

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 515**

51 Int. Cl.:

F01L 9/02 (2006.01)

F01L 3/00 (2006.01)

F01B 17/00 (2006.01)

F01B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2015 PCT/EP2015/060855**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15177076**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2015 E 15726034 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3146167**

54 Título: **Motor de aire comprimido con cámara activa incluida y con distribución activa en la admisión**

30 Prioridad:

22.05.2014 FR 1454603

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.06.2019

73 Titular/es:

**MOTOR DEVELOPMENT INTERNATIONAL S.A.
(100.0%)
17 Rue des Bains
1212 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**NEGRE, GUY y
NEGRE, CYRIL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 715 515 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 aire comprimido con cámara activa incluida y con distribución activa en la admisión

Ámbito técnico de la invención

5 La invención se refiere a un motor que funciona en particular con aire comprimido, o cualquier otro gas, y que utiliza una cámara denominada "cámara activa".

La invención se refiere a la distribución en la admisión de tal motor y más particularmente para un motor con una cámara activa incluida, y en particular para un motor plurimodal autoregulator de presión con cámara activa incluida.

Estado de la técnica

Se denomina distribución al conjunto de los medios utilizados para alimentar gas comprimido a un motor.

10 Los inventores han presentado numerosas patentes relativas a motorizaciones así como a sus instalaciones, que utilizan gases y más concretamente aire comprimido para un funcionamiento totalmente limpio en zonas urbanas y suburbanas:

15 En particular, han presentado una solicitud de patente internacional WO-A1-03/036088, a cuyo contenido se puede hacer referencia, relativa a un grupo motocompresor – motoalternador con inyección de aire comprimido adicional que funciona en mono y multienergía.

20 En estos tipos de motores que funcionan con aire comprimido y que comprenden un depósito de almacenamiento de aire comprimido, es necesario expandir el aire comprimido almacenado a muy alta presión en el depósito - pero cuya presión disminuye a medida que se vacía el depósito - a una presión intermedia estable denominada presión de utilización final, en una capacidad intermedia - denominada capacidad de trabajo - antes de su utilización en el cilindro o cilindros del motor.

Para resolver los problemas de regulador de presión, los inventores presentaron también una solicitud de patente WO-A1-03/089764, a cuyo contenido se puede hacer referencia, que se refiere a un regulador de presión dinámico de caudal variable y a una distribución para motores alimentados con inyección de aire comprimido, que comprenden un depósito de aire comprimido a alta presión y una capacidad de trabajo.

25 En el funcionamiento de estos motores con « expansión de carga », el relleno de la cámara de expansión representa siempre una expansión sin trabajo que va en detrimento del rendimiento general de la máquina.

30 Para resolver el problema indicado anteriormente, los inventores presentaron entonces una solicitud de patente WO-A1-2005/049968 que describe un motor de aire comprimido alimentado preferentemente por aire comprimido, o por cualquier otro gas comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión, previamente expandido a una presión de trabajo nominal en una capacidad intermedia denominada capacidad de trabajo.

En este tipo de motor según las enseñanzas del documento WO-A1-2005/049968:

- la cámara de expansión consiste en un volumen variable equipado con medios que permiten producir un trabajo, está acoplada y en contacto por un paso permanente con el espacio comprendido por encima del pistón del motor principal que está equipado con un dispositivo de parada del pistón en su punto muerto superior,

35 - durante la parada de la carrera del pistón del motor en su punto muerto superior, se introduce aire o gas a presión en la cámara de expansión cuando la misma está en su volumen más pequeño y, bajo el empuje, aumentará su volumen produciendo un trabajo,

40 - la cámara de expansión se mantiene sensiblemente en su volumen máximo, el aire comprimido contenido en la misma se expande después en el cilindro del motor, empujando así el pistón del motor en su carrera descendente y, a su vez, proporcionando trabajo,

- durante la subida del pistón del motor durante el tiempo de escape, el volumen variable de la cámara de expansión se reduce a su volumen más pequeño para iniciar de nuevo un ciclo de trabajo completo.

La cámara de expansión del motor según esta invención participa activamente en el trabajo. El motor se denomina así de "cámara activa".

45 El documento WO-A1-2005/049968 enseña especialmente un ciclo termodinámico de cuatro fases durante su funcionamiento en modo de aire comprimido de energía simple caracterizado por:

- una expansión isotérmica sin trabajo;

- una transferencia - ligera expansión con trabajo denominado cuasi-isotérmico;

- una expansión politrópica con trabajo;
- un escape a presión ambiente.

El documento WO-A1-2008/028881, que presenta una variante de las enseñanzas del documento WO-A1-2005/049968, enseña el mismo ciclo termodinámico, pero utilizando un dispositivo tradicional de biela-manivela, participando la cámara de expansión del motor según la invención activamente en el trabajo.

Los motores según las enseñanzas de los documentos WO-A1-2005/049968, WO-A1-2008/028881 o DE 1 042 607 A se denominan "motores de cámara activa".

Posteriormente, los inventores presentaron una solicitud de patente para un motor de aire o de gas comprimido con una cámara activa incluida que implementa el mismo ciclo termodinámico que los motores según las enseñanzas de los documentos WO-A1-2005/049968 y WO-A1-2008/028881, así como un dispositivo de biela-manivela tradicional.

De acuerdo con las enseñanzas del documento WO-A1-2012/045693, los inventores propusieron un motor de cámara activa incluida, que comprende al menos un pistón montado deslizante en el interior de un cilindro y que acciona un cigüeñal por medio de un dispositivo tradicional de biela-manivela y que funciona de acuerdo con un ciclo termodinámico de cuatro fases que comprende:

- una expansión isotérmica sin trabajo;
- una transferencia - ligera expansión con un trabajo denominado cuasi-isotérmico;
- una expansión politrópica con trabajo;
- un escape a presión ambiente.

Alimentado preferentemente por aire comprimido, o cualquier otro gas comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión, a través de una capacidad intermedia denominada capacidad de trabajo que es alimentada por aire comprimido, o cualquier otro gas comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión, que se expande a una presión media denominada presión de trabajo en una capacidad de trabajo preferiblemente a través de un dispositivo de expansión dinámica, en el cual:

- la cámara activa está incluida/incorporada en el cilindro del motor;

- el cilindro del motor tiene al menos un pistón montado deslizante en el interior de al menos un cilindro cuyo volumen barrido por el pistón está dividido en dos partes distintas de las cuales una primera parte constituye la cámara CA activa y una segunda parte constituye la cámara de expansión CD;

- el cilindro esté cerrado en su parte superior por una culata que comprende al menos un conducto y un orificio de admisión, y al menos un conducto y un orificio de escape y que esté dispuesto de tal forma que, cuando el pistón se encuentre en su punto muerto superior, el volumen residual comprendido entre el pistón y la culata queda reducido, por construcción, si no es inexistente, a las holguras mínimas que permitan el funcionamiento sin contacto entre el pistón y la culata;

- se admite aire comprimido o gas a presión en el cilindro por encima del pistón cuando el volumen de la cámara activa CA está en su volumen más pequeño y, bajo el empuje continuo del aire comprimido a presión de trabajo constante, aumentará su volumen produciendo un trabajo que representa la fase de transferencia cuasi-isotérmica;

- la admisión del aire comprimido, o del gas a presión, en el cilindro se obtura en cuanto se alcanza el volumen máximo de la cámara activa CA, y la cantidad de aire comprimido, o de gas a presión, incluida en dicha cámara activa se expande entonces empujando el pistón en la segunda parte de su carrera que determina la cámara de expansión CD, produciendo así un trabajo que garantiza la fase de expansión;

- una vez que el pistón ha alcanzado su punto muerto inferior, se abre entonces el orificio de escape para garantizar la fase de escape durante la subida del pistón a lo largo de toda su carrera.

El volumen de la cámara activa incluida CA y el volumen de la cámara de expansión CD están dimensionados de tal manera que, a la presión nominal de funcionamiento del motor, la presión al final de la expansión en el punto muerto inferior se aproxima a la presión ambiente, especialmente atmosférica. El volumen de la cámara activa se determina por el cierre de la admisión.

Ventajosamente, y en particular en funcionamiento con aire comprimido de energía única, el motor de cámara activa incluida descrito anteriormente tiene varios cilindros sucesivos de cilindradas crecientes.

Preferiblemente, el motor es alimentado, como en las enseñanzas de los documentos WO-A1-2005/049968 y WO-A1-2008/028881, por aire comprimido, o por cualquier otro gas comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión, previamente expandido, a una presión de trabajo nominal, en una capacidad intermedia - denominada

capacidad de trabajo.

Sin embargo, aunque en el caso de un motor de varias etapas sea posible alimentar el primero de los cilindros a altas presiones, se mantiene necesario expandir el aire comprimido a muy alta presión contenido en el depósito de almacenamiento a alta presión hasta una presión de trabajo nominal y esta operación de expansión, o conduce a una pérdida de eficiencia por la utilización de un regulador de presión tradicional o bien, con la utilización de las enseñanzas del documento WO-A1-03/089764, no tiene coste energético, pero esta expansión no permite realizar ningún trabajo de expansión entre la alta presión contenida en el depósito y la presión de trabajo nominal en la capacidad de trabajo de volumen constante.

Los inventores presentaron entonces una nueva solicitud de patente WO-A1-2012/045694, a cuyo contenido se puede hacer referencia, el cual reivindica un motor de aire comprimido de cámara activa incluida en el cual:

- el depósito de almacenamiento de aire comprimido a alta presión, o cualquier otro gas a presión, alimenta directamente la admisión del cilindro del motor;

- el llenado de la cámara activa incluida CA se lleva a cabo a una presión de admisión constante en cada revolución del motor, disminuyendo esta presión de admisión a medida que la presión en el depósito de almacenamiento disminuye y a medida del vaciado progresivo de este depósito;

- el volumen de la cámara activa incluida CA es variable y aumenta gradualmente a medida que disminuye la presión en el depósito de almacenamiento que determina dicha presión de admisión;

- los medios de apertura y cierre de la admisión del aire comprimido en la cámara activa CA incluida no sólo permiten abrir sensiblemente el orificio y el conducto de admisión en el punto muerto superior de la carrera del pistón, sino que también permiten cambiar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura;

- el volumen de la cámara activa CA incluida se dimensiona para la presión máxima de almacenamiento, y luego se aumenta gradualmente para que, dependiendo de la presión de admisión, de la relación de volúmenes entre la cámara activa CA incluida y la cámara de expansión CD, la presión al final de la expansión antes de la apertura del escape sea próxima a la presión atmosférica.

El motor según el documento WO-A1-2012/045694 actúa también como regulador de presión, permitiendo así que la invención ofrezca un motor denominado "auto-regulador de presión" que, para la alimentación de la cámara CA activa, no requiera ningún regulador de presión independiente de cualquier tipo.

El motor auto regulador de presión plurimodal de cámara activa incluida según las enseñanzas del documento WO-A1-2012/045694 implementa, en particular, durante su funcionamiento en modo mono energía de aire comprimido, un ciclo termodinámico de tres fases que comprende:

- una fase de transferencia isobárica e isotérmica

- una fase de expansión politrópica con trabajo

- una fase de escape a presión ambiente.

En el funcionamiento de este motor, el volumen de la cámara activa incluida, que varía en función de la presión del depósito de almacenamiento a alta presión, determina la cantidad de aire comprimido inyectado. Cuanto mayor sea la presión de admisión, menor debe ser el volumen de la cámara activa.

Para obtener un funcionamiento correcto en todas las fases de utilización del motor, conviene por lo tanto alimentarlo con gran precisión en función de los distintos parámetros, en particular de velocidad o régimen de rotación, de la presión de alimentación, de la carga determinada por la posición del acelerador, de la temperatura.

Para ello, es necesario poder hacer variar:

- el momento de la apertura de la admisión en función del régimen de rotación del motor antes o después del punto muerto superior para tener en cuenta la inercia de los gases, pero también la relación entre los tiempos de establecimiento de la presión,

- el momento de cierre de la admisión, en función del régimen de rotación del motor, pero también de la presión de admisión,

- la elevación de la válvula de admisión en función de la carga deseada.

La dificultad radica en la realización de los medios de apertura y cierre de la admisión de aire comprimido en la cámara activa incluida, que no sólo permitan abrir sensiblemente el orificio y el conducto de admisión en el punto muerto superior de la carrera del pistón, sino también modificar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura.

La distribución de los motores de cualesquiera tipos está generalmente asegurada por válvulas cuyo funcionamiento es bien conocido. Una válvula cierra el conducto de admisión y/o de escape y comprende una cabeza de válvula sostenida por muelles en apoyo sobre un asiento de válvula circular formado alrededor de un orificio que conecta el conducto de admisión y/o de escape con la cámara de combustión y/o de expansión contenida en el cilindro.

5 La cabeza de la válvula abre el circuito entrando en la cámara que haya que alimentar movida por sistemas mecánicos de leva y taqués que actúan sobre la cola o vástago de la válvula que prolonga la cabeza de la válvula.

10 En otros ámbitos de motorización y por otras razones técnicas concernientes especialmente a la reducción de la contaminación y con el fin de controlar la admisión y el escape de los motores de combustión tradicionales, un gran número de fabricantes de motores están trabajando en sistemas que permitan controlar la fase y la duración de las aperturas de las válvulas durante el funcionamiento y han presentado numerosas patentes concernientes a estas aplicaciones. También se han desarrollado y comercializado complejos sistemas mecánicos accionados por motores eléctricos paso a paso, en particular por BMW (Marca Registrada) con el dispositivo denominado "Vamos".

Los inventores presentaron también la solicitud de patente WO-A1-03/089764, a cuyo contenido se puede hacer referencia en lo que concierne a una distribución por válvula de mando progresivo.

15 Se ha trabajado mucho en lo que concierne a dispositivos electromecánicos, en particular controlados por electroimanes que pueden ser fácilmente gobernables para tener en cuenta los diversos parámetros de funcionamiento, pero las potencias eléctricas que deben ser puestas en práctica para permitir las aceleraciones y la velocidad de desplazamiento de las válvulas requieren, habida cuenta del peso y de la inercia de estas últimas, potencias considerables.

20 La invención, adaptada en particular a los motores de aire comprimido de cámara activa, y en particular a los motores auto reguladores de presión plurimodales de cámara activa incluida, propone resolver todos los problemas mencionados anteriormente proporcionando al mismo tiempo una mayor potencia.

25 El dispositivo de distribución activa en la admisión según la invención aplicado a los motores de aire comprimido utiliza el aire comprimido contenido en el depósito de almacenamiento a alta presión y/o en el circuito de admisión para mover la válvula de admisión a fin de abrir y cerrar el conducto de admisión que permite alimentar la cámara activa del motor, siendo reutilizado después en el motor el aire comprimido que haya servido para estas acciones para producir un complemento de trabajo.

Breve resumen de la invención

30 La invención propone un motor de cámara activa que funciona según un ciclo termodinámico de tres fases que comprende:

- una fase de transferencia isobárica e isotérmica;
- una fase de expansión politrópica con trabajo;
- una fase de escape a presión ambiente,

comprendiendo este motor:

- 35 - al menos un cilindro alimentado por un gas a presión, preferiblemente por aire comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión,
- al menos un pistón que está montado deslizante en el interior de este cilindro,
- un cigüeñal accionado por el pistón mediante un dispositivo tradicional de biela-manivela,
- 40 - una culata que cierra en su parte superior el volumen del cilindro, que es barrido por el pistón, y que comprende al menos un conducto de admisión en el que fluye un flujo de gas a presión de llenado del cilindro, un orificio de admisión del gas a presión por encima del pistón, y al menos un orificio de escape y un conducto de escape, estando la culata dispuesta de tal forma que, cuando el pistón esté en su punto muerto superior, el volumen residual comprendido entre el pistón y la culata se reduzca, por construcción, a las holguras mínimas que permitan el funcionamiento sin contacto entre el pistón y la culata,

- 45 - al menos una válvula de admisión que coopere de forma estanca con un asiento de válvula formado en la culata y que delimite el orificio de admisión,

motor en el cual:

-- el volumen del cilindro barrido por el pistón está dividido en dos partes distintas, una primera parte que constituye una cámara activa que está incluida en el cilindro y una segunda parte que constituye una cámara de expansión,

- 50 -- bajo el empuje continuo del gas a presión admitido en el cilindro, a una presión de trabajo constante, el volumen de

la cámara activa aumenta produciendo un trabajo que representa la fase de transferencia isobárica e isotérmica,

-- la admisión del gas a presión en el cilindro se obtura en cuanto se alcanza el volumen máximo de la cámara activa, expandiéndose entonces la cantidad de gas a presión incluida en dicha cámara activa empujando el pistón en la segunda parte de su carrera que determina que la cámara de expansión produciendo un trabajo que asegura así la fase de expansión politrópica,

-- cuando el pistón haya alcanzado su punto muerto inferior, el orificio de escape se abre entonces para asegurar la fase de escape durante el ascenso del pistón a lo largo de toda su carrera hasta su punto muerto superior,

-- el par y el régimen del motor se controlan por la apertura y el cierre de la válvula de admisión permitiendo abrir y cerrar la válvula de admisión, sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, y permitiendo, mediante el cierre de la válvula, modificar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura de admisión para determinar, en función de la presión del gas comprimido contenido en el depósito y de la presión al final de la fase de expansión, la cantidad de gas a presión admitida así como el volumen de la cámara activa, caracterizado por que

- a) la válvula de admisión esté montada móvil en desplazamiento axial entre una posición de cierre inferior en la que se la misma está en apoyo estanco sobre su asiento de válvula y una posición de apertura superior,

- b) en el sentido de su apertura, la válvula de admisión se desplaza axialmente, en el sentido contrario al del flujo de gas a presión de llenado del cilindro,

- c) en su posición de cierre, la válvula de admisión se mantiene cerrada en autoclave sobre su asiento de válvula por la presión existente en el conducto de admisión y que se aplica a la válvula de admisión,

- d) el motor dispone de medios de control de la apertura de la válvula de admisión, sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, para provocar la separación de la válvula de admisión de su asiento para permitir el establecimiento de la presión de admisión en la cámara activa, recorriendo entonces la válvula toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión,

- e) el motor dispone de un gato neumático para cerrar la válvula de admisión que comprende un cilindro de gato y un pistón de cierre que está unido en desplazamiento axial a la válvula de admisión y que está montado deslizante en el interior del cilindro de gato dentro del cual delimita de manera estanca una cámara de control del gato, denominada cámara de cierre,

- f) el motor tiene al menos un canal de control de apertura de la válvula de admisión que une dicha cámara de cierre a una fuente de gas a presión que es la parte superior de la cámara activa del cilindro, o el conducto de admisión, o bien el depósito de gas a presión,

- g) el motor tiene un canal de distribución activa que une dicha cámara de cierre a la parte superior de la cámara activa y una válvula de obturación de la circulación del gas en el canal de distribución activa, denominada válvula de distribución activa, cuya apertura se controla para poner en comunicación la cámara de cierre con la parte superior de la cámara activa, cerrar la válvula de admisión y producir un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida, a través del conducto de admisión, en la cámara activa.

Según otras características de la invención:

- la válvula de distribución activa se controla según el ciclo siguiente:

i) apertura de la válvula de distribución activa para poner en comunicación la cámara de cierre con la cámara activa para provocar el cierre de la válvula de admisión se cierre y luego, durante la fase de expansión, permitir la expansión del gas comprimido contenido en la cámara de cierre, en la cámara de expansión del cilindro, produciendo un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida a través del conducto de admisión, en la cámara activa,

ii) al final de la fase de expansión, cierre de nuevo de la válvula de distribución activa para mantener dentro de la cámara de cierre la presión del gas expandido, cuyo valor es próximo al de la presión atmosférica;

- dichos medios d) de control de la apertura de la válvula de admisión comprenden:

- d1) un canal de control de apertura de la válvula de admisión que conecta la parte superior de la cámara activa con el conducto de admisión o con el depósito de gas a presión,

- d2) y una válvula controlada de obturación de la circulación del gas en el canal de control de apertura, denominada válvula de apertura;

- dicha válvula de control de apertura se controla según el ciclo siguiente:

k1) al final de la fase de escape, cuando el pistón se encuentre sensiblemente en el punto muerto superior de su carrera, apertura de dicha válvula, para permitir establecer en la cámara activa una presión idéntica a la existente en el conducto de admisión y provocar la separación de la válvula de admisión de su asiento,

5 k2) la válvula de admisión recorre entonces toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión,

k3) cierre de dicha válvula en cuanto se abra la válvula de admisión;

10 - el motor dispone de un canal que conecta dicha cámara de cierre al conducto de admisión y/o al depósito de gas a presión, y de una válvula de obturación de la circulación del gas en este canal cuya apertura y cierre se controlan, para provocar el cierre de la válvula de admisión, antes de que la cámara de cierre se ponga en comunicación con el volumen del cilindro barrido por el cilindro.

- dichos medios de control de la apertura de la válvula de admisión, comprenden un dedo formado en relieve en la cara superior del pistón que, durante el final de la carrera del pistón hacia su punto muerto superior, actúa, a través del orificio de admisión, sobre una porción enfrente de la válvula de admisión para separarla de su asiento.

15 - la válvula de distribución activa se controla según el ciclo siguiente:

j) apertura de la válvula de distribución activa para poner en comunicación la cámara de cierre con la cámara activa para poner en comunicación la cámara de cierre con la cámara de expansión del cilindro, para permitir la expansión del gas comprimido, contenido en la cámara de cierre, en la cámara de expansión del cilindro produciendo un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas bajo la presión previamente admitida en la cámara activa,

20 jj) al final de la fase de expansión, cierre de nuevo de la válvula de distribución activa para mantener en el interior de la cámara de cierre una presión cuyo valor es próximo a la presión atmosférica;

- la posición máxima de apertura superior de la válvula de admisión se define por un tope ajustable cuya posición axial, según la dirección de desplazamiento de la válvula de admisión, se controla para hacer variar el caudal de gas a presión admitido en el cilindro a través del conducto de admisión.

25 **Breve descripción de las figuras**

Otros objetivos, ventajas y características de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción, a modo no limitativo, de varios modos de realización, hecha en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1A representa esquemáticamente un motor según la invención, de cámara activa incluida en el cilindro, que está ilustrado en corte axial en su punto muerto inferior, y su dispositivo de alimentación de aire comprimido;

30 - las figuras 1B a 1D son vistas análogas a la de la figura 1A en las cuales el motor está ilustrado en diferentes fases sucesivas de funcionamiento del motor según la invención y en las cuales la figura 1B representa el motor en curso de admisión, habiendo sido abierta la válvula de admisión en el punto muerto superior,

- la figura 2 es una vista análoga a la de la figura 1D que ilustra un segundo modo de realización de un motor según la invención;

35 - la figura 3 es una vista análoga a la de la figura 1B que ilustra un tercer modo de realización de un motor según la invención,

- la figura 4 es una vista análoga a la de la figura 1D, que ilustra un cuarto modo de realización de un motor según la invención.

Descripción detallada de las figuras

40 Descripción de las figuras 1A a 1D

La figura 1A representa un motor auto regulador de presión de cámara activa equipado con un conjunto de distribución activa de admisión, según la invención.

En las figuras 1A a 1D se ha representado un motor de cámara activa CA que funciona según un ciclo termodinámico de tres fases que comprende:

- 45
- una transferencia isobárica e isotérmica;
 - una expansión politrópica con trabajo;
 - un escape a presión ambiente.

El motor tiene al menos un cilindro 1, de los cuales sólo se muestra uno, que es alimentado por un gas a presión, preferiblemente aire comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión 12.

El motor tiene un pistón 2 que está montado deslizando en el interior de este cilindro 1, y un cigüeñal 5 que es accionado por el pistón 2 por medio de un dispositivo tradicional de biela-manivela 3, 4.

- 5 El volumen del cilindro del motor 1 que es barrido por el pistón 2 está dividido en dos partes según una línea imaginaria DD' (correspondiente a un plano de división ortogonal al eje del cilindro): una primera parte que constituye la cámara CA activa, que está así incluida en el cilindro 1, y una segunda parte que constituye la cámara de expansión CD.

El motor tiene todavía una culata 6 que cierra en su parte superior el volumen del cilindro 1, que es barrido por el pistón 2.

- 10 La culata 6 tiene al menos un conducto de admisión 8 que está conectado al depósito 12 y en el cual fluye el flujo de gas a presión de llenado del cilindro, un orificio de admisión de gas a presión 7 por encima del pistón 2.

La culata aún tiene al menos un orificio de escape y un tubo de escape (no representados).

- 15 La culata 6 está diseñada de tal manera que, cuando el pistón 2 esté en su punto muerto superior, el volumen residual entre el pistón 2 y la culata 6 se reduzca, por construcción, a las holguras mínimas que permitan el funcionamiento sin contacto entre el pistón 2 y la culata 6.

La culata 6 tiene al menos una válvula de admisión 9, una de las cuales está ilustrada, que coopera de forma estanca con un asiento de válvula 20 formado en el interior de la culata 6 y que delimita el orificio de admisión 7.

De manera conocida, en tal motor:

- 20 - el volumen del cilindro 1 barrido por el pistón 2 está dividido en dos partes distintas, una primera parte que constituye una cámara denominada cámara CA activa que está incluida en el cilindro 1, y una segunda parte que constituye una cámara de expansión CD,

- bajo el empuje continuo del gas a presión admitido en el cilindro 1, a una presión de trabajo constante, el volumen de la cámara activa CA aumenta produciendo un trabajo que representa la fase de transferencia cuasi-isotérmica,

- 25 - la admisión del gas a presión en el cilindro 1 se obtura en cuanto se alcanza el volumen máximo seleccionado de la cámara activa CA, expandiéndose la cantidad de gas a presión incluida en la cámara activa CA empujando el pistón 2 en la segunda parte de su carrera que determina la cámara de expansión CD produciendo un trabajo que garantiza así la fase de expansión,

- una vez que el pistón 2 haya alcanzado su punto muerto inferior, se abre el orificio de escape para garantizar la fase de escape durante el ascenso del pistón 2 a lo largo de toda su carrera hasta su punto muerto superior,

- 30 - el par y el régimen del motor se controlan controlando la apertura y el cierre de la válvula de admisión 9, permitiendo abrir la válvula de admisión 9, sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón (verticalmente según la orientación de la figura), y permitiendo, por el cierre de la válvula 9, modificar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura de admisión para determinar, en función de la presión del gas contenido en el depósito 12 y de la presión al final de la fase de expansión, la cantidad de gas a presión admitida y el volumen de la cámara activa CA.

35 El conducto de admisión 8 está conectado directamente al depósito de alta presión 12, que alimenta directamente la cámara CA activa y se encuentra a la misma presión que el depósito.

- 40 La presión existente en el conducto de admisión 8 es idéntica a la del depósito de almacenamiento 12, por ejemplo, unos 100 bares y superior a la de la cámara CA activa y a la de la cámara de expansión CD, por ejemplo igual a 1,5 bares en el momento del ciclo correspondiente al punto muerto inferior del pistón, al final de la expansión, justo antes de la apertura de la válvula de escape.

- 45 Según la invención, la válvula de admisión 9 está montada móvil en desplazamiento axial entre una posición baja (considerando la orientación vertical general de las figuras y sin referencia a la gravedad de la tierra) de cierre - mostrada en la figura 1A - en la cual está en apoyo estanco en su asiento de válvula 20, y una posición de apertura superior - mostrada en la figura 1B .

En el sentido de su apertura, la válvula de admisión 9 se desplaza axialmente - hacia arriba, en el sentido contrario al del flujo F de gas a presión de llenado del cilindro. Así, la válvula de admisión se abre en el sentido opuesto al flujo de aire a presión de llenado del cilindro del motor.

- 50 En su posición de cierre, la válvula de admisión 9 se mantiene cerrada en modo autoclave en su asiento de válvula 20 por la presión existente en el conducto de admisión 8 y que se aplica a la válvula de admisión, es decir, sobre la cabeza de la válvula en el interior del conducto de admisión 8.

El motor dispone de medios de control de la apertura de la válvula de admisión 9, sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, para provocar la separación de la válvula de admisión 9 de su asiento 20 y permitir establecer en la cámara activa una presión igual a la existente en el conducto de admisión 8.

5 Durante su fase de apertura, la válvula recorre entonces toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión y, en particular, sobre la cabeza de la válvula, es decir, por una parte, sobre la superficie inferior 22 en forma de disco sometida a la presión que reina en el cilindro 1 y, por otra sobre la superficie superior 24 sometida a la presión existente en el conducto de admisión 8, correspondiendo la diferencia entre las áreas de estas dos superficies sensiblemente al área de la sección del vástago o cola 26 de la válvula 9.

10 En su posición de cierre, la válvula de admisión 9 se mantiene sobre su asiento 20 en modo autoclave por la presión del aire comprimido contenido en el circuito de admisión, y/o en el depósito 12 de almacenamiento de aire comprimido, siendo menor la presión en la cámara de CA activa y la cámara de expansión CD del motor durante las fases de expansión y escape de funcionamiento.

15 El motor dispone de un gato neumático V de cierre de la válvula de admisión 9 que, a modo de ejemplo no limitativo, está dispuesta aquí en el interior de la culata 6.

El gato V tiene un cilindro de gato 100 y un pistón de cierre 102 que está conectado axialmente al vástago 26 de la válvula de admisión 9, y que está montado deslizante en el interior del cilindro 100 dentro del cual delimita de manera estanca una cámara superior 104 del gato, denominada cámara de cierre de válvula 9.

20 El motor tiene un canal de distribución activo X1 que conecta la cámara de cierre 104 a la parte superior de la cámara de CA activa dispuesta incluida en el cilindro 1.

25 La posición alta máxima de apertura de la válvula de admisión 9 está definida por un tope ajustable 30 que se extiende en el interior de la cámara 104 y cuya posición axial, según la dirección axial del desplazamiento de la válvula, está controlada (por medios no representados en las figuras) para hacer variar el caudal de gas a presión admitido en el cilindro a través del conducto de admisión. El tope regulable controlado desempeña así la función de « mariposa » controlada por un acelerador. Los desplazamientos del tope son controlados y provocados por ejemplo por medio de un motor eléctrico paso a paso.

El tope ajustable 30 permite detener la carrera ascendente y automática de la válvula de admisión 9 modificando su elevación en función de los parámetros requeridos de funcionamiento del motor.

30 El motor tiene una válvula Y controlada de obturación del flujo de gas en el canal de distribución activa X1, denominada válvula Y de distribución activa, cuya apertura puede ser controlada para poner en comunicación la cámara 104, de cierre de la admisión, con la parte superior de la cámara activa CA, estableciendo en la cámara de cierre 104 una presión complementaria sobre la cara superior del pistón 102, empujando la válvula de admisión 9 hacia su asiento 20 por la acción de este pistón y cerrando así el circuito de admisión, finalizando así el trabajo de la cámara activa CA.

35 La válvula de distribución activa Y se mantiene entonces abierta durante el tiempo de expansión permitiendo que el gas comprimido contenido en la cámara de cierre 104 se expanda junto con el gas contenido en la cámara de expansión, al tiempo que se produce un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida, a través del conducto de admisión, en la cámara activa.

El motor dispone de un canal X2 de control de la apertura de la válvula de admisión 9 que conecta la parte superior de la cámara de CA activa con el conducto de admisión 8.

40 El motor tiene una válvula Z controlada de obturación de la circulación del gas en el conducto X2, denominada válvula de apertura de la válvula de admisión, cuya apertura puede ser controlada para poner en comunicación la parte superior de la cámara activa de CA con el conducto de admisión 8.

45 Cuando el pistón 2 del motor está cerca de su punto muerto superior (véase la Figura 1B), por apertura de la válvula de apertura Z, el circuito de admisión se pone en comunicación, en el momento seleccionado, con la cámara activa CA del cilindro, permitiendo el establecimiento en la misma de una presión idéntica a la contenida en el circuito de admisión y, debido a la diferencia en las áreas mencionadas anteriormente, la presión empuja automáticamente la válvula de admisión 9 hacia arriba y la válvula de admisión, en su movimiento, abre el circuito de admisión.

50 Por ejemplo, para una válvula con un diámetro de 20 mm controlada por un vástago de válvula de 6 mm, la superficie inferior es de 3,14 cm² y la superior de 2,86 cm² (3,14 - 0,28), se ejerce un empuje de 28 kg para abrir automáticamente la válvula de admisión 9 y permitir el llenado de la cámara activa de CA.

El cierre de la válvula de admisión 9 se asegura después por la puesta en comunicación de la cámara activa CA con la cámara de cierre 104, creando así una presión complementaria sobre la superficie superior del pistón 102 del gato de cierre V, el cual empuja entonces la válvula de admisión 9 hacia su asiento 20 y cierra / obtura la admisión para permitir el ciclo de expansión de la cámara activa CA hacia la cámara de expansión CD.

Tan pronto como comienza la expansión (véase la Figura 1C), el volumen de la cámara de cierre 104 se mantiene en comunicación con la cámara de expansión CD del motor y el aire comprimido contenido en la cámara de cierre 104 se expande en la cámara de expansión CD del motor, produciendo un trabajo que se añade al trabajo de expansión de la carga admitida en la cámara activa.

5 Así, en el sentido de la invención, la válvula Y es una válvula de distribución activa, y el canal X1 es un conducto de distribución activa.

Al final de la expansión, la comunicación entre la cámara activa y la cámara de expansión del cilindro y la cámara de cierre 104 se obtura de nuevo manteniendo en esta última una presión cercana a la presión atmosférica, permitiendo la renovación del ciclo.

10 Se comprende entonces el funcionamiento de la distribución denominada activa según la invención en el cual, ventajosamente, la energía requerida para la apertura y el cierre de la válvula de admisión 9 es suministrada por la presión existente en el depósito de almacenamiento y/o en el circuito de admisión para la apertura, y la existente en la cámara activa para el cierre, y luego reutilizada produciendo un complemento de trabajo en el cilindro.

15 El volumen de la cámara de cierre 104 es de valor reducido, por ejemplo, a modo no limitado, inferior al 10% de la cilindrada del cilindro 1.

Lo mismo se aplica a los canales que conectan la admisión y la cámara activa, y la cámara de cierre 104 a la cámara de expansión CD, cuyas secciones de paso se calculan para permitir un caudal suficiente para el establecimiento de las presiones en las distintas cámaras.

20 Estos diversos canales tienen diámetros reducidos, por ejemplo, del orden de 0,5 milímetros a 2 milímetros para un diámetro del conducto principal de admisión del orden de 20 milímetros.

Se utilizarán preferentemente válvulas Y y Z de tipo electromecánicas, constituidas especialmente en forma de electroválvulas adaptadas y fácilmente controlables por una caja de gestión electrónica (no representada).

Además, el gobierno por gestión electrónica y control neumático permite velocidades de apertura y de cierre de la(s) válvula(s) y fases angulares de control de gran precisión.

25 En el ciclo de funcionamiento de la distribución activa descrito anteriormente, la expansión del volumen de aire contenido en la cámara de cierre se lleva a cabo conjuntamente con la de la cámara activa y yendo, salvo las pérdidas de carga, desde la presión nominal hasta la presión de escape.

Descripción de la figura 2

30 La descripción que sigue se hace por comparación con el modo de realización descrito anteriormente en referencia a las figuras 1A a 1D.

El diseño anterior se completa con un canal suplementario X3 que conecta el conducto de admisión 8 con la cámara de cierre 104 del gato V.

35 El motor dispone también de una válvula T controlada de obturación de la circulación del gas, del aire comprimido, en el conducto X3, cuya apertura puede ser controlada para poner en comunicación el conducto de admisión 8 y/o el depósito 12 con la cámara de cierre 104.

Así, la cámara de cierre 104 tiene al menos dos conductos, X3 y X1, cada uno equipado con medios de obturación controlados, T e Y, que permiten poner en comunicación sucesivamente la cámara de cierre 104, por una parte, con el circuito de admisión y/o el depósito de almacenamiento a alta presión 12 y, por otra, con la cámara activa y de expansión del cilindro.

40 La válvula de admisión 9 se cierra por la puesta en comunicación del circuito de admisión y/o del depósito de almacenamiento con la cámara de cierre 104, a través del conducto X3 y por control de la apertura de la válvula T, creando así una presión complementaria sobre la superficie del pistón de cierre 102 que empuja la válvula de admisión 9 sobre su asiento 20 y cierra la admisión para permitir el ciclo de expansión de la cámara activa CA en la cámara de expansión CD.

45 Así, la expansión activa de la cámara de cierre 104 puede ser retardada para intervenir más tarde en el ciclo, por control de la apertura de la válvula Y.

50 Tan pronto como se inicia la expansión, o durante la expansión, el volumen de la cámara de cierre 104 se pone en comunicación con la cámara de expansión CD y el aire comprimido contenido en la cámara de cierre 104 se expande en la cámara de expansión CD produciendo un trabajo que se añade al trabajo de expansión de la carga admitida en la cámara activa AC.

Sensiblemente al final de la expansión, la comunicación entre la cámara activa y de expansión del motor y la cámara

de cierre 104 se obtura de nuevo manteniendo una presión próxima^o a la presión atmosférica en esta última que permite la renovación del ciclo.

Descripción de la figura 3.

La descripción que sigue se hace por comparación con el primer modo de realización ilustrado en las Figuras 1A a 1D.

- 5 De acuerdo con este modo de realización, se prevén medios mecánicos para provocar la separación de la válvula de admisión 9 de su asiento 20, que actúan directamente sobre la cabeza de la válvula de admisión 9.

En el caso de un motor que tenga que funcionar a velocidades de rotación sensiblemente constantes y que, por lo tanto, no requiera variaciones del ajuste de la apertura de la admisión, la apertura de la válvula de admisión 9 se simplifica ventajosamente mediante la integración de dicho dispositivo mecánico.

- 10 Para este propósito, dichos medios de control de la apertura de la válvula de admisión 9, están constituidos por un dedo D, o empujador, que está formado en relieve en la cara superior del pistón (2) y que se extiende verticalmente hacia arriba con respecto a la cabeza ituada enfrente de la válvula de admisión 9.

Por su disposición y su tamaño, el dedo de control de apertura D es capaz de cooperar mecánicamente con la cara inferior 20 de la cabeza de la válvula de admisión 9 para empujar esta última verticalmente hacia arriba.

- 15 Es al final de la carrera del pistón hacia su punto muerto superior cuando el dedo D actúa, a través del orificio de admisión, sobre la parte enfrentada de la cara inferior 22 de la cabeza de la válvula de admisión 9 para separarla de su asiento.

- 20 El dedo D está colocado enfrente de la parte inferior de la cabeza de la válvula de admisión de forma que levante ligeramente la válvula de admisión creando una fuga que pone en comunicación el circuito de admisión con la cámara activa CA estableciendo en la cámara de cierre 104 una presión complementaria sobre la superficie superior del pistón 102 y que, por la acción del pistón 102 unido a la cola de la válvula, empuja la válvula de admisión 9 hacia su asiento 20, cerrando de este modo el circuito de admisión finalizando el funcionamiento de la cámara activa de CA.

La válvula recorre entonces toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión 9.

- 25 Después de la apertura de la válvula de admisión, y comienzo del ciclo de expansión, debido al descenso del pistón 2, el dedo D ya no actúa sobre la válvula de admisión 9, y el resto del ciclo es idéntico al descrito en referencia a las figuras 1A a 1D, utilizando la válvula Y.

Descripción de la figura 4

La descripción que sigue se hace por comparación con el segundo modo de realización ilustrado en la Figura 2.

- 30 La disposición del canal X2 y de la válvula Z asociada de control de la apertura de la válvula de admisión está modificada.

El gato V es un gato de doble efecto con dos cámaras estancas separadas por el pistón 102.

La cámara inferior 105 es una cámara de control de la apertura de la válvula de admisión 9 que, a través del conducto X2, está conectada al conducto de admisión 8 y/o al depósito de gas a presión 12.

- 35 Así, la cámara de cierre 104 tiene al menos dos conductos, X3 y X1, provistos cada uno de medios de control de obturación T, Y que permiten poner en comunicación sucesivamente, la cámara de cierre 104, por una prte, con el circuito de admisión y/o el deposito de almacenamiento a alta presión 12 y, por otra, con la cámara activa y de xpansión del cilindro.

- 40 La apertura de la válvula de admisión 9 es controlada por la válvula Z, que alimenta gas a presión a la cámara inferior 105 del gato V, la cual es una cámara de apertura.

- 45 El cierre de la válvula de admisión 9 se asegura por la puesta en comunicación del circuito de admisión y/o del depósito de almaenamiento con la cámara de cierre 104, a través del canal X3 y por control de la apertura de la válvula T, creando así una presión complementaria sobre la superficie del pistón de cierre 102 que empuja la válvula de admisión 9 sobre su asiento 20 y cierra la admisión para permitir el ciclo de expansión de la cámara de CA activa en la cámara de expansión CD.

El cierre se consigue porque el área del pistón 102 sometida a una presión mayor en el lado de la cámara 104 que en el lado de la cámara de apertura 105 (correspondiendo la diferencia sensiblemente al área de la sección del vástago de la válvula de admisión).

- 50 Así, la expansión activa de la cámara de cierre puede retardarse para intervenir más tarde en el ciclo, por control de la apertura de la válvula Y.

Tan pronto como se inicia la expansión, o durante la expansión, el volumen de la cámara de cierre 104 se pone en comunicación entonces con la cámara de expansión CD y el aire comprimido contenido en la cámara de cierre 104 se expande en la cámara de expansión produciendo un trabajo que se añade al trabajo de expansión de la carga admitida en la cámara activa.

- 5 Sensiblemente al final de la expansión, la comunicación entre la cámara activa y de expansión del motor y la cámara de cierre 104 se obtura de nuevo manteniendo en esta última una presión próxima a la presión atmosférica, lo que permite la renovación del ciclo.

Según este diseño, el pistón 102 del gato V controla sucesivamente la apertura y cierre de la válvula de admisión 9.

- 10 Según una variante, no representada, es posible, como para la cámara 104, conectar la cámara 105 a la cámara activa mediante un canal X1' y una válvula Y', realizando así dos circuitos paralelos de distribución activa.

Los volúmenes de la cámara de cierre 104 y de la cámara de apertura 105 pueden ser puestos en comunicación entonces con la cámara de expansión y el aire comprimido contenido en ella se expande en la cámara de expansión permitiendo aumentar el trabajo de expansión de la carga admitida al expandirse en el cilindro del motor principal.

- 15 Debido a la flexibilidad de utilización y a las posibilidades de ajuste casi ilimitadas, el motor equipado con la distribución de admisión « activa » según la invención puede ser utilizado en todos los vehículos terrestres, marítimos, ferroviarios, aeronáuticos. El motor de cámara activa según la invención encontrar su aplicación también y ventajosamente en grupos electrógenos de emergencia, así como en numerosas aplicaciones domésticas de cogeneración que producen electricidad, calefacción y climatización.

- 20 El motor de la cámara activa según la invención ha sido descrito con un funcionamiento con aire comprimido. Sin embargo, puede utilizar cualquier gas comprimido/gas a alta presión, sin por ello salirse del ámbito de aplicación de la invención reivindicada.

- 25 La invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos y representados: los materiales, medios de control, los dispositivos descritos pueden variar dentro del límite de los equivalentes, para producir los mismos resultados. Pueden variar el número de cilindros motores, sus cilindradas, el volumen máximo de la cámara activa con respecto al volumen desplazado de los cilindros y el número de etapas de expansión

REIVINDICACIONES

1. Motor de cámara activa que funciona según un ciclo termodinámico de tres fases, que comprende:

- una fase de transferencia isobárica e isotérmica;

- una fase de expansión politrópica con trabajo;

5 - una fase de escape a presión ambiente;

comprendiendo este motor:

- al menos un cilindro (1) alimentado por un gas a presión, preferiblemente por aire comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión (12),

- al menos un pistón (2) que esté montado deslizante en el interior de este cilindro (1),

10 - un cigüeñal (5) accionado por el pistón mediante un dispositivo tradicional de biela-manivela (3, 4),

- una culata (6) que cierra en su parte superior el volumen del cilindro (1), que es barrido por el pistón (2), y que comprende al menos un conducto de admisión (8) en el que fluye un flujo de gas a presión de llenado del cilindro, un orificio de admisión (7) del gas a presión por encima del pistón, y al menos un orificio de escape y un conducto de escape, estando dispuesta la culata de forma que, cuando el pistón (2) se encuentre en su punto muerto superior, el volumen residual comprendido entre el pistón (2) y la culata (6) se reduzca, por construcción, únicamente a las holguras mínimas que permitan el funcionamiento sin contacto entre el pistón (2) y la culata (6),

15 - al menos una válvula de admisión (9) que coopera de manera estanca con un asiento de válvula (20) formado en la culata (6) y que delimita la abertura de admisión (7),

motor en el cual:

20 -- el volumen del cilindro (1) barrido por el pistón (2) está dividido en dos partes distintas de las cuales una primera parte que constituye una cámara activa (CA) que está incluida en el cilindro (1) y una segunda parte que constituye una cámara de expansión (CD),

--bajo el empuje continuo del gas a presión admitido en el cilindro, a una presión de trabajo constante, el volumen de la cámara activa (CA) aumenta produciendo un trabajo que representa la fase de transferencia isobárica e isotérmica,

25 -- la admisión del gas a presión en el cilindro (1) se obtura en cuanto se alcanza el volumen máximo de la cámara activa (CA), expandiéndose entonces la cantidad de gas a presión incluida en dicha cámara activa (CA) empujando el pistón (2) en la segunda parte de su carrera que determina la cámara de expansión (CD), produciendo así un trabajo que asegura la fase de expansión politrópica,

30 -- una vez que el pistón (2) haya alcanzado su punto muerto inferior, se abre entonces el orificio de escape para garantizar la fase de escape (7) durante el ascenso del pistón a lo largo de todo su carrera hasta su punto muerto superior,

35 -- el par y el régimen del motor se controlan por la apertura y el cierre de la válvula de admisión (9), permitiendo abrir la válvula de admisión (9), sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, y permitiendo, por el cierre de la válvula (9), modificar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura de admisión a fin de determinar, en función de la presión del gas comprimido contenido en el depósito de almacenamiento (12) y de la presión al final de la fase de expansión, la cantidad de gas a presión admitida así como el volumen de la cámara activa (CA),

caracterizado por que:

40 - a) la válvula de admisión (9) está montada móvil en desplazamiento axial entre una posición de cierre inferior en la que está en apunto estanco sobre su asiento de válvula (20) y una posición de apertura superior,

- b) en el sentido de su apertura, la válvula de admisión (9) se desplaza axialmente, en el sentido opuesto al de la circulación del flujo de gas a presión de llenado del cilindro (1),

- c) en su posición de cierre, la válvula de admisión (9) se mantiene cerrada en autoclave sobre su asiento de válvula por la presión existente en el conducto de admisión (8) y que se aplica a la válvula de admisión,

45 - d) el motor dispone de medios de control de la apertura de la válvula de admisión (9), sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, para provocar la separación de la válvula de admisión (9) de su asiento para permitir el establecimiento de la presión de admisión en la cámara activa (CA), recorriendo entonces la válvula toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión,

- 5 - e) el motor tiene un gato neumático de cierre, respectivamente de apertura, de la válvula de admisión (9), que tiene un cilindro de gato (100) y un pistón (102) que está conectado en desplazamiento axial con la válvula de admisión (9) y que está montado deslizante en el interior del cilindro de gato (100) en cuyo interior el (102) delimita de manera estanca una cámara superior de control del gato, denominada cámara de cierre (104), así como una cámara inferior de control inferior del gato, denominada cámara de apertura (105),
- f) el motor tiene al menos un canal (X2) de control de apertura de la válvula de admisión (9) que conecta la fuente de gas a presión del conducto de admisión (8) con la parte superior de la cámara activa (CA) del cilindro o a la cámara inferior de control del gato, denominada cámara de apertura (105),
- 10 - g) el motor tiene un canal de distribución activa (X1) que conecta dicha cámara de cierre (104) con la parte superior de la cámara activa (CA) y una válvula (Y) de obturación de la circulación del gas en el canal (X1) de distribución activa, denominada válvula (Y) de distribución activa, cuya apertura está controlada para poner en comunicación la cámara de cierre (104) con la parte superior de la cámara activa (CA), cerrar la válvula de admisión (8) y producir un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida, a través del conducto de admisión, en la cámara activa.
- 15 2. Motor según la reivindicación 1, caracterizado por que la válvula (Y) de distribución activa se controla según el ciclo siguiente:
- i) apertura de la válvula de distribución activa para poner en comunicación la cámara de cierre (104) con la cámara activa (CA) para, provocar el cierre de la válvula de admisión (9) y luego, durante la fase de expansión, permitir la expansión del gas comprimido contenido en la cámara de cierre, en la cámara de expansión (CD) del cilindro, produciendo un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida a través del conducto de admisión, en la cámara activa;
- 20 ii) al final de la fase de expansión, cierre de nuevo la válvula de distribución activa (Y) para mantener en el interior de la cámara de cierre (104) la presión del gas expandido cuyo valor es próximo al de la presión atmosférica.
- 25 3. Motor según la declaración 2, caracterizado por que los citados medios d) de control de la apertura de la válvula de admisión (9) comprenden:
- d1) dicho canal (X2) que conecta la parte superior de la cámara activa (CA) con el conducto de admisión (8) o con el depósito de gas a presión (12) y que desempeña la función de canal de control de apertura, denominada válvula de admisión,
- 30 - d2) y una válvula (Z) controlada de obturación de la circulación del gas en el canal (X2) de control de apertura, denominada válvula (Z) de apertura.
4. Motor de acuerdo a la reivindicación 3, caracterizado en que dicha válvula (Z) de control de apertura es controlada de acuerdo al ciclo siguiente:
- k1) al final de la fase de escape, cuando el pistón (2) se encuentra sensiblemente en el punto muerto superior de su carrera, apertura de dicha válvula (Z), para permitir establecer en la cámara activa (CA) una presión idéntica a la existente en el conducto de admisión (8) y provocar la separación de la válvula de admisión (9) de su asiento (20);
- 35 k2) la válvula de admisión (9) recorre entonces toda su carrera de apertura bajo la acción de las fuerzas diferenciales de presión ejercidas por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión (9);
- k3) cierre de dicha válvula (Z) en cuanto se abra la válvula de admisión (9).
- 40 5. Motor según la reivindicación 2, caracterizado en que comprende un canal (X3) que une dicha cámara de cierre (104) al conducto de admisión y/o al depósito de gas a presión (12), y una válvula (T) de obturación de la circulación del gas en este canal (X3), cuya apertura y cierre son controladas, para provocar el cierre de la válvula de admisión, previamente a la puesta en comunicación de la cámara de cierre (104) con el volumen del cilindro (1) barrido por el cilindro (2).
- 45 6. Motor de cámara activa que funciona según un ciclo termodinámico de tres fases que comprende: - una fase de transferencia isobárica e isotérmica; - una fase de expansión politrópica con trabajo; - una fase de escape a presión ambiente; comprendiendo este motor: - al menos un cilindro (1) alimentado por un gas a presión, preferiblemente por aire comprimido, contenido en un depósito de almacenamiento a alta presión (12), - al menos un pistón (2) que está montado deslizante en el interior de este cilindro (1), - un cigüeñal (5) accionado por el pistón mediante un dispositivo de biela-manivela (3, 4) tradicional, - una culata (6) que cierra en su parte superior el volumen del cilindro (1), que es barrido por el pistón (2), y que comprende al menos un conducto de admisión (8) en el que fluye un flujo de gas a presión de llenado del cilindro, un orificio de admisión (7) del gas a presión por encima del pistón, y al menos un orificio de escape y un conducto de escape, estando dispuesta la culata de tal forma que, cuando el pistón (2) esté en su punto muerto superior, el volumen residual comprendido entre el pistón (2) y la culata (6) sea, por construcción, reducido únicamente a las tolerancias mínimas que permitan el funcionamiento sin contacto entre el pistón (2) y la
- 50

culata (6), - al menos una válvula de admisión (9) que coopere de manera estanca con un asiento de válvula (20) formado en el interior de la culata (6) y que delimita el orificio de admisión (7), motor en el cual: -- el volumen del cilindro (1) barrido por el pistón (2) está dividido en dos partes distintas de las cuales una primera parte que constituye una cámara activa (CA) que está incluida en el cilindro (1) y una segunda parte que constituye una cámara de expansión (CD), -- bajo el empuje continuo del gas a presión admitido en el cilindro, a presión de trabajo constante, el volumen de la cámara activa (CA) aumenta produciendo un trabajo que representan la fase de transferencia isobárica e isotérmica, -- la admisión del gas a presión en el cilindro (1) es obturada en cuanto se alcanza el volumen máximo de la cámara activa (CA), expandiéndose entonces la cantidad de gas a presión incluida en dicha cámara activa (CA) empujando el pistón (2) en la segunda parte de su carrera que determina la cámara de expansión (CD) produciendo así un trabajo que asegura la fase de expansión politrópica, -- una vez que el pistón (2) haya alcanzado su punto muerto inferior, se abre entonces el orificio de escape para garantizar la fase de escape (7) durante la subida del pistón a lo largo de toda su carrera hasta su punto muerto superior, -- el par y el régimen del motor se controlan por la apertura y el cierre de la válvula de admisión (9) permitiendo abrir la válvula de admisión (9), sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, y permitiendo, mediante el cierre de la válvula (9), modificar la duración y/o el sector angular de la admisión, así como la sección de paso de la abertura de admisión para fin de determinar, en función de la presión del gas comprimido contenido en el depósito de almacenamiento (12) y de la presión al final de la fase de expansión, la cantidad de gas a presión admitida así como el volumen de la cámara activa (CA), caracterizado por que: - a) la válvula de admisión (9) está montada móvil en desplazamiento axial entre una posición de cierre inferior, en la cual está en apoyo estanco sobre su asiento de válvula (20), y una posición de apertura superior, - b) en el sentido de su apertura, la válvula de admisión (9) se desplaza axialmente, en el sentido opuesto al de la circulación del flujo de gas a presión de llenado del cilindro (1), - c) en su posición de cierre, la válvula de admisión (9) se mantiene cerrada en modo autoclave en su asiento de válvula por la presión existente en el conducto de admisión (8) y que se aplica a la válvula de admisión, - d) el motor dispone de medios de control de la apertura de la válvula de admisión (9), sensiblemente en el punto muerto superior de la carrera del pistón, para provocar la separación de la válvula de admisión (9) de su asiento para permitir el establecimiento de la presión de admisión en la cámara activa (CA), recorriendo entonces la válvula toda su carrera de apertura bajo la acción de los esfuerzos diferenciales de presión ejercidos por el gas a presión sobre las partes correspondientes de la válvula de admisión, - e) el motor comprende un gato neumático de cierre de la válvula de admisión (9) que comprende un cilindro de gato (100) y un pistón de cierre (102), que está conectado en desplazamiento axial con la válvula de admisión, y que está montado deslizante en el interior del cilindro de gato (100) en el interior del cual el (102) delimita de manera estanca una cámara de control del gato, denominada cámara de cierre (104), - f) el motor comprende al menos un canal (X2) que conecta el conducto de admisión (8) con una fuente de gas a presión que es la parte superior de la cámara activa (CA) del cilindro, o el depósito de gas a presión, - g) el motor comprende un canal de distribución activa (X1) que conecta dicha cámara de cierre (104) con la parte superior de la cámara activa (CA) y una válvula (Y) de obturación de la circulación del gas en el canal de distribución activa (X1), dicha válvula de distribución activa (Y), cuya apertura se controla para poner en comunicación la cámara de cierre con la parte superior de la cámara activa (CA), cerrar la válvula de admisión (8) y producir un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida, a través del conducto de admisión, en la cámara activa; y por que dichos medios de control de la apertura de la válvula de admisión (9) comprenden un dedo (D) formado en relieve en la cara superior del pistón (2) que, durante el final de la carrera del pistón (2) hacia su punto muerto superior, actúa, a través del orificio de admisión, sobre una parte (22) situada enfrente de la válvula de admisión (9) para separarla de su asiento (20).

7. Motor según la reivindicación 6, caracterizado en que la válvula de distribución activa (Y) se controla según el ciclo siguiente:

j) apertura de la válvula de distribución activa (Y) para poner en comunicación la cámara de cierre (104) con la cámara activa (CA) para poner en comunicación la cámara de cierre (104) con la cámara de expansión (CD) del cilindro, para permitir la expansión del gas comprimido, contenido en la cámara de cierre (104), en la cámara de expansión (CD) del cilindro produciendo un trabajo que se añade al trabajo de la carga de gas a presión previamente admitida en la cámara activa;

jj) al final de la fase de expansión, cierre de nuevo de la válvula (Y) de distribución activa para mantener en el interior de la cámara de cierre una presión cuyo valor es próximo al de la presión atmosférica.

8. Motor según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la posición alta máxima de apertura de la válvula de admisión (9) está definida por un tope ajustable (30) cuya posición axial, según la dirección del desplazamiento de la válvula de admisión (9), está controlada para variar el caudal de gas a presión admitido en el cilindro (1) a través del conducto de admisión.

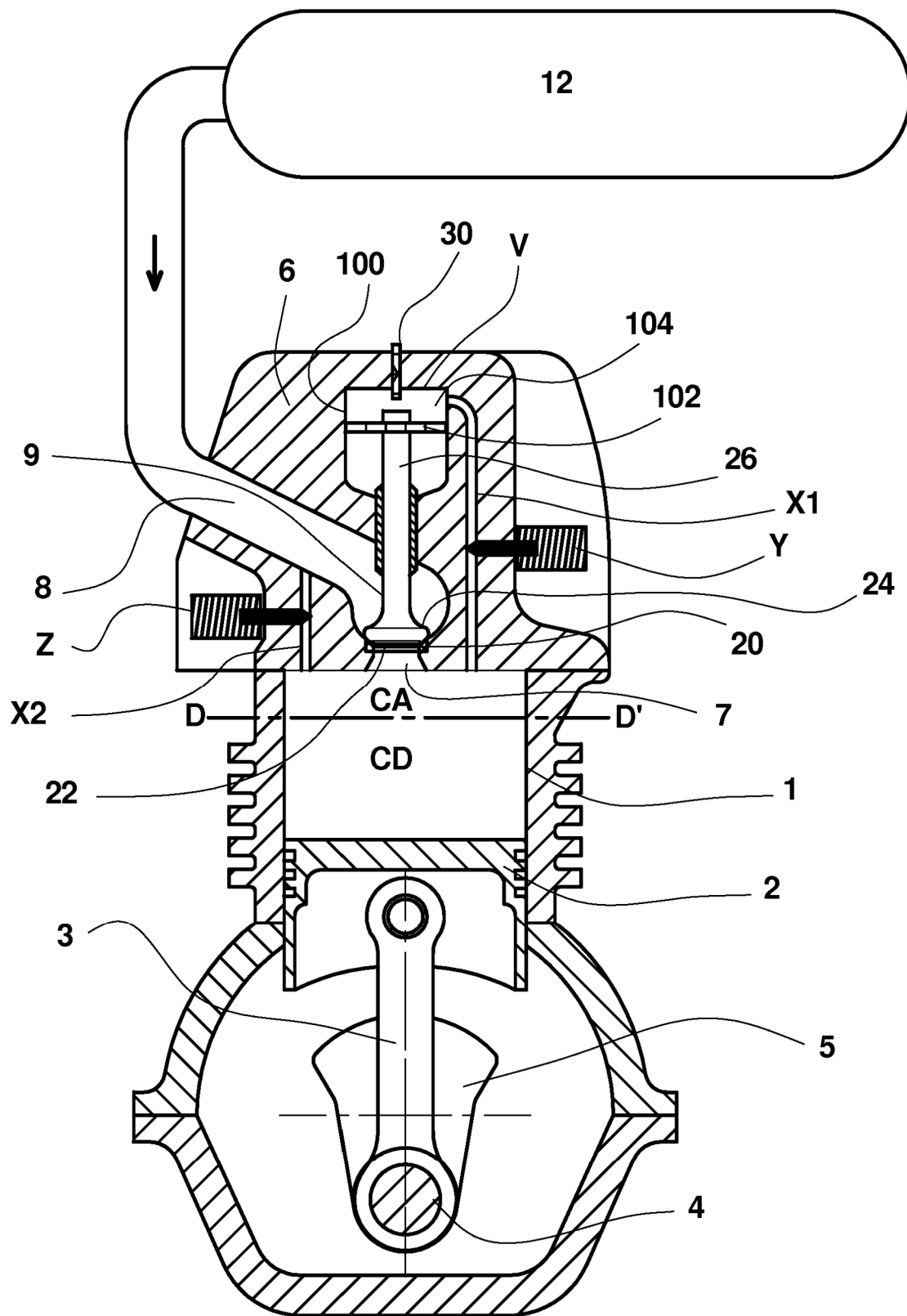


FIG. 1A

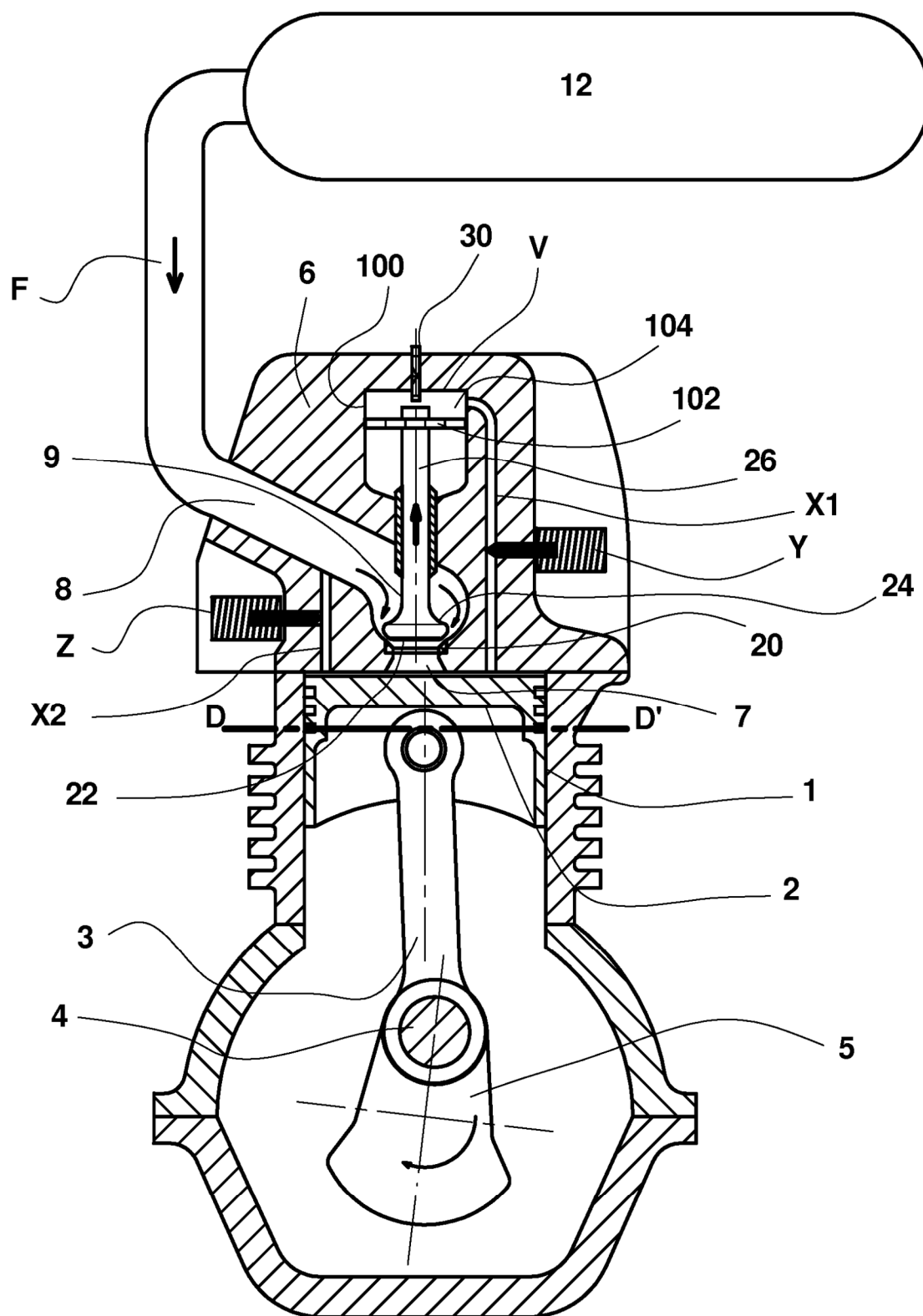


FIG. 1B

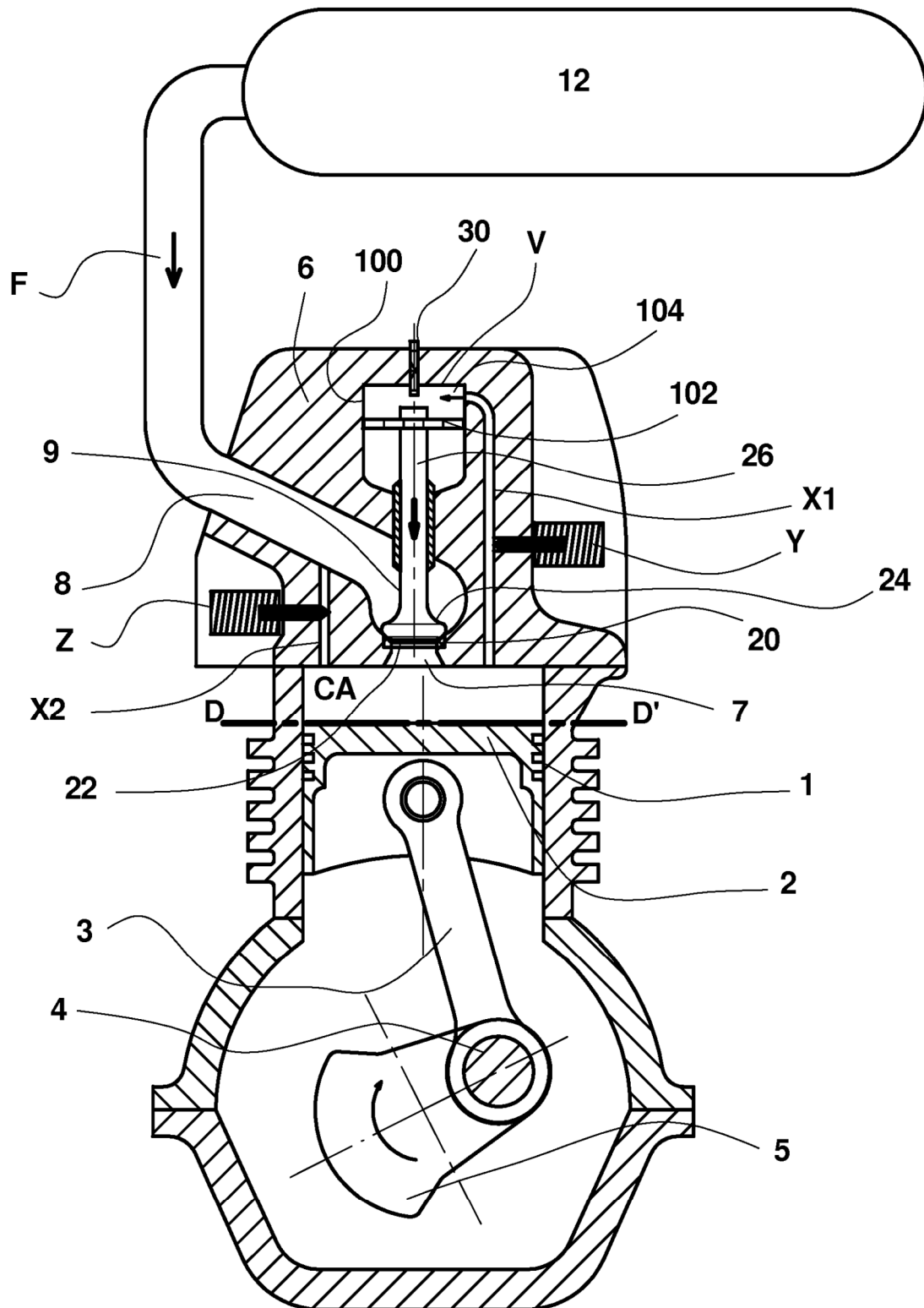


FIG. 1C

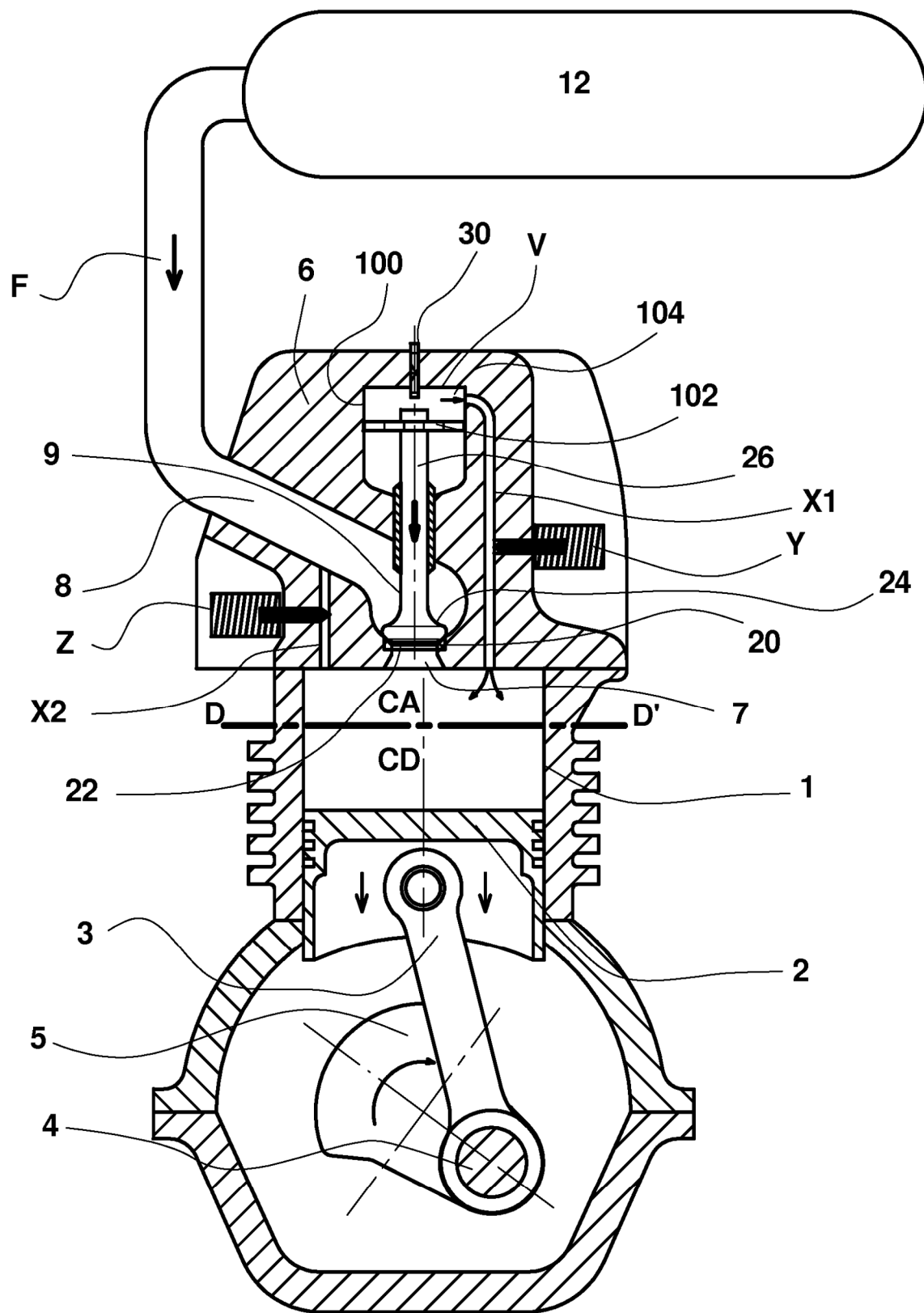


FIG. 1D

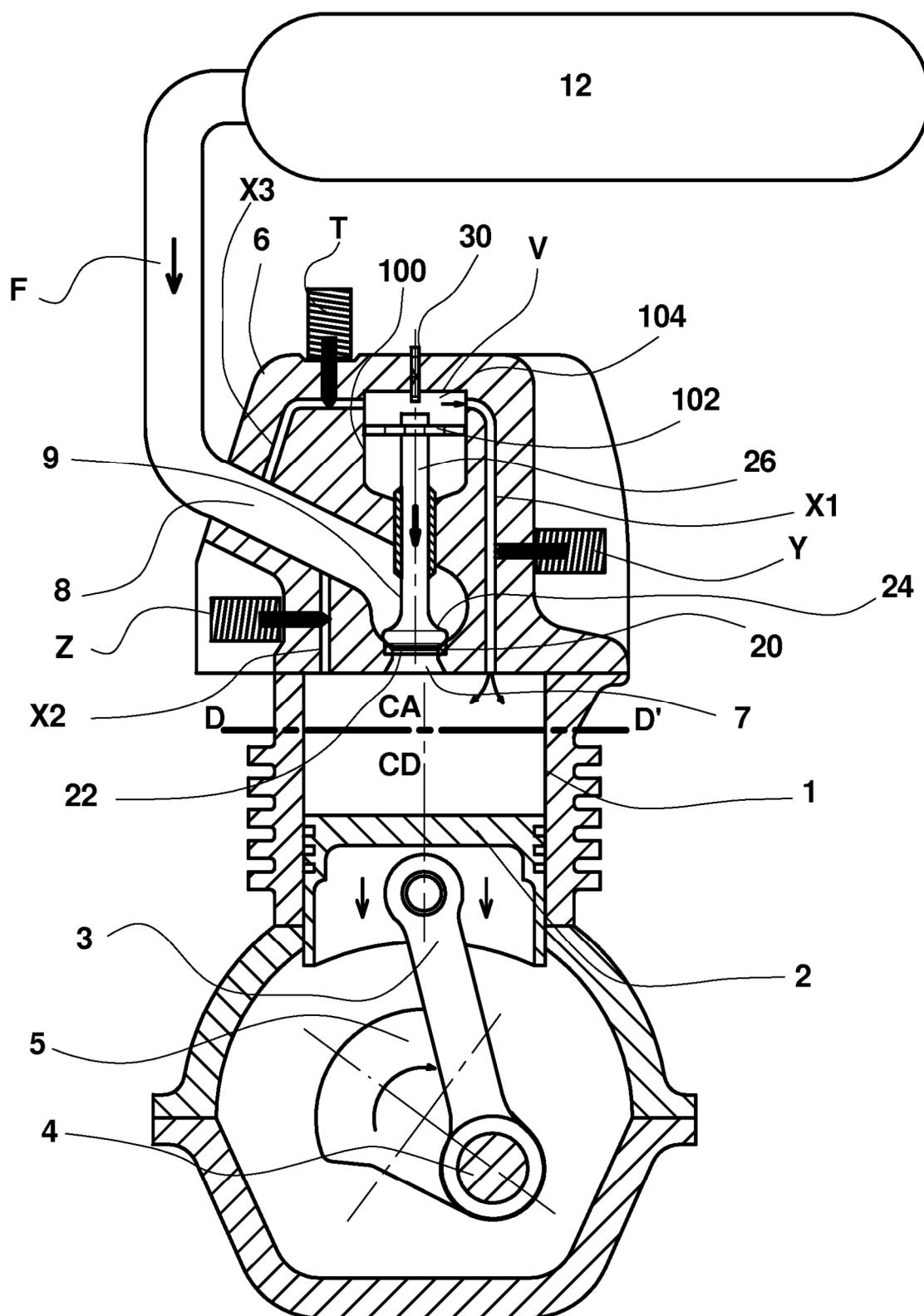


FIG. 2

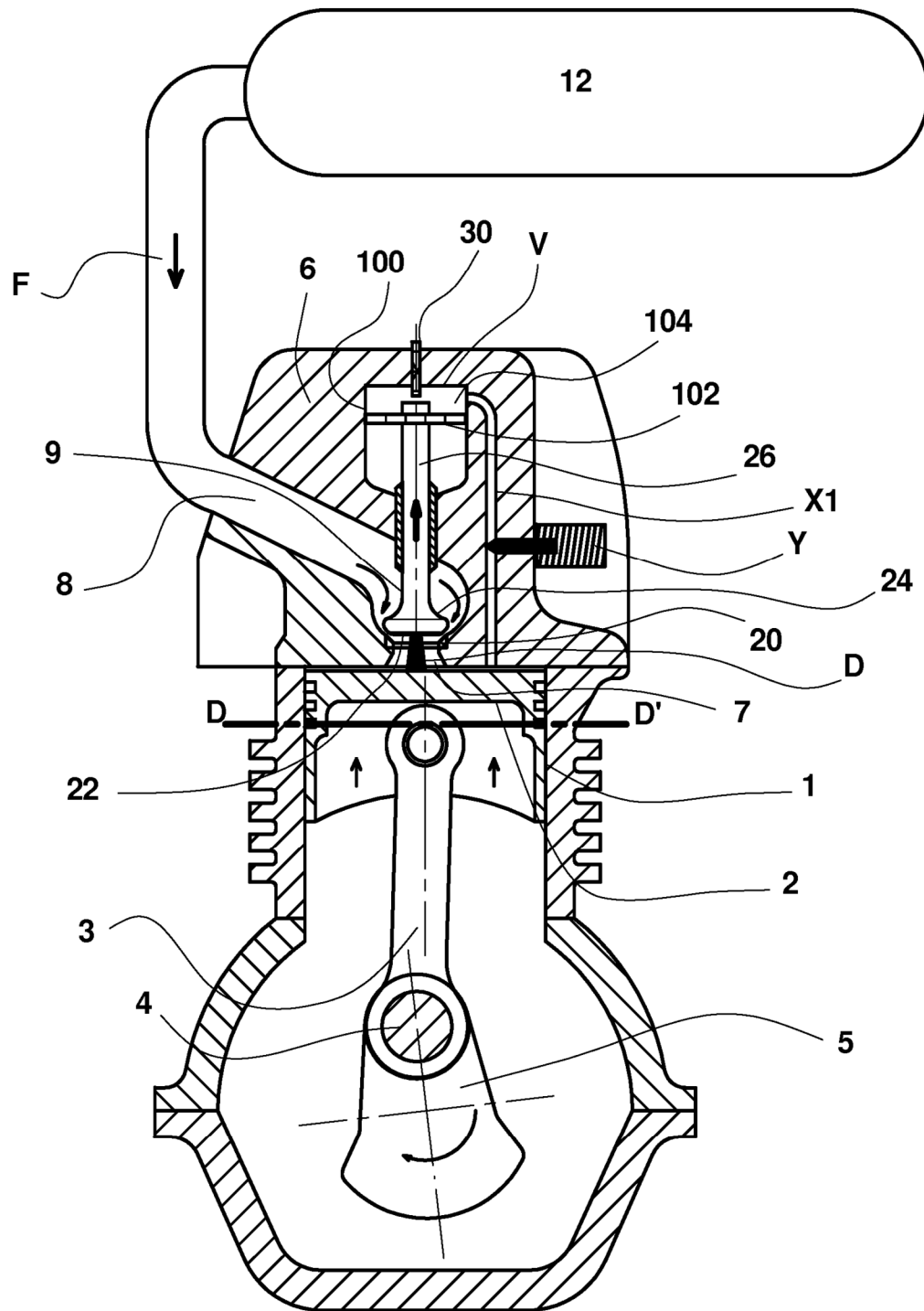


FIG.3

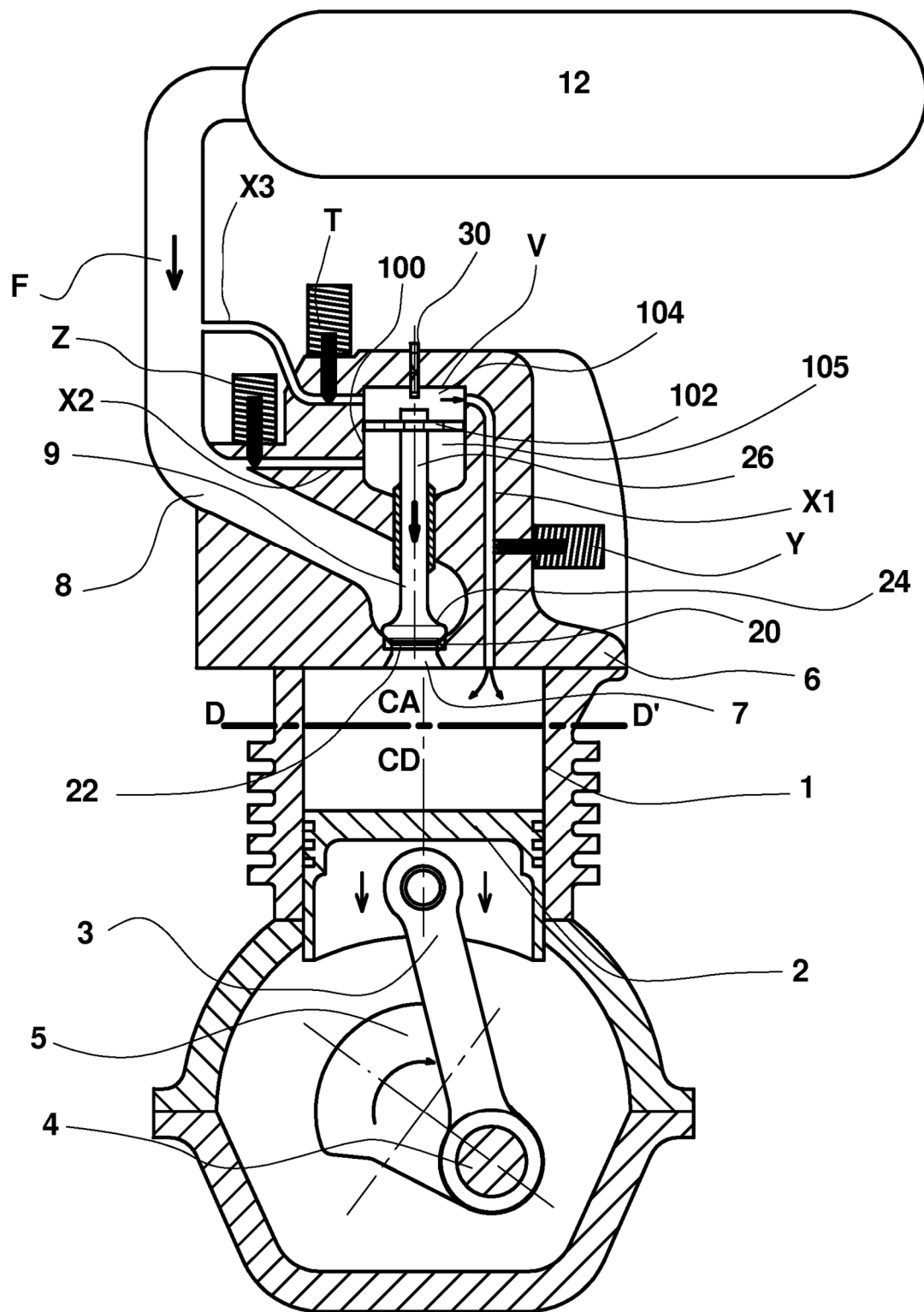


FIG. 4