

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 329**

51 Int. Cl.:

**F01C 1/22** (2006.01)

**F02B 29/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014** **E 14159403 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017** **EP 2778342**

54 Título: **Motor de combustión interna con comunicación de lumbreras**

30 Prioridad:

**13.03.2013 US 201313799965**

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

**13.02.2018**

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)  
1000 Marie Victorin, (01BE5)  
Longueuil, Quebec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**THOMASSIN, JEAN;  
ROUSSEAU, PATRICK y  
MARTEL, ERIC-PIERRE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 654 329 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 combustión interna con comunicación de lumbreras

Campo técnico

5 La solicitud está relacionada generalmente con motores de combustión interna y, más particularmente, con tales motores que funcionan bajo el principio del ciclo Miller.

Antecedentes de la técnica

10 Los motores de combustión interna que funcionan bajo el principio del ciclo Miller usualmente tienen una lumbrera de entrada abierta durante el comienzo de la fase de compresión de la cámara(s) de combustión. En un motor térmico alternativo, el ciclo Miller puede ser obtenido mediante temporización de la abertura de la válvula de entrada. En un motor térmico rotatorio tal como un motor Wankel, el ciclo Miller puede ser obtenido mediante posicionamiento apropiado de la lumbrera de entrada. El motor térmico de ciclo Miller usualmente tiene una relación de compresión volumétrica menor que su relación de expansión volumétrica.

15 Típicamente, el motor térmico de ciclo Miller se usa con un turbocargador para impedir pérdida de aire durante el comienzo de la fase de compresión y para aumentar la relación de compresión de presión. Sin embargo, durante el comienzo de la fase de compresión cuando la lumbrera de entrada está abierta, la compresión debe ser realizada típicamente contra la presión del turbocargador, que usualmente crea pérdidas de presión.

Un motor térmico de pistón rotatorio, que tiene los rasgos del preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento DE 3633776 A1.

Compendio

20 La presente invención proporciona un motor de combustión interna según la reivindicación 1, y un método para alimentar aire a un motor de combustión interna según la reivindicación 12.

Descripción de los dibujos

Ahora se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 es una vista esquemática de un motor térmico según una realización particular;

25 La figura 2 es una vista en sección transversal esquemática de un motor de combustión interna rotatorio según una realización particular, que se puede usar en un motor térmico tal como se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista esquemática de conexiones entre las cavidades de un motor térmico rotatorio tal como se muestra en la figura 2, según una realización particular;

30 La figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de un conducto de la figura 3, según una realización particular; y

La figura 5 es una vista esquemática de conexiones entre las cavidades de un motor de combustión interna alternativo que se puede usar en un motor térmico tal como se muestra en la figura 1, según una realización particular.

Descripción detallada

35 Haciendo referencia ahora a la figura 1, se muestra esquemáticamente un motor térmico 8. El motor térmico 8 incluye un motor de combustión interna 10, 110 que incluye generalmente una pluralidad de cuerpos móviles, cada uno recibido en una cavidad interna correspondiente de un cuerpo exterior para definir cada uno al menos una cámara de combustión. Por ejemplo, el motor de combustión interna 10, 110 puede ser un motor térmico alternativo con una pluralidad de cavidades internas, que cada una recibe un cuerpo móvil en forma de pistón alternativo. El motor de combustión interna 10, 110 puede ser como alternativa un motor térmico rotatorio con una pluralidad de cavidades internas, que cada una recibe un cuerpo móvil en forma de cuerpo rotatorio o rotor. Los cuerpos móviles impulsan una carga común. En la realización mostrada, la carga común incluye un árbol de salida 16 que se puede conectar por ejemplo a una hélice a través de una caja de engranajes de reducción (no se muestra) y a la que se acoplan los cuerpos móviles del motor de combustión interna 10, 110.

45 El motor térmico 8 también incluye un turbocargador 17, que en la realización mostrada incluye un compresor 19 y una turbina 22 que se interconectan para impulsión mediante un árbol 23. El compresor 19 y la turbina 22 pueden ser cada uno un dispositivo monofásico o un dispositivo de varias fases con un único árbol o dividido en árboles independientes en paralelo o en serie, y pueden ser un dispositivo centrífugo o axial. En la realización mostrada, el

árbol 23 del turbocargador 17 rota independientemente de la carga común.El compresor 19 del turbocargador 17 comprime el aire antes de que entre al motor de combustión interna 10, 110.

En una realización particular, el motor térmico 8 es un motor térmico de ciclo compuesto tal como se describe por ejemplo en la patente de EE. UU. n.º 7.753.036 de Lents et al., expedida el 13 de julio de 2010, como se describe en la patente de EE. UU. n.º 7.775.044 de Julien et al., expedida el 17 de agosto de 2010, o como se describe en las solicitudes de patente publicadas de EE. UU. n.os 2014/0020380 A1 y 2014/0020381 A1.Por ejemplo, el flujo de escape se suministra a una turbina de potencia 25 que también impulsa la carga común.La turbina de potencia 25 se conecta al árbol de salida 16 a través de un tipo apropiado de transmisión 27, por ejemplo un sistema de engranajes planetario, estelar, desplazado o angular.La salida de la turbina de potencia 25 está en comunicación de fluidos con una entrada de la turbina de turbocargador 22.Mediante la turbina de turbocargador 22 se extrae energía del gas de escape que sale de la turbina de potencia 25 para impulsar el compresor 19 por medio del árbol de conexión 24.

En otra realización, el motor de combustión interna 10, 110 no es compuesto y se omite la turbina de potencia 25.Por ejemplo, el motor térmico 8 puede incluir únicamente el motor de combustión interna 10 y un turbocargador 17.El motor de combustión interna 10, 110 funciona con el principio del ciclo Miller, como se detallará adicionalmente más adelante.

Haciendo referencia a la figura 2, en una realización particular, el motor de combustión interna 10 es un motor térmico rotatorio.Aunque la figura 2 muestra un motor Wankel, se entiende que el motor térmico rotatorio 10 puede tener como alternativa una configuración diferente a la de un motor Wankel.Por ejemplo, en una realización particular, el motor térmico rotatorio puede ser un único motor térmico rotatorio o de tipo excéntrico en el que el rotor rota en torno a un centro de rotación fijo.Por ejemplo, el motor térmico rotatorio puede ser un motor térmico de álabes deslizantes, tal como se describe en la patente de EE. UU. n.º 5.524.587 expedida el 11 de junio de 1996 o en la patente de EE. UU. n.º 5.522.356 expedida el 4 de junio de 1996.En otra realización particular, el motor térmico rotatorio puede ser un motor térmico rotatorio oscilatorio, que incluye dos o más rotores que rotan a diferentes velocidades angulares, provocando que la distancia entre partes de los rotores varíe y como tal que cambie el volumen de cámara.En otra realización particular, el motor térmico rotatorio puede ser un motor térmico rotatorio planetario que tiene una geometría diferente que la del motor Wankel, tal como por ejemplo un motor térmico planetario que tiene una cavidad interna con un perfil epitrocoide que define tres lóbulos y un rotor con cuatro partes de ápice.Ejemplos de tales motores rotatorios que no son Wankel se muestran en la solicitud de EE. UU. n.º 13/750.523, del solicitante, presentada el 25 de enero de 2013, cuyo entero contenido se incorpora por referencia en esta memoria.También son posibles otras geometrías de motor térmico rotatorio.

Todavía con referencia a la figura 2, en la realización particular mostrada, el motor térmico rotatorio 10 comprende un cuerpo exterior 12 que tiene una pluralidad de cavidades de rotor 20 (únicamente se muestra una de ellas) definida cada una por paredes extremas espaciadas axialmente 14 y una pared periférica 18 que se extiende entre las mismas, con un rotor 24 recibido en cada cavidad 20.La superficie interior de la pared periférica 18 de cada cavidad 20 tiene un perfil que define dos lóbulos, que es preferiblemente un epitrocoide.

El cuerpo exterior 12 puede ser integral, conteniendo todas las cavidades de rotor 20, o como alternativa ser definido por una pluralidad de partes de cuerpo (separadas entre sí o interconectadas), por ejemplo cada una definiendo una respectiva de las cavidades 20 y recibiendo uno respectivo de los rotores 24.

Cada rotor 24 es recibido dentro de la cavidad respectiva 20, estando el eje geométrico del rotor 24 desplazado y paralelo al eje del cuerpo exterior 12.Cada rotor 24 tiene caras extremas espaciadas axialmente 26 adyacentes a las paredes extremas 14 de cuerpo exterior, y una cara periférica 28 que se extiende entre las mismas.La cara periférica 28 define tres partes de ápice espaciadas circunferencialmente 30 y un perfil generalmente triangular con lados arqueados hacia fuera.Las partes de ápice 30 están en acoplamiento de sellado con la superficie interior de la pared periférica 18 para formar tres cámaras de combustión o de trabajo rotatorias 32 entre el rotor interior 24 y el cuerpo exterior 12.Se define un rebaje (no se muestra) en la cara periférica 28 del rotor 24 entre cada pareja de partes de ápice 30 adyacentes, para formar algo de la cámara 32 correspondiente.

Las cámaras de combustión 32 son selladas.Cada parte de ápice 30 de rotor tiene una junta sellada 52 de ápice que se extiende desde una cara extrema 26 a la otra y que sobresale radialmente desde la cara periférica 28.Cada junta sellada 52 de ápice se predispone radialmente hacia fuera contra la pared periférica 18 a través de un resorte respectivo.Una junta sellada extrema 54 acopla cada extremo de cada junta sellada de ápice 52, y se predispone contra la pared extrema 14 respectiva a través de un resorte adecuado.Cada cara extrema 26 del rotor 24 tiene al menos una junta sellada de cara en forma de arco 60 que discurre desde cada parte de ápice 30 a cada parte de ápice 30 adyacente, adyacente pero hacia dentro de la periferia de rotor por toda su longitud.Un resorte obliga a cada junta sellada de cara 60 axialmente hacia fuera de modo que la junta sellada de cara 60 emerge axialmente alejándose de la cara extrema de rotor 26 adyacente hasta el acoplamiento de sellado con la pared extrema 14 adyacente de la cavidad.Cada junta sellada de cara 60 está en acoplamiento de sellado con la junta sellada extrema 54 adyacente a cada extremo de la misma.

Aunque no se muestra, cada rotor 24 está en casquillos sobre una parte excéntrica de un árbol e incluye un engranaje de fase coaxial con el eje de rotor, que engrana con un engranaje de fase de estator fijo asegurado al cuerpo exterior coaxialmente con el árbol. El árbol hace rotar cada rotor 24 y los engranajes engranados guían el rotor 24 para realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad interna 20 respectiva. El árbol rota tres veces por cada rotación completa de un rotor 24 conforme se mueve alrededor de la cavidad interna 20 respectiva. Se proporcionan juntas selladas de aceite alrededor del engranaje de fase para impedir flujo de fuga de aceite lubricante radialmente hacia fuera del mismo entre la cara extrema 26 de rotor respectiva y la pared extrema 14 de cuerpo exterior.

Durante cada rotación del rotor 24, cada cámara 32 varía de volumen y se mueve alrededor de la cavidad interna 20 para experimentar ciclos, incluyendo cada ciclo las cuatro fases de admisión, compresión, expansión y escape, estas fases son similares a los tiempos en un motor de combustión interna tipo alternativo que tiene un ciclo de cuatro tiempos.

Para cada cavidad 20, se define una lumbrera de entrada primaria 40 a través de una de las paredes del cuerpo de estator 12 para admitir aire a su vez adentro de cada una de las cámaras de combustión 32. En la realización mostrada, la lumbrera de entrada primaria 40 es una lumbrera periférica definida como abertura a través de la pared periférica 18. En otra realización, la lumbrera de entrada primaria 40 puede tener una configuración diferente, por ejemplo estar definida a través de una de las paredes extremas 14, con otra lumbrera de entrada primaria definida opcionalmente en la otra de las paredes extremas 14. La lumbrera de entrada primaria 40 está en comunicación de fluidos con el compresor de turbocargador 19 (véase la figura 1), como se detallará aún más a continuación. La lumbrera de entrada primaria 40 está en comunicación de fluidos con cada cámara de combustión 32 durante la fase de admisión de la misma y un comienzo de la fase de compresión de la misma. Como tal, el motor térmico rotatorio 10 funciona bajo el principio del ciclo Miller, con su relación de compresión volumétrica menor que su relación de expansión volumétrica, y permaneciendo abierta la lumbrera de entrada primaria 40, es decir, en comunicación con la cámara 32, durante el comienzo de la fase de compresión.

Para cada cavidad 20, se define una lumbrera de escape 44 a través de una de las paredes del cuerpo de estator 12 para descarga de los gases de escape desde las cámaras de combustión 32. En la realización mostrada, la lumbrera de escape 44 es una lumbrera periférica definida como abertura a través de la pared periférica 18. En otra realización, la lumbrera de escape 44 puede tener una configuración diferente, por ejemplo estar definida a través de una de las paredes extremas 14, con otra lumbrera de escape definida opcionalmente en la otra una de las paredes extremas 14.

Para cada cavidad 20, también se define una lumbrera de entrada secundaria o lumbrera de purga 42 a través de una de las paredes del cuerpo de estator 12 para admitir aire a su vez adentro de cada una de las cámaras de combustión 32. La lumbrera de entrada secundaria 42 se ubica hacia atrás de la lumbrera de entrada primaria 40 y hacia delante de la lumbrera de escape 44 respecto a la dirección R de la revolución y rotación del rotor. En la realización mostrada, la lumbrera de entrada secundaria 42 es una lumbrera periférica definida como abertura a través de la pared periférica 18. En otra realización, la lumbrera de entrada secundaria 42 puede tener una configuración diferente, por ejemplo estar definida a través de una de las paredes extremas 14, con otra lumbrera de entrada secundaria definida opcionalmente en la otra de las paredes extremas 14. La lumbrera de entrada secundaria 42 también está en comunicación de fluidos con el compresor de turbocargador 19 (véase la figura 1), como se detallará aún más a continuación. La lumbrera de entrada secundaria 42 está en comunicación de fluidos con cada cámara de combustión 32 durante una parte de su ciclo; esta parte puede incluir un comienzo de la fase de admisión y/o un final de la fase de escape.

En la presente memoria descriptiva, incluidas las reivindicaciones, se pretende que "fase de admisión" se refiera a la parte del ciclo durante la que la cámara 32 está en comunicación con al menos una lumbrera de entrada 40, 42 y durante la que el volumen de la cámara 32 aumenta tal como para atraer aire a la misma, mientras que se pretende que "fase de compresión" se refiera a la parte del ciclo entre la fase de admisión y la fase de ignición durante la que disminuye el volumen de la cámara 32, empezando en el punto del ciclo donde se alcanza el volumen máximo de la cámara tras la admisión, independientemente si ocurre compresión real de aire. Por ejemplo, en una realización particular, la compresión puede ser inexistente o mínima durante el comienzo de la fase de compresión cuando la lumbrera de entrada primaria 40 está abierta.

En uso, a través de cada rotación del rotor 24, cada cámara 32 se llena con aire comprimido a través de la lumbrera de entrada primaria 40 y la lumbrera de entrada secundaria 42 durante su fase de admisión conforme aumenta su volumen. El aire es entonces comprimido aún más al reducir el volumen de la cámara rotatoria 32, con el comienzo de la fase de compresión realizado con la lumbrera de entrada primaria 40 todavía abierta, es decir, en comunicación con la cámara 32, la lumbrera de entrada primaria 40 se cierra durante la fase de compresión. Una vez el aire es comprimido aún más, cerca del volumen mínimo de la cámara 32, ocurre la fase de ignición: el aire se mezcla con combustible de una fuente de combustible 9 (véase la figura 1) y se combustiona la mezcla aire-combustible resultante. En una realización particular, el combustible es combustible pesado, p. ej., diésel, queroseno (combustible de chorro), biocombustible equivalente, etc. Como alternativa, el combustible puede ser cualquier otro

tipo adecuado de combustible adecuado para inyección como se describe, incluido combustible no pesado tal como por ejemplo gasolina o combustible de hidrógeno líquido. El combustible es entregado de manera que la cámara 32 es estratificada con una mezcla rica de combustible-aire cerca de la fuente de ignición y una mezcla más pobre en otras partes, proporcionando así una disposición de carga llamada estratificada, y la mezcla combustible-aire puede ser combustionada dentro del alojamiento usando cualquier sistema de ignición adecuado conocido en la técnica. El motor térmico rotatorio 10 puede incluir una subcámara piloto (no se muestra) que recibe el sistema de ignición y un inyector piloto que inyecta una parte del combustible en el mismo para la ignición.

Tras la ignición, los gases de combustión se expanden y fuerzan a que el volumen de la cámara 32 aumente. Los gases de escape o de combustión salen de la cámara 32 a través de la lumbrera de escape 44 durante la fase de escape. Al final de la fase de escape, la cámara 32 puede comunicarse con la lumbrera de entrada secundaria 42 y con la lumbrera de escape 44, y el aire que entra a la cámara 32 a través de la lumbrera de entrada secundaria 42 se puede usar para purgar gases de escape que quedan en la cámara 32.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una disposición de conexión entre las diferentes cavidades del motor térmico rotatorio 10. En la realización mostrada, el motor térmico rotatorio 10 incluye dos cavidades de rotor 20a,b, cada una recibe un rotor 24 respectivo (no se muestra en la figura 3) y cada una tiene una lumbrera de entrada primaria 40a,b y una lumbrera de entrada secundaria 42a,b en comunicación con las cámaras de combustión definidas en el mismo.

Un primer conducto 62 permite la comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria 40a de la primera cavidad 20a y la lumbrera de entrada secundaria 42b de la segunda cavidad 20b. Un segundo conducto 64 permite la comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria 40b de la segunda cavidad 20b y la lumbrera de entrada secundaria 42a de la primera cavidad 20a. Una cámara impelente 21 recibe el aire comprimido del compresor de turbocargador 19, y los conductos primero y segundo 62, 64 también están en comunicación de fluidos con la cámara impelente 21.

Los rotores se acoplan al árbol de una manera desplazada angularmente. Cada cámara de combustión definida en la primera cavidad 20a experimenta el comienzo de su fase de compresión (es decir, la parte de la fase de compresión en la que la lumbrera de entrada primaria 40a comunica con la cámara) mientras una cámara de combustión correspondiente definida en la segunda cavidad 20b experimenta al menos algo de la parte de su ciclo en comunicación con su lumbrera de entrada secundaria 42b, que en una realización particular es al comienzo de su fase de admisión. Como tal, el primer conducto 62 permite que el aire comprimido rebose desde la lumbrera de entrada primaria 40a de la primera cavidad 20a durante el comienzo de su fase de compresión para ser alimentado a la lumbrera de entrada secundaria 42b de la segunda cavidad 20b, en una realización particular junto con aire desde la cámara impelente 21.

De manera similar, cada cámara de combustión definida en la segunda cavidad 20b experimenta el comienzo de su fase de compresión (es decir, la parte de la fase de compresión en la que la lumbrera de entrada primaria 40b comunica con la cámara) mientras una cámara de combustión correspondiente definida en la primera cavidad 20a experimenta al menos algo de la parte de su ciclo en comunicación con su lumbrera de entrada secundaria 42a, que en una realización particular es al comienzo de su fase de admisión. Como tal, el segundo conducto 64 permite que el aire comprimido se desborde desde la lumbrera de entrada primaria 40b de la segunda cavidad 20b durante el comienzo de su fase de compresión para ser alimentado a la lumbrera de entrada secundaria 42a de la primera cavidad 20a, en una realización particular junto con aire desde la cámara impelente 21.

En un motor térmico rotatorio que incluye más de dos rotores, las cavidades de rotor se pueden conectar por parejas, es decir, con los conductos primero y segundo interconectando las mismas cavidades de rotor, o conectados con diferentes cavidades de rotor, es decir, con la lumbrera de entrada primaria de un primer rotor conectada a la lumbrera de entrada secundaria de un segundo rotor y la lumbrera de entrada secundaria del primer rotor conectada a la lumbrera de entrada primaria de un tercer rotor, sobre la base de la temporización relativa (desplazamiento angular) de los rotores.

Haciendo referencia a la figura 4, se muestra una realización particular para el primer conducto 62, con el segundo conducto 64 idéntico o similar al mismo. El conducto 62 se configura tal como para formar un Venturi para ayudar en la circulación de aire comprimido desde la lumbrera de entrada primaria 40a de la primera cavidad 20a a la lumbrera de entrada secundaria 42b de la segunda cavidad 20b. En una realización particular, el conducto 62 tiene una sección transversal circular. El conducto incluye un primer segmento 86 que se extiende desde la cámara impelente 21. Un segundo segmento 88 se extiende desde el primer segmento 86, y recibe la conexión con la lumbrera de entrada primaria 40a de la primera cavidad 20a. Un tercer segmento 90 se extiende desde el segundo segmento 88 y un cuarto segmento 92 se extiende desde el tercer segmento 90, proporcionando el tercer segmento una transición gradual entre las diferentes dimensiones de los segmentos segundo y cuarto 88, 92. El cuarto segmento 92 recibe la comunicación de fluidos con la lumbrera de entrada secundaria 42b de la segunda cavidad 20b.

Se puede ver que el segundo segmento 88 tiene un diámetro D2 que es menor que el diámetro D1 del primer segmento 86, y menor que el diámetro D3 del cuarto segmento 92. En una realización particular, la relación D1/D2 y la relación D1/D3 son entre 1 y 2. En otra realización particular, la relación D1/D2 y la relación D1/D3 son de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 1,8. También son posibles otros valores.

- 5 El tercer segmento 90 es en disminución para definir una transición progresiva entre los diferentes diámetros D2 y D3 de los segmentos segundo y cuarto 88, 92. La pared exterior del tercer segmento 90 se extiende con un ángulo  $\alpha$  desde la pared exterior del cuarto segmento 92. En una realización particular, el ángulo  $\alpha$  es de aproximadamente 2,5° a aproximadamente 7,5°. En otra realización particular, el ángulo  $\alpha$  es de aproximadamente 3° a aproximadamente 4°. También son posibles otros valores.
- 10 En la realización mostrada, la comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria 40a y el segundo segmento 88 se proporciona a través de una parte de conducto 94 que se extiende con un ángulo  $\theta$  con respecto a una perpendicular a un eje central C del segundo segmento 88. En una realización particular, el ángulo  $\theta$  es de aproximadamente -45° a aproximadamente 60°. En otra realización particular, el ángulo  $\theta$  es de aproximadamente 30° a aproximadamente 60°. También son posibles otros valores.
- 15 En uso, el aire comprimido es alimentado a las cámaras de combustión 32 del motor térmico rotatorio 10 según lo siguiente. El aire comprimido desde la cámara impelente 21 es alimentado a través del primer conducto 62 y adentro de una cámara de combustión de la primera cavidad 20a a través de su lumbrera de entrada primaria 40a conforme la cámara experimenta la fase de admisión, es decir, conforme se aumenta su volumen. También se alimenta aire comprimido a la cámara a través del segundo conducto 64 a través de su lumbrera de entrada secundaria 40a
- 20 durante el comienzo de la fase de admisión, y opcionalmente el final de la fase de escape.

Tras la fase de admisión, cuando se alcanza el volumen máximo de la cámara, comienza la fase de compresión y se reduce el volumen de la cámara de la primera cavidad 20a, al principio mientras su lumbrera de entrada primaria 40a permanece abierta.

- 25 El aire se desborda afuera de la primera cavidad 20a a través de la lumbrera de entrada primaria 40a abierta y adentro del primer conducto 62, donde es alimentado a una cámara de combustión de la segunda cavidad 20b a través de su lumbrera de entrada secundaria 42b, con la cámara de la segunda cavidad 20b al final de su fase de escape o al comienzo de su fase de admisión. La cámara de la segunda cavidad 20b experimenta el comienzo de su fase de admisión, con su volumen aumentando, mientras el aire de la primera cavidad 20a es recibido a través de su lumbrera de entrada secundaria 42b. Dependiendo de las presiones relativas, también se puede alimentar aire desde
- 30 la cámara impelente 21 a la segunda cavidad 20b a través del primer conducto 62 y la lumbrera de entrada secundaria 42b. La comunicación entre la cámara de combustión de la primera cavidad 20a y su lumbrera de entrada primaria 40a es entonces cerrada, y el aire dentro de la cámara de combustión de la primera cavidad 20a es además comprimido durante el resto de la fase de compresión conforme se reduce a su valor mínimo el volumen de la cámara.
- 35 La fase de admisión de la cámara de la segunda cavidad 20b continúa, y el aire comprimido es alimentado desde la cámara impelente 21 a través del segundo conducto 64 y adentro de la cámara de combustión de la segunda cavidad 20b a través de su lumbrera de entrada primaria 40b.

- 40 Tras la fase de admisión, cuando se alcanza el volumen máximo de la cámara, comienza la fase de compresión y se reduce el volumen de la cámara de la segunda cavidad 20b, al principio mientras su lumbrera de entrada primaria 40b permanece abierta. El aire se desborda afuera de la segunda cavidad 20b a través de la lumbrera de entrada primaria 40b abierta y adentro del segundo conducto 64, donde es alimentado a otra cámara de combustión de la primera cavidad 20a a través de su lumbrera de entrada secundaria 42a, con la cámara de la primera cavidad 20a al final de su fase de escape o al comienzo de su fase de admisión. Esta otra cámara de la primera cavidad 20a experimenta el comienzo de su fase de admisión, con su volumen aumentando, mientras el aire de la segunda
- 45 cavidad 20b es recibido a través de su lumbrera de entrada secundaria 42a. Dependiendo de las presiones relativas, también se puede alimentar aire desde la cámara impelente 21 a la primera cavidad 20a a través del segundo conducto 64 y la lumbrera de entrada secundaria 42a. La comunicación entre la cámara de la segunda cavidad 20b y su lumbrera de entrada primaria 40b es entonces cerrada, y el aire dentro de la cámara de combustión de la segunda cavidad 20b es además comprimido hasta el final de su fase de compresión conforme se reduce a su valor
- 50 mínimo el volumen de la cámara.

- Haciendo referencia a la figura 5, se muestra una disposición de conexión similar entre las diferentes cavidades del motor térmico alternativo 110. En la realización mostrada, el motor térmico alternativo 110 incluye cuatro cavidades 120a,b,c,d, que cada una recibe un pistón 124a,b,c,d respectivo para definir cada una una única cámara de combustión, y cada una tiene una lumbrera de entrada 140a,b,c,d respectiva y una lumbrera de escape 144a,b,c,d respectiva en comunicación con la cámara de combustión. Una válvula respectiva permite e impide selectivamente la comunicación de fluidos entre las lumbreras de entrada 140a,b,c,d y la cavidad 120a,b,c,d respectiva y entre las lumbreras de escape 144a,b,c,d y la cavidad 120a,b,c,d respectiva.
- 55

Una cámara impelente 121 recibe el aire comprimido del compresor de turbocargador 19. Conductos primero, segundo, tercero y cuarto 162, 164, 166, 168 son definidos por diferentes secciones de pasajes interconectados que se comunican selectivamente entre sí a través de válvulas de una vía.

5 Los pistones 124a,b,c,d se acoplan al árbol de una manera desplazada angularmente con cada cavidad 120a,b,c,d que experimenta el comienzo de su fase de compresión con su lumbrera de entrada abierta mientras otra cavidad experimenta algo o toda su fase de admisión con su lumbrera de entrada también abierta. En la realización mostrada, los pistones se disparan en el siguiente orden: primer pistón 124a, segundo pistón 124b, cuarto pistón 124d y tercer pistón 124c.

10 Como tal, en la realización mostrada, pasajes de entrada primero, segundo, tercero y cuarto 170a,b,c,d se extienden desde una respectiva de las lumbreras de entrada 140a,b,c,d a la cámara impelente 121. Un primer pasaje transversal 172 interconecta los pasajes de entrada primero, segundo y cuarto 170a,b,d, mientras un segundo pasaje transversal 174 interconecta los pasajes de entrada primero, tercero y cuarto 170a,c,d. Una primera válvula de una vía 176a permite un flujo en el primer pasaje transversal 172 desde el primer pasaje de entrada 170a al segundo pasaje de entrada 170b mientras impide el flujo en sentido opuesto. Una segunda válvula de una vía 176b permite un flujo en el primer pasaje transversal 172 desde el segundo pasaje de entrada 170b al cuarto pasaje de entrada 170d mientras impide el flujo en sentido opuesto. Una tercera válvula de una vía 176c permite un flujo en el segundo pasaje transversal 174 desde el cuarto pasaje de entrada 170d al tercer pasaje de entrada 170c mientras impide el flujo en sentido opuesto. Una cuarta válvula de una vía 176d permite un flujo en el segundo pasaje transversal 174 desde el tercer pasaje de entrada 170c al primer pasaje de entrada 170a mientras impide el flujo en sentido opuesto.

20 Así, en la realización mostrada, cuando la primera cavidad 120a está al comienzo de su fase de compresión con la válvula de su lumbrera de entrada 140a permaneciendo abierta, la segunda cavidad 120b está en su fase de admisión, con la válvula de su lumbrera de entrada 140b también abierta. Un primer conducto 162 permite la comunicación de fluidos entre la primera lumbrera de entrada 140a y la segunda lumbrera de entrada 140b, según define el primer pasaje de entrada 170a, la parte del primer pasaje transversal 172 que se extiende entre los pasajes de entrada primero y segundo 170a,b que incluye la primera válvula de una vía 176a, y el segundo pasaje de entrada 170b. Las válvulas de las lumbreras de entrada tercera y cuarta 140c,d están cerradas e impiden la comunicación del primer conducto 162 con las cavidades tercera y cuarta 120c,d.

25 La segunda cavidad 120b entonces comienza su fase de compresión con la válvula de la segunda lumbrera de entrada 140b permaneciendo abierta, y la cuarta cavidad 120d está en su fase de admisión, con la válvula de la cuarta lumbrera de entrada 140d también abierta. Un segundo conducto 164 permite la comunicación de fluidos entre la segunda lumbrera de entrada 140b y la cuarta lumbrera de entrada 140d, definida por el segundo pasaje de entrada 170b, la parte del primer pasaje transversal 172 se extiende entre los pasajes de entrada segundo y cuarto 170b,d que incluye la segunda válvula de una vía 176b, y el cuarto pasaje de entrada 170d. Las válvulas de las lumbreras de entrada primera y tercera 140a,c están cerradas e impiden la comunicación del segundo conducto 164 con las cavidades primera y tercera 120a,c.

30 La cuarta cavidad 120d entonces comienza su fase de compresión con la válvula de la cuarta lumbrera de entrada 140d permaneciendo abierta, y la tercera cavidad 120c está en la fase de admisión, con la válvula de la tercera lumbrera de entrada 140c también abierta. Un tercer conducto 166 permite la comunicación de fluidos entre la cuarta lumbrera de entrada 140d y la tercera lumbrera de entrada 140c, definida por el cuarto pasaje de entrada 170d, la parte del segundo pasaje transversal 174 se extiende entre los pasajes de entrada cuarto y tercero 170d,c que incluye la tercera válvula de una vía 176c, y el tercer pasaje de entrada 170c. Las válvulas de las lumbreras de entrada primera y segunda 140a,b están cerradas e impiden la comunicación del tercer conducto 166 con las cavidades primera y segunda 120a,b.

35 La tercera cavidad 120c entonces comienza su fase de compresión con la válvula de la tercera lumbrera de entrada 140c permaneciendo abierta, y la primera cavidad 120a está en la fase de admisión, con la válvula de la primera lumbrera de entrada 140a también abierta. Un cuarto conducto 168 permite la comunicación de fluidos entre la tercera lumbrera de entrada 140c y la primera lumbrera de entrada 140a, definida por el tercer pasaje de entrada 170c, la parte del segundo pasaje transversal 174 se extiende entre los pasajes de entrada tercero y primero 170c,a que incluye la cuarta válvula de una vía 176d, y el primer pasaje de entrada 170a. Las válvulas de las lumbreras de entrada segunda y cuarta 140b,d están cerradas e impiden la comunicación del cuarto conducto 168 con las cavidades segunda y cuarta 120b,d.

40 Los conductos 162, 164, 166, 168 también están en comunicación con la cámara impelente 121 a través de los pasajes de entrada 170a,b,c,d. En una realización particular, los conductos 162, 164, 166, 168 tienen una forma Venturi como se ha descrito anteriormente.

45 En una realización alternativa, el motor de combustión interna 10, 110 es un motor térmico rotatorio con una única lumbrera de entrada para cada cavidad, y se proporciona una comunicación similar a la descrita anteriormente para el motor térmico alternativo 110. En otra realización, el motor de combustión interna 10, 110 es un motor térmico

alternativo con una lumbrera de entrada primaria y una secundaria para cada cavidad, y se proporciona una comunicación similar a la descrita anteriormente para el motor térmico rotatorio 10.

5 En una realización particular, los conductos 62, 64, 162, 164, 166, 168 que permiten circulación del aire expulsado desde cada cavidad 20a,b, 120a,b,c,d al comienzo de la fase de compresión de cada cámara a una cámara de otra cavidad 20a,b, 120a,b,c,d que experimenta simultáneamente su fase de admisión permite una reducción de las pérdidas de presión que de otro modo pueden asociarse con el uso del ciclo Miller en un motor de combustión interna.

10 En una realización particular, el motor de combustión interna 10, 110 es un motor térmico de premezcla donde el combustible es por ejemplo gasolina, y el combustible puede ser inyectado en la lumbrera de entrada; en este caso, el aire que circula entre las lumbreras de entrada también puede incluir combustible mezclado con el mismo.

La descripción anterior se entiende únicamente como ejemplar, y el experto en la técnica identificará que se pueden hacer cambios a las realizaciones descritas sin salir del alcance de la invención definida por las reivindicaciones anexas.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un motor de combustión interna (10) que comprende:

al menos dos cuerpos rotatorios (24);

5 un cuerpo exterior (12) que define una cavidad interna respectiva (20) para cada uno de los cuerpos (24), cada uno de los cuerpos (24) es recibido de manera sellada y rotacional dentro de la cavidad interna respectiva (20) para definir cada uno al menos una cámara de combustión (32) de volumen variable que experimenta un ciclo que define fases sucesivas de admisión, compresión, combustión y escape;

10 al menos una lumbrera de entrada (40) para cada cavidad interna respectiva (20), estando la al menos una lumbrera de entrada (40) en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) de la cavidad interna respectiva (20) al menos durante la fase de admisión de la misma y una parte de comienzo de la fase de compresión de la misma;

al menos una lumbrera de escape (44) para cada cavidad interna respectiva (20), estando la al menos una lumbrera de escape (44) en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) de la cavidad interna respectiva (20) durante la fase de escape de la misma;

15 un árbol rotatorio, estando los cuerpos (24) acoplados para impulsión al árbol de una manera desplazada angularmente con la parte de comienzo de la fase de compresión de la al menos una cámara de combustión (32) definida por cada uno de los cuerpos (24) que es simultánea con al menos un comienzo de la fase de admisión de la al menos una cámara de combustión (32) definida por uno diferente de los cuerpos;

20 una cámara impelente (21) para recibir aire presurizado; y

un conducto respectivo (62, 64) que proporciona una comunicación de fluidos entre la al menos una lumbrera de entrada (40) de la cavidad interna respectiva (32) de cada uno de los cuerpos y la al menos una lumbrera de entrada (40) de la cavidad interna respectiva (20) del diferente de los cuerpos (24), estando cada conducto respectivo (62,64) en comunicación de fluidos con la cámara impelente (21);

25 caracterizado por qué:

la al menos una lumbrera de entrada (40) para cada cavidad interna respectiva (20) incluye una lumbrera de entrada primaria (40) en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) durante la fase de admisión de la misma y el comienzo de la fase de compresión de la misma, y una lumbrera de entrada secundaria (42) en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) durante al menos una parte de comienzo de la fase de admisión de la misma, el conducto respectivo (62, 64) proporciona una comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria (40) de cada uno de los cuerpos (24) y la lumbrera de entrada secundaria (42) del diferente de los cuerpos (24).

35 2. El motor térmico según la reivindicación 1, que comprende además un turbocargador (17) que tiene un compresor (19), estando la cámara impelente (21) en comunicación de fluidos con el compresor (19), en donde la lumbrera de entrada secundaria (42) está en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) durante una parte secundaria del ciclo que se extiende como mucho durante el comienzo de la fase de admisión y un final de la fase de escape, estando los cuerpos (24) acoplados para impulsión al árbol de manera que la parte de comienzo de la fase de compresión de la al menos una cámara de combustión definida por cada uno de los cuerpos (24) es simultánea con al menos algo de la parte secundaria del ciclo de las cámaras de combustión (32) definidas por el diferente de los cuerpos (24).

40 3. El motor térmico según la reivindicación 2, en donde la al menos una cámara de combustión (32) definida por cada uno de los cuerpos (24) es simultánea con el comienzo de la fase de admisión de las cámaras de combustión definidas por el diferente de los cuerpos (24).

45 4. El motor térmico según la reivindicación 1, en donde la lumbrera de entrada secundaria (42) también está en comunicación de fluidos con cada una de la al menos una cámara de combustión (32) durante un final de la fase de escape de la misma, estando los cuerpos (24) acoplados para impulsión al árbol con la parte de comienzo de la fase de compresión de la al menos una cámara de combustión (32) definida por cada uno de los cuerpos (24) que son simultáneos con al menos algo de la fase de admisión y con el final de la fase de escape de la al menos una cámara de combustión (32) definida por el diferente de los cuerpos (24).

50 5. El motor térmico según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde los cuerpos (24) incluyen al menos una pareja de rotores primero y segundo (24), proporcionando el conducto respectivo (62) de cada primer rotor (24) una comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria (40) del primer rotor (24) y la lumbrera de entrada secundaria (42) del segundo rotor (24) de la misma pareja, y el conducto respectivo (64) de cada segundo rotor (24)

proporciona una comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria (40) del segundo rotor (24) y la lumbrera de entrada secundaria (42) del primer rotor (24) de la misma pareja.

- 5 6. El motor térmico según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde cada conducto respectivo (62,64) tiene segmentos sucesivos primero, segundo, tercero y cuarto (86, 88, 90, 92) que tienen cada uno una sección transversal circular, el primer segmento (86) se extiende desde la cámara impelente (21), la comunicación de fluidos con la lumbrera de entrada primaria (40) es definida en el segundo segmento (88), y la comunicación de fluidos con la lumbrera de entrada secundaria (42) es definida en el cuarto segmento (92), un diámetro (D2) del segundo segmento (88) es más pequeño que un diámetro (D1) del primer segmento (86) y que un diámetro (D3) del cuarto segmento (92).
- 10 7. El motor térmico según la reivindicación 6, en donde una relación entre el diámetro (D1) del primer segmento (86) y el diámetro (D2) del segundo segmento (88) y una relación entre el diámetro (D3) del cuarto segmento (92) y el diámetro (D2) del segundo segmento (88) son entre 1 y 2.
- 15 8. El motor térmico según la reivindicación 6 o 7, en donde el tercer segmento (90) define una transición en disminución entre los segmentos segundo y cuarto (88, 92), una pared exterior del tercer segmento (90) forma un ángulo ( $\alpha$ ) de aproximadamente  $2,5^\circ$  a aproximadamente  $7,5^\circ$  con una pared exterior del cuarto segmento (92).
9. El motor térmico según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la comunicación de fluidos entre la lumbrera de entrada primaria (40) y el segundo segmento (88) se proporciona a través de un conducto (94) que se extiende con un ángulo ( $\theta$ ) de aproximadamente  $-45^\circ$  a aproximadamente  $60^\circ$  con respecto a una perpendicular a un eje central del segundo segmento (88).
- 20 10. El motor térmico según se define en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada cavidad interna respectiva (20) es definida por dos paredes extremas espaciadas axialmente (14) y una pared periférica (18) que se extiende entre las paredes extremas (14), y cada uno de los cuerpos (24) es un cuerpo de rotor (24) rotatorio dentro de la cavidad interna respectiva (20) en acoplamiento de sellado con las paredes periférica y extremas (18, 14) que define una pluralidad de cámaras de combustión (32) de volumen variable.
- 25 11. El motor térmico según la reivindicación 10, en donde cada cavidad interna define una forma epitrocoide con dos lóbulos, y cada rotor tiene tres partes de ápice espaciadas circunferencialmente, y la pluralidad de cámaras de combustión incluye tres cámaras rotatorias de volumen variable, el rotor está acoplado a una parte excéntrica del árbol para rotar y realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad con cada una de las partes de ápice restantes en acoplamiento de sellado con la pared periférica y que separa las cámaras.
- 30 12. Un método para alimentar aire a un motor de combustión interna (10), que tiene al menos cavidades internas primera y segunda (20) cada una recibe de manera sellada y rotacional un rotor respectivo (24) dentro de la misma, cada una de las cavidades internas (20) tiene una lumbrera de entrada primaria (40) y una lumbrera de entrada secundaria (42) en comunicación de fluidos con las mismas, el método comprende:
- 35 alimentar aire comprimido a una cámara de combustión (32) de la primera cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada primaria (40) de la misma mientras aumenta un volumen de la cámara de combustión (32) hasta que se alcanza un volumen máximo de la misma;
- 40 mientras se reduce un volumen de la cámara de combustión (32) desde el volumen máximo y al menos en parte mientras se aumenta un volumen de una cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20), alimentar aire comprimido desde la cámara de combustión (32) de la primera cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada primaria (40) de la misma a la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada secundaria de la misma;
- cerrar una comunicación entre la lumbrera de entrada primaria (40) y la cámara de combustión (32) de la primera cavidad (20) y además reducir el volumen de la cámara de combustión (32) de la primera cavidad (20) hasta que se alcanza un volumen mínimo de la misma; y
- 45 alimentar aire comprimido a la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada primaria (40) de la misma mientras se aumenta el volumen de la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) hasta que se alcanza un volumen máximo de la misma.
13. El método según la reivindicación 12, que comprende además:
- 50 mientras se reduce un volumen de la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) desde el volumen máximo de la misma y al menos en parte mientras se aumenta un volumen de una cámara de combustión adicional (32) de la primera cavidad (20), alimentar aire comprimido desde la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada primaria (40) de la misma a la cámara de combustión (32) de la primera cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada secundaria de la misma;

cerrar la comunicación entre la lumbrera de entrada primaria (40) y la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) y además reducir el volumen de la cámara de combustión (32) de la segunda cavidad (20) hasta que se alcanza un volumen mínimo de la misma; y

- 5 alimentar aire comprimido a la cámara de combustión adicional (32) de la primera cavidad (20) a través de la lumbrera de entrada primaria (40) de la misma mientras se aumenta el volumen de la cámara de combustión (32) adicional de la primera cavidad (20) hasta que se alcanza un volumen máximo de la misma.

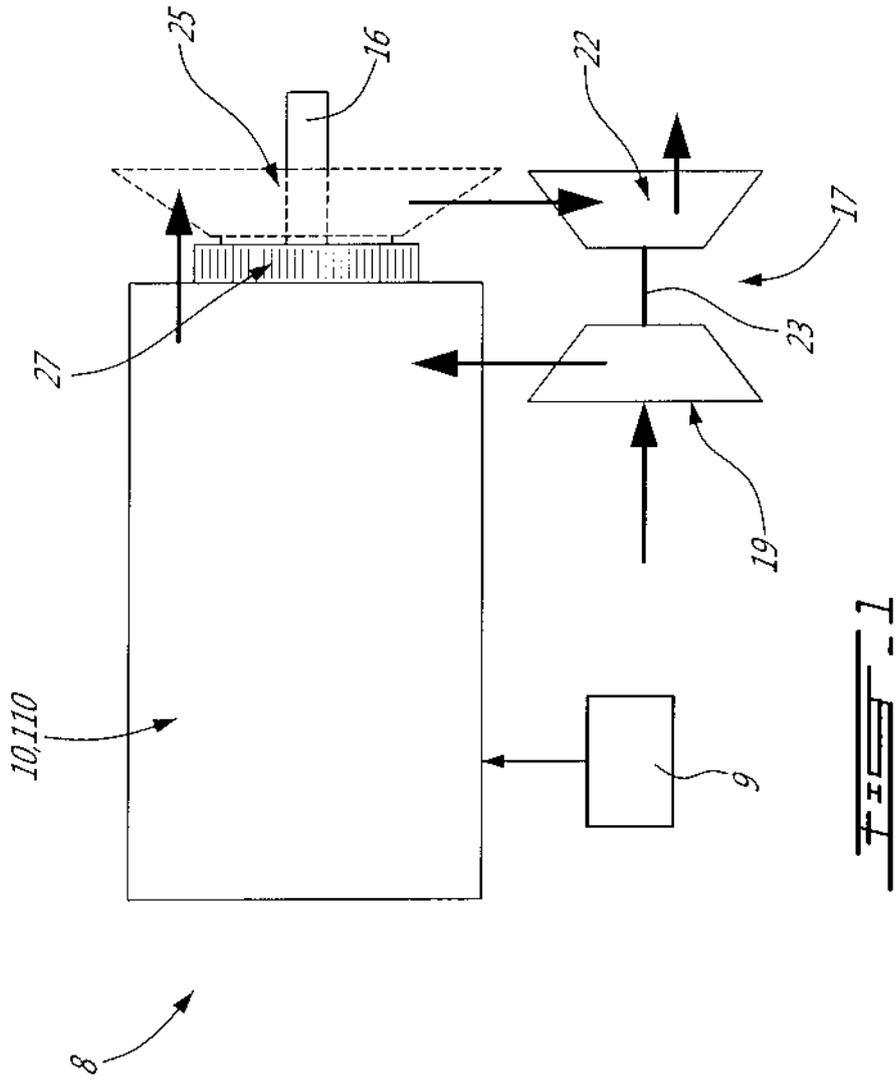


FIG. 1

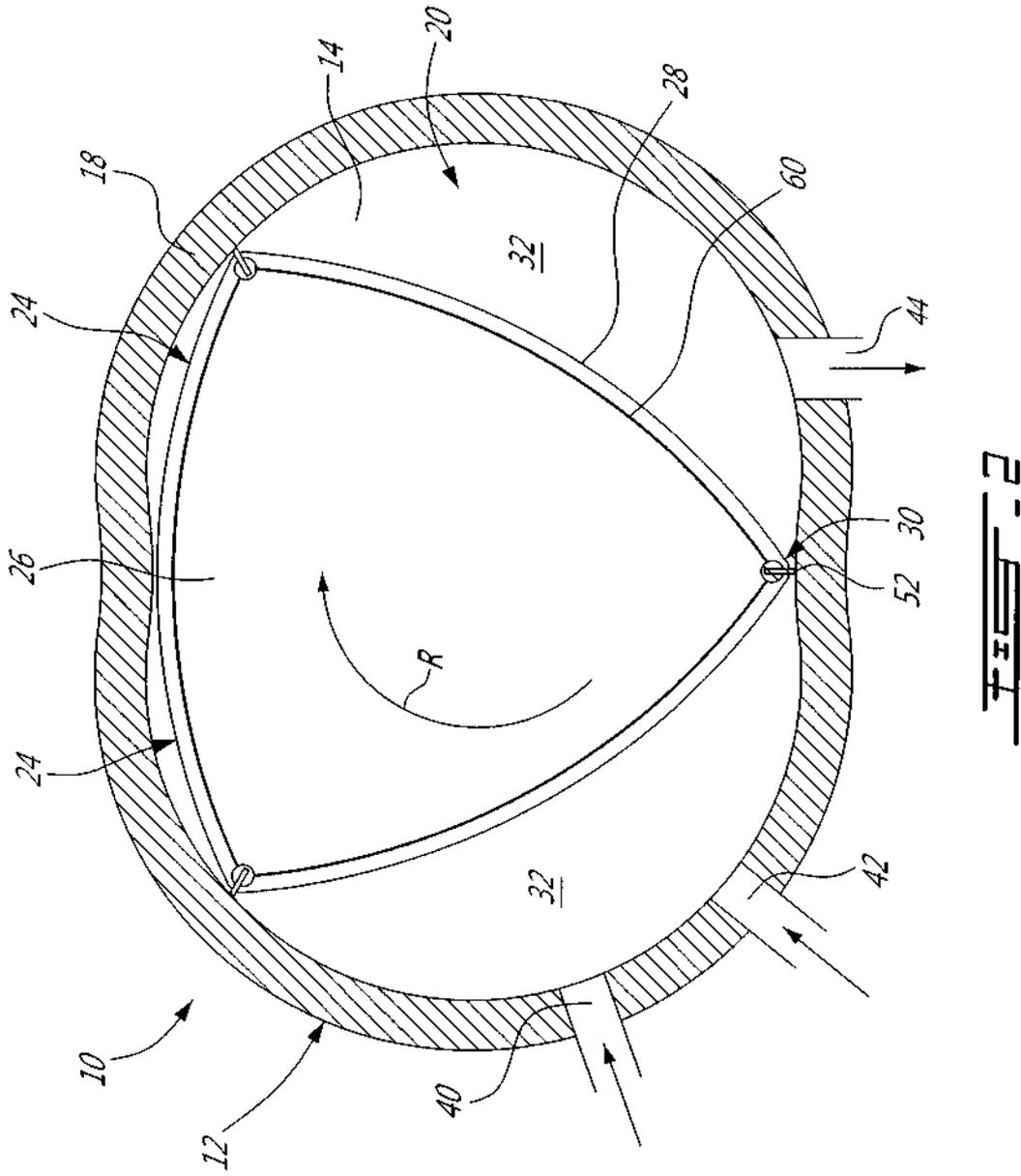
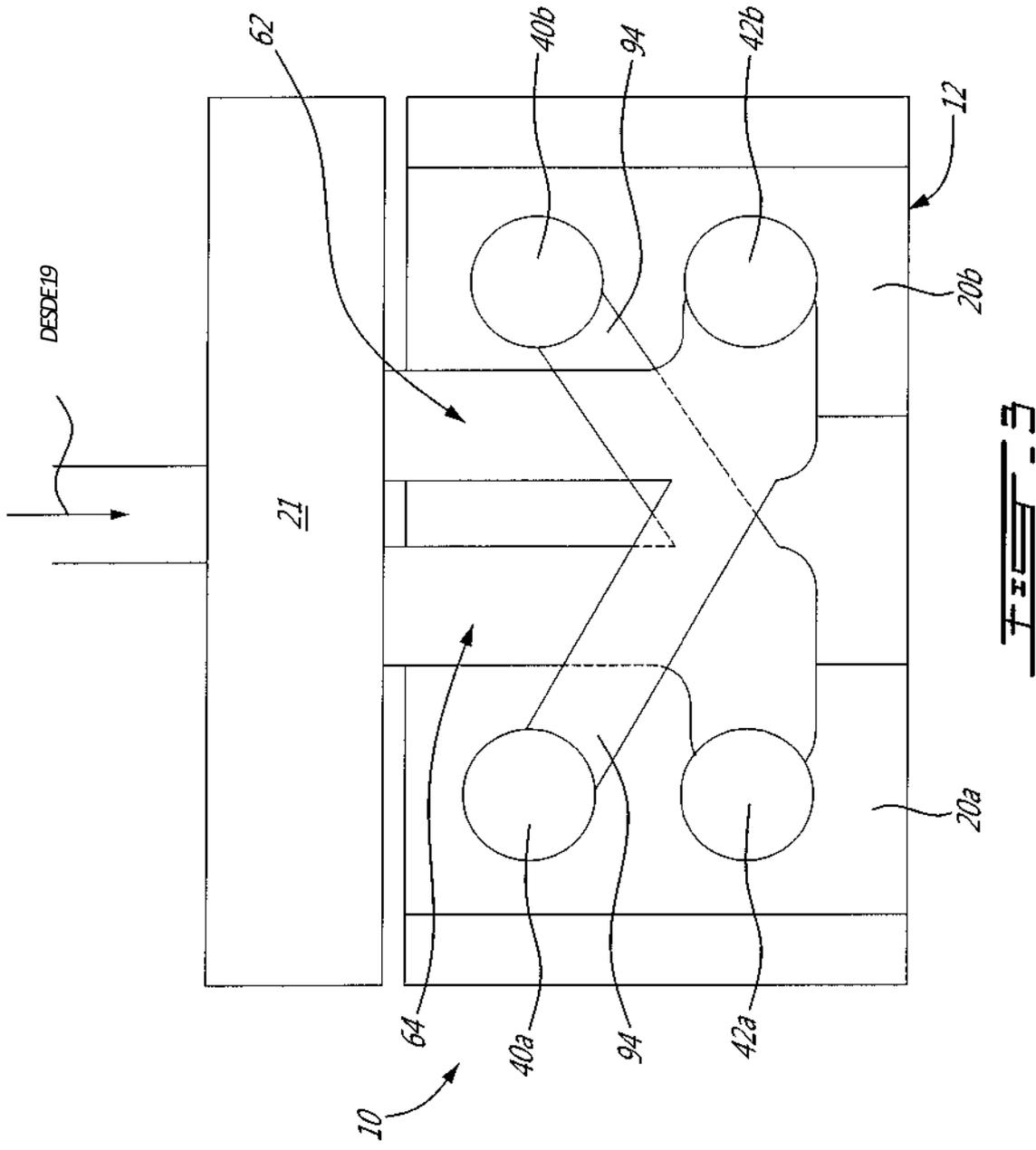


FIG. 2



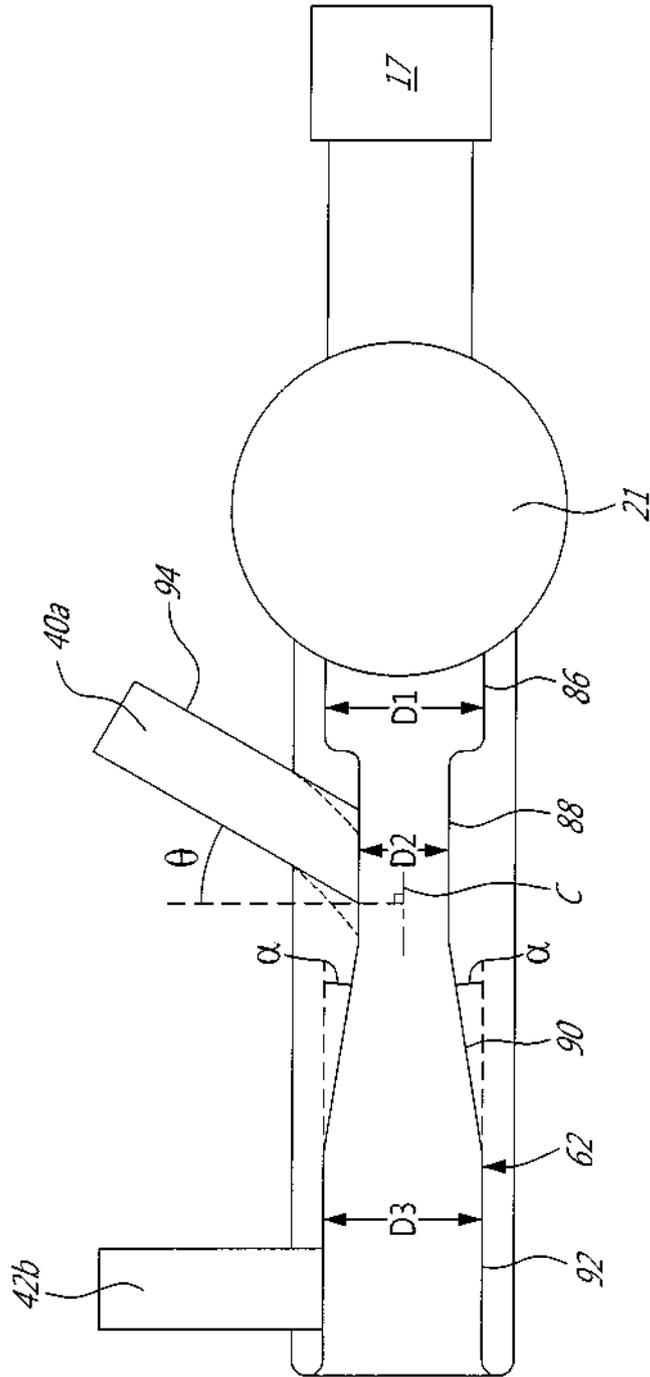


FIG. 4

