

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 432**

51 Int. Cl.:

F04C 2/08 (2006.01)

F04C 2/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2009 PCT/JP2009/063779**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2010 WO10016473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2009 E 09804956 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2206923**

54 Título: **Rotor de bomba de engranajes internos, y bomba de engranajes internos que utiliza el rotor**

30 Prioridad:

08.08.2008 JP 2008205311

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

27.02.2018

73 Titular/es:

**SUMITOMO ELECTRIC SINTERED ALLOY, LTD.
(100.0%)
2901, Nariwa Nariwa-cho Takahashi-shi
Okayama-ken 716-0192, JP**

72 Inventor/es:

**UOZUMI MASATO;
SASAKI HARUMITSU;
YOSHIDA KENTARO y
EGAMI YUICHIROU**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 656 432 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

Rotor de bomba de engranajes internos, y bomba de engranajes internos que utiliza el rotor

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un rotor de bomba de engranajes internos incluyendo en combinación un rotor interno y un rotor externo cuyos números de dientes difieren en uno, y a una bomba de engranajes internos que usa el rotor. Más específicamente, la presente invención puede aumentar la cantidad de descarga teórica de la bomba permitiendo flexibilidad al establecer la profundidad y el número de dientes.

Técnica anterior

Las bombas de engranajes internos se usan, por ejemplo, como bombas de aceite para la lubricación del motor de un coche y para una transmisión automática (TA). En algunos rotores de bomba adoptados en las bombas de engranajes internos, se combinan rotores interno y externo, cuyos números de dientes difieren en uno. Además, en algunos rotores de este tipo, el perfil de diente del rotor está formado por una curva trocoidal, véase, por ejemplo, el Documento de Patente 2, o el perfil de diente del rotor está formado por una curva cicloidal, véase, por ejemplo, el Documento de Patente 3.

Como se representa en la figura 15, un perfil de diente que usa una curva trocoidal se forma usando un círculo base E y un círculo rodante F que no desliza, sino que rueda sobre el círculo base E. Más específicamente, una curva trocoidal TC es trazada por un lugar geométrico de un punto en un radio a una distancia e (= cantidad de excentricidad entre los centros de un rotor interno y un rotor externo) desde el centro del círculo rodante F, y un perfil de diente de un rotor interno 2 es formado por una envolvente de un grupo de arcos de un círculo de lugar geométrico G que se desplaza en la curva trocoidal TC, tiene el centro en la curva trocoidal, y tiene un diámetro fijo (véase el Documento de Patente 1 siguiente).

En cuanto a un perfil de diente definido por una curva cicloidal, un perfil de diente de un rotor interno está formado por un círculo base, un lugar geométrico de un punto en la circunferencia de un círculo externamente rodante que no desliza, sino que rueda en el círculo base estando al mismo tiempo circunscrito alrededor del círculo base, y un lugar geométrico de un punto en la circunferencia de un círculo internamente rodante que no desliza, sino que rueda en el círculo base estando al mismo tiempo inscrito en el círculo base.

Documentos de la técnica relacionada

Documentos de patente

Documento de Patente 1: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 61-201892,

Documento de Patente 2: Solicitud de Patente europea número EP1380753,

Documento de Patente 3: Solicitud de Patente europea número EP1382852.

45 Resumen de la invención**Problemas a resolver con la invención**

Para un perfil de diente que usa una curva trocoidal, se establecen un círculo base E, un círculo rodante F, un círculo de lugar geométrico G y una cantidad de excentricidad e . Aunque solamente hay que aumentar la profundidad de diente con el fin de aumentar la cantidad de descarga de una bomba que tiene el perfil de diente, cuando la cantidad de excentricidad e entre el rotor interno y un rotor externo se incrementa para aumentar la profundidad de diente, la anchura de diente es demasiado pequeña o es imposible diseñar el perfil de diente. Por lo tanto, la cantidad de excentricidad e está restringida, y la profundidad de diente está limitada. Por esta razón, es difícil satisfacer la demanda de aumentar la cantidad de descarga.

Además, incluso cuando la profundidad de diente sigue siendo la misma, la cantidad de descarga se puede incrementar aumentando el número de dientes. Sin embargo, cuando se aumenta el número de dientes, se incrementa la dimensión radial del rotor. Así, es difícil satisfacer la demanda de aumentar la cantidad de descarga sin cambiar el diámetro exterior del rotor.

Esto también se aplica a una bomba de engranajes internos que adopta un perfil de diente definido usando una curva cicloidal. En la bomba de este tipo, el número de dientes del rotor se determina por el diámetro de un círculo base y los diámetros de un círculo externamente rodante y un círculo internamente rodante que forman el perfil de diente rodando en el círculo base sin deslizar encima. Además, dado que la profundidad de diente del rotor se determina por los diámetros del círculo externamente rodante y el círculo internamente rodante, la cantidad de

descarga de la bomba depende de los diámetros del círculo base y los círculos rodantes. Por esta razón, el grado de flexibilidad al establecer la profundidad de diente y el número de dientes es bajo, y es difícil satisfacer la demanda de aumentar la cantidad de descarga de la bomba.

5 Además, en la bomba de engranajes internos, cuando aumenta el número de dientes, aumenta el número de operaciones de descarga de una cámara de bomba (cámara de bombeo) realizadas durante una rotación del rotor interno. Por lo tanto, la pulsación de la presión de descarga disminuye. Sin embargo, cuando el número de dientes se incrementa al mismo tiempo que se cumple la cantidad de descarga en la bomba convencional de engranajes internos, como se ha descrito anteriormente, el tamaño del rotor aumenta. Por lo tanto, se restringe el aumento del número de dientes.

10 Un objeto de la presente invención es aumentar la cantidad de descarga de una bomba y suprimir la pulsación de descarga permitiendo flexibilidad al establecer la profundidad de diente de un rotor de bomba que incluye en combinación un rotor interno y un rotor externo cuyos números de dientes difieren en uno.

15 **Medio para resolver los problemas**

Con el fin de lograr el objeto anterior, en la presente invención, un método de formar un perfil de diente de un rotor de bomba de engranajes internos se define con la terminología de la reivindicación 1.

20 Como los círculos de formación B y C, son concebibles dos círculos, es decir, un círculo cuyo centro se desplaza desde el punto de inicio de desplazamiento al punto de fin de desplazamiento manteniendo fijo al mismo tiempo su diámetro B_d o C_d , y un círculo cuyo centro se desplaza desde el punto de inicio de desplazamiento al punto de fin de desplazamiento al mismo tiempo que disminuye su diámetro B_d o C_d . Un círculo apropiado de los círculos de formación puede seleccionarse en consideración al rendimiento requerido de la bomba.

25 En el rotor de bomba de engranajes internos, preferiblemente, los centros pan de los círculos de formación se desplazan en curvas AC_1 y AC_2 donde una tasa de cambio ΔR de las distancias entre el centro de rotor interno O_i y los centros de los círculos de formación es 0 en los puntos de fin de desplazamiento L_a y L_b .

30 Preferiblemente, las curvas AC_1 y AC_2 son curvas que usan una función del seno. Por ejemplo, las curvas AC_1 y AC_2 son curvas en las que la tasa de cambio ΔR de la distancia desde el centro de rotor interno O_i satisface la expresión siguiente:

35
$$\Delta R = R_x \text{sen}(\pi/2xm/S)$$

donde S es el número de pasos y $m = 0 \rightarrow S$.

40 Suponiendo que una línea recta que conecta el punto de referencia J en el círculo base A y el centro de rotor interno O_i se designa como L_1 , una parte superior de cabeza T_{BT} se pone en una línea recta L_2 girada un ángulo θ_T desde la línea recta L_1 , y una parte inferior de pie T_B se pone en una línea recta L_3 girada un ángulo θ_B desde la línea recta L_1 . Además, el ángulo θ_T entre la línea recta L_1 y la línea recta L_2 y el ángulo θ_B entre la línea recta L_1 y la línea recta L_3 se ponen en consideración, por ejemplo, al número de dientes y la relación de zonas de establecimiento de una altura de cabeza y una altura de pie.

45 El punto de inicio de desplazamiento Sp_a del centro del círculo de formación de cabeza B y el punto de inicio de desplazamiento Dp_b del centro del círculo de formación de pie C están en la línea recta L_1 . Además, sus puntos de fin de desplazamiento L_a y L_b están en las líneas rectas L_2 y L_3 , respectivamente.

50 También se puede proporcionar un rotor de bomba de engranajes internos incluyendo un rotor interno que tiene el perfil de diente antes descrito y el rotor externo siguiente en combinación.

Un perfil de diente del rotor externo se determina por los pasos siguientes:

55 Un centro O_i del rotor interno hace una revolución en un círculo S centrado en el centro del rotor externo y que tiene un diámetro $(2e+t)$.

Durante esto, el rotor interno hace una rotación $1/n$.

60 Se traza una envolvente de un grupo de curvas de perfil de diente formada por la revolución y rotación del rotor interno.

La envolvente así determinada sirve como el perfil de diente.

65 Aquí:

e: cantidad de excentricidad entre el centro del rotor interno y el centro del rotor externo

t: holgura de punta

5 n: número de dientes del rotor interno

Aquí, la holgura de punta se define como sigue:

10 Primero, el rotor interno se pone en un estado en el que el centro de rotor interno está en el origen y una parte superior de cabeza del rotor interno está en una zona negativa en el eje Y que pasa a través del origen.

15 A continuación, el rotor externo se pone en un estado en el que el centro del rotor externo está en un punto en el eje Y a una distancia, que es igual a la cantidad de excentricidad e, del origen y una parte superior de cabeza del rotor externo encuentra la parte superior de cabeza del rotor interno en la zona negativa en el eje Y.

20 Entonces, a partir de este estado, el centro de rotor externo se desplaza en el eje Y alejándose del centro de rotor interno hasta que el perfil de diente del rotor interno y el perfil de diente del rotor externo entran en contacto uno con otro. En una posición de medición de una holgura de punta formada de esta forma, la holgura formada entre la parte superior de cabeza del rotor interno en el eje Y y la parte superior de cabeza del rotor externo en el eje Y sirve como la holgura de punta t.

También se puede disponer allí una bomba de engranajes internos en la que el rotor de bomba de engranajes internos antes descrito se contiene en una cámara de alojamiento de rotor dispuesta en un alojamiento de bomba.

25 Cuando el círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C tienen diámetros que cambian durante el movimiento, los diámetros $B_{d_{max}}$ y $C_{d_{max}}$ de los círculos de formación en los puntos de inicio de desplazamiento se establecen en consideración de la profundidad de diente deseada. Suponiendo que las cantidades de cambio de diámetro de los círculos de formación entre los puntos de inicio de desplazamiento y los puntos de fin de desplazamiento son ΔB_d y ΔC_d , la altura de cabeza y la profundidad de pie para determinar la profundidad de diente vienen dadas por las expresiones siguientes:

$$\text{Altura de cabeza} = R + (B_d/2) + \{(B_d - \Delta B_d)/2\}$$

35 $\text{Profundidad de pie} = R + (C_d/2) + \{(C_d - \Delta C_d)/2\}$

40 En estas dos expresiones, R, B_d , ΔB_d , C_d y ΔC_d son valores numéricos que se pueden poner de forma arbitraria. Los valores adecuados de R, B_d , ΔB_d , C_d y ΔC_d pueden hallarse, por ejemplo, produciendo algunos modelos de perfil de diente en los que estos valores se cambian de varias formas en consideración de la tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R y seleccionando el mejor de los modelos.

45 Los diámetros apropiados de los círculos de formación B y C en los puntos de fin de desplazamiento L_{pa} y L_b son superiores o iguales a 0,2 veces los diámetros en los puntos de inicio de desplazamiento S_{pa} y D_{pb} y menores o iguales a los diámetros en los puntos de inicio de desplazamiento S_{pa} y D_{pb} .

45 Ventajas

50 Por ejemplo, se trata un perfil de diente usando una curva cicloidal por un lugar de un punto en cada uno de un círculo internamente rodante y un círculo externamente rodante con un diámetro fijo que ruedan en un círculo base que tiene un diámetro fijo. Para establecer el perfil de diente, el círculo internamente rodante y el círculo externamente rodante deben desplazarse alrededor del círculo base efectuando el mismo número de rotaciones que el número de dientes. Por esta razón, la forma del rotor se determina por el diámetro del círculo base, los diámetros de los círculos rodantes y el número de dientes. Dado que la profundidad de diente se determina por los diámetros de los círculos rodantes, no hay flexibilidad al cambiar la profundidad de diente. Esto se aplica también a un perfil de diente formado usando una curva trocoidal.

55 En contraposición, en el rotor de bomba de engranajes internos del autor de la presente invención, en el perfil de diente de al menos una de la altura de cabeza y la altura de pie del rotor interno, el círculo de formación no rueda en el círculo base que tiene un diámetro fijo. Aunque el círculo de formación gira el ángulo θ a una velocidad angular constante, no rueda en el círculo base.

60 En las figuras 2 o 4, una distancia R_0 desde un centro de rotor interno de O_i al punto de inicio de desplazamiento de un círculo de formación de cabeza B (= un punto de inicio de desplazamiento S_{pa} del centro del círculo), una distancia r_0 desde el centro de rotor interno O_i a un punto de inicio de desplazamiento de un círculo de formación de pie C (= un punto de inicio de desplazamiento D_{pb} del centro del círculo), una distancia R_1 desde el centro de rotor interno O_i al centro de un círculo de formación de cabeza B (= un punto de fin de desplazamiento L_{pa}) en la línea recta L_2 , y una distancia r_1 desde el centro de rotor interno O_i al centro del círculo de formación de pie C (= un punto

de fin de desplazamiento L_b) en la línea recta L_3 se ponen de forma arbitraria. La profundidad de diente se puede cambiar de forma arbitraria cambiando una diferencia de distancia entre R_0 y R_1 y una diferencia de distancia entre r_0 y r_1 , es decir, las distancias de desplazamiento radial R de los círculos de formación de cabeza y pie.

5 En particular, la profundidad de diente se puede incrementar libremente poniendo las distancias de desplazamiento radial R a cero o más. El aumento de la profundidad de diente incrementa la capacidad de una cámara de bomba definida entre los dientes del rotor interno y el rotor externo, y por ello incrementa la cantidad de descarga de la bomba.

10 En el rotor de bomba de engranajes internos de la presente invención, dado que condiciones, tales como los diámetros de los círculos de formación, las distancias de desplazamiento radial de los círculos de formación, y la tasa de cambio de las distancias, se pueden poner libremente, el grado de flexibilidad al diseñar el perfil de diente también se incrementa.

15 En particular, cuando los perfiles de diente de la altura de cabeza y la altura de pie del rotor interno se forman usando los círculos de formación que se desplazan mientras cambian sus diámetros, pueden cambiarse cambiando las cantidades de cambio de diámetro desde los puntos de inicio de desplazamiento a los puntos de fin de desplazamiento de los círculos de formación. Por lo tanto, el grado de flexibilidad al diseñar el perfil de diente se incrementa más.

20 En la descripción siguiente se darán detalles de las líneas rectas L_1 a L_3 , el punto de inicio de desplazamiento S_{pa} y el punto de fin de desplazamiento L_{pa} del centro del círculo de formación de cabeza B , el punto de inicio de desplazamiento D_{pb} y el punto de fin de desplazamiento L_b del centro del círculo de formación de pie C , y las distancias R_0 , R_1 , r_0 y r_1 .

25 En el perfil de diente formado usando el perfil de diente de una curva cicloidal, la profundidad de diente, que es la suma de los diámetros del círculo internamente rodante y el círculo externamente rodante, es el doble de la cantidad de excentricidad entre el rotor interno y el rotor externo (a continuación se denomina simplemente la cantidad de excentricidad). Además, como se ha descrito anteriormente, para establecer el perfil de diente, el círculo internamente rodante y el círculo externamente rodante deben desplazarse alrededor del círculo base haciendo el mismo número de rotaciones que el número de dientes. Así, si se determinan el diámetro del círculo base y la cantidad de excentricidad, el número de dientes también se determina. Por esta razón, no hay flexibilidad al diseñar el número de dientes cuando el tamaño del rotor no se cambia. Esto también se aplica a un perfil de diente formado usando una curva trocoidal. En contraposición, el rotor de bomba de la presente invención no tiene ningún concepto de un círculo base, y el número de dientes puede determinarse, independientemente del círculo base y la cantidad de excentricidad. Por esta razón, hay flexibilidad al establecer el número de dientes. Por lo tanto, es posible reducir la pulsación de descarga de la bomba incrementando el número de dientes.

Breve descripción de los dibujos

40 [Figura 1] La figura 1(a) es una vista frontal de extremo de un ejemplo de un rotor de bomba según la presente invención, y la figura 1(b) es una vista frontal de extremo que representa un estado en el que una cámara de bomba del rotor está encerrada.

45 [Figura 2] La figura 2 es una vista explicativa que muestra un método para formar un perfil de diente de un rotor interno usando círculos de formación que tienen un diámetro fijo.

[Figura 3] La figura 3 es una vista gráfica que representa un estado de desplazamiento del centro de un círculo de formación de cabeza que tiene un diámetro fijo.

50 [Figura 4] La figura 4 es una vista explicativa que representa un método para formar un perfil de diente de un rotor interno usando círculos de formación cuyos diámetros cambian.

[Figura 5] La figura 5 es una vista gráfica que representa un estado de desplazamiento del centro de un círculo de formación de cabeza cuyos diámetros cambian.

60 [Figura 6] La figura 6(a) es una vista frontal de extremo de un rotor de bomba según otra realización de la presente invención (las alturas de cabeza de un rotor interno se forman usando un círculo de formación de cabeza que tiene un diámetro fijo), y la figura 6(b) es una vista frontal de extremo que representa un estado en el que una cámara de bomba del rotor está encerrada.

[Figura 7] La figura 7(a) es una vista frontal de extremo de un rotor de bomba según otra realización de la presente invención (las alturas de cabeza de un rotor interno se forman usando un círculo de formación de cabeza que tiene un diámetro fijo), y la figura 7(b) es una vista frontal de extremo que representa un estado en el que una cámara de bomba del rotor está encerrada.

65

[Figura 8] La figura 8 es una vista frontal de extremo de un ejemplo de un rotor de bomba en el que las alturas de cabeza de un rotor interno se forman usando un círculo de formación cuyo diámetro cambia.

[Figura 9] La figura 9 es una vista que representa un método para formar un perfil de diente de un rotor externo.

[Figura 10] La figura 10 es una vista frontal de extremo de una bomba de engranajes internos que adopta el rotor de bomba representado en la figura 1, del que se ha quitado una cubierta de un alojamiento.

[Figura 11] La figura 11 es una vista que representa un perfil de diente de un rotor de bomba de una primera realización usado en un ejemplo.

[Figura 12] La figura 12 es una vista que representa un perfil de diente de un rotor de bomba de una segunda realización usado en un ejemplo.

[Figura 13] La figura 13 es una vista que representa un perfil de diente de un rotor de bomba de una tercera realización usado en un ejemplo.

[Figura 14] La figura 14 es una vista que representa un perfil de diente de un rotor de bomba de una cuarta realización usado en un ejemplo.

[Figura 15] La figura 15 es una vista explicativa que representa un método para formar un perfil de diente usando una curva trocoidal.

[Figura 16] La figura 16 es una vista frontal de extremo de un rotor convencional en el que se usa una curva trocoidal para un perfil de diente de un rotor interno.

[Figura 17] La figura 17 es una vista que representa un perfil de diente definido por una curva cicloidal en un rotor de bomba de un primer ejemplo comparativo usado en un ejemplo.

Modos de llevar a la práctica la invención

Un rotor de bomba según una realización se describirá a continuación con referencia a las figuras 1 a 14 anexas. Un rotor de bomba 1 representado en la figura 1 se forma combinando un rotor interno 2 que tiene un número n de dientes ($n = 6$ en las figuras) y un rotor externo 3 que tiene un número $(n+1)$ de dientes. El número de referencia 2a denota una altura de cabeza del rotor interno 2, y 2b denota una altura de pie del rotor interno 2. El rotor interno 2 tiene un agujero de eje 2c en su centro.

Un perfil de diente del rotor interno 2 se forma usando un círculo base A que es concéntrico con el rotor interno, y un círculo de formación B y/o un círculo de formación de pie C que tiene un punto j que está dispuesto en su circunferencia y pasa a través de un punto de referencia J que sirve como una intersección del círculo base A y el eje Y. Como un ejemplo concreto de un perfil de diente, es concebible una combinación de alturas de cabeza y alturas de pie formadas según las condiciones siguientes. El círculo base A es un círculo que tiene un radio que se extiende desde el centro de rotor interno a un punto límite entre la altura de cabeza y la altura de pie, y el punto j empieza a desplazarse desde una posición en el círculo.

Se supone, en la figura 2, que L_1 representa una línea recta que conecta el centro de rotor interno O_1 y el punto de referencia J, L_2 representa una línea recta que conecta el centro de rotor interno O_1 a una parte superior de cabeza T_{BT} , y θ_T representa un ángulo $\angle SpaO_1T_{BT}$ formado por tres puntos, a saber, un punto de inicio de desplazamiento Spa del centro del círculo de formación de cabeza B, el centro de rotor interno de O_1 , y la parte superior de cabeza T_{BT} (un ángulo de rotación desde la línea recta L_1 a L_2).

El centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza hacia la línea recta L_2 el ángulo θ_T desde el punto de inicio de desplazamiento Spa (ésta es una posición central del círculo de formación de cabeza B en una posición donde el punto j coincide con el punto de referencia J, y el punto de inicio de desplazamiento Spa está en la línea recta L_1 en la figura 2) a un punto de fin de desplazamiento Lpa (éste está en la línea recta L_2). En este caso, la velocidad angular circunferencial del centro pan del círculo de formación de cabeza B es fija.

Durante esto, el centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza una distancia R en la dirección radial del círculo base A.

Mientras el centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza desde el punto de inicio de desplazamiento Spa al punto de fin de desplazamiento Lpa, el círculo de formación de cabeza B gira un ángulo θ y el punto j en el círculo de formación se desplaza desde el punto de referencia J a la parte superior de cabeza T_{BT} . Por un lugar del punto j desplazado durante esto, se traza la mitad de un perfil de diente de la altura de cabeza 2a del rotor interno (véase también la figura 3).

En este caso, la dirección de giro del círculo de formación de cabeza B es la misma que la dirección de movimiento del ángulo θ_T . Es decir, cuando la dirección de giro es a la derecha, la dirección de movimiento del círculo de formación de cabeza B también es a la derecha.

5 Invirtiendo la curva de perfil de diente trazada con respecto a la línea recta L_2 (de manera que sea simétrica con respecto a la línea recta L_2), se obtiene una curva de cabeza del rotor interno.

Una curva de pie puede trazarse de forma similar. Un centro pan del círculo de formación de pie C que tiene un diámetro Cd se desplaza desde un punto de inicio de desplazamiento Dpb hacia un punto de fin de desplazamiento Lb un ángulo θ_B realizando al mismo tiempo el círculo de formación de pie C para girar a una velocidad angular constante en una dirección opuesta a la dirección de giro del círculo de formación de cabeza B. En este caso, la mitad de un perfil de diente de la altura de pie del rotor interno es trazada por un lugar formado cuando un punto j en la circunferencia del círculo de formación de pie C se desplaza desde el punto de referencia J a una parte inferior de pie T_B puesta en una línea recta L_3 .

15 En la formación de perfil de diente con los métodos antes descritos, el círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C se desplazan desde los puntos de inicio de desplazamiento a los puntos de fin de desplazamiento manteniendo al mismo tiempo constantes sus diámetros Bd y Cd , y la mitad del perfil de diente de la altura de cabeza $2a$ del rotor interno es trazada por el lugar del punto j formado durante el movimiento. Sin embargo, el método de formación del perfil de diente no se limita a estos métodos. El objeto de la presente invención también se logra con un método en el que el círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C se desplazan desde los puntos de inicio de desplazamiento a los puntos de fin de desplazamiento mientras cambian sus diámetros, y las mitades de los perfiles de diente de la altura de cabeza y la altura de pie del rotor interno son trazadas por los lugares geométricos de los puntos j formados durante el movimiento.

20 Las figuras 4 y 5 muestran el principio de formación del perfil de diente usando círculos de formación cuyos diámetros cambian.

Se supone, en la figura 4, que Bd_{max} representa el diámetro del círculo de formación de cabeza B en el punto de inicio de desplazamiento, L_1 representa una línea recta que conecta el centro de rotor interno O_i y el punto de referencia J, L_2 representa una línea recta que conecta el centro de rotor interno O_i y la parte superior de cabeza T_{BT} , y θ_T representa un ángulo $\angle SpaO_iT_T$ formado por tres puntos, a saber, el punto de inicio de desplazamiento Spa del centro del círculo de formación de cabeza B, el centro de rotor interno O_i , y la parte superior de cabeza T_B (un ángulo de rotación desde la línea recta L_1 a L_2).

35 El centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza hacia la línea recta L_2 a través del ángulo de rotación θ_T desde el punto de inicio de desplazamiento Spa al punto de fin de desplazamiento (éste está en la línea recta L_2). En este caso, la velocidad angular circunferencial del centro pan del círculo de formación de cabeza B es fija.

40 Durante esto, el centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza una distancia R en la dirección radial del círculo base A.

45 El círculo de formación de cabeza B gira el ángulo θ disminuyendo al mismo tiempo su diámetro durante un período en el que el centro pan del círculo de formación de cabeza B se desplaza desde el punto de inicio de desplazamiento Spa al punto de fin de desplazamiento Lpa. Por el desplazamiento del ángulo θ , el punto j en el círculo de formación de cabeza B llega a la parte superior de cabeza T_{BT} colocada en la línea recta L_2 (ésta está en una posición donde un círculo de altura de cabeza preestablecida que tiene un diámetro D_T interseca la línea recta L_2). La mitad de un perfil de diente de una altura de cabeza $2a$ del rotor interno la traza un lugar geométrico formado cuando el punto j se desplaza durante esto. El diámetro del círculo de formación de cabeza B ha cambiado a Bd_{min} en la parte superior de cabeza T_{BT} . Según este método, el radio de curvatura de la altura de cabeza se puede hacer mayor que en el perfil de diente trazado usando un círculo de formación que tiene un diámetro fijo. Además, es posible obtener un perfil de diente en el que se reduce la diferencia entre la holgura cerca de la holgura de punta y la holgura de punta.

55 De forma similar al caso en el que el perfil de diente se forma usando el círculo de formación que tiene un diámetro fijo, la dirección de giro y la dirección de movimiento a través del ángulo θ_T del círculo de formación de cabeza B se hacen iguales, y el perfil de diente que es simétrico con respecto a la línea recta L_2 se forma invirtiendo la mitad del perfil de diente, que se traza con el método antes descrito, con respecto a la línea recta L_2 .

60 Una curva de pie puede trazarse de forma similar. Un círculo de formación de pie C que tiene un diámetro Cd en un punto de inicio de desplazamiento Dpb se hace girar a una velocidad angular constante en una dirección opuesta en la dirección de giro del círculo de formación de cabeza B, y se desplaza un ángulo θ_B desde el punto de inicio de desplazamiento Dpb hacia un punto de fin de desplazamiento Lb al mismo tiempo que disminuye su diámetro. La mitad de un perfil de diente de una altura de pie del rotor interno es trazada por un lugar geométrico formado mientras un punto j en la circunferencia del círculo de formación de pie C se desplaza desde el punto de referencia J

a una parte inferior de pie T_B puesta en la línea recta L_3 (ésta está en una posición donde un círculo de altura de pie preestablecida que tiene un diámetro D_B interseca la línea recta L_3). Trazando la mitad de perfil de diente de manera que sea simétrica con respecto a la línea recta L_2 , se puede obtener una forma de altura de pie para un diente.

5 El perfil de diente se puede formar por los métodos antes descritos preestableciendo el número de dientes n , el diámetro D_T del círculo de altura de cabeza, el diámetro D_B del círculo de altura de pie, el ángulo θ_T desde la línea recta L_1 a la línea recta L_2 ($\angle SpaO_1T_T$), el ángulo θ_B desde la línea recta L_1 a la línea recta L_3 ($\angle SpbO_1T_B$), los diámetros Bd_{max} y Cd_{max} del círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C en los puntos de inicio de desplazamiento, los diámetros ($Bd_{min} = Bd - \Delta B$) y ($Cd_{min} = Cd - \Delta Cd$) en los puntos de fin de desplazamiento, y las curvas en las que se desplazan los centros pan del círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C.

15 Preferiblemente, los centros pan del círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C se desplazan en las curvas AC_1 y AC_2 en las que la tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R es 0 en los puntos de fin de desplazamiento Lpa y Lb de los centros de los círculos de formación. En este caso, las alturas de cabeza no son puntiagudas, y la holgura cerca de la holgura de punta es estable. Esto logra los efectos de mejorar el rendimiento de descarga (incrementar la cantidad de descarga), evitando el ruido durante la operación de la bomba, y mejorando la durabilidad del rotor.

20 Preferiblemente, por ejemplo, las curvas antes descritas AC_1 y AC_2 son curvas que usan una función del seno (la tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R se expresa por la expresión siguiente):

$$\Delta R = R_x \text{sen}(\pi/2xm/S)$$

25 donde S es el número de pasos y $m = 0 \rightarrow S$.

Haciendo esto, la tasa de cambio ΔR es cero cuando $m = S$, y se puede trazar una curva suave. En este caso, una cantidad de desplazamiento $\Delta\theta$ en la dirección circunferencial del centro pan del círculo de formación viene dada como sigue:

$$\Delta\theta = \theta_T/S$$

35 Además de la sinusoides que es preferible, una curva de coseno, una curva más alta, un arco, una curva elíptica o una curva formada por una combinación de estas curvas y una línea recta que tiene una inclinación fija pueden usarse para las curvas AC_1 y AC_2 .

40 Cuando el centro del círculo de formación de cabeza B se desplaza desde el punto de inicio de desplazamiento Spa al punto de fin de desplazamiento Lpa mientras el círculo de formación de cabeza B disminuye su diámetro, preferiblemente, la tasa de cambio Δr del diámetro del círculo de formación de cabeza B es preferiblemente cero en el punto de fin de desplazamiento Lpa y Lb del centro del círculo de formación. Esto puede aumentar fácilmente la curvatura de radio de la altura de cabeza. Por ejemplo, la tasa de cambio Δr satisface la expresión siguiente usando una función del seno:

$$\Delta r = r_x \text{sen}(\pi/2xm/S)$$

45 donde S es el número de pasos, y $m = 0 \rightarrow S$, r es la diferencia en radio del círculo de formación entre el punto de fin de desplazamiento y el punto de inicio de desplazamiento.

50 El número de dientes del rotor externo usado 3 (el número de dientes es siete en la figura 1) es mayor en uno que el del rotor interno 2. Un perfil de diente del rotor externo 3 se forma por el procedimiento siguiente, como se representa en la figura 9. En primer lugar, el centro O_i del rotor interno 2 hace una revolución en un círculo S centrado en el centro O_o del rotor externo 3 y que tiene un diámetro $(2e+t)$. Durante esto, el rotor interno 2 hace una rotación $1/n$. Se traza una envolvente de las curvas de perfil de diente formadas por la revolución y la rotación del rotor interno. La envolvente así determinada sirve como un perfil de diente.

55 Aquí:

e: cantidad de excentricidad entre el centro del rotor interno y el centro del rotor externo

60 t: holgura de punta

n: número de dientes del rotor interno

65 En el rotor interno 2 que tiene alturas de cabeza a las que se aplica la curva que caracteriza la presente invención y que se ha descrito con referencia a las figuras 2 y 3 o las figuras 4 y 5 (denominada a continuación una curva de perfil de diente de la presente invención), la forma de las alturas de pie se puede formar en un método similar al de

las alturas de cabeza usando el círculo de formación de cabeza C, o puede adoptar un perfil de diente formado usando una curva trocoidal conocida o un perfil de diente que usa una curva cicloidal. Igualmente, en el rotor interno 2 que tiene alturas de pie a las que se aplica la curva de perfil de diente de la presente invención, la forma de las alturas de cabeza puede adoptar un perfil de diente formado usando una curva trocoidal o un perfil de diente que usa una curva cicloidal.

El perfil de diente que usa la curva de perfil de diente de la presente invención y la curva cicloidal en combinación permite el enganche suave con el rotor externo que es característico de la curva cicloidal, y puede aumentar la profundidad de diente. Con ello se satisface la demanda de aumentar la cantidad de descarga.

En el perfil de diente al que se aplica la curva de perfil de diente de la presente invención, la altura de cabeza y la profundidad de pie del rotor interno se determinan por el valor de la distancia de desplazamiento radial R del círculo de formación de cabeza B y el círculo de formación de pie C. Dado que el valor de la distancia de desplazamiento R se puede poner libremente en el perfil de diente al que se aplica la curva de perfil de diente de la presente invención, incluso cuando una de la altura de cabeza y la altura de pie tiene un perfil de diente definido por una curva trocoidal o una curva cicloidal, se asegura el grado de flexibilidad al establecer la profundidad de diente.

El rotor interno 2 y el rotor externo 3 descritos anteriormente están dispuestos de forma excéntrica en combinación formando el rotor de bomba de engranajes internos 1. Como se representa en la figura 10, el rotor de bomba de engranajes internos 1 se contiene en una cámara de rotor 6 de un alojamiento de bomba 5 incluyendo un orificio de aspiración 7 y un orificio de descarga 8, formando por ello una bomba de engranajes internos 9. En la bomba de engranajes internos 9, el rotor interno 2 se engancha con un eje de accionamiento (no representado) insertando el eje de accionamiento en el eje agujero 2c del rotor interno 2, y se transmite una fuerza de accionamiento desde el eje de accionamiento para girar el rotor interno 2. En este caso, el rotor externo 3 gira de la siguiente manera. Con esta rotación, la capacidad de una cámara de bomba 4 definida entre los rotores incrementa y disminuye, por lo que se aspira y descarga fluido, tal como aceite.

Como se ha descrito anteriormente, cuando se forma la altura de cabeza del perfil de diente, el centro del círculo de formación se desplaza en la curva de tal manera que la distancia desde el centro de rotor interno al centro del círculo de formación aumente desde el extremo de inicio de desplazamiento hacia el extremo de fin de desplazamiento. En contraposición, cuando se forma la altura de pie del perfil de diente, el centro del ángulo de formación se desplaza en la curva de tal manera que la distancia disminuye. Durante esto, el círculo de formación gira. Así, el perfil de diente de al menos una de la altura de cabeza y la altura de pie del rotor interno 2 es formado por el lugar geométrico de un punto en la circunferencia del círculo de formación. Haciendo esto, la profundidad de diente del rotor interno se puede hacer mayor que la profundidad de diente en la bomba convencional de engranajes internos que adopta un perfil de diente de una curva trocoidal o un perfil de diente de una curva cicloidal. Por esta razón, la capacidad de la cámara de bomba 4 definida entre los dientes del rotor interno 2 y el rotor externo 3 es mayor que en la bomba convencional, y esto incrementa la cantidad de descarga de la bomba.

Alternativamente, haciendo esto, el número de dientes del rotor interno se puede hacer mayor que el número de dientes de la bomba convencional de engranajes internos que adopta el perfil de diente de una curva trocoidal o el perfil de diente de una curva cicloidal. Por esta razón, el número de cámaras de bomba 4 definidas entre los dientes del rotor interno 2 y el rotor externo 3 es mayor que en la bomba convencional, y esto incrementa la cantidad de descarga de la bomba.

Además, dado que la condición de formación de perfil de diente se puede establecer libremente, el grado de flexibilidad al diseñar el perfil de diente aumenta. Cuando se forma una curva de cabeza o una curva de pie del rotor interno usando el círculo de formación de cabeza o el círculo de formación de pie cuyo diámetro disminuye una cantidad fija por ángulo de rotación fijo, el grado de flexibilidad al diseñar el perfil de diente es especialmente alto porque la holgura cerca de la holgura de punta puede ajustarse cambiando la forma de la altura de cabeza.

La figura 8 representa un perfil de diente trazado en el método representado en la figura 4 incrementando la cantidad de cambio en la distancia desde el centro de rotor interno O al centro del círculo de formación de cabeza B en una cantidad correspondiente a la cantidad de reducción del diámetro del círculo de formación de cabeza B reduciendo al mismo tiempo el diámetro del círculo de formación de cabeza B bajo la condición de que el diámetro de altura de cabeza (diámetro del círculo de altura de cabeza) del rotor interno 2 es fijo. En este perfil de diente, el radio de curvatura de la altura de cabeza se puede hacer mayor y la holgura entre la altura de cabeza y la adyacencia de la altura de cabeza del rotor externo se puede hacer menor que en el perfil de diente del rotor interno representado en la figura 1 formado usando el círculo de formación de cabeza B que tiene el diámetro fijo. Por esta razón, la capacidad eficiencia de la bomba mejora.

Las figuras 6 y 7 muestran rotores de bomba 1 según otras realizaciones de la presente invención. Un rotor de bomba de engranajes internos representado en la figura 6 está diseñado de tal manera que la curva de perfil de diente de la presente invención se aplica tanto a una altura de cabeza 2a como a una altura de pie 2b de un rotor interno 2. En un rotor de bomba de engranajes internos representado en la figura 7, la curva de perfil de diente de la presente invención se aplica a una altura de cabeza 2a de un rotor interno 2, y una altura de pie 2b se define por una

curva cicloidal. En los rotores de bomba de engranajes internos representados en las figuras 6 y 7, se usa un círculo de formación que tiene un diámetro fijo para formar la curva de perfil de diente de la presente invención. Como se aprecia en estas realizaciones, el rotor de bomba de engranajes internos de la presente invención tiene flexibilidad de diseño del perfil de diente incluso cuando se usa el círculo de formación que tiene el diámetro fijo.

5

Ejemplos

Presentamos los resultados de una prueba de evaluación de rendimiento realizada en el rotor de bomba de la presente invención. Se produjeron un rotor interno que tenía seis dientes y un rotor externo que tenía siete dientes, que se formaron a partir de una aleación de hierro sinterizada, y los rotores se combinaron en un rotor de bomba de aceite de engranajes internos.

10

Las combinaciones de las curvas de altura de cabeza y altura de pie del rotor interno usado en la prueba son las siguientes:

15

Primer ejemplo comparativo (véase la figura 17): curva de cabeza: curva cicloidal; curva de pie: curva cicloidal.

Primera realización (véase la figura 11): curva de cabeza: curva cicloidal; curva de pie: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en parte inferior de pie).

20

Segunda realización (véase la figura 12): curva de cabeza: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R \neq 0$ en la parte superior de cabeza); curva de pie: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en la parte inferior de pie).

25

Tercera realización (véase la figura 13): curva de cabeza: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en la parte superior de cabeza); curva de pie: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en la parte inferior de pie).

30

Cuarta realización (véase la figura 14): curva de cabeza: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en la parte superior de cabeza, el diámetro del círculo de formación se cambia); curva de pie: curva de perfil de diente de la presente realización ($\Delta R = 0$ en la parte inferior de pie, el diámetro del círculo de formación se cambia).

Las especificaciones comunes son las siguientes:

35

Diámetro exterior del rotor externo: 60 mm

Diámetro interior del rotor interno: 15 mm

Grosor del rotor: 15 mm

40

Se formaron perfiles de diente con los métodos siguientes. En este caso, se formó un perfil de diente de cualquier rotor externo por una envolvente de las curvas de perfil de diente halladas con el método representado en la figura 9 usando el rotor interno correspondiente a combinar.

45

[Primer ejemplo comparativo]

En un primer ejemplo comparativo, se formó una curva cicloidal de una altura de cabeza rodando un círculo externamente rodante que tenía un diámetro de 3,25 mm sobre un círculo base que tenía un diámetro de 39 mm sin deslizar encima. Se formó una curva cicloidal de una altura de pie rodando un círculo internamente rodante que tenía un diámetro de 3,25 mm en el círculo base que tenía un diámetro de 39 mm sin deslizar encima.

50

Los diámetros de altura de cabeza (diámetros de los círculos de altura de cabeza) y los diámetros de altura de pie (diámetros de los círculos de altura de pie), y la cantidad de excentricidad e de los rotores interno y externo formados son los siguientes:

55

Diámetro de altura de cabeza del rotor interno: 45,5 mm

Diámetro de altura de pie del rotor interno: 32,5 mm

60

Diámetro de altura de cabeza del rotor externo: 39,1 mm

Diámetro de altura de pie del rotor externo: 52,1 mm

Cantidad de excentricidad e : 3,25 mm

65

ES 2 656 432 T3

En una primera realización, se formó una curva cicloidal de una altura de cabeza rodando un círculo externamente rodante que tenía un diámetro de 2,4 mm en un círculo base que tenía un diámetro de 41 mm sin deslizar encima.

5 Se formó una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de pie con el método representado en la figura 2 usando el círculo base A y un círculo de formación C que tenía un diámetro fijo. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

Diámetro Ad del círculo base A: 41,0 mm

10 Diámetro Cd del círculo de formación C: 4,5 mm

Cantidad de desplazamiento radial R del círculo de formación C: 2,3 mm

15 Tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R: $2,3x\text{sen}(\pi/2x \text{ m/s})$

Número de pasos S: 30

θ_B : $19,5^\circ$

20 Los diámetros de altura de cabeza y los diámetros de altura de pie, y la cantidad de excentricidad e de los rotores interno y externo formados son los siguientes. Estos valores numéricos también son los mismos en las realizaciones segunda, tercera y cuarta siguientes.

Diámetro de altura de cabeza del rotor interno: 45,1 mm

25 Diámetro de altura de pie del rotor interno: 31,5 mm

Diámetro de altura de cabeza del rotor externo: 38,3 mm

30 Diámetro de altura de pie del rotor externo: 51,9 mm

Cantidad de excentricidad e: 3,4 mm

35 En una segunda realización, una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de cabeza se formó con el método representado en la figura 2 usando un círculo base A y un círculo de formación B que tiene un diámetro fijo. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

Diámetro Ad del círculo base A: 40,0 mm

40 Diámetro Bd del círculo de formación B: 2,3 mm

Cantidad de desplazamiento radial R del círculo de formación B: 1,1 mm

45 Tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R: $1,1x(\text{m/S})$

Número de pasos S: 30

θ_B : $10,5^\circ$

50 Una curva de perfil de diente de la presente realización a una altura de pie se formó con el método representado en la figura 2 usando el círculo base A y un círculo de formación C que tenía un diámetro fijo descrito con referencia a la figura 2. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

Diámetro Ad del círculo base A: 40,0 mm

55 Diámetro Cd del círculo de formación C: 4,3 mm

Cantidad de desplazamiento radial R del círculo de formación C: 2,0 mm

60 Tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R: $2,0x\text{sen}(\pi/2 x \text{ m/S})$

Número de pasos S: 30

θ_T : $19,5^\circ$

65

ES 2 656 432 T3

En una tercera realización, una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de cabeza se formó con el método representado en la figura 2 usando un círculo base A y un círculo de formación B que tenía un diámetro fijo. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

- 5 Diámetro Ad del círculo base A: 40,0 mm
Diámetro Bd del círculo de formación B: 2,3 mm
Distancia de desplazamiento radial R del círculo de formación B: 1,1 mm
10 Tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R: $1,1 \times \text{sen}(\pi/2 \times m/S)$
Número de pasos S: 30

15 θ_T : 10,5°

Una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de pie se formó con el método representado en la figura 2 usando el círculo base A y un círculo de formación C que tenía un diámetro fijo. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

- 20 Diámetro Ad del círculo base A: 40,0 mm
Diámetro Cd del círculo de formación C: 4,3 mm
25 Cantidad de desplazamiento radial R del círculo de formación C: 2,0 mm
Tasa de cambio ΔR de la distancia de desplazamiento R: $2,0 \times \text{sen}(\pi/2 \times m/S)$
Número de pasos S: 30

30 θ_T : 19,5°

En una cuarta realización, una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de cabeza se formó con el método representado en la figura 4 usando un círculo base A y un círculo de formación B cuyos diámetros cambian durante el movimiento. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

- 35 Diámetro Ad del círculo base A: 41,4 mm
Diámetro $B_{d_{\max}}$ del círculo de formación de cabeza B en el punto de inicio de desplazamiento: 2,4 mm
40 Diámetro $B_{d_{\min}}$ en el punto de fin de desplazamiento: 0,6 mm
Tasa de cambio de diámetro del círculo de formación de cabeza: $\Delta r = 1,8 \times \text{sen}(\pi/2 \times m/S)$
45 Distancia de desplazamiento radial R del centro del círculo de formación de cabeza B: 0,7 mm
Tasa de cambio de distancia de desplazamiento R: $\Delta R = 0,7 \times \text{sen}(\pi/2 \times m/S)$

50 Número de pasos S: 30

θ_T : 10,5°

Una curva de perfil de diente de la presente realización en una altura de pie de la cuarta realización se formó con el método representado en la figura 4 usando el círculo base A y un círculo de formación C cuyos diámetros cambian durante el movimiento. En este caso, las especificaciones son las siguientes:

- 55 Diámetro de círculo base A: 41,4 mm
Diámetro $C_{d_{\max}}$ del círculo de formación de pie C en el punto de inicio de desplazamiento: 4,5 mm
60 Diámetro $C_{d_{\min}}$ en el punto de fin de desplazamiento: 4,0 mm
Tasa de cambio de diámetro del círculo de formación de pie: $\Delta r = 0,5 \times \text{sen}(\pi/2 \times m/S)$
65 Distancia de desplazamiento radial R del centro del círculo de formación de pie C: 2,9 mm

Tasa de cambio ΔR de distancia de desplazamiento R: $2,9x\text{sen}(\pi/2xm/S)$

Número de pasos S: 30

5 θ_B : 19,5°

10 Se construyeron bombas de engranajes internos incorporando, en el alojamiento de bomba, rotores de bomba de engranajes internos formados combinando los rotores internos y los rotores externos que tenían las especificaciones antes descritas. Entonces, se compararon las cantidades de descarga de las bombas proporcionadas en las condiciones de prueba siguientes. El resultado de la comparación se muestra en la Tabla I siguiente.

Condiciones de prueba

15 Tipo de aceite: ATF

Temperatura del aceite: 80 grados

Presión de descarga: 2,5 MPa

20 Número de rotaciones: 3000 rpm

[Tabla I]

Resultado de las pruebas	Cantidad de descarga (l/min)
Ejemplo comparativo	31,8
Primera realización	32,6
Segunda realización	32,7
Tercera realización	33,0
Cuarta realización	33,5

25 Como se ve por este resultado de las pruebas, cambiando la distancia R, la profundidad de diente del rotor y la cantidad de descarga de la bomba se pueden hacer mayores que en la bomba convencional en la que el perfil de diente del rotor interno se forma por una curva trocoidal (véase la figura 16) o la bomba convencional en la que el perfil de diente se forma por una curva cicloidal (véase la figura 17). Además, dado que el diámetro del círculo base y los diámetros del círculo de formación de cabeza y el círculo de formación de pie se pueden poner libremente, el número de dientes se puede poner libremente. Así, la pulsación de descarga de la bomba puede reducirse incrementando el número de dientes.

30 En la cuarta realización en la que el diámetro del círculo de formación se cambia gradualmente durante el movimiento, la cantidad de descarga aumenta, en comparación con el ejemplo comparativo. Por este resultado se ve que el objeto de la presente invención se puede lograr incluso cuando el diámetro del círculo de formación cambia durante el movimiento.

Aplicabilidad industrial

40 El rotor de bomba y la bomba de engranajes internos según la presente invención se pueden usar preferiblemente, por ejemplo, como bombas de aceite para lubricación del motor de un automóvil y para una transmisión automática (TA).

Números de referencia

45 1: rotor de bomba

2: rotor interno

50 2: altura de cabeza

2b: altura de pie

55 2c: agujero de eje

3: rotor externo

4: cámara de bomba

- 5: alojamiento de bomba
- 5 6: cámara de rotor
- 7: orificio de aspiración
- 8: orificio de descarga
- 10 9: bomba de engranajes internos
- A: círculo base
- Ad: diámetro del círculo base A
- 15 B: círculo de formación de cabeza
- Bd: diámetro del círculo de formación de cabeza B
- 20 Spa: punto de inicio de desplazamiento del círculo de formación de cabeza B
- Lpa: punto de fin de desplazamiento del círculo de formación de cabeza B
- Bd_{max}: diámetro del círculo de formación de cabeza B en el punto de inicio de desplazamiento
- 25 Bd_{min}: diámetro del círculo de formación de cabeza B en el punto de fin de desplazamiento
- ΔB_d : cantidad de cambio del diámetro del círculo de formación de cabeza B
- 30 C: círculo de formación de pie
- Cd: diámetro del círculo de formación de pie C
- Dpb: punto de inicio de desplazamiento del círculo de formación de pie C
- 35 Lb: punto de fin de desplazamiento del círculo de formación de pie C
- Cd_{max}: diámetro del círculo de formación de pie C en el punto de inicio de desplazamiento
- 40 Cd_{min}: diámetro del círculo de formación de pie C en el punto de fin de desplazamiento
- ΔC_d : cantidad de cambio de diámetro del círculo de formación de pie C
- 45 AC₁: curva en la que se desplaza el centro del círculo de formación de cabeza B
- AC₂: curva en la que se desplaza el centro del círculo de formación de pie C
- J: punto de referencia en el círculo base A
- 50 j: un punto en el círculo de formación
- T_{BT}: parte superior de cabeza del rotor interno
- T_B: parte inferior de pie del rotor interno
- 55 L₁: línea recta que conecta el centro O_I del rotor interno y el punto de referencia J
- L₂: línea recta que conecta el centro O_I del rotor interno y la parte superior de cabeza T_{BT}
- 60 L₃: línea recta que conecta el centro O_I del rotor interno y la parte inferior de pie T_B
- θ_T : ángulo de rotación desde la línea recta L₁ a la línea recta L₂ ($\sphericalangle SpaO_I T_T$)
- θ_B : ángulo de rotación desde la línea recta L₁ a la línea recta L₃ ($\sphericalangle SpbO_I T_B$)
- 65 R: distancia de desplazamiento radial del círculo de formación

ES 2 656 432 T3

- ΔR : tasa de cambio de la distancia R
- 5 p_a : centro del círculo de formación
- R_0, R_1 : distancia desde el centro O_I del rotor interno al centro del círculo de formación de cabeza B
- $R_0 r_1$: distancia desde el centro O_I del rotor interno al centro del círculo de formación de pie C
- 10 D_T : diámetro del círculo de altura de cabeza del rotor interno
- D_B : diámetro del círculo de altura de pie del rotor interno
- 15 e: cantidad de excentricidad entre el rotor interno y el rotor externo
- t: holgura de punta
- n: número de dientes del rotor interno
- 20 E_I : centro del rotor interno
- O_O : centro del rotor externo
- 25 S: círculo que tiene un diámetro de $2e+t$
- E: círculo base
- F: círculo rodante
- 30 TC: curva trocoidal
- G: círculo de lugar geométrico

REIVINDICACIONES

1. Un método de formar un perfil de diente de un rotor de bomba de engranajes internos que incluye en combinación un rotor interno (2) que tiene un número n de dientes y un rotor externo (3) que tiene un número (n+1) de dientes y que aspira y descarga fluido por un cambio de la capacidad de una cámara de bomba (4) dispuesta entre los dientes de los rotores debido a las rotaciones de los rotores,

donde círculos de formación (B, C) se desplazan de tal manera que al menos una de una curva de cabeza y una curva de pie de un perfil de diente del rotor interno (2) se forme por una curva de lugar geométrico trazada, durante el movimiento, por un punto (j) que coincide con un punto de referencia (J) en un círculo base (A) concéntrico con un centro de rotor interno (E_i) y que está sobre los círculos de formación (B, C) y **caracterizado porque** los círculos de formación (B, C) se desplazan de tal manera que cumplan las condiciones siguientes:

cambiando las distancias radiales desde el centro de rotor interno (E_i) a los centros de los círculos de formación una distancia (R), los centros (pan) de los círculos de formación (B, C) se desplazan desde los puntos de inicio de desplazamiento (Spa, Dpb) donde los centros están colocados cuando los círculos de formación (B, C) están dispuestos de modo que el punto (j) coincida con el punto de referencia (J) en el círculo base (A), a puntos de fin de desplazamiento (Lpa, Lb) donde los centros están colocados cuando los círculos de formación (B, C) están dispuestos de modo que el punto (j) esté colocado en una parte superior de cabeza (T_{BT}) o una parte inferior de pie (T_B); y

los círculos de formación (B, C) giran un ángulo (θ) a una velocidad angular constante en la misma dirección que las direcciones de desplazamiento de los círculos.

2. El método según la reivindicación 1, donde los centros (pan) de los círculos de formación (B, C) que tienen un diámetro fijo se desplazan desde los puntos de inicio de desplazamiento Spa y Dpb a los puntos de fin de desplazamiento Lpa y Lb, y al menos una de la curva de cabeza y la curva de pie del perfil de diente del rotor interno (2) está formada por una curva de lugar geométrico trazada por un punto (j) en las periferias exteriores de los círculos de formación (B, C) que tienen el diámetro fijo.

3. El método según la reivindicación 1, donde los centros (pan) de los círculos de formación (B, C) se desplazan desde los puntos de inicio de desplazamiento (Spa, Dpb) a los puntos de fin de desplazamiento (Lpa, Lb) mientras que los círculos de formación (B, C) reducen sus diámetros, y al menos una de la curva de cabeza y la curva de pie del perfil de diente del rotor interno (2) está formada por una curva de lugar geométrico trazada por un punto (j) en las periferias exteriores de los círculos de formación (B, C) cuyos diámetros cambian.

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde los centros (pan) de los círculos de formación se desplazan en curvas (AC₁, AC₂) donde una tasa de cambio (ΔR) de las distancias desde el centro de rotor interno O_i a los centros (pan) de los círculos de formación es 0 en los puntos de fin de desplazamiento.

5. El método según la reivindicación 4, donde las curvas (AC₁, AC₂) son curvas sinusoidales.

6. El método según la reivindicación 4 o 5, donde la tasa de cambio (ΔR) de las distancias entre las curvas (AC₁, AC₂) y el centro de rotor interno (E_i) satisface la expresión siguiente:

$$\Delta R = R \times \text{sen} (\pi/2 \times m/S)$$

donde S es el número de pasos y m = 0 → S.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, donde los diámetros (Bd, Cd) de los círculos de formación (B, C) en los puntos de fin de desplazamiento (Lpa, Lb) son superiores o iguales a 0,2 veces los diámetros en los puntos de inicio de desplazamiento (Spa, Dpb) y menores o iguales a los diámetros en los puntos de inicio de desplazamiento (Spa, Dpb).

8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,

donde el centro (E_i) del rotor interno (2) hace una revolución en un círculo (S) centrado en un centro (O_o) del rotor externo (3) y que tiene un diámetro (2e+t),

donde, durante esto, el rotor interno (2) hace una rotación 1/n,

donde se traza una envolvente de un grupo de curvas de perfil de diente formadas por la revolución y la rotación del rotor interno,

donde el rotor externo tiene la envolvente determinada como un perfil de diente, y

donde

e: cantidad de excentricidad entre el centro de rotor interno y el centro de rotor externo

5 t: holgura de punta

n: número de dientes del rotor interno

10 9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el rotor de bomba (1) está medido en una cámara de rotor (6) dispuesta en un alojamiento de bomba (5).

FIG. 1

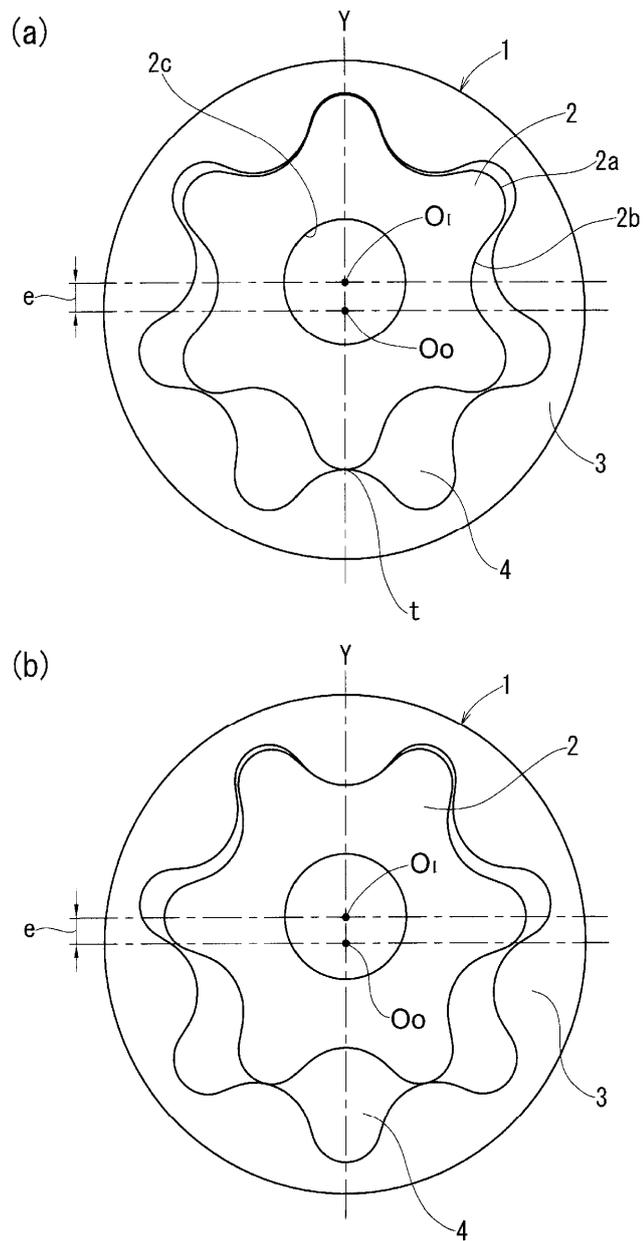


FIG. 4

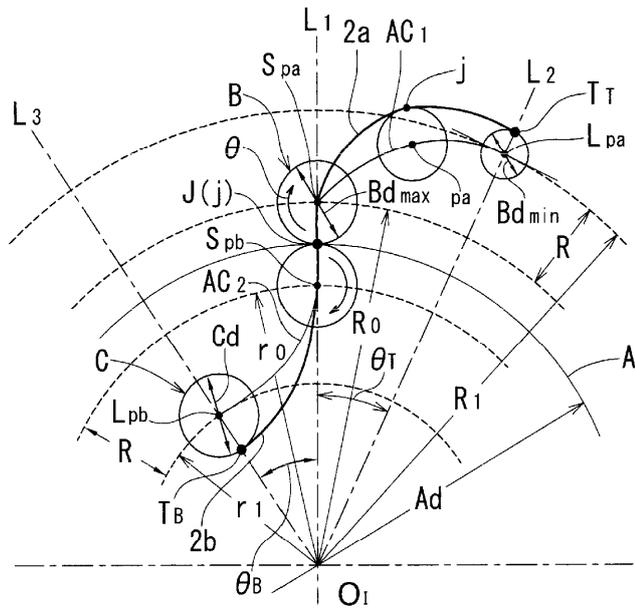


FIG. 5

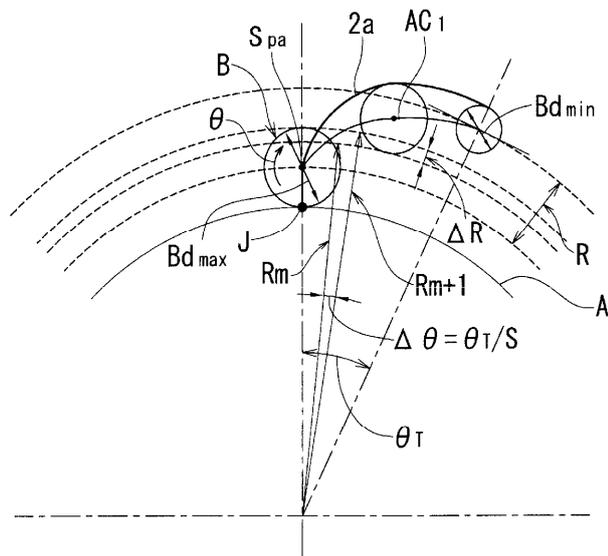
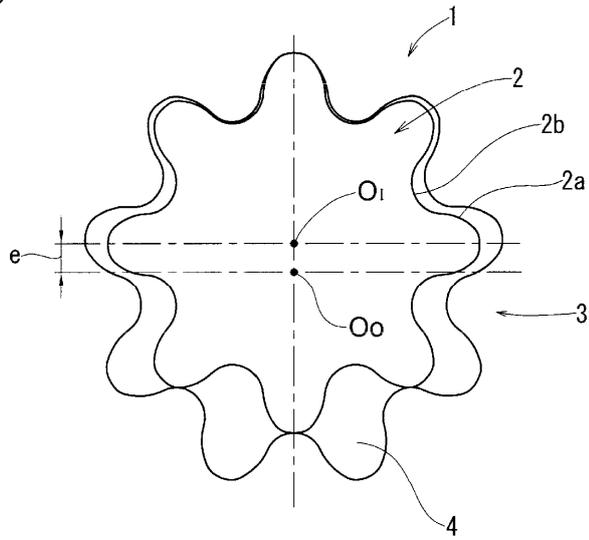


FIG. 6

(a)



(b)

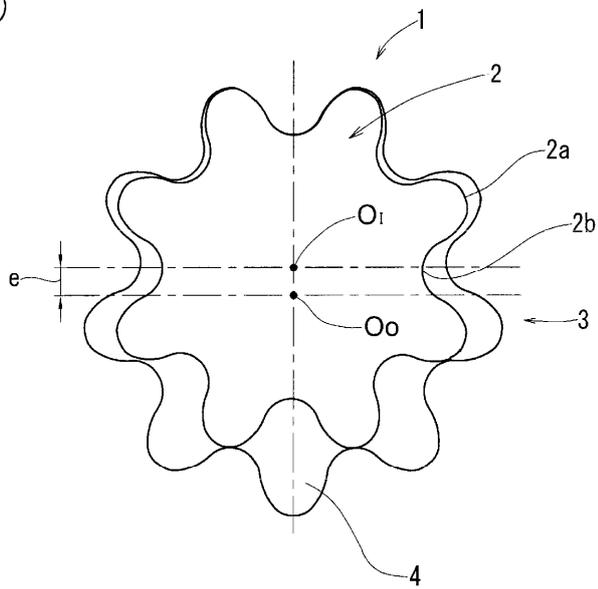
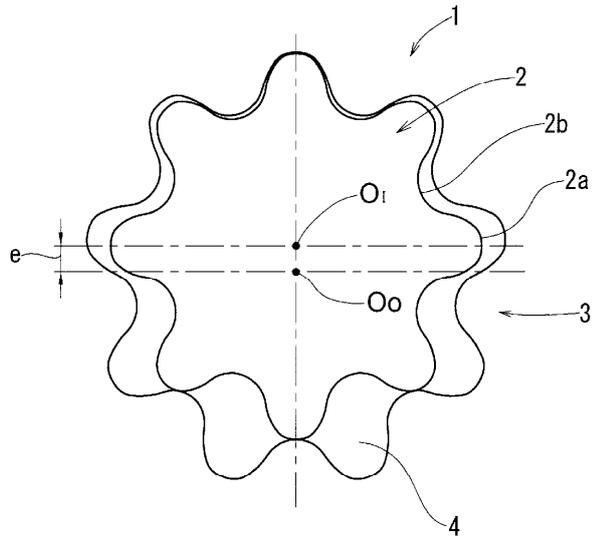


FIG. 7

(a)



(b)

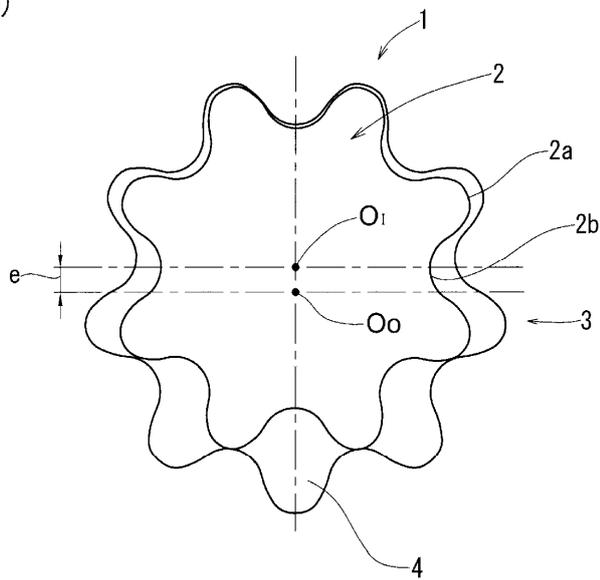


FIG. 8

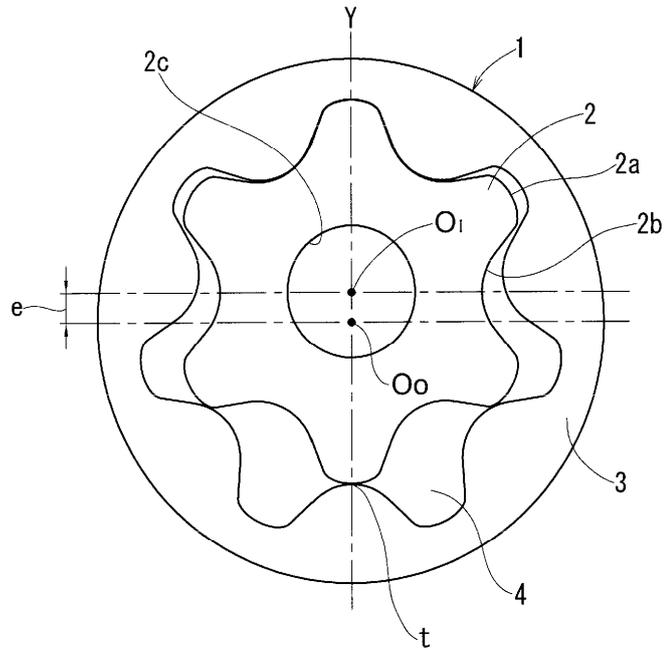


FIG. 9

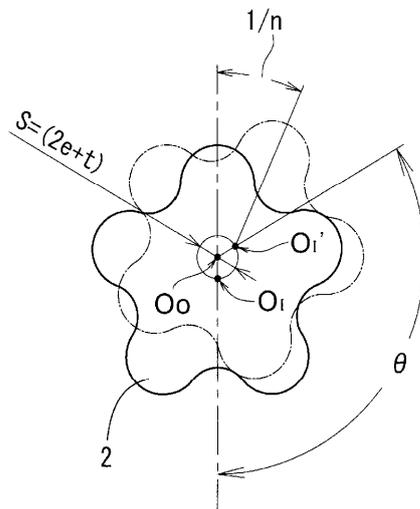


FIG. 10

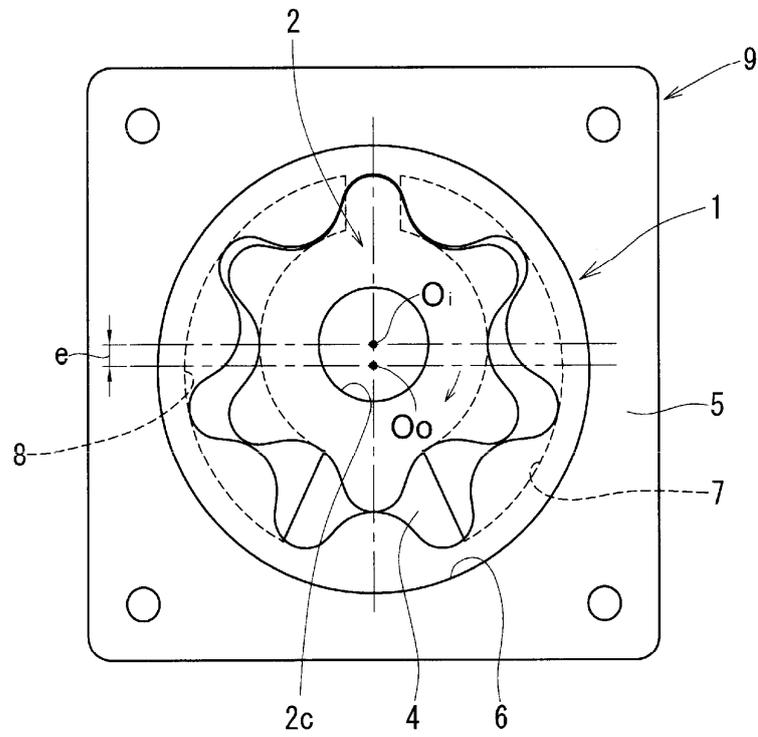
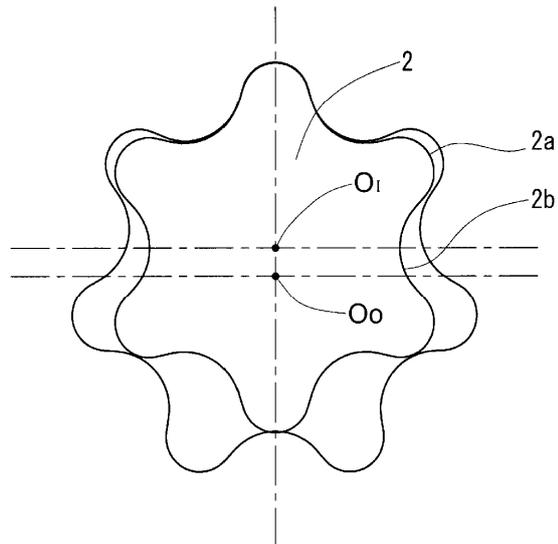


FIG. 11

(a)



(b)

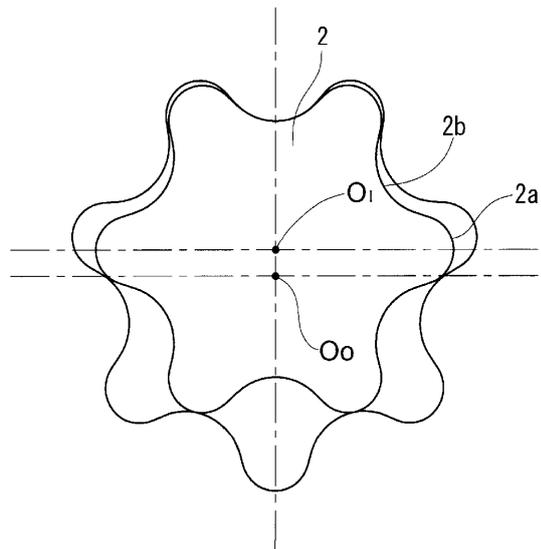
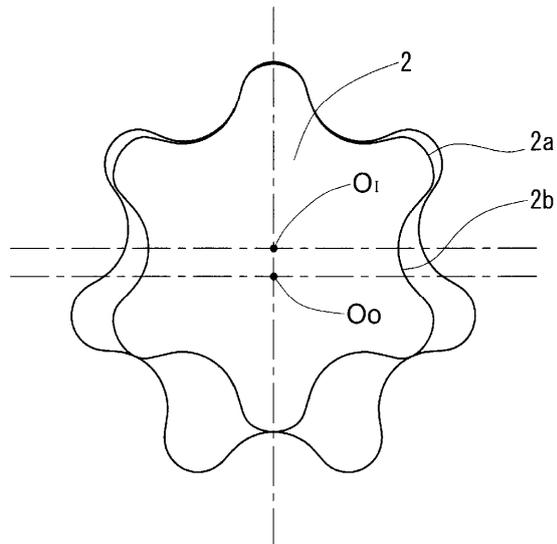


FIG. 12

(a)



(b)

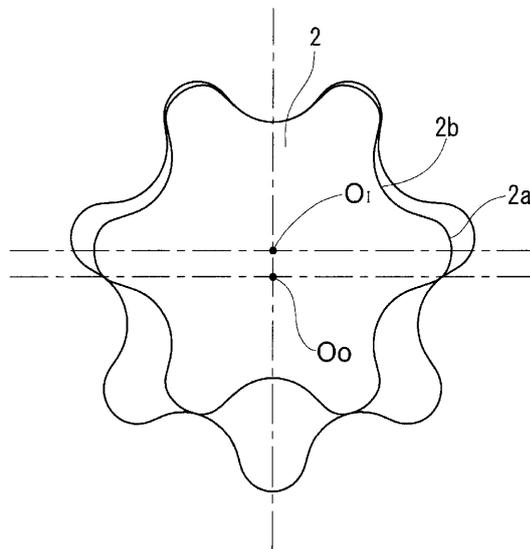
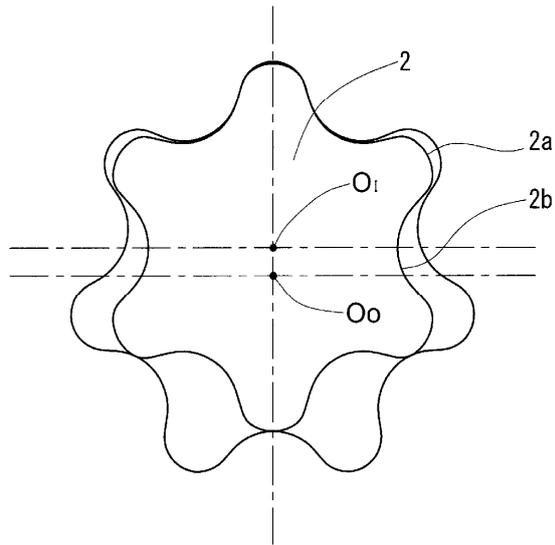


FIG. 13

(a)



(b)

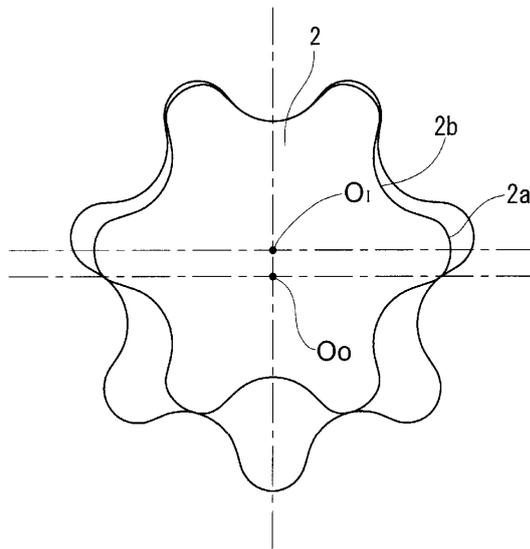
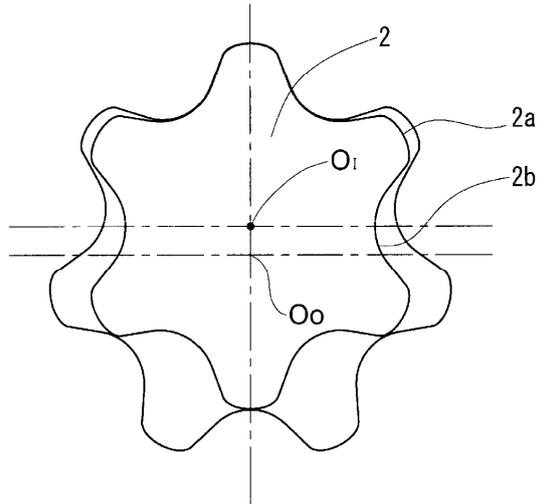


FIG. 14

(a)



(b)

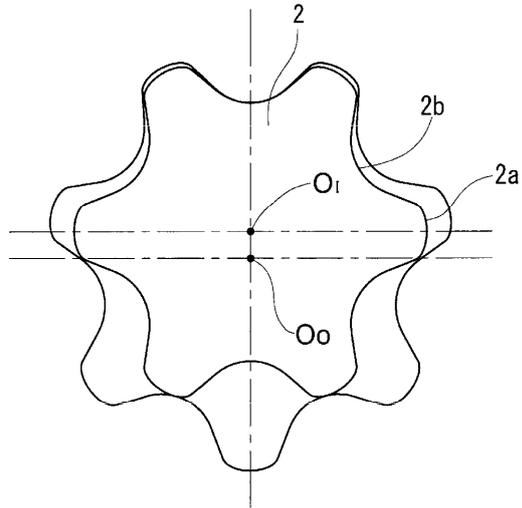


FIG. 15

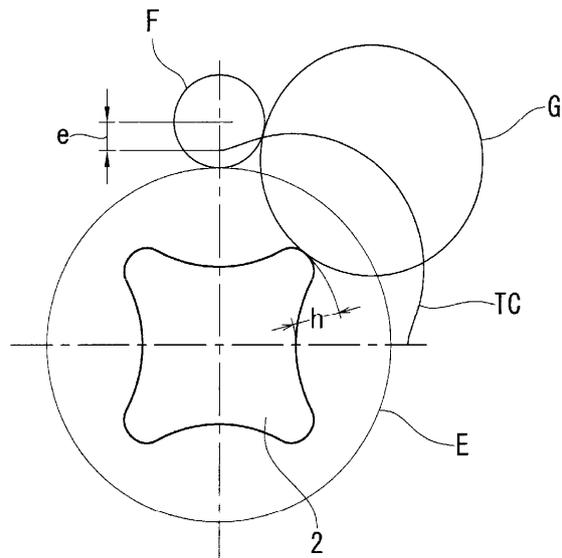


FIG. 16

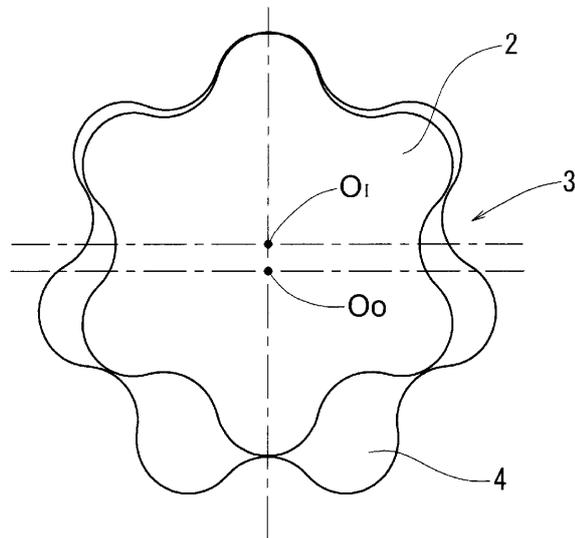
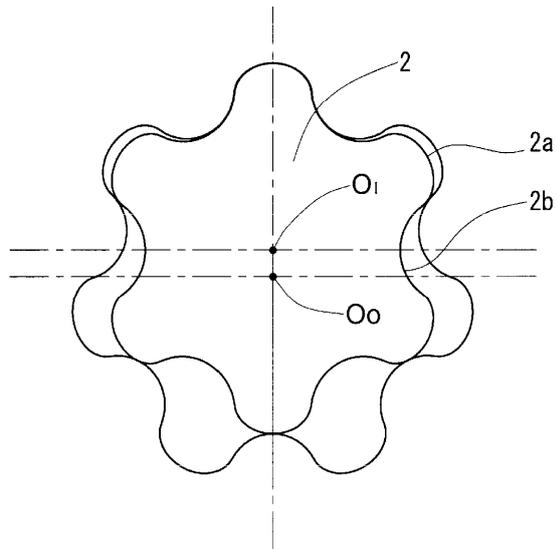


FIG. 17

(a)



(b)

