



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 775**

51 Int. Cl.:
H02K 7/18 (2006.01)
F02B 71/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03018660 .5**
96 Fecha de presentación : **21.08.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1398863**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2004**

54 Título: **Dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal.**

30 Prioridad: **03.09.2002 DE 102 42 141**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.11.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.11.2010

73 Titular/es:
UMC UNIVERSAL MOTOR CORPORATION GmbH
Schulze-Delitzsch-Strasse 15
70565 Stuttgart, DE

72 Inventor/es: **Graf, Markus;**
Nedele, Martin y
Graf, Jurgen

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 347 775 T3

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

Descripción

La invención se refiere a un dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal, comprendiendo por lo menos un sistema de pistones desplazable linealmente, un dispositivo del inducido que está unido al sistema de pistones, un dispositivo del estator, pudiendo accionarse el por lo menos un dispositivo de pistón por el efecto de un medio que se expande en una cámara de expansión, una primera cámara de desplazamiento en la cual se puede mover un pistón del por lo menos un sistema de pistones sobre el cual actúa el medio, y una segunda cámara de desplazamiento en la cual se puede mover el correspondiente dispositivo del inducido, siendo la primera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento, recintos independientes.

Por el documento DE 2217194 C3 se conoce por ejemplo un dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal, que comprende por lo menos un sistema de pistones desplazable linealmente, un dispositivo del inducido que está unido al sistema de pistones y un dispositivo del estator, pudiendo accionarse el por lo menos un sistema de pistones por el efecto de un medio que se expande en una cámara de expansión.

Con éste se puede transformar energía química por medio de la combustión parcialmente en energía mecánica, concretamente la energía cinética de un sistema de pistones, y esta energía mecánica se puede transformar entonces a su vez por medio del motor lineal al menos parcialmente en energía eléctrica. Mediante la realización del movimiento del pistón como movimiento de pistón libre se puede hacer realidad una movilidad lineal pura de los pistones del sistema de pistones sin que sea necesario prever un cigüeñal.

Unos dispositivos correspondientes se pueden emplear por ejemplo como parte de los accionamientos híbridos para automóviles, y en particular en combinación con conceptos híbridos seriales. También se pueden emplear como unidad compacta de producción de corriente para la generación de corriente eléctrica o también en combinación con aplicaciones fijas tal como por ejemplo centrales de calefacción de bloque.

[0005] Los dispositivos de combustión con generadores eléctricos se conocen también por el documento US 6.199.519 B1, el documento DE 31 03 432 A1, la Memoria de Patentes de la RDA N^o 113 593, el documento DE 43 44 915 A1 o el artículo "ADVANCED INTERNAL COMBUSTION ENGINE RESEARCH" (Investigación avanzada sobre motores de combustión interna) de P. Van Blarigan, Proceedings of the 2000 DOE Hydrogen Program Review.

Por el documento EP 1 077 318 A1 se conoce un generador de corriente que presenta un banco de cuatro cilindros dispuestos en forma de dos parejas en oposición.

Por el documento US 5.893.343 se conoce un generador eléctrico autógeno que comprende un motor de combustión de dos tiempos realizado para condiciones de carrera

variable del pistón. Está prevista una cámara de precombustión.

En el documento DE 102 19 543 A1, no prepublicado, se da a conocer un dispositivo de pistón libre en el que la carrera del pistón se puede regular de tal modo de forma variable por medio del motor variable que se pueden definir los puntos de inversión del movimiento del sistema de pistones. Aquí se hace expresamente referencia a esa Solicitud.

La invención tiene como objetivo crear un dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal de la clase citada inicialmente que presente un funcionamiento optimizado en cuanto al accionamiento del sistema de pistones y del motor eléctrico lineal.

Este objetivo se resuelve en el dispositivo de pistón libre citado inicialmente conforme a la invención por el hecho de que el sistema de pistones limita por un extremo con un primer pistón con una cámara de expansión y en un extremo opuesto con un segundo pistón con una cámara que no es una cámara de expansión y que está realizada como cámara de recuperación elástica para el sistema de pistones, y porque presenta una tercera cámara de desplazamiento dentro de la cual se mueve el segundo pistón, que presenta un diámetro mayor que la primera cámara de desplazamiento.

En cuanto al accionamiento del pistón sobre el que actúan los gases de combustión, la magnitud característica es el volumen de una cámara de desplazamiento. En cambio para la densidad de potencia eléctrica del motor lineal, la magnitud característica es el área de entrehierro entre el dispositivo del inducido y el dispositivo del estator. En los dispositivos de pistón libre conocidos por el estado de la técnica, están en serie los pistones sobre los cuales actúa el medio, tal como por ejemplo los gases de combustión, y el dispositivo del inducido. Para conseguir un área de entrehierro grande es preciso que el dispositivo del inducido se construya correspondientemente largo, lo cual da lugar a unas dimensiones de longitud grandes del dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal.

De acuerdo con la invención está previsto ahora que el dispositivo del inducido se desplace dentro de una segunda cámara de desplazamiento, estando esta segunda cámara de desplazamiento separada de la primera cámara de desplazamiento. De este modo se pueden optimizar las correspondientes cámaras de desplazamiento de modo independiente entre sí. Una cámara de combustión como ejemplo de una cámara de expansión en la que se expanden los gases y accionan el sistema de pistones se puede optimizar en cuanto a la combustión y al accionamiento del sistema de pistones, mientras que la segunda cámara de desplazamiento se puede optimizar en cuanto a las características eléctricas del motor lineal. Con respecto a la segunda cámara de desplazamiento se puede conseguir en particular un área de entrehierro grande sin que tenga que aumentar la longitud total del sistema, o a igualdad de longitud total del sistema se puede conseguir una mayor densidad de potencia.

De acuerdo con la invención, el pistón del por lo menos un sistema de pistones, sobre el cual actúa el medio tal como por ejemplo los gases de combustión y el dispositivo del inducido no van conducidos uno tras otro sino que van conducidos en paralelo.

5 De acuerdo con la invención se puede conseguir también de forma sencilla un desacoplamiento térmico entre el sistema del inducido y el pistón sobre el cual actúa el medio correspondiente, ya que la segunda cámara de desplazamiento y la cámara de expansión están distanciadas entre sí, y en particular el dispositivo del inducido no se desplaza dentro de la primera cámara de desplazamiento. Especialmente en el caso en que el dispositivo del
10 inducido comprenda imanes permanentes, entonces sus propiedades magnéticas son críticas respecto a la temperatura y a altas temperaturas son desfavorables para la generación de energía eléctrica. Mediante la separación de la primera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento se evita que las altas temperaturas de la cámara de expansión (que forma parte de la primera cámara de desplazamiento), repercutan negativamente en el dispositivo del inducido.

15 El dispositivo de pistón limita en particular por un extremo con un primer pistón una cámara de expansión, y en el extremo opuesto con un segundo pistón, una cámara que no es una cámara de expansión. El primer pistón es aquél pistón sobre el que actúa el medio en expansión. Por el hecho de que la otra cámara que está limitada no es una cámara de expansión se tiene la posibilidad de ajustar de modo variable el dispositivo por medio del
20 control de la carrera del pistón.

La cámara que no es de expansión está realizada como cámara de retorno elástico para el sistema de pistones. Por medio de una cámara de retorno elástico de esta clase se puede recibir energía mecánica durante un ciclo de trabajo, que no se desacopla del motor lineal. La energía almacenada puede emplearse por ejemplo en el régimen de dos tiempos para
25 comprimir una mezcla de combustible – aire, o en el régimen de cuatro tiempos para la expulsión de los gases de escape. En la cámara de recuperación elástica se aloja un elemento y/o medio comprimible que recibe correspondientemente la energía mecánica y después la vuelve a ceder. El elemento comprimible puede ser un elemento mecánico, en particular un muelle de compresión. El medio comprimible es un fluido comprimible tal como por ejemplo
30 aire. Está previsto entonces que la presión en la cámara de retorno elástico se pueda ajustar y/o controlar y/o regular con el fin de ajustar de este modo las propiedades “elásticas” del medio.

Está prevista una tercera cámara de desplazamiento dentro de la cual se mueve el segundo pistón, donde la tercera cámara de desplazamiento presenta un diámetro mayor que
35 la primera cámara de desplazamiento. De este modo se puede realizar un volumen grande

para la cámara de recuperación elástica, con lo cual a su vez, si como medio comprimible se utiliza por ejemplo el aire, el grado de rendimiento de acumulación de energía es grande ya que entonces el nivel de presión se puede situar correspondientemente más bajo.

5 Es especialmente ventajoso que el por lo menos un sistema de pistones y el dispositivo del inducido vayan conducidos en paralelo, de modo que se pueda realizar un desacoplamiento entre la primera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento. Entonces también se pueden disponer refrigeradores entre la primera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento, mediante los cuales se puede enfriar al mismo tiempo el dispositivo del estator, una cámara de expansión y una culata.

10 Es conveniente que la segunda cámara de expansión rodee al menos parcialmente la primera cámara de desplazamiento. De este modo se puede realizar una forma de construcción que ahorre espacio con relación a la longitud del dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal.

15 Es conveniente que la primera cámara de desplazamiento (cámara del cilindro) presente una sección circular para conseguir una conducción óptima del sistema de pistones en su interior.

20 La segunda cámara de desplazamiento presenta por ejemplo una sección de forma anular o de forma circular. Por principio, la segunda cámara de desplazamiento está realizada de tal modo que esté optimizada la fuerza del motor lineal. En consecuencia, la segunda cámara de desplazamiento está adaptada a la realización del dispositivo del inducido y en particular a su realización mediante elementos magnéticos y elementos de conducción del flujo.

25 Es conveniente que un eje de simetría de la primera cámara de desplazamiento coincida con un eje de simetría de una cámara de expansión. De este modo se puede conseguir un accionamiento óptimo del sistema de pistones por medio del pistón sobre el cual actúa el medio en expansión.

30 Es especialmente ventajoso si el dispositivo del inducido correspondiente al por lo menos un sistema de pistones tiene una distancia transversal respecto al sistema de pistones, con relación a un eje de sistema de pistones, que sea mayor que la extensión transversal de la primera cámara de desplazamiento en la dirección de la separación transversal. En ese caso, el dispositivo del inducido está realizado como inducido exterior, que con relación al eje de simetría de la cámara de desplazamiento está situado en una zona exterior del dispositivo de pistón libre. De este modo se puede conseguir una gran densidad de potencia para la generación de corriente. El dispositivo del inducido puede comprender una pluralidad de filas de inducido con sus correspondientes elementos magnéticos y elementos de conducción del flujo, estando situadas estas filas de inducidos a una distancia transversal respecto a la primera

35

cámara de desplazamiento.

El dispositivo del inducido está dispuesto convenientemente simétrico con respecto a un eje de la primera cámara de desplazamiento con el fin de conseguir una conducción del sistema de pistones simétrica respecto a las direcciones transversales al eje de simetría de la primera cámara de desplazamiento.

Puede estar previsto que la segunda cámara de desplazamiento sea una cámara coherente, que tenga por ejemplo forma de toro. También puede estar previsto que la segunda cámara de desplazamiento comprenda una pluralidad de cámaras parciales, con lo cual el dispositivo del inducido comprende una pluralidad de inducidos parciales, estando conducido cada inducido parcial de forma desplazable en una cámara parcial. Si a cada cámara parcial le corresponde también una bobina propia como parte del dispositivo del estator, se puede conseguir una elevada densidad de potencia eléctrica.

Puede estar previsto que el sistema del estator esté dispuesto alrededor de la segunda cámara de desplazamiento o alrededor de cámaras parciales de la segunda cámara de desplazamiento. En ese caso el dispositivo del estator presenta arrollamientos de bobina que con relación al eje de simetría de la primera cámara de desplazamiento están situados fuera de la segunda cámara de desplazamiento, es decir que rodean la segunda cámara de desplazamiento. De este modo se puede conseguir una alta densidad de potencia eléctrica del motor lineal.

También puede estar previsto que el sistema del estator esté situado alrededor de la primera cámara de desplazamiento. Los correspondientes arrollamientos de bobina están situados entonces entre la segunda cámara de desplazamiento y la primera cámara de desplazamiento. Estos arrollamientos de bobina se pueden realizar de forma sencilla como arrollamientos exteriores. Por medio de un dispositivo de refrigeración se pueden refrigerar no sólo una cámara de expansión como parte de la primera cámara de desplazamiento sino también los dispositivos del estator, si los canales de refrigeración están dispuestos entre la primera cámara de desplazamiento y el dispositivo del estator.

También puede estar previsto que haya un sistema de refrigeración alrededor del sistema del estator con el fin de refrigerarlo y conseguir un desacoplamiento óptimo de potencia del motor lineal o un acoplamiento óptimo de potencia en éste.

Entre el dispositivo del inducido y el dispositivo del estator se forma un entrehierro. Mediante el área del entrehierro o la superficie del entrehierro se determina la fuerza del motor lineal. Dado que según la invención la segunda cámara de desplazamiento está separada de la primera cámara de desplazamiento se pueden adaptar por medio de la realización de los dispositivos del inducido y a través de la realización de la segunda cámara de desplazamiento,

la densidad de potencia del motor lineal según las aplicaciones deseadas.

El dispositivo del inducido comprende preferentemente una o varias filas de elementos magnéticos dispuestos uno tras otro. En particular están dispuestos entre los elementos magnéticos contiguos unos elementos de conducción del flujo. De este modo se pueden
5 concentrar las líneas de campo de los elementos magnéticos contiguos, con lo cual a su vez se puede optimizar la densidad de potencia del sistema del dispositivo del inducido, es decir que puede adoptar valores elevados. Entonces se pueden emplear también elementos magnéticos económicos de inducción remanente más reducida, para conseguir a pesar de todo una alta densidad de potencia. Si se prevé una pluralidad de filas de tales elementos magnéticos y si a
10 cada fila le corresponde una bobina propia como estator parcial entonces se puede incrementar así por medio de una disposición múltiple de bobinas la densidad de fuerza del motor lineal, con lo cual se puede reducir correspondientemente la longitud del dispositivo del inducido y se puede ahorrar peso.

En una variante de un ejemplo de realización, una fila de inducidos está situada en un
15 elemento de perfil en forma de listón dispuesto frente a un entrehierro orientado hacia el dispositivo del estator. Por medio de un elemento de perfil en forma de listón de esta clase se puede realizar una estructura mecánicamente segura del dispositivo del inducido, ya que los correspondientes elementos magnéticos van sujetos de forma segura al menos por un lado. El entrehierro está orientado hacia el dispositivo del estator, y en particular orientado hacia el
20 eje de simetría de la primera cámara de desplazamiento. De este modo se obtiene a su vez una sujeción autosegura.

En particular está previsto que la carrera del pistón se pueda ajustar de forma variable de tal modo por medio del motor lineal que se puedan definir los puntos muertos del movimiento del sistema de pistones. Por el hecho de que se pueda ajustar de forma variable la
25 carrera del pistón por medio de la aplicación eléctrica correspondiente del motor lineal se puede ajustar el movimiento del por lo menos un sistema de pistones de tal modo que reinen las condiciones óptimas para la aplicación respectiva. Mediante una carrera de pistón variable se puede conseguir una compresión variable; y es que se pueden ajustar de modo selectivo los puntos de inversión del movimiento (pms y pmi) del movimiento de un pistón de compresión
30 (del primer pistón del sistema de pistones). De este modo se puede conseguir un funcionamiento óptimo del dispositivo para cualquier régimen de carga. En el caso de plena carga se tiene que aspirar por ejemplo una cantidad grande de gas. Por este motivo se requiere una cámara de expansión grande y por lo tanto también una carrera de pistón grande.

En cambio en régimen de carga parcial se reduce el volumen de aspiración y por lo
35 tanto se ha de reducir el volumen.

El motor lineal también puede asistir a la puesta en marcha del dispositivo al controlar por ejemplo la compresión inicial por medio del motor lineal. Por medio de un control / una regulación del motor lineal se puede ajustar de forma selectiva la forma de movimiento deseada del sistema de pistones; se pueden ajustar respectivamente el punto de inversión deseado, la velocidad de los pistones y el grado de compresión, de modo que se pueden conseguir en particular durante el régimen de carga parcial unos mejores grados de rendimiento de carga parcial ya que no se requiere ninguna clapeta de estrangulamiento.

Mediante una especificación selectiva de los flujos en el dispositivo del estator se puede determinar con ello con exactitud el punto de trabajo del dispositivo. De este modo se puede adaptar entonces la cámara de combustión de forma óptima según la aplicación, es decir en particular se puede adaptar selectivamente el volumen y la superficie de la cámara de expansión, con el fin de optimizar de este modo la combustión. Por este motivo surgen a su vez numerosas posibilidades de control y regulación. Así se tiene la posibilidad de que el dispositivo trabaje con diferentes medios y en particular diferentes combustibles, es decir que el sistema es apto para combustibles múltiples. Para ello tampoco es necesario ningún cambio de preparación del dispositivo como tal, es decir que la adaptación a un determinado carburante tal como aceite vegetal o diesel (principio del motor Diesel) o gasolina normal o súper (principio Otto) o hidrógeno o gas natural, se pueden realizar “en línea”, al ajustar correspondientemente la carrera del pistón, por ejemplo mediante la aplicación de corriente al respectivo dispositivo del estator. Incluso existe la posibilidad de realizar con el dispositivo conforme a la invención un motor combinado Otto-Diesel. Por ejemplo también existe la posibilidad de alternar entre régimen a dos tiempos y régimen a cuatro tiempos.

Un alojamiento de pistón puede tener un diámetro interior constante o un diámetro variable, estando realizado por ejemplo de forma escalonada. Pueden estar previstos varios alojamientos de pistón, pudiendo estar los alojamientos de pistón dispuestos formando paquetes o también en V.

Es especialmente ventajoso si los puntos muertos se pueden definir localmente con relación al alojamiento del pistón, con el fin de determinar así el grado de compresión del sistema mediante el ajuste correspondiente. Entonces también es ventajoso si los puntos muertos se pueden definir en el tiempo para el movimiento del sistema de pistones. Con ello a su vez se puede ajustar un movimiento del por lo menos un sistema de pistones que presente un período constante. Esto permite por ejemplo utilizar para una cámara de expansión un compresor de sobrealimentación de ondas de choque. Es especialmente ventajoso si el movimiento del sistema de pistones se puede ajustar de forma tan variable que en todo momento esté definido el lugar del sistema de pistones. Como caso especial se puede ajustar

en particular la velocidad del pistón. De este modo, especificando debidamente las formas de movimiento de por ejemplo un sistema de pistones se puede conseguir por medio del motor lineal una adaptación óptima a los respectivos parámetros de trabajo, estando determinados estos parámetros de trabajo en particular por el carburante empleado, por el estado de carga y por otros parámetros. Es conveniente si el punto muerto superior y el punto muerto inferior de la carrera del pistón del sistema de pistones se pueden definir y poder establecer así una adaptación óptima.

También es conveniente si se puede ajustar el grado de compresión en la cámara de expansión por medio del motor lineal, para alcanzar de este modo una optimización del sistema. De este modo se puede ajustar correspondientemente de modo variable un punto de trabajo del sistema. En particular, la cámara de expansión se puede entonces ajustar principalmente en cuanto a volumen y área, con el fin de poder establecer así la adaptación correspondiente y poder optimizar los procesos de combustión.

Con relación a la posibilidad de efectuar un ajuste variable de la carrera del pistón por medio del motor lineal se hace referencia expresamente a la solicitud de patente alemana no previamente publicada, nº 102 19 549.8 del 25 de Abril de 2002, del mismo Solicitante.

La tercera cámara de desplazamiento dentro de la cual se puede moverle segundo pistón presenta en particular una sección circular para realizar así una conducción óptima del sistema de pistones.

Puede estar previsto que la segunda cámara de desplazamiento y la tercera cámara de desplazamiento se solapen, es decir que una parte de la segunda cámara de desplazamiento esté situada en la primera cámara de desplazamiento. Esto sucede especialmente si el dispositivo del inducido comprende una o varias unidades de inducido que estén unidas con el segundo pistón, y en particular con una cara posterior del segundo pistón.

En una variante de una forma de realización, el segundo pistón presenta un área mayor hacia el lado de la cámara de no-expansión que el primer pistón hacia la cámara de expansión. De este modo se puede conseguir, tal como ya se ha mencionado anteriormente, un gran volumen para la cámara de recuperación elástica y alcanzar de este modo un alto grado de rendimiento.

En una variante de una forma de realización está previsto que el dispositivo del inducido esté unido al segundo pistón. De este modo se puede conseguir una disposición mecánica sencilla del correspondiente dispositivo de pistón libre con motor lineal. Por otra parte, de este modo se puede realizar el segundo pistón con mayor diámetro con el fin de conseguir así un gran volumen para la cámara de recuperación elástica y conseguir con ello en la forma antes descrita un elevado grado de rendimiento para la acumulación de energía.

En una variante de una forma de realización, el primer pistón y el segundo pistón están unidos entre sí por medio de una biela con el fin de formar así el sistema de pistones. De este modo se puede realizar una unión firme y rígida entre los dos pistones, de modo sencillo en cuanto a técnica de fabricación.

5 En otra variante de una forma de realización hay una tercera cámara de desplazamiento, dentro de la cual se desplaza el segundo pistón, que no solapa con la segunda cámara de desplazamiento, es decir que la tercera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento son recintos independientes. Mediante el desacoplamiento de la tercera cámara de desplazamiento y la segunda cámara de desplazamiento se pueden
10 realizar grandes longitudes para el dispositivo del inducido, alcanzando de este modo grandes longitudes del inducido y con ello grandes superficies para la formación de la fuerza electromagnética.

En una variante de una forma de realización, el primer pistón y el segundo pistón están formados por una placa de pistón común, de modo que el primer pistón representa
15 esencialmente la cara posterior del segundo pistón, y el segundo pistón esencialmente la cara posterior del primer pistón. En la zona del segundo pistón, el sistema de pistones presenta una escotadura para formar la cámara de no-expansión. Mediante esta escotadura se puede formar entonces la cámara de recuperación elástica, de modo que no es necesario incrementar la longitud total del sistema para esta última. De este modo la cámara de recuperación elástica se
20 puede integrar en cierto modo en el sistema de pistones.

La escotadura está formada en particular entre las paredes laterales del sistema de pistones, estando sujeto el sistema del inducido en el sistema de pistones por medio de las paredes laterales. De este modo se puede integrar también en una carcasa del sistema una
25 válvula para la cámara de recuperación elástica, donde esta válvula penetra precisamente dentro de la escotadura. Se puede conseguir así una mayor independencia de los parámetros geométricos de longitud y diámetro del dispositivo de pistón libre. También se puede apoyar el dispositivo del inducido en una carcasa exterior.

Las medidas de longitud del dispositivo de pistón libre conforme a la invención vienen determinadas esencialmente por la medida de longitud del dispositivo del inducido, y más
30 particularmente por las medidas de longitud de la segunda cámara de desplazamiento dentro de la cual está alojado de forma móvil el dispositivo del inducido. En este caso el dispositivo del estator puede tener una longitud mayor que el dispositivo del inducido o el dispositivo del inducido puede ser más largo que el dispositivo del estator.

En otra variante de otra forma de realización se forma entre la primera cámara de
35 desplazamiento y la tercera cámara de desplazamiento para el segundo pistón una cámara de

guiado para un elemento de sujeción para el desplazamiento del sistema del inducido del por lo menos un sistema de pistones. Por medio del sistema de pistones se desplaza este elemento de sujeción y con ello se desplaza del sistema del inducido. El elemento de sujeción puede estar situado en este caso entre los dos pistones. Con esta forma de realización se puede
5 realizar una gran longitud del dispositivo del inducido. También puede estar situado en el segundo pistón o formado en éste.

El dispositivo del inducido se extiende por ejemplo en una dirección que se aparta y va en sentido contrario al elemento de sujeción con el fin de conseguir de este modo una gran longitud para el dispositivo del inducido. La cámara de desplazamiento se extiende entonces en
10 ambos sentidos desde el elemento de sujeción.

En otra forma de realización hay dos sistemas de pistones con ejes longitudinales esencialmente coincidentes, dispuestos enfrentados. Mediante la correspondiente conmutación de dos sistemas de pistones existe la posibilidad de funcionar con los dos sistemas de pistones con una alimentación y/o evacuación común. La alimentación se refiere especialmente a aire fresco y/o medio (tal como por ejemplo carburante) y/o energía eléctrica y/o medio de refrigeración. La evacuación se refiere en particular a los gases de escape.
15

Puede estar previsto que los primeros pistones del sistema de pistones que limitan la cámara de expansión, están enfrentados entre sí. Por medio de un dispositivo de alimentación central situado entre los primeros pistones se pueden alimentar entonces las dos cámaras de
20 combustión con aire fresco y por ejemplo carburante, y se puede evacuar gases de escape de las dos cámaras de expansión. En esta forma de realización hay dos sistemas de pistones situados en una misma carcasa, estando las culatas orientadas enfrentadas entre sí.

De forma alternativa también puede estar previsto que los segundos pistones del sistema de pistones que limitan las cámaras de no-expansión, estén enfrentados entre sí. De
25 este modo se pueden alimentar las cámaras de retorno elástico enfrentadas entre sí de forma común con medio comprimible. La zona central entre los dos pistones no se calienta entonces tanto por los gases de escape.

También puede estar previsto que haya una pluralidad de parejas de sistemas de pistones dispuestos uno junto a los otros, para formar de este modo un sistema global a base
30 de una pluralidad de dispositivos de pistón libre, donde especialmente cada pareja de sistemas de pistones está dispuesta en una carcasa común.

Entre los sistemas de pistones está dispuesto entonces ventajosamente un dispositivo de alimentación y/o un dispositivo de evacuación por medio de los cuales se pueden alimentar conjuntamente con aire fresco, un medio tal como carburante y un medio de refrigeración, la
35 pluralidad de los sistemas de pistones situados enfrentados entre sí y que eventualmente están

además conectados unos junto a otros. Entonces se pueden facilitar también las correspondientes conexiones eléctricas para los dispositivos individuales de pistón libre.

Si las cámaras de no-expansión están enfrentadas entre sí se puede prever un solo dispositivo de alimentación para las correspondientes cámaras de recuperación elástica, con el fin de abastecerlas conjuntamente.

Puede estar previsto que una cámara de expansión esté realizada como cámara de combustión. En una cámara de combustión de esta clase se expanden entonces los gases de combustión. Los gases de combustión propiamente dichos pueden formarse a su vez dentro de la cámara de combustión, al tener lugar allí procesos de combustión, o bien se pueden generar exteriormente para acoplarlos después dentro de la cámara de combustión.

También existe la posibilidad de que en la cámara de expansión se distienda un medio de soporte de calor tal como vapor.

Este medio de soporte de calor se genera preferentemente fuera de la cámara de expansión o el medio de soporte de calor se alimenta con energía fuera de la cámara de expansión. Por ejemplo se introduce vapor recalentado en una cámara de expansión; el vapor allí se puede distender y provocar un desplazamiento lineal del sistema de pistones. De ahí a su vez se puede obtener corriente eléctrica. La generación de calor y el aumento de presión se producen en este caso fuera de la cámara de expansión. Para generar el medio portador de calor o para calentar el medio portador de calor se pueden utilizar diversos procedimientos; por ejemplo se puede efectuar un calentamiento mediante la concentración de los rayos solares, concentrándose la radiación solar por medio de colectores solares. También puede tener lugar un calentamiento o transmisión de calor por medio de la combustión de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El medio portador de calor calentado se puede someter a un almacenamiento intermedio en una caldera de presión. De acuerdo con la invención se puede realizar de este modo una máquina de vapor de pistón libre, que en comparación con las máquinas de vapor clásicas presenta un mayor grado de rendimiento eléctrico. Al emplear por ejemplo vapor como medio que se expande en la cámara de expansión se reducen los problemas de lubricación para el sistema de pistones en movimiento, ya que se puede emplear en particular una lubricación por agua del sistema de pistones.

Es conveniente que esté previsto un sistema de refrigeración de retorno del medio evacuado de la cámara de expansión. De este modo se puede realizar un circuito cerrado para el medio portador de calor, en cuanto a la alimentación del dispositivo de pistón libre y la evacuación desde el dispositivo de pistón libre.

La siguiente descripción de unas formas de realización preferentes sirve en combinación con el dibujo para una explicación más detallada de la invención.

Las Figuras muestran:

- Figura 1 un primer ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- 5
- Figura 2 un segundo ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- Figura 3 un tercer ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- 10
- Figura 4 un cuarto ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- Figura 5 un quinto ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- 15
- Figura 6 un sexto ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- 20
- Figura 7 un séptimo ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, en una representación esquemática vista en sección;
- Figura 8 otro ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal, y
- 25
- Figura 9 otro ejemplo de realización de un dispositivo conforme a la invención realizado como máquina de vapor de pistón libre.

Un primer ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor eléctrico lineal, que en la Figura 1 está designado en su conjunto por 10, comprende un sistema de pistones 12 con un primer pistón 14 y un segundo pistón 16. El primer pistón 14 puede desplazarse linealmente en un alojamiento de pistón (cilindro 18). El alojamiento de pistón 18 forma en este caso una primera cámara de desplazamiento 20 dentro de la cual se puede desplazar precisamente este primer pistón 14 del sistema de pistones 12.

30

La primera cámara de desplazamiento 20 tiene en particular simetría de rotación

35

alrededor de un eje 22 y tiene por lo tanto forma cilíndrica.

El segundo pistón 16 está unido firmemente con el primer pistón 14 por medio de un vástago de pistón 24. El segundo pistón 16 se puede desplazar en una tercera cámara de desplazamiento 26, que sigue axialmente (con relación al eje 22) a la primera cámara de desplazamiento, pero que no se solapa con ésta. La tercera cámara de desplazamiento 26 está formada en una carcasa 28 entre unas paredes de carcasa 30 y presenta una forma esencialmente cilíndrica, siendo coaxial con el eje 22. Su diámetro es mayor que el de la primera cámara de desplazamiento 20.

El conjunto de la primera cámara de desplazamiento 20 y la tercera cámara de desplazamiento 26 tiene aproximadamente forma de una T mayúscula.

La carcasa 28 presenta, orientado hacia el segundo pistón 16, un primer fondo de carcasa 32, que limita en dirección axial hacia un extremo la tercera cámara de desplazamiento 26. Hacia el otro extremo, la tercera cámara de desplazamiento 26 está limitada por un segundo fondo de carcasa 34, estando situado el alojamiento de pistón 18 para el primer pistón 14 en la zona del segundo fondo de carcasa 34. Éste está realizado con forma anular, precisamente para que se pueda formar la primera cámara de desplazamiento 20.

La tercera cámara de desplazamiento 26 está formada por el espacio situado entre el primer fondo de carcasa 32 y el segundo fondo de carcasa 34, menos el volumen del segundo pistón 16, cuando éste asienta en el segundo fondo de carcasa 34.

El segundo pistón 16 está realizado como elemento de sujeción para un dispositivo del inducido designado en su conjunto por 36. Éste asienta en una superficie interior del segundo pistón 16 orientada hacia el primer pistón 14 de modo que esta superficie interior forma un elemento de sujeción 38.

En el ejemplo de realización representado en la Figura 1 el dispositivo del inducido 36 comprende una pluralidad de filas de inducidos separadas entre sí, formada cada una de ellas por una pluralidad de elementos magnéticos 42 con unos elementos conductores de flujo 44 dispuestos entremedias. Éstos están dispuestos por ejemplo sobre una barra (que no está representada en la Figura) paralela al eje 22, estando fijada esta barra en el segundo pistón 16. Las filas de inducidos 40 están dispuestas para ello en el elemento de sujeción 38 en la zona del perímetro exterior del segundo pistón 16 y se extienden desde éste, alejándose en sentido hacia el primer pistón 14, paralelos al eje 22.

Los elementos magnéticos 42 pueden ser elementos de imanes permanentes, que están realizados por ejemplo en forma de disco con simetría de rotación. Pero también se puede tratar de elementos electromagnéticos que comprenden arrollamientos dispuestos concéntricamente de forma debida. En ese caso se ha de prever el correspondiente dispositivo

para poder transmitir energía a estos electroimanes. Esto puede realizarse por ejemplo de forma inductiva y por medio de anillos rozantes.

5 Un elemento conductor de flujo 44 también está realizado en forma de disco, y fabricado de un material de superior conductividad magnética. Se puede emplear por ejemplo hierro o materiales compuestos de polvo conductor magnético.

10 Los elementos magnéticos 42 están realizados de tal modo, y en particular magnetizados de modo que en un elemento conductor de flujo 44 se concentren las líneas de campo de los elementos magnéticos contiguos 42, para incrementar de este modo la densidad de potencia del sistema. Los elementos magnéticos 42 están dispuestos en particular de tal modo en paralelo que estén enfrentados entre sí polos de igual denominación.

15 El dispositivo del inducido 36 está firmemente unido al sistema de pistones, de modo que al desplazarse el sistema de pistones 12 se desplaza al mismo tiempo el dispositivo del inducido 36. Para ello el dispositivo del inducido 36 se puede desplazar dentro de una segunda cámara de desplazamiento 46, estando ésta segunda cámara de desplazamiento 46 separada de la primera cámara de desplazamiento 20 por la cual se puede desplazar el primer pistón 14. La distancia transversal con relación al eje 23 de esta segunda cámara de desplazamiento 46 es mayor que el radio de la primera cámara de desplazamiento 20, en esta dirección transversal.

20 En el ejemplo de realización según la Figura 1 está prevista una pluralidad de filas de inducidos 40, estando la segunda cámara de desplazamiento 46 subdividida en una pluralidad de cámaras parciales 48a, 48b, pudiendo desplazarse las respectivas filas del inducido 40 en sus correspondientes cámaras parciales 48a, 48b, etc. Las cámaras parciales 48a, 48b presentan por ejemplo una sección redonda y tienen forma cilíndrica.

25 La segunda cámara de desplazamiento 46 se solapa en parte con la tercera cámara de desplazamiento 26, ya que las filas del inducido 40 penetran en la zona situada entre los dos fondos de carcasa 32 y 34 cuando el segundo pistón 16 se desplaza alejándose del segundo fondo de carcasa 34.

30 Para formar un motor lineal se ha previsto un dispositivo de estator designado en su conjunto por 50. Éste comprende una pluralidad de bobinas 52a, 52b que están enrolladas cada una alrededor de las cámaras parciales (49a, 48b). Las cámaras parciales 49a, 48b rodean parcialmente (y más allá del segundo fondo de carcasa 34) a la primera cámara de desplazamiento 20. Por este motivo, las bobinas 52a, 52b también están dispuestas orientadas parcialmente hacia la primera cámara de desplazamiento 20.

35 En el ejemplo de realización representado, una fila del inducido 40 tiene mayor longitud que la primera cámara de desplazamiento 20 con relación al eje 22.

Para la refrigeración del dispositivo del estator 50 están previstos unas respectivas refrigeraciones 54, 56 con canales de refrigeración, estando la refrigeración 54 situada en el dispositivo del estator 50 mirando hacia el exterior, y estando situada la refrigeración 56 entre el dispositivo del estator 50 y la primera cámara de desplazamiento 20. Mediante la refrigeración 56 se puede refrigerar de este modo también al mismo tiempo una cámara de combustión.

Las filas del inducido 40 del dispositivo del inducido 36 y por lo tanto también las bobinas 52a, 52b del dispositivo del estator 50 están dispuestas simétricas con relación al eje 22.

En el alojamiento de pistón 16 y limitada por el primer pistón 14 está formada una cámara de combustión 58 como cámara de expansión en la cual se expanden los gases de combustión para impulsar el sistema de pistones 12 a través del primer pistón 14.

Las dimensiones de la cámara de combustión 58 están determinadas por la carrera del pistón del sistema de pistones 12; en particular el volumen y el área están determinados por el punto de cambio de sentido del movimiento del pistón del primer pistón 14.

A la cámara de combustión le corresponde un compresor 60. A través de una conducción de alimentación 52 que va desde el compresor 60 a la cámara de combustión 58 se puede introducir en ésta aire fresco. A través de una conducción de evacuación 64 situada entre la cámara de componente 58 y el compresor 60 se pueden evacuar los gases de escape de la cámara de combustión 58.

El segundo pistón 16 limita una cámara de no-combustión (cámara de no-expansión) 65. Ésta está realizada como cámara de recuperación elástica, en la cual está alojado un elemento elástico o un medio comprimible.

En la cámara de recuperación elástica 65 puede estar dispuesto por ejemplo un muelle de compresión (que no está representado en el dibujo), que absorbe al menos parcialmente la energía que durante un ciclo de trabajo de combustión no ha sido desacoplada por el motor lineal que en su conjunto se designa por 66 y que está formado principalmente por la combinación del dispositivo del inducido 36 y el dispositivo del estator 50. Esta energía acumulada se puede emplear para comprimir la mezcla de carburante-aire en el régimen de dos tiempos, o para expulsar los gases de escape en el régimen de cuatro tiempos.

En particular puede estar previsto que en la cámara de recuperación elástica 65 esté alojado un fluido comprimible, y particularmente un gas tal como aire, que absorba la energía y la vuelva a ceder. Para ello están previstas una o varias válvulas 68 por medio de las cuales se puede controlar y/o regular la presión en la cámara de recuperación elástica 65.

El dispositivo de pistón libre conforme a la invención con motor lineal 66 funciona en la

forma siguiente:

Por medio del motor lineal 66 y mediante la correspondiente aplicación de corriente se ajustan determinados puntos de inversión (pmi y pms) del sistema de pistones 12, para determinar de este modo el volumen y el área de la cámara de combustión 58.

5 También se determina la velocidad del sistema de pistones 12, y en conjunto la compresión. Este ajuste se efectúa en función de la carga (carga parcial o plena carga), del carburante (gasolina, gas natural, hidrógeno, diesel, aceite vegetal, etc.) y de otros eventuales parámetros externos.

10 Puede estar previsto que para el arranque del dispositivo tenga lugar un precalentamiento eléctrico y que también se precaliente el agua de refrigeración, en particular el de la refrigeración 56. Mediante el motor lineal 66 se pueden especificar exactamente en lugar y tiempo los puntos de inversión de movimiento del sistema de pistones 12, y por este motivo no se necesita en régimen de carga parcial ninguna válvula de estrangulamiento para la alimentación de aire, que en otros casos es responsable de pérdidas por estrangulamiento.

15 Por medio de una válvula 70 situada en la conducción de alimentación 62 hacia la cámara de combustión 58 y de una válvula 72 para la conducción de evacuación 62 desde la cámara de combustión 58 se puede controlar de forma selectiva la aspiración de aire y la evacuación de los gases de escape. De este modo se puede mejorar la eficacia del conjunto del sistema y mejorar la calidad de los gases de escape, ajustando para ello de forma exacta
20 los tiempos de distribución por medio de momentos de tiempo y la duración en cuanto al cambio de gas (mediante el flujo a través de las válvulas 70, 72), pudiendo tener lugar una adaptación exacta entre los distintos procesos críticos en el tiempo. Dado que también se puede controlar o regular la velocidad del sistema de pistones 12, y esto incluso durante el proceso de expansión, se puede influir en la formación de los gases de escape.

25 Durante el movimiento del dispositivo de pistones 12 y debido al movimiento relativo entre el sistema del inducido 36 y el dispositivo del estator 50 se induce en este último una tensión, de modo que se genera energía eléctrica, es decir que la energía mecánica se transforma parcialmente en energía eléctrica, procediendo a su vez la energía mecánica de una conversión parcial en energía química debido a la combustión en la cámara de combustión
30 58.

Mediante la cámara de recuperación elástica 65 se puede absorber la energía que a lo largo del ciclo de trabajo de combustión no haya sido desacoplada del motor lineal 66.

Otros detalles relativos al funcionamiento básico de este motor lineal se describen en la Solicitud de Patente Alemana no pre-publicada nº 102 19 549.8 del mismo Solicitante, a la cual
35 se remite aquí expresamente.

De acuerdo con la invención está previsto que la primera cámara de desplazamiento 20 y la segunda cámara de desplazamiento 46 sean cámaras independientes y por lo tanto estén desacopladas. De este modo se consigue por una parte un desacoplamiento térmico ya que las filas del inducido 40 están situadas a una distancia respecto a la cámara de combustión 58.

5 Dado que especialmente los imanes permanentes reaccionan de forma muy crítica ante las altas temperaturas, se estabiliza de este modo el comportamiento magnético del dispositivo del inducido 36, especialmente gracias a la disposición de la refrigeración 56 entre la primera cámara de desplazamiento 20 y la segunda cámara de desplazamiento 46.

10 El motor lineal se puede también optimizar. La densidad de potencia del motor lineal 66 se puede aumentar ya que ésta viene determinada principalmente por una magnitud (área) de un entrehierro 74 entre las filas del inducido 40 y las bobinas 52a, 52b. Cuanto mayor sea el área del entrehierro 74 tanto mayor es la densidad de potencia del motor lineal 66 para unos elementos magnéticos predeterminados 42.

15 Dado que la combustión es en sí misma un proceso de cambio de volumen, las propiedades de la combustión y por lo tanto el accionamiento del primer pistón 14 debido a los gases que se están expandiendo están determinadas principalmente por el volumen de la cámara de combustión 58. Dado que según la invención la primera cámara de desplazamiento 20 y la segunda cámara de desplazamiento 46 están desacopladas, se puede optimizar de este modo la totalidad del dispositivo en cuanto a las propiedades de combustión y en cuanto a las
20 propiedades electromagnéticas. De este modo se puede conseguir que el dispositivo de pistón libre 10 pueda tener una construcción más corta, para una densidad de potencia igual o superior (para un área de superficie de entrehierro igual o superior) con relación al eje 22. La longitud del dispositivo de pistón libre 10 en la dirección del eje 22 viene determinada principalmente por la longitud del dispositivo del inducido 36 en la dirección de este eje.

25 Las dimensiones del dispositivo de pistón libre 10 pueden adaptarse así a las condiciones exteriores (longitud, espesor, potencia necesaria).

Por el hecho de que el dispositivo del estator 50 comprende una pluralidad de bobinas 52a, 52b y una pluralidad de filas del inducido 40, se obtiene una mayor densidad de potencia; si están previstas por ejemplo dos bobinas 52a, 52b y dos filas de inducido 40 entonces se
30 duplica la densidad de potencia magnética.

De acuerdo con la invención se suministra también un gran volumen de aire para la cámara de recuperación elástica 65. Éste se puede utilizar entonces también para la alimentación de energía para el proceso de compresión. Al aumentar el volumen aumenta también el grado de rendimiento de la acumulación de energía a corto plazo ya que el nivel de
35 presión es correspondientemente más bajo.

Debido a la disposición en forma de cazoleta de las cámaras de combustión 20, 46 y 26 se puede conseguir por lo tanto una elevada densidad de potencia con un grado de rendimiento optimizado sin que para ello sea necesario incrementar las dimensiones de longitud del dispositivo de pistón libre, o pudiendo incluso reducirlas.

5 En un segundo ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención, que en la figura 2 está designada como conjunto por 76, donde por principio los componentes iguales que los del ejemplo de realización 10 se designan con las mismas referencias, están dispuesto en el segundo pistón 16 en la zona de su perímetro exterior sendos elementos de perfil en forma de listón 78 por cada fila del inducido 40, que están
10 orientados en la dirección del primer pistón 14 y sobresalen de éste en la dirección 22. El elemento de perfil en forma de listón 78 es paralelo al eje 22. El elemento de perfil en forma de listón 78 sujeta en este caso la fila del inducido 40 y está realizado por ejemplo con forma tubular.

El dispositivo del estator 50 no comprende ahora, como en el ejemplo de realización 10,
15 unas bobinas 52a, 52b que van enrolladas cada una alrededor de las cámaras de desplazamiento 46 sino que hay una única bobina 80 dispuesta alrededor de la primera cámara de desplazamiento 20, coincidiendo el eje central de esta bobina 80 con el eje 22. El acoplamiento y desacoplamiento de energía eléctrica del motor lineal 66 tiene lugar entonces únicamente a través de esta bobina 80, y no como en el primer ejemplo de realización, por
20 medio de varias bobinas 52, 52b.

Entre la bobina 80 y la primera cámara de desplazamiento 20 está situada una refrigeración 82 mediante la cual se puede refrigerar no sólo la cámara de combustión 58 sino también la bobina 80. Esta refrigeración 82 provoca además un mejor desacoplamiento térmico entre las filas del inducido 40 y la cámara de combustión 58.

25 El entrehierro 84, cuya magnitud determina la densidad de potencia del motor lineal 66, está formado ahora por el elemento de perfil en forma de listón 78 alojado entre las respectivas filas del inducido 40 y la bobina 80.

Igual que en el ejemplo de realización 10, el dispositivo del inducido 40 es un inducido exterior que presenta una distancia transversal con relación al eje 22 y respecto al primer
30 pistón 14 que es mayor que el radio del pistón en esta misma dirección.

Al estar fijada la fila de inducidos 40 en el perfil en forma de listón 78 empleado como elemento de sujeción se obtiene una disposición mecánicamente más segura, ya que precisamente los elementos magnéticos 42 se pueden fijar con seguridad. El entrehierro 84 está orientado hacia el interior, de modo que también por este motivo se obtiene una sujeción
35 autosegura de la fila del inducido en el sistema de pistones 12.

La colocación de la bobina 80 y en particular la colocación de los arrollamientos se puede realizar de forma sencilla.

Debido a la refrigeración común 82 y en particular debido a uno o varios canales de refrigeración comunes se puede refrigerar conjuntamente tanto el dispositivo del estator 50 como también la cámara de combustión 58.

Por lo demás, el dispositivo de pistón libre 76 funciona igual que se ha descrito anteriormente para el primer ejemplo de realización.

También puede estar previsto que la segunda cámara de desplazamiento 46 esté realizada con forma anular, en cuyo caso la cámara de desplazamiento 46 rodea la primera cámara de desplazamiento 20. En este caso, los elementos magnéticos 42 pueden ser por ejemplo elementos de forma anular, que rodean también correspondientemente la primera cámara de desplazamiento 20. Pero también puede estar previsto que la segunda cámara de desplazamiento 46 esté subdividida en cámaras parciales tal como se ha descrito anteriormente.

En un tercer ejemplo de realización que en la Figura 3 está designado como conjunto por 86, un sistema de pistones 88 comprende un primer pistón 90 y un segundo pistón 92 formados por una placa de pistón común 94. La cámara de desplazamiento del primer pistón 50 se corresponde con aquél que ya se ha descrito en combinación con los ejemplos de realización 10 y 76, y por lo tanto lleva la misma referencia 20.

Una tercera cámara de desplazamiento 96 del segundo pistón 92 se corresponde en lo esencial con la primera cámara de desplazamiento 20, menos el volumen de la placa de pistones 94.

En el segundo pistón 92 y alejándose de éste y orientadas en dirección paralela al eje 22 están dispuestas unas paredes 98, en las cuales, distanciado a su vez en paralelo respecto al segundo pistón 92, está situado un elemento de sujeción 100, que a su vez soporta por medio de un elemento de perfil en forma de listón 102 (por ejemplo en forma de un tubo) las filas del inducido 40. Éstas están realizadas tal como se ha descrito anteriormente y por lo tanto se designan con la misma referencia que antes.

La segunda cámara de desplazamiento 46 dentro de la cual se puede desplazar el dispositivo del inducido 36, se solapa con una cámara de conducción 104 dentro de la cual va conducido el elemento de sujeción 100. La cámara de conducción 104 está formada entre un primer fondo de carcasa 106 y un segundo fondo de carcasa 108.

En el elemento de sujeción está formado un orificio pasante 101, por ejemplo de forma anular, o están formados varios orificios que sirven para la inyección de aceite. De este modo también se puede impedir que se forme un cojín de aire en la cámara de conducción 104.

Entre las paredes 98 está formada por éstas una escotadura 110 para formar una cámara de recuperación elástica 112.

5 Para ello, una carcasa 114 del dispositivo de pistón libre 86 presenta en la zona del segundo fondo de la carcasa 108 un elemento cilíndrico 116 dispuesto simétricamente respecto al eje 22, que está realizado a modo de una tubuladura, y cuya superficie transversal 118 forma la cámara de recuperación elástica 112 hacia el otro lado. En la tubuladura 116 hay una válvula 120 para el control de la alimentación de aire a la cámara de recuperación elástica 112. En la tubuladura 116 está situada además una refrigeración 122 para la cámara de recuperación elástica 112, que se tiene que refrigerar ya que el primer pistón 90 limita la cámara de 10 combustión 58 y el segundo pistón 92 se encuentra en contacto térmico directo con el primer pistón 90. Con la refrigeración 122 se pueden refrigerar en particular también los pistones 90 y 92 a modo de una refrigeración interna, pudiendo tener lugar la refrigeración por medio de un medio fluido o gaseoso.

15 El dispositivo de pistón libre 86 y en el caso de una gran superficie para la formación de la fuerza electromagnética, se puede reducir aún más la longitud tal como ya se ha descrito por medio del segundo ejemplo de realización 76 o se puede conseguir una mayor independencia para los parámetros geométricos de longitud y diámetro. Además se puede conseguir un apoyo del dispositivo del inducido 40 en la carcasa exterior 114. El volumen de la cámara de recuperación elástica 112 se puede adaptar a voluntad.

20 Por lo demás, el dispositivo de pistón libre 86 funciona tal como ya se ha descrito antes sirviéndose del primer ejemplo de realización 10 y del segundo ejemplo de realización 76.

En un cuarto ejemplo de realización tal como está representado en la figura 4 y designado allí en su conjunto por 124, está previsto un sistema de pistones 126 con un primer pistón 128 y un segundo pistón 130, limitando el primer pistón la cámara de combustión 58, y 25 estando conducido de forma desplazable en la cámara de desplazamiento 20.

El segundo pistón 130 limita una cámara de recuperación elástica 132 que se puede alimentar con aire de modo controlado por medio de una válvula de control 134. El segundo pistón 130 va conducido de modo desplazable en una tercera cámara de desplazamiento 136.

30 Las dos cámaras de desplazamiento 20 y 136 tienen forma esencialmente cilíndrica con un mismo eje del cilindro 22 y pueden presentar el mismo diámetro.

Los dos pistones están unidos entre sí firmemente por ejemplo por medio de un vástago de pistón 138. Entre las dos cámaras de desplazamiento 20 y 136 se forma una cámara de guiado 140 para un elemento de sujeción 142, que está dispuesto en el vástago del pistón 138 entre los dos pistones 128 y 130 orientado en dirección transversal al eje 22, y que en su zona 35 periférica soporta sendos elementos de perfil en forma de listón 144a, 144b, por ejemplo en

forma de trozos de tubo, que a su vez soportan un dispositivo del inducido 146 con filas de inducidos 148a, 148b. Las filas de inducidos 148a, 148b están realizadas de la misma forma que ya se ha descrito anteriormente mediante las filas de inducidos 40. El dispositivo del inducido 146 está situado con posibilidad de desplazarse en una segunda cámara de desplazamiento 150 que presenta una distancia transversal respecto al eje 22 que es mayor que el radio de las cámaras de desplazamiento 20 y 136. Las filas de inducidos 148a, 148b que están dispuestas paralelas al eje 22 se extienden desde un primer extremo hasta un segundo extremo, donde el primer extremo está situado con relación al eje 22 en la zona del extremo del segundo pistón 130, y el otro extremo está situado por encima del extremo del primer pistón 128 cuando la cámara de recuperación elástica 132 presenta una altura mínima.

La cámara de conducción 140 está adaptada de tal manera que el elemento de sujeción 142 se pueda conducir entre dos posiciones extremas que corresponden a las respectivas posiciones exteriores del primer pistón 128 y del segundo pistón 130 (cámara de combustión 58 con volumen mínimo y con volumen máximo, cámara de recuperación elástica 132 con volumen mínimo y máximo). La longitud de la segunda cámara de desplazamiento 150 con relación al eje 22 es mayor que la longitud de la tercera cámara de desplazamiento 136, de la cámara de conducción 140 y de la primera cámara de conducción 20, combinadas.

De este modo se puede conseguir una gran superficie de entrehierro para la formación de la fuerza electromagnética, ya que las filas de inducidos 148a, 148b se pueden realizar con una longitud relativamente grande. En particular se puede aprovechar plenamente la longitud del sistema, es decir la longitud del dispositivo de pistón libre en la dirección del eje 22, y por este motivo a su vez se puede conseguir un alto grado de independencia entre los parámetros geométricos de longitud y diámetro.

Una bobina 152 va enrollada por el exterior de la segunda cámara de desplazamiento 150 y alrededor de ésta. Están previstas refrigeraciones 154 y 156, respectivamente para la cámara de combustión 68 y para la cámara de recuperación elástica 136, estando situadas estas refrigeraciones 154 y 156 entre las cámaras de desplazamiento 20 y 138 y los perfil en forma de listones 144a, 144b, de modo que se consigue también un desacoplamiento térmico con respecto a los elementos magnéticos 40.

Por lo demás, el dispositivo de pistón libre 124 funciona de la misma forma antes descrita.

Se puede fabricar un quinto ejemplo de realización, que está representado en la figura 5 y designado allí en su conjunto por 158, enlazando para ello entre sí dos dispositivos de pistón libre 86 según el tercer ejemplo de realización, con una carcasa común. Los correspondientes dispositivos de pistón libre con sus componentes se designan en lo sucesivo con ' y con ". Se

han previsto dos sistemas de pistones 88' y 88", que se encuentran con posibilidad de desplazamiento longitudinal respecto a un eje de simetría común 160.

Los primeros pistones 90' y 90" de los dos sistemas de pistones 88' y 88" están situados enfrentados entre sí, estando previsto un compresor común 162 desde el cual una conducción de alimentación 62' y 62" conduce respectivamente a las cámaras de combustión 58' y 58".
5 Unas conducciones de evacuación 64' y 64" conducen desde estas cámaras de combustión 58' y 58" al compresor 162.

Se obtiene entonces una disposición de dos cilindros en una misma carcasa 164 que comprende los distintos dispositivos de combustión 86' y 86" con sus correspondientes motores lineales. A través del compresor 162 se logra una alimentación sencilla del conjunto del sistema, es decir de las dos cámaras de combustión 58', 58", con aire fresco. Además, a través de un dispositivo de alimentación y un dispositivo de evacuación comunes se puede alimentar y evacuar agua de refrigeración, alimentar carburante, evacuar gases de escape y correspondientemente pueden estar previstas unas conexiones eléctricas centralizadas.
10

Con el correspondiente control simétrico se puede conseguir también un movimiento simétrico y en particular un movimiento simétrico espejo de los dos sistemas de pistones 88' y 88".
15

En un sexto ejemplo de ejecución que en la Figura 6 está designado en su conjunto por 166 vuelve a haber dos dispositivos de pistón libre 86 conforme al tercer ejemplo de realización, dispuestos enfrentados entre sí en una carcasa común, donde en este caso están enfrentados entre sí los dos segundos pistones 92 (designados en la Figura 6 por 92* y 92**). El dispositivo de pistón libre 166 se obtiene por lo tanto enlazando los dispositivos de pistón libre 86. En la Figura 6, los correspondientes dispositivos con sus componentes están designados con un * ó **. Vuelven a estar previstos nuevamente los correspondientes sistemas de pistones 88* y 88**.
20
25

También las cámaras de recuperación elástica 132* y 132** están enfrentadas entre sí. Éstas se alimentan a través de una conducción de alimentación común 168 con un medio comprimible, y en particular con aire.

En comparación con el ejemplo de realización 158, esto tiene la ventaja de que los gases de escape procedentes de las cámaras de combustión 58 no se evacuan a la zona central entre los dos sistemas de pistón libre 86* y 86** sino hacia el exterior, y por lo tanto los gases de escape no pueden calentar tanto la zona central como si se evacuasen a través de ésta.
30

En un séptimo ejemplo de ejecución que en la Figura 7 está designado en su conjunto por 170 se obtiene un sistema completo de dispositivos de pistón libre, conectando en paralelo
35

dispositivos de pistón libre según la Figura 5, y previendo una conducción de alimentación / conducción de evacuación 172 común, que presenta en particular unos conductos de alimentación y unos conductos de evacuación situados en posición centrada, a través de los cuales se pueden abastecer los distintos dispositivos de pistón libre 158' y 158" y por lo tanto a su vez 86' y 86" con aire fresco, se pueden abastecer con combustible, se pueden abastecer con agua de refrigeración y a través los cuales se pueden evacuar los gases de escape. Igualmente pueden estar previstas las correspondientes conexiones eléctricas para los distintos dispositivos de pistón libre.

5 Por lo demás, el dispositivo de pistón libre conforme al séptimo ejemplo de ejecución funciona tal como se ha descrito anteriormente.

En otro ejemplo de realización que está representado en la Figura 8, un sistema de pistones 202 va conducido con desplazamiento lineal en un alojamiento de pistón 200, comprendiendo el sistema de pistones 202 un primer pistón 204 y un segundo pistón 206.

15 El primer pistón 204 limita una cámara de combustión 208, donde los gases en expansión actúan sobre el primer pistón 204.

Entre el primer pistón 204 y el segundo pistón 206 está situado un dispositivo del inducido 210 en el sistema de pistones 202, que comprende unos elementos magnéticos 212 distanciados entre sí y unos elementos conductores de flujo 214 situados entremedias.

20 El sistema de pistones comprende una estructura de soporte 216 para la fijación del dispositivo del inducido 210 en el sistema de pistones 202. Esta estructura de soporte 216 presenta un elemento de soporte 218 para el dispositivo del inducido 210, soportando este elemento de sujeción 218 el dispositivo del inducido 210. El elemento de sujeción 218 está realizado por ejemplo con forma cilíndrica.

25 La estructura de soporte 216 presenta unas oquedades 220 que están formadas entre el elemento de sujeción 218 y un vástago de pistón 222 que une entre sí los dos pistones 204 y 206.

Mediante las oquedades 220 se realiza una forma de construcción ligera para el sistema de pistones 202, de modo que se reduce el momento de inercia de las masas del sistema de pistones 202.

30 También se puede conseguir un mejor desacoplamiento térmico del dispositivo del inducido 210, en particular del primer pistón 204, ya que se han reducido al mínimo las vías de transporte de calor en la estructura de soporte 216.

El dispositivo del inducido 210 comprende unas filas de inducido 224, de modo que la disposición de los imanes no es continua en un plano transversal (plano axial).

35 Alrededor del alojamiento de los pistones 200 está dispuesta una bobina 226 como

dispositivo del estator. Esta bobina 226 se puede refrigerar especialmente a través de un dispositivo de refrigeración 228.

Por lo demás, el dispositivo de pistón libre según la Figura 8 funciona tal como se ha descrito anteriormente.

5 Anteriormente se han descrito los ejemplos de realización de dispositivos de pistón libre conformes a la invención, dispositivos de combustión de pistón libre. Éstos se pueden emplear especialmente como motores de combustión.

Mediante la solución conforme a la invención se tiene también la posibilidad de realizar una máquina de vapor de pistón libre, tal como se describirá más adelante con mayor detalle.

10 En un sexto ejemplo de realización de un dispositivo de pistón libre conforme a la invención que en la Figura 9 está designado en su conjunto por 300, un alojamiento de pistón 302 comprende una cámara interior 304 dentro de la cual está dispuesto un sistema de pistones 306 con movilidad lineal. El sistema de pistones 306 comprende un primer pistón 308 y un segundo pistón 310 unido con éste situado en posición opuesta.

15 El primer pistón 308 limita una cámara de expansión 312 dentro de la cual se puede distender un medio portador de calor tal como vapor, donde por medio de esta expansión del medio portador de calor se ejerce una fuerza sobre el primer pistón 308 y con ello sobre el sistema de pistones 306. El segundo pistón 310 limita una cámara de recuperación elástica 313 formada en la cámara interior 304 del alojamiento de pistones 302, en el otro extremo con
20 relación a la cámara de expansión 312.

En el sistema de pistones 306 va fijado un dispositivo del inducidos 314 que se desplaza junto con el sistema de pistones 306. Un dispositivo de estator 316 va fijado en posición fija con relación al alojamiento de pistones 302.

25 El modo de funcionamiento de un dispositivo de accionamiento de esta clase es básicamente igual al descrito con anterioridad.

30 El medio portador de calor, que es especialmente vapor, se genera o calienta fuera de la cámara de expansión 312. Para ello está prevista por ejemplo una caldera de presión 318 que a través de una salida 320 está acoplada a la cámara de expansión 312. Entre esta salida 320 y la cámara de expansión 312 está situada una conducción 322 para el medio portador de calor.

La caldera de presión 318 se puede calentar mediante una fuente de calor 324. La fuente de calor propiamente dicha puede estar calentada mediante radiación solar o mediante combustibles.

35 El medio portador de calor calentado, tal como por ejemplo vapor recalentado, se acopla desde la caldera de presión 318 a la cámara de expansión 312 donde se puede

distender. Esto da lugar a un movimiento del pistón en el sistema de pistones 306, con lo cual se puede generar energía eléctrica. Para el acoplamiento del medio portador de calor en la cámara de expansión está situada en éste la correspondiente válvula 326 que puede tener accionamiento mecánico o eléctrico. De este modo se puede controlar o regular correspondientemente la alimentación de medio portador de calor.

En una salida 328 de la cámara de expansión 312 hay otra válvula 329, por medio de la cual se puede controlar o regular la evacuación del medio fuera de la cámara de expansión 312, teniendo lugar este control especialmente acoplado a la alimentación de medio portador de calor.

La salida 328 está unida con un sistema de refrigeración de retorno 322 a través de una conducción 330, mediante la cual se puede enfriar el medio evacuado de la cámara de expansión 312. El medio que penetra en el dispositivo de refrigeración de retorno 332 está a menor presión que el medio que sale de la caldera de presión 318 y penetra en la cámara de expansión 312 para su distensión.

Desde el dispositivo de refrigeración de retorno 332 se puede conducir un medio tal como vapor a través de una conducción 334 a la caldera de presión 318, con el fin de poderla aportar allí de nuevo energía al medio, es decir para poder facilitar medio portador de calor para la cámara de expansión 312.

En la conducción 334 está situada una bomba 336 para poder impulsar el medio a la caldera de presión 318.

La caldera de presión 318 está preferentemente llena de vapor.

Debido a la expansión del vapor introducido a presión en la cámara de expansión 312 se provoca el movimiento lineal del sistema de pistones 306, que a su vez provoca la generación de energía eléctrica. El movimiento de los pistones y la generación de energía eléctrica tienen lugar básicamente del mismo modo que se ha descrito anteriormente.

También en una máquina de vapor de pistón libre de esta clase se puede prever una pluralidad de sistemas de pistones y cámaras de expansión tal como se ha descrito anteriormente.

En un dispositivo de combustión de pistón libre se tiene también la posibilidad de conducir a una cámara de combustión gases de combustión que se generen exteriormente, y que se acoplan entonces dentro de la cámara de combustión, que está limitada por el correspondiente sistema de pistones.

Reivindicaciones

- 5
10
15
20
25
30
35
1. Dispositivo de pistón libre con motor eléctrico lineal (66), comprendiendo por lo menos un sistema de pistones (12; 126) desplazable linealmente, un dispositivo del inducidos (36; 146) que está unido al sistema de pistones (12; 126), un dispositivo del estator (50; 52), pudiendo accionarse el por lo menos un sistema de pistones (12; 126) por el efecto de un medio que se expande en una cámara de expansión, una primera cámara de desplazamiento (20) en la cual se puede mover un pistón (14; 128) del por lo menos un sistema de pistones (12; 126) sobre el cual actúa el medio, y una segunda cámara de desplazamiento (46, 150) en la cual se puede mover el correspondiente dispositivo del inducidos (36; 146), siendo la primera cámara de desplazamiento (20) y la segunda cámara de desplazamiento (46, 150), cámaras independientes, **caracterizado porque** el sistema de pistones (12; 126) limita en un extremo con un primer pistón (14; 128) una cámara de expansión (58), y en un extremo opuesto limita con un segundo pistón (16; 130) una cámara (65;132) que no es una cámara de expansión y que está realizada como cámara de recuperación elástica para el sistema de pistones (12; 126), y porque una tercera cámara de desplazamiento (26; 136), dentro de la cual se desplaza el segundo pistón (16; 130) presenta un diámetro mayor que la primera cámara de desplazamiento (20).
 2. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el por lo menos un sistema de pistones (12; 126) y el dispositivo del inducidos (36; 146) van conducidos en paralelo.
 3. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la segunda cámara de desplazamiento (46; 150) rodea al menos parcialmente la primera cámara de desplazamiento (20).
 4. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera cámara de desplazamiento (20) presenta una sección circular.
 5. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la segunda cámara de desplazamiento (46; 150) presenta una sección de forma anular o de forma circular.

6. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un eje de simetría (22) de la primera cámara de desplazamiento (20) coincide con un eje de simetría de una cámara de expansión (58).
- 5 7. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del inducidos (36;146), que corresponde al por lo menos un sistema de pistones (12; 126) presenta una distancia transversal respecto al sistema de pistones (12; 126) que es mayor que la extensión transversal de la primera cámara de desplazamiento (20) en la dirección de la separación transversal.
- 10 8. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (36;146) está realizado como inducido exterior.
- 15 9. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (36;146) está dispuesto simétrico con relación a un eje (22) de la primera cámara de desplazamiento (20).
- 20 10. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la segunda cámara de desplazamiento (46; 150) comprende una pluralidad de cámaras parciales (48a, 48b).
- 25 11. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (36; 146) comprende una pluralidad de inducidos parciales (40; 148a, 148b), estando conducido cada inducido parcial (40;148a; 148b) de forma desplazable en una cámara parcial (48a; 48b; 150).
- 30 12. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del estator (50; 80) está situado en la segunda cámara de desplazamiento (46).
- 35 13. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del estator (50) está dispuesto alrededor de la segunda cámara de desplazamiento (46) o alrededor de cámaras parciales (48a, 48b) de la segunda cámara de desplazamiento (46).

14. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el dispositivo del estator (80) está dispuesto alrededor de la primera cámara de desplazamiento (20).
- 5 15. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre el dispositivo del estator (50; 80) y la primera cámara de desplazamiento (20) está situada una refrigeración (56).
- 10 16. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** alrededor del dispositivo del estator (50) está dispuesta una refrigeración (54; 56).
- 15 17. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre el dispositivo del inducido (36; 146) y el dispositivo del estator (50; 152) está formado un entrehierro (74).
- 20 18. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (36; 146) comprende una o varias filas (40; 148a; 148b) de elementos magnéticos (42) dispuestos uno tras otro.
- 25 19. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 18, **caracterizado porque** una fila (40) está situada en un elemento de perfil en forma de listón (78) dispuesto frente a un entrehierro (74) orientado hacia el dispositivo del estator (50).
- 30 20. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 18 ó 19, **caracterizado porque** entre elementos magnéticos (42) contiguos están situados elementos de conducción del flujo (44).
- 35 21. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la tercera cámara de desplazamiento (26; 136), dentro de la cual se desplaza el segundo pistón (16; 130), presenta una sección de forma circular.
22. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la segunda cámara de desplazamiento (46; 150) y la tercera cámara de desplazamiento (26; 136) se solapan.

23. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segundo pistón (16; 130) presenta una superficie mayor orientada hacia la cámara de no-expansión (65; 132) que el primer pistón (14; 128) orientada hacia la cámara de expansión (58).
- 5
24. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (36) está unido al segundo pistón (16).
25. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer pistón (14) y el segundo pistón (16) están unidos entre sí por medio de un vástago de pistón (24).
- 10
26. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado porque** la tercera cámara de desplazamiento (136), dentro de la cual se desplaza el segundo pistón (130) no solapa con la segunda cámara de desplazamiento (150).
- 15
27. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 26, **caracterizado porque** el primer pistón (90) y el segundo pistón (92) están formados por una placa de pistón común (94).
- 20
28. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 26 ó 27, **caracterizado porque** el sistema de pistones (88) presenta una escotadura en la zona del segundo pistón (92), para formar la cámara de no-expansión (112),
- 25
29. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 28, **caracterizado porque** la escotadura (110) está formada entre las paredes laterales (98) del sistema de pistones (88) estando el sistema del inducido (36) sujeto al sistema de pistones (88) por medio de las paredes laterales (98).
- 30
30. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** su dimensión longitudinal está determinada por el dispositivo del inducido (36; 126; 146).
- 35
31. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre la primera cámara de desplazamiento (20) y la tercera cámara de desplazamiento (136) está formada una cámara de conducción (140) para un elemento

de sujeción (142) destinado a unir el dispositivo del inducido (146) con el por lo menos un sistema de pistones (126).

- 5 **32.** Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 31, **caracterizado porque** el sistema del inducido se extiende en un sentido que se aleja del elemento de sujeción (142),
- 10 **33.** Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 31, **caracterizado porque** el dispositivo del inducido (146) se extiende en un sentido que se aleja y en sentido opuesto al elemento de sujeción (142).
- 15 **34.** Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** hay dos sistemas de pistones (88', 88"; 88*, 88**) dispuestos enfrentados entre sí, con un eje longitudinal (160) que esencialmente es coincidente.
- 20 **35.** Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 34, **caracterizado porque** los primeros pistones (90', 90") que limitan cámaras de expansión (58), están enfrentados entre sí.
- 25 **36.** Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 34, **caracterizado porque** los segundos pistones (132*, 132**) que limitan cámaras de no-expansión, están enfrentados entre sí.
- 30 **37.** Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** estar prevista una pluralidad de parejas de dispositivos de pistón libre.
- 35 **38.** Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones 34 a 37, **caracterizado porque** entre los sistemas de pistones está dispuesto un dispositivo de abastecimiento (172) y/o un dispositivo de evacuación (172).
- 39.** Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 36, **caracterizado por** estar previsto un dispositivo de abastecimiento (168) para las cámaras de no-expansión.
- 40.** Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una cámara de expansión está realizada como cámara de combustión (58).

41. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 40, **caracterizado porque** en una cámara de combustión (58) se expanden gases de combustión.
- 5 42. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 41, **caracterizado porque** en la cámara de combustión (58) se generan gases de combustión.
43. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 41, **caracterizado porque** los gases de combustión se generan en el exterior y se incorporan a la cámara de combustión.
- 10 44. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones 1 a 39, **caracterizado porque** en una cámara de expansión (312) se expande un medio portador de calor.
45. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 44, **caracterizado porque** el medio portador de calor es vapor.
- 15 46. Dispositivo de pistón libre según la reivindicación 44 ó 45, **caracterizado porque** el medio portador de calor se genera exteriormente a la cámara de expansión (312) o exteriormente a la cámara de expansión (312) se le aporta energía al medio portador de calor.
- 20 47. Dispositivo de pistón libre según una de las reivindicaciones 44 a 46, **caracterizado por** estar previsto un sistema de refrigeración de retorno (332) del medio evacuado de la cámara de expansión.

25

30

35

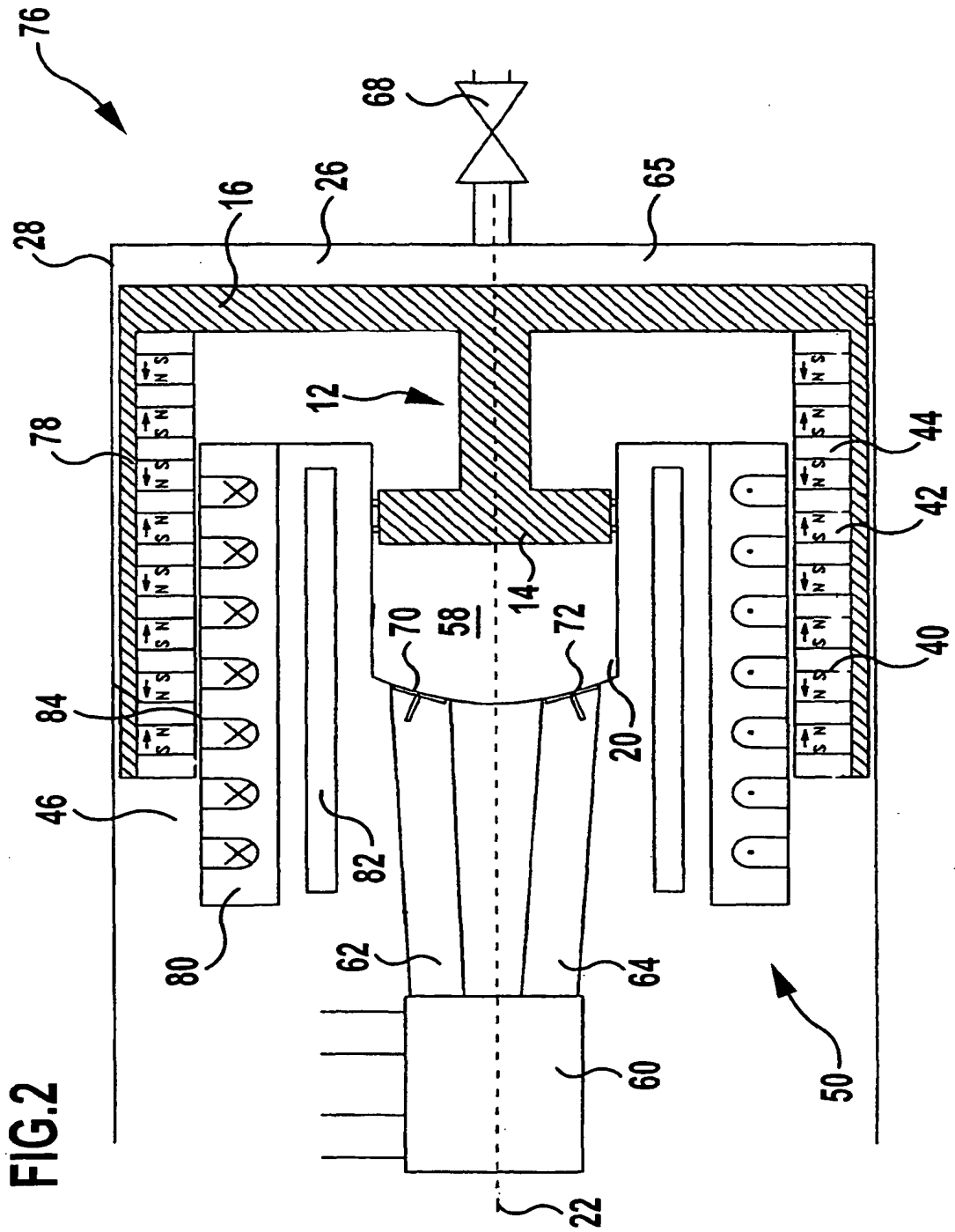
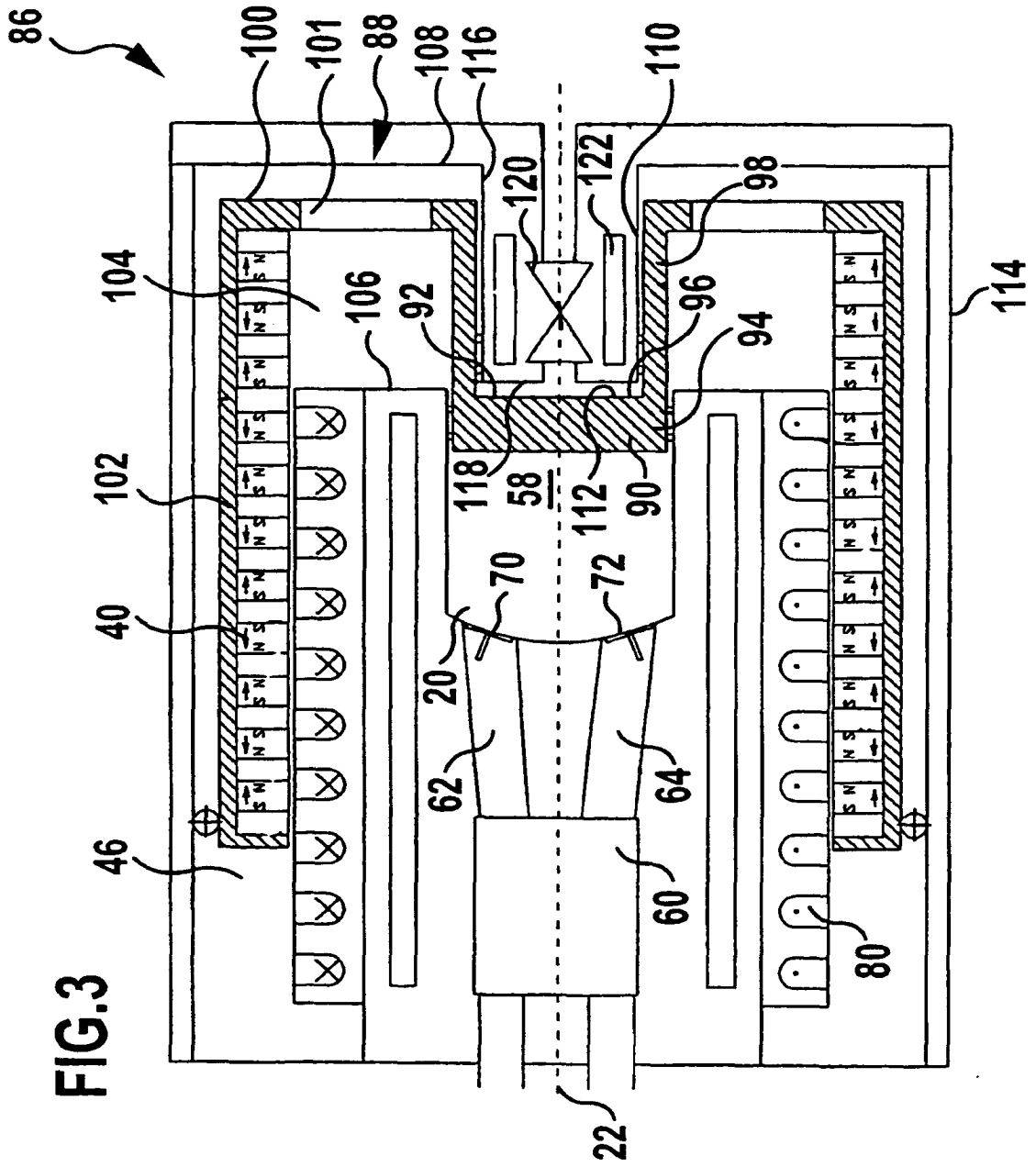


FIG. 2



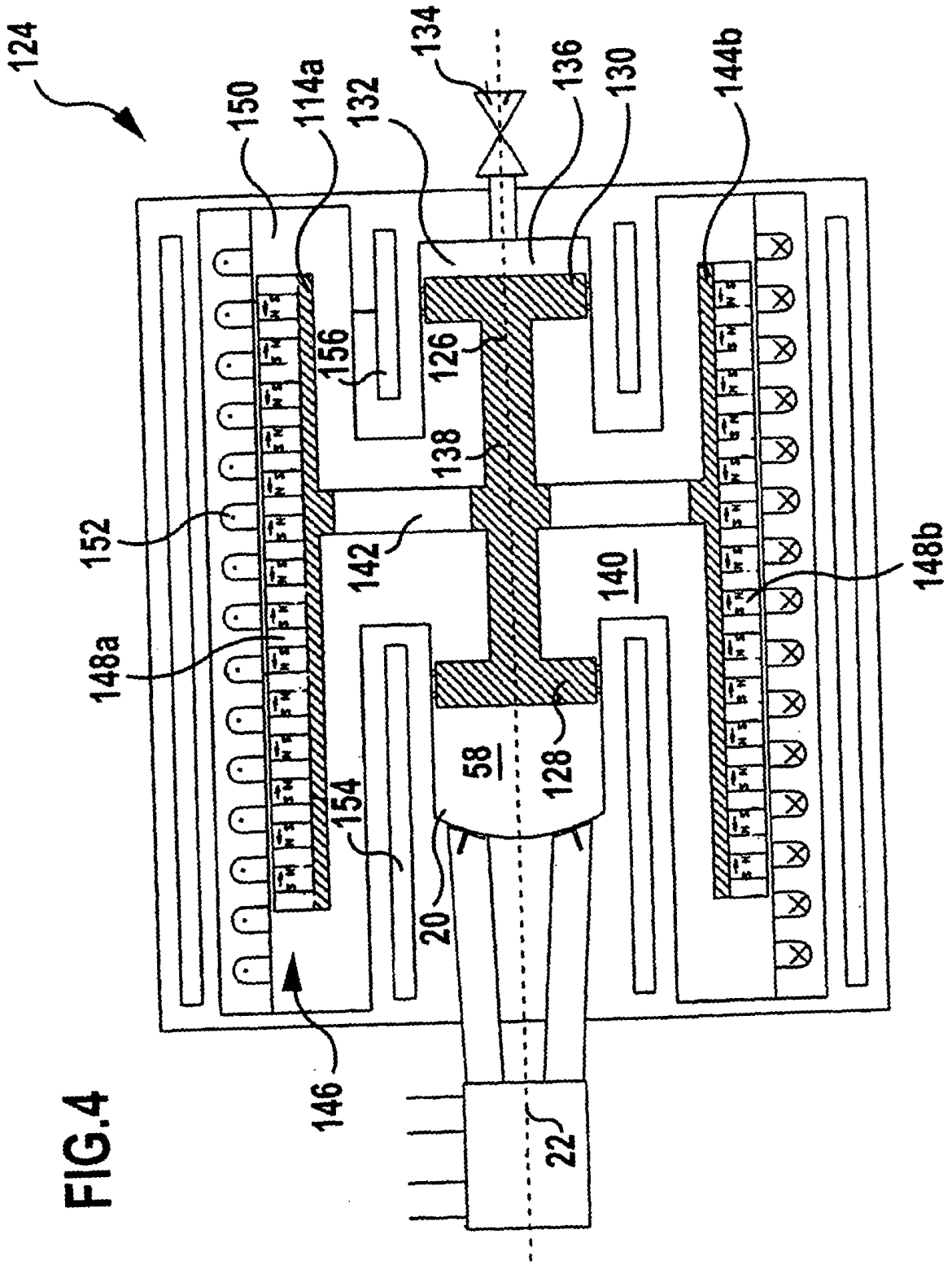
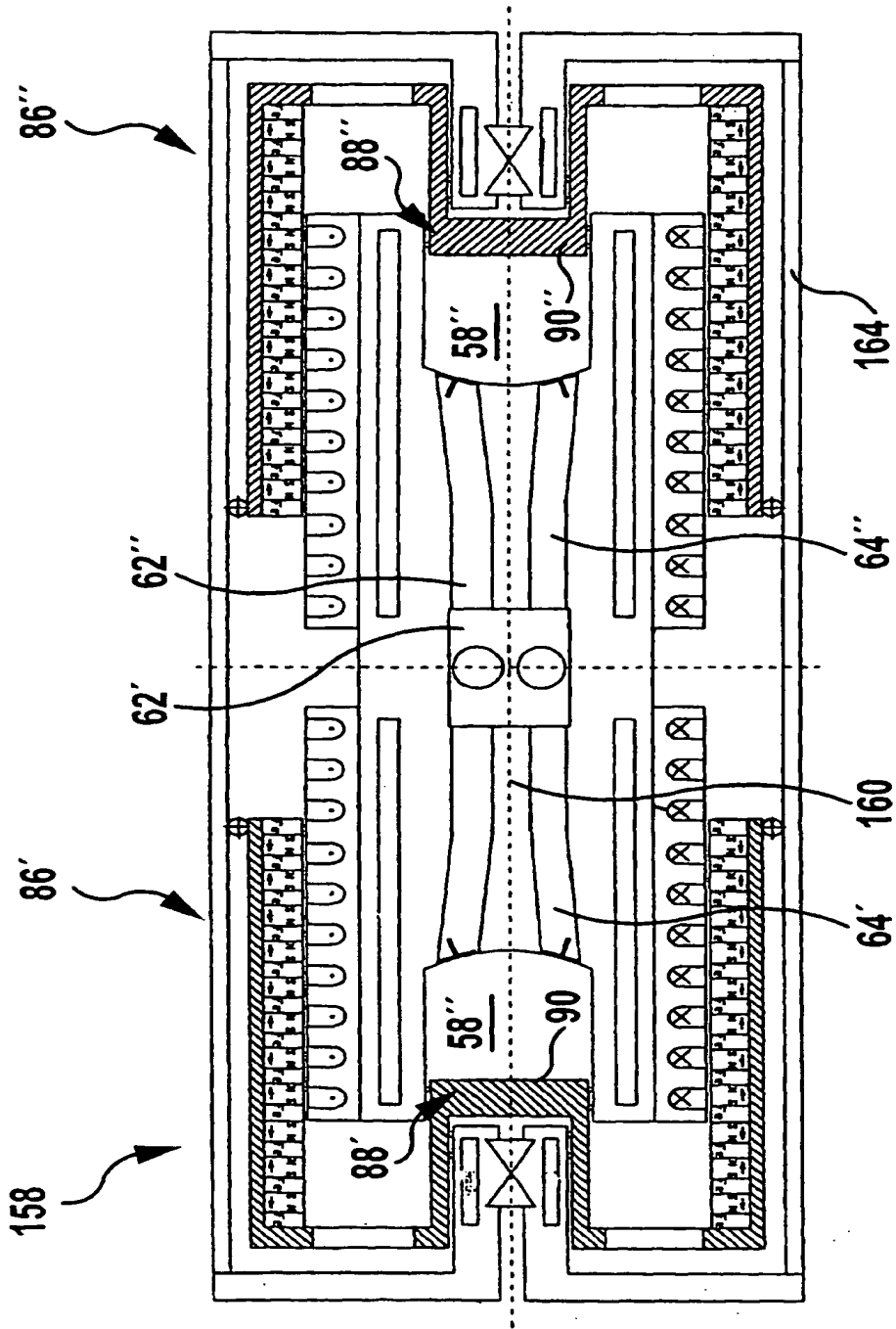


FIG.5



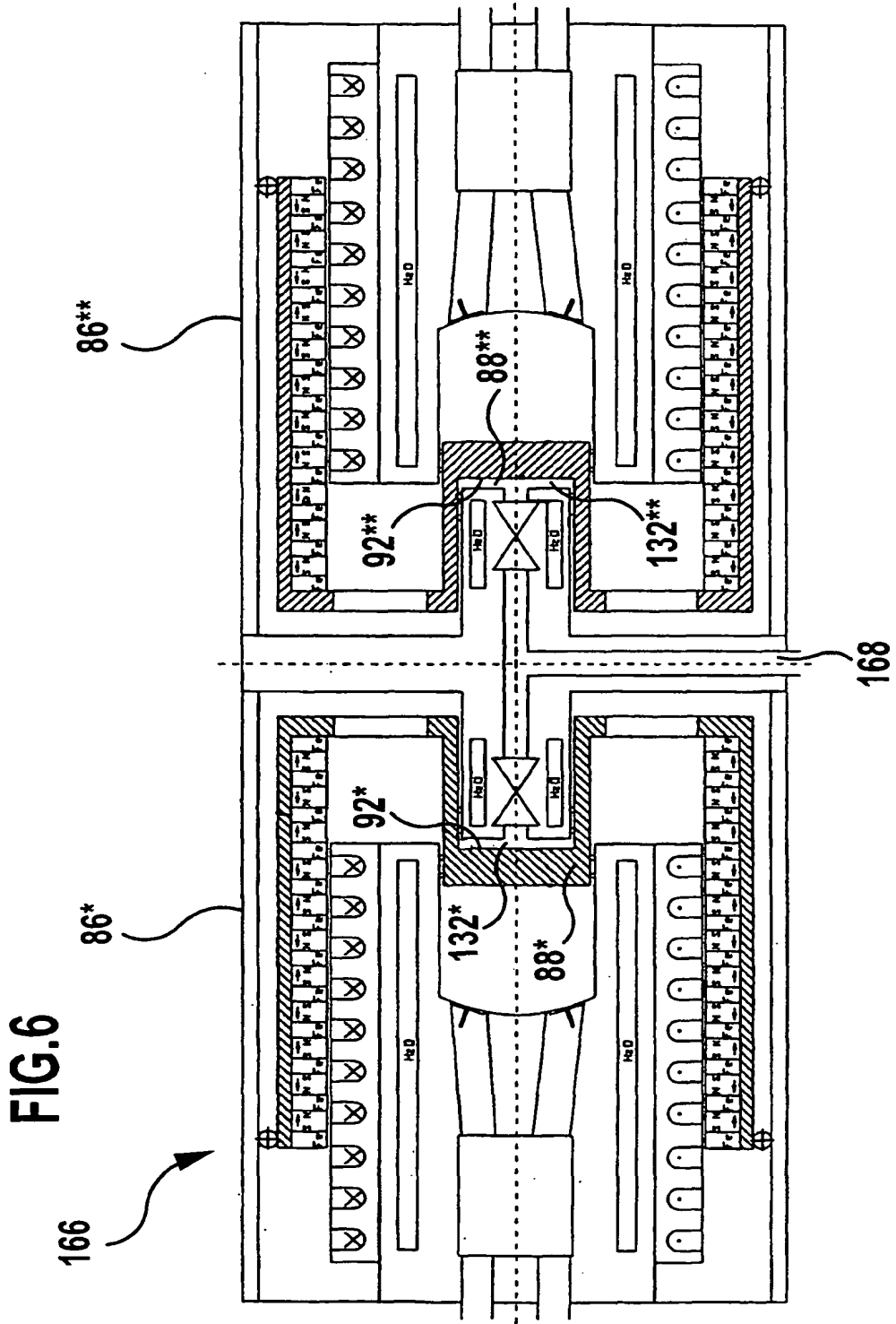


FIG.7

