

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 901**

51 Int. Cl.:

F04C 2/10 (2006.01)

F04C 2/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03020503 .3**

96 Fecha de presentación: **15.09.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1406015**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2004**

54 Título: **BOMBA CON ENGRANAJE INTERIOR CON LLENADO MEJORADO.**

30 Prioridad:
01.10.2002 DE 10245814

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.12.2011

73 Titular/es:
**SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE AUTOMOTIVE
GMBH
WILHELMSTRASSE 67
73433 AALEN-WASSERALFINGEN, DE**

72 Inventor/es:
**Peters, Sven y
Welte, Claus**

74 Agente: **Sugrañes Moline, Pedro**

ES 2 369 901 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

Bomba con engranaje interior con llenado mejorado

5 La invención se refiere a bombas con engranaje interior, particularmente a bombas con engranaje interior para el uso como bombas de aceite lubricante para motores de pistón de combustión.

10 En las bombas con engranaje interior habituales, para números de revoluciones por unidad de tiempo del juego de engranajes de la bomba por encima de 7.000 r.p.m. se generan velocidades de circulación tan elevadas, que ya no es posible un llenado completo del juego de engranajes. Debido al llenado incompleto se produce la cavitación. Con el comienzo de la cavitación decae notablemente el rendimiento volumétrico de la bomba, es decir, el rendimiento volumétrico empeora.

15 El documento DE 1263973 B trata una máquina de pistón giratorio con pistones giratorios a modo de engranajes dispuestos de forma excéntrica entre sí, de los cuales el exterior arrastra directamente al interior, en donde el dentado del pistón giratorio interior contacta constantemente con el dentado interior del pistón giratorio exterior, o contacta prácticamente con éste. En las celdas de transporte así formadas se alimenta y extrae axialmente un medio de trabajo líquido o gaseoso por la cara frontal del pistón giratorio. Los entredientes que se encuentran entre las cabezas de dientes del pistón giratorio interior se encuentran biselados lateralmente y aumentan de este modo el volumen de las celdas de transporte formadas por los pistones. El objeto de este aumento de volumen es una reducción de la velocidad del flujo de entrada y de salida del medio de transporte o de trabajo hacia las celdas de transporte.

25 El documento DE 4 200 883 se considera como el estado de la técnica más cercano y publica una bomba de engranaje interior con un engranaje interior, que presenta una ranura axial en cada base del pie de diente. Por el lado de aspiración de la bomba está previsto un orificio de admisión, que presenta una anchura en dirección radial tal que recubre las ranuras axiales en una cara frontal. Las ranuras axiales en la base de los entredientes del piñón garantizan un cierto espacio muerto, en el que se pueden acumular burbujas de cavitación y aceite de compresión junto con vapor del líquido de servicio. Las ranuras pueden presentar correspondientemente un perfil en arco de círculo en la sección axial o discurrir con un perfil constante a lo largo de toda la anchura del diente. También el orificio de salida en el lado de presión de la bomba presenta una anchura en dirección radial tal que recubre las ranuras axiales en una cara frontal.

35 El objeto de la invención es el de mejorar el rendimiento volumétrico de bombas con engranaje interior.

La invención se refiere a una bomba con engranaje interior, que presenta al menos una cámara de engranaje formada en la carcasa y al menos dos engranajes alojados en la cámara de engranaje que se encuentran en engrane. Uno de los engranajes es un engranaje interior con dentado exterior, el otro es un engranaje exterior con dentado interior. Los engranajes pueden girar alrededor de unos ejes de giro mutuamente desplazados entre sí. En la cámara de engranaje desembocan al menos un orificio de admisión en el lado de baja presión, también denominado lado de aspiración, y al menos un orificio de salida en el lado de alta presión para un fluido a transportar mediante la bomba. El fluido consiste preferentemente en un líquido hidráulico.

45 El dentado interior del engranaje exterior presenta al menos un diente más que el dentado exterior del engranaje interior, preferentemente presenta exactamente un diente más. Los dentados forman unas celdas de transporte, que se expanden en la dirección de giro de los engranajes desde una zona con el mayor engrane hasta una zona con el menor engrane en el lado de baja presión de la cámara de engranaje, es decir, aumentan su tamaño, y se reducen a continuación desde la zona de menor engrane hasta la zona de mayor engrane en el lado de alta presión de la cámara de engranaje, es decir, forman celdas de transporte de compresión en el lado de alta presión. Durante un movimiento de giro de los engranajes, se aspira fluido por el lado de baja presión de la cámara de engranaje a través de las celdas de transporte que allí se expanden, se transporta a través de la zona de menor engrane, y se desaloja de las celdas de transporte de compresión en el lado de alta presión a través del por lo menos un orificio de salida.

55 En cada uno de los pies de diente, de preferencia exactamente en el vértice del dentado exterior, está formada al menos una cavidad, que se extiende de acuerdo con la invención desde una cara frontal del dentado exterior sólo hasta la base del pie de diente, es decir, las cavidades de acuerdo con la invención se encuentran abiertas hacia la cara frontal correspondiente del dentado exterior y terminan cada una en una base del pie de diente correspondiente. La cavidad formada de acuerdo con la invención no se extiende de este modo de forma continua desde una cara frontal hasta la otra cara frontal situada enfrente del dentado exterior, sino que en los pies de diente queda un nervio, que llega hasta la circunferencia de fondo del dentado exterior y determina la circunferencia de fondo. En caso de que las cavidades se extiendan en una u otra forma de realización de la invención axialmente y de forma continua desde una cara frontal hasta la otra cara frontal, éstas presentan sin embargo en al menos una de las caras frontales una profundidad radial mayor que en una zona en el interior de la base del pie de diente correspondiente, es decir, para el caso de cavidades continuas en dirección axial, su profundidad radial no es

uniforme a lo largo de toda la longitud axial de la cavidad correspondiente, sino que estas cavidades son más planas en el interior de la base de pie de diente correspondiente que en al menos una de las dos caras frontales del dentado exterior. La profundidad radial de las cavidades puede aumentar particularmente también desde un punto más plano de la base del pie de diente correspondiente hacia las dos caras frontales del dentado exterior. La afirmación acerca de la diferencia de profundidad también es válida para las primeras formas de realización mencionadas, en las que las cavidades terminan en la base del pie de diente dejando un nervio. Asimismo también es válida la afirmación para las cavidades cuya profundidad radial sólo varía una vez, concretamente en un nervio de este tipo o en un punto plano interior.

Mediante la cavidad formada de acuerdo con la invención se aumenta la sección de aspiración de la celda de transporte correspondiente en el lado de baja presión de la cámara de engranaje en la cara frontal, hacia la que se extiende la cavidad. Por otro lado, la dimensión de la ampliación del volumen de la celda de transporte se puede reducir en comparación con una cavidad que se extiende de forma continua en dirección axial con profundidad uniforme para una misma sección de admisión en la cara frontal. A medida que aumenta el número de revoluciones por unidad de tiempo de los engranajes aumentan las fuerzas centrífugas orientadas radialmente hacia el exterior que actúan sobre el fluido en el interior de las celdas de transporte, lo que provoca además de la expansión de las celdas de transporte en el lado de baja presión una aspiración orientada radialmente hacia el exterior. El fluido es presionado contra el engranaje exterior debido a la fuerza centrífuga, mientras que en el engranaje interior sin las cavidades queda un espacio vacío. Este espacio vacío se reduce en base a la conformación de las cavidades de acuerdo con la invención, puesto que las celdas de transporte presentan una sección de aspiración ampliada en la cara frontal en comparación con celdas de transporte sencillas, así como un menor volumen de celda en comparación con celdas de transporte con cavidades que se extienden de forma continua. El nivel de llenado de las celdas de transporte se puede aumentar mediante el aprovechamiento óptimo de la fuerza centrífuga para la aspiración del fluido. El comienzo de la cavitación se desplaza de este modo a números de revoluciones por unidad de tiempo más elevados. Asimismo el rendimiento volumétrico en el intervalo de revoluciones por encima del comienzo de la cavitación se reduce de forma menos acusada que en las bombas con engranaje interior tradicionales.

La profundidad de cada una de las cavidades se mide en dirección radial con respecto al contorno de los pies de diente sin cavidad, es decir, se mide exactamente en el vértice con respecto a la circunferencia de fondo del dentado exterior. La profundidad puede variar en un único escalón. Sin embargo, preferentemente, la profundidad varía de forma continua en dirección axial desde una profundidad máxima en la cara frontal hasta un valor mínimo, preferentemente hasta el valor "0". De este modo se reduce el volumen de la cavidad y de la celda de transporte correspondiente con respecto a una reducción en un escalón. La dimensión de un espacio no llenado con fluido en el interior de la celda de transporte para números de revoluciones por unidad de tiempo elevados se reduce correspondientemente también de forma ventajosa. Básicamente, la ampliación de volumen atribuible a la cavidad se puede reducir con respecto a una reducción en un escalón también mediante el aumento de la profundidad en varios escalones. Resulta particularmente preferido que la profundidad en dirección axial se reduzca de forma degresiva desde un valor máximo en la cara frontal del dentado exterior hasta un valor mínimo en el interior de la base de pie de diente.

Para aumentar aún más y de este modo optimizar la proporción de la sección de aspiración con respecto al volumen de las celdas de transporte, también se reduce la anchura de la cavidad medida en la dirección perimetral del dentado exterior desde un valor máximo en la cara frontal en dirección axial hasta el interior de la base del pie, en donde esta reducción también discurre preferentemente de forma continua. Más fácil de construir y no por ello la más preferida es la cavidad cónica en la base del pie de diente excepto en un extremo que termina de forma redondeada en el interior de la base del pie en la circunferencia de fondo.

La cavidad se puede conformar mediante un tratamiento posterior del engranaje interior, por ejemplo mediante fresado. Sin embargo, se puede conformar directamente junto con la conformación del engranaje, preferentemente mediante un moldeado por presión de un engranaje conformado como pieza obtenida por sinterización.

En tanto en las formas de realización anteriores se describen características ventajosas sólo en referencia a una cavidad, estas realizaciones también deben de ser válidas para las otras cavidades conformadas de acuerdo con la invención en el engranaje interior, que estarán preferentemente conformadas del mismo modo respectivamente.

Cavidades del tipo de acuerdo con la invención pueden estar formadas de forma especialmente ventajosa en ambas caras frontales del engranaje interior, en donde entre las dos cavidades que se extienden en dirección axial de cada una de las bases del pie de diente queda preferentemente un nervio, que se extiende hasta la circunferencia de fondo del dentado exterior, es decir, toca la circunferencia de fondo. Las en este caso dos cavidades en el interior de la base de un pie de diente se encuentran preferentemente en confluencia axial en el vértice de la base del pie de diente. Asimismo, en una realización preferente, son especularmente simétricas con respecto al centro axial del engranaje interior. En caso de que en las dos caras frontales desemboque bien una cavidad correspondiente o bien una continua, estará preferentemente formado al menos un orificio de admisión en cada una de las dos caras frontales opuestas entre sí, que recubren las desembocaduras de las cavidades en dirección radial.

Cavidades del tipo de acuerdo con la invención en ambas caras frontales del dentado exterior son particularmente ventajosas cuando en la cámara de engranaje desemboca al menos un orificio de admisión para cada una de las dos caras frontales del ensamblaje de engranajes. Los orificios de admisión a ambos lados del ensamblaje de engranajes son habituales en bombas con engranaje interior previstas para usos en intervalos de revoluciones por unidad de tiempo superiores a 7000 r.p.m., para garantizar incluso a números de revoluciones por unidad de tiempo tan elevados un llenado suficiente de las celdas de transporte en el lado de baja presión.

El al menos un orificio de salida en el lado de alta presión es más estrecho en dirección radial que el al menos un orificio de admisión, y concretamente en la profundidad radial de las cavidades que desembocan aquí en posiciones opuestas. En caso de que las cavidades desembocan en ambas caras frontales del dentado exterior y esté formado al menos un orificio de salida hacia cada una de las dos caras frontales, estos al menos dos orificios de salida también recubren las celdas de transporte en el lado de alta presión sólo hasta la base del pie de diente del dentado exterior, pero no las desembocaduras de las cavidades. A la invención le corresponde también que en caso de que las cavidades que desembocan hacia ambas caras frontales del dentado exterior sólo esté o estén formados un orificio de salida o varios orificios de salida uno detrás de otro en dirección hacia los engranajes en una de las caras frontales. La conformación de al menos un orificio de admisión, que recubre las cavidades en dirección radial por el lado de baja presión, y al mismo tiempo de al menos un orificio de salida, que no recubre las cavidades en el lado de alta presión, en cierto modo obtura, es ventajoso no sólo junto con las cavidades formadas de acuerdo con la invención, sino básicamente también con cavidades continuas en dirección axial que presentan una sección constante, por ejemplo en combinación con ranuras rectas en dirección axial.

También las reivindicaciones dependientes y sus combinaciones describen características preferidas, que también pueden completar las conformaciones anteriormente descritas o pueden ser completadas por éstas.

A continuación se describe la invención en base a un ejemplo de realización. Las características que se publican en base al ejemplo de realización perfeccionan tanto de forma individual como en cualquier combinación de características los objetos de las reivindicaciones así como las conformaciones anteriormente descritas. Se muestra:

- fig. 1 una vista de una bomba con engranaje interior,
- fig. 2 un engranaje interior con cavidades, que se extienden sólo hacia una cara frontal del engranaje,
- fig. 3 el engranaje de la fig. 2 en una vista sobre una de las caras frontales,
- fig. 4 el engranaje de las fig. 2 y 3 en una sección axial parcial en la zona de una de las cavidades,
- fig. 5 el rendimiento volumétrico representado con respecto al número de revoluciones por unidad de tiempo de una bomba con engranaje interior tradicional, y
- fig. 6 el rendimiento volumétrico representado con respecto al número de revoluciones por unidad de tiempo de una bomba con engranaje interior de acuerdo con la invención.

La fig. 1 muestra una bomba con engranaje interior con una carcasa 3, cuya tapa de carcasa ha sido retirada para dejar libre la visión a la cámara de engranaje 4. La cámara engranaje 4 es una cámara cilíndrica circular, cuyas paredes están formadas por la carcasa 3 y la tapa de carcasa retirada. Las paredes forman una superficie cilíndrica circular de revestimiento interior y dos caras frontales, enfrentadas axialmente entre sí. La vista de la fig. 1 está orientada hacia la cara frontal posterior de estas dos. La cara frontal posterior y la superficie cilíndrica circular de revestimiento interior están formadas por la carcasa y la otra de las paredes frontales está formada por la tapa de carcasa retirada.

La cámara de engranaje 4 aloja un ensamblaje de engranajes formado por dos engranajes frontales, como son un engranaje interior 1 y un engranaje exterior 2. El engranaje interior 1 está asentado de forma inmóvil con respecto al giro sobre un eje de accionamiento 8 y puede girar junto con el eje de accionamiento 8 alrededor de su eje de giro D_1 . El engranaje exterior 2 está apoyado de forma giratoria contra la superficie cilíndrica circular de revestimiento interior de la cámara de engranaje 4 alrededor de un eje de giro D_2 mediante un cojinete de deslizamiento. Los dos ejes de giro D_1 y D_2 discurren excéntricos entre sí, es decir, paralelamente desplazados, con una excentricidad "e".

El engranaje interior 1 está provisto de un dentado exterior 1a y el engranaje exterior 2 de un dentado interior 2i. Los dos dentados 1a y 2i se encuentran en un contacto engranado entre los dientes. El dentado exterior 1a tiene un diente menos que el dentado interior 2i. Los dos dentados 1a y 2i forman en el engrane unas celdas de transporte 7 entre ellos, que conducen un fluido a transportar por la bomba.

En la cámara de engranaje 4 desembocan en su superficie frontal posterior un orificio de admisión 5 y un orificio de salida 6 para el fluido. También desembocan en la superficie frontal anterior formada por la tapa de carcasa otro

orificio de admisión y otro orificio de salida, formados de la misma forma que el orificio de admisión 5 y el orificio de salida 6. El orificio de admisión 5 está conectado con una entrada de fluido a través de un canal de baja presión formado en la carcasa 3 y el orificio de salida 6 está conectado con una salida de fluido de la carcasa 3 a través de un canal de alta presión formado en la carcasa 3. El orificio de admisión formado en la tapa de carcasa también está conectado con el canal de baja presión y el orificio de salida formado en la tapa de carcasa también está conectado con el canal de alta presión.

Cada una de las celdas de transporte 7 está al menos sustancialmente hermetizada a prueba de escape de presión con respecto a sus celdas de transporte 7 adyacentes en la dirección de giro D. La hermetización del lado de alta presión de la cámara de engranaje 4 con respecto al lado de baja presión se produce en la zona de mayor engrane mediante los flancos de diente del accionamiento presionados unos contra los otros y en la zona de menor engrane mediante las cabezas de diente de los dentados 1a y 2i enfrentadas entre sí. Los engranajes 1 y 2 forman en dirección axial en sus caras frontales unas ranuras de obturación respectivamente con las paredes frontales de cámara de la cámara de engranaje 4 opuestas axialmente enfrentadas entre sí, en las que están formados los orificios de admisión y de salida. En la zona de mayor engrane y en la zona de menor engrane, las dos paredes frontales de cámara forman un nervio de obturación respectivamente. El nervio de obturación correspondiente se extiende en dirección de giro D tanto en la zona de mayor engrane como también en la zona de menor engrane entre los extremos ahí enfrentados entre sí del orificio de admisión y del orificio de salida y divide en base a su efecto de obturación los orificios correspondientes y de este modo finalmente el lado de baja presión del lado de alta presión.

Para el transporte de fluido, el eje de accionamiento 8 hace girar el engranaje interior 1, por ejemplo en la dirección de giro D representada, y arrastra al engranaje exterior 2 en la misma dirección de giro D debido al contacto engranado entre los dientes. Durante el movimiento de giro aumenta el tamaño de las celdas de transporte 7 partiendo desde una zona de mayor engrane, en dirección de giro D, hasta una zona de menor engrane, y vuelven a reducir su tamaño desde la zona de menor engrane hasta la zona de mayor engrane. Mediante las celdas de transporte 7 que aumentan su tamaño se forma un lado de baja presión en la cámara de engranaje 4 y mediante las celdas de transporte 7 que reducen su tamaño se forma un lado de alta presión en la cámara de engranaje 4.

Cuando se hace girar ambos engranajes 1 y 2, por el lado de baja presión se aspira fluido a través del orificio de admisión 5 y del orificio de admisión opuesto en la tapa de carcasa debido a las celdas de transporte 7 que allí se expanden, y se transporta en las celdas de transporte 7 a través de la zona de menor engrane hasta el lado de alta presión. En el lado de alta presión se reduce el tamaño de las celdas de transporte 7 de tal forma que el fluido se desaloja a través del orificio de salida 6 y del orificio de salida opuesto conformado en la tapa de carcasa debido al aumento de la presión, y circula a través del canal de alta presión situado a continuación de estos dos orificios de salida hacia la salida de la carcasa y finalmente hasta un grupo a alimentar con el fluido.

El engranaje interior 1 de la bomba de engranaje interior está representado en la fig. 2 en una representación en perspectiva y en la fig. 3 en detalle en la vista de la fig. 1. En cada uno de los pies de diente del dentado exterior 1a están formadas dos cavidades 10, que se extienden desde un nervio 11 axial central partiendo en dirección axial hasta cada una de las dos caras frontales del engranaje interior 1. Cada una de las cavidades 10 desemboca en sólo una de las caras frontales del engranaje 1. Las dos cavidades 10 formadas por cada pie de diente terminan en el pie de diente correspondiente y forman entre ellas el nervio 11. El nervio 11 que queda entre las cavidades 10 en la base de cada uno de los pies de diente puede estar formado de forma conocida como perfil de pie de diente, por ejemplo como hipocicloide. Cada uno de los nervios 11 contacta con la circunferencia de fondo F del dentado exterior 1a, es decir, los nervios 11 determinan la circunferencia de fondo F. En la figura 3 también está representado el círculo de paso W que divide el perfil del dentado exterior 1a en cabezas de diente y pies de diente.

Las cavidades 10 presentan en su sección un perfil circular con una anchura B medida en dirección perimetral. Las cavidades 10 presentan su mayor anchura B en su punto de desembocadura correspondiente en la cara frontal del engranaje interior 1. En la fig. 3 se representa por ejemplo la mayor anchura B para una de las cavidades 10. También está representada la profundidad T en el vértice del pie de diente para, por ejemplo, una de las cavidades 10. La profundidad T se mide en dirección radial y está referida al perfil del pie de diente de los nervios 11 prolongado imaginariamente en dirección axial por encima de la cavidad 10. Las cavidades 10 presentan también su mayor profundidad T en la cara frontal del engranaje interior 1, en la que desembocan. La profundidad T decrece de forma continua en dirección axial desde el punto de desembocadura en la cara frontal hasta el nervio 11.

La fig. 4 muestra una zona del engranaje interior, en la que está formada una cavidad 10, en una sección. El plano de corte es el plano axial/radial, que divide la cavidad 10 en dos mitades iguales. La cavidad 10 presenta en este plano de corte su mayor profundidad T correspondiente en el plano de sección perpendicular al plano de corte axial/radial. La cavidad 10 se aplanamente continuamente desde la cara frontal del engranaje interior 1 hasta el nervio 11 bajo un ángulo de inclinación α . La trayectoria de aplanamiento de la cavidad 10 es también degresiva en pequeña medida, es decir, el ángulo de inclinación α , medido con respecto a la prolongación axial del perfil del pie de diente del nervio 11, decrece también gradualmente desde la cara frontal hasta el nervio 11. En cualquier caso, la cavidad 10 penetra en el nervio 11 de forma oblicua, es decir, el ángulo de inclinación α es distinto de "0" en la zona de

transición entre la cavidad 10 y el nervio 11.

5 Tal y como se puede observar de la mejor forma en la fig. 2, las cavidades 10 están formadas por una superficie de revestimiento lisa en la base y por cada uno de los pies de diente. Las cavidades 10 son cónicas con una zona de transición circular en una vista radial desde arriba hacia el perfil de pie de diente formado por el nervio 11 correspondiente. La generatriz formada por el cono de cada una de las cavidades 10 está ligeramente curvada debido al ángulo de inclinación α variable. Por ello, la forma también se podría denominar como hiperboloide. También sería posible una forma cónica recta. La forma cóncava en dirección axial radialmente hacia afuera de las cavidades 10 proporciona no obstante una proporción ventajosamente grande entre la superficie de sección de desembocadura y el volumen por cada cavidad 10.

15 En el ejemplo de realización, las cavidades 10 están formadas exactamente en el vértice de los pies de diente, con el plano axial/radial que corta la circunferencia de fondo F en el vértice como plano de simetría. No obstante, también resultan imaginables otras formas diferentes de éstas. En cualquier caso resulta ventajoso que las desembocaduras de las cavidades 10 estén conformadas y dispuestas de este modo en la cara frontal del engranaje interior 10. Sin embargo, partiendo de estas desembocaduras, las cavidades 10 también pueden discurrir hacia afuera en cualquier caso de forma recta, oblicua o en forma de arco con respecto a la axial con respecto al nervio 11 correspondiente, para influir en las proporciones del flujo de entrada en la celda de transporte 7 correspondiente.

20 El orificio de admisión 5 y el orificio de salida 6 están escotados a modo de orificios reniformes en la pared frontal posterior de la cámara. Cada uno de ellos se extiende en dirección perimetral a lo largo de varias celdas de transporte 7, recubriendo radialmente las celdas de transporte 7 correspondientes. El orificio de admisión 5 recubre además radialmente también las cavidades 10. El orificio de salida 6 se extiende radialmente sólo hasta la circunferencia de fondo del dentado exterior 1a, de tal forma que no se desaloja ningún fluido directamente de las cavidades 10. Lo dicho para el orificio de admisión 5 y para el orificio de salida 6 también aplica para el orificio de admisión y el orificio de salida igualmente existentes en la tapa de carcasa retirada. En la tapa de carcasa puede haber, aunque no es necesario que esté formado ningún orificio de salida. Por lo tanto, en el movimiento de giro de los engranajes 1 y 2 las cavidades 10 acarician el orificio de admisión 5 y el orificio de admisión opuesto enfrentado axialmente en la tapa de carcasa.

30 En las fig. 5 y 6 se representa el rendimiento volumétrico E con respecto al número de revoluciones por unidad de tiempo R del engranaje 1 accionado. La fig. 5 muestra el desarrollo del rendimiento volumétrico E para una bomba con engranaje interior con un ensamblaje de engranajes sin cavidades, y la fig. 6 muestra en comparación el rendimiento volumétrico E para una bomba con engranaje interior de acuerdo con la invención. En el ejemplo representado, la bomba con engranaje interior forma la bomba de aceite lubricante para un motor de pistón de combustión de un vehículo automóvil o de un camión. Este es un ejemplo de uso particularmente preferido para una bomba de engranaje interior de acuerdo con la invención. La situación de montaje de la bomba es para ello tal que el engranaje accionado, en el ejemplo el engranaje interior 1, se acciona con un número de revoluciones por unidad de tiempo R que llega hasta las 14.000 revoluciones por minuto (r.p.m.), es decir, es accionado desde un cigüeñal del motor con un número de revoluciones por unidad de tiempo multiplicado con respecto al cigüeñal. A partir de un número de revoluciones de accionamiento de aproximadamente 7.000 r.p.m. se presenta en la bomba tradicional la cavitación. Una flecha K indica el comienzo de la cavitación. A medida que aumenta el número de revoluciones desciende el rendimiento volumétrico E.

45 En la fig. 6 se representa a modo comparativo el rendimiento volumétrico E de una bomba con engranaje interior constructivamente idéntica a excepción de las cavidades 10 de acuerdo con la invención. El comienzo de la cavitación K se puede desplazar claramente hacia números de revoluciones más elevados. En el caso comparativo, el comienzo de la cavitación K se podría desplazar a un número de revoluciones aproximadamente 2.000 r.p.m. superior. Asimismo, el rendimiento volumétrico E se reduce de forma menos acusada en el intervalo de número de revoluciones situado a continuación del anteriormente mencionado a pesar de la cavitación, que en la bomba con engranaje interior tradicional sin cavidades.

REIVINDICACIONES

1. Bomba con engranaje interior que comprende:

- 5 a) una carcasa (3),
- b) una cámara de engranaje (4) formada en la carcasa (3), que presenta un orificio de admisión (5) en el lado de baja presión y un orificio de salida (6) en el lado de alta presión para un fluido,
- 10 c) un engranaje interior (1) alojado en la cámara de engranaje (4), que puede girar alrededor de un eje de giro (D_1), así como un dentado exterior (1a),
- d) un engranaje exterior (2) alojado en la cámara de engranaje (4), que presenta un dentado interior (2i), que está en contacto engranado con el dentado exterior (1a) y que para un accionamiento giratorio de los engranajes (1, 2) forma junto con el dentado exterior unas celdas de transporte (7) que se expanden en el lado de baja presión y que se comprimen en el lado de alta presión,
- 15 e) presentando el dentado interior (2i) del engranaje exterior (2) al menos un diente más que el dentado exterior (1a) del engranaje interior (1),
- 20 f) y estando formada, en cada uno de los pies de diente del dentado exterior (1a), al menos una cavidad (10) en la base del pie de diente, que se extiende hasta la cara frontal del dentado exterior (1a) y que presenta en la cara frontal una profundidad (T) radial mayor que en una zona de la base del pie de diente interior separada axialmente de la cara frontal,
- 25 g) y recubriendo el orificio de admisión (5), axialmente opuesto enfrenteado de la cara frontal del dentado exterior (1a), las celdas de transporte (7) y las cavidades (10),
- caracterizada porque**
- 30 h) el orificio de salida (6) axialmente opuesto enfrenteado a la cara frontal del dentado exterior (1a) recubre las celdas de transporte (7), pero no las cavidades (10) en el lado de alta presión.

35 2. Bomba con engranaje interior según la reivindicación 1, **caracterizada porque** en pies de diente del dentado exterior (1a) está formada al menos una cavidad (10) en cada base de pie de diente, que se extiende hasta la otra cara frontal del dentado exterior (1a) y que presenta una profundidad (T) radial mayor en la otra cara frontal que en una zona de la base del pie de diente interior separada axialmente de la cara frontal.

40 3. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la profundidad (T) de las cavidades (10) aumenta de forma continua hacia la cara frontal.

4. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cavidades (10) son cóncavas en dirección axial radialmente hacia el exterior.

45 5. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cavidades (10) se extienden hasta un nervio (11) que queda de un perfil de diente en la zona interior de la base del pie de diente correspondiente, que forma preferentemente la mitad axial del dentado exterior (1a).

50 6. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cavidades (10) se ensanchan hacia la cara frontal, hasta la que se extienden.

7. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cavidades (10) presentan una sección cóncava en dirección radial hacia afuera.

55 8. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cavidades (10) son hiperboloides.

9. Bomba con engranaje interior según una de las reivindicaciones 1 a 3 ó 5 a 7, **caracterizada porque** las cavidades son cónicas con una generatriz que es recta o curvada en dirección axial.

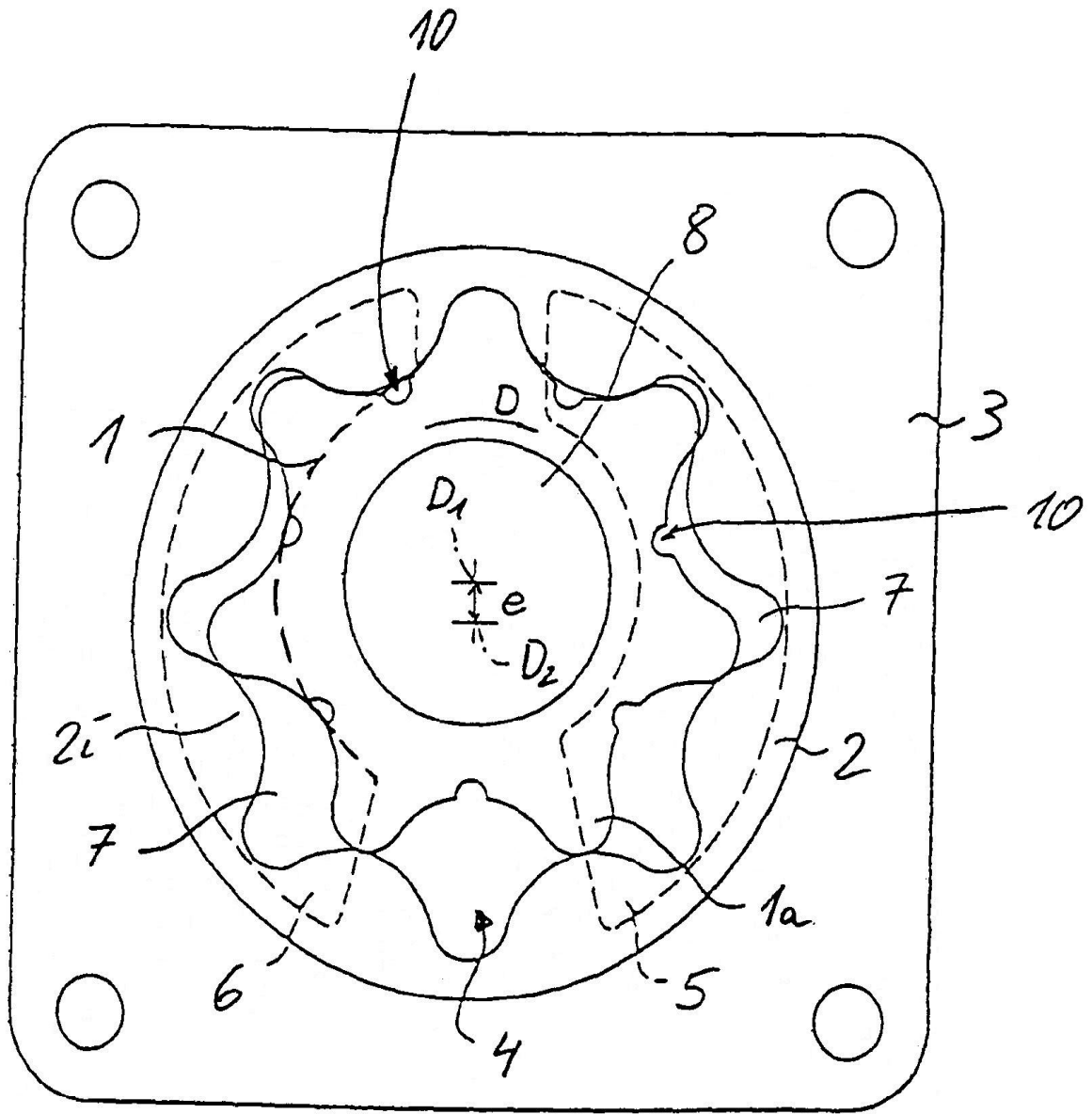


Fig. 1

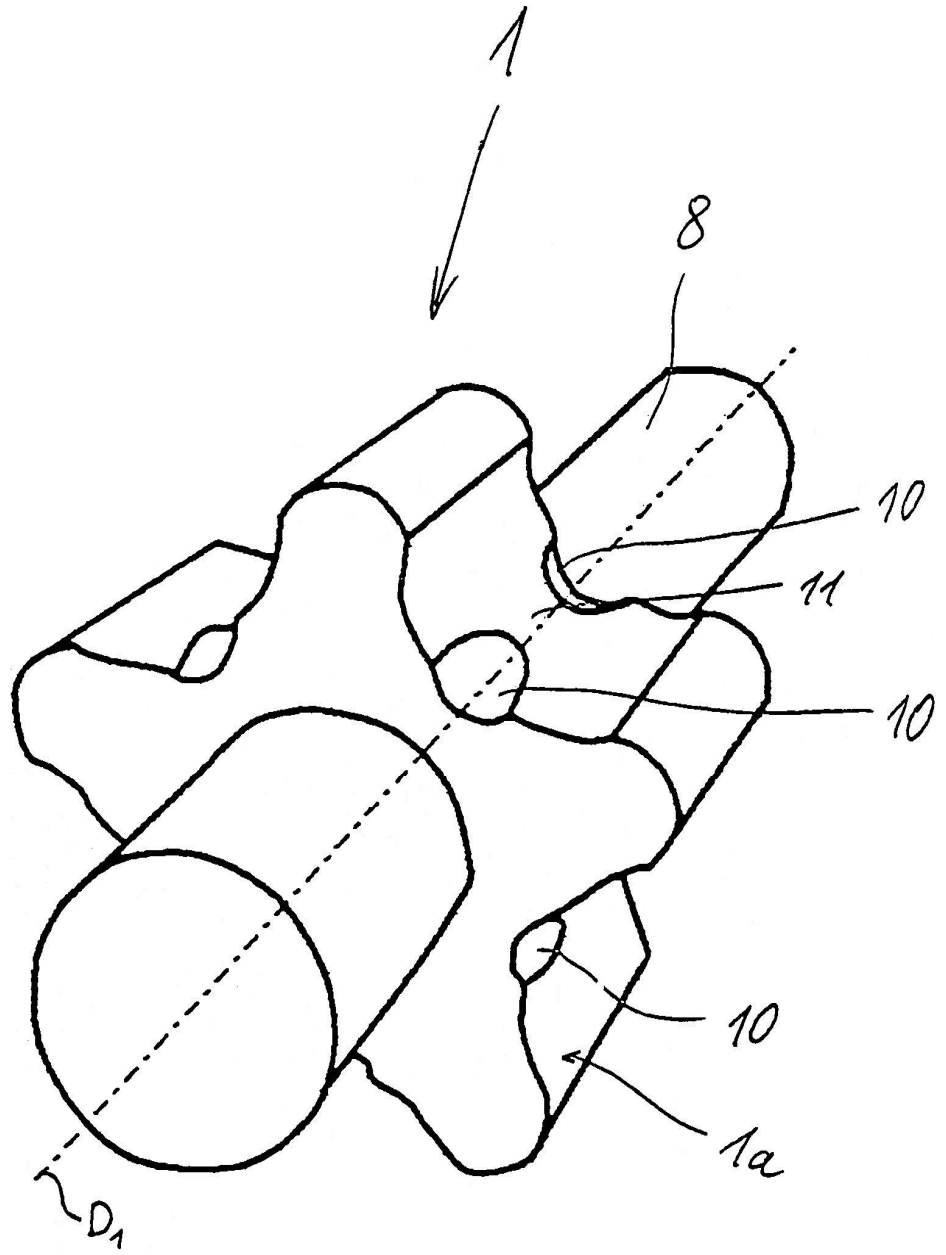


Fig. 2

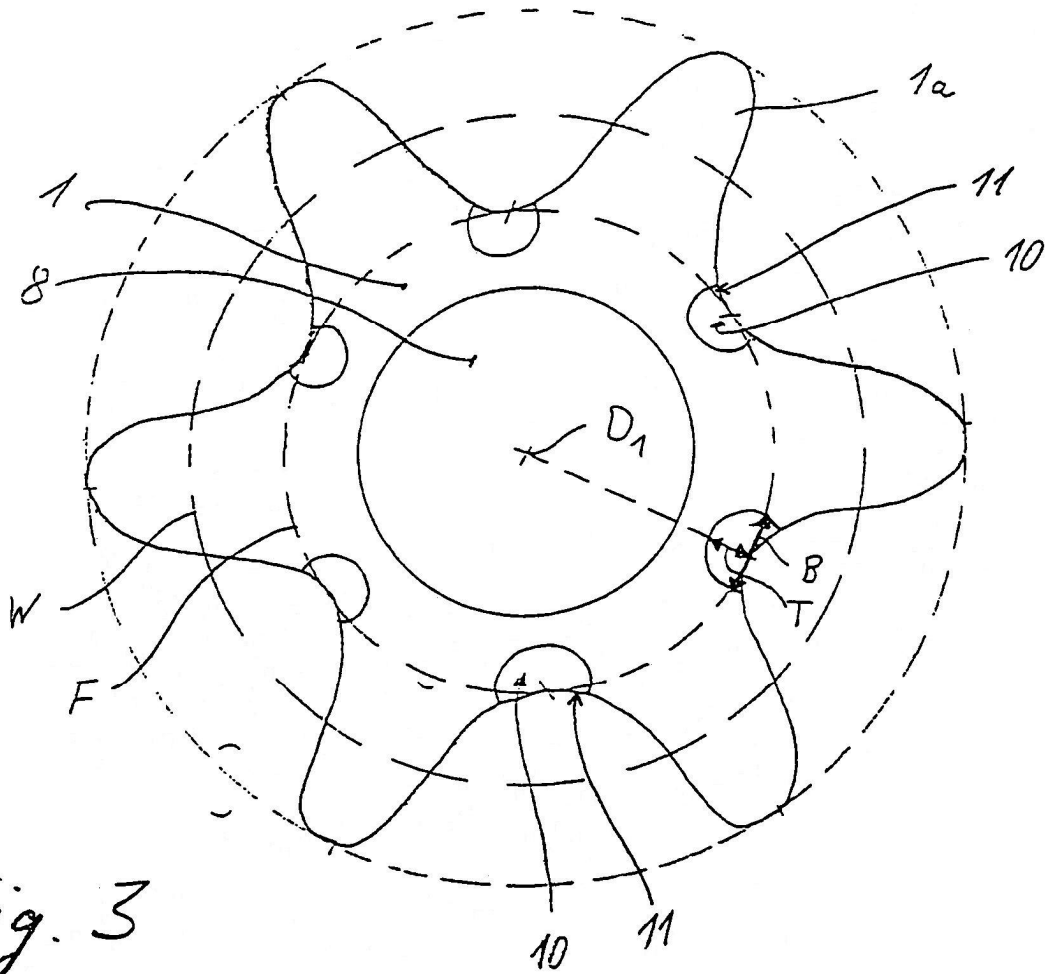


Fig. 3

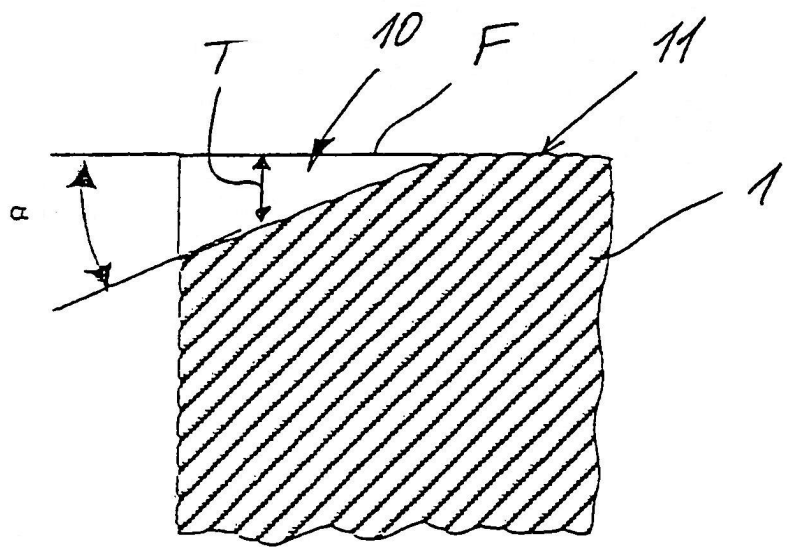


Fig. 4

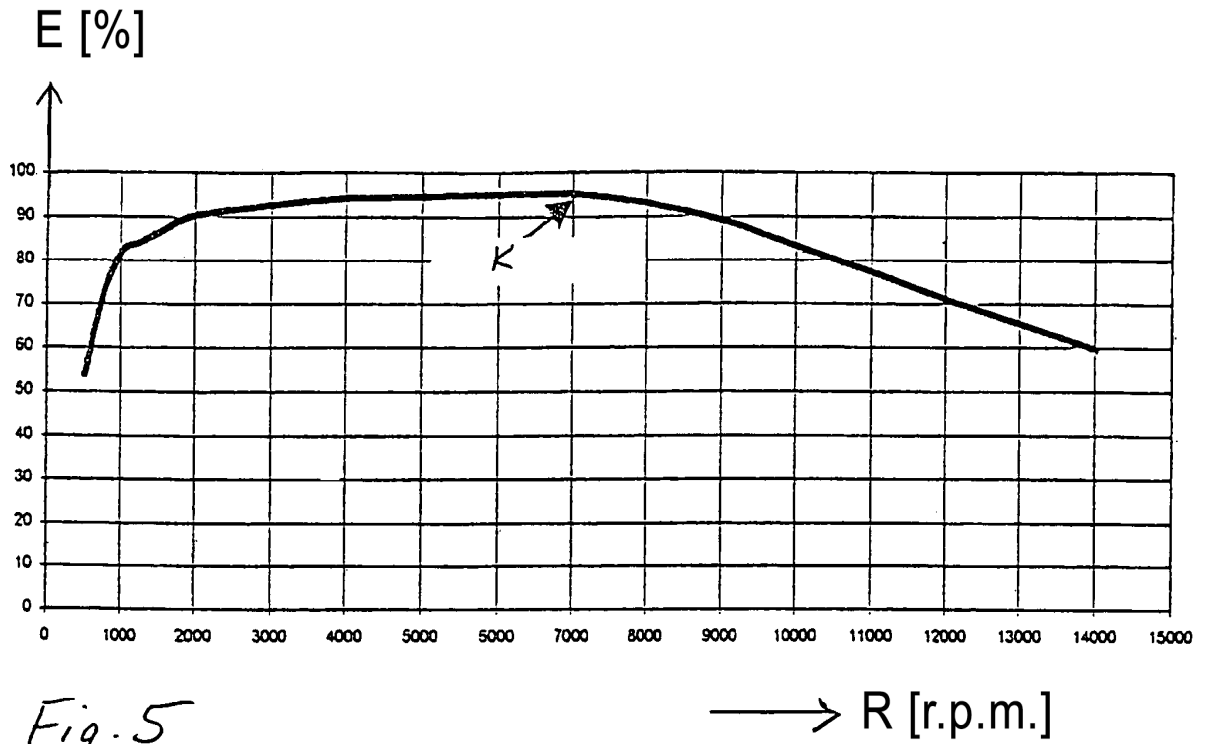


Fig. 5

→ R [r.p.m.]

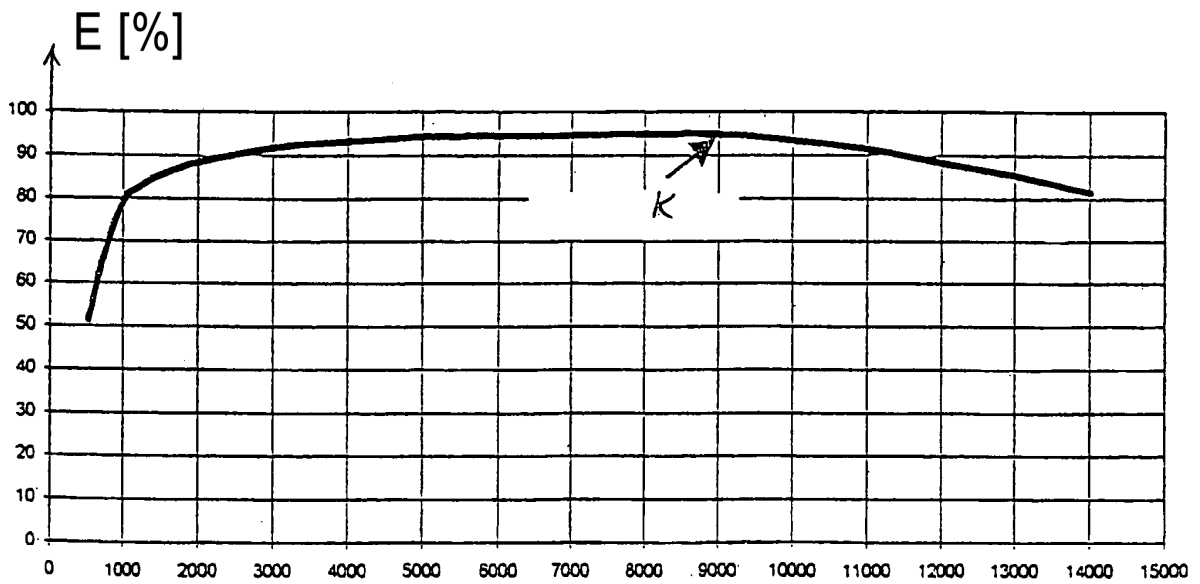


Fig. 6

→ R [r.p.m.]