

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 685**

51 Int. Cl.:

**F02B 23/08** (2006.01)

**F02M 21/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2011 E 11007528 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2489848**

54 Título: **Motor Otto de gas**

30 Prioridad:

**18.02.2011 CH 2842011**

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

**06.03.2018**

73 Titular/es:

**LIEBHERR-MACHINES BULLE SA (100.0%)  
45, rue de l'Industrie  
1630 Bulle, CH**

72 Inventor/es:

**SCHLAGER, GERD;  
SEIDL, MIKE y  
MANSEL, JENS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 657 685 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 Otto de gas

5 La presente invención se refiere a un motor Otto de gas con al menos un cilindro, en el que puede moverse un pistón, pudiendo quemarse una mezcla de gas-aire generada fuera en una cámara de combustión delimitada por la culata, las paredes de cilindro y el fondo de pistón. En este caso la mezcla de gas-aire se enciende mediante una bujía de encendido.

10 Los motores Otto de gas requieren para un funcionamiento óptimo de una cierta medida de turbulencia y de vórtice en la cámara de combustión, para garantizar una combustión óptima. Para ello, ya se conoce disponer en el fondo de pistón del pistón una cavidad de pistón asimétrica, para de este modo influir específicamente en la turbulencia y el vórtice. A este respecto, en el caso de las cavidades de pistón asimétricas conocidas hasta ahora la planta de la cavidad está configurada de manera asimétrica mediante uno o varios estrechamientos de las paredes laterales de la cavidad. Sin embargo, esto condiciona una pieza en bruto de pistón completamente nueva, es decir, una forma básica diferente de un pistón de motor diésel. En el documento JP-2003214167 se muestra un ejemplo para este tipo de motor. Por tanto, el objetivo de la presente invención es poner a disposición un motor Otto de gas con un comportamiento de combustión mejorado.

15 Este objetivo se alcanza según la invención mediante un motor Otto de gas según la reivindicación 1 así como un motor Otto de gas según la reivindicación 7.

20 En este caso un motor Otto de gas según la invención comprende al menos un cilindro, en el que puede moverse un pistón, pudiendo quemarse una mezcla de gas-aire generada fuera en una cámara de combustión delimitada por la culata, las paredes de cilindro y el fondo de pistón. En este caso según la invención está previsto que el fondo de pistón presente una cavidad de pistón, extendiéndose dentro de la cavidad de pistón una elevación sin simetría de rotación.

25 Así, la asimetría de la cavidad de pistón según la invención al menos también se pone a disposición mediante una elevación, que está dispuesta en el fondo de la cavidad de pistón y cuyo canto superior es más profundo que el canto superior de pistón. Al contrario que las cavidades de pistón conocidas por el estado de la técnica, en las que sólo las paredes laterales de la cavidad de pistón presentaban una forma asimétrica, así se obtiene un comportamiento de turbulencia mejorado de la mezcla de gas-aire en la cámara de combustión. En particular mediante la elevación dispuesta según la invención dentro de la cavidad de pistón se influye en el flujo en la cavidad de pistón no sólo en un plano transversal al eje de pistón, sino también en la dirección axial, porque el flujo dentro de la cavidad fluye por el saliente y por éste también se desvía en la dirección axial. De este modo se consigue un comportamiento de combustión mejorado, en particular durante un funcionamiento con una mezcla pobre. Además el motor Otto de gas según la invención puede fabricarse más fácilmente que los motores Otto de gas conocidos por el estado de la técnica. En particular, la implementación puede realizarse basándose en las piezas en bruto de fundición de un motor diésel, o los moldes para piezas de fundición en bruto optimizados para la combustión con motor diésel.

35 En una configuración ventajosa de la presente invención la relación de la profundidad máxima de la cavidad con respecto a la distancia entre el canto superior de la elevación asciende al menos en una subzona de la elevación a entre 1,5 y 4, en particular entre 2,5 y 3. De este modo se optimiza el comportamiento de turbulencia.

40 Ventajosamente la elevación en la presente invención presenta medida en la dirección radial una extensión, que asciende a entre 0,05 y 0,9 del diámetro de la cavidad. Ventajosamente la extensión de la elevación asciende a entre 0,1 y 0,5 del diámetro de la cavidad.

Más ventajosamente la elevación vista en la dirección circunferencial es relativamente estrecha. En particular resulta ventajoso que la elevación en una zona de base tome un intervalo angular de menos de 70°, en particular de menos de 50°.

45 En la presente invención la cavidad está realizada más ventajosamente con simetría de rotación en una o varias subzonas. En este caso, en particular la cavidad está realizada ventajosamente con simetría de rotación al lado de la elevación sin simetría de rotación.

Además puede estar previsto que la cavidad descienda en una zona anular inicialmente hasta una profundidad máxima de la cavidad y a continuación hacia el centro del pistón vuelva a ascender hasta una profundidad menor.

50 En una posible forma de realización la relación del diámetro máximo con respecto a la profundidad máxima de la cavidad asciende a entre 1 y 6, en particular entre 3 y 4.

5 En una forma de realización especialmente preferida de la presente invención la elevación se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad en forma de resalte. En este caso ventajosamente el canto superior de la elevación desciende partiendo de una zona de base desde la altura del canto superior hacia abajo. En este caso ventajosamente ya la zona de base, que todavía presenta la altura del canto superior, se adentra un tramo determinado en la cavidad y así contribuye adicionalmente a la asimetría de la cavidad.

10 Además puede estar previsto que la elevación descienda en una zona central de su extensión hasta una profundidad máxima y ascienda hacia el centro del pistón en una zona de extremo de nuevo hasta una profundidad menor. En particular esto puede estar previsto cuando también el fondo de cavidad desciende inicialmente hasta una profundidad máxima y después vuelve a ascender. En este caso ventajosamente el canto superior de la elevación sigue en la zona de extremo esencialmente la forma del fondo de cavidad que la rodea.

En este caso ventajosamente la relación de la profundidad máxima de la cavidad con respecto a la distancia mínima entre el punto más alto del canto superior de la elevación en la zona de extremo y el canto superior de pistón es de entre 1,5 y 4, en particular entre 2,5 y 3.

15 En este caso, la cavidad del pistón según la invención puede presentar varias elevaciones, en particular varias elevaciones en forma de resalte, como se describió anteriormente. Sin embargo, en una forma de realización especialmente preferida el pistón según la invención presenta sólo una única elevación de este tipo, en particular sólo un único resalte. Más ventajosamente la cavidad del pistón según la invención está realizada por lo demás con simetría de rotación con respecto al eje de pistón.

20 Más ventajosamente la elevación termina todavía delante del centro de pistón. En particular, así en el centro de pistón se encuentra una zona con simetría de rotación. En este caso ventajosamente la relación del diámetro de cavidad con respecto a la distancia mínima del extremo interno del saliente se sitúa en un intervalo entre 4 y 10, en particular entre 6 y 8. En este caso ventajosamente se mide la distancia mínima del extremo interno del saliente con respecto al eje de pistón a nivel del punto más alto de la zona de extremo de la elevación.

25 En una realización preferida del motor Otto de gas según la invención, en la que la elevación se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad en forma de resalte, la punta del resalte está desplazada con respecto a una línea radial desde el eje de pistón hasta el centro de la zona de base del resalte, es decir, el resalte no discurre completamente en la dirección radial, sino que está inclinado con respecto al eje de pistón. En este caso ventajosamente el resalte está desplazado en el sentido de flujo hasta la línea radial.

30 En este caso ventajosamente la relación de la distancia de la punta del resalte hasta la línea radial con respecto al diámetro de pistón se sitúa en un intervalo entre 0,01 y 0,1, en particular entre 0,02 y 0,06.

35 Además según la invención puede estar previsto que la elevación a ambos lados pase en cada caso por radios a la pared lateral. En este caso ventajosamente un radio, que forma el resalte en un primer lado con la pared de cavidad, es por un factor entre 1,5 y 5 mayor que el radio en el segundo lado, en particular por un factor entre 2,5 y 4. En este caso ventajosamente es el radio en el lado del resalte en el que incide el flujo el que es mayor que el radio en el lado dirigido en sentido opuesto al flujo.

40 Ventajosamente en la presente invención en la culata están dispuestas dos válvulas de admisión. En este caso ha resultado especialmente favorable que el eje principal de la elevación tome un ángulo de desde 0 grados hasta 45 grados, en particular desde 10 grados hasta 30 grados con respecto a un plano definido por los dos ejes de válvula. En caso de que la elevación se extienda hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad en forma de resalte, ventajosamente se mide el eje principal del resalte desde la punta del resalte y/o el punto más alto del resalte hasta el centro de la zona de base del resalte.

45 La configuración según la invención de la cavidad de pistón permite una turbulencia optimizada de la mezcla de aire-gas en la cámara de combustión y así una combustión más rápida. Independientemente de esta configuración de la cavidad de pistón la presente invención comprende además un motor Otto de gas, en el que también se ha mejorado el vórtice en la cavidad de pistón.

50 En este caso la presente invención comprende un motor Otto de gas con al menos un cilindro, en el que puede moverse un pistón, pudiendo quemarse una mezcla de gas-aire generada por un mezclador de gases en una cámara de combustión delimitada por la culata, las paredes de cilindro y el fondo de pistón, presentando la culata al menos una abertura de válvula de admisión y una abertura de válvula de escape. En este caso, según la invención está previsto que la al menos una abertura de válvula de admisión esté conformada de manera asimétrica por debajo de la zona de asiento de válvula y así en el lado de la cámara de combustión. Esta forma asimétrica de la abertura de válvula de admisión aumenta el vórtice de la mezcla de gas-aire que entra a través de la abertura de válvula de admisión en la cámara de combustión. En este caso ventajosamente la abertura de válvula de admisión presenta un chafflán falciforme, es decir, un bisel dispuesto sólo en una subzona de su circunferencia.

En este caso ventajosamente el chaflán falciforme está formado por un chaflán en forma de cono dispuesto de manera excéntrica con respecto al eje de la válvula. Un chaflán falciforme de este tipo puede fabricarse fácilmente mediante una herramienta rotatoria con arranque de virutas. En este caso, el cono puede presentar una superficie tanto recta como abombada.

- 5 Ventajosamente según la invención el chaflán falciforme está orientado en la dirección circunferencial del cilindro, de modo que se forma un vórtice en la dirección circunferencial. En este caso ventajosamente una línea a través del centro del chaflán en forma de cono excéntrico y el eje de la válvula toma un ángulo entre 10 grados y 170 grados con respecto a una línea radial a través del eje de la válvula, más ventajosamente entre 30 grados y 140 grados.

- 10 En este caso, el principio según la invención de una abertura de admisión asimétrica se utiliza de manera especialmente ventajosa con culatas con dos aberturas de válvula de admisión. En este caso ventajosamente ambas aberturas de válvula de admisión están conformadas de manera asimétrica. En particular en este caso, ambas aberturas de válvula de admisión pueden presentar chaflanes falciformes. Ventajosamente entonces ambos chaflanes falciformes apuntan en el mismo sentido de giro, de modo que ambos generan un vórtice en el mismo sentido de giro.

- 15 En caso de que la culata presente dos aberturas de válvula de admisión, entonces ventajosamente el chaflán falciforme de una primera abertura de válvula indica hacia la segunda abertura de válvula. En este caso ventajosamente el centro del chaflán en forma de cono excéntrico de la primera abertura de válvula se sitúa aproximadamente sobre la línea de unión entre los ejes de las dos válvulas, y en particular exactamente sobre esta línea de unión. Ventajosamente en este caso la segunda válvula se sitúa en el sentido de vórtice aguas abajo de la primera válvula.

- 20 Además con dos aberturas de válvula de admisión puede estar previsto que el chaflán falciforme de una segunda abertura de válvula indique en sentido contrario a la primera válvula. Ventajosamente en este caso una línea a través del centro del chaflán en forma de cono excéntrico de la segunda abertura de válvula y el eje de la segunda abertura de válvula presenta un ángulo de desde 20 grados hasta 60 grados, en particular desde 35 grados hasta 50 grados con la línea de unión entre los ejes de las dos válvulas. Ventajosamente aquí la segunda válvula está dispuesta a su vez en el sentido de flujo aguas abajo con respecto a la primera válvula.

- 25 Ventajosamente el chaflán falciforme excéntrico forma en los motores Otto de gas mencionados anteriormente en cada caso una línea, que en una sección radial alarga la superficie de asiento de válvula. Además puede estar previsto que el ángulo de cono del chaflán falciforme corresponda al ángulo de asiento de válvula. De este modo se forma un contorno óptimo desde el punto de vista hidráulico. La excentricidad del mecanizado cónico se forma así por el ángulo de asiento de válvula y por la profundidad de inserción a presión del anillo de asiento de válvula, es decir, la altura entre el canto inferior de asiento de válvula y el fondo de culata. Del mismo modo se forma la profundidad máxima para el mecanizado cónico por la profundidad de inserción a presión de los anillos de asiento de válvula y el ángulo de asiento de válvula.

- 30 Un motor Otto de gas con una o varias aberturas de válvula excéntricas, como se describió anteriormente, presenta más ventajosamente un pistón con una cavidad en el fondo de pistón. Ventajosamente la cavidad de pistón está realizada en este caso de manera asimétrica.

- 35 En una realización especialmente preferida en este caso el motor Otto de gas con una o varias aberturas de válvula asimétricas, como se describió anteriormente, se dota de un pistón con una elevación asimétrica dentro de la cavidad de pistón, como se describió al principio. La combinación de la cavidad de combustión asimétrica según la invención con las aberturas de válvula asimétricas según la invención lleva en este caso a un aumento adicional de la velocidad de combustión y así a un aumento adicional del rendimiento. La combinación de las medidas reivindicadas de manera independiente anteriormente en cada caso da lugar así a una forma de realización especialmente preferida.

- 40 Los motores Otto de gas según la invención presentan ventajosamente un volumen de cilindro por cilindro de más de 1 litro, más ventajosamente de más de 1,5 litros. De este modo, con un funcionamiento estacionario de los motores Otto de gas se obtienen en particular unas propiedades de funcionamiento especialmente buenas.

Más ventajosamente los ejes de las aberturas de válvula están dispuestos paralelos al eje del pistón. En particular así las superficies de válvula se sitúan en perpendicular sobre el eje del pistón.

- 45 Mediante la geometría de la cámara de combustión según la invención el motor Otto de gas según la invención puede funcionar de manera estable también con una mezcla de gas-aire muy pobre. Ventajosamente el motor Otto de gas según la invención presenta por tanto un control para controlar el mezclador de gases, que genera una mezcla de gas-aire más pobre. Ventajosamente la mezcla de gas-aire presenta en este caso un valor lambda mayor de 1,2, más ventajosamente mayor de 1,5. El motor Otto de gas según la invención se utiliza en este caso de

manera especialmente preferida con un funcionamiento estacionario, es decir, con un número de revoluciones constante y/o una carga constante. Por tanto, ventajosamente el control presenta un modo de funcionamiento, en el que el motor Otto de gas se hace funcionar de manera estacionaria.

5 El motor Otto de gas según la invención es adecuado en particular para instalaciones estacionarias, en las que se utiliza gas para la generación de energía eléctrica y/o calor para impulsar el motor Otto de gas.

La presente invención comprende por tanto además una instalación estacionaria con un motor Otto de gas, como se describió anteriormente. En particular en este caso la instalación estacionaria se utiliza para la generación de energía eléctrica y/o calor. Ventajosamente en este caso el motor Otto de gas está acoplado a un generador y/o un intercambiador de calor.

10 Alternativamente es concebible utilizar el motor Otto de gas según la invención también para aplicaciones móviles.

Además el motor Otto de gas según la invención puede fabricarse de manera especialmente sencilla porque puede recurrirse a moldes para piezas de fundición en bruto de un motor diésel. De este modo compensa la fabricación del motor Otto de gas según la invención también en cantidades reducidas.

15 En este caso, la presente invención comprende un procedimiento para la fabricación de un motor Otto de gas, como se describió anteriormente, en el que se utiliza una pieza en bruto de forjado de un pistón de motor diésel y se mecaniza para la fabricación del fondo de pistón asimétrico. En particular en este caso en el fondo de pistón de la pieza en bruto de forjado se rectifica y/ fresa una cavidad con un saliente asimétrico según la invención.

20 Además según la invención puede utilizarse una pieza en bruto de fundición de una culata de un motor diésel y mecanizarse para la fabricación de la abertura de admisión o las aberturas de admisión asimétrica/s. En particular en este caso según la invención se realiza un chaflán falciforme en la pieza en bruto de fundición.

Como ya se describió anteriormente, el motor Otto de gas según la invención es adecuado en particular para un funcionamiento con una mezcla especialmente pobre y/o para un funcionamiento estacionario.

25 Por tanto, la presente invención comprende además un procedimiento para el funcionamiento de un motor Otto de gas, como se describió anteriormente, en el que se utiliza una mezcla de gas-aire más pobre, en el que ventajosamente el valor lambda se mantiene mayor de 1,2, más ventajosamente mayor de 1,5. Más ventajosamente el motor Otto de gas se hace funcionar en este caso de manera estacionaria, es decir, con un número de revoluciones constante o carga constante.

Ventajosamente el motor Otto de gas impulsa en este caso un generador para la generación de energía eléctrica. Ventajosamente además se aprovecha el calor de escape del motor Otto de gas según la invención.

30 A continuación se representará la presente invención en más detalle mediante ejemplos de realización así como dibujos.

En este caso muestran:

la figura 1a, un ejemplo de realización de un pistón según la invención en una vista en sección a lo largo de la elevación según la invención en la cavidad de pistón,

35 la figura 1b, el ejemplo de realización del pistón según la invención en una vista en planta,

la figura 2a, la sección mostrada en la figura 1a, estando indicadas algunas dimensiones,

la figura 2b, la vista en planta mostrada en la figura 1b, estando indicadas algunas dimensiones,

la figura 2c, una sección a través del pistón según la invención, que discurre en perpendicular a la sección mostrada en las figuras 1a y 2a,

40 la figura 3, una vista en planta del ejemplo de realización del pistón según la invención, indicándose adicionalmente las aberturas de válvula de la culata,

la figura 4a, un ejemplo de realización de una culata según la invención con aberturas de válvula asimétricas,

la figura 4b, una sección a través de la culata según la invención,

la figura 5a, la vista en planta ya mostrada en la figura 4a, estando indicadas algunas dimensiones,  
 la figura 5b, un fragmento ampliado de la vista en planta mostrada en la figura 5a, y  
 la figura 5c, una sección a través del fondo de culata en la zona de la conformación asimétrica de una abertura de válvula.

5 En las figuras 1 a 3 se representa en más detalle un ejemplo de realización de un pistón según la invención con una cavidad de pistón asimétrica, como se utiliza con un motor Otto de gas según la invención. En las figuras 4 y 5 se representa en más detalle un ejemplo de realización de una culata según la invención con aberturas de válvula de admisión asimétricas, como se utiliza con un motor Otto de gas según la invención.

10 El motor Otto de gas según la invención presenta en este caso al menos un cilindro no representado, en el que puede moverse un pistón linealmente. La cámara de combustión se forma en este caso por una culata, las paredes de cilindro así como el fondo de pistón. El motor Otto de gas presenta en este caso un mezclador de gases, que genera una mezcla de gas-aire, que se quema en esta cámara de combustión para así mover el pistón. Como mezclador de gases se utiliza en este caso ventajosamente un tubo de Venturi. El encendido de la mezcla de gas-aire, como se trata de un motor Otto de gas, se produce mediante una bujía de encendido, que ventajosamente está dispuesta en la culata. Según la invención en este caso pueden estar previstas cuatro válvulas por cilindro. Además los ejes de válvula pueden discurrir paralelos al eje de cilindro.

15 La presente invención puede utilizarse en particular con motores Otto de gas con un volumen de cilindro relativamente grande de más de un litro por cilindro, ventajosamente más de 1,5 litros por cilindro. Ventajosamente en este caso el motor Otto de gas se hace funcionar de manera estacionaria, es decir, con un número de revoluciones constante y/o una potencia constante. En particular el motor Otto de gas según la invención puede utilizarse en este caso para impulsar un generador en una central eléctrica pequeña para la generación de energía eléctrica utilizando gas. En este caso ventajosamente también se aprovecha el calor de escape del motor con fines de calentamiento. Por ejemplo el motor según la invención puede utilizarse en este caso para quemar gas natural, biogás, gas procedente de vertederos, gas de clarificación u otros gases combustibles.

20 El motor Otto de gas según la invención puede hacerse funcionar en este caso con una mezcla de gas-aire especialmente pobre, pudiendo producirse el funcionamiento con valores lambda de más de 1,2 y ventajosamente más de 1,5. El motor Otto de gas según la invención presenta en este caso un control que controla el mezclador de gases de manera correspondiente para generar una mezcla de gas-aire pobre de este tipo.

25 En este caso, en las figuras 1 a 3 se representa en más detalle un ejemplo de realización de un pistón según la invención con una cavidad de pistón asimétrica, como puede utilizarse en un motor Otto de gas según la invención. El pistón 1 presenta en este caso un fondo de pistón 2, que en el estado montado se dirige hacia la culata y así delimita la cámara de combustión. Además el pistón presenta un faldón de pistón, que está conformado de manera cilíndrica y que entra en la perforación de cilindro del cilindro con un determinado juego. En este caso en el faldón de pistón 3 están dispuestos unos anillos de pistón 5, que sirven de elemento obturador con la pared de cilindro. Además el pistón presenta un receptáculo 4 para un perno de pistón, a través del cual es posible unir la biela con el pistón. El pistón según la invención está realizado en este caso como pieza forjada, utilizándose aquí como pieza en bruto un pistón forjado de un motor diésel, que se mecaniza de manera correspondiente para la fabricación de la cavidad asimétrica según la invención.

30 El fondo de pistón 2 presenta en este caso una cavidad 7, extendiéndose en el fondo de cavidad una elevación 8, que lleva a una asimetría de la cavidad de pistón con respecto al eje de pistón 6. En este caso la elevación 8 no llega hasta el canto superior del pistón, de modo que la mezcla de gas-aire puede fluir en la cámara de combustión dentro de la cavidad más allá de la elevación. La elevación genera así una turbulencia aumentada no sólo en la dirección transversal del eje de pistón 6, sino también en la dirección longitudinal del pistón dentro de la cavidad de pistón. En este caso, en el ejemplo de realización, la elevación 8 se forma por un resalte que se extiende desde una pared lateral de la cavidad por el fondo de la cavidad de pistón 7 realizado por lo demás con simetría de rotación.

35 En este caso la cavidad de pistón 7 desciende en la parte simétrica inicialmente desde una zona de borde 9 del fondo de pistón, que presenta la altura del canto superior de pistón, en una zona anular 10 hasta una profundidad máxima, para entonces volver a ascender en una zona central 11. En este caso el resalte 8 sigue esencialmente este contorno y por tanto desciende en una zona central también hasta una profundidad máxima de la elevación, para entonces volver a ascender ligeramente hacia el centro. Sin embargo, el resalte 8 termina todavía antes de alcanzar el eje 6 del pistón y por tanto presenta una cierta distancia con respecto al mismo.

40 Como resulta especialmente evidente en particular por la figura 2b, el resalte 8 presenta en este caso una zona de base 12, que presenta la altura del canto superior del pistón y ya se adentra un tramo determinado en la cavidad de pistón. Entonces desde esta zona de base 12 el canto superior del resalte desciende a una zona 13, para a

continuación volver a ascender ligeramente hasta el final del resalte. La punta del resalte forma en este caso un semicírculo alrededor del centro 14.

5 En este caso el resalte 8 no está orientado radialmente, sino que está desplazado en el sentido de flujo con respecto a una dirección radial o dispuesto de manera oblicua con respecto a una dirección radial de este tipo. En este caso el radio, que presenta el resalte en la zona de llegada del flujo con la pared lateral de la cavidad, es mayor que en el lado opuesto.

Ahora, mediante las figuras 2a a 2c, se describirán en más detalle las dimensiones preferidas de un pistón según la invención, en el que un resalte está dispuesto en la cavidad cónica de tipo vaso. El pistón según la invención presenta ventajosamente una o varias de las siguientes dimensiones:

- 10 - La cavidad de pistón presenta en su zona con simetría radial ventajosamente un diámetro máximo D2 con una relación de D1 con respecto a D2 entre 1,05 y 2, más ventajosamente entre 1,1 y 1,5.
- La cavidad de pistón desciende desde el borde de cavidad inicialmente con un ángulo  $\alpha_1$  hacia abajo, pudiendo ascender el ángulo  $\alpha_1$  a entre  $0^\circ$  y  $30^\circ$ , ventajosamente entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$ .
- 15 - El fondo de cavidad desciende inicialmente hasta una profundidad máxima T1, para ascender hacia el centro de pistón de nuevo hasta una profundidad T2. La relación del diámetro D2 con respecto a la profundidad máxima T1 de la cavidad asciende en este caso a entre 1 y 6, ventajosamente entre 3 y 4. La relación entre la profundidad máxima T1 y la profundidad T2 en la zona central de la cavidad asciende en este caso a entre 1,05 y 3, más ventajosamente entre 1,1 y 2.
- 20 - El resalte 8 dispuesto en la cavidad de pistón desciende inicialmente desde una zona de base 12 con un ángulo  $\alpha_2$  hacia el centro de pistón, ascendiendo el ángulo  $\alpha_2$  ventajosamente a entre  $10^\circ$  y  $60^\circ$ , más ventajosamente entre  $40^\circ$  y  $50^\circ$ . A continuación el resalte sigue descendiendo en particular en una segunda zona con una inclinación mayor, y alcanza una profundidad máxima t4 del resalte. Desde aquí el resalte asciende de nuevo hasta su altura máxima t3. El resalte desciende entonces hacia el fondo de cavidad con simetría de rotación, antes de que alcance el centro del pistón. El descenso desde la altura máxima t3 hacia el fondo de pistón con simetría de rotación se produce en este caso ventajosamente con una pendiente relativamente marcada, siendo el ángulo entre el canto superior del resalte en la zona ascendente desde la altura t4 hasta la altura t3 con respecto al canto descendente menor de  $90^\circ$ , más ventajosamente menor de  $80^\circ$ .
- 25 - Ventajosamente la relación de la profundidad de cavidad máxima T1 con respecto a la distancia mínima del resalte hasta el canto superior de pistón T3 asciende a entre 1,5 y 4, ventajosamente entre 2 y 3,5.
- 30 - La distancia R4 de la punta de resalte con respecto al eje de pistón, que se mide a nivel de la elevación máxima del resalte, es en este caso mayor de 0. Ventajosamente en este caso se obtiene una relación del diámetro de cavidad D2 con respecto al radio R4 de entre 4 y 10, más ventajosamente entre 6 y 8.
- El resalte está realizado ventajosamente de manera asimétrica con respecto a una dirección radial, estando desplazado el eje longitudinal del resalte con respecto a una línea a través del eje de pistón hacia el centro de la zona de base del resalte con un ángulo determinado. La distancia del centro 14 de la punta de resalte con respecto a una línea radial de este tipo presenta en este caso una relación con respecto al diámetro de pistón de entre 0,01 y 0,1, ventajosamente entre 0,02 y 0,06.
- 35 - Además el radio R3, que forma el resalte en el lado en el que incide el flujo con la pared de cavidad, es por un factor entre 2 y 5, ventajosamente entre 3 y 4 mayor que el radio R2 en el lado dirigido en sentido opuesto al flujo del resalte.
- 40 - El pistón según la invención se utiliza en este caso ventajosamente en un motor con un concepto de cuatro válvulas, como se representa en la figura 3. En este caso, en la culata están dispuestas dos válvulas de admisión 16 y dos válvulas de escape 17.
- 45 - Ventajosamente el resalte está desplazado con respecto a un plano 18, definido por las posiciones de los dos ejes de válvula de las válvulas 16, con respecto al eje de cilindro 6 en el sentido de flujo por un ángulo  $\alpha_3$  entre  $0^\circ$  y  $45^\circ$ , ventajosamente entre  $10^\circ$  y  $30^\circ$ . Este ángulo  $\alpha_3$  se mide en este caso ventajosamente entre el plano 18 a través de los ejes de válvula de las válvulas de admisión 16 y una línea, que pasa a través del eje de cilindro 6 así como el centro de la zona de base 12 del resalte. El centro de la zona de base se determina en este caso a lo largo del canto en el que desciende el resalte desde la altura del canto superior de pistón, en la dirección
- 50 - circunferencial.

La culata 15 correspondiente se muestra en este caso en la figura 3, mostrándose las válvulas de admisión 16, las válvulas de escape 17 y en la zona del eje de pistón 6 la bujía de encendido.

5 Ahora, en las figuras 4 y 5 se representa un aspecto adicional de la presente invención. Este aspecto puede utilizarse tanto en combinación con el pistón según la invención como en sí mismo con motores Otto de gas según la invención. Para aumentar el vórtice en este caso las aberturas de admisión 16 están conformadas en la culata de manera asimétrica. Para ello, las aberturas de admisión, que están realizadas de forma circular en la zona del asiento de válvula, presentan unos chaflanes falciformes 22.

10 En este caso, en el ejemplo de realización, los chaflanes falciformes están implementados mediante una aplicación excéntrica de un mecanizado de forma cónica por debajo de los anillos de asiento de válvula 23. Como resulta evidente por la figura 4a y de nuevo claramente por las figuras 5a y b, en este caso las escotaduras de los chaflanes falciformes se sitúan en este caso en la dirección del vórtice positivo, es decir, en la dirección de la variación del canal de vórtice desde el punto de vista hidráulico. En este caso, en particular los chaflanes falciformes 22 están dispuestos en ambas válvulas de admisión 16 en el mismo sentido de giro con respecto al eje longitudinal 6 del cilindro, y así actúan conjuntamente para la generación de un vórtice.

15 En este caso si se unen los ejes de válvula 24 de las dos válvulas de admisión y se designa la primera válvula en el sentido de vórtice como válvula 1, entonces el centro del mecanizado en forma de cono realizado de manera excéntrica de esta válvula 1 se sitúa sobre esta línea de unión, como puede reconocerse en la figura 5b. La primera válvula lleva en este caso el número de referencia 16 y presenta el eje de válvula 24, la segunda válvula lleva el número de referencia 16' y presenta el eje de válvula 24'. El centro 26 del mecanizado en forma de cono realizado de manera excéntrica de la primera válvula 16 se sitúa en este caso sobre la línea de unión indicada entre los ejes 24 y 14'.

20 El centro 26' de la excentricidad de la segunda válvula 16' se sitúa sobre un eje con respecto al eje de válvula 24' de la segunda válvula 16', que está girado entre 35 y 50° con respecto a la línea de unión entre los ejes 24 y 24' en el sentido de flujo. Este ángulo entre 35 y 50° está indicado en este caso como  $\alpha_4$  en las figuras 5a y 5b.

25 La excentricidad del mecanizado cónico está definida por el ángulo de asiento de válvula  $\alpha_5$  así como por la profundidad de inserción a presión del anillo de asiento de válvula, es decir, la altura entre el canto inferior de asiento de válvula y el fondo de culata. En este caso el ángulo de cono del mecanizado excéntrico corresponde al ángulo de asiento de válvula  $\alpha_5$ , para así obtener un contorno óptimo desde el punto de vista hidráulico.

30 La profundidad máxima del mecanizado cónico también se da por la profundidad de inserción a presión de los anillos de asiento de válvula así como por el ángulo de asiento de válvula. En este caso, si se observan las secciones en 5c, que discurren radialmente al eje de cilindro, en la zona de la excentricidad máxima, entonces la superficie de asiento de válvula y el chaflán falciforme forman una línea.

35 Para la fabricación de un motor Otto de gas según la invención puede recurrirse a los componentes de motores diésel existentes, de modo que también compensa la fabricación en series pequeñas. En este caso, en particular para la fabricación del pistón puede recurrirse a un molde en bruto de forjado de un pistón de motor diésel, para proporcionar una culata según la invención a un molde en bruto de fundición de una pieza en bruto de culata de un motor diésel. El concepto de combustión de un motor diésel de este tipo puede basarse en este caso en un concepto de vórtice reducido.

40 Según la invención la cámara de combustión se modifica ahora por el uso de medidas de aumento del vórtice y/o turbulencia. Para aumentar el nivel de turbulencia se introdujo en este caso mediante la elevación según la invención dentro de la cavidad una asimetría específica. La cavidad de pistón asimétrica lleva en este caso ya a un aumento evidente del nivel de turbulencia y así a una combustión de motor de gas eficaz, con lo que ya la medida en sí misma lleva a una mejora considerable.

45 Además según la invención es posible llevar a cabo un aumento de vórtice en la zona de la abertura de válvula de admisión mediante la asimetría según la invención de esta abertura de admisión. También esta abertura de admisión asimétrica puede llevar en sí misma a una mejora considerable.

50 Sin embargo, la combinación de la cavidad de combustión asimétrica con medidas para el aumento del vórtice en la zona de las válvulas de admisión lleva a un aumento adicional de la velocidad de combustión y así a un aumento del rendimiento. La combinación de las dos medidas según la invención representa así una realización especialmente ventajosa de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Motor Otto de gas con al menos un cilindro, en el que puede moverse un pistón (1), pudiendo quemarse una mezcla de gas-aire generada fuera en una cámara de combustión delimitada por la culata (15), las paredes de cilindro y el fondo de pistón (2), presentando el fondo de pistón (2) una cavidad de pistón asimétrica (7), caracterizado por que dentro de la cavidad de pistón (7) se extiende una elevación sin simetría de rotación (8), encontrándose la relación de la profundidad máxima (T1) de la cavidad (7) con respecto a la distancia (T3) entre el canto superior de la elevación (8) y el canto superior de pistón al menos en una subzona de la elevación (8) entre 1,5 y 4, en particular entre 2,5 y 3 y/o presentando la elevación (8) en la dirección radial una extensión, que asciende a entre 0,05 y 0,9 del diámetro de la cavidad (7), ventajosamente entre 0,1 y 0,5 y/o tomando la elevación (8) en una zona de base (12) alejada del centro de pistón un intervalo angular de menos de 70°, en particular de menos de 50°.
2. Motor Otto de gas según la reivindicación 1, en el que la elevación (8) se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad (7) en forma de resalte, ventajosamente el canto superior de la elevación (8) desciende partiendo de una zona de base (12) desde la altura del canto superior, ventajosamente ya la zona de base (12) se adentra en la cavidad (7) y/o la elevación (8) desciende en una zona central (13) hasta una profundidad máxima y asciende hacia el centro del pistón (1) en una zona de extremo de nuevo hasta una profundidad menor, más ventajosamente la relación de la profundidad máxima (T1) de la cavidad (7) con respecto a la distancia mínima (T3) entre el punto más alto del canto superior de la elevación (8) en la zona de extremo y el canto superior de pistón se sitúa entre 1,5 y 4, en particular entre 2,5 y 3.
3. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la elevación (8) todavía termina delante del centro de pistón, ventajosamente la relación del diámetro de cavidad con respecto a la distancia mínima del extremo interno del saliente con respecto al eje de pistón (6) medida a nivel del punto más alto de la elevación (8) se sitúa entre 4 y 10, en particular entre 6 y 8.
4. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la elevación (8) se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad (7) en forma de resalte, la punta del resalte (8) está desplazada con respecto a una línea radial desde el eje de pistón (6) hasta el centro de la zona de base (12) del resalte (8), ventajosamente la relación de la distancia de la punta del resalte (8) hasta la línea radial con respecto al diámetro de pistón se sitúa en el intervalo entre 0,01 y 0,1, en particular entre 0,02 y 0,06 y/o la elevación (8) se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad (7) en forma de resalte, en el que un radio, que forma el resalte (8) en un primer lado con la pared de cavidad, es mayor que en el segundo lado por un factor entre 1,5 y 5, en particular por un factor entre 2,5 y 4.
5. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la culata (15) están dispuestas dos válvulas de admisión (16), el eje principal de la elevación (8) toma un ángulo ( $\alpha$ ) de desde 0° hasta 45°, en particular desde 10° hasta 30° con respecto a un plano definido por los dos ejes de válvula, ventajosamente la elevación (8) se extiende hacia dentro desde una pared lateral de la cavidad (7) en forma de resalte y el eje principal discurre desde la punta del resalte (8) y/o el punto más alto del resalte (8) hasta el centro de la zona de base (12) del resalte (8).
6. Motor Otto de gas, en particular según una de las reivindicaciones anteriores, con al menos un cilindro, en el que puede moverse un pistón (1), pudiendo quemarse una mezcla de gas-aire generada fuera en una cámara de combustión delimitada por la culata (15), las paredes de cilindro y el fondo de pistón (2), presentando la culata (15) al menos una abertura de válvula de admisión (16) y una abertura de válvula de escape (17), caracterizado por que la abertura de válvula de admisión (16) está conformada de manera asimétrica por debajo de la zona de asiento de válvula en el lado de la cámara de combustión, y en particular presenta un chaflán falciforme (22).
7. Motor Otto de gas según la reivindicación 6, en el que el chaflán falciforme (22) se forma por un chaflán en forma de cono excéntrico con respecto al eje (24) de la válvula (16) y/o el chaflán falciforme (22) está orientado en la dirección circunferencial del cilindro, en el que ventajosamente una línea a través del centro (26) del chaflán en forma de cono excéntrico y el eje (24) de la válvula (16) toma ventajosamente un ángulo entre 10° y 170° con respecto a una línea radial a través del eje (24) de la válvula (16).
8. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que la culata presenta dos aberturas de válvula de admisión (16, 16'), estando formadas ambas de manera asimétrica y presentando en particular ambas chaflanes falciformes (22), en el que ventajosamente ambos chaflanes falciformes (22) apuntan en el mismo sentido de giro y/o la culata (15) presenta dos aberturas de válvula de admisión (16, 16'), el chaflán falciforme (22) de la primera abertura de válvula (16) indica hacia la segunda abertura de válvula (16'), ventajosamente el centro (26) del chaflán en forma de cono excéntrico de la primera abertura de válvula (16) se sitúa aproximadamente sobre la línea de unión entre los ejes (24, 24') de las dos válvulas (16, 16') y/o el chaflán falciforme (22) de la segunda abertura de válvula (16') indica en sentido contrario a la primera válvula (16) y ventajosamente una línea a través del centro (26') del chaflán en forma de cono excéntrico de la segunda abertura de válvula (16') y el eje (24') de la segunda abertura

de válvula presenta un ángulo ( $\alpha_4$ ) de desde 20° hasta 60°, en particular desde 35° hasta 50° con la línea de unión entre los ejes (24, 24') de las dos válvulas (16, 16').

- 5 9. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el chaflán falciforme excéntrico (22) forma una línea en una sección radial con respecto al eje de válvula (24), que alarga la superficie de asiento de válvula y/o el ángulo de cono del chaflán falciforme excéntrico (22) corresponde al ángulo de asiento de válvula ( $\alpha_5$ ).
10. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores con un volumen de cilindro de más de 1 l, ventajosamente de más de 1,5 l y/o en el que los ejes de las válvulas (16, 17) están dispuestos paralelos al eje (6) del pistón (1).
- 10 11. Motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores con un control para controlar el mezclador de gases, que genera una mezcla de gas-aire más pobre, ventajosamente con un  $\lambda > 1,2$ , más ventajosamente con un  $\lambda > 1,5$ , en el que el control hace funcionar el motor Otto de gas ventajosamente de manera estacionaria.
12. Instalación estacionaria con un motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores, en particular para la generación de energía eléctrica y/o calor.
- 15 13. Procedimiento para la fabricación de un motor Otto de gas según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se utiliza una pieza en bruto de forjado de un pistón de motor diésel y se mecaniza para la fabricación del fondo de pistón asimétrico (2) y/o en el que se utiliza una pieza en bruto de fundición de una culata (15) de un motor diésel y se mecaniza para la fabricación de la abertura de válvula de admisión asimétrica (16).

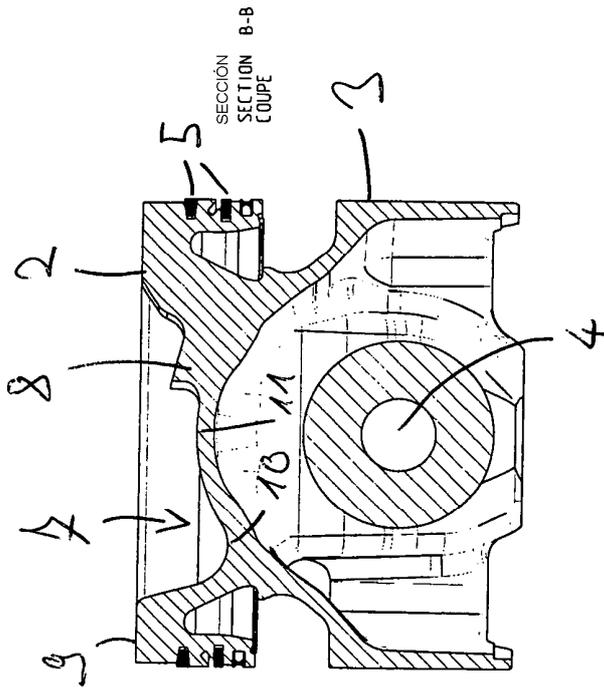


Fig. 1a

1 →

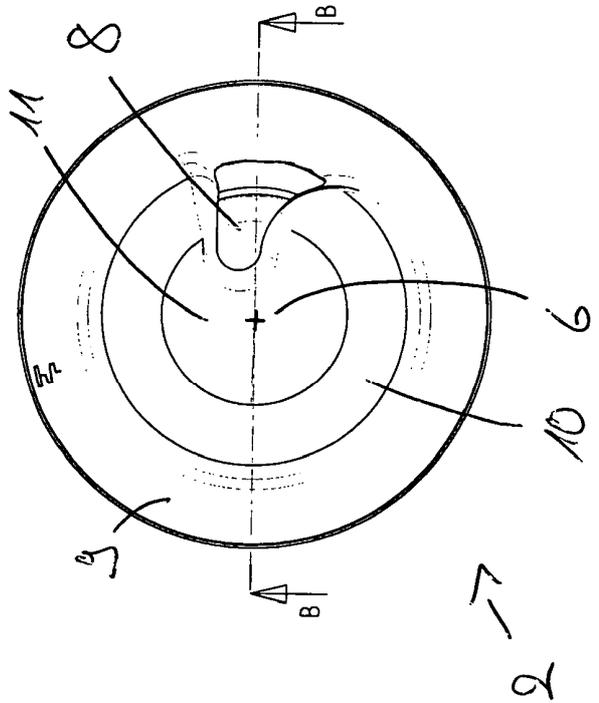


Fig. 1b

2 →

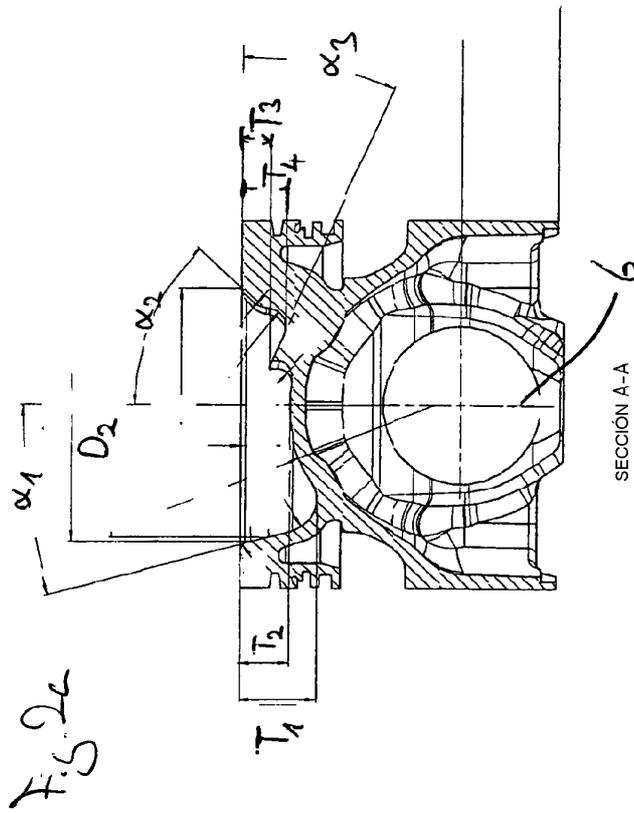
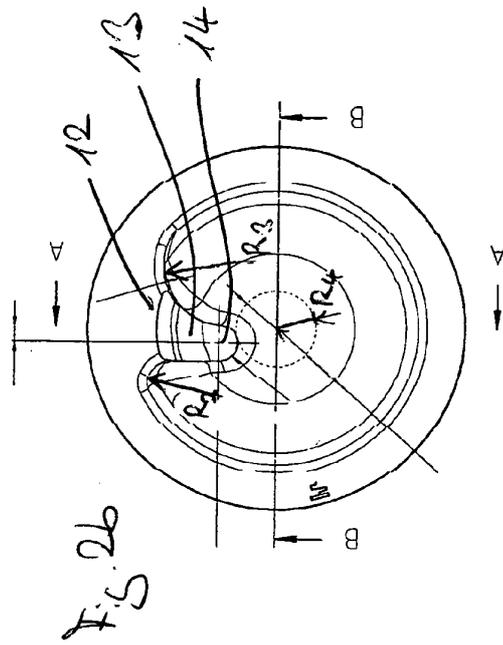
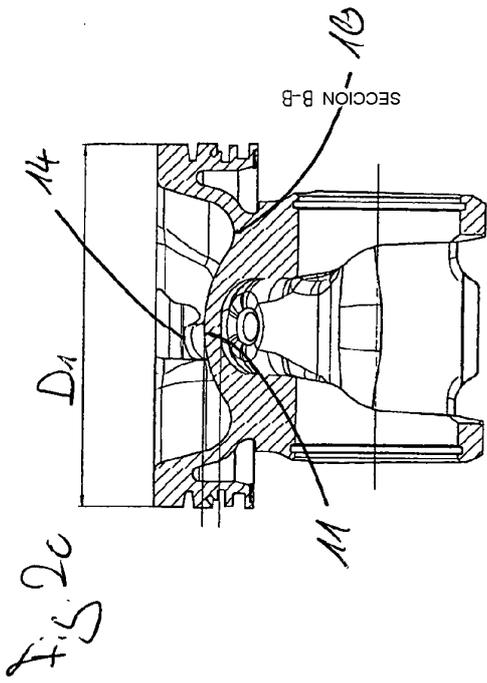


Fig. 5

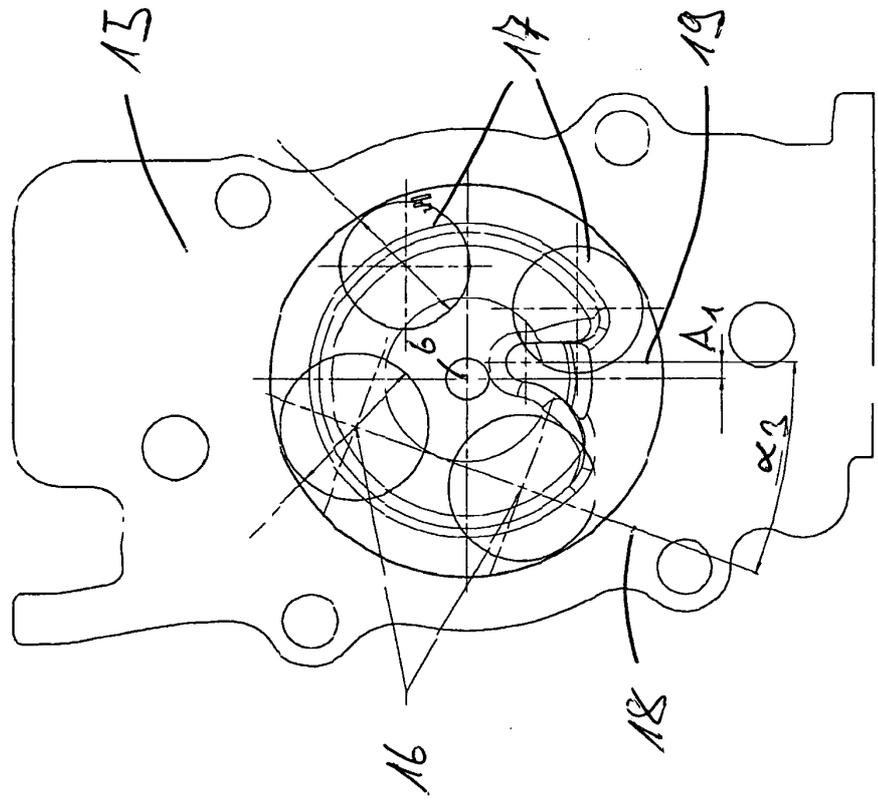


Fig. 4a

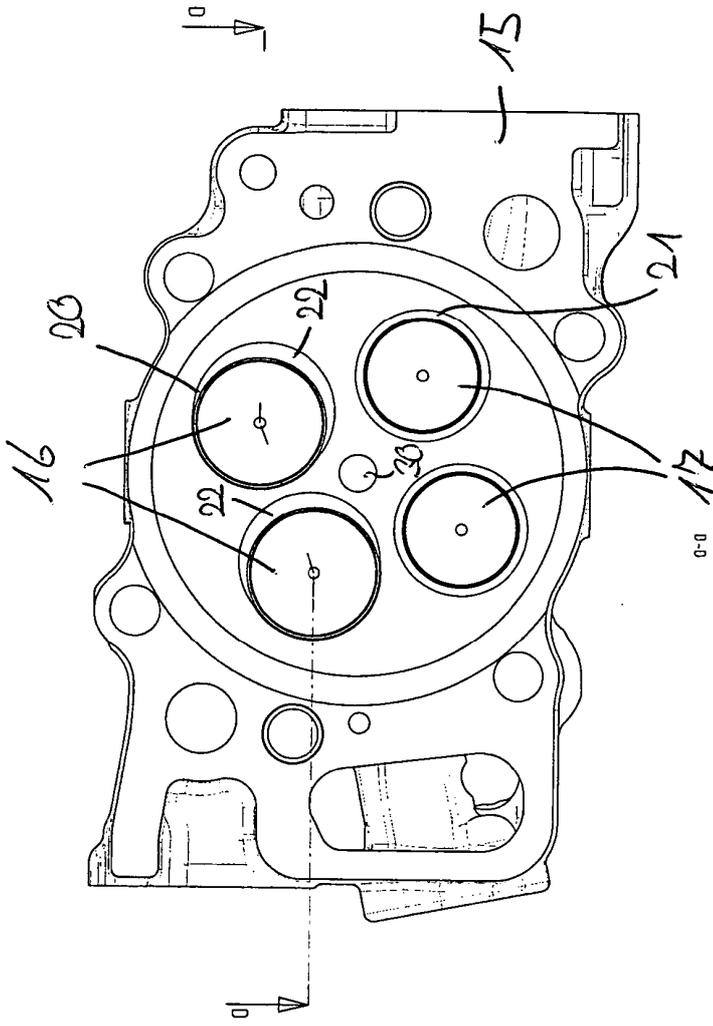


Fig. 4b

