara 5, 6 y el medio de transferencia 8, 9 correspondiente y entre el medio de transferencia 8, 9 y cada aplicación afectada.

Tal como se representa en el conjunto de las figuras, el medio de transferencia de energía térmica está destinado a transferir energía térmica a nivel de cada cámara caliente 5 y de cada cámara fría 6 y estar constituido por dos elementos estructurales 8 y 9 dispuestos respectivamente a nivel de cada cámara caliente 5 y a nivel de cada cámara fría 6. Estos elementos estructurales 8 y 9 están dispuestos entonces a nivel de las cámaras calientes 5, respectivamente frías 6, de manera que presentan una superficie de contacto con la pared de cada cámara caliente 5, respectivamente fría 6, para transferir por conducción y convección térmicas, desde cada cámara 5, 6 afectada, una cantidad limitada y controlada de energía térmica. Estos elementos estructurales 8 y 9 permiten por tanto transferir una cantidad limitada de calorías y frigorías procedentes de las cámaras 5 y 6. El o los materiales constituyentes de estos elementos estructurales 8, 9 así como su forma o configuración, se elegirán, evidentemente, en función de las prestaciones del generador térmico 1, 10, 100, 1000 y del valor del gradiente de temperatura que se debe conservar.

En la invención, el medio de transferencia 8, 9 garantiza el rendimiento del generador térmico 1, 10, 100, 1000 según la invención. Independientemente de la demanda de transferencia o de intercambio térmico requerida por la aplicación exterior asociada a dicho generador térmico 1, 10, 100, 1000, esta demanda sólo se satisfará en la medida en que no influya sobre, ni degrade, el gradiente de temperatura presente en cada módulo térmico 3.

En efecto, si el gradiente térmico en el interior de los módulos térmicos 3 se degrada, incluso se anula, el rendimiento térmico del generador térmico es nulo. Es necesario volver a establecer este gradiente térmico para poder producir de nuevo energía térmica y proporcionarla al exterior del generador térmico 1, 10, 100, 1000. En cualquier caso, el medio de transferencia de energía está diseñado de manera que se controla intrínsecamente y se enmarca automáticamente, mediante unos valores límite que dependen de los diferentes coeficientes de intercambio entre las diferentes interfaces dispuestas en serie entre el material magnetocalórico y la aplicación exterior, la cantidad de energía térmica susceptible de ser intercambiada. Evidentemente, esta cantidad de energía disponible (interna) se determina según la invención en el diseño del generador 1, 10, 100, 1000, en función de sus características, a saber en particular de la naturaleza y de la cantidad del elemento magnetocalórico 2, del fluido caloportador y del tipo de campo magnético generado por la disposición magnética 7.

En otras palabras, se controla la cadena (en serie) de intercambios térmicos (y de coeficientes de intercambio) en las diferentes interfaces de intercambio térmico (elemento magnetocalórico 4/fluido caloportador, fluido caloportador/pared de la cámara 5, 6 afectada, pared de dicha cámara 5, 6/elemento estructural 8, 9 y elemento estructural 8, 9/medio de intercambio térmico de la aplicación exterior) con el fin de controlar el flujo térmico a través del generador térmico 1, 10, 100, 1000. Para ello, estos diferentes coeficientes de intercambio "h" se ajustan entre sí por pares asociados en serie, es decir que se eligen de tal manera que la cantidad de energía térmica susceptible de ser intercambiada con la aplicación exterior está limitada, a saber está comprendida en un intervalo de valores predefinidos.

Esta configuración conserva el gradiente térmico del aparato, aunque las condiciones externas varíen muy fuertemente. Se creará un equilibrio térmico para dar lugar, en un lado de la cadena de intercambios térmicos, a la temperatura externa del elemento estructural 8, 9 (superficie externa de dicho elemento estructural) y, en el otro lado de la cadena, a la temperatura del extremo del elemento magnetocalórico 4 que consiste en el valor de temperatura extrema (lado caliente o frío) del gradiente térmico.

Según la invención, por lo menos un elemento estructural 8, 9 puede estar en forma de anillo macizo del que por lo menos una parte de la superficie está en contacto con la pared de la cámara 5, 6 afectada. Un anillo de este tipo se representa en particular en las figuras 1A y 1B. Unos materiales susceptibles de ser convenientes para la realización de un anillo macizo o sólido de este tipo son unos materiales elegidos en particular en función de su conductividad térmica. Se pueden mencionar en este sentido los aceros y aceros inoxidable, los polímeros o polímeros cargados, el aluminio, el latón, el cobre, etc. Con el fin de evitar una interacción con el campo magnético en el generador 1, 10, 100, 1000, los materiales elegidos son, preferentemente, amagnéticos.

Como variante o de manera adicional, también se puede prever que por lo menos un elemento estructural 8, 9 se pueda realizar en forma de un anillo provisto de aletas.

Tal como se desprende de las figuras adjuntas, el elemento estructural 8, 9 y el extremo afectado del elemento magnetocalórico 4 están dispuestos en una proximidad restringida. Esta proximidad permite aumentar la eficacia del generador térmico y evita recurrir a la instalación de grandes longitudes de canalizaciones que penalizan el intercambio térmico y la eficacia del sistema. Esta configuración permite así el funcionamiento del generador térmico a frecuencias alternadas elevadas y obtener un control de la potencia térmica. En otras palabras, esto consiste en

limitar la demanda térmica procedente de la aplicación exterior que podría degradar (si no hubiera ningún control de los diferentes intercambios térmicos) el gradiente térmico del generador térmico magnetocalórico. La invención permite obtener rápidamente a la vez un gradiente térmico ("span" en inglés) estable y elevado y un intercambio térmico con la aplicación que se comporta como un diodo de regulación electrónico (diodo Zener) y que estabiliza la diferencia de temperatura entre los dos extremos de la cadena de intercambios térmicos.

Las figuras 1A y 1B representan así un primer modo de realización de la invención en el que el generador térmico 1 comprende un elemento estructural 8 en forma de un anillo macizo (representado a la izquierda en la figura 1B) y un elemento estructural 9 en forma de un anillo provisto de aletas (representado a la derecha en la figura 1B).

Las figuras 2A y 2B representan por su parte un modo de realización del generador térmico 10 en el que los dos elementos estructurales 8 y 9 que forman el medio de transferencia de energía térmica a nivel de las cámaras caliente 5 y fría 6 comprenden unos anillos. En esta configuración circular del generador térmico 10, estos anillos se extienden radialmente.

Las figuras 3A y 3B representan un elemento estructural 8 (a la izquierda en la figura 3B) que comprende unas aletas circulares, en forma de anillos concéntricos alrededor del eje A del generador térmico 100 y un elemento estructural 9 (representado a la derecha en la figura 3B) que comprende unas aletas que se extienden radialmente.

La invención también prevé que por lo menos un elemento estructural 8, 9 puede comprender un camino de circulación 11 de un fluido caloportador. En las figuras 4A a 4C se representa un generador 1000 que comprende un elemento estructural 8 de este tipo. Está asociado a un segundo elemento estructural 9 que comprende unas aletas radiales.

Evidentemente, en función de la aplicación y de la potencia térmica que debe ser proporcionada, el generador térmico 1, 10, 100, 1000 puede comprender uno o varios módulos térmicos 3. Estos últimos están entonces dispuestos de manera adyacente unos a otros. La ventaja inherente a la implantación de varios módulos térmicos es la obtención de una potencia más importante, proporcional al número de módulos térmicos, teniendo en cuenta que el medio 8, 9 transfiere energía a nivel de varias cámaras 5, 6.

Según una primera variante de realización del generador térmico 1, 10, 100, 1000, este último puede comprender varios módulos térmicos 3 dispuestos de manera adyacente en círculo alrededor de un eje central A y la disposición magnética 7 puede ser concéntrica a este eje central y ser arrastrada en rotación alrededor de este último. El conjunto de las figuras de los dibujos adjuntos representan esta variante de realización. El número de módulos térmicos 3 no es limitativo y se determina en función de la aplicación dada.

En el modo de realización del medio 8, 9 en el que por lo menos uno de los elementos estructurales que lo componen comprende unas aletas, estas últimas pueden extenderse radialmente alrededor de las cámaras 5, 6, o incluso circularmente alrededor de estas últimas. El elemento estructural 9 representado a la derecha en las figuras 1B, 3B y 4B y los dos elementos estructurales 8 y 9 del generador térmico de la figura 2B comprenden unas aletas que se extienden radialmente, mientras que el elemento estructural representado a la izquierda en la figura 3B comprende unas aletas circulares, en forma de anillos concéntricos alrededor del eje A del generador térmico 100. Evidentemente, el generador térmico según la invención puede comprender dos elementos estructurales 8 y 9 idénticos o no, y realizados según cualquiera de los modos de realización descritos. La elección de la estructura de los elementos estructurales estará dictada por las limitaciones de tipo volumen ocupado, implantación en la aplicación final, coste de producción, conductividad y difusión térmicas intrínsecas de dichos elementos estructurales.

Según una segunda variante no representada del generador térmico 1, 10, 100, 1000, este último puede comprender varios módulos térmicos 3 alineados y dispuestos de manera adyacente y la disposición magnética 7 puede ser arrastrada en traslación alterna a lo largo de dichos módulos térmicos 3.

En lo que se refiere al modo de montaje o de fijación del medio de transferencia de energía térmica 8, 9, según una primera variante, el generador térmico puede comprender dos cárteres térmicamente conductores 2, 2' que integran, cada uno, cada cámara caliente 5, respectivamente cada cámara fría 6, y dispuestos a uno y otro lado de cada elemento magnetocalórico 4 y por lo menos un elemento estructural 8, 9 puede estar fijado sobre un cárter 2, 2' del generador térmico 1, 10, 100, 1000.

Según una segunda variante, el generador térmico puede comprender dos cárteres térmicamente conductores 2, 2' que integran, cada uno, cada cámara caliente 5, respectivamente cada cámara fría 6, y dispuestos a uno y otro lado de cada elemento magnetocalórico 4 y por lo menos un elemento estructural 8, 9 puede formar una sola pieza con un cárter 2, 2' del generador térmico 1, 10, 100, 1000. Cuando se fija un elemento estructural 8, 9 sobre el cárter 2, 2' del generador térmico 1, 10, 100, 1000, esta fijación se puede realizar mediante adhesión, soldadura, soldadura fuerte o cualquier otro medio similar.

Para permitir que el fluido caloportador circule en cada módulo térmico 3 según un movimiento de vaivén de una

cámara 5, 6 a la otra 6, 5 atravesando cada vez el elemento magnetocalórico 4 situado entre las dos cámaras 5, 6, cada módulo térmico 3 puede integrar unos medios de circulación 12 que provocan el desplazamiento alternado del fluido caloportador, de una cámara a otra a través del elemento magnetocalórico 4.

5 De manera ventajosa, y tal como se desprende más particularmente de las figuras 1B, 2B, 3B y 4B, estos medios de circulación 12 pueden estar en forma de un par de pistones situados a uno y otro lado del elemento magnetocalórico 4 y animados con un movimiento sincronizado de traslación alternada por un mecanismo de arrastre 13. El mecanismo de arrastre 13 puede comprender, por su parte, por lo menos una leva de mando 14 arrastrada por un accionador y que comprende un perfil de leva 15 de forma sustancialmente sinusoidal, cuya amplitud determina la
10 carrera de los pistones 12 y cuya fase sinusoidal corresponde globalmente a un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento de cada elemento magnetocalórico 4. Así, cada pistón 12 empuja un volumen calibrado del fluido caloportador contenido en el módulo térmico 3 afectado a través del elemento magnetocalórico 4 en un sentido de circulación según si dicho elemento magnetocalórico 4 experimenta un ciclo de calentamiento o en el sentido
15 opuesto durante un ciclo de enfriamiento. Estos pistones 12 están preferentemente alineados y situados en el eje del elemento magnetocalórico 4 y se desplazan según un sentido idéntico, y sus alojamientos forman una cámara 5, 6. El perfil de leva 15 forma una nervadura sobresaliente alojada en una garganta 16 correspondiente de cada pistón 12.

20 En el caso de un generador térmico 1, 10, 100, 1000 de forma circular, tal como el representado en el conjunto de las figuras adjuntas, que comprende dos levas de mando 14, estas últimas pueden presentar una forma anular y ser arrastradas en rotación continua o no alrededor del eje central A por un motor eléctrico o cualquier accionador equivalente.

25 En el caso de un generador térmico de forma lineal (no representado), las levas son rectilíneas y están animadas con un movimiento de traslación alternativa.

30 Todavía en el caso de un generador térmico circular 1, 10, 100, 1000, en el que los módulos térmicos 3 están colocados circularmente alrededor de un eje central A, se puede prever que la disposición magnética 7 esté formada por unas zonas imantadas ZA y por unas zonas no imantadas NZ alternadas y esté acoplada a un accionador para ser móvil con respecto a los elementos magnetocalóricos 4 y cada par formado por una zona imantada ZA y una zona no imantada NZ se puede extender a lo largo de una distancia correspondiente globalmente a una senoide del perfil de leva 15. La zona imantada ZA genera así un ciclo de calentamiento de cada elemento magnetocalórico 4 y la zona no imantada NZ un ciclo de enfriamiento. El accionador puede ser un motor eléctrico o cualquier otro accionador equivalente susceptible de arrastrar la disposición magnética 7 en rotación alrededor del eje central A.
35 En los ejemplos ilustrados, la disposición magnética 7 comprende cuatro pares formados cada uno por una zona imantada ZA y una zona no imantada NZ, y que se extienden a lo largo de un sector angular de 90° y el perfil de leva 15 también comprende de manera correspondiente cuatro senooides que se extienden cada una a lo largo del mismo sector angular.

40 El fluido caloportador utilizado es preferentemente líquido. Se elegirá una composición química del fluido caloportador adaptada al intervalo de temperatura deseado con el fin de obtener un intercambio térmico máximo. Por tanto, este fluido puede ser líquido, gaseoso o difásico. Si es líquido, se utilizará por ejemplo agua pura para temperaturas positivas y agua con adición de anticongelante, por ejemplo un producto glicolado o una salmuera para temperaturas negativas.
45

50 Por tanto, gracias al procedimiento según la invención, es posible realizar un generador térmico 1, 10, 100, 1000 cuyo rendimiento está garantizado y no se ve influido por el circuito exterior de utilización. Un generador térmico 1, 10, 100, 1000 de este tipo puede encontrar una aplicación tanto industrial como doméstica en el campo del calentamiento, la climatización, el templado, el enfriamiento u otros, a costes competitivos y con un pequeño volumen ocupado.

Aplicabilidad industrial

55 Además, todos los elementos que componen este generador térmico 1, 10, 100, 1000 pueden estar realizados según unos procedimientos industriales reproducibles.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de diseño de un generador térmico (1, 10, 100, 1000) destinado a ser conectado a por lo menos una aplicación exterior con vistas a un intercambio de energía térmica con esta última, comprendiendo dicho generador por lo menos un módulo térmico (3), comprendiendo este módulo térmico (3) esencialmente un elemento magnetocalórico (4) susceptible de ser atravesado por un volumen definido de fluido caloportador arrastrado en el módulo térmico (3) según un desplazamiento alternado entre dos cámaras (5, 6) denominadas cámara caliente y cámara fría dispuestas a uno y otro lado de dicho elemento magnetocalórico (4), comprendiendo asimismo dicho generador una disposición magnética (7) dispuesta para someter alternativamente cada elemento magnetocalórico (4) a una variación de campo magnético y crear alternativamente en cada elemento magnetocalórico (4) un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento, provocando la creación y el mantenimiento de un gradiente de temperatura entre los dos extremos opuestos de cada elemento magnetocalórico (4) situados a nivel de las cámaras (5, 6), estando el desplazamiento alternado del fluido caloportador sincronizado con la variación del campo magnético, y comprendiendo dicho generador térmico (1, 10, 100, 1000) un medio (8, 9) de transferencia de energía térmica entre el fluido caloportador de por lo menos cada cámara caliente (5) y/o de por lo menos cada cámara fría (6) y cada aplicación o el entorno exterior, procedimiento caracterizado por que los coeficientes de intercambio térmico entre las diferentes interfaces de intercambio térmico (elemento magnetocalórico 4/fluido caloportador - fluido caloportador/pared de la cámara 5, 6 - pared de dicha cámara 5, 6/medio de transferencia 8, 9 y medio de transferencia 8, 9/medio de intercambio térmico de la aplicación o el entorno exterior) se ajustan entre sí por pares asociados en serie de tal manera que la cantidad de energía térmica susceptible de ser intercambiada con la aplicación o el entorno exterior esté limitada de manera que se conserva el gradiente térmico en cada módulo térmico (3), y por que la demanda de intercambio térmico requerida por la aplicación o el entorno exterior sólo se satisface en la medida en que no influya sobre, ni degrade, el gradiente de temperatura presente en cada módulo térmico (3).
2. Generador térmico diseñado según el procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por que el medio de transferencia de energía térmica comprende por lo menos un elemento estructural (8, 9) que presenta una superficie de contacto con la pared de cada cámara caliente (5) o fría (6).
3. Generador térmico según la reivindicación 2, caracterizado por que el medio (8, 9) de transferencia está destinado a transferir energía térmica a nivel de cada cámara caliente (5) y de cada cámara fría (6) y está constituido por dos elementos estructurales (8 y 9) dispuestos respectivamente a nivel de cada cámara caliente (5) y a nivel de cada cámara fría (6).
4. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado por que por lo menos un elemento estructural (8, 9) que forma el medio de transferencia está en forma de un anillo macizo del que por lo menos una parte de la superficie está en contacto con la pared de la cámara afectada (5, 6).
5. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que por lo menos un elemento estructural (8, 9) que forma el medio de transferencia está realizado en forma de un anillo provisto de aletas.
6. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado por que por lo menos un elemento estructural (8, 9) que forma el medio de transferencia comprende un camino de circulación (11) de un fluido caloportador.
7. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado por que comprende varios módulos térmicos (3) dispuestos de manera adyacente en círculo alrededor de un eje central (A), y por que la disposición magnética (7) es concéntrica a este eje central y arrastrada en rotación alrededor de este último.
8. Generador térmico según las reivindicaciones 5 y 7, caracterizado por que las aletas se extienden radialmente alrededor de las cámaras (5, 6).
9. Generador térmico según las reivindicaciones 5 y 7, caracterizado por que las aletas se extienden circularmente alrededor de las cámaras (5, 6).
10. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado por que comprende varios módulos térmicos (3) alineados y dispuestos de manera adyacente, y por que la disposición magnética (7) es arrastrada en traslación alternativa a lo largo de dichos módulos térmicos (3).
11. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, caracterizado por que cada módulo térmico (3) integra unos medios de circulación (12) que provocan el desplazamiento alternado del fluido caloportador, de una cámara a otra a través del elemento magnetocalórico (4).
12. Generador térmico según la reivindicación 11, caracterizado por que los medios de circulación (12) están en forma de un par de pistones situados a uno y otro lado del elemento magnetocalórico (4) y animados con un

movimiento de traslación alternado por un mecanismo de arrastre (13).

- 5 13. Generador térmico según la reivindicación 12, caracterizado por que el mecanismo de arrastre (13) comprende por lo menos una leva de mando (14) arrastrada por un accionador, y que comprende un perfil de leva (15) de forma sustancialmente sinusoidal, cuya amplitud determina la carrera de los pistones (12) y cuya fase sinusoidal corresponde globalmente a un ciclo de calentamiento y a un ciclo de enfriamiento de cada elemento magnetocalórico (4).

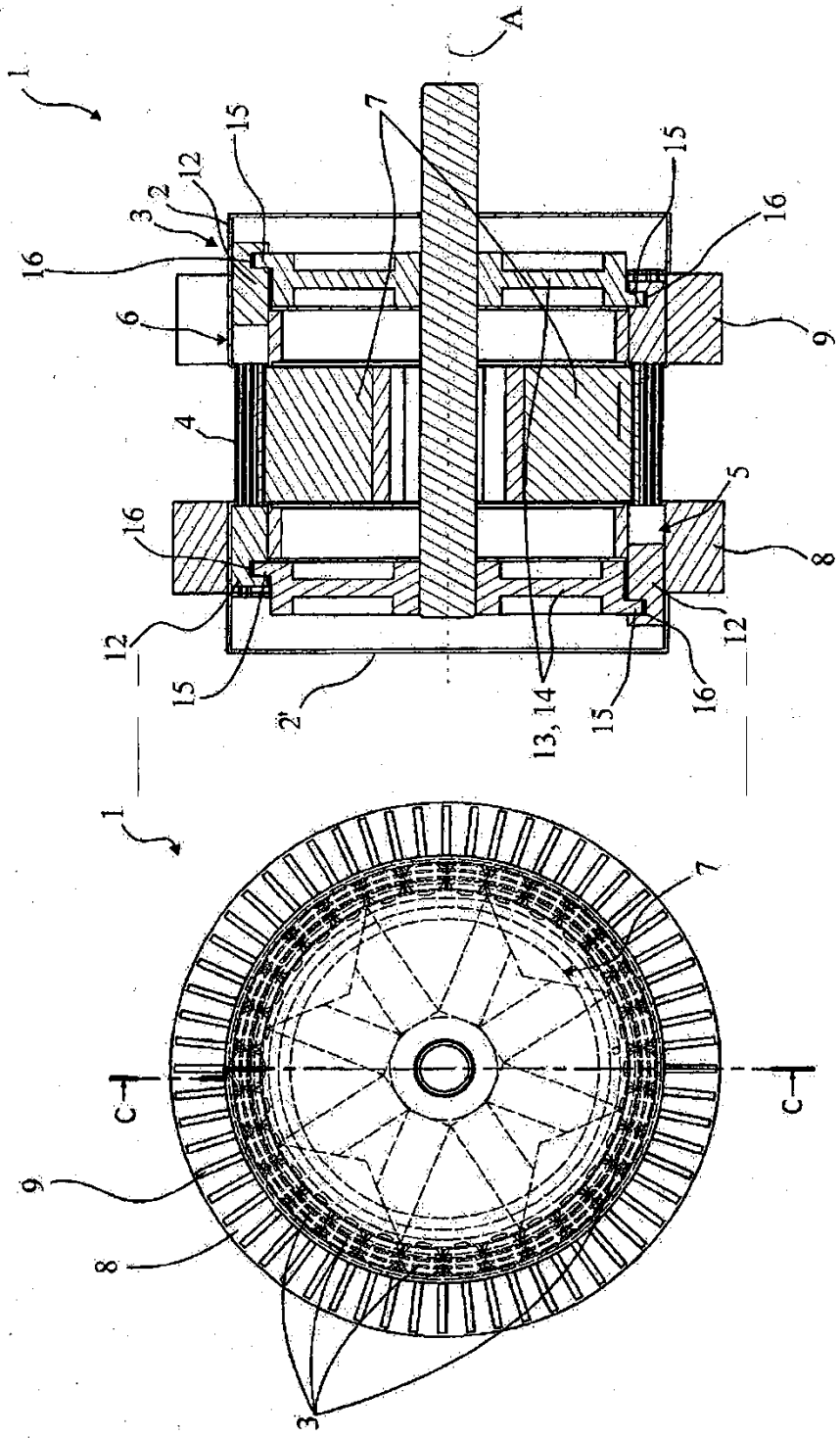


FIG. 1B

FIG. 1A

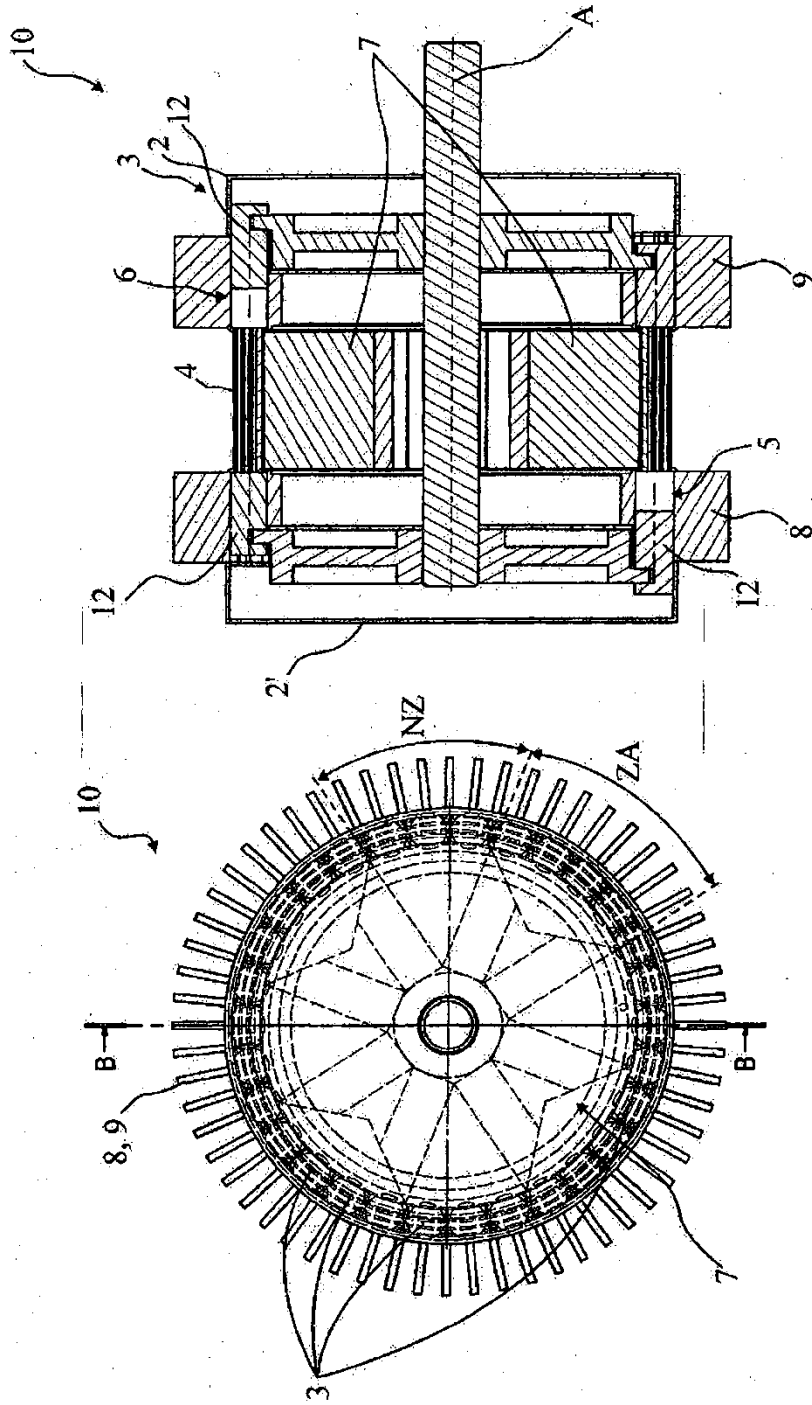


FIG. 2A

FIG. 2B

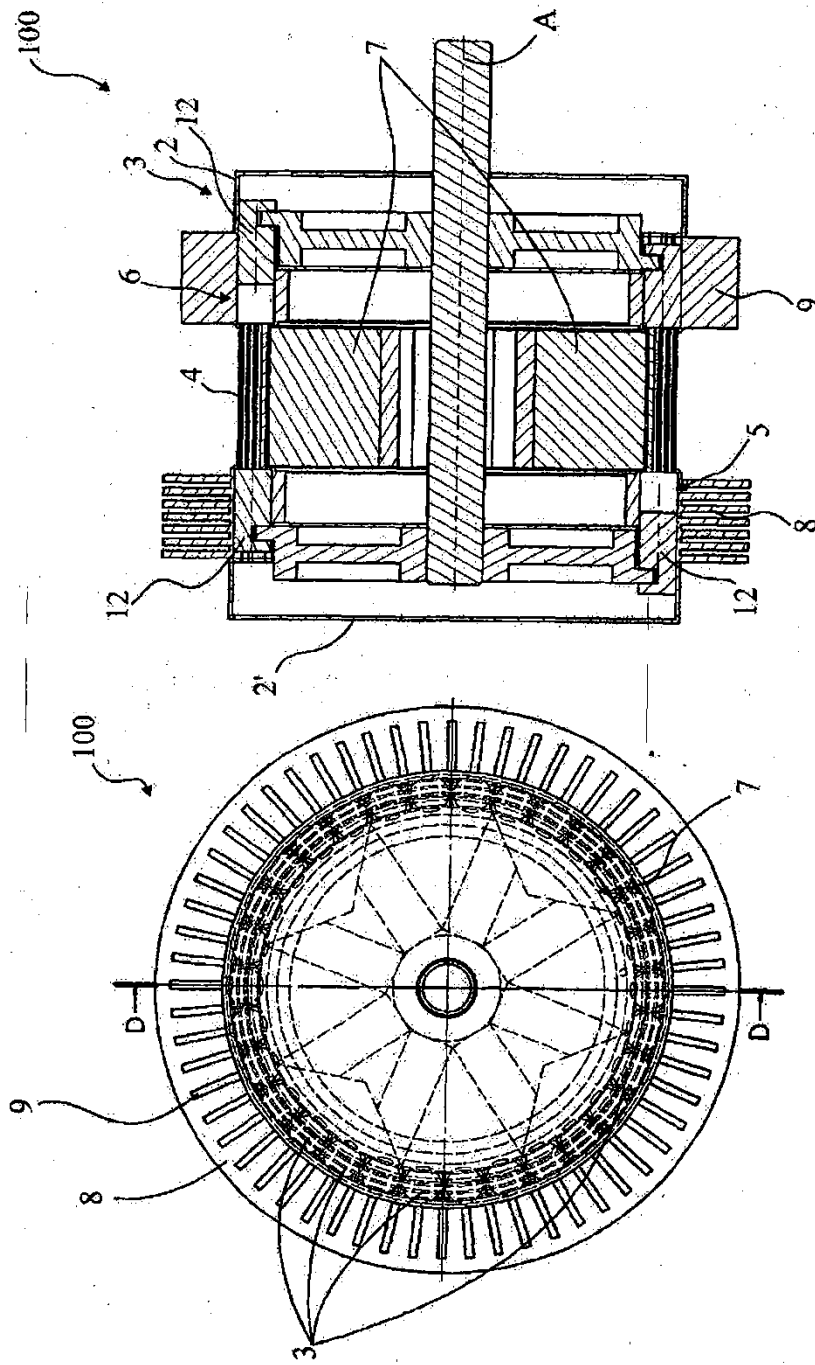


FIG. 3B

FIG. 3A

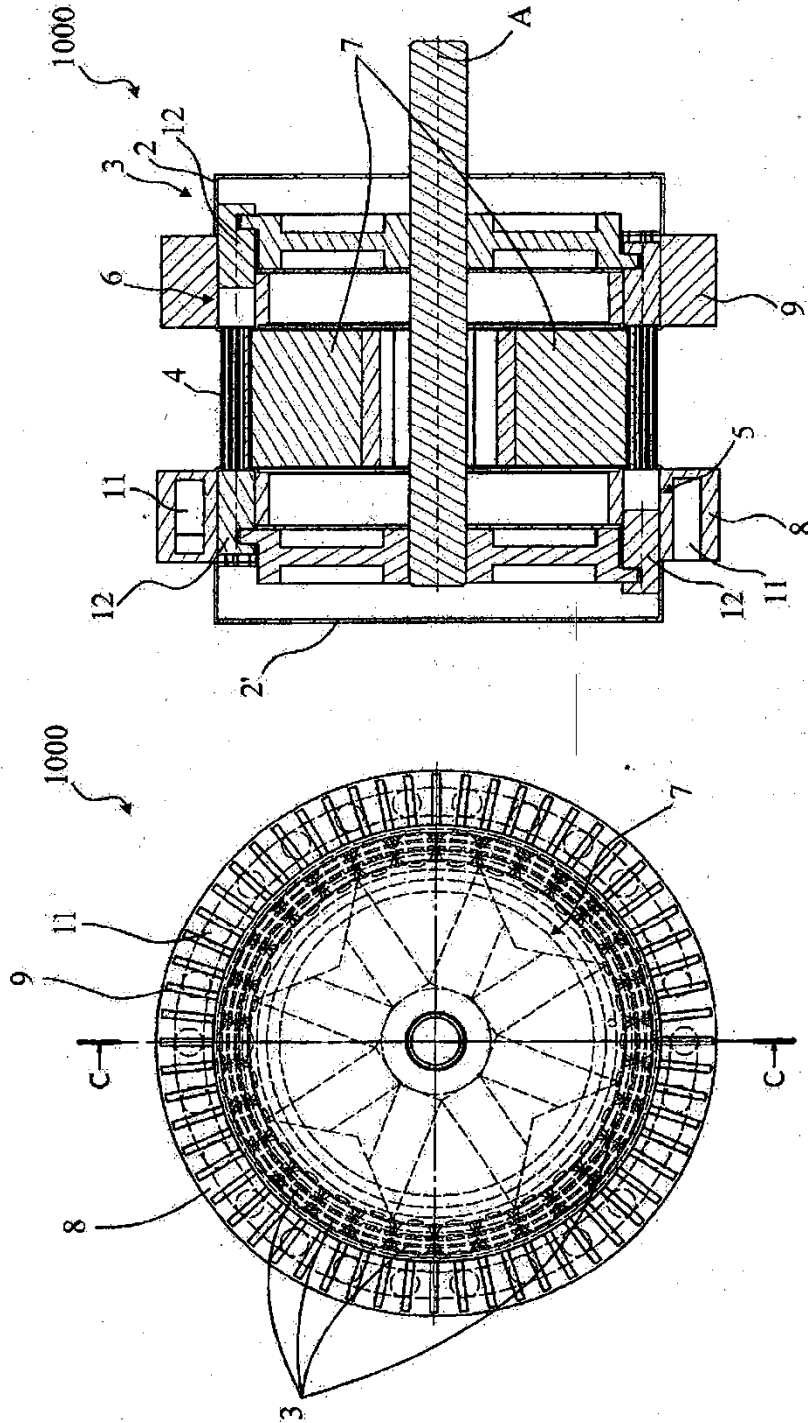


FIG. 4B

FIG. 4A

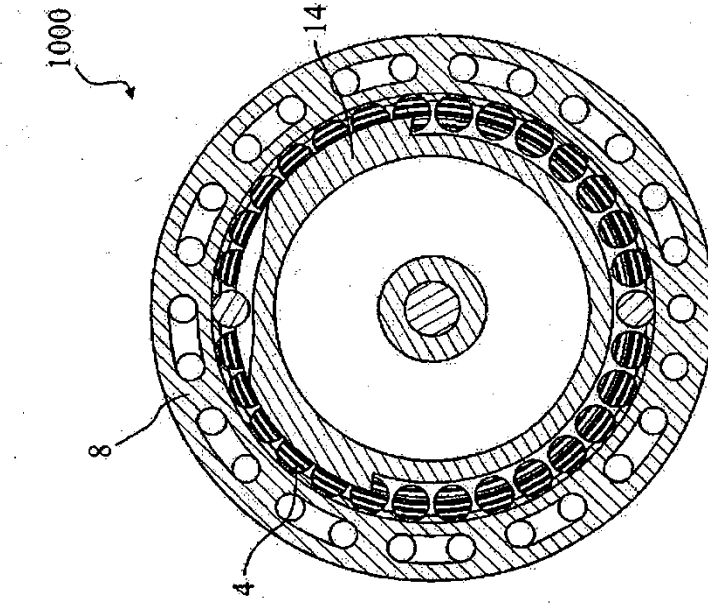


FIG. 4D

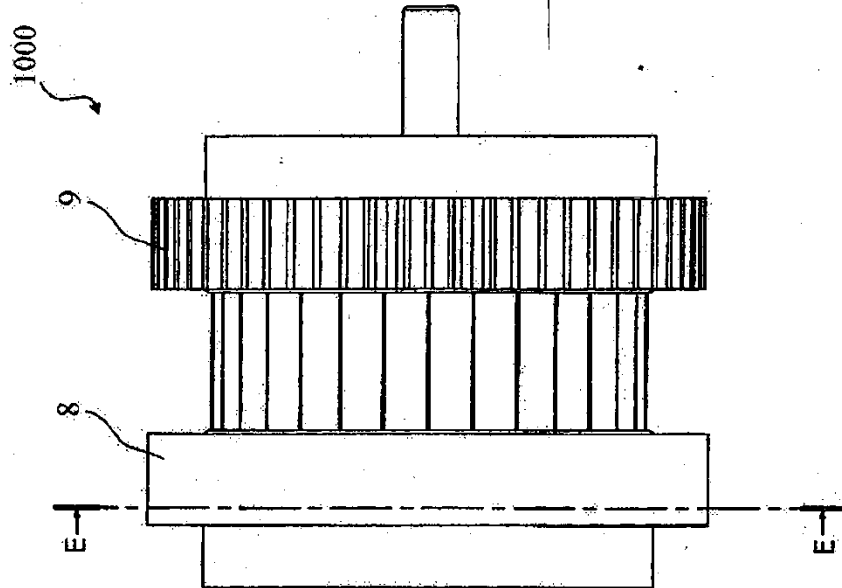


FIG. 4C