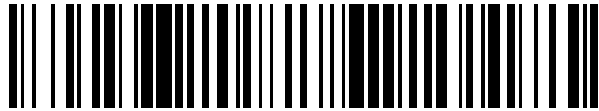


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 118**

51 Int. Cl.:

**F16H 1/28**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012** **E 12199310 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 2607695**

54 Título: **Sistema de engranaje epicicloidal**

30 Prioridad:

**23.12.2011 IT TO20111202**

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

**08.10.2014**

73 Titular/es:

**GE AVIO S.R.L. (100.0%)  
Via I Maggio 99  
Rivalta di Torino (Torino), IT**

72 Inventor/es:

**ALTAMURA, PAOLO;  
CURTI, EDOARDO;  
ODDONE, GIOVANNI;  
GRAVINA, MICHELE y  
ZAGATO, GIULIO**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 504 118 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**

Sistema de engranaje epicicloidal

5 La presente invención se refiere a un sistema de engranaje epicicloidal.

Más específicamente, la presente invención se refiere a un sistema de engranaje epicicloidal que se puede utilizar con ventaja, aunque no exclusivamente, en la generación de energía eólica, para transmitir energía desde las palas en el sistema de generación de electricidad, y en la propulsión de aeronaves, para transmitir potencia desde una turbomáquina al sistema de propulsión.

En la siguiente descripción, se hace referencia explícita a la propulsión de aeronaves, pero simplemente a modo de ejemplo.

15 Los sistemas de engranajes epicicloidales utilizados en la propulsión de aeronaves comprenden un engranaje solar; un engranaje anular; y un número de engranajes planetarios interpuestos entre el engranaje solar y el engranaje anular y se ajustan en un soporte planetario por respectivos pasadores de conexión y con la interposición de cojinetes de deslizamiento o de rodadura.

20 Una configuración de soporte de planetario típica es asimétrica, es decir, comprende dos porciones sustancialmente de placa, que se colocan una frente a la otra en lados axiales opuestos de los engranajes planetarios, se conectan integralmente entre sí por un número de miembros transversales o espigas, y solo uno de los que se conecta integralmente a un miembro - estacionario o giratorio, dependiendo de la configuración del sistema de engranaje - que reacciona con el par transmitido de los engranajes planetarios al soporte planetario.

25 Como se ha indicado, cada engranaje planetario se conecta al soporte planetario por un respectivo pasador de conexión o de soporte, cuyos extremos opuestos se conectan - normalmente, aunque no necesariamente, bloqueándose - a las porciones de placa, y cuya porción intermedia soporta un cojinete de deslizamiento o de rodadura, por ejemplo, con dos conjuntos de rodillos cilíndricos.

30 En la solicitud en consideración, los cojinetes del engranaje planetario - sin importar si son de tipo deslizante o de rodadura - fallan al permitir la desalineación entre el engranaje planetario y el respectivo pasador de soporte.

35 Durante el funcionamiento del sistema de engranajes, las fuerzas transmitidas desde los engranajes planetarios al soporte planetario deforman el soporte planetario y, en particular, dan como resultado el giro relativo de las dos porciones de placa.

40 A menos que se tomen medidas para evitar esto, este giro deforma tanto las espigas como los pasadores de soporte, cuyos ejes van desde una condición de reposo, en la que son paralelos a los ejes del engranaje solar y del engranaje anular, hasta una condición de trabajo, en la que forman, con los ejes del engranaje solar y del engranaje anular, un ángulo de distinto de cero, y que varía, dependiendo de la intensidad de las fuerzas transmitidas y, por lo tanto, del grado de deformación del soporte planetario.

45 La desviación de los ejes del pasador de soporte, y por lo tanto de los respectivos ejes del engranaje planetario con respecto a los ejes del engranaje solar y del engranaje planetario, da como resultado la distribución de carga desigual en los dientes de engrane de los engranajes planetario, solar y anular, y en los cojinetes, lo que perjudica el funcionamiento del sistema de engranajes y, normalmente, reduciendo significativamente la vida útil de sus partes componentes.

50 Se han propuesto diversas soluciones para eliminar estos inconvenientes. Una primera consiste en la modificación de la geometría de las partes componentes, y en particular, de los asientos de trabajo de los cojinetes, para compensar los efectos de deformación bajo carga; y una segunda consiste en distribuir por igual la rigidez del soporte planetario y/o pasadores de soporte para eliminar los efectos del giro relativo de las porciones de placa en los asientos de trabajo de los cojinetes.

55 Si bien la primera solo elimina los efectos de la deformación en un valor de carga transmitida dado, la segunda compensa eficazmente el problema independientemente de la carga.

60 Una solución conocida, de acuerdo con la segunda solución y que se describe, por ejemplo, en la patente del solicitante US6409414, es emplear pasadores de soporte asimétricos, es decir, con porciones que difieren en rigidez de un extremo axial al otro. Aunque es eficaz en el equilibrio de los efectos de deformación bajo carga, esta solución exige compensar localmente no solo los efectos de la variación de la rigidez a lo largo de los ejes de los pasadores de soporte en cuanto a la distribución de carga en el cojinete, sino también la acción centrífuga asimétrica en el soporte planetario.

65

Otra solución, de acuerdo con la segunda solución, es proporcionar ranuras de reducción de peso alrededor de los soportes de pasador en la porción de placa conectada al miembro de reacción del par, como se describe, por ejemplo, en la Patente WO2009102853A1.

- 5 Esta solución tiene la ventaja de permitir el uso de pasadores simétricos, pero implica un estrés severo en la porción de placa, especialmente en aplicaciones que implican cargas severas y deformación.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de engranaje epicicloidal diseñado para resolver los problemas anteriores, y en particular, para reducir el estrés en el soporte planetario.

- 10 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de engranaje epicicloidal que comprende un engranaje solar; un engranaje anular; un número de engranajes planetarios que engranan con el engranaje solar y el engranaje anular; un soporte planetario; y un pasador de conexión que conecta cada engranaje planetario al soporte planetario; comprendiendo el soporte planetario una primera y segunda porción de placa en lados opuestos de dichos engranajes planetarios, primer medio de conexión para conectar solamente dicha primera porción de placa a un miembro de reacción, y segundo medio de conexión para conectar dicha primera y segunda porción de placa entre sí; medios de acoplamiento flexible interpuestos entre al menos uno de dicha primera y segunda porción de placa y cada uno de dichos pasadores de conexión; y estando el sistema de engranajes caracterizado por que dichos medios de acoplamiento flexibles comprenden al menos una porción elásticamente flexible, que es elásticamente flexible angular y radialmente, y se curva en sección radial para definir al menos un rebaje anular coaxial con dicho pasador de conexión.

En el sistema de engranajes definido anteriormente, el rebaje es preferentemente alargado axialmente.

- 25 Un número de realizaciones no limitantes de la presente invención se describirá a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra una vista esquemática, sustancialmente en forma de bloques, de una realización preferida del sistema de engranajes epicicloidal de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención;

- 30 La Figura 2 es similar a, y muestra una variación de un detalle de la Figura 1;

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva, con partes retiradas para mayor claridad, del sistema de engranajes de la Figura 2;

La Figura 4 muestra una variación de un detalle de la Figura 2.

- 35 El número 1 en la Figura 1 indica como un todo un sistema de engranaje epicicloidal, particularmente pero no necesariamente para un motor de aeronaves (no mostrado).

- 40 El sistema de engranajes 1 comprende un engranaje solar 2 que gira alrededor de un eje 3; un engranaje anular 4 coaxial con el eje 3; y un número de engranajes planetarios 5, por ejemplo, engranajes bi-helicoidales, solo uno de los que se muestra en los dibujos, y que engranan con el engranaje anular 4 y el engranaje solar 2.

- 45 Cada engranaje planetario 5 está montado en un soporte planetario 6, para girar alrededor de un respectivo eje 7, por medio de un respectivo pasador de conexión o de soporte 8, cuyo eje es coincidente con el eje 7 y paralelo al eje 3.

- El soporte planetario 6 es asimétrico, es decir, no es simétrico con respecto a un plano axial central P, perpendicular al eje 7, de los engranajes planetarios 5.

- 50 El soporte planetario 6 comprende dos porciones sustancialmente de placa 9 y 10 situadas en lados axiales opuestos de los engranajes planetarios 5 y conectadas integralmente entre sí por una serie de espigas axiales conocidas no mostradas.

- 55 De las porciones 9 y 10, solo la porción 9 se conecta integralmente de manera conocida a un elemento estacionario o giratorio 12, que reacciona con el par transmitido desde los engranajes planetarios 5 hasta el soporte planetario 6.

- Cada pasador de conexión 8 es preferentemente, pero no necesariamente, simétrico con respecto al plano P y, en el ejemplo descrito, comprende una porción intermedia 14; y dos porciones de conexión de extremo tubular 15 y 16 de la misma forma y tamaño.

- 60 La porción intermedia 14 está delimitada por una superficie cilíndrica recta 18 equipada con un cojinete 19, y la porción 16 se acopla, sustancialmente sin holgura, a través de un orificio axial 21 formado en la porción de placa 10.

- 65 Como se muestra en la Figura 1, la porción 15 de cada pasador 8 se conecta a la porción de placa 9 con la interposición de un dispositivo elásticamente flexibles 23 elásticamente flexible tanto bajo carga angular como radial.

En el ejemplo de la Figura 1, la porción 15 acopla libremente un orificio pasante 24 formado a través de la porción de placa 9, y el dispositivo elásticamente flexible 23 se define por un cuerpo de interfaz 25 convenientemente formado en una sola pieza.

5 En el ejemplo mostrado, el cuerpo de interfaz 25 se separa de la porción de placa 9 y el pasador 8, es axialmente simétrico, y comprende una porción tubular central 26, que acopla libremente el orificio pasante 24, y en el que la porción de extremo 15 del pasador 8 se inserta sustancialmente sin holgura.

10 El cuerpo 25 comprende también una brida 27 para su conexión a la porción de placa 9; y una pared anular intermedia curvada, elásticamente flexible 28 que, en sección radial media, tiene forma de C o la forma de una U en su lado, y define un canal o rebaje anular axialmente alargado 29 coaxial con el eje 7 y que tiene una abertura axial orientada hacia el exterior 30 (Figura 1).

15 En una variante no mostrada, la pared 28 tiene dos o más ranuras o aberturas radiales, que definen dos o más brazos o radios curvados, angular y radialmente flexibles, cada uno de los que define una porción respectiva del rebaje anular 29.

20 En la variación de las Figuras 2 y 3, cada pared anular intermedia 28 se sustituye con una pared anular curvada distinta 30, que es preferentemente axialmente simétrica, se aloja en el interior del orificio pasante 24, rodea la porción 15 del pasador 8, y, junto con la porción de placa 9, forma parte de un cuerpo de una sola pieza 31.

25 La pared 30 se ondula radialmente, y comprende una porción anular intermedia 32 sustancialmente en la forma de una C o una U en su lado, y que define un rebaje anular alargado axialmente 33 coaxial con el eje 7 y que tiene una abertura axial 34 orientada hacia la porción intermedia 14 del pasador 8. La pared 30 comprende también dos partes sustancialmente radiales, curvadas anulares 35, 36 que se extienden, coaxialmente con el eje 7, hacia el exterior y hacia el interior de la porción 32, respectivamente. Junto con la porción 32 y una superficie interna de la porción de placa 9, las porciones 35 y 36 definen canales o rebajes anulares respectivos 37 y 38 coaxiales con el eje 7 y que tienen aberturas axiales respectivas 39 y 40 orientadas de manera opuesta a la abertura 34 del rebaje 33, es decir, hacia el exterior, como se muestra en las Figuras 2 y 3.

30 En la variante de la Figura 4, la porción de placa 10 se sustituye con un cuerpo de una sola pieza 42 idéntico en diseño al cuerpo 31. Las porciones de extremo 16 de los pasadores 8 se conectan, por tanto, también de forma elásticamente flexible a la porción de placa 10, y más específicamente, por las respectivas paredes anulares elásticamente flexibles 43. Convenientemente, cada pared 43 es estructural y funcionalmente idéntica a la pared 30.

35 En una variación no mostrada, la pared 43 sigue siendo angularmente y radialmente flexible, pero es diferente en forma de la pared 30.

40 Ambas porciones de extremo 15, 16 de cada pasador 8 se conectan de este modo al soporte planetario 6 por respectivos conjuntos de movimiento relativo, que permiten que las porciones relativas 15, 16 se muevan angularmente y, en cualquier dirección radial independientemente una de otra y de ambas porciones de placa 9, 10.

45 El diseño particular de las paredes elásticamente flexibles 25, 30, 43, asegura por tanto un movimiento controlado de las porciones de extremo 15, 16 de los pasadores 8 con respecto a las porciones de placa relativas 9, 10 en cualquier dirección radial y angular.

50 Más específicamente, utilizar las porciones flexibles curvas u onduladas al menos entre las porciones 15 de los pasadores 8 y la porción de placa 9 del soporte planetario 6 asegura y mantiene la alineación correcta bajo carga de los dientes y cojinetes en cualquier condición de funcionamiento.

55 Por otra parte, utilizar porciones radial y angularmente flexibles entre ambas porciones de placa 9, 10 y las respectivas porciones 15, 16 de los pasadores 8 prevé compensar la deformación bajo carga y mantener la correcta alineación de los dientes y los cojinetes, así como reducir generalmente la rigidez del soporte planetario 6, lo que es particularmente beneficioso en sistemas de engranajes epicicloidales para minimizar su sensibilidad a los errores de fabricación.

60 Por último, utilizar paredes onduladas entre el soporte planetario y al menos uno de los extremos de los pasadores de conexión 8, un grado alto, óptimo de flexibilidad y estrés limitado del material se puede lograr simplemente variando el número de ondulaciones, y por lo tanto, el número de rebajes definidos por las paredes 25, 30, 43, y la extensión axial y el espesor de las paredes 25, 30, 43.

65 Obviamente, las paredes 25, 30, 43 pueden tener un número diferente de ondulaciones, una extensión axial diferente, y porciones con diferentes curvaturas y/o espesor de los descritos e ilustrados.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de engranaje epicicloidal que comprende: un engranaje planetario (2); un engranaje anular (4); un número de engranajes planetarios (5) que engranan con el engranaje solar y el engranaje anular; un soporte planetario (6); y un pasador de conexión (8) que conecta cada engranaje planetario al soporte planetario; comprendiendo el soporte planetario una primera y segunda porción de placa (9, 10) en lados opuestos de dichos engranajes planetarios, un primer medio de conexión para conectar solo dicha primera porción de placa a un miembro de reacción (12), y segundo medio de conexión para conectar dichas primera y segunda porciones de placa entre sí; estando los medios de acoplamiento flexibles interpuestos entre al menos uno de dichas primera y segunda porciones de placa y cada una de dichos pasadores de conexión; y estando el sistema de engranajes **caracterizado por que** dichos medios de acoplamiento flexibles comprenden al menos una porción elásticamente flexible (28, 30), que es elásticamente flexible angular y radialmente, y se curva en sección radial para definir al menos un rebaje anular (29; 33) coaxial con dicho pasador de conexión.
- 2 Un sistema de engranajes según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho rebaje anular (29; 33) está axialmente alargado.
3. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** dicha porción curva elásticamente flexible (28, 30) tiene sustancialmente forma de C.
4. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** dicha porción curva elásticamente flexible forma parte de una pared anular radialmente ondulada (30) que rodea dicho pasador de conexión; definiendo dicha pared anular ondulada dicho rebaje anular (33).
5. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicha pared anular ondulada (30) define al menos parcialmente al menos un rebaje anular adicional (37) coaxial con dicho pasador de conexión y que tiene una entrada axial orientada hacia el lado opuesto hasta una entrada axial de dicho rebaje anular (33).
6. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha pared anular ondulada (30) define al menos parcialmente dos de dichos rebajes anulares adicionales orientados en la misma dirección (37, 38) coaxiales con dicho pasador de conexión; estando dichos rebajes anulares adicionales situados hacia el interior y hacia el exterior de dicho rebaje anular (33), respectivamente.
7. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha pared anular ondulada (30) es axialmente simétrica.
8. Un sistema de engranajes de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos medios de acoplamiento flexibles están interpuestos entre dicha primera porción de placa (9) y cada uno de dichos pasadores de conexión.
9. Un sistema de engranajes de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos medios de acoplamiento flexibles están interpuestos entre dicha segunda porción de placa (10) y cada uno de dichos pasadores de conexión.
10. Un sistema de engranajes de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicha porción elásticamente flexible y la respectiva porción de placa forman parte de un cuerpo de una pieza (42).
11. Un sistema de engranajes de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** dicha porción elásticamente flexible (23) forma parte de un cuerpo de interfaz (25) separado de la dicha porción de placa relativa (9).
12. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** dicha porción elásticamente flexible (23) acopla libremente una abertura pasante axial (24) formada a través de la dicha porción de placa relativa.
13. Un sistema de engranajes de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por que** dicho cuerpo de interfaz (25) está formado en una sola pieza.

FIG. 1

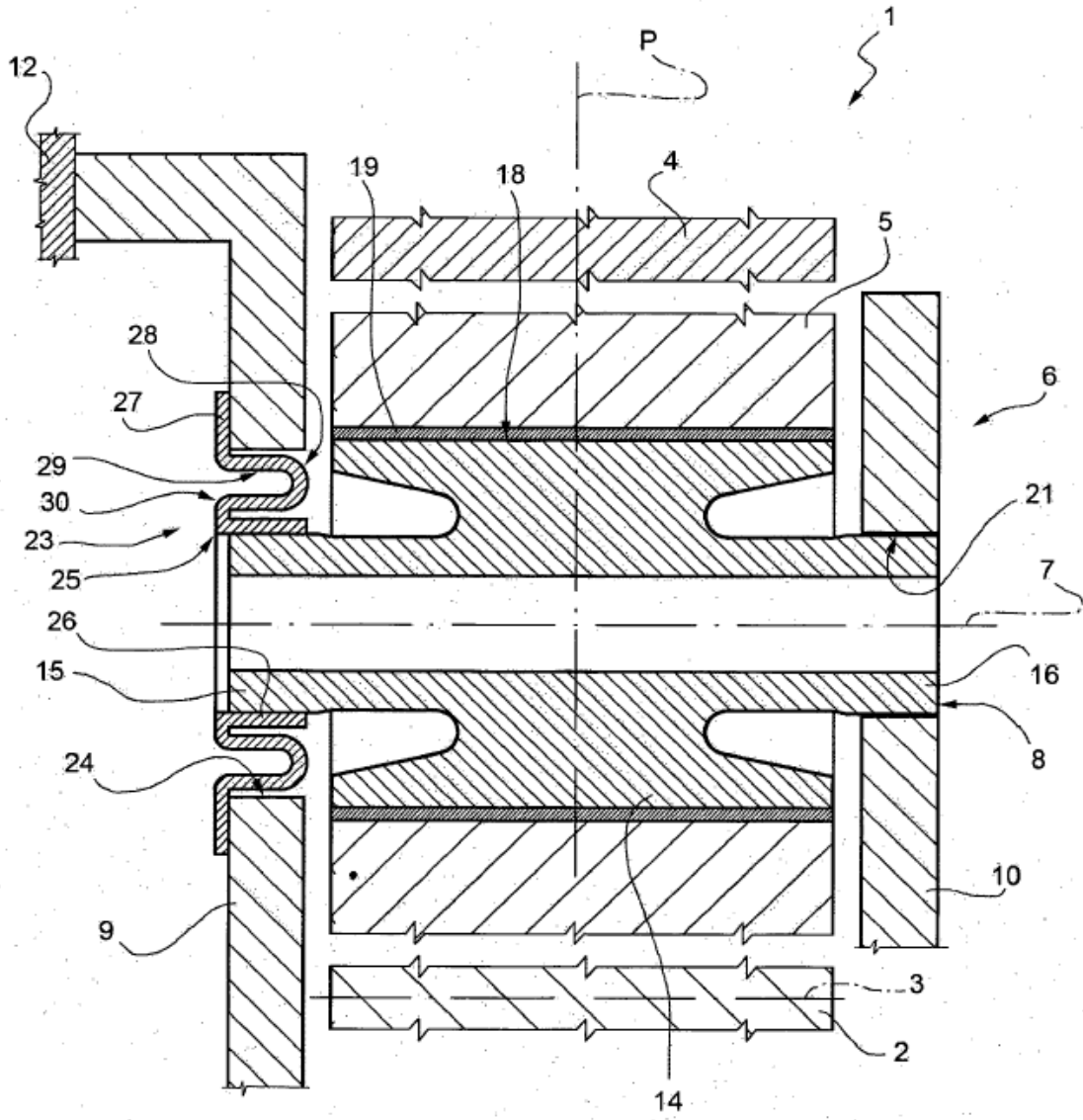


FIG. 2

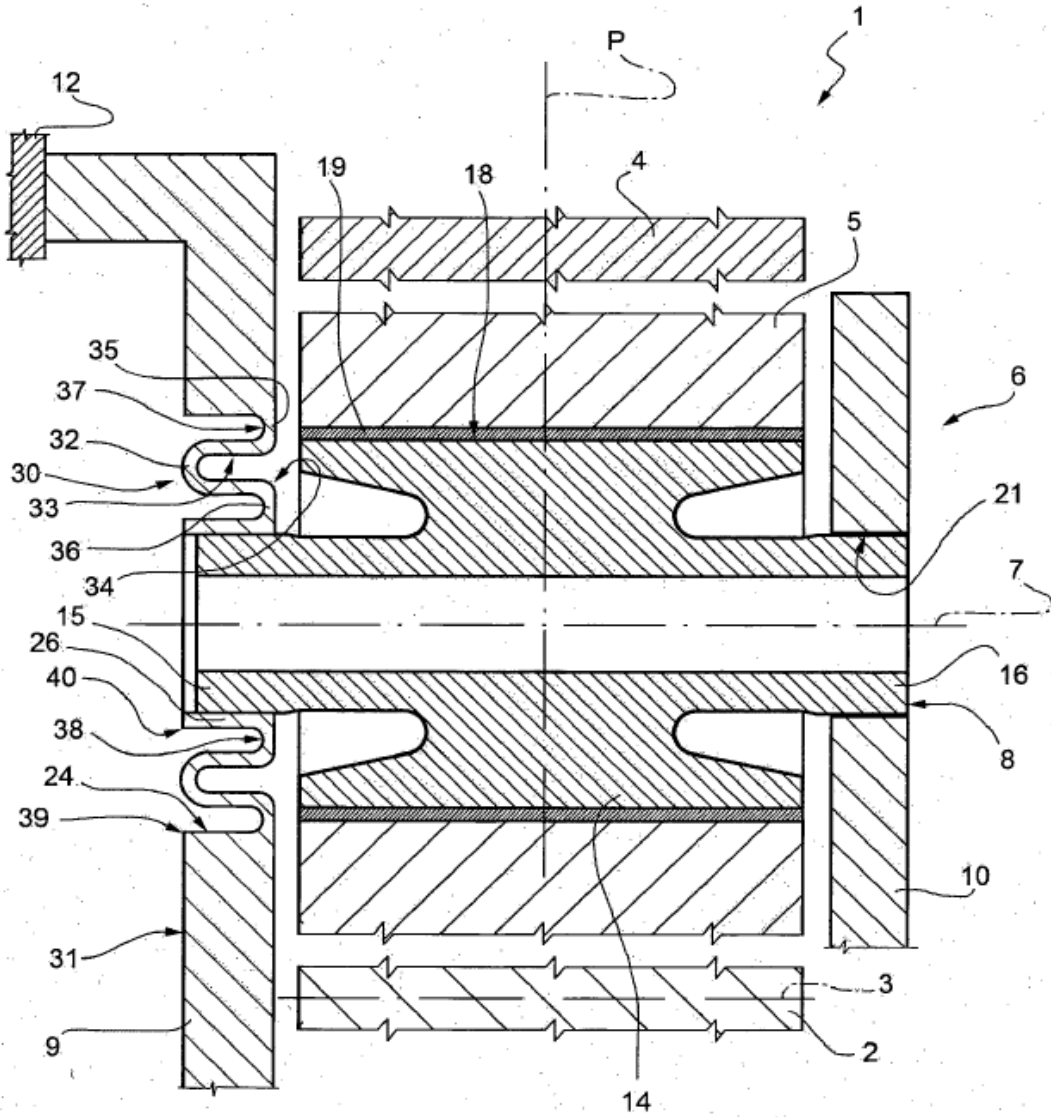


FIG. 3

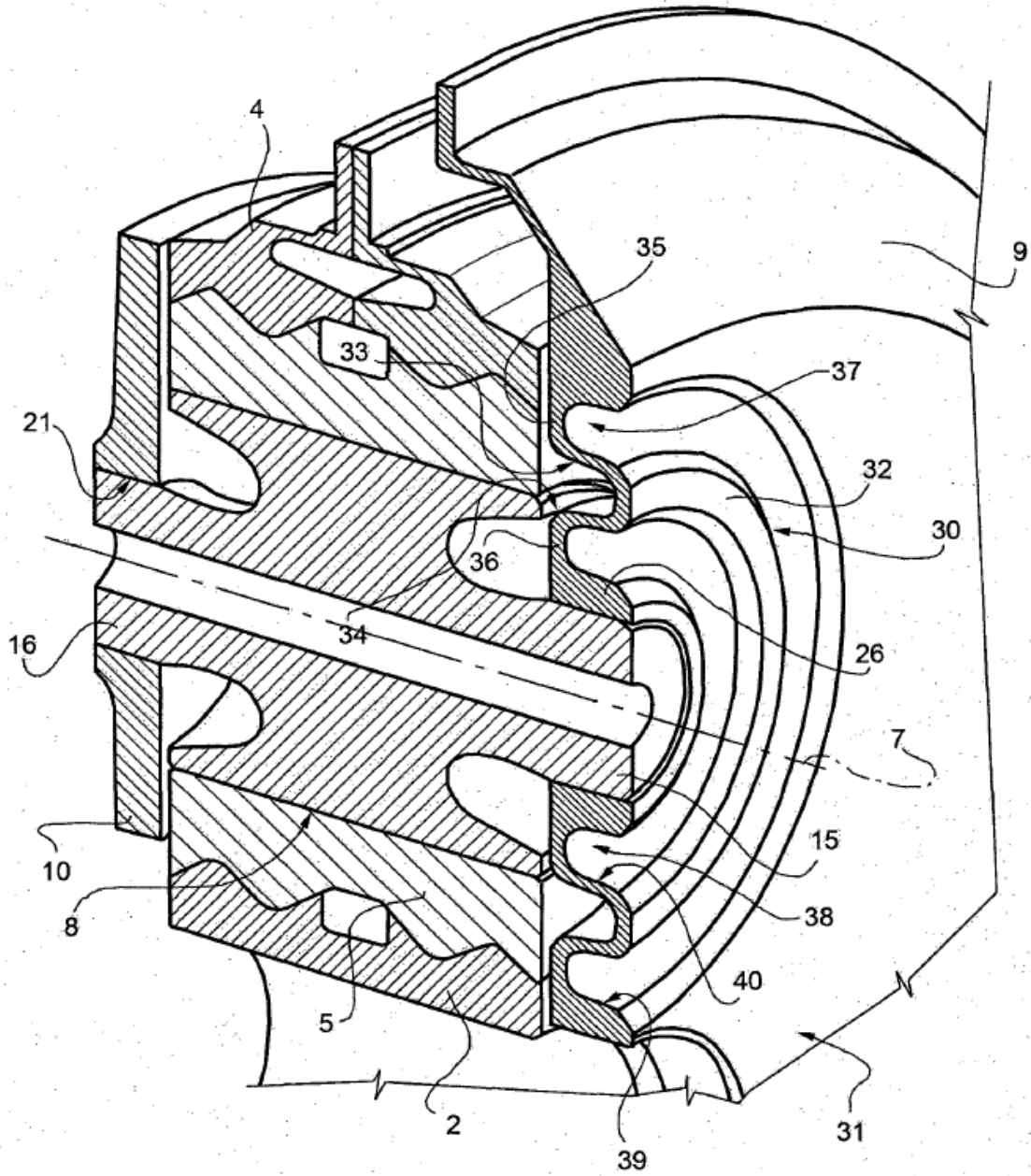




FIG. 4

