

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 074**

51 Int. Cl.:

F02B 29/04 (2006.01)
F02B 33/06 (2006.01)
F01B 3/00 (2006.01)
F02G 1/02 (2006.01)
F02G 3/02 (2006.01)
F02B 75/26 (2006.01)
F01B 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2016 PCT/DE2016/100479**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017 WO17071680**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2016 E 16798076 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3359778**

54 Título: **Motor de pistones axiales y procedimiento para accionar un motor de pistones axiales**

30 Prioridad:

26.10.2015 DE 102015118239

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2019

73 Titular/es:

**GETAS GESELLSCHAFT FÜR
THERMODYNAMISCHE ANTRIEBSSYSTEME
MBH (100.0%)
Roonstr. 11
52351 Düren, DE**

72 Inventor/es:

**ROHS, ULRICH y
VOIGT, DIETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 726 074 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

Motor de pistones axiales y procedimiento para accionar un motor de pistones axiales

Esta invención hace referencia a un motor de pistones axiales con una combustión interior continuada con una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, con al menos dos cilindros de trabajo y al menos dos cilindros compresores accionados por los cilindros de trabajo, de manera que las conexiones de encendido entre la cámara de combustión que trabaja de forma continuada y los cilindros de trabajo se abre y se cierra cíclicamente y entre los cilindros compresores y la cámara de combustión se ha previsto una alimentación del medio de combustión para el transporte del medio de combustión comprimido a la cámara de combustión que trabaja de forma continuada. Asimismo la invención hace referencia a un procedimiento para accionar un motor de pistones axiales con combustión interna continuada, en el cual el medio de combustión comprimido junto con el combustible se quema en una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, para obtener el medio de trabajo que alimentará los cilindros de trabajo cíclicamente con el fin de extraer la energía mecánica, y la energía mecánica extraída se utiliza también para un medio de combustión comprimido.

Los motores de otra naturaleza se han dado a conocer en la DE 691 12 142 T2, en la US 4.783.966 o bien en la US 5.964.087, en los cuales existe una combustión discontinua, donde el aire o una mezcla de aire-combustible se compacta, el aire compactado o la mezcla de aire-combustible es conducida a golpes a una cámara de combustión o a un cilindro de trabajo, de manera que en el caso del aire compactado incluso se añade combustible al aire compactado, y seguidamente la mezcla compactada de aire-combustible se enciende y se añade en su totalidad a un cilindro de trabajo. El proceso de combustión termina entonces y se inicializa de nuevo cuando se dispone de aire comprimido renovado. Esto hace que todo el proceso de combustión se determine básicamente por el comienzo y el final del correspondiente proceso de combustión. El cociente de compresión-expansión vendrá también determinado en cierta medida por las condiciones del diámetro del cilindro o del volumen de elevación en la compresión y expansión.

Por ejemplo, como motores de pistones se conocen ya desde hace tiempo los motores con una combustión interna continuada de la patente US 972.504. También se han descrito los motores de pistones axiales, por ejemplo, en la US 5.228.415 o en la DE 31 35 619 A1, donde para este tipo de motores no se ha divulgado la combustión interna continuada. Incluso la EP 1 035 310 A2 y la WO 2011/009454 A2 informan sobre motores de pistones axiales con combustión interna continuada, donde los motores de pistones axiales de las dos últimas respectivamente tienen una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, al menos dos cilindros de trabajo y al menos dos cilindros de compresión accionados por los cilindros de trabajo, de manera que las conexiones del encendido entre la cámara de combustión que trabaja de forma continuada y los cilindros de trabajo se abren y cierran cíclicamente, por lo que entre los cilindros de compresión y la cámara de combustión se ha dispuesto una alimentación o línea de suministro del medio de combustión para alimentar el medio de combustión comprimido en la cámara de combustión que trabaja de forma continuada. Asimismo ambas publicaciones informan sobre un procedimiento para impulsar un motor de pistones axiales con una combustión continuada interna, en el que el medio de combustión comprimido junto con el combustible arde en una cámara de combustión de trabajo continuo para crear un medio de trabajo, que alimente los cilindros de trabajo cíclicos con el fin de extraer la energía mecánica, y la energía mecánica extraída en los cilindros de trabajo se aproveche también para una compresión del medio de combustión. A este respecto la EP 1035310 A2 hace referencia a los émbolos para la abertura y cierre cíclico de las conexiones de encendido, los cuales se disponen alrededor del cilindro de trabajo y giran alrededor de éste, de forma que los orificios en estos émbolos se aprovechan para la abertura y el cierre de conexiones de encendido. En lo que se refiere a la WO 2011/009454 A2 se pueden emplear en lugar de estos émbolos también émbolos de maniobra o mando, los cuales abren o cierran cíclicamente las conexiones de encendido del modo correspondiente. Además este último documento indica que el medio de trabajo puede expandirse durante la expansión en el cilindro de trabajo con un cociente de presión mayor que un cociente o ratio de presión existente en el cilindro compresor durante la compresión. Además es común en ambos documentos el que el medio de combustión comprimido de los cilindros de compresión se recoja inicialmente en un tubo de recogida, y luego el medio de combustión comprimido sea transportado por una tubería del medio de combustión, la cual discurra por uno o varios intercambiadores de calor, y sea conducido a la cámara de combustión de forma continuada.

El cometido de la presente invención consiste en mejorar el grado de efectividad en motores de pistones axiales de este tipo o bien en el procedimiento para accionar los motores de pistones axiales.

El cometido de la invención se resuelve mediante motores de pistones axiales o bien mediante el procedimiento para accionar los motores de pistones axiales con las características de las reivindicaciones independientes. Otras configuraciones preferidas, si se diera el caso, independientes de las mencionadas, se encontrarán en las subreivindicaciones así como en la siguiente descripción.

En un motor de pistones axiales con una combustión interior continuada con una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, con al menos dos cilindros de trabajo y con al menos dos cilindros de compresión accionados por los cilindros de trabajo, donde las conexiones del encendido entre la cámara de combustión que trabaja de forma

continuada y los cilindros de trabajo se abren y cierran cíclicamente y donde entre los cilindros de compresión y la cámara de combustión se ha previsto una línea de alimentación del medio de combustión para alimentar el medio de combustión comprimido en la cámara de combustión que trabaja de forma continuada, el grado de eficacia se puede mejorar si se conecta una salida de un primer cilindro de compresión de ambos cilindros de compresión con una entrada de un segundo cilindro compresor de ambos cilindros compresores.

El grado de eficacia puede mejorar también en un procedimiento para accionar un motor de pistones axiales con una combustión interna continuada, en el cual el medio de combustión comprimido junto con el combustible se quema en una cámara de combustión que trabaja de forma continuada hasta crear un medio de trabajo, el medio de trabajo alimenta los cilindros de trabajo cíclicamente para obtener la energía mecánica y la energía mecánica obtenida de los cilindros de trabajo se aprovecha además para una compresión del medio de combustión, si la compresión se realiza en dos etapas.

A través de esta dualidad de etapas o bien gracias al hecho de que una salida de un primer cilindro compresor está conectada a una entrada de un segundo cilindro compresor, no es preciso realizar grandes compresiones en un turno si se compara con la solución conforme a la tecnología actual, lo que además requiere elevados requisitos en el control de la válvula y en la configuración del cilindro compresor así como en la carrera del pistón o émbolo compresor. En las soluciones de dos etapas o bien en la conexión de la salida del primer cilindro compresor y de la entrada del segundo cilindro compresor, aunque en definitiva el control del cilindro compresor o de sus entradas o salidas es más compleja, sorprende el elevado grado de eficacia.

En un procedimiento para accionar un motor de pistones axiales, con combustión interna continuada, en el cual el medio de combustión comprimido junto con el carburante se quema en una cámara de combustión que trabaja de forma continuada hasta crear un medio de trabajo, el medio de trabajo alimenta los cilindros de trabajo cíclicamente para obtener la energía mecánica y la energía mecánica obtenida de los cilindros de trabajo se aprovecha además para una compresión del medio de combustión, el grado de eficacia puede mejorar de tal forma que la compresión se realice a temperaturas de compresión inferiores a 300°C. La temperatura de compresión baja facilita un acercamiento del proceso de compresión a una compresión isotérmica, que condiciona un incremento determinado del grado de eficacia.

Una temperatura convenientemente baja en la compresión parece absurda a la vista del posible intercambiador térmico, con el cual se calienta el medio de combustión comprimido antes de entrar en la cámara de combustión que trabaja de forma continuada. Sin embargo, tal como se ha comprobado desde el punto de vista del grado de eficacia es preferible que la compresión se lleve a cabo a una misma temperatura y a temperaturas bajas y que el calor sea transferido luego a través del intercambiador de calor.

Se entiende pues que mediante las dos etapas de compresión, tal como se ha aclarado antes o bien mediante la conexión de la salida del primer cilindro con la entrada del segundo cilindro de compresión se puede realizar un control de la temperatura básicamente simple. Esto sirve especialmente puesto que debido a las dos etapas se pueden utilizar cilindros de compresión más pequeños. Incluso se puede realizar un enfriamiento intermedio acumulativo o alternativo entre ambas etapas, de manera que se pueda garantizar asimismo una temperatura de compresión igualmente baja. Para el enfriamiento intermedio se puede prever entre la salida del primer cilindro de compresión y la entrada del segundo cilindro de compresión, por ejemplo, un enfriador intermedio, que se caracterice por los dispositivos de enfriamiento correspondientes como aletas de refrigeración, serpentín refrigerante, una refrigeración de agua o un enfriamiento del aire. Opcionalmente, se puede utilizar un enfriador intermedio de este tipo incluso como almacén intermedio, de manera que luego el depósito intermedio se equipe con los dispositivos correspondientes de refrigeración.

En particular distanciándose de la WO 2011/009454 A2, de la cual se deduce que un medio de combustión debe expandirse durante la expansión en la etapa del expansor o bien en los cilindros de trabajo con un cociente de presión mayor que el cociente de presión existente durante la compresión en la etapa de compresión, es decir en los cilindros de compresión, o bien que la etapa de compresión debe presentar un volumen de elevación menor que el de la etapa del expansor, se ha comprobado que el grado de eficacia del motor de pistones axiales y en particular también el cociente o el ratio de compresión, puede verse optimizado especialmente por la selección de las conexiones de encendido, de manera que sorprendentemente el grado de eficacia en un motor de pistones axiales con combustión interior continuada con una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, con al menos dos cilindros de trabajo y con al menos dos cilindros de compresión accionados por los cilindros de trabajo, de manera que las conexiones de encendido entre las cámaras de combustión que trabajan de forma continuada y los cilindros de trabajo que se abren y cierran cíclicamente y de manera que entre los cilindros de compresión y la cámara de combustión se haya previsto una línea de alimentación del medio de combustión para alimentar el medio de combustión comprimido a la cámara de combustión que trabaja de forma continuada, pueda mejorar de tal forma que un distribuidor giratorio tenga al menos dos aberturas distribuidoras, que cíclicamente abren y cierran las conexiones de encendido. A causa de esto se pueden conseguir tiempos de selección dosificados con exactitud en una elevación o carrera proporcionadamente pequeña del émbolo de trabajo en el correspondiente cilindro de trabajo, que conduzcan a elevaciones o carreras relativamente pequeñas del pistón de compresión en el cilindro de

compresión y por tanto mejoren el grado de eficacia en la compresión. Aquí se ha constatado que incluso cuando no se ha previsto una mejoría del grado de eficacia en el lateral del compresor, el grado de eficacia del motor de pistones axiales puede mejorar según un tipo de configuración, puesto que el distribuidor giratorio, el cual al menos presenta dos orificios distribuidores que abren y cierran cíclicamente las conexiones del encendido, puede garantizar tiempos de abertura y cierre definibles con extrema rapidez y exactitud en el ámbito del cierre y abertura cíclico. Lo mismo sirve también para motores de pistones axiales con combustión interior continuada con una cámara de combustión que trabaja de forma continuada, con al menos dos cilindros de trabajo y con al menos dos cilindros compresores accionados por los cilindros de trabajo, donde las conexiones de encendido entre la cámara de combustión que trabaja de forma continuada y los cilindros de trabajo se cierran y abren cíclicamente y donde entre los cilindros compresores y la cámara de combustión se ha previsto una línea de medio de combustión para alimentar la cámara de combustión que trabaja de forma continuada del medio de combustión comprimido, cuando el motor de pistones axiales se caracteriza por que un distribuidor giratorio presenta al menos dos orificios distribuidores, que cíclicamente que son atravesados por conductos de encendido. En consecuencia, es preferible también un procedimiento para accionar el motor de pistones axiales con una combustión interna continuada, en el cual el medio de combustión comprimido junto con el carburante se quema en una cámara de combustión que trabaja de forma continuada para dar un medio de trabajo, que alimentará los cilindros de trabajo cíclicos con el fin de extraer la energía mecánica, y la energía mecánica extraída en los cilindros de trabajo se utilizará también para una compresión del medio de combustión. Con todo ello es preferible que la cámara de combustión al mismo tiempo tenga dos conexiones de encendido abiertas por cilindro de trabajo respectivo. Esto sirve en particular para cuando se trata de un distribuidor giratorio, ya que se pueden garantizar los tiempos de mando o selección correspondientes.

Se entiende que el distribuidor giratorio se ha dispuesto preferiblemente coaxial a la cámara de combustión. Esto permite una configuración especialmente sencilla y una distribución garantizada. Además sirve cuando el distribuidor se dispone de un modo acumulativo o alternativo y también coaxial a un eje accionado o bien se ha previsto sobre éste. Opcionalmente se puede modificar el tiempo de mando en pequeños límites mediante una desviación relativa entre el distribuidor y el eje accionado, para adaptarse a estas distintas cifras de giro o distintas condiciones de funcionamiento.

Una configuración especialmente compacta, que es preferiblemente energética y también estructurable, puede llevarse a cabo cuando el distribuidor giratorio es una base de la cámara de combustión. Esto garantiza una distribución especialmente definida e inmediata del medio de trabajo con un mínimo de componentes participantes.

Preferiblemente por los cilindros de trabajo discurren los émbolos de trabajo, que actúan en un disco de levas de un accionamiento, el cual fuerza dos elevaciones por giro. En particular, interaccionando con ambos orificios distribuidores, que preferiblemente se han compaginado con el émbolo de trabajo que discurre sincrónicamente en un ciclo, se puede garantizar un grado de eficacia mayor del motor de pistones axiales.

Preferiblemente el accionamiento de los émbolos compresores que discurren en los correspondientes cilindros de compresión es realizado por el cilindro de trabajo por medio de una biela común. Conforme a ello es preferible que cuando la energía mecánica, que se obtiene en los cilindros de trabajo y se aprovecha una compresión del medio de combustión, se utilice para la compresión sin más variación de energía. Esto permitirá un grado de eficacia especialmente alto en particular en la compresión.

Opcionalmente se podrían prever más de dos etapas en la compresión, de manera que en un momento preciso pareciera que no es necesario que con dos etapas o bien que con la salida del primer cilindro de compresión conectada a la entrada del segundo cilindro de compresión, ya se puede conseguir un incremento definido del grado de eficacia.

En consecuencia es una ventaja que una entrada del primer cilindro de compresión esté conectada a una entrada del medio de combustión, por ejemplo por un orificio de aspiración. De un modo acumulativo o alternativo una salida del segundo cilindro compresor puede estar conectada a la tubería del medio de combustión, de manera que el medio de combustión comprimido en el segundo cilindro compresor sea introducido en la cámara de combustión que trabaja de forma continuada, lo que se puede llevar a cabo por medio de uno o varios intercambiadores de calor.

El grado de eficacia en la compactación se puede elegir elevado cuando el primer cilindro compresor tiene un diámetro claramente mayor al del segundo compresor. Así el primer cilindro compresor puede comprimir un volumen básicamente grande de aire del modo correspondiente y se puede disponer del segundo cilindro compresor comprimido, de manera que éste al menos pueda comprimir la misma cantidad de aire del modo correspondiente. Se entiende que aquí puedan existir pequeñas desviaciones, que finalmente sean toleradas por el sistema completo.

Preferiblemente el segundo cilindro compresor tiene un área de cilindro que corresponde a la raíz cuadrada del cociente de compresión multiplicado por un área del primer cilindro compresor. Esto significa que según el punto de accionamiento del motor de pistones axiales se puede preparar un medio de combustión óptimo y se puede accionar

así el motor de pistones axiales con un grado de eficacia elevado. Lo mismo sirve cuando están presentes varios primeros y segundos cilindros compresores, donde se comparan sus superficies cilíndricas.

5 En este contexto se ha indicado que el cociente de compresión es la relación entre la compresión en la primera etapa o en el primer cilindro de compresión y la compresión en la segunda etapa o bien en el segundo cilindro de compresión. La compresión es pronunciada por el recorrido que el pistón correspondiente recorre y el diámetro del correspondiente cilindro. En general la presión de partida y la correspondiente presión de salida tienen un papel esencial, de manera que estas dependen del estado de accionamiento del correspondiente motor de pistones axiales, mientras que la carrera y el diámetro equivalen a los parámetros fijos geoméricamente del correspondiente motor de pistones axiales. Asimismo los diámetros de las tuberías de entrada y salida y los tiempos de abertura de la válvula definen la compresión. En el presente contexto las condiciones de compresión se refieren a las condiciones de compresión deseadas de ambas etapas y tienen en cuenta el conjunto de todos estos factores.

10 En particular se ha constatado que a diferencia de una combustión discontinúa, una relación compresión-expansión en los motores de pistones axiales con combustión interna continuada se ve influida básicamente por los tiempos de control de las válvulas, mientras que los diámetros de los cilindros o los volúmenes recorridos únicamente tienen un papel insignificante.

15 Además es una ventaja que el primer cilindro compresor tenga casi el diámetro del cilindro de trabajo. Ciertamente la WO 2011/009454 A2 divulga el hecho de que el medio de combustión debe expandirse durante la expansión en los cilindros de trabajo con un cociente de presión mayor que el cociente de presión existente durante la compresión en los cilindros compresores o bien que la etapa de compresión debe tener un volumen de recorrido inferior que el volumen de la etapa del expansor. Sin embargo no existen datos exactos respecto al diámetro. No obstante se ha constatado que diámetros claramente inferiores a los diámetros del cilindro de trabajo pueden dar muy buenos resultados. Así el diámetro del primer cilindro compresor puede ser menor del 90% del diámetro de uno de los cilindros de trabajo. En particular éste puede ser menor del 85%, preferiblemente menor del 83%. Como límite inferior parece que le corresponde a un diámetro del primer cilindro compresor, si en posteriores reducciones no existe ninguna ganancia en el grado de eficacia puesto que aparecen rozamientos elevados. En muchos primeros cilindros compresores se pueden compensar las sumas de diámetros de los primeros cilindros compresores con las sumas de diámetros de la correspondiente cifra de cilindros de trabajo.

20 En particular el primer cilindro compresor o bien los primeros cilindros compresores pueden tener tales dimensiones que ya se haya dispuesto suficiente medio de combustión comprimido para una marcha sin carga o en vacío del motor de pistones axiales. También en la primera etapa se puede haber dispuesto de forma acumulativa o alternativa suficiente medio de combustión comprimido para una marcha sin carga o en vacío del motor de pistones axiales. En una reacción concreta se pueden haber previsto por ejemplo uno o varios conductos de medio de combustión desde el primer o desde los primeros cilindros compresores o desde la primera etapa hasta la cámara de combustión. Incluso el medio de combustión comprimido puede ser transportado simplemente a través de la segunda etapa o bien a través del segundo o de los segundos cilindros compresores, sin que se observe una notable compresión en la segunda etapa o en el segundo o segundos cilindros de compresión. En un dimensionado de este tipo del primer o de los primeros cilindros compresores o bien en una configuración de este tipo de la primera etapa se puede prescindir en una marcha sin carga o en vacío de otra compresión en la segunda etapa o bien en uno o en varios segundos cilindros compresores, lo que resulta favorable desde el punto de vista energético. Esto último se produce automáticamente, cuando desde la cámara de combustión en la marcha sin carga únicamente se intercepta una presión inferior y en caso de carga completa una presión elevada.

35 Se entiende que en particular se puedan haber previsto varios primeros cilindros compresores con respectivamente una salida o bien varios segundos cilindros compresores con respectivamente una entrada, que se dispongan del modo correspondiente a los ciclos del motor de pistones axiales o del procedimiento de trabajo.

40 Por lo tanto en una reacción concreta cada una de las salidas del correspondiente primer cilindro compresor puede estar conectada con exactamente una de las entradas del segundo cilindro compresor, de manera que las etapas de compresión tengan lugar de forma exacta y precisa entre estos cilindros compresores,

45 Por otro lado es imaginable que una salida de uno de los múltiples primeros cilindros compresores esté conectada a varias entradas del segundo cilindro compresor. Asimismo una entrada del segundo cilindro compresor puede estar conectada a varias salidas del primer cilindro compresor, de manera que a través del primer cilindro compresor se disponga de un medio de combustión comprimido y según la necesidad de al menos dos segundos cilindros compresores. Esto condiciona una cierta carga lenta, que por un lado puede ser utilizada para un enfriamiento intermedio y por otro lado puede nivelar ciertas inexactitudes en el control de entradas y salidas o bien en la compresión en cada uno de los cilindros compresores.

50 Se entiende que cada uno de los primeros cilindros compresores debería presentar una entrada y cada uno de los segundos cilindros compresores debería presentar una salida, de manera que según la reacción concreta, las entradas del primer cilindro compresor, por ejemplo, con una propia entrada del medio de combustión o bien con

entradas comunes del medio de combustión o únicamente con una entrada común del medio de combustión o bien en una configuración irregular se puede conectar a una etapa de compresión anterior. Asimismo las salidas del segundo cilindro compresor pueden estar conectadas a cada línea de alimentación de medio de combustión con la cámara de combustión, que discurren juntas o separadas por el intercambiador térmico. Asimismo se puede pensar que las salidas del segundo cilindro de compresión están conectadas a la cámara de combustión inicialmente una vez unidas y luego con únicamente una línea de alimentación del medio de combustión o bien partiendo de un colector a través de varias líneas del medio de combustión, que discurren por un intercambiador de calor. A ello puede seguir el segundo cilindro compresor o bien una tercera etapa de compresión, de manera que las salidas estén conectadas respectivamente a una o varias entradas del tercer cilindro compresor.

Tal como se ha expuesto con anterioridad, entre las etapas de compresión se puede haber previsto un enfriamiento intermedio. Conforme a ello la compresión puede aproximarse a una compresión isotérmica, si entre ambas etapas se realiza un enfriamiento intermedio, o bien entre la salida del primer cilindro compresor y la entrada del segundo cilindro compresor se ha previsto un enfriador intermedio.

Un enfriador de este tipo tiene unas medidas técnicas que oscilan desde una conducción simple hasta unas paredes sencillas que permitan un enfriamiento. En particular un enfriador intermedio de este tipo comprende aletas de refrigeración, placas o ciertamente paredes refrigerantes. También se puede llevar a cabo una incidencia aparte con medio refrigerante, por ejemplo con aire refrigerante o líquido refrigerante. Asimismo se puede pensar en serpentines refrigerantes en las paredes correspondientes, en las cuales se debe enfriar el medio de combustión.

Se debe garantizar preferiblemente que la compresión tenga lugar a unas temperaturas de compresión inferiores a 280°C, en particular inferiores a 270°C. Por tanto la idea es aproximarse a una compresión isotérmica.

Entre la salida del primer cilindro de compresión y la entrada del segundo cilindro compresor se puede prever un depósito intermedio, de manera que se pueda almacenar un cierto excedente en el primer cilindro compresor de medio de combustión comprimido en el depósito intermedio, que luego se pueda aprovechar para incrementos de potencia a corto plazo o bien para procesos de puesta en marcha. Ciertamente un depósito intermedio de este tipo puede tener una entrada separada y una salida separada, de manera que en cierto modo conduzca el medio de combustión – puesto que el medio de combustión está en forma de gas – lo que sin embargo es costoso. El depósito intermedio engloba preferiblemente solamente una conexión con la salida del primer cilindro compresor o con la entrada del segundo cilindro compresor, de manera que el medio de combustión pueda acceder a través de esta única conexión al depósito intermedio y pueda salir del depósito intermedio. Para garantizar un control exacto del depósito intermedio se han previsto las conexiones correspondientes con las válvulas pertinentes. Si fuera preciso el depósito intermedio se puede emplear como refrigerador intermedio cuando se han previsto las correspondientes medidas refrigerantes tal como se acaban de explicar.

Se entiende que las características de las soluciones descritas en las reivindicaciones o anteriormente se pueden combinar de cualquier modo para poder acumular todas las ventajas.

Otras ventajas, objetivos y propiedades de la presente invención se aclaran con ayuda de la descripción siguiente de los ejemplos, que se han representado también en las figuras adjuntas:

- Figura 1 una vista seccional o en corte esquemática de un primer motor de pistones axiales;
- Figura 2 un perfil esquemático a través del cuerpo de la cámara de combustión del motor de pistones axiales conforme a la figura 1;
- Figura 3 un perfil esquemático a través del cilindro compresor del motor de pistones axiales conforme a las figuras 1 y 2;
- Figura 4 un perfil esquemático a través del cilindro compresor de un segundo motor de pistones axiales;
- Figura 5 un perfil esquemático de un tercer motor de pistones axiales en una representación similar a la de la figura 1; y
- Figura 6 un diagrama del principio de un motor de pistones axiales conforme a las figuras 1 hasta 5.

Los motores de pistones axiales 10 representados en la figura tienen respectivamente una cámara de combustión 20, a la que llega un medio de combustión que pasa por unos conductos o líneas de suministro del medio de combustión 21, el cual en la cámara de combustión 20 junto con el carburante, el cual se añade a la cámara de combustión 20 a través de uno o varios conductos o tuberías de carburante 22, se consume para ir dando de forma continuada el medio de trabajo.

El medio de trabajo es transportado a los cilindros de trabajo 30 a través de las conexiones de encendido 25, que se han configurado en estos ejemplos como canales o conductos de encendido 26. En dichos cilindros de trabajo los émbolos de trabajo 35 se desplazan de aquí para allá, lo que permite obtener una energía mecánica del medio de trabajo, y ésta por su lado conduce a un accionamiento o sistema de propulsión 60, que por su parte comprende un disco de levas 62 y un eje o árbol accionado 61.

ES 2 726 074 T3

Es decir los émbolos de trabajo 35 se han previsto con una biela 50, la cual se desplaza arriba y abajo por el disco de levas 62.

5 Además la energía mecánica obtenida por los émbolos de trabajo 35 o bien en los cilindros de trabajo 30 será conducida a los émbolos o pistones compresores 46, 47, los cuales se desplazan en los cilindros compresores 41, 42, de manera que allí se realiza una compresión del medio de combustión.

10 El medio de combustión comprimido pasa entonces por la tubería del medio de combustión 21 de vuelta a la cámara de combustión 20 por donde todavía circula el intercambiador térmico 55, en la cual la energía residual térmica del medio de trabajo, cuando éste abandona el cilindro de trabajo 30, puede ser alimentada al medio de combustión que alimenta la cámara de combustión 20 que trabaja de forma continuada. El medio de trabajo abandona el intercambiador térmico 55 como gas de escape 56.

15 Se entiende que en las configuraciones algo diferentes se puede prever únicamente un intercambiador térmico 55 y solamente una tubería de medio de combustión 21. Asimismo, según las circunstancias, en configuraciones especiales se puede prever una alimentación o línea de suministro del medio de combustión 21, que no recorra ningún intercambiador térmico. Existen también configuraciones en las cuales se han previsto varios intercambiadores térmicos 55, que respectivamente son recorridos por varias tuberías de medios de combustión 21 o bien por tuberías de medios de combustión 21 procedentes de varios cilindros compresores 41, 42 y/o de varias tuberías de medios de trabajo o bien tuberías de medios de trabajo de varios cilindros de trabajo.

20 La cámara de combustión 20 puede estar formada por una, dos o más etapas, lo que en definitiva es irrelevante para la explicación de la presente invención. Tal como se puede deducir de la figura 6, cuanto menor es la temperatura del medio de combustión comprimido en la entrada al intercambiador térmico 55, es más posible que mucha energía sea recuperada del medio de trabajo una vez éste haya abandonado el cilindro de trabajo 30.

25 En todos los ejemplos aclaratorios el motor de pistones axiales 10 tiene un distribuidor giratorio 27, que distribuye el medio de trabajo de forma sucesiva a los cilindros de trabajo 30.

30 Es decir, en estos ejemplos aclaratorios el distribuidor giratorio 27 se ha configurado como base de la cámara de combustión 28, por lo que desde el punto de vista puramente teórico se pueden prever otras configuraciones, como por ejemplo un aro distribuidor giratorio separado, el cual circula por los conductos de encendido 26 y los separa, o quizás también otro dispositivo giratorio, el cual sea capaz de distribuir el medio de trabajo de forma sucesiva por los cilindros de trabajo 30.

35 El distribuidor giratorio 27 tiene unos orificios distribuidores 29, que en la rotación pasan por los conductos del encendido 26, de manera que de ese modo las conexiones de encendido 25 se abren y cierran de forma ininterrumpida.

40 En el presente ejemplo el distribuidor giratorio 27 está conectado al eje o árbol accionado 61 o bien al disco de levas 62, de manera que gira con éste. Opcionalmente mediante una prolongación del ángulo de giro del distribuidor giratorio 27 en lo que respecta al disco de levas 62 o bien en lo que se refiere al eje o árbol accionado 61, puede adaptarse la sincronización entre la rotación del distribuidor 27 y la rotación del disco de levas 62 o del eje accionado 61 en condiciones de trabajo determinadas, como por ejemplo en cuestiones de potencia a corto plazo o en distintos rangos de revoluciones.

45 En los presentes ejemplos se comprime en dos etapas, de manera que se definen unos primeros cilindros compresores 41 separables y unos segundos cilindros compresores 42. Se entiende que se puede prescindir de una compresión de dos etapas y de una diferenciación entre los primeros cilindros compresores 41 y los segundos cilindros compresores cuando las ventajas del distribuidor giratorio y las propiedades correspondientes deben ser aprovechadas. Asimismo se puede prescindir del distribuidor giratorio 27 cuando se aprovechan las conexiones de encendido 25 de un modo convencional y se debe prever una compresión de dos etapas.

50 Cada uno de los cilindros de compresión 41, 42 presenta respectivamente una entrada 71, 73 y una salida 72, 74.

55 Es decir las entradas 71 del primer cilindro compresor 41 están conectadas a una entrada del medio de combustión 75, por lo que en las configuraciones más divergentes incluso varias entradas 71 del primer cilindro compresor 41 pueden estar conectadas a una entrada del medio de combustión común 75.

60 Las salidas 72 del primer cilindro compresor 41 también están conectadas con las entradas del segundo cilindro compresor 42, lo que en los presentes ejemplos se produce por medio de un tubo colector 78, que también se utiliza como refrigerador intermedio 49. Se entiende que en lugar del tubo colector 78 se puede prever una conexión directa entre una salida 72 del primer cilindro compresor 41 y una entrada 73 del segundo cilindro compresor 42, de manera que un primer cilindro compresor 41 esté conectado exactamente a un segundo cilindro compresor 42.

65

Para que el tubo colector pueda ser tan eficaz como el refrigerador intermedio 49, se ha dispuesto con placas refrigerantes 49a en el ejemplo conforme a las figuras 1 hasta 4, mientras que en el ejemplo conforme a la figura 5 tiene unos serpentines de refrigeración 49b, por los cuales fluye el medio enfriado.

5 De este modo mediante la existencia de las dos etapas y el enfriamiento intermedio se puede limitar la temperatura final de la compresión a 250°C en un cociente de compresión de 16, superior al de ambas etapas. Esto permitirá que la compresión se aproxime a una compresión isotérmica con un grado de eficacia considerablemente bueno.

10 En el ejemplo conforme a la figura 5 se ha previsto además un depósito intermedio, que está conectado al tubo colector 78, a través de una tubería no numerada con precisión, en la cual se ha previsto una válvula no representada, de manera que aquí se puede almacenar en el depósito intermedio el medio de combustión comprimido en la primera etapa. El depósito intermedio 48 sirve en este ejemplo también como refrigerador intermedio 49 y asimismo se ha dispuesto con placas refrigerantes 49a. Puesto que frecuentemente el medio de combustión se debe almacenar durante mucho tiempo en el depósito intermedio 48, se puede prescindir de una configuración del depósito 48 como refrigerador intermedio 49 cuando, por ejemplo, es una excepción el almacenamiento a corto plazo en un procedimiento específico.

15 Además las salidas 74 del segundo cilindro de compresión 42 se han dispuesto con un tubo colector 79, del cual salen los conductos del medio de combustión 21.

20 Tal como es evidente, el medio de combustión llega al intercambiador de calor 55 a una temperatura a ser posible baja, lo que parece absurdo desde el punto de vista termodinámico, puesto que de ello parece deducirse que el medio de combustión tiene que llegar a la cámara de combustión 20 a la temperatura más alta posible. Por otro lado la compresión isotérmica ha demostrado ser la más efectiva desde el punto de vista energético ya que los gastos de un enfriamiento intermedio o bien de una compresión en dos etapas parece que la justifican.

25 En los presentes ejemplos aclaratorios los primeros cilindros compresores 41 tienen un diámetro claramente mayor que los segundos cilindros compresores 42. EL diámetro del primer cilindro compresor 41 es 1,8 veces el diámetro del segundo cilindro compresor 42.

30 Además en estos ejemplos el diámetro del primer cilindro compresor 41 es casi tan grande como el diámetro del cilindro de trabajo 30. En concreto el diámetro del primer cilindro compresor 41 es menor que el diámetro del cilindro de trabajo 30 pero no menor del 96% del diámetro del cilindro de trabajo 30.

35 En el ejemplo aclaratorio conforme a las figuras 1 hasta 4 se ha previsto según el émbolo de trabajo 35 o bien el cilindro de trabajo 30 un cilindro compresor 41, 42 o bien unos émbolos o pistones compresores 46, 47, de manera que en el ejemplo aclaratorio conforme a las figuras 1 hasta 3 se han previsto respectivamente tres primeros cilindros compresores 41 y tres segundos cilindros compresores 42, que se han dispuesto de forma simétrica a la rotación respecto al eje accionado 61 o al disco de levas 62 y a la cámara de combustión 20, de manera que el motor de pistones axiales 10 funciona a ser posible de forma equilibrada, por lo que se pueden minimizar los posibles desequilibrios debidos a las configuraciones de la biela y del pistón.

40 En principio la disposición en el motor de pistones axiales es similar a la de la figura 4, de manera que se ha previsto un cilindro compresor 30 por los cilindros compresores 41, 42 que están dispuestos coaxialmente. En general únicamente se han previsto los dos segundos cilindros compresores 42 y los tres primeros cilindros compresores 41, que se disponen a ser posible simétricamente alrededor del eje accionado 61, el disco de levas 62 o la cámara de combustión 20. Aquí también el disco de levas 62 se ha configurado de manera que fuerza dos pistones por giro, de manera que luego los orificios distribuidores 29 se pueden configurar del modo apropiado y en caso necesario presentan conductos o canales de encendido 26 a distintos niveles e interaccionan con distintos orificios distribuidores 29. Asimismo aquí se puede haber previsto obviamente un orificio convencional de las conexiones de encendido 25. También es posible prever únicamente un orificio distribuidor 29 y configurar el disco de levas 62 de manera que únicamente fuerce una elevación por giro.

45 En el ejemplo representado en la figura 5 interaccionan dos cilindros compresores 41 con un émbolo de trabajo 35. Para ello los correspondientes émbolos compresores 46, 47 se disponen uno tras otro, por lo que es una ventaja que el émbolo distribuidor 47 del segundo cilindro compresor 42, que preferiblemente debe tener un diámetro inferior, se vaya a colocar sobre el émbolo compresor 46 del primer cilindro compresor 41.

60

65

Listado de referencia

5	10	Motor de pistones axiales
	20	Cámara de combustión
	21	Alimentación o línea de suministro del medio de combustión
	22	Alimentación del combustible
	25	Conexiones de encendido o detonación
10	26	canal o conducto de encendido o detonación
	27	distribuidor giratorio
	28	base de la cámara de combustión
	29	orificio del distribuidor
	30	cilindro de trabajo
15	35	pistón o embolo de trabajo
	41	primer cilindro compresor
	42	segundo cilindro compresor
	46	émbolos compresores
	47	émbolos compresores
20	48	depósito o almacén intermedio
	49	refrigerador intermedio
	49a	placa refrigerante
	49b	serpentín refrigerante
	50	biela
25	55	intercambiador térmico
	56	gas de escape o salida
	60	sistema de propulsión
	61	eje o árbol accionado
	62	disco de levas
30	71	admisión o entrada del primer cilindro compresor 41
	72	Salida del primer cilindro compresor 41
	73	admisión o entrada del segundo cilindro compresor 42
	74	salida del segundo cilindro compresor 42
	75	entrada del medio de combustión
35	78	tubo colector
	79	tubo colector

REIVINDICACIONES

- 5 1. Motor de pistones axiales (10) con combustión interna continuada con una cámara de combustión que trabaja de forma continuada (20), con al menos dos cilindros de trabajo (30) y con al menos dos cilindros compresores (41, 42) que accionan los cilindros de trabajo (30), donde las conexiones de trama (25) entre la cámara de combustión (20) que trabaja de forma continuada y los cilindros de trabajo (30) puede abrirse y cerrarse cíclicamente y donde entre los cilindros compresores (41, 42) y la cámara de combustión (20) se ha previsto una alimentación del medio de combustión (21) para la alimentación del medio de combustión comprimido en la
- 10 10 cámara de combustión que trabaja de forma continuada (20), que se caracteriza por que una salida (72) de un primer cilindro de compresión (42) de los dos cilindros compresores (41, 42) está conectada a una entrada (73) de un segundo cilindro de compresión (42) de los dos cilindros de compresión (41,42).
- 15 2. Motor de pistones axiales (10) conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que una entrada (71) del primer cilindro de compresión (41) está conectada a una entrada del medio de combustión (75) y a una salida (74) del segundo cilindro de compresión (42) está conectada a la línea de suministro del medio de combustión (21).
- 20 3. Motor de pistones axiales (10) conforme a la reivindicación 1 ó 2, que se caracteriza por que el segundo cilindro de compresión (42) tiene una superficie cilíndrica o bien los segundos cilindros compresores (42) tienen una superficie cilíndrica total que corresponde a la raíz cuadrada del ratio o relación de compresión multiplicado por una superficie del primer cilindro de compresión (41) o bien de los primeros cilindros de compresión (41).
- 25 4. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 3, que se caracteriza por que el diámetro del primer cilindro de compresión (41) es menor al 90%, preferiblemente al 85%, en particular al 83% del diámetro de uno de los cilindros de trabajo (30).
- 30 5. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 4, que se caracteriza por que el primer cilindro de compresión (41) tiene las dimensiones o bien los primeros cilindros de compresión tienen unas dimensiones tales que él o los cilindros de compresión (41) proporcionan un medio de combustión suficientemente comprimido para una marcha sin carga o en vacío o en ralentí del motor de pistones axiales (10).
- 35 6. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 5, que se caracteriza por que el distribuidor de rotación (27) es una base (28) de una cámara de combustión.
- 40 7. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 6, que se caracteriza por que un distribuidor de rotación tiene al menos dos aberturas de distribución (29) que abren y cierran cíclicamente las conexiones de encendido (25) y/o cíclicamente son guiadas pasando por los conductos de encendido (26) o bien son guiadas a través de los conductos de encendido (26).
- 45 8. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 7, que se caracteriza por que los pistones de trabajo (35), que discurren por los cilindros de trabajo (30), actúan sobre un disco de levas (62) de un sistema de propulsión (60), que fuerza dos carreras por giro.
- 50 9. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 8, que se caracteriza por que varios primeros cilindros compresores (41) disponen cada uno de ellos de una salida (72) y/o una pluralidad de segundos cilindros de compresión (42) dispone de una entrada (73), de manera que cada una de las salidas (72) está conectada a precisamente una de las entradas (73) o bien una salida (72) está conectada a una pluralidad de entradas (73) y/o una entrada (73) está conectada a varias salidas (72).
- 55 10. Motor de pistones axiales (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 hasta 9, que se caracteriza por que entre la salida (72) del primer cilindro compresor (41) y la entrada (73) del segundo cilindro compresor (42) se ha previsto un depósito o almacén intermedio (48) y/o un refrigerador intermedio (49).
- 60 11. Procedimiento para accionar un motor de pistones axiales (10) con una combustión interna continuada conforme a la reivindicación 1, en el cual un medio de combustión comprimido se quema junto al combustible en una cámara de combustión de funcionamiento continuado (20) para crear un medio de trabajo que alimentará los cilindros de trabajo cíclicos (30) con el fin de extraer la energía mecánica, y la energía mecánica extraída en los cilindros de trabajo (30) se utiliza también para una compresión del medio de combustión, que se caracteriza por que se lleva a cabo en dos etapas.
12. Procedimiento de trabajo conforme a la reivindicación 11, que se caracteriza por que la cámara de combustión (20) tiene al mismo tiempo al menos dos conexiones de encendido (25) abiertas con un cilindro de trabajo (30) en cada caso.

ES 2 726 074 T3

13. Procedimiento de trabajo conforme a la reivindicación 11 ó 12, que se caracteriza por que entre las dos etapas se realiza una refrigeración intermedia.
- 5 14. Procedimiento de trabajo conforme a una de las reivindicaciones 11 hasta 13, que se caracteriza por que la compresión se realiza a temperaturas finales de compresión inferiores a 280°C, preferiblemente inferiores a 270°C.
- 10 15. Procedimiento de trabajo conforme a una de las reivindicaciones 11 hasta 14, que se caracteriza por que el medio de combustión suficientemente comprimido en la primera etapa se prepara para una marcha sin carga o en vacío o en ralentí del motor de pistones axiales (10).





