

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 758**

51 Int. Cl.:

F02B 21/00 (2006.01)

F02B 29/02 (2006.01)

F02D 13/04 (2006.01)

F02N 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09714970 .2**

96 Fecha de presentación: **23.02.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2245281**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **Motor para un vehículo híbrido de aire**

30 Prioridad:
28.02.2008 GB 0803685

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.05.2012

73 Titular/es:
**Brunel University
Kingston Lane Uxbridge
Middlesex UB8 3PH, GB**

72 Inventor/es:
**MA, Thomas, Tsoi-Hei y
ZHAO, HUa**

74 Agente/Representante:
Lazcano Gainza, Jesús

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).

ES 2 379 758 T3

DESCRIPCIÓN

Motor para un vehículo híbrido de aire

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un motor de combustión interna para un vehículo híbrido de aire en el que el frenado regenerativo se consigue utilizando energía de aire comprimido y a vehículos que incluyen un motor de este tipo.

10 Antecedentes de la invención

Se conoce que un vehículo híbrido regenerativo puede conseguir una reducción importante en consumo de combustible (por consiguiente reducción de CO₂) recuperando parte de la energía cinética del vehículo durante la desaceleración o frenado del vehículo y transformándola en otra forma de energía que pueda almacenarse para un uso futuro. Un ejemplo es el vehículo híbrido eléctrico en el que la energía de frenado se transforma en energía eléctrica y se almacena en una batería eléctrica. Otro ejemplo es el vehículo híbrido de inercia en el que la energía de frenado se transforma en energía de inercia y se almacena en un volante giratorio. Otro ejemplo adicional es el vehículo híbrido neumático en el que la energía de frenado se transforma en energía neumática y se almacena en un depósito de aire comprimido. El aire comprimido puede usarse para impulsar el vehículo, si el motor puede hacerse funcionar en un modo de motor de aire, o para mejorar el rendimiento del motor cuando está encendido, aumentando la presión del colector de admisión de manera análoga a un sobrealimentador. En este último caso, el aire comprimido puede usarse también para compensar el retraso de respuesta del turbo o *turbo lag* si el motor está sobrealimentado.

La patente EP 1 747 351 anterior de los solicitantes da a conocer un método de funcionamiento de un motor de combustión interna que tiene un cilindro de motor con un pistón alternativo, orificios de admisión primero y segundo para admitir gas desde un suministro de aire ambiente hacia el interior del cilindro de motor, válvulas de admisión primera y segunda dispuestas cada una entre uno respectivo de los orificios de admisión y el cilindro de motor, una válvula de retención dispuesta en el segundo de los orificios de admisión a una distancia de la segunda válvula de admisión y orientada para permitir que el gas fluya sólo hacia el cilindro de motor, y un sistema de accionamiento de válvulas variables para controlar la apertura y cierre de al menos la segunda válvula de admisión. El motor tiene un modo de funcionamiento en el que la segunda válvula de admisión se abre y se cierra mientras el cilindro está totalmente aislado del aire ambiente, para permitir la transferencia de gas entre el cilindro y una cámara auxiliar definida temporalmente por la parte del segundo orificio de admisión que se encuentra entre la segunda válvula de admisión y la válvula de retención. Cuando la segunda válvula de admisión se abre, la presión en la cámara auxiliar es mayor que la presión del suministro de aire ambiente de tal manera que no escapa gas más allá de la válvula de retención.

La patente anterior, que se cree que constituye la técnica anterior más cercana a la presente invención, requiere la presencia de dos orificios de admisión y, de manera más significativa, un sistema de accionamiento de válvulas variables, introduciendo ambas complejidades y sumándose al coste de fabricación.

El documento US 2005/0182553 y el documento FR 2 833 650 dan a conocer motores sin leva que pueden hacerse funcionar en un modo de compresor pero que requieren accionadores de válvula que funcionan de manera electrohidráulica o electromagnética que aumentan tanto el coste como la complejidad del motor.

Objetivo de la invención

La presente invención busca por tanto proporcionar una modificación del motor del documento EP 1 747 351 que posibilite la implementación del modo de funcionamiento de compresor de aire de manera más simple y más rentable.

Sumario de la invención

Según la presente invención se prevé un motor para su uso en un vehículo híbrido que comprende al menos un cilindro que tiene un pistón que define una cámara de trabajo de volumen variable y válvulas de admisión y de escape accionadas por leva que controlan el flujo de aire hacia y desde de la cámara de trabajo, en el que el cilindro puede hacerse funcionar en cualquiera de al menos dos modos, concretamente un primer modo en el que se genera potencia quemando combustible en la cámara de trabajo, y un segundo modo en el que el cilindro actúa para comprimir aire aspirado hacia el interior de la cámara de trabajo y para almacenar el aire comprimido en un depósito de aire, comprendiendo además el motor una válvula de retención en un orificio de admisión que conduce a una válvula de admisión del cilindro de manera que define una cámara auxiliar en el orificio de admisión entre la válvula de admisión y la válvula de retención, un conducto que conecta la cámara auxiliar con el depósito de aire, y una válvula para controlar el flujo de aire comprimido entre la cámara auxiliar y el depósito de aire, caracterizado porque en el segundo modo la leva de accionamiento de la válvula de admisión continúa funcionando de la misma manera

que en el primer modo pero se prevé un elemento de parada para impedir que se cierre completamente la válvula de admisión independientemente de la posición de la leva de accionamiento de la válvula de admisión, por lo cual el aire comprimido en la cámara de trabajo mediante el movimiento del pistón es admitido a través de la válvula de admisión abierta hacia el interior de la cámara auxiliar.

Aunque el elemento de parada en la invención sólo se requiere estrictamente para mantener abierta la válvula de admisión durante un periodo de compresión, en la realización preferida de la invención, el elemento de parada es un tope que permanece estacionario durante todo el ciclo del motor cuando el motor está funcionando en modo de compresor. A diferencia de un sistema de sincronismo de válvulas variables, el elemento de parada no necesita moverse en sincronía con la rotación del cigüeñal y no usa potencia mientras está en su sitio. El elemento de parada puede actuar sobre un empujador de leva, un balancín accionador u otro componente de la serie de válvulas, simplemente para garantizar que incluso cuando el empujador de leva está alineado con el círculo primitivo de la leva que abre y cierra la válvula durante el funcionamiento normal de su cilindro, la válvula no se cierra totalmente contra su asiento de válvula. Si hay suficiente espacio libre para la válvula cuando el pistón está en el punto muerto superior, la válvula puede permanecer totalmente abierta todo el tiempo, pero de lo contrario el elemento de parada garantiza que permanezca parcialmente abierta, en una posición en la que se evita la colisión con el pistón.

Si el motor tiene dos orificios de admisión por cilindro, sólo uno de los orificios de admisión tiene que actuar como una cámara de compresor, pero si el motor tiene sólo un orificio de admisión por cilindro, no hay motivo por el cual ese orificio no deba actuar como un orificio de admisión y como la cámara de compresor.

En el caso de que el motor tenga dos orificios de admisión por cilindro y uno de los orificios de admisión actúe como una cámara de compresión, una válvula de estrangulación puede preverse adicionalmente en serie con y aguas arriba de la válvula de retención. Esta válvula de estrangulación puede cerrarse durante el modo de compresor para reducir la carga de gas diferencial en la válvula de retención.

Durante el frenado de motor, el motor se hace funcionar con flujo de aire ilimitado hacia el orificio de admisión, con el suministro de combustible cortado y con el elemento de parada activado de modo que el aire comprimido producido durante el periodo de compresión del motor se fuerza más allá del espacio no cerrado de la válvula de admisión hacia el interior de la cámara auxiliar y a través de la misma hasta el depósito de almacenamiento de aire comprimido.

Durante el accionamiento del motor, el motor se hace funcionar con el elemento de parada retraído y por tanto sin que interaccione con la válvula de admisión de ninguna forma. Si se desea, el aire comprimido procedente del depósito de almacenamiento de aire comprimido puede suministrarse hacia el interior del colector de admisión del motor de modo que el aire comprimido se usa para impulsar el motor y/o apoyar la combustión en el motor.

Durante la operación de parada/arranque, el motor puede apagarse durante un periodo corto, para posteriormente volver a ponerse en marcha usando el aire comprimido procedente del depósito de almacenamiento de aire comprimido.

En la operación de parada/arranque anterior, el propio motor puede diseñarse para funcionar en un tercer modo como un motor impulsado por aire. Alternativamente, sin embargo, el motor puede volver a ponerse en marcha suministrando el aire comprimido procedente del depósito de almacenamiento de aire comprimido a un motor de arranque impulsado por aire comprimido separado engranado temporalmente con el motor para arrancar el motor.

Un elemento de parada para mantener una válvula parcialmente abierta se ha usado ya en motores para vehículos pesados que pueden producir un frenado de motor muy alto. En motores de este tipo de la técnica anterior, el elemento de parada actúa sobre la válvula de escape del motor, para hacer que la válvula actúe como una abertura de estrangulamiento conectada a la atmósfera ambiente a través del sistema de escape. Durante los periodos de compresión, el aire se bombea a través de la abertura de estrangulamiento fuera del cilindro, dando como resultado una pérdida de energía, y una pérdida de energía adicional ocurre al succionar aire de vuelta a través de esta abertura de estrangulamiento durante los periodos de expansión. La energía de frenado en este caso simplemente se disipa en calor y no se almacena para usos regenerativos posteriores.

Preferiblemente, se prevé una válvula entre el depósito de aire y el colector de admisión del motor en la entrada del colector de admisión del motor desde el aire ambiente. De esta manera, cuando el aire comprimido procedente del depósito de almacenamiento de aire se suministra para un uso regenerativo hacia el interior del colector de admisión, la válvula se cierra para impedir que cualquier aire a presión en el colector de admisión escape a la atmósfera ambiente a través de la entrada del colector de admisión. Esta válvula puede ser una válvula de retención o una válvula de estrangulación.

Para reducir el retraso de respuesta del turbo en un motor sobrealimentado, puede proporcionarse un regulador de presión para suministrar una presión de aire de empuje predeterminada hacia el interior de un colector de admisión del motor desde el depósito de aire.

Breve descripción del dibujo

La invención se describirá ahora adicionalmente, a modo de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos en los que la única figura muestra el frenado del motor y el ciclo de almacenamiento de aire comprimido de la presente invención.

Descripción detallada de la realización preferida

Los diagramas encerrados dentro del recuadro dibujado con una línea de puntos en el dibujo adjunto muestran todas las vistas en sección de un cilindro de motor que pasa a través de las cuatro carreras de un ciclo de frenado de motor. Las carreras están indicadas con números romanos y representan la carrera de admisión I, la carrera de compresión II, la carrera de trabajo III y la carrera de escape IV.

El cilindro mostrado en todos los diagramas tiene una cámara 10 de combustión y un pistón 20 conectado de manera normal a un cigüeñal (no mostrado). El aire es admitido hacia el interior de la cámara de combustión a través de dos válvulas 12 y 14 de admisión y se descarga a través de una válvula 16 de escape. Los cuatro diagramas en la parte superior del recuadro muestran las dos válvulas 12 y 14 de admisión mientras el diagrama de la parte inferior muestra una válvula 14 de admisión y una válvula 16 de escape durante la carrera de escape IV.

El orificio de admisión que conduce a la válvula 12 contiene una válvula 32 de retención y una cámara 30 auxiliar pequeña está definida entre el asiento de la válvula 12 y la válvula 32 de retención. Un conducto 24 controlado mediante una válvula 34 de control, que puede ser otra válvula de retención, conduce desde la cámara 30 auxiliar hasta un depósito 36 de almacenamiento de aire. El depósito 36 está conectado a su vez por medio de un conducto 28 que contiene una válvula 38, que puede ser una válvula reguladora de presión, con el colector 50 de admisión. El colector 50, tal como se muestra en el diagrama situado fuera del recuadro de línea de puntos, está conectado a todos los orificios de admisión. Una válvula 52 de retención adicional se prevé en la entrada del colector 50 de admisión para impedir que se descargue aire a presión desde el colector 50 hacia la atmósfera ambiente.

Si funciona como un motor en el que se quema combustible, el funcionamiento de la válvula durante las cuatro carreras es totalmente convencional y no se muestra en el dibujo. En particular, durante la carrera de admisión I las dos válvulas 12 y 14 de admisión están abiertas y la(s) válvula(s) 16 de escape está(n) cerrada(s) para admitir aire nuevo y carga de combustible hacia el interior del motor. En la carrera de compresión II, todas las válvulas están cerradas y la carga se comprime. Al final de la carrera de compresión se inicia la combustión y las válvulas permanecen cerradas de modo que la temperatura y la presión aumentadas fuerzan al pistón hacia abajo durante la carrera de trabajo III. Finalmente, durante la carrera de escape IV, la válvula 16 de escape se abre y los gases quemados se descargan.

Para el funcionamiento como un compresor de aire, las válvulas continúan haciéndose funcionar mediante las mismas levas e intentan abrirse y cerrarse de la misma manera en que lo harían durante el funcionamiento del motor normal tal como se ha descrito antes. Sin embargo, el sistema de control efectúa ciertos cambios que se mantienen mientras el motor esté funcionando como un compresor. Los cambios son que el abastecimiento de combustible se interrumpe y un elemento 40 de parada se mueve a una posición en la que impide que la válvula 12 se cierre completamente.

Ya se conoce un elemento de parada que impide que una válvula se cierre y, tal como se ha descrito anteriormente, puede usarse para efectuar frenado de compresión. Por ejemplo, en un motor de varilla de empuje, el elemento de parada puede actuar sobre un balancín de accionamiento de la válvula para mantener la válvula ligeramente abierta incluso aunque el empujador de leva esté en el círculo primitivo de la leva. En un motor con árbol de levas en la culata, el elemento de parada puede adentrarse directamente en el recorrido de un empujador de leva montado en el extremo de la válvula. En la presente invención, un elemento 40 de parada de este tipo se usa para impedir que una válvula 12 de admisión se cierre completamente al menos durante la carrera de compresión II. En la realización preferida, el elemento 40 de parada permanece en su sitio durante las cuatro carreras mientras se requiera que el motor funcione en modo de compresor.

En referencia otra vez al dibujo, en la carrera I, las válvulas 12 y 14 de admisión se abren y se cierran normalmente mediante un árbol de levas (no mostrado) mientras que el pistón 20 se mueve hacia abajo, de modo que se aspira aire nuevo hacia el interior de la cámara 10 de combustión a través de las válvulas 12 y 14 de admisión abiertas. La válvula 32 de retención estará abierta en la dirección de flujo hacia el motor.

En la carrera II, la válvula 14 de admisión está totalmente cerrada de la manera normal, pero se impide que la válvula 12 de admisión se cierre completamente mediante el elemento 40 de parada. El elemento 40 de parada, en la realización preferida, se hace funcionar de manera hidráulica para detener el movimiento de la válvula 12 antes de que alcance su asiento de válvula, manteniendo así la válvula 12 parcialmente abierta.

El elemento 40 de parada permanece en la posición de parada durante el resto del ciclo del motor y durante muchos ciclos de motor hasta que se desactive. El árbol de levas del motor todavía abre y cierra la válvula 12 de admisión

normalmente durante la carrera de admisión del ciclo de motor, pero la válvula 12 de admisión sólo se mueve hacia y desde la posición establecida por el elemento 40 de parada, en vez de su asiento de válvula.

5 Durante la carrera II, el pistón 20 se mueve hacia arriba, comprimiendo toda la carga del aire de admisión hacia el TDC (punto muerto superior) con una relación de compresión efectiva casi igual a la relación de compresión geométrica del motor. Esto se debe a que sólo puede producirse una pequeña cantidad de fuga de aire a través de la válvula 12 de admisión parcialmente abierta. En este contexto, debe tenerse en cuenta que cualquier flujo que trate de pasar más allá del espacio pequeño se estrangulará en condiciones de flujo sónico y la máxima fuga puede producirse únicamente en la parte superior de compresión cuando la densidad del aire está en su valor máximo. La masa de aire que pasa a través del espacio es el producto del área del espacio, la velocidad del movimiento de aire a través del espacio y la densidad del aire. Como el área del espacio y la velocidad de flujo están limitadas, sólo cuando la densidad del aire es alta puede descargarse cualquier masa de aire importante de la cámara de combustión. La presencia de la cámara 30 auxiliar tiene por tanto poco efecto en la relación de compresión efectiva porque está sustancialmente aislada del cilindro 10 mediante el espacio ligeramente abierto pequeño en la válvula 12 de admisión.

20 Esto debería contrastarse con el modo de compresión del documento EP 1 747 351, en el que la válvula 12 de admisión está completamente abierta y la cámara 30 auxiliar está conectada libremente a la cámara 10 de trabajo de modo que su volumen se vuelve una parte integral del volumen del cilindro. Como resultado, la relación de compresión efectiva es significativamente más baja que la relación de compresión geométrica. Por ejemplo, si el volumen de la cámara 30 auxiliar es el mismo que el volumen del espacio libre en el cilindro 10, la relación de compresión efectiva será sólo la mitad de la relación de compresión geométrica del motor.

25 Por tanto, comparando el par de compresión producido durante la carrera II, la presente invención producirá un par de frenado significativamente más alto que en el documento EP 1 747 351 debido a la relación de compresión efectiva más alta durante carrera II.

30 Mientras tanto, en la carrera II en la presente invención, algo de aire se fugará más allá del espacio no cerrado en la válvula 12 de admisión hacia el interior de la cámara 30 auxiliar, especialmente cuando el pistón 20 se aproxima al TDC y la densidad del aire comprimido aumenta a un valor máximo en la parte superior de la compresión. Este aire a presión de compresión alta escapará entonces de la cámara 30 auxiliar hacia el interior del depósito 30 de almacenamiento de aire a través de la válvula 34 de una vía autocerrable y el conducto 24.

35 En la carrera III, se genera un vacío elevado en el cilindro 10 a medida que el pistón 20 se mueve hacia abajo creando un par negativo en el cigüeñal del motor. Una pequeña cantidad de aire puede aspirarse hacia el interior de la cámara 30 auxiliar a través de la válvula 32 de retención durante la carrera 3 pero no desempeñará un papel significativo en el ciclo de frenado de motor.

40 En la carrera IV, tal como se muestra en el diagrama en la esquina derecha inferior del recuadro de línea de puntos, la válvula 16 de escape se abre normalmente mediante el árbol de levas y el contenido del cilindro se descarga a través de la válvula 16 de escape y del tubo 26 de escape.

45 El diagrama fuera del recuadro de línea de puntos en la esquina izquierda inferior del dibujo adjunto muestra una vista transversal de un cilindro de motor a través de las válvulas de admisión suministradas mediante el colector 50 de admisión que también suministra a otros cilindros adyacentes a este cilindro. La válvula 52 de retención del colector protege la entrada 50 del colector de admisión de modo que cuando el aire comprimido procedente del depósito 36 de almacenamiento de aire se suministra para un uso regenerativo hacia el interior del colector 50 de admisión tras la válvula 52 de retención, controlada mediante la válvula 38 de dispensación, la válvula 52 de retención impide que cualquier aire comprimido escape a la atmósfera ambiente a través de la entrada 50 del colector de admisión.

50 La válvula 38 de dispensación puede ser un regulador de presión para suministrar una presión de aire de empuje predeterminada hacia el interior del colector 50 de admisión. Esto proporcionará un empuje inmediato y reducirá el retraso de respuesta del turbo experimentado normalmente en un motor sobrealimentado durante una aceleración rápida.

55 Durante la operación de parada/arranque, el motor puede apagarse mientras el vehículo está parado y volver a ponerse en marcha usando el aire comprimido procedente del depósito 36 de almacenamiento de aire comprimido. El motor puede volver a ponerse en marcha suministrando el aire comprimido hacia el interior del colector 50 de admisión del motor tal como se ha descrito anteriormente. Alternativamente puede volver a ponerse en marcha suministrando el aire comprimido procedente del depósito de almacenamiento de aire comprimido a un motor de arranque impulsado por aire comprimido engranado temporalmente con un engranaje anular del volante del motor para arrancar el motor.

65 El motor de la presente invención es especialmente adecuado para su aplicación en vehículos pesados con frenado regenerativo, incluyendo autobuses y camiones.

REIVINDICACIONES

1. Motor para su uso en un vehículo híbrido que comprende al menos un cilindro que tiene un pistón (20) que define una cámara (10) de trabajo de volumen variable y válvulas (12,14) de admisión y de escape accionadas por leva que controlan el flujo de aire hacia y desde de la cámara (10) de trabajo, en el que el cilindro puede hacerse funcionar en cualquiera de al menos dos modos, concretamente un primer modo en el que se genera potencia quemando combustible en la cámara de trabajo, y un segundo modo en el que el cilindro actúa para comprimir aire aspirado hacia el interior de la cámara (10) de trabajo y para almacenar el aire comprimido en un depósito (36) de aire, comprendiendo además el motor una válvula (32) de retención en un orificio de admisión que conduce a una válvula (12) de admisión del cilindro de manera que define una cámara (30) auxiliar en el orificio de admisión entre la válvula (12) de admisión y la válvula (32) de retención, un conducto (24) que conecta la cámara (30) auxiliar con el depósito (36) de aire, y una válvula (34) para controlar el flujo de aire comprimido entre la cámara (30) auxiliar y el depósito (36) de aire, caracterizado porque en el segundo modo la leva de accionamiento de la válvula de admisión continúa funcionando de la misma manera que en el primer modo pero se prevé un elemento (40) de parada para impedir que se cierre completamente la válvula (12) de admisión independientemente de la posición de la leva de accionamiento de la válvula de admisión, por lo cual el aire comprimido en la cámara (10) de trabajo mediante el movimiento del pistón (20) es admitido a través de la válvula (12) de admisión abierta hacia el interior de la cámara (30) auxiliar.
2. Motor según la reivindicación 1, en el que el elemento (40) de parada es un tope que permanece estacionario durante todo el ciclo del motor para impedir que la válvula de admisión se cierre completamente mientras el motor está funcionando en el segundo modo.
3. Motor según la reivindicación 1, en el que se prevé adicionalmente una válvula de estrangulación en serie con y aguas arriba de la válvula (32) de retención.
4. Motor según cualquier reivindicación anterior, en el que se prevé un regulador (38) de presión para suministrar una presión de aire de empuje predeterminada hacia el interior de un colector (50) de admisión del motor desde el depósito de aire.
5. Motor según la reivindicación 4, en el que se prevé una válvula (52) en una entrada al colector de admisión desde la atmósfera ambiente para impedir que cualquier aire a presión en el colector (50) de admisión escape a la atmósfera ambiente a través de la entrada del colector de admisión.
6. Vehículo híbrido que comprende un motor según cualquier reivindicación anterior y que tiene un sistema de control para apagar el motor cuando el vehículo está parado y para volver a poner en marcha el motor usando aire comprimido procedente del depósito de aire cuando el movimiento del vehículo va a reanudarse.
7. Vehículo según la reivindicación 6, en el que el motor tiene un tercer modo de funcionamiento en el que el propio motor funciona como un motor de aire impulsado mediante aire comprimido procedente del depósito de aire.
8. Vehículo según la reivindicación 6, en el que el vehículo incluye un motor de aire separado del motor para volver a poner en marcha el motor usando aire comprimido procedente del depósito de aire.

