(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 639 624**

(21) Número de solicitud: 201630533

(51) Int. CI.:

F03G 7/04 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

27.04.2016

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

27.10.2017

(88) Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:
19.02.2018

Fecha de concesión:

18.02.2019

(45) Fecha de publicación de la concesión:

25.02.2019

(73) Titular/es:

JEREZ FERNANDEZ, Javier (100.0%)
Gran Vía de les Corts Catalanes, 1172 bajos 2ª
08020 Barcelona (Barcelona) ES

(72) Inventor/es:

JEREZ FERNANDEZ, Javier

(74) Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

(54) Título: **MOTOR TERMOMAGNÉTICO**

(57) Resumen:
El motor termomagnético comprende unos primer y segundo pistones (6a, 6b) vinculados mecánicamente entre sí insertados de manera deslizante en unos primer y segundo cilindros (2a, 2b) que tienen unos extremos de alta y baja temperatura a los que se suministran unos fluidos caliente y frío, respectivamente, una pluralidad de elementos magnetocalóricos con diferentes temperaturas de Curie alojados en los primer y segundo pistones (6a, 6b), y un dispositivo selector que de manera automática selecciona cuáles de los elementos magnetocalóricos alojados en los compartimentos de dicho al menos uno de los primer y segundo pistones (6a, 6b) van a estar en contacto directo con el fluido caliente y cuáles no en función de las temperaturas de los fluidos caliente y frío y de las temperaturas de Curie de los diferentes elementos magnetocalóricos, y que pone el fluido caliente en contacto con los elementos magnetocalóricos seleccionados.

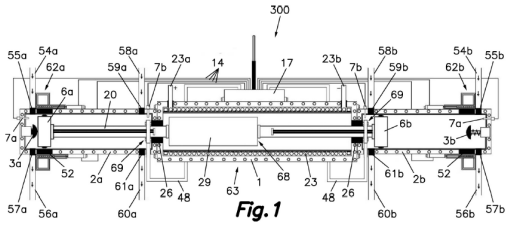

Fig. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 639 624 B1

DESCRIPCIÓN

MOTOR TERMOMAGNÉTICO

Campo de la técnica

La presente invención pertenece en general al sector de la industria de las energías renovables, y más en particular a un motor termomagnético que utiliza un gradiente de temperatura y campos magnéticos para realizar un trabajo mecánico.

Si bien el motor termomagnético de la invención tiene una gran variedad de aplicaciones, tales como refrigeración y conversión de calor residual tanto de alta como de baja temperatura, una aplicación principal es utilizar el motor termomagnético de la presente invención para convertir energía térmica oceánica, o energía maremotérmica, en trabajo mecánico y convertir a su vez este trabajo mecánico en energía eléctrica.

Antecedentes de la invención

Son conocidos en el estado de la técnica motores o actuadores termomagnéticos que utilizan materiales ferromagnéticos que al exponerlos a un gradiente de temperatura y campos magnéticos generan trabajo mecánico debido a la temperatura de Curie, también llamada punto de Curie, de tales materiales ferromagnéticos. La eficiencia de tales motores o actuadores ronda del 25% al 30%, y si además utilizan regeneración térmica la eficiencia puede alcanzar hasta de un 45% a un 50%. No obstante, si bien son significativamente eficientes, estos motores o actuadores termomagnéticos presentan el inconveniente de trabajar lentamente debido al tiempo empleado en el calentamiento y enfriamiento de los materiales ferromagnéticos. Es por ello que trabajan mucho más rápidos con pequeños gradientes de temperatura que con grandes gradientes de temperatura.

La temperatura de Curie es la temperatura por encima de la cual un material ferromagnético se convierte en un material paramagnético. Cuando un material ferromagnético que se encuentra por debajo de la temperatura de Curie se expone a un campo magnético, el material ferromagnético es atraído por el campo magnético, mientras que cuando la temperatura del material ferromagnético sobrepasa su temperatura de Curie se vuelve paramagnético, con lo que la atracción magnética generada por el campo magnético es prácticamente despreciable. Una vez la temperatura del material vuelve a descender por debajo de su temperatura de Curie, el material vuelve a convertirse en ferromagnético.

Esta transición o variación en la fuerza de atracción magnética de los materiales

ferromagnéticos es aprovechada por diferentes tipos de motores o actuadores termomagnéticos, tales como los que utilizan ferrofluidos, los que utilizan discos rotativos o los que utilizan pistones.

El documento US 8242662 B2 describe un motor termomagnético que comprende un soporte de base, unas obleas magnéticas dispuestas en un disco giratorio soportado en un árbol de salida, un dispositivo de calentamiento que utiliza una llama para calentar las obleas magnéticas a la temperatura de Curie, un imán con enfrentado al disco giratorio, y una barra de cortocircuito asociada al imán.

El documento US 8322417 B2 describe un actuador activado por temperatura que opera por el principio de la variación de las propiedades magnéticas de los materiales con la temperatura. Este principio se utiliza para causar una fuerza de atracción magnética que mueve linealmente un accionador a una temperatura, permitiendo al mismo tiempo que una fuerza elástica de retorno mueva el actuador a otra temperatura cambiando el camino recorrido por la mayoría de líneas de flujo magnético procedentes de una fuente magnética. El actuador se puede emplear para proporcionar un interruptor eléctrico o una válvula de fluido activados por temperatura utilizando como fuente de calor elementos calentados por resistencia eléctrica.

El documento US 9027339 B1 da a conocer un motor termomagnético que incluye un elemento magnético que tiene un extremo de alta temperatura al que se suministra energía caliente y un extremo de baja temperatura al que se suministra energía fría, y un dispositivo de aplicación de campo magnético. La temperatura de Curie del elemento magnético está situada entre una temperatura del extremo de alta temperatura y una temperatura del extremo de baja temperatura. Una bomba bombea un fluido caloportador hacia el extremo de baja temperatura desde el extremo de alta temperatura cuando el elemento magnético se calienta y bombea el fluido caloportador hacia el extremo de alta temperatura desde el extremo de baja temperatura cuando el elemento magnético se enfría. Se obtiene una potencia magnética generada entre el elemento magnético y el dispositivo de aplicación de campo magnético en forma de energía cinética rotativa.

Es un objeto de la presente invención centrarse en los motores o actuadores termomagnéticos de tipo pistón.

Se conocen motores termomagnéticos de tipo pistón que utilizan dos o más pistones hechos de materiales ferromagnéticos que se conectan a un cigüeñal mediante bielas para generar trabajo mecánico. Los pistones se desplazan en el interior de unos cilindros que se encuentran sometidos a un gradiente de temperatura dando lugar a un extremo de baja temperatura y un

extremo de alta temperatura en cada cilindro. Además, hay unos imanes dispuestos en el exterior de los extremos de alta temperatura de los cilindros. Los pistones enfriados por debajo de su temperatura de Curie en los extremos de baja temperatura se vuelven ferromagnéticos y son atraídos por los campos magnéticos de los imanes hacia los extremos de alta temperatura. En los extremos de alta temperatura los pistones son calentados por encima de su temperatura de Curie y se vuelven paramagnéticos, por lo que su atracción magnética prácticamente desaparece.

Dado que dos o más de los pistones están conectados a un cigüeñal, cuando uno de los primer y segundo pistones se encuentra en estado ferromagnético y es atraído a la sección caliente arrastra al otro pistón, que se encuentra en estado paramagnético, hacia la sección fría. Cuando el pistón que está en estado paramagnético se enfría por debajo de su temperatura de Curie en la sección fría se vuelve ferromagnético y cuando el pistón que se encuentra en estado ferromagnético se calienta por encima de su temperatura de Curie en la sección caliente se vuelve paramagnético, por lo que los pistones volverán a realizar el ciclo repetidamente dando lugar a un trabajo mecánico ininterrumpido.

El documento US 8261860 B2 da a conocer un sistema de propulsión híbrido que incluye motores de combustión interna provistos de pistones libres alternantes, cada uno incluyendo un par de cilindros alineados, dos pistones opuestos alojados de manera deslizante en los cilindros y conectados a un vástago común, y un dispositivo alternador lineal asociado a una porción del vástago entre los dos cilindros y configurado para generar energía eléctrica.

Por otra parte, se conoce el uso de la energía térmica oceánica, también llamada energía maremotérmica, la cual aprovecha la energía solar absorbida por los océanos para generar energía eléctrica. El calor del sol calienta el agua de la superficie mucho más que el agua del océano profundo, ello crea un gradiente de temperatura disponible de forma natural en los océanos. Generalmente la energía maremotérmica se aprovecha mediante una turbina de ciclo Rankine con un fluido de trabajo con bajo punto de ebullición. La turbina de ciclo Rankine trabaja con diferencias de temperatura de 20ºC a 25ºC. Mediante bombas de circulación se recoge agua caliente de la capa superficial de un mar, un océano, un lago o un embalse a una temperatura de 25ºC a 30ºC y agua fría de la profundidad del mar a una temperatura de 2ºC a 4ºC, dichas aguas se hacen pasar a través de unos intercambiadores térmicos, en donde uno de los intercambiadores comprende un evaporador de la turbina y el otro intercambiador comprende un condensador de la turbina. El principal desafío técnico de dicho ciclo es generar cantidades significativas de potencia de forma eficaz a partir de pequeñas diferencias de temperatura, ya que la eficiencia actual del sistema es

extremadamente baja.

Son muchos los beneficios de la energía maremotérmica, por ejemplo permite la obtención de electricidad, la desalinización de agua de mar o agua salobre, refrigeración para industrias situadas cerca de la planta, regadío de cultivos agrícolas, crianza de especies acuáticas vegetales y animales fruto de las actividades de la acuicultura y la maricultura, y la producción de hidrógeno. La energía maremotérmica es renovable y se produce durante 24 horas/día durante todo el año, se encuentra disponible en abundancia ya que continuamente se está reponiendo y no afecta a la temperatura del océano o al medio ambiente mundial. Además, cada planta comercial de energía térmica oceánica puede crear hasta 4.000 puestos de trabajo directos. No obstante, si bien el potencial de miles de plantas basadas en energía térmica oceánica puede crear un gran impacto económico, desgraciadamente la tecnología empleada para aprovechar energía maremotérmica mediante turbinas de ciclo Rankine es muy baja.

La cantidad de energía solar acumulada en las capas superficiales del océano podría llegar a cubrir la mayoría de las necesidades energéticas de la humanidad. No obstante, tiene el inconveniente tecnológico de que actualmente los costes de las plantas maremotérmicas superan los costes requeridos al emplear combustibles fósiles para la producción de energía, siendo ello debido a las grandes dimensiones de la turbina y de los intercambiadores de calor requeridos. Otros inconvenientes son que las plantas maremotérmicas deben ser ubicadas en zonas cuya variación de temperatura a lo largo del año sea de 20ºC, que las tuberías requeridas para el funcionamiento del sistema puede afectar los arrecifes coralinos y ecosistemas costeros, y que son imprescindibles bombas de circulación para bombear los fluidos de trabajo a los intercambiadores de calor a fin que la turbina pueda generar trabajo.

El documento US 2015135710 A1 da a conocer un sistema de generación de energía por conversión de energía térmica oceánica que comprende un sistema de condensación de múltiples etapas con una descarga de agua fría colocada verticalmente sobre una toma de agua fría, y un sistema de vapor que comprende una turbina de alta presión, una turbina de baja presión, un generador conectado a la turbina de alta presión y a la turbina de baja presión, siendo accionado el generador por la turbina de alta presión y la turbina de baja presión, y un condensador de vapor con un sistema de entrada de vapor en comunicación fluida con la turbina de baja presión y una entrada de agua fría en comunicación fluida con la descarga de agua fría del sistema de condensación de múltiples etapas.

La presente invención propone un nuevo motor termomagnético ideado especialmente,

aunque no exclusivamente, para la conversión de energía maremotérmica. El motor termomagnético de la presente invención, cuando es utilizado para la conversión de energía maremotérmica, presenta las mismas ventajas que la utilización de una turbina de ciclo Rankine en la conversión de energía maremotérmica pero no presenta ninguno de sus inconvenientes.

Exposición de la invención

La presente invención aporta un motor termomagnético que comprende unos primer y segundo cilindros de doble efecto, cada uno de los cuales tiene un extremo de alta temperatura al que se suministra un fluido caliente mediante un dispositivo de circulación de fluido caliente y un extremo de baja temperatura al que se suministra un fluido frío mediante un dispositivo de circulación de fluido frío. En los primer y segundo cilindros están insertados de manera deslizante unos primer y segundo pistones, y estos primer y segundo pistones están vinculados mecánicamente entre sí de manera que cuando el primer pistón se encuentra adyacente al extremo de alta temperatura del primer cilindro el segundo pistón se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro, y cuando el primer pistón se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del primer cilindro el segundo pistón se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro.

En los primer y segundo pistones están dispuestos unos elementos magnetocalóricos, los cuales están hechos de diferentes materiales magnetocalóricos que tienen diferentes temperaturas de Curie situadas entre una temperatura existente en el extremo de alta temperatura y una temperatura existente en el extremo de baja temperatura, y en el exterior de los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros están dispuestos unos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético.

El fluido caliente que se encuentra entre cada primer o segundo pistón y el extremo de alta temperatura del correspondiente primer o segundo cilindro define una sección caliente, y el fluido frío que se encuentra entre cada primer o segundo pistón y el extremo de baja temperatura del correspondiente primer o segundo cilindro define una sección fría.

Cada uno de los primer y segundo pistones tiene una pluralidad de compartimentos longitudinales distribuidos alrededor de un eje central, teniendo los compartimentos longitudinales unos extremos axiales abiertos opuestos. Los elementos magnetocalóricos están alojados en los compartimentos longitudinales. Unos extremos axiales opuestos de los elementos magnetocalóricos están expuestos en los extremos axiales abiertos opuestos de

los compartimentos longitudinales. En consecuencia, el fluido caliente y el fluido frío existentes en las secciones calientes y en las secciones frías en el interior de los primer y segundo cilindros pueden estar en contacto directo con los extremos axiales expuestos de la pluralidad de elementos magnetocalóricos.

El motor termomagnético incluye además un dispositivo selector que selecciona de manera automática cuáles de los elementos magnetocalóricos alojados en los compartimentos de los primer y segundo pistones van a estar en contacto directo con el fluido caliente y cuáles no en función de las temperaturas de los fluidos caliente y frío y de las temperaturas de Curie de los diferentes elementos magnetocalóricos, y que pone el fluido caliente en contacto directo con los elementos magnetocalóricos.

En otras palabras, el dispositivo selector selecciona y pone en contacto con el fluido caliente aquellos elementos magnetocalóricos que en virtud de su particular temperatura de Curie pueden proporcionar una mayor eficiencia al motor termomagnético teniendo en cuenta las temperaturas de los fluidos caliente y frío. La selección de los elementos magnetocalóricos puede realizarse automáticamente durante el funcionamiento del motor termomagnético en caso producirse variaciones en las temperaturas de los fluidos caliente y frío.

En una realización, el dispositivo selector incluye un disco selector hecho de un material con alto diamagnetismo soportado de manera que puede girar coaxialmente en un extremo de lado caliente de uno de los primer y segundo pistones o de cada uno de los primer y segundo pistones. El disco selector tiene unas aberturas distribuidas alrededor del eje central, siendo el número de las aberturas menor que el número de compartimentos longitudinales del correspondiente primer o segundo pistón.

El dispositivo selector incluye además un dispositivo actuador de selector que hace girar el disco selector en cooperación con unas sondas de temperatura y una unidad central de procesamiento para enfrentar las aberturas del disco selector a unos compartimentos longitudinales del pistón seleccionados de modo que el fluido caliente sólo está en contacto directo a través de las aberturas con algunos de los elementos magnetocalóricos seleccionados en función de su temperatura de Curie.

Los materiales diamagnéticos tienen la propiedad de expulsar los campos magnéticos, por lo que los discos selectores impiden el paso de los campos magnéticos generados por los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético hacia los materiales magnetocalóricos alojados en los compartimentos de los primer y segundo pistones que no están en contacto con el fluido caliente, y sólo permiten el paso de los campos magnéticos

hacia los materiales magnetocalóricos que sí están en contacto con el fluido caliente a través de las correspondientes aberturas.

Si bien los materiales diamagnéticos expulsan los campos magnéticos debido a que crean un campo magnético inducido en dirección opuesta a un campo magnético externo aplicado, los materiales diamagnéticos no expulsan los campos magnéticos en su totalidad excepto en el caso de los materiales superconductores. Es por ello que los discos selectores están hechos preferiblemente de materiales fuertemente diamagnéticos. Cuanto mayor sea el diamagnetismo de los discos diamagnéticos menos incidirán los campos magnéticos en los materiales magnetocalóricos cubiertos por los discos selectores y más se concentrarán en los materiales magnetocalóricos expuestos a través de las aberturas.

Por otra parte, dado que los discos selectores expulsan los campos magnéticos creando un campo magnético en dirección opuesta a un campo magnético externo, cuando un pistón se encuentra bajo los campos magnéticos del dispositivo de aplicación de campo magnético que rodean la sección caliente del correspondiente cilindro, el disco selector del correspondiente pistón aumentará su campo magnético al máximo. Por el contrario, cuando el pistón se encuentra en la sección fría del correspondiente cilindro, el disco selector de este pistón ha perdido prácticamente todo su campo magnético.

Dado que los discos selectores se desplazan junto con los correspondientes primer y segundo pistones alternativamente entre las secciones fría y caliente de los correspondientes primer y segundo cilindros, cuando el campo magnético del disco selector del primer pistón es máximo el campo magnético del disco selector del segundo pistón es mínimo, y cuando el campo magnético del disco selector del primer pistón es mínimo el campo magnético del disco selector del segundo pistón es máximo.

Los discos selectores también actúan como amortiguadores de los movimientos de los pistones, ya que cuando los materiales magnetocalóricos de trabajo del primer pistón se encuentran en estado ferromagnético y desplazan el pistón hacia los campos magnéticos del dispositivo de aplicación de campo magnético que rodean la sección caliente del primer cilindro, el campo magnético del disco selector del primer pistón aumenta paulatinamente frenando la atracción ferromagnética de los materiales magnetocalóricos de trabajo del primer pistón.

Al mismo tiempo, los materiales magnetocalóricos de trabajo del segundo pistón se encuentran en estado paramagnético y el campo magnético del disco selector del segundo pistón contrarresta la débil atracción paramagnética ejercida por los materiales magnetocalóricos de trabajo del segundo pistón, lo que favorece la atracción ferromagnética de los materiales

magnetocalóricos de trabajo del primer pistón cuando éste se desplaza hacia el extremo de alta temperatura del primer cilindro a la vez que el campo magnético del disco selector del segundo pistón disminuye.

En una realización, los primer y segundo cilindros están mutuamente alineados y los primer y segundo pistones están conectados a extremos opuestos de un árbol central, de manera que durante el funcionamiento del motor magnetotérmico el árbol central se mueve en vaivén a lo largo de su propio eje central.

El árbol central comprende preferiblemente una estructura tubular y al menos una barra de selector hecha de un material ferromagnético está dispuesta de manera que puede girar coaxialmente en el interior de la estructura tubular del árbol central. Esta barra de selector está conectada por uno de sus extremos al disco selector de uno de los primer y segundo pistones o está conectada por ambos extremos a los discos selectores de ambos primer y segundo pistones.

La barra de selector tiene una porción estriada provista de una pluralidad de estrías longitudinales, y el dispositivo actuador de selector comprende una pluralidad de bobinas de selector, hechas de hilo conductor eléctrico, dispuestas en un alojamiento dentro del extremo de baja temperatura de uno de los primer y segundo cilindros. Las bobinas de selector están distribuidas radialmente alrededor de una porción del árbol central dentro de la cual se encuentra la porción estriada de la barra de selector. Unos cables de conexión conectan las bobinas de selector a la unidad central de procesamiento.

La unidad central de procesamiento dispone de información almacenada acerca de la posición angular de los compartimentos longitudinales de cada uno de los primer y segundo cilindros con respecto al eje del árbol central.

Preferiblemente, la barra de selector está conectada al disco selector por medio de una barra de conexión hecha de un material de alta permeabilidad magnética y el alojamiento comprende una caja y una tapa hechas de un material de alta permeabilidad magnética, y las sondas de temperatura comprenden una sonda de temperatura dispuesta en el extremo de alta temperatura y otra sonda de temperatura dispuesta en el extremo de baja temperatura de uno de los primer y segundo cilindros. Las sondas de temperatura están conectadas a la unidad central de procesamiento por unos cables de conexión.

Durante el funcionamiento, las sondas de temperatura proporcionan a la unidad central de procesamiento unas señales indicativas de las temperaturas de los fluidos caliente y frío en los extremos de alta y baja temperatura de cada uno de los primer y segundo cilindros, y la

unidad central de procesamiento activa unas bobinas seleccionadas de entre las bobinas existentes en el dispositivo actuador de selector. Un campo magnético generado por las bobinas activadas en combinación con las estrías longitudinales de la barra de selector produce un giro de un ángulo controlado de la barra de selector alrededor del eje del árbol central, lo que se traduce en un correspondiente giro de un ángulo controlado del disco selector de modo que las aberturas del disco selector se enfrentan a unos compartimentos longitudinales del pistón seleccionados en función de la temperatura de Curie de los elementos magnetocalóricos alojados en estos compartimentos seleccionados y de las temperaturas en los extremos de alta y baja temperatura del cilindro detectadas por las sondas de temperatura.

El dispositivo selector puede ser común para ambos primer y segundo pistones, o individual para sólo uno o para cada uno de los primer y segundo pistones.

Cada uno de los anteriormente mencionados primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético está configurado para crear un dipolo magnético que tiene sus polaridades norte y sur dispuestas en posiciones diametralmente opuestas en relación con la sección transversal del correspondiente primer o segundo cilindro, de manera que un flujo de campo magnético entre las polaridades norte y sur atraviesa transversalmente el correspondiente primer o segundo cilindro junto a su extremo de alta temperatura.

En una realización, cada uno de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético comprenden una pluralidad de imanes permanentes de generación magnética dispuestos adyacentes unos a otros en forma de anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro y alojados en una matriz hecha de un material de alta permeabilidad magnética. Cada uno de estos imanes permanentes de generación magnética tiene sus polaridades norte y sur dispuestas de manera que la intensidad de un campo magnético generado por los mismos queda intensificada en una dirección diametral a través de un hueco central de la forma de anillo para para crear las polaridades norte y sur del dipolo magnético en posiciones diametralmente opuestas de la forma de anillo.

La matriz de alta permeabilidad magnética tiene dos aberturas diametralmente opuestas en posiciones coincidentes con las polaridades norte y sur de dicho dipolo magnético para dejan pasar el campo magnético intensificado en una dirección diametral generado por los imanes permanentes de generación magnética, y cada uno de los cilindros comprende unas aberturas diametralmente opuestas en las que están dispuestas unas secciones de material polimérico posicionadas en coincidencia con las aberturas de la matriz de alta permeabilidad magnética.

La matriz de alta permeabilidad magnética está dispuesta a su vez en una matriz de material polimérico que comprende dos conductos de guía diametralmente opuestos orientados en direcciones paralelas al eje central y posicionados en coincidencia con las aberturas de la matriz de alta permeabilidad magnética. Unas láminas de alta permeabilidad magnética están dispuestas de manera deslizante en los conductos de guía, y cada una de las láminas de alta permeabilidad magnética está conectada a un actuador lineal por un vástago. Los actuadores lineales están conectados a la unidad central de procesamiento por unos cables de conexión y la unidad central de procesamiento activa o desactiva los actuadores lineales para permitir o interrumpir el paso del campo magnético intensificado a través de los cilindros . Cuando los actuadores se encuentran conectados a las láminas de alta permeabilidad magnética se encuentran fuera del campo magnético permitiendo que el motor pueda trabajar. Por el contrario, cuando los actuadores se encuentran desconectados las láminas de alta permeabilidad magnética interrumpen el campo magnético a fin de poder para el motor en el momento que se crea conveniente.

En otra realización, cada uno de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético comprende un par de electroimanes provistos de unos respectivos núcleos ferromagnéticos de forma semicircular enfrentados por sus extremos formando un anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro, y unas bobinas que envuelven los núcleos ferromagnéticos. Las bobinas están alimentadas eléctricamente de manera que inducen el dipolo magnético en los extremos enfrentados de los núcleos ferromagnéticos.

Preferiblemente, cada uno de los primer y segundo cilindros comprende en su interior un amortiguador dispuesto para hacer contacto con el correspondiente primer o segundo pistón y absorber la energía cinética del mismo en el correspondiente extremo de alta temperatura. Por ejemplo, cada amortiguador comprende un elemento de tope fijado en el extremo de un vástago retráctil, el cual está montado en un soporte de manera que puede deslizar entre una posición de reposo, en la que el vástago retráctil está extendido fuera del soporte, y una posición de trabajo, en la que el vástago retráctil está retraído dentro del soporte. Un elemento elástico impulsa el vástago retráctil hacia la posición de reposo fuera del soporte, y el vástago retráctil y el elemento de tope son movidos a la posición de trabajo por el correspondiente primer o segundo pistón en su movimiento de vaivén.

Opcionalmente, el vástago retráctil y/o el elemento de tope de cada uno de los amortiguadores incluyen un material ferromagnético que contribuye a concentrar los campos magnéticos generados por los imanes permanentes o los electroimanes de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético.

Además, cuando el vástago retráctil y/o el elemento de tope de los amortiguadores incluyen un material ferromagnético y los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético comprenden electroimanes, el vástago retráctil y/o el elemento de tope están preferiblemente instalados de manera que en la posición de reposo quedan dispuestos entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético y en la posición de trabajo quedan apartados de las polaridades norte y sur del dipolo magnético. Además, los núcleos ferromagnéticos de los electroimanes de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético están envueltos por unas segundas bobinas que generan una corriente eléctrica que es utilizada para alimentar las primeras bobinas de los electroimanes.

Cuando el vástago retráctil y/o el elemento de tope de un amortiguador son desplazados por el correspondiente pistón desde la posición de reposo a la posición de trabajo, el cuerpo del correspondiente pistón, el cual está hecho de un material diamagnético, quedará situado entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético ocupando la posición que antes ocupaba el vástago retráctil y/o el elemento de tope. Dado que el vástago retráctil y/o el elemento de tope, los cuales incluyen un material ferromagnético, tienen una baja reluctancia magnética y el cilindro diamagnético que envuelve el cuerpo del pistón tiene una alta reluctancia magnética, durante el desplazamiento oscilante del cuerpo del pistón y del el vástago retráctil y/o el elemento de tope del amortiguador a través del dipolo magnético se crea un reluctancia variable en el dipolo magnético generado por las primeras bobinas, y a su vez esta reluctancia variable creará una corriente eléctrica inducida en las segundas bobinas que posteriormente se utiliza para alimentar las primeras bobinas.

El motor termomagnético de la presente invención puede ser utilizado para generar corriente eléctrica. Para ello, en una realización, el motor termomagnético incluye un motor generador eléctrico lineal dispuesto entre los primer y segundo cilindros. Este motor generador eléctrico lineal comprende un estator soportado en un cilindro estructural intermedio fijado coaxialmente por sus extremos opuestos a unos extremos de los primer y segundo cilindros, y una corredera magnética fijada a una porción del árbol central situada dentro del cilindro estructural intermedio. El motor generador eléctrico lineal actúa como un motor de arranque a partir de una energía eléctrica suministrada al estator y como un generador de energía eléctrica a partir de un movimiento generada en los primer y segundo pistones por el efecto de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético sobre los elementos magnetocalóricos dispuestos en los primer y segundo pistones.

En una realización, el estator del motor generador eléctrico lineal comprende un cable bobinado dispuesto en el cilindro estructural intermedio alrededor del eje central y provisto de unos bornes de conexión, y la corredera magnética del motor generador eléctrico lineal

comprende una pluralidad de imanes permanentes de motor generador dispuestos en una matriz polimérica fijada árbol central.

Esta matriz polimérica de la corredera magnética comprende un elemento tubular interior, un elemento tubular exterior y una pluralidad de tabiques radiales que conectan los elementos tubulares interior y exterior. El elemento tubular interior define un compartimento central axial en el que está alojada una barra de alta permeabilidad magnética que tiene un agujero central ajustado alrededor del árbol central. Los elementos tubulares interior y exterior y los tabiques radiales definen unos compartimientos longitudinales alrededor del compartimento central axial en los que están dispuestos la pluralidad de imanes permanentes de motor generador.

En una realización más específica, la matriz polimérica comprende cuatro de los compartimientos longitudinales y los imanes permanentes de motor generador están dispuestos en siete bloques situados consecutivamente en la dirección axial, donde cada bloque está formado por cuatro imanes permanentes de motor generador dispuestos en los cuatro compartimientos longitudinales formando un anillo alrededor del compartimento central axial. Ambos extremos del compartimento central axial y de los compartimientos longitudinales están cerrados por unas tapas de alta permeabilidad magnética, teniendo las tapas de alta permeabilidad magnética unas aberturas centrales ajustadas alrededor del árbol central.

En otra realización alternativa, el estator del motor generador eléctrico lineal comprende un cable bobinado dispuesto en el cilindro estructural intermedio alrededor del eje central y provisto de unos bornes de conexión, y la corredera magnética del motor generador eléctrico lineal comprende un núcleo ferromagnético rodeado por una pluralidad de bobinas de corredera a las que se aplica una corriente eléctrica para generar un campo magnético en el núcleo ferromagnético.

La cantidad de energía eléctrica producida por el motor generador eléctrico lineal que incluye la corredera magnética provista de imanes permanentes está limitada por el campo magnético estático producido por los imanes permanentes, mientras que el motor generador eléctrico lineal que incluye la corredera magnética provista de núcleo ferromagnético y bobinas puede producir mayor cantidad de energía eléctrica dado que el campo magnético inducido en el núcleo ferromagnético por las bobinas es mayor que el producido por los imanes permanentes.

El gradiente de temperaturas necesario para hacer funcionar el motor termomagnético de la presente invención puede obtenerse a partir de energías renovables y el motor termomagnético

puede ser utilizado para varias aplicaciones además de generar energía eléctrica.

Para ello, el anteriormente mencionado dispositivo de circulación de fluido caliente comprende unos primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno. De una manera similar, el anteriormente mencionado dispositivo de circulación de fluido frío comprende unos primer y segundo conductos de suministro de fluido frío conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno.

En una realización, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente están conectados a una fuente de suministro de agua a alta temperatura captada de una capa oceánica superficial y los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío están conectados a una fuente de suministro de agua a baja temperatura captada de una capa oceánica profunda

En otra realización, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente están conectados a una fuente de suministro de agua a alta temperatura captada de una capa oceánica superficial y los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío están conectados a un a una fuente de suministro de aire atmosférico captado del ambiente. Además, esta realización puede incluir una primera celda de membrana conectada a los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente entre la fuente de suministro de agua a alta temperatura y los primer y segundo cilindros para desalinizar el agua de mar, y una segunda celda de membrana conectada a los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío entre la fuente de suministro de aire atmosférico y los primer y segundo cilindros para separar oxígeno, nitrógeno y argón del aire atmosférico.

Estas dos realizaciones utilizan la energía maremotérmica, las cual está basada en la diferencia de temperaturas existente entre el agua de una capa oceánica superficial y el agua de las capas oceánicas más profundas, o entre el agua de la capa oceánica superficial y el aire atmosférico del ambiente. El término “capa oceánica” pretende cubrir una capa de un mar, un océano, un lago o un embalse.

En todavía otra realización, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente, los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente, los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío forman parte de un circuito cerrado por donde circula un fluido caloportador, donde el mencionado circuito cerrado incluye los primer y segundo cilindros, un intercambiador de calor aéreo dispuesto para intercambiar calor entre el fluido caloportador y el aire atmosférico, y un intercambiador de calor subterráneo dispuesto para intercambiar calor entre el fluido caloportador y el subsuelo.

En una variante de esta realización útil para un ciclo de calefacción, el subsuelo está a una temperatura más elevada que el aire atmosférico del ambiente, el intercambiador de calor aéreo actúa como un condensador y el intercambiador de calor subterráneo actúa como un evaporador. En este caso, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente están conectados a una salida del intercambiador de calor subterráneo, los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente están conectados a una entrada del intercambiador de calor aéreo, los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío están conectados a una salida del intercambiador de calor aéreo, y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío están conectados a una entrada del intercambiador de calor subterráneo.

En otra variante de esta realización útil para un ciclo de refrigeración, el aire atmosférico del ambiente está a una temperatura más elevada que el subsuelo, el intercambiador de calor aéreo actúa como un evaporador y el intercambiador de calor subterráneo actúa como un condensador. En este caso, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente están conectados a una salida del intercambiador de calor aéreo, los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente están conectados a una entrada del intercambiador de calor subterráneo, los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío están conectados a una salida del intercambiador de calor subterráneo, y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío están conectados a una entrada del intercambiador de calor aéreo.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características y ventajas se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización, los cual tienen un carácter meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos que la acompañan, en los que:

la Fig. 1 es una vista en sección transversal esquemática tomada por un plano central de un motor termomagnético de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Fig. 2 es una vista ampliada de un detalle que incluye la parte izquierda de la Fig. 1;

la Fig. 3 es una vista en perspectiva de uno de los primer y segundo pistones con un par de tapas y un disco selector incluidos en el motor termomagnético de la Fig. 1;

la Fig. 4 es una vista frontal de una de las tapas de la Fig. 3, mostrando su lado opuesto;

la Fig. 5 es una vista frontal del disco selector de la Fig. 3, mostrando su lado opuesto;

la Fig. 6 es una vista en sección transversal esquemática del pistón de la Fig. 3 acoplado a un árbol central y con las dos tapas y el disco selector instaladas en el mismo;

la Fig. 7 es una vista frontal esquemática de dispositivo actuador de selector incluido en el motor termomagnético de la Fig. 1, dispuesto alrededor del árbol central y alojado en una caja;

la Fig. 8 es una vista frontal esquemática de una tapa para la caja del dispositivo actuador de selector de la Fig. 7;

la Fig. 9 es una vista en perspectiva de una matriz de alta permeabilidad magnética dispuesta en una matriz de material polimérico incluidas en unos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético del motor termomagnético de la Fig. 1;

la Fig. 10 es una vista en perspectiva de una tapa de la matriz de material polimérico de la Fig. 9;

la Fig. 11 es una vista en perspectiva de una pluralidad de imanes permanentes de generación magnética dispuestos adyacentes unos a otros en forma de anillo, los cuales van dispuestos en la matriz de alta permeabilidad magnética de la Fig. 12;

la Fig. 12 es una vista en perspectiva de matriz polimérica y de un par de tapas incluidas en una corredera magnética de un motor generador eléctrico lineal del motor termomagnético de la Fig. 1;

la Fig. 13 es una vista en perspectiva de una pluralidad de imanes permanentes de motor generador, los cuales van dispuestos en la matriz polimérica de la Fig. 9;

la Fig. 14 es un diagrama esquemático de un sistema de desalinización de agua de mar y de separación de gases del aire atmosférico utilizando el motor termomagnético de la Fig. 1;

la Fig. 15 es un diagrama esquemático de un ciclo de calefacción que aprovecha un gradiente de temperaturas entre el aire atmosférico del ambiente y el subsuelo utilizando el motor termomagnético de la Fig. 1; y

la Fig. 16 es un diagrama esquemático de un ciclo de refrigeración que aprovecha un gradiente de temperaturas entre el aire atmosférico del ambiente y el subsuelo utilizando el motor termomagnético de la Fig. 1.

Descripción detallada de una realización

Haciendo en primer lugar referencia a las Figs. 1 y 2, la referencia numérica 300 designa en general un motor termomagnético de acuerdo con una realización de la presente invención, el cual comprende unos primer y segundo cilindros 2a, 2b de doble efecto, mutuamente alineados y conectados el uno al otro por un cilindro estructural intermedio 1 coaxial. Cada uno de los primer y segundo cilindros 2a, 2b tiene un extremo de alta temperatura al que se suministra un fluido caliente mediante un dispositivo de circulación de fluido caliente y un extremo de baja temperatura al que se suministra un fluido frío mediante un dispositivo de circulación de fluido frío.

Por ejemplo, cada uno de los primer y segundo cilindros 2a, 2b y el cilindro estructural intermedio 1 está formado por dos mitades semicilíndricas fijadas entre sí mediante unos tornillos (no mostrados) instalados a través de unos agujeros 53 formados en las mitades semicilíndricas. Los primer y segundo cilindros 2a, 2b tienen fijadas en sus extremos, por ejemplo por soldadura, unas bridas de fijación 51a provistas de unos agujeros a través de los cuales están instalados unos tornillos de apriete 15 acoplados a unos correspondientes agujeros fileteados formados en el cilindro estructural intermedio 1. Entre cada uno de los primer y segundo cilindros 2a, 2b y el cilindro estructural intermedio 1 están dispuestas unas juntas de estanqueidad 26.

El cilindro intermedio 1 y los primer y segundo cilindros 2a y 2b están hechos preferiblemente de un material con alta resistencia a la corrosión, especialmente a la corrosión producida por realización agua de mar, tal como una aleación de bronce y aluminio incluyendo una proporción de aluminio comprendida entre un 5% y un 10%, siendo el resto de la composición cobre, opcionalmente con algunas cantidades de hierro, níquel, manganeso y silicio.

El dispositivo de circulación de fluido caliente comprende unos primer y segundo conductos

de suministro de fluido caliente 54a, 54b conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros 2a, 2b a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno 55a, 55b, y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros 2a, 2b a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno 57a, 57b.

El dispositivo de circulación de fluido frío comprende unos primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros 2a, 2b a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno 59a, 59b, y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros 2a, 2b a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno 61a, 61b.

En el interior de los primer y segundo cilindros 2a, 2b están insertados de manera deslizante unos respectivos primer y segundo pistones 6a, 6b, los cuales están conectados a extremos opuestos de un árbol central 20 que atraviesa axialmente el cilindro estructural intermedio 1. Los primer y segundo pistones 6a, 6b realizan un movimiento axial de vaivén y están vinculados mecánicamente entre sí de manera que cuando el primer pistón 6a se encuentra adyacente al extremo de alta temperatura del primer cilindro 2a el segundo pistón 6b se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro 2b, y cuando el primer pistón 6a se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del primer cilindro 2a el segundo pistón 6b se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro 2b.

En el exterior de los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros 2a, 2b están dispuestos unos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético 62a, 62b.

Dentro de los primer y segundo pistones 6a, 6b hay una pluralidad de compartimentos longitudinales distribuidos alrededor de un eje central, y en estos compartimentos están dispuestos una pluralidad de elementos magnetocalóricos 40, los cuales están hechos de diferentes materiales magnetocalóricos que tienen diferentes temperaturas de Curie, todas ellas situadas entre una temperatura del fluido caliente existente en el extremo de alta temperatura y una temperatura del fluido frío existente en el extremo de baja temperatura.

Los compartimentos longitudinales de los primer y segundo pistones 6a, 6b tienen unos extremos axiales abiertos opuestos a través de los cuales están expuestos unos extremos

axiales opuestos de los elementos magnetocalóricos 40. Con ello, el fluido caliente y el fluido frío existentes en el interior de los primer y segundo cilindros 2a, 2b pueden estar en contacto directo con los extremos axiales opuestos expuestos de los elementos magnetocalóricos 40 alojados en los compartimentos.

El motor termomagnético de la presente invención incluye además un dispositivo selector que durante el funcionamiento selecciona de manera automática cuáles de los elementos magnetocalóricos 40 alojados en los compartimentos de los primer y segundo pistones 6a, 6b van a estar en contacto directo con el fluido caliente y cuáles no en función de las temperaturas de los fluidos caliente y frío y de las temperaturas de Curie de los diferentes elementos magnetocalóricos 40, y que pone el fluido caliente en contacto directo con los elementos magnetocalóricos 40.

Las Figs. 3 a 6 muestran la construcción del primer pistón 6a, el cual incluye un disco selector 36 perteneciente al dispositivo selector. La descripción del segundo pistón 6b se ha omitido por ser simétrica a la del primer pistón 6a.

El pistón 6a tiene un cuerpo de forma cilíndrica hecho de un material polimérico. El cuerpo del pistón 6a comprende un cilindro interior, un cilindro exterior y una pluralidad de tabiques radiales entre ambos que definen en su interior unos compartimentos longitudinales que tienen sus extremos axiales abiertos. En los compartimentos longitudinales están alojados unos elementos magnetocalóricos 40 que tienen adherida una envoltura de material polimérico 41 alrededor de sus superficies laterales, pero que tienen sus extremos axiales opuestos expuestos a través de los extremos axiales abiertos de los compartimentos longitudinales.

El pistón 6a tiene además un espacio vacío con forma cilíndrica en su interior, dentro del que está dispuesto un cilindro interior 38a hecho de un material con alta permeabilidad magnética, y dentro de este cilindro interior 38a hecho de un material con alta permeabilidad magnética está dispuesto un cilindro envolvente interior 42a hecho de un material polimérico. El pistón 6 está recubierto por un cilindro exterior 38b hecho de un material con gran diamagnetismo, y este cilindro exterior 38b está recubierto por un cilindro envolvente exterior 42b hecho de un material polimérico. Ambos cilindros envolventes interior y exterior 42a, 42b tienen formados unos respectivos primer y segundo fileteados de rosca 50a, 50b en unas superficies de sus dos extremos. Alrededor del cilindro de material polimérico exterior 42b están dispuestos uno o más anillos de fricción 33 hechos de un material con bajo coeficiente de rozamiento.

El pistón 6a tiene un extremo de lado caliente enfrentado al extremo de alta temperatura del correspondiente cilindro 2a y un extremo de lado frío enfrentado al extremo de baja

temperatura del cilindro 2a. El cuerpo del pistón 6a lleva un primer disco extremo 35a fijado en el extremo de lado caliente y un segundo disco extremo 35b fijado en el extremo de lado frío. Los primeros discos 35a están hechos de un material altamente diamagnético y los segundos discos 35b están hechos de un material polimérico.

El primer disco extremo 35a tiene un borde periférico, una pluralidad de aberturas radiales 65a repartidas a intervalos angulares regulares alrededor del eje central y una abertura central circular. Las aberturas radiales 65a están en unas posiciones coincidentes con los extremos de los compartimentos del correspondiente cilindro 2a. Además, el primer disco extremo 35a tiene formado en su cara interior (Fig. 4) un primer fileteado de rosca 49a dispuesto alrededor de la abertura central circular, entre la abertura central circular y las aberturas radiales 65a, y un segundo fileteado de rosca 49b dispuesto adyacente al borde periférico. En su cara exterior opuesta a la que incluye los primer y segundo fileteados de rosca 49b, el primer disco extremo 35a lleva una junta de guía anular 34 hecha de un material con baja coeficiente de fricción dispuesta adyacente al borde periférico.

El segundo disco extremo 35b tiene un borde periférico, una pluralidad de aberturas radiales 65b repartidas a intervalos angulares regulares alrededor del eje central y una abertura central circular de mayor diámetro que la abertura central circular del primer disco extremo 35a. Las aberturas radiales 65b están en unas posiciones coincidentes con los extremos de los compartimentos del correspondiente cilindro 2a. El segundo disco extremo 35b comprende además un primer fileteado de rosca 49a dispuesto alrededor de la abertura central circular, entre la abertura central circular y las aberturas radiales 65b, y un segundo fileteado de rosca 49b dispuesto adyacente al borde periférico.

Los primer y segundo fileteados de rosca 49a, 49b de los primer y segundo discos extremos 35a, 35b está acoplados a los primer y segundo fileteados de rosca 50a, 50b del cuerpo del pistón 6a. Los extremos axiales opuestos de los elementos magnetocalóricos 40 alojados en los compartimentos del cuerpo del pistón 6a están expuestos a través de las aberturas radiales 65a, 65b de los primer y segundo discos extremos 35a, 35b. El árbol central 20 tiene una estructura tubular que está insertada a través de la abertura central circular del segundo disco extremo 35b y que tiene un extremo que hace tope contra el primer disco extremo 35a. Una brida de fijación 30 une la estructura tubular del árbol central 20 al segundo disco extremo 35b.

Junto a la cara exterior del primer disco extremo 35a está dispuesto un disco selector 36 hecho de un material altamente diamagnético que tiene un borde periférico y unas aberturas radiales 66 distribuidas a intervalos angulares regulares alrededor del eje central, siendo el

número de las aberturas radiales 66 del disco selector 36 menor que el número de compartimentos longitudinales del cuerpo del pistón 6a. El borde periférico del disco selector 36 está acoplado y soportado en la junta de guía anular 34 del primer disco extremo 35a de manera que puede girar coaxialmente en el extremo de lado caliente del pistón 6a.

En el centro de una cara interior del disco selector 36 está fijado, por ejemplo por soldadura, un tubo de conexión 37 (Fig. 5) hecho de un material con alta permeabilidad magnética coaxial con el eje central. En un extremo libre del tubo de conexión 37 hay un fileteado de rosca.

En el ejemplo ilustrado en las Figs. 3, 4 y 5, el cuerpo del pistón 6a incluye dieciséis compartimentos en los que están dispuestos cuatro grupos de elementos magnetocalóricos 40, donde cada grupo incluye cuatro elementos magnetocalóricos 40 que tienen una misma temperatura de Curie dispuestos en cruz, y donde los elementos magnetocalóricos 40 de los diferentes grupos tienen diferentes temperaturas de Curie (indicadas mediante diferentes sombreados en la Fig. 3) y están dispuestos alternados en sucesión alrededor del eje central. Los primer y segundo discos extremos 35a, 35b tienen cada uno dieciséis correspondientes aberturas radiales 65a, 65b enfrentadas a los compartimentos.

El disco selector 36 tiene cuatro aberturas radiales 66 dispuestas en cruz enfrentadas a los cuatro elementos magnetocalóricos 40 de un mismo grupo, de manera que girando el disco selector 36 una o más fracciones de una dieciseisava parte de circunferencia se pueden enfrentar selectivamente las cuatro aberturas radiales 66 del disco selector 36 a los cuatro elementos magnetocalóricos 40 de cada uno de los restantes grupos.

Así, las cuatro aberturas radiales 66 del disco selector 36 permiten que los campos magnéticos alcancen cuatro elementos magnetocalóricos 40 con una misma temperatura de Curie y que los primer y segundo pistones 6a, 6b puedan trabajar con estos cuatro elementos magnetocalóricos 40 mientras que el resto de los elementos magnetocalóricos 40 permanecen aislados magnéticamente por el material de alta permeabilidad magnética del cual está hecho el disco selector 36. Cuando el disco selector 36 es girado a otra posición angular, las aberturas radiales 66 del disco selector 36 se desplazarán y dejarán al descubierto otros cuatro elementos magnetocalóricos 40 con una misma temperatura de Curie mientras que el resto de los cuatro elementos magnetocalóricos 40 permanecerán aislados.

Como ejemplo de posibles materiales a utilizar se pueden citar los siguientes: los cuerpos de los primer y segundo pistones 6a, 6b, los cilindros de material polimérico interior y exterior

42a, 42b, y los segundos discos extremos 35b están hechos de polieteretercetona; los uno o más anillos de fricción 33, la junta de guía anular 34, y la envoltura de material polimérico 41 alrededor de los elementos magnetocalóricos 40 están hechos de politetrafluoroetileno; y los discos selectores 36, el cilindro exterior 38b, y los primeros discos extremos 35a están hechos de bronce de bismuto, los tubos de conexión 37, y los cilindros interiores 38a están hechos de mu-metal.

Mu-metal es una aleación que incluye hierro, níquel, cobre, molibdeno y silicio, y que proporciona una ruta de baja resistencia para el flujo de los campos magnéticos, por lo que es un material apropiado para ser utilizado a modo de escudo magnético. Bronce de bismuto, es una aleación de cobre y bismuto a la cual se le suele añadir selenio. Esta aleación es altamente resistente a la corrosión y es fuertemente diamagnética debido al contenido en bismuto, el cual es conocido como un elemento fuertemente diamagnético. Preferentemente esta aleación comprende un alto contenido en bismuto y selenio, ya que a mayor contenido en bismuto más diamagnética será la aleación y a mayor contenido en selenio más se verán fortalecidas las propiedades del bismuto.

Los elementos magnetocalóricos 40 se componen preferentemente de una aleación de níquel y manganeso. Es conocido en el estado de la técnica que esta aleación con un contenido del 25% en manganeso tiene una temperatura de Curie aproximada de -23ºC y que con un contenido del 20% en manganeso tiene una temperatura de Curie aproximada de 77ºC. Así, variando el contenido en manganeso de esta aleación entre el 20% y el 25% pueden obtenerse elementos magnetocalóricos con puntos o temperaturas de Curie comprendidas entre los -23ºC y los 77ºC, un rango de temperaturas de Curie adecuado para la presente invención. Además, Estas aleaciones tienen una alta resistencia a la corrosión, poseen muy buenas propiedades magnéticas y una baja conductividad térmica, lo que permite una mayor regeneración térmica en el motor de la presente invención, por lo que su eficiencia se verá considerablemente aumentada.

El dispositivo selector incluye además un dispositivo actuador de selector 69 que hace girar el disco selector 36 en cooperación con unas sondas de temperatura 7a, 7b y una unidad central de procesamiento 17 para enfrentar las aberturas radiales 66 del disco selector 36 a unos compartimentos longitudinales del pistón 6a, 6b seleccionados de modo que el fluido caliente sólo está en contacto directo a través de las aberturas radiales 66 con algunos de los elementos magnetocalóricos 40 seleccionados en función de su temperatura de Curie.

Las mencionadas sondas de temperatura 7a, 7b comprenden una sonda de temperatura 7a dispuesta en el extremo de alta temperatura y otra sonda de temperatura 7b dispuesta en el

extremo de baja temperatura de cada uno de los primer y segundo cilindros 2a, 2b, y las sondas de temperatura 7a, 7b están conectadas a la unidad central de procesamiento 17 por unos cables de conexión 14.

Tal como muestran mejor las Figs. 7 y 8, el dispositivo actuador de selector 69 comprende una barra de selector 22 dispuesta dentro de una estructura tubular que constituye el árbol central 20, y una pluralidad de bobinas de selector 44 dispuestas en un alojamiento 18 que se encuentra dentro del extremo de baja temperatura del correspondiente primer o segundo cilindro 2a, 2b (véanse también las Figs. 1, 2 y 6).

La barra de selector 22, la cual está hecha de un material ferromagnético tal como por ejemplo una aleación de hierro-níquel, está dispuesta de manera que puede girar coaxialmente en el interior de un tubo de baja fricción 21, hecho por ejemplo de politetrafluoroetileno, y el un tubo de baja fricción 21está instalado a su vez dentro de la estructura tubular del árbol central 20, la cual está hecha por ejemplo de polieteretercetona. La barra de selector 22 tiene un extremo soportado por un elemento de soporte y guía 25 y otro extremo provisto de un fileteado de rosca acoplado al fileteado de rosca existente en un extremo libre del tubo de conexión 37, de modo que la barra de selector 22 está firmemente fijada al disco selector 36. La barra de selector 22 tiene además una porción estriada 22a provista de una pluralidad de estrías longitudinales (Fig. 7).

El alojamiento 18 comprende una caja 18a (Fig. 7) y una tapa 18b (Fig. 8) hechas de un material de alta permeabilidad magnética, tal como por ejemplo mu-metal. La caja 18a y la tapa 18b tienen unos orificios 46 coincidentes en los que se instalan unos tornillos de apriete 19 (Fig. 2) que mantienen el alojamiento 18 cerrado y que fijan el alojamiento 18 a las juntas de estanqueidad 26. La caja 18a y la tapa 18b pueden ser selladas adicionalmente mediante una resina epoxi a fin de que no pueda entrar el fluido frío en el alojamiento 18. La caja 18a y la tapa 18b comprenden unos respectivos orificios centrales mutuamente alineados y coaxiales con el eje central por donde se desplaza el árbol central 20 en su movimiento de vaivén. Entre los orificios centrales de la caja 18a y la tapa 18b y una superficie exterior de la estructura tubular del árbol central 20 están dispuestos unos anillos de estanqueidad 43, hechos de material polimérico.

Las bobinas de selector 44, las cuales están hechas de hilo conductor eléctrico, están distribuidas radialmente, por ejemplo a intervalos angulares iguales, alrededor de los orificios centrales de la caja 18a y la tapa 18b, y por consiguiente alrededor de una porción del árbol central 20. La porción estriada 22a de la barra de selector 22 está dispuesta en la porción del árbol central 20 rodeada por las bobinas de selector 44. La caja 18a tiene un orificio adicional al

que está conectado, por ejemplo por soldadura, un conducto 48 hecho de mu-metal, en el interior del cual se encuentra otro conducto protector 47, hecho de material polimérico tal como por ejemplo polietertercetona. Dentro del conducto protector 47 están alojados unos cables de conexión 45 que conectan las bobinas de selector 44 a la unidad central de procesamiento 17.

En el ejemplo ilustrado en las Figs. 1 y 2 hay dos barras de selector 22 individuales, cada una fijada al disco selector 36 de uno de los primer y segundo pistones 6a, 6b, y dos dispositivos selectores 69 independientes, cada uno asociado a una de las dos barras de lector 22. No obstante, un experto en la técnica comprenderá que, alternativamente, podría haber una única barra de selector 22 fijada por sus dos extremos a los discos selectores 36 de ambos primer y segundo pistones 6a, 6b, en cuyo caso un único dispositivo actuador de selector 69 común para los discos de selector de ambos primer y segundo pistones 6a, 6b sería suficiente a condición de que la disposición de los elementos magnetocalóricos 40 en los primer y segundo pistones 6a, 6b fuera la misma.

Cuando, bajo el control de la unidad central de procesamiento 17, una corriente eléctrica es aplicada a una o más de las bobinas de selector 44, las bobinas de selector 44 producen un efecto de rotación a la barra de selector 22 ferromagnética similar a un motor paso a paso del tipo de los que son utilizados cuando se requieren movimientos de giro muy precisos.

Este motor paso a paso tiene la habilidad de hacer girar la barra de selector 22 un ángulo deseado en función del número de pulsos eléctricos aplicados a las bobinas de selector 44, o de enclavar la barra de selector 22 en una posición angular fija si una o más de las bobinas de selector 44 permanecen energizadas, o de dejar la barra de selector 22 en giro libre si no circula corriente por ninguna de las bobinas de selector 44. Esto permite seleccionar la posición angular de las aberturas radiales 66 de los discos de selector 36 en relación con las aberturas radiales 65a, 65b de los primer y segundo discos extremos 35a, 35b de los primer y segundo pistones 6a, 6b.

El disco selector 36 permite que el fluido caliente alcance sólo a los elementos magnetocalóricos 40 seleccionados, de modo que éstos son atraídos por el campo magnético generado por el dispositivo de aplicación de campo magnético 62a, y al mismo tiempo proporciona un escudo magnético que impide que el campo magnético generado por el dispositivo de aplicación de campo magnético 62a alcance a los elementos magnetocalóricos 40 que no se encuentran en contacto con el fluido caliente, lo que asegura que éstos no afecten al funcionamiento de los que sí están en contacto con el fluido caliente.

La unidad central de procesamiento 17 dispone de un conjunto de programas informáticos

mediante los cuales realiza la selección de la posición angular de los discos selectores 36, y por consiguiente de los elementos magnetocalóricos 40 que van a estar en contacto con el fluido caliente, en función de una información relativa a las temperaturas en los extremos de alta y baja temperatura del correspondiente cilindro 2a recibida de las sondas de temperatura 7a, 7b y de las temperaturas de Curie de los diferentes elementos magnetocalóricos 40.

Opcionalmente, la unidad central de procesamiento puede incluir una conexión de red inalámbrica mediante la cual se puede conectar con un ordenador central que recoge toda la información, de tal manera que pueden disponerse una pluralidad de motores termomagnéticos basados en el motor termomagnético 300 de la presente invención y esta pluralidad de motores termomagnéticos pueden enviar la información al ordenador central.

En relación con las Figs. 9, 10 y 11 se describe ahora la configuración del primer dispositivo de aplicación de campo magnético 62a, teniendo en cuenta que el segundo dispositivo de aplicación de campo magnético 62b es simétrico, por lo que su descripción será omitida.

Cada uno de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético 62a, 62b comprende una pluralidad de imanes permanentes de generación magnética 8a dispuestos adyacentes unos a otros en forma de anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro 2a, 2b. Las polaridades norte y sur de cada uno de los imanes permanentes de generación magnética 8a (indicadas mediante unas flechas en la Fig. 11) están dispuestas a propósito para crear un dipolo magnético cuyas polaridades norte y sur están en posiciones diametralmente opuestas de la forma de anillo. En consecuencia, las polaridades norte y sur del dipolo magnético están dispuesta en unas posiciones diametralmente opuestas en relación con el correspondiente primer o segundo cilindro 2a, 2b, de manera que un flujo de campo magnético atraviesa transversalmente el correspondiente primer o segundo cilindro 2a, 2b entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético.

La pluralidad de imanes permanentes de generación magnética 8a están alojados en una matriz de alta permeabilidad magnética 9a hecha de un material de alta permeabilidad magnética, tal como por ejemplo mu-metal, y la matriz de alta permeabilidad magnética 9a está a su vez dentro de matriz de material polimérico 10a, hecha por ejemplo de polieteretercetona. La matriz de alta permeabilidad magnética 9a tiene dos aberturas 39 diametralmente opuestas en posiciones coincidentes con las polaridades norte y sur del dipolo magnético. Cada uno de los cilindros 2a, 2b comprende unas aberturas diametralmente opuestas en las que están dispuestas unas secciones de material polimérico 52 (Figs. 1 y 2) posicionadas en coincidencia con las aberturas 39 de la matriz de alta permeabilidad magnética 9a.

La matriz de material polimérico 10a comprende dos conductos de guía 67 diametralmente opuestos, los cuales están orientados en direcciones paralelas al eje central y posicionados en coincidencia con las aberturas 39 de la matriz de alta permeabilidad magnética 9a. La matriz de alta permeabilidad magnética 9a y la matriz de material polimérico 10a definen un cuerpo en forma de caja (Fig. 9) que se cierra mediante una tapa (Fig. 10) que comprende una primera lámina 9b hecha de un material con alta permeabilidad magnética, tal como mu-metal recubierta de una segunda lámina 10b, hecha por ejemplo de un material polimérico tal como polieteretercetona, de forma que la lámina de mu-metal está en contacto con los imanes de generación magnética 8a.

En los conductos de guía 67 están dispuestas de manera deslizante unas láminas de alta permeabilidad magnética 13 hechas, por ejemplo, de mu-metal. Cada una de las láminas de alta permeabilidad magnética 13 está conectada por un vástago 12 a un a un actuador lineal 11 fijado exteriormente al primer o segundo cilindro 2a, 2b por una bridas de fijación 51b y unos tornillos de apriete 15. Los actuadores lineales 11 están conectados a la unidad central de procesamiento 17 por unos cables de conexión 14.

La unidad central de procesamiento 17 controla, mediante el conjunto de programas informáticos, unos movimientos de los actuadores lineales entre una posición abierta, en la que las láminas de alta permeabilidad magnética 13 permiten el paso el flujo magnético entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético, y una posición cerrada, en la que las láminas de alta permeabilidad magnética 13 impiden el paso el flujo magnético entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético, a fin de que los elementos magnetocalóricos 40 de los primer y segundo pistones 6a, 6b puedan o no puedan trabajar con dicho dipolo magnético.

En una realización alternativa (no mostrada) cada uno de los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético 62a, 62b comprende un par de electroimanes provistos de unos respectivos núcleos ferromagnéticos de forma semicircular enfrentados por sus extremos formando un anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro 2a, 2b, estando los núcleos ferromagnéticos envueltos por unas respectivas bobinas alimentadas eléctricamente que inducen el dipolo magnético en los extremos enfrentados de los núcleos ferromagnéticos.

De nuevo en relación con la Fig. 1, el motor termomagnético de la presente invención puede incluir opcionalmente un motor generador eléctrico lineal 63 dispuesto en el cilindro estructural intermedio 1 entre los primer y segundo cilindros 2a, 2b. Este motor generador eléctrico lineal 63 comprende un estator soportado en el cilindro estructural intermedio 1 y una corredera magnética 68 fijada a una porción del árbol central 20 situada dentro del

cilindro estructural intermedio 1. Cuando el motor termomagnético 300 está parado, el motor generador eléctrico lineal 63 actúa como un motor de arranque a partir de una energía eléctrica suministrada al estator. Cuando el motor termomagnético 300 está en funcionamiento, el motor generador eléctrico lineal 63 actúa como un generador de energía eléctrica a partir del movimiento de vaivén de la corredera magnética 68, la cual se mueve junto con los primer y segundo pistones 6a, 6b.

En la realización mostrada en las Figs. 1 y 2, el estator del motor generador eléctrico lineal 63 comprende un cable bobinado 23 conductor eléctrico dispuesto alrededor del eje central en un cilindro 27, hecho preferiblemente de polieteretercetona, fijado en el interior del cilindro estructural intermedio 1 mediante unos soportes 28, y la corredera magnética 68 comprende una pluralidad de imanes permanentes de motor generador 8b dispuestos en una matriz polimérica 29 fijada árbol central 20. El cable bobinado 23 está provisto de unos bornes de conexión 23a, 23b.

La Fig. 12 muestra la configuración de la matriz polimérica 29 de la corredera magnética 68, la cual comprende un elemento tubular interior, un elemento tubular exterior y una pluralidad de tabiques radiales que conectan los elementos tubulares interior y exterior. El elemento tubular interior define un compartimento central axial en el que está alojada una barra de alta permeabilidad magnética 31, hecha por ejemplo de mu-metal, que tiene un agujero central ajustado alrededor del árbol central 20, los elementos tubulares interior y exterior y los tabiques definen unos compartimientos longitudinales alrededor del compartimento central axial en los que están dispuestos la pluralidad de imanes permanentes de motor generador 8b. Ambos extremos del compartimento central axial y de los compartimientos longitudinales están cerrados y sellados por unas tapas de alta permeabilidad magnética 32. Las tapas de alta permeabilidad magnética 32 tienen unas aberturas centrales ajustadas alrededor del árbol central 20.

En el ejemplo ilustrado, la matriz polimérica 29 comprende cuatro de los compartimientos longitudinales y, tal como ilustra la Fig. 13, los imanes permanentes de motor generador 8b están dispuestos en siete bloques 64 situados consecutivamente adyacentes en la dirección axial. Cada bloque 64 está formado por cuatro imanes permanentes de motor generador 8b, cada uno dispuesto en uno de los cuatro compartimientos longitudinales formando un anillo alrededor del compartimento central axial. Las polaridades norte y sur (indicadas mediante unas flechas en la Fig. 13) de los imanes permanentes de motor generador 8b están dispuestas en cada bloque 64 de manera que intensifican el campo magnético en unas direcciones axiales a lo largo de la barra de alta permeabilidad magnética 31.

En una realización alternativa (no mostrada), el estator del motor generador eléctrico lineal 63 comprende un cable bobinado 23 dispuesto en el cilindro estructural intermedio 1 alrededor del eje central y provisto de unos bornes de conexión 23a, 23b, de manera análoga a la mostrada en la Fig. 1, y la corredera magnética 68 del motor generador eléctrico lineal 63 comprende un núcleo ferromagnético rodeado por una pluralidad de bobinas de corredera a las que se aplica una corriente eléctrica para generar un campo magnético en el núcleo ferromagnético.

En esta realización alternativa, el movimiento de vaivén de la corredera magnética hecha de bobinas crea un campo magnético variable en el cable bobinado 23 que actúa de estator, de tal manera que la energía del campo magnético inducido en las bobinas de la corredera magnética más la suma de la energía del movimiento de los campos magnéticos inducidos en las bobinas de la corredera magnética crean una energía eléctrica en el cable bobinado 23 que actúa de estator mayor que con la corredera magnética 68 de imanes permanentes.

Tal como muestran las Figs. 1 y 2, el motor termomagnético de la presente invención incluye preferiblemente un amortiguador 3 dispuesto dentro de cada uno de los primer y segundo cilindros 2a, 2b, en el extremo de alta temperatura del mismo, de manera que el amortiguador 3 hacer contacto con el correspondiente primer o segundo pistón 6a, 6b cuando el mismo alcanza su posición más cercana al correspondiente extremo de alta temperatura.

Cada amortiguador 3 comprende un elemento de tope fijado a un vástago retráctil montado de manera deslizante en un soporte entre dos posiciones límite, y un elemento elástico que impulsa el vástago retráctil hacia fuera del soporte a una posición de reposo. El vástago se retrae a una posición de trabajo comprimiendo el elemento elástico cuando es empujado hacia dentro del soporte por el correspondiente primer o segundo pistón 6a, 6b. El vástago retráctil, o el elemento de tope, o tanto el vástago retráctil como el elemento de tope incluyen preferiblemente un material ferromagnético y están dispuestos entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético cuando se encuentran en la posición de reposo, mientras que cuando se encuentran en la posición de trabajo y están apartados del flujo magnético entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético.

En la realización alternativa (no mostrada pero descrita más arriba) que incluye electroimanes en los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético 62a, 62b, los electroimanes comprendidos en los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético 62a, 62b tienen unos núcleos ferromagnéticos envueltos por unas primera bobinas alimentadas eléctricamente que generan el dipolo magnético y unas segundas

bobinas. Cuando el vástago retráctil y el elemento de tope, los cuales incluyen un material ferromagnético, se mueven en vaivén entre la posición de reposo y la posición de trabajo, las segundas bobinas generan una corriente eléctrica que puede ser utilizada para alimentar las primeras bobinas.

El motor termomagnético 300 de la presente invención puede utilizar como fuentes de suministro de fluido frío y fluido caliente fuentes de energía renovables, como la energía maremotérmica y la energía geotérmica, entre otras. Por ejemplo, en una realización los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b están conectados a una fuente de suministro de agua a alta temperatura captada de una capa oceánica superficial y los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b están conectados a una fuente de suministro de agua a baja temperatura captada de una capa oceánica profunda o a una fuente de suministro de aire atmosférico captado del ambiente.

A modo de ejemplo, la Fig. 14 ilustra una aplicación del motor termomagnético 300 de la presente invención a un sistema de desalinización de agua de mar y producción de energía basado en la diferencia de temperatura del agua en una capa superficial del mar y el aire del ambiente.

En el sistema de la Fig. 14, agua salada captada desde una capa superficial de un mar o un océano es introducida a un intercambiador de presión de agua 308 a través de un conducto de suministro de agua 408 y el agua salada es expulsada del intercambiador de presión de agua 308 a través de un conducto 410 hacia un eyector de entrada de agua 302. El agua salada recibida es enviada a través de un conducto 412 desde el eyector de entrada de agua 302 a una celda de membrana de filtración de agua 304 donde el agua salada es filtrada y desalinizada. El agua desalinizada que sale de la celda de membrana de filtración de agua 304 a través de un conducto 402 es succionada como el fluido caliente por el motor termomagnético 300 de la presenta invención en el extremo de alta temperatura de los primer y segundo los cilindros 2a, 2b a través de los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b.

El agua desalinizada que es expulsada del extremo de alta temperatura de los primer y segundo los cilindros 2a, 2b del motor termomagnético 300 a través de los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b es recogida en un conducto colector 401 e introducida en un eyector de salida de agua 301. El agua desalinizada que sale del eyector de salida de agua 301 es introducida a un intercambiador de presión de agua 308 a través de un conducto 405 y el agua desalinizada recibida por intercambiador de presión de agua 308 es expulsa a través de un conducto de expulsión de agua 406. El agua

desalinizada expulsada a través del conducto de expulsión de agua 406 puede ser aprovechada para usos domésticos, industriales, agrícolas y/o ganaderos, entre otros.

Un agua con una elevada concentración de sal proveniente de la celda de membrana de filtración de agua 304 es circulada a través de un conducto 414 hasta una válvula de recirculación 306. Mediante esta válvula de recirculación 306, el agua con una elevada concentración de sal puede ser recirculada de nuevo hacia el eyector de entrada de agua 302 a través de un conducto 416. Cuando el agua recirculada llega al máximo nivel de saturación en sales se evacúa a través de la válvula de recirculación 306 a un conducto de evacuación para posteriormente ser aprovechada por la industria como salmuera.

Un aire atmosférico captado del aire ambiente es introducido en un intercambiador de presión de aire 309 a través de un conducto 409, y desde el intercambiador de presión de aire 309 el aire atmosférico es dirigido a un eyector de aire 303 a través de un conducto 411. El aire atmosférico que sale del eyector de aire 303 es dirigido a través de un conducto 413 a una celda de membrana de filtración de aire 305 donde el aire atmosférico es filtrado para obtener una mezcla de gases rica en oxígeno, nitrógeno y argón. Esta mezcla de gases rica en oxígeno, nitrógeno y argón sale de la celda de membrana de filtración de aire 305 a través de un conducto 403 y es succionada como el fluido frío por el motor termomagnético 300 en el extremo de baja temperatura de los primer y segundo los cilindros 2a, 2b a través de los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b.

La mezcla de gases rica en oxígeno, nitrógeno y argón salen del motor de la invención 300 a través de los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b y es dirigida a través de un conducto 400 al segundo intercambiador de presión 309. Desde el segundo intercambiador de presión 309, la mezcla de gases rica en oxígeno, nitrógeno y argón es expulsada a través de un conducto de expulsión de gases 407. La mezcla de gases rica en oxígeno, nitrógeno y argón expulsada a través del conducto de expulsión de gases 407 puede ser enviada a un equipo de separación de gases donde el oxígeno, el nitrógeno y el argón son separados para una posterior utilización.

Un remanente de oxígeno, nitrógeno y argón, junto con otros gases que no han pasado a través de la celda de membrana de filtración de aire 305 son recirculados través de un conducto 415 hasta una válvula de recirculación de aire 307. Mediante esta válvula de recirculación de aire 307, el remanente de oxígeno, nitrógeno, argón y otros gases puede ser recirculado de nuevo hacia el eyector de entrada de aire 303 a través de un conducto 417. Cuando el Oxígeno, el nitrógeno y el argón recirculados llegan al máximo nivel de saturación en gases tales como dióxido de carbono, cloro, bromo y otros gases nobles,

estos son evacuados a través de la válvula de recirculación 307 a un conducto de evacuación de gases 419 para posteriormente ser aprovechados por la inductria. Un vapor de agua que sale de la celda de membrana de filtración de aire 305 es dirigido al eyector de salida de agua 301 a través de un conducto de evacuación de agua 404.

Las Figs. 15 y 16 ilustran el motor termomagnético 300 de la presente invención aplicado a un ciclo de calefacción y un ciclo de refrigeración, respectivamente, que aprovechan un gradiente de temperaturas existente entre el aire atmosférico del ambiente y el subsuelo. En las Figs. 15 y 16 se han representado esquemáticamente los primer y segundo cilindros 2a, 2b del motor termomagnético 300 divididos en unas respectivas secciones calientes, adyacente a los extremos de alta temperatura, y unas respectivas secciones frías, adyacentes a los extremos de baja temperatura. Las secciones calientes y frías están indicadas mediante diferentes sombreados.

En ambos ciclos de calefacción y refrigeración, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b, los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b, los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b forman parte de un circuito cerrado 70 por donde circula un fluido caloportador. Este circuito cerrado 70 incluye un intercambiador de calor aéreo 71 dispuesto en un aire ambiente 501 para intercambiar calor entre el fluido caloportador y el aire atmosférico ambiente, y un intercambiador de calor subterráneo 72 dispuesto en un subsuelo 502 para intercambiar calor entre el fluido caloportador y el subsuelo.

En el ciclo de calefacción mostrado en la Fig. 15, la temperatura del subsuelo es superior a la temperatura del aire ambiente. En consecuencia, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b están conectados a una salida del intercambiador de calor subterráneo 72 donde el fluido caloportador es calentado, y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b están conectados a una entrada del intercambiador de calor aéreo 71. Los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b están conectados a una salida del intercambiador de calor aéreo 71 donde el fluido caloportador es enfriado, y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b están conectados a una entrada del intercambiador de calor subterráneo 72.

En el ciclo de refrigeración mostrado en la Fig. 16, la temperatura del subsuelo es inferior a la temperatura del aire ambiente. En consecuencia, los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b están conectados a una salida del intercambiador de calor aéreo 71 donde el fluido caloportador es calentado, y los primer y segundo conductos

de evacuación de fluido caliente 56a, 56b están conectados a una entrada del intercambiador de calor subterráneo 72. Los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b están conectados a una salida del intercambiador de calor subterráneo 72 donde el fluido caloportador es enfriado, y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b están conectados a una entrada del intercambiador de calor aéreo 71.

De hecho, una misma instalación puede servir tanto para el ciclo de calefacción mostrado en la Fig. 15 como para el ciclo de refrigeración mostrado en la Fig. 16, teniendo en cuanta que, dado que las direcciones de circulación del fluido caloportador (indicado mediante flechas en las Figs. 15 y 16) son inversas en el ciclo de calefacción y en el ciclo de refrigeración:

- los conductos que actúan como conductos de suministro de fluido caliente en el ciclo de calefacción (primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b; Fig. 15) actúan como conductos de evacuación de fluido caliente en el ciclo de refrigeración (primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b; Fig. 16);

- los conductos que actúan como conductos de evacuación de fluido caliente en el ciclo de calefacción (primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente 56a, 56b; Fig. 15) actúan como conductos de suministro de fluido caliente en el ciclo de refrigeración (primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente 54a, 54b; Fig. 16);

- los conductos que actúan como conductos de suministro de fluido frío en el ciclo de calefacción (primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b; Fig. 15) actúan como conductos de evacuación de fluido frío en el ciclo de refrigeración (primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b; Fig. 16);

- los conductos que actúan como conductos de evacuación de fluido frío en el ciclo de calefacción (primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío 60a, 60b; Fig. 15) actúan como conductos de suministro de fluido frío en el ciclo de refrigeración (primer y segundo conductos de suministro de fluido frío 58a, 58b; Fig. 16);

- las válvulas que actúan como válvulas de entrada del fluido caliente en el ciclo de calefacción (primera y segunda válvulas anti retorno 55a, 55b: Fig. 15) actúan como válvulas de salida del fluido caliente en el ciclo de refrigeración (primera y segunda válvulas anti retorno 57a, 57b: Fig. 16);

- las válvulas que actúan como válvulas de salida del fluido caliente en el ciclo de calefacción (primera y segunda válvulas anti retorno 57a, 57b: Fig. 15) actúan como válvulas de entrada del fluido caliente en el ciclo de refrigeración (primera y segunda válvulas anti retorno 55a, 55b: Fig. 16);

- las válvulas que actúan como válvulas de entrada del fluido frío en el ciclo de calefacción (primera y segunda válvulas anti retorno 59a, 59b: Fig. 15) actúan como válvulas

de salida del fluido frío en el ciclo de refrigeración (primera y segunda válvulas anti retorno 61a, 61b: Fig. 16);

- las válvulas que actúan como válvulas de salida del fluido frío en el ciclo de calefacción (primera y segunda válvulas anti retorno 61a, 61b: Fig. 15) actúan como válvulas de entrada del fluido frío en el ciclo de refrigeración (primera y segunda válvulas anti retorno 59a, 59b: Fig. 16).

REIVINDICACIONES

1.- Motor termomagnético comprendiendo:

unos primer y segundo cilindros (2a, 2b) de doble efecto, cada uno de los cuales tiene un extremo de alta temperatura al que se suministra un fluido caliente mediante un dispositivo de circulación de fluido caliente y un extremo de baja temperatura al que se suministra un fluido frío mediante un dispositivo de circulación de fluido frío;

unos primer y segundo pistones (6a, 6b) insertados de manera deslizante en dichos primer y segundo cilindros (2a, 2b), donde dichos primer y segundo pistones (6a, 6b) están vinculados mecánicamente entre sí de manera que cuando el primer pistón (6a) se encuentra adyacente al extremo de alta temperatura del primer cilindro (2a) el segundo pistón (6b) se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro (2b), y cuando el primer pistón (6a) se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del primer cilindro (2a) el segundo pistón (6b) se encuentra adyacente al extremo de baja temperatura del segundo cilindro (2b);

unos elementos magnetocalóricos dispuestos en los primer y segundo pistones (6a, 6b), teniendo dichos elementos magnetocalóricos una temperatura de Curie situada entre una temperatura existente en el extremo de alta temperatura y una temperatura existente en el extremo de baja temperatura; y

unos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético (62a, 62b) dispuestos en el exterior de dichos extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros (2a, 2b),

caracterizado por que:

al menos uno de dichos primer y segundo pistones (6a, 6b) tiene una pluralidad de compartimentos longitudinales distribuidos alrededor de un eje central, teniendo dichos compartimentos longitudinales unos extremos axiales abiertos opuestos; y

una pluralidad de dichos elementos magnetocalóricos (40) provistos de diferentes temperaturas de Curie están alojados en dichos compartimentos longitudinales con sus extremos axiales opuestos expuestos en dichos extremos axiales abiertos, con lo que el fluido caliente y el fluido frío existentes en el interior de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) pueden estar en contacto directo con dichos extremos axiales opuestos expuestos de dicha pluralidad de elementos magnetocalóricos (40);

y por comprender un dispositivo selector que de manera automática selecciona cuáles de los elementos magnetocalóricos (40) alojados en los compartimentos de dicho al menos uno de los primer y segundo pistones (6a, 6b) van a estar en contacto directo con el fluido caliente y cuáles no en función de las temperaturas de los fluidos caliente y frío y de las temperaturas de Curie de los diferentes elementos magnetocalóricos (40), y que pone el fluido caliente en

contacto con los elementos magnetocalóricos (40) seleccionados.

2.- Motor termomagnético según la reivindicación 1, en donde dispositivo selector comprende un disco selector (36) hecho de un material con alto diamagnetismo soportado de manera que puede girar coaxialmente en un extremo de lado caliente del primer y/o segundo pistón (6a, 6b), teniendo dicho disco selector (36) unas aberturas radiales (66) distribuidas alrededor de dicho eje central, siendo el número de dichas aberturas radiales (66) menor que el número de compartimentos longitudinales, y un dispositivo actuador de selector (69) que hace girar el disco selector (36) en cooperación con unas sondas de temperatura (7a, 7b) y una unidad central de procesamiento (17) para enfrentar las aberturas radiales (66) del disco selector (36) a unos compartimentos longitudinales del primer y/o segundo pistón (6a, 6b) seleccionados de modo que el fluido caliente sólo está en contacto directo a través de dichas aberturas radiales (66) con algunos de los elementos magnetocalóricos (40) seleccionados en función de su temperatura de Curie.

3.- Motor termomagnético según la reivindicación 1 o 2, en donde los primer y segundo cilindros (2a, 2b) están mutuamente alineados y los primer y segundo pistones (6a, 6b) están conectados a extremos opuestos de un árbol central (20).

4.- Motor termomagnético según la reivindicación 3, en donde dicho árbol central (20) comprende una estructura tubular y al menos una barra de selector (22) hecha de un material ferromagnético está dispuesta de manera que puede girar coaxialmente en el interior de dicha estructura tubular del árbol central (20), estando dicha barra de selector (22) conectada por al menos uno de sus extremos al disco selector (36) de al menos uno de los primer y segundo pistones (6a, 6b).

5.- Motor termomagnético según la reivindicación 4, en donde la barra de selector (22) tiene una porción estriada (22a) provista de una pluralidad de estrías longitudinales, y dicho dispositivo actuador de selector (69) comprende una pluralidad de bobinas de selector (44) hechas de hilo conductor eléctrico dispuestas en un alojamiento (18) dentro del extremo de baja temperatura de uno de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) y distribuidas radialmente alrededor de una porción del árbol central (20) dentro de la cual se encuentra dicha porción estriada (22a) de la barra de selector (22), y unos cables de conexión (45) que conectan dichas bobinas de selector (44) a dicha unidad central de procesamiento (17).

6.- Motor termomagnético según la reivindicación 5, en donde la barra de selector (22) está conectada al disco selector (36) por medio de un tubo de conexión (37) hecho de un material de alta permeabilidad magnética y dicho alojamiento (18) comprende una caja (18a) y una tapa

(18b) hechas de un material de alta permeabilidad magnética.

7.- Motor termomagnético según la reivindicación 2, en donde dichas sondas de temperatura (7a, 7b) comprenden una sonda de temperatura (7a) dispuesta en el extremo de alta temperatura y otra sonda de temperatura (7b) dispuesta en el extremo de baja temperatura del primer y/o segundo cilindros (2a, 2b), y las sondas de temperatura (7a, 7b) están conectadas a dicha unidad central de procesamiento (17) por unos cables de conexión (14).

8.- Motor termomagnético según la reivindicación 1 o 2, en donde cada uno de dichos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético (62a, 62b) está configurado para crear un dipolo magnético que tiene sus polaridades norte y sur dispuestas entre dos posiciones diametralmente opuestas en relación con el correspondiente primer o segundo cilindro (2a, 2b), de manera que un flujo de campo magnético entre dichas polaridades norte y sur atraviesa transversalmente el correspondiente primer o segundo cilindro (2a, 2b).

9.- Motor termomagnético según la reivindicación 8, en donde cada uno de dichos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético (62a, 62b) comprende una pluralidad de imanes permanentes de generación magnética (8a) dispuestos adyacentes unos a otros en forma de anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro (2a, 2b), estando las polaridades norte y sur de cada uno de dichos imanes permanentes de generación magnética (8a) dispuestas para crear las polaridades norte y sur de dicho dipolo magnético en posiciones diametralmente opuestas de dicha forma de anillo.

10.- Motor termomagnético según la reivindicación 9, en donde dicha pluralidad de imanes permanentes de generación magnética (8a) están alojados en una matriz de alta permeabilidad magnética (9a) hecha de un material de alta permeabilidad magnética y que tiene dos aberturas (39) diametralmente opuestas en posiciones coincidentes con las polaridades norte y sur de dicho dipolo magnético, y cada uno de los cilindros (2a, 2b) comprende unas aberturas diametralmente opuestas en las que están dispuestas unas secciones de material polimérico (52) posicionadas en coincidencia con dichas aberturas (39) de la matriz de alta permeabilidad magnética (9a).

11.- Motor termomagnético según la reivindicación 10, en donde la matriz de alta permeabilidad magnética (9a) está dispuesta en una matriz de material polimérico (10a) que comprende dos conductos de guía (67) diametralmente opuestos orientados en direcciones paralelas al eje central y posicionados en coincidencia con las aberturas (39) de la matriz de alta permeabilidad magnética (9a), unas láminas de alta permeabilidad magnética (13) están dispuestas de manera deslizante en dichos conductos de guía (67), cada una de dichas láminas de alta

permeabilidad magnética (13) está conectada a un a un actuador lineal (11) por un vástago (12), y dichos actuadores lineales (11) están conectados a dicha unidad central de procesamiento (17) por unos cables de conexión (14).

12.- Motor termomagnético según la reivindicación 8, en donde cada uno de dichos primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético (62a, 62b) comprende un par de electroimanes provistos de unos respectivos núcleos ferromagnéticos de forma semicircular enfrentados por sus extremos formando un anillo alrededor del correspondiente primer o segundo cilindro (2a, 2b), estando dichos núcleos ferromagnéticos envueltos por unas respectivas bobinas alimentadas eléctricamente que inducen dicho dipolo magnético en dichos extremos enfrentados de dichos núcleos ferromagnéticos.

13.- Motor termomagnético según la reivindicación 3, en donde cada uno de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) comprende en su interior un amortiguador (3) dispuesto para hacer contacto con el correspondiente primer o segundo pistón (6a, 6b) en el correspondiente extremo de alta temperatura.

14.- Motor termomagnético según la reivindicación 13, en donde cada uno de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) comprende en su interior un amortiguador (3) dispuesto para hacer contacto con el correspondiente primer o segundo pistón (6a, 6b) en el correspondiente extremo de alta temperatura, y cada amortiguador (3) comprende un elemento de tope fijado a un vástago retráctil montado de manera deslizante en un soporte y un elemento elástico que impulsa dicho vástago retráctil hacia fuera de dicho soporte, donde dicho vástago retráctil y/o dicho elemento de tope incluyen un material ferromagnético.

15.- Motor termomagnético según la reivindicación 13, en donde cada uno de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) comprende en su interior un amortiguador (3) dispuesto para hacer contacto con el correspondiente primer o segundo pistón (6a, 6b) en el correspondiente extremo de alta temperatura, y cada amortiguador (3) comprende un elemento de tope fijado a un vástago retráctil montado de manera deslizante en un soporte y un elemento elástico que impulsa dicho vástago retráctil ferromagnético hacia fuera de dicho soporte, donde dicho vástago retráctil y/o dicho elemento de tope incluyen un material ferromagnético, donde en una posición de reposo el vástago retráctil y/o el elemento de tope están dispuestos entre las polaridades norte y sur del dipolo magnético y el correspondiente primer o segundo pistón (6a, 6b) está apartado de las polaridades norte y sur del dipolo magnético, y en una posición de trabajo el vástago retráctil y/o el elemento de tope están apartados de las polaridades norte y sur del dipolo magnético y el correspondiente primer o segundo pistón (6a, 6b) está al menos en parte entre las polaridades norte y sur del dipolo

magnético, y donde los núcleos ferromagnéticos de los electroimanes comprendidos en los primer y segundo dispositivos de aplicación de campo magnético (62a, 62b) están envueltos por unas segundas bobinas que al moverse el vástago retráctil y el elemento de tope entre dichas posiciones de reposo y de trabajo generan una corriente eléctrica que alimenta las primeras bobinas.

16.- Motor termomagnético según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde un motor generador eléctrico lineal (63) está dispuesto entre los primer y segundo cilindros (2a, 2b), comprendiendo dicho motor generador eléctrico lineal (63) un estator soportado en un cilindro estructural intermedio (1) fijado coaxialmente a los primer y segundo cilindros (2a, 2b) y una corredera magnética (68) fijada a una porción de dicho árbol central (20) situada dentro de dicho cilindro estructural intermedio (1), donde dicho motor generador eléctrico lineal (63) actúa como un motor de arranque a partir de una energía eléctrica suministrada a dicho estator y como un generador de energía eléctrica a partir de un movimiento de vaivén de los primer y segundo pistones (6a, 6b).

17.- Motor termomagnético según la reivindicación 16, en donde dicho estator del motor generador eléctrico lineal (63) comprende un cable bobinado (23) dispuesto en el cilindro estructural intermedio (1) alrededor del eje central y provisto de unos bornes de conexión (23a, 23b), y dicha corredera magnética (68) del motor generador eléctrico lineal (63) comprende una pluralidad de imanes permanentes de motor generador (8b) dispuestos en una matriz polimérica (29) fijada árbol central (20).

18.- Motor termomagnético según la reivindicación 17, en donde dicha matriz polimérica (29) de la corredera magnética (68) comprende un elemento tubular interior, un elemento tubular exterior y una pluralidad de tabiques radiales que conectan dichos elementos tubulares interior y exterior, donde el elemento tubular interior define un compartimento central axial en el que está alojada una barra de alta permeabilidad magnética (31) que tiene un agujero central ajustado alrededor del árbol central (20), los elementos tubulares interior y exterior y dichos tabiques definen unos compartimientos longitudinales alrededor de dicho compartimento central axial en los que están dispuestos dicha pluralidad de imanes permanentes de motor generador (8b).

19.- Motor termomagnético según la reivindicación 18, en donde la matriz polimérica (29) comprende cuatro de dichos compartimientos longitudinales y los imanes permanentes de motor generador (8b) están dispuestos en siete bloques situados consecutivamente en la dirección axial, donde cada bloque está formado por cuatro imanes permanentes de motor generador (8b) dispuestos en los cuatro compartimientos longitudinales formando un anillo

alrededor del compartimento central axial.

20.- Motor termomagnético según la reivindicación 18 o 19, en donde ambos extremos de dicho compartimento central axial y de dichos compartimientos longitudinales están cerrados por unas tapas de alta permeabilidad magnética (32), teniendo dichas tapas de alta permeabilidad magnética (32) unas aberturas centrales ajustadas alrededor del árbol central (20).

21.- Motor termomagnético según la reivindicación 16, en donde dicho estator del motor generador eléctrico lineal (63) comprende un cable bobinado (23) dispuesto en el cilindro estructural intermedio (1) alrededor del eje central y provisto de unos bornes de conexión (23a, 23b), y dicha corredera magnética (68) del motor generador eléctrico lineal (63) comprende un núcleo ferromagnético rodeado por una pluralidad de bobinas de corredera a las que se aplica una corriente eléctrica para generar un campo magnético en dicho núcleo ferromagnético.

22.- Motor termomagnético según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho dispositivo de circulación de fluido caliente comprende unos primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente (54a, 54b) conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno (55a, 55b) y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente (56a, 56b) conectados a los extremos de alta temperatura de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno (57a, 57b), y dicho dispositivo de circulación de fluido frío comprende unos primer y segundo conductos de suministro de fluido frío (58a, 58b) conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno (59a, 59b) y unos primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío (60a, 60b) conectados a los extremos de baja temperatura de los primer y segundo cilindros (2a, 2b) a través de unas respectivas primera y segunda válvulas anti retorno (61a, 61b).

23.- Motor termomagnético según la reivindicación 22, en donde dichos primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente (54a, 54b) están conectados a una fuente de suministro de agua a alta temperatura captada de una capa oceánica superficial y dichos primer y segundo conductos de suministro de fluido frío (58a, 58b) están conectados a una fuente de suministro de agua a baja temperatura captada de una capa oceánica profunda o a una fuente de suministro de aire atmosférico captado del ambiente.

24.- Motor termomagnético según la reivindicación 22, en donde dichos primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente (54a, 54b), dichos primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente (56a, 56b), dichos primer y segundo conductos de suministro de fluido frío (58a, 58b) y dichos primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío (60a, 60b) forman parte de un circuito cerrado (70) por donde circula un fluido caloportador, incluyendo dicho circuito cerrado (70) un intercambiador de calor aéreo (71) dispuesto para intercambiar calor entre dicho fluido caloportador y el aire atmosférico, y un intercambiador de calor subterráneo (72) dispuesto para intercambiar calor entre dicho fluido caloportador y el subsuelo.

25.- Motor termomagnético según la reivindicación 24, en donde los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente (54a, 54b) están conectados a una salida de dicho intercambiador de calor subterráneo (72), los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente (56a, 56b) están conectados a una entrada de dicho intercambiador de calor aéreo (71), los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío (58a, 58b) están conectados a una salida del intercambiador de calor aéreo (71), y dichos primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío (60a, 60b) están conectados a una entrada del intercambiador de calor subterráneo (72).

26.- Motor termomagnético según la reivindicación 24, en donde los primer y segundo conductos de suministro de fluido caliente (54a, 54b) están conectados a una salida de dicho intercambiador de calor aéreo (71), los primer y segundo conductos de evacuación de fluido caliente (56a, 56b) están conectados a una entrada de dicho intercambiador de calor subterráneo (72), los primer y segundo conductos de suministro de fluido frío (58a, 58b) están conectados a una salida del intercambiador de calor subterráneo (72), y los primer y segundo conductos de evacuación de fluido frío (60a, 60b) están conectados a una entrada del intercambiador de calor aéreo (71).

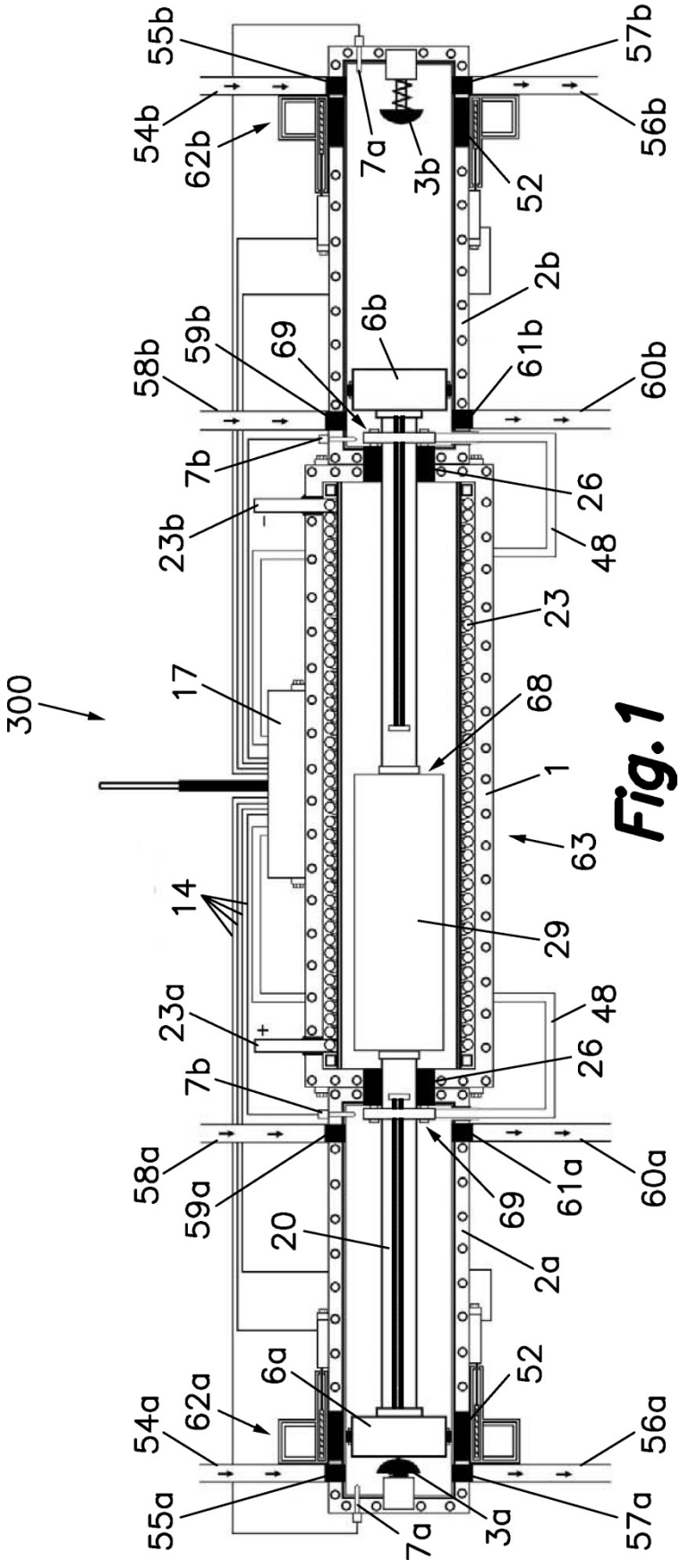
300
55b
57b
54b
56b
62b
7a
3b
52
2b
6b
69
59b
58b
61b
60b
7b
26
23b
48
23
17
68
1
63
14
29
23a
48
26
7b
58a
59a
69
61a
60a
20
2a
6a
52
54a
62a
56a
55a
7a
3a
57a

Fig. 1

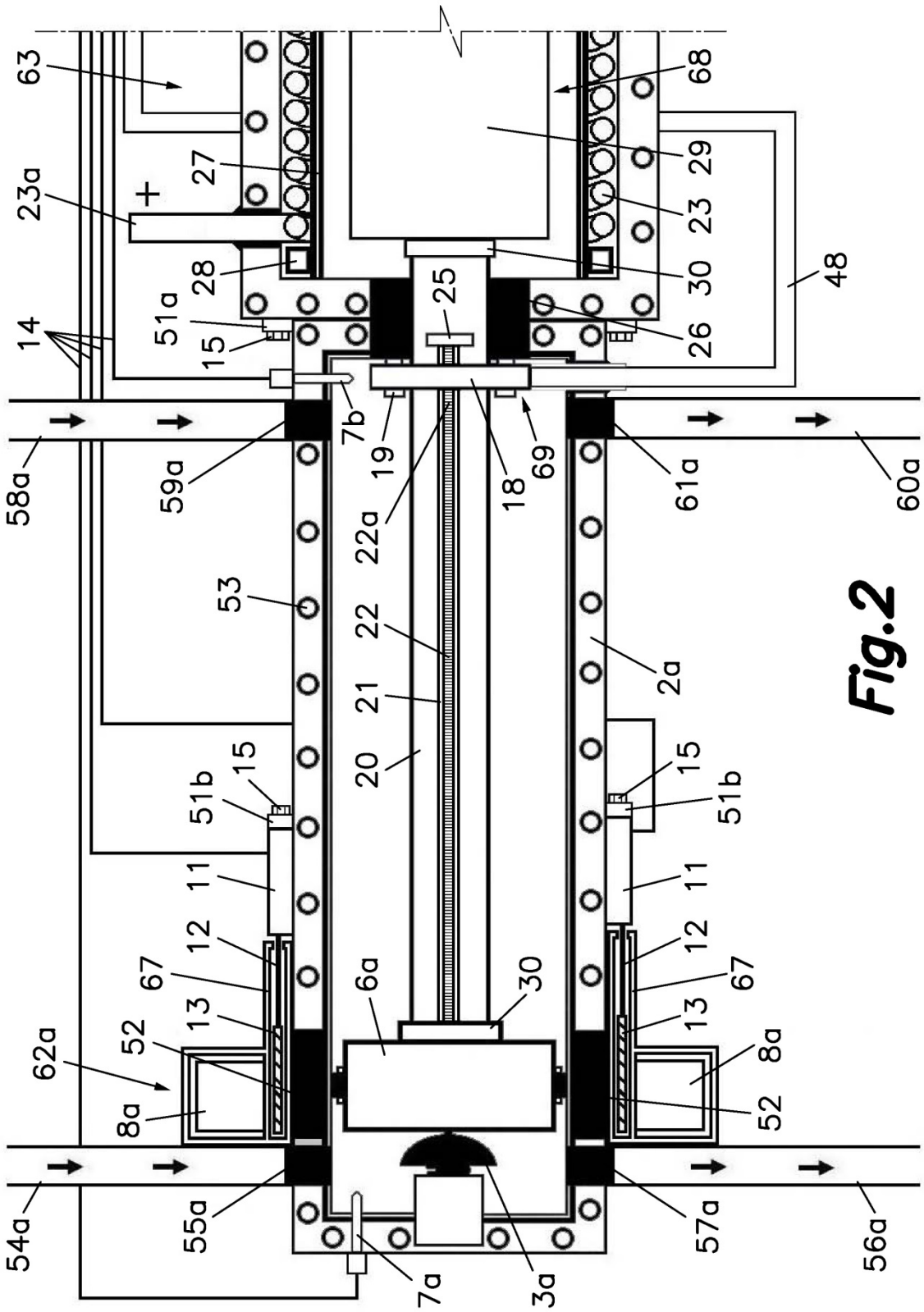
63
68
29
27
23a
23
30
28
25
48
51a
26
14
15
7b
19
69
58a
59a
22a
18
61a
60a
53
22
2a
21
20
15
51b
15
51b
11
11
12
12
67
67
6a
30
13
13
62a
52
8a
8a
52
54a
55a
57a
56a
7a
3a

Fig.2

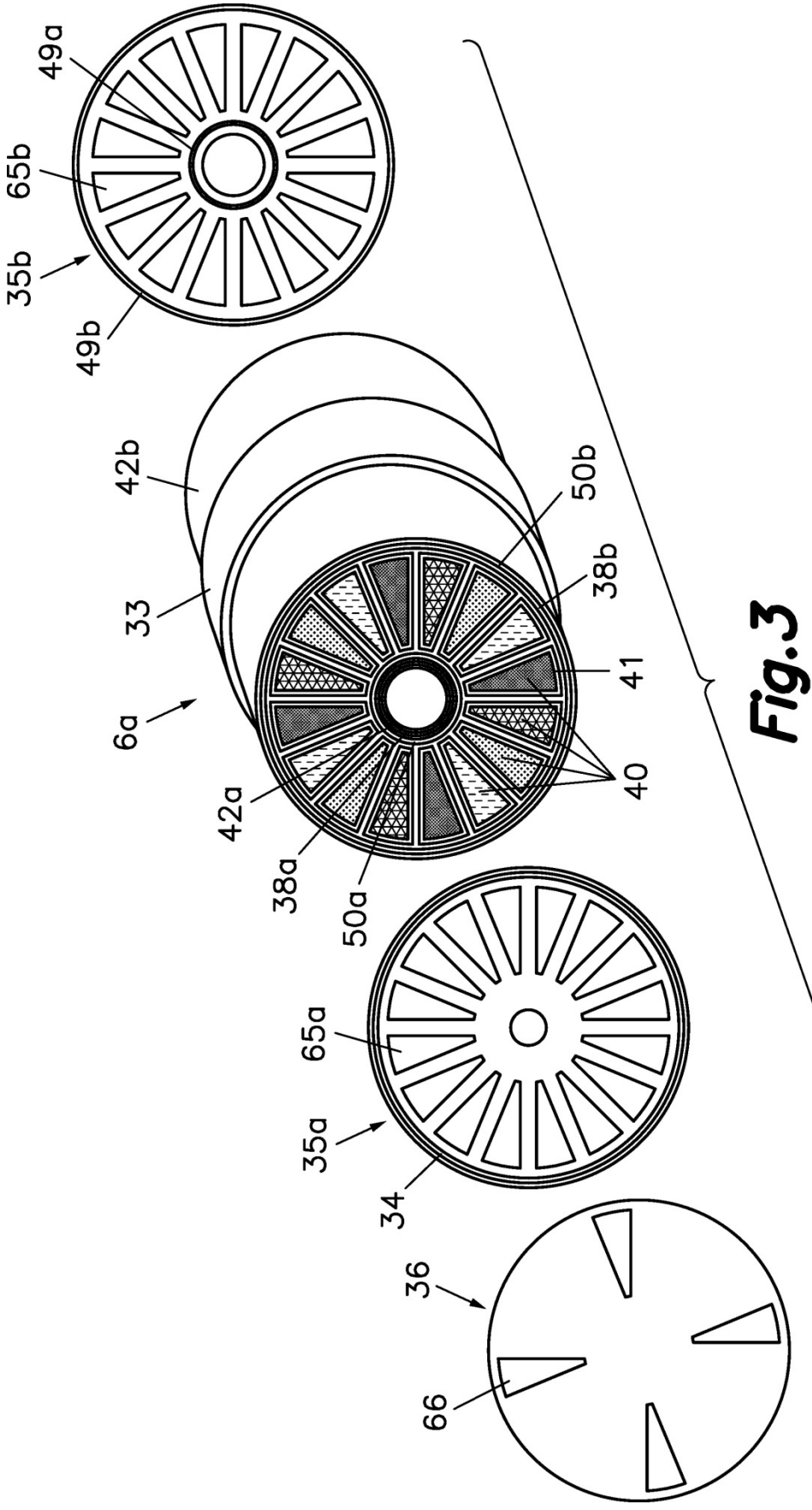
49a
65b
35b
49b
42b
50b
38b
33
41
6a
40
42a
38a
50a
65a
35a
34
36
66

Fig.3

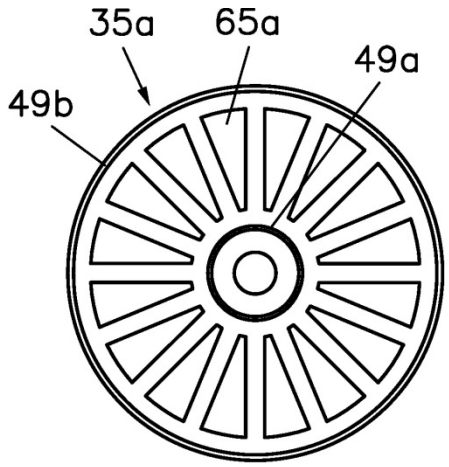

Fig.4

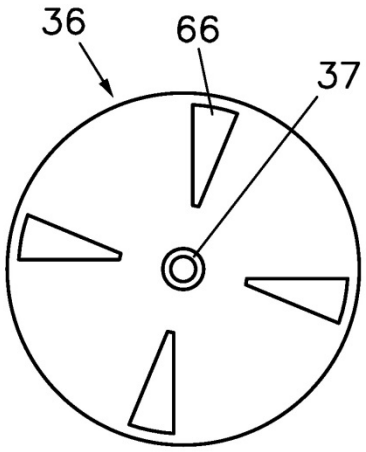

Fig.5

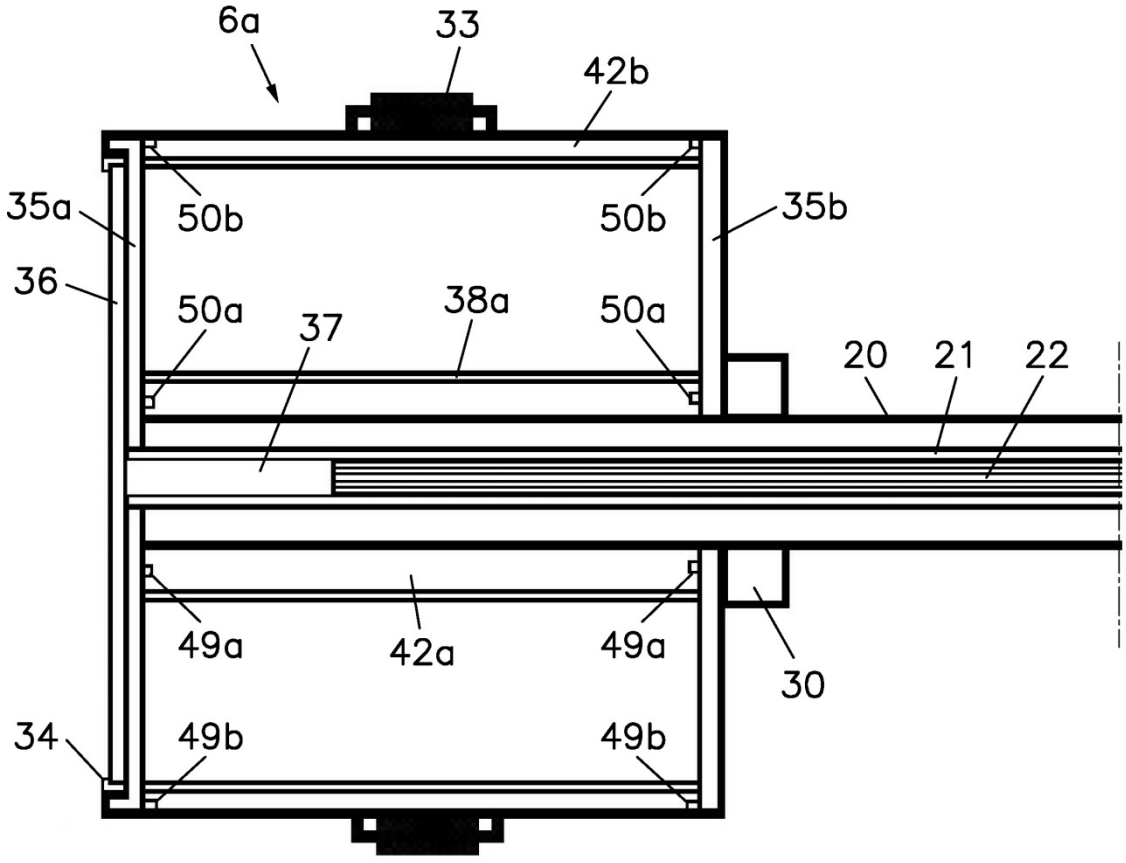

Fig.6

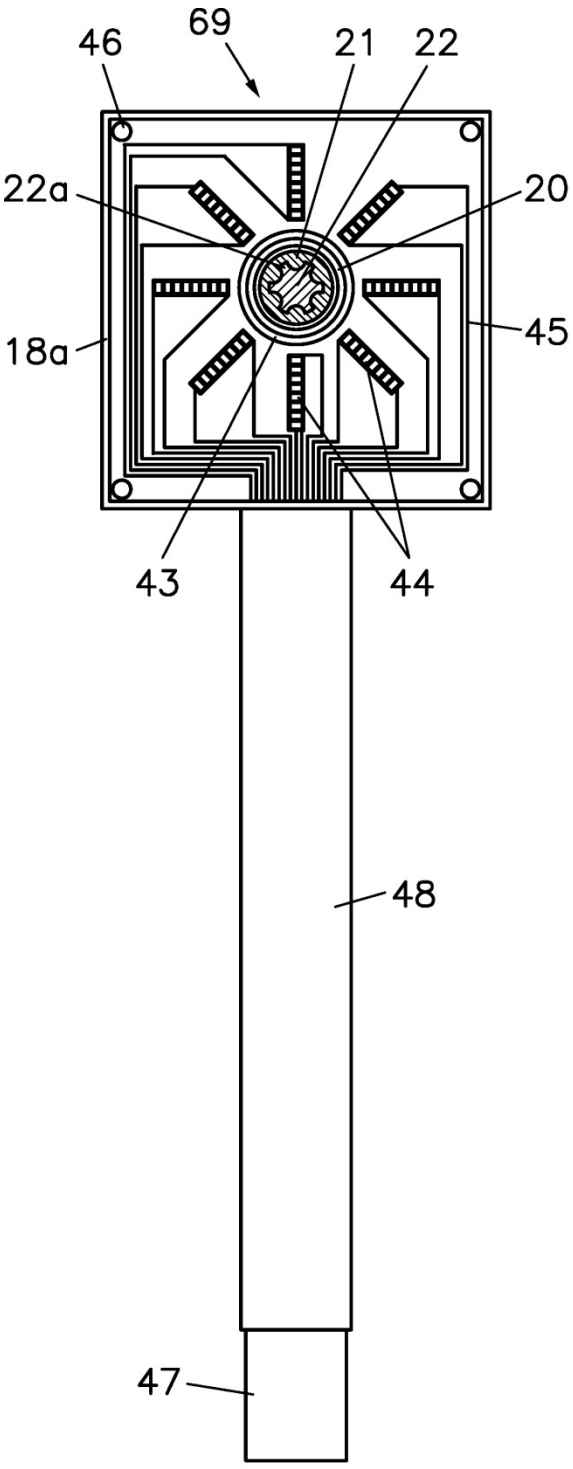

Fig.7

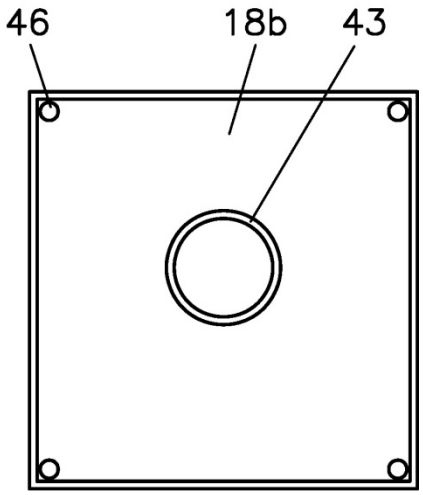

Fig.8

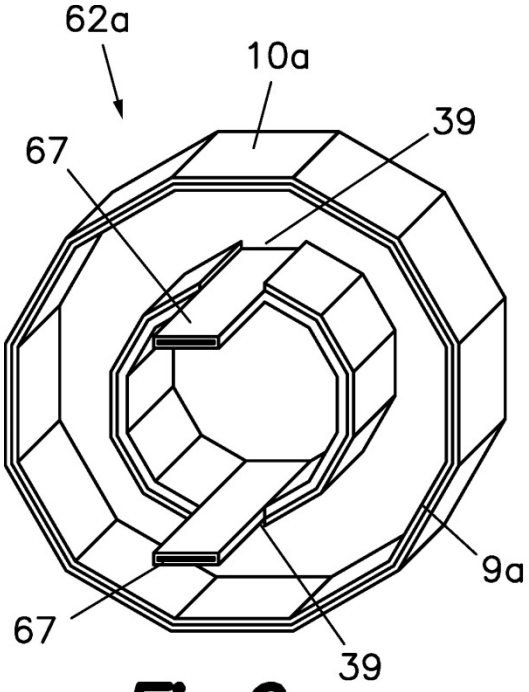

Fig.9

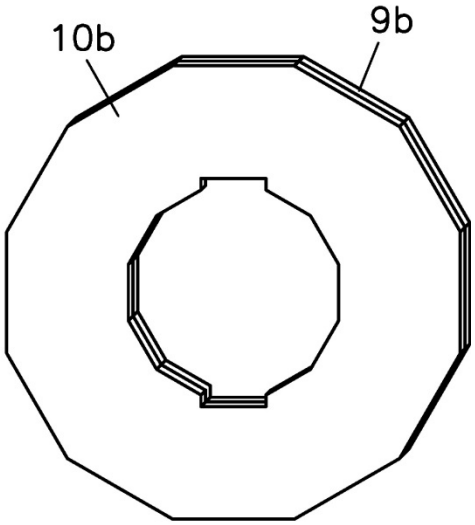

Fig.10

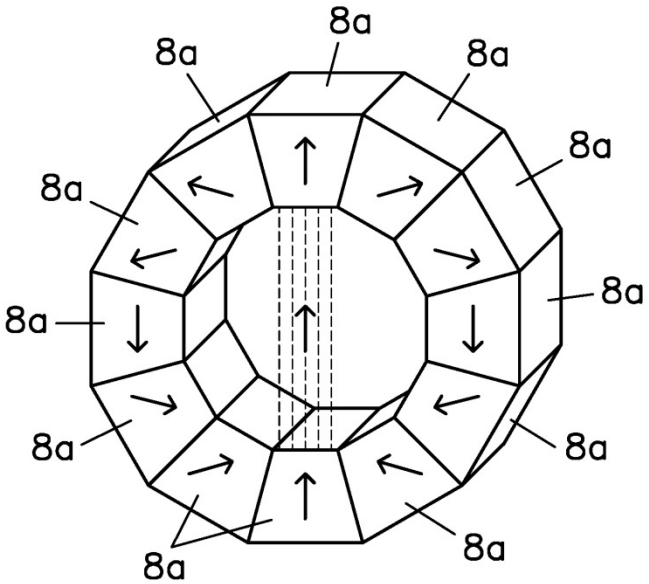

Fig.11

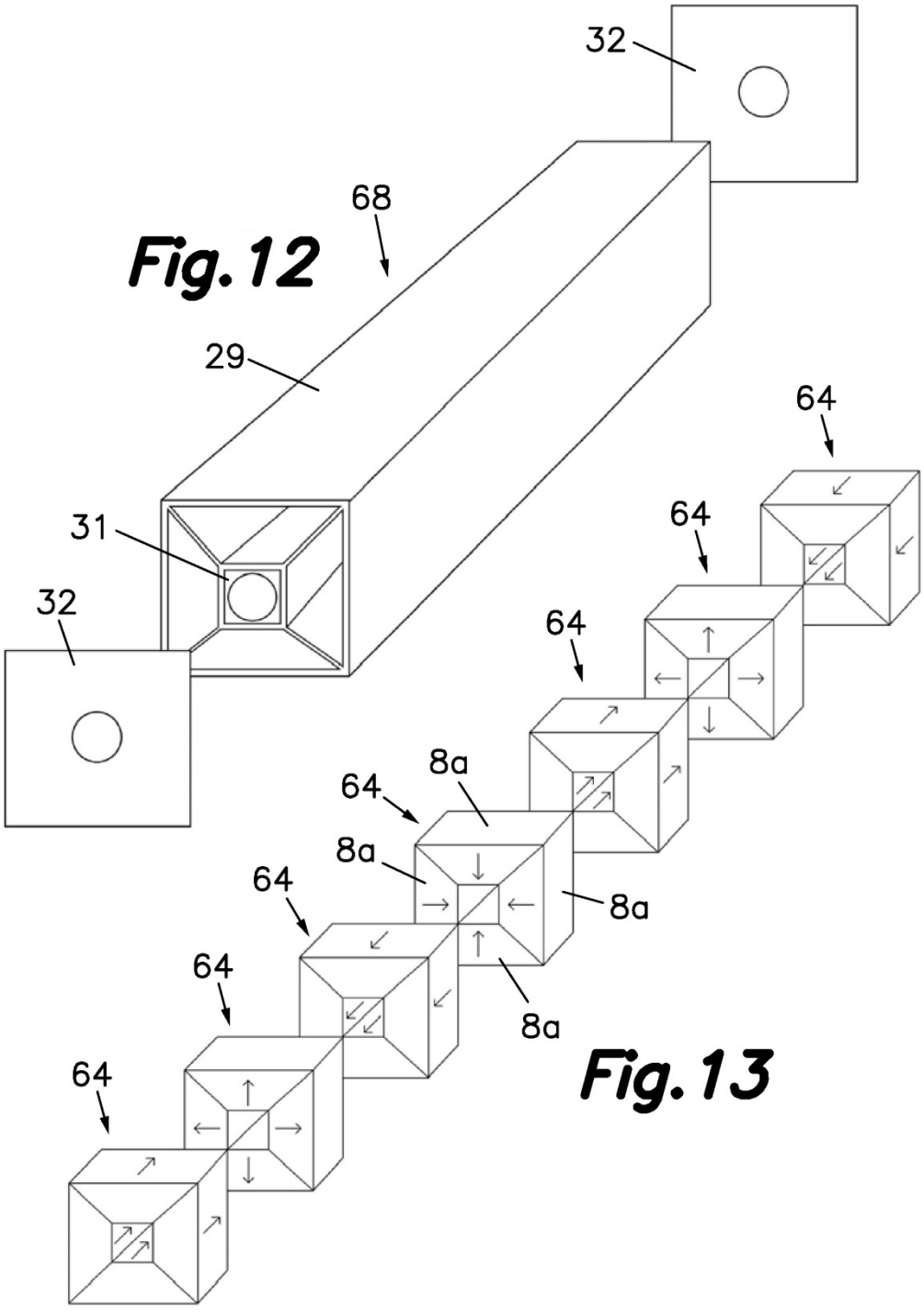

Fig. 12

Fig. 13

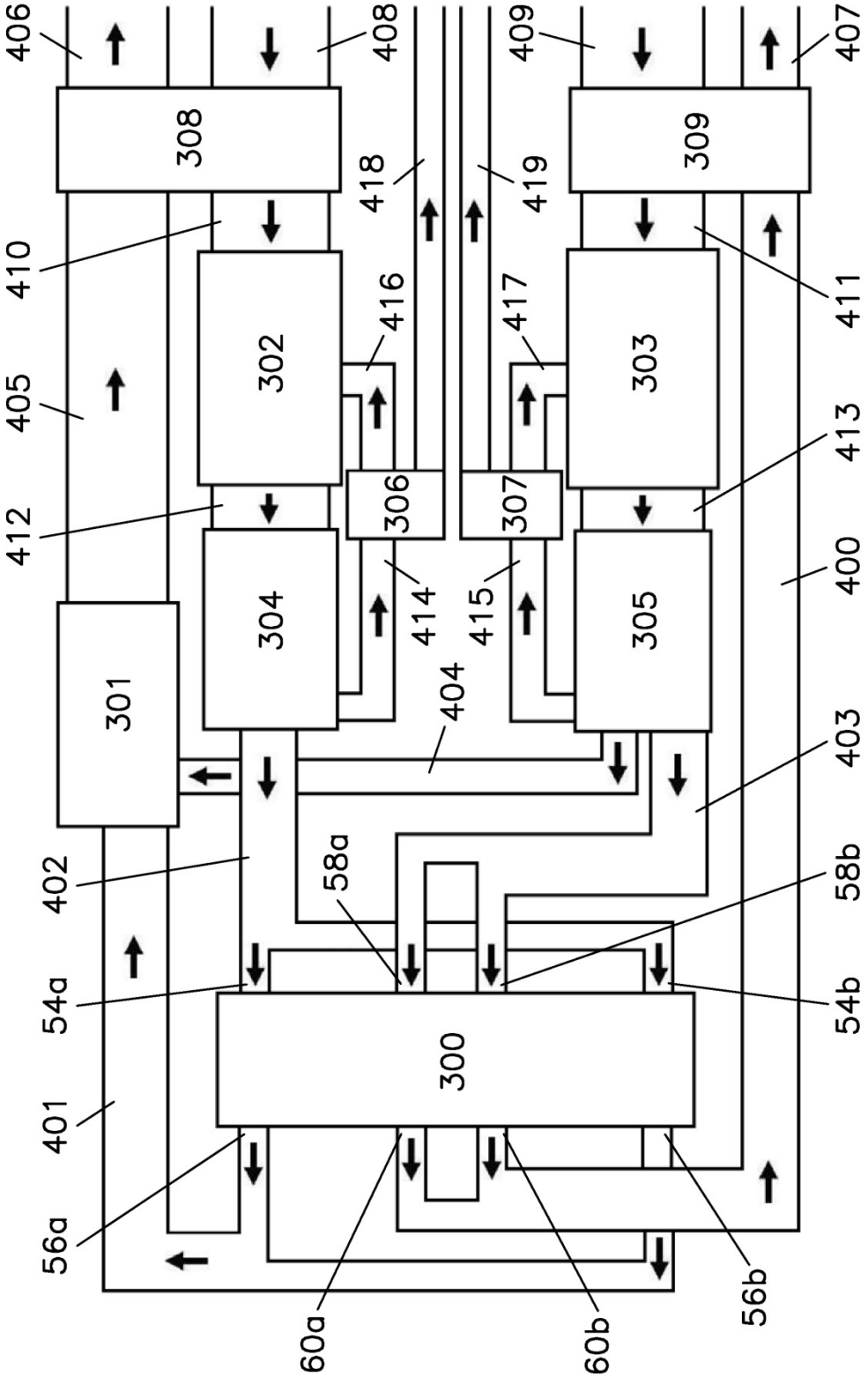
406
408
409
407
308
309
418
419
410
411
416
417
302
303
405
413
306
307
412
400
304
305
414
415
301
404
403
402
58a
58b
54a
54b
300
401
56a
56b
60a
60b

Fig. 14

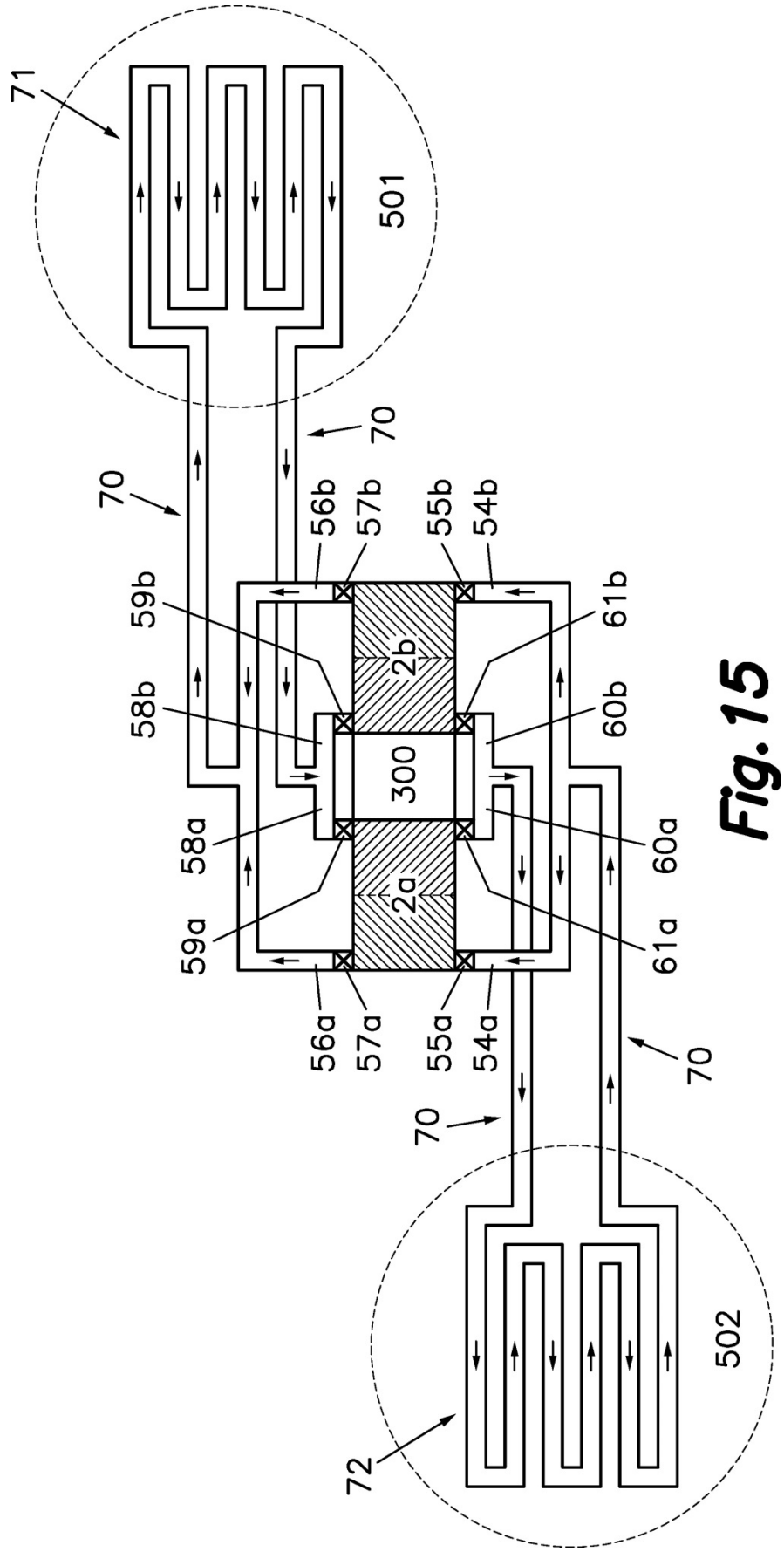
71
501
70
70
56b
57b
55b
54b
59b
61b
2b
58b
60b
300
58a
60a
2a
59a
61a
56a
57a
55a
54a
70
70
502
72

Fig. 15

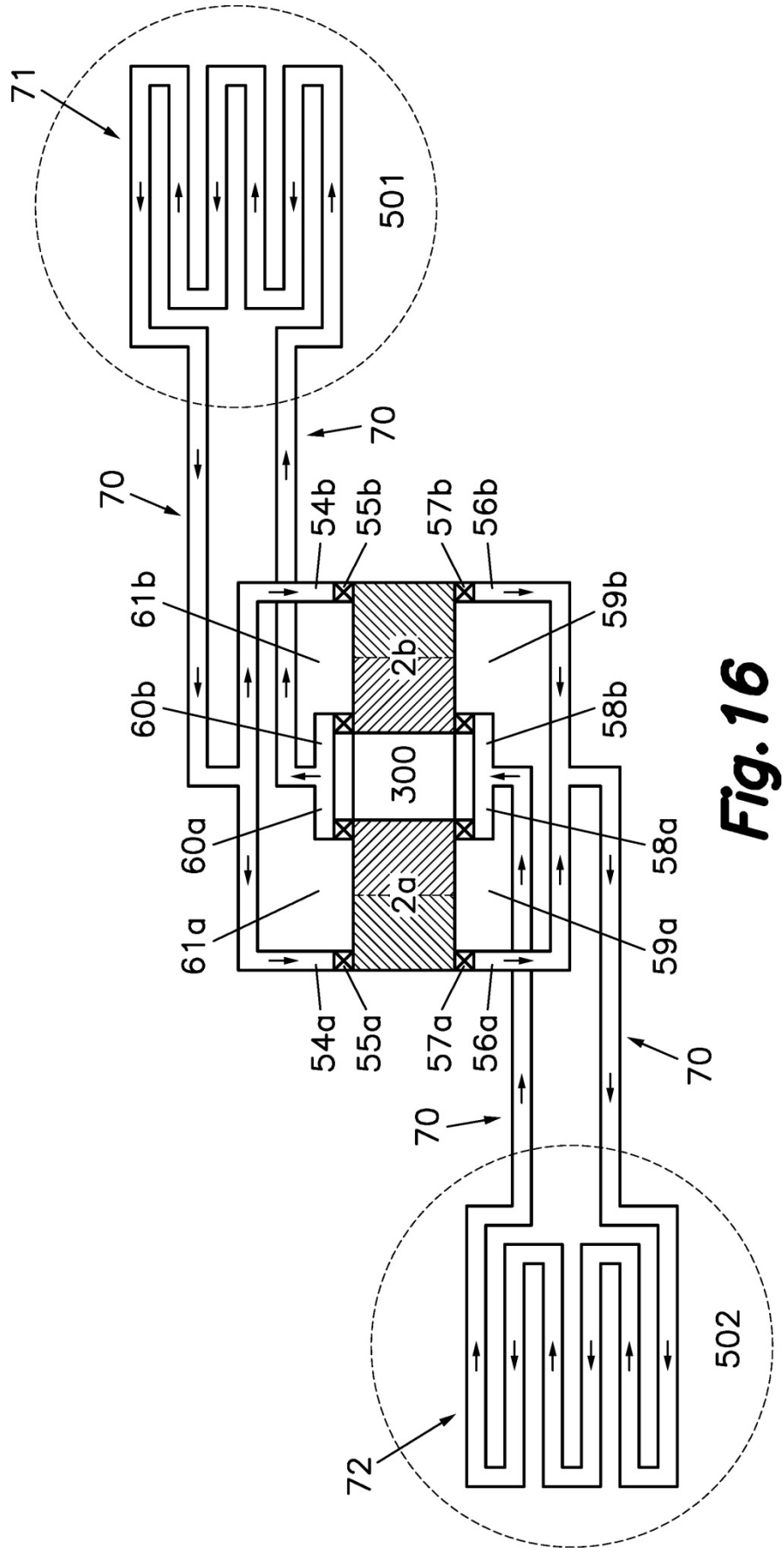
71
501
70
70
54b
55b
57b
56b
61b
59b
2b
60b
58b
300
60a
58a
2a
61a
59a
54a
55a
57a
56a
70
70
502
72

Fig. 16

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201630533

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 27.04.2016

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***F03G7/04*** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	**(56) Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	US 2015/0369231 A1 (LEHAR et al) 24/12/2015, párrafo 31, figura 1	1-26
A	US 9027339 B2 (MORIMOTO et al) 12/05/2015, Resumen.	1-26
A	EP 2108904 A1 (HEIG-VD) 14/10/2009, Párrafo 8-10, figuras 3, 4 y 9.	1-26
A	WO 94/15393 A1 (JORGENSEN) 07/07/1994, Resumen, figura 3.	1-26
A	US 396121 A (TESLA NIKOLA) 15/01/1889, Figuras 1-3.	1-26

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	**Página**
09.02.2018	Manuel Fluvià Rodríguez	1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 09.02.2018

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-26	**SI**
	Reivindicaciones	**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-26	**SI**
	Reivindicaciones	**NO**
Aplicación industrial (Art. 9 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-26	**SI**
	Reivindicaciones	**NO**

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D1	US 2015/0369231 A1 (LEHAR et al)	24.12.2015
D2	US 9027339 B2 (MORIMOTO et al)	12.05.2015
D3	EP 2108904 A1 (HEIG-VD)	14.10.2009
D4	WO 94/15393 A1 (JORGENSEN)	07.07.1994
D5	US 396121 A (TESLA NIKOLA)	15.01.1889

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

NOTA: Ley de Patentes, artículo 4.1: Son patentables las invenciones nuevas, que impliquen actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial,....
Ley de Patentes, artículo 6.1. Se considera que una invención es nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.
Ley de Patentes, artículo 8.1. Se considera que una invención implica una actividad inventiva si aquella no resulta del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia.
(Reglamento de Patentes Artículo 29.6. El informe sobre el estado de la técnica incluirá una opinión escrita, preliminar y sin compromiso, acerca de si la invención objeto de la solicitud de patente cumple aparentemente los requisitos de patentabilidad establecidos en la Ley, y en particular, con referencia a los resultados de la búsqueda, si la invención puede considerarse nueva, implica actividad inventiva y es susceptible de aplicación industrial. Real Decreto 1431/2008, de 29 de agosto, BOE núm. 223 de 15 de septiembre de 2008,)

Las características técnicas reivindicadas en la solicitud están agrupadas en 26 reivindicaciones, sobre cuya novedad, actividad inventiva y aplicación industrial se va a opinar, según el Reglamento de Patentes.

Según el contenido de la solicitud, y en especial de sus reivindicaciones, la invención aparentemente puede considerarse que es susceptible de aplicación industrial, ya que al ser su objeto un motor que funciona entre dos focos térmicos, puede ser utilizado en las industrias del transporte marítimo, terrestre y energética (la expresión "industria" entendida en su más amplio sentido, como en el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial).

Son conocidos en el estado de la técnica (ver como ejemplos D1 a D5 citados) diversos dispositivos que aprovechando las temperaturas de Curie de diversos materiales ferromagnéticos, actúan entre dos focos térmicos de temperatura constante para proporcionar pares mecánicos aprovechables en un árbol para el accionamiento de generadores eléctricos y producir energía eléctrica aprovechable industrialmente. En particular, el documento D1, el más próximo al objeto de la solicitud de patente, divulgó un dispositivo alternativo con pistón ferromagnético 202 actuando entre los focos 215 caliente y 225 frio de temperaturas constantes para producir mediante el campo generado por el imán 26 (párrafo 31) un movimiento alternativo del pistón, aprovechable energéticamente, pero no se adapta a los cambios de temperatura de los focos térmicos en su cambio temporal al tener una sola temperatura de Curie el pistón homogéneo. El documento D2 divulgó un motor termomagnético que incluye un elemento magnético que tiene un extremo de alta temperatura al que se suministra calor por fluido calentado y uno de baja temperatura al que se le suministra un fluido más frio y un dispositivo de aplicación de campo magnético, estando entre ambas temperaturas la temperatura de Curie del elemento móvil, y obteniéndose una potencia magnética generada entre el elemento magnético y el dispositivo de aplicación del campo magnético en forma de energía cinética rotativa, pero no se adapta a los cambios de temperatura de los focos térmicos en su cambio temporal al tener una sola temperatura de Curie el pistón homogéneo y no varias como en la solicitud de patente presentada. El documento D3 divulgó un dispositivo magnetocalórico con disco magnético entre dos focos térmicos, en vez de un pistón, pero además solo con una temperatura de cambio de propiedades magnéticas, lo que le impide actuar en cambios de temperatura de los focos térmicos. El documento D4 divulgó un motor termomagnético (título) con disco magnético entre dos focos térmicos, en vez de un pistón, pero además solo con una temperatura de Curie (resumen), no pudiendo adaptarse a los cambios de temperatura de los focos térmicos (figura 3).Y el documento D5 (Tesla) divulgó un motor termomagnético oscilante en vez de alternativo (figura 4) que aunque primitivo fue el precursor, pero con un material ferromagnético de una sola temperatura de Curie

Sin embargo, no se ha encontrado divulgado en el Estado de la Técnica un motor termomagnético con materiales ferromagnéticos de varias temperaturas de Curie en los materiales de sus pistones, con lo que se adaptan al enfriamiento o sobrecalentamiento de sus focos térmicos por capacidad térmica o simple desplazamiento del vehículo a mover, teniendo continuidad en su suministro energético Por tanto, las 26 reivindicaciones de la solicitud de patente, aparentemente no están comprendidas en los documentos citados del estado de la técnica más próximo informado, ni resultan de una manera evidente de él, de acuerdo con los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 11/1986. En consecuencia, dichas reivindicaciones, podrían considerarse nuevas (ley de patentes, art. 6), al confrontarse con el estado de la técnica representado por D1 a D5 y por lo tanto (no evidencia) también con actividad inventiva (ley patentes artículo 8).