

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 608**

51 Int. Cl.:
F16H 57/04 (2010.01)
F03D 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05850529 .8**
96 Fecha de presentación: **06.07.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1766266**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **DISPOSITIVO DE ENGRANAJE PLANETARIO.**

30 Prioridad:
15.07.2004 FI 20045274
15.12.2004 FI 20045483

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.01.2012

73 Titular/es:
MOVENTAS OY
P.O. BOX 158
40101 JYVÄSKYLÄ, FI

72 Inventor/es:
RYYMIN, Ari y
YRJÖNEN, Timo

74 Agente: **Tomas Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 372 608 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

Dispositivo de engranaje planetario

- 5 [0001] La invención se refiere a un dispositivo de engranaje planetario comprendiendo un eje giratorio conectado al porta-satélite de ruedas planetarias, un engranaje interno y un engranaje solar; donde las ruedas planetarias cooperan operativamente por sus dientes, es decir se engranan, con la mayoría de los dientes en posición fija situados en el engranaje interno y con los dientes situados en el centro del engranaje solar, desde el cual se transmite la potencia al eje de entrada soportado un bastidor de la siguiente fase, y en cuyo dispositivo, el soporte del engranaje planetario permite una deflexión angular y/ o lineal inducida por carga relativa al bastidor, y cuyo engranaje planetario incluye un sistema de lubricación con aceite para la lubricación de dichas mallas de engranaje planetario. La invención se refiere particularmente a un engranaje planetario de una turbina eólica y también a un engranaje planetario de dos fases y particularmente a la lubricación de la primera fase.
- 10
- 15 [0002] Las publicaciones de patentes FI 108959B y EP 1045140A2 proponen soluciones con engranajes para turbinas eólicas. Estas publicaciones no incluyen descripción más detallada del sistema de lubricación. El uso de lubricación por salpicadura es bastante común en engranajes de baja potencia, donde una carcasa cerrada contiene el nivel de aceite de lubricación a cierta altura, de tal modo que el aceite es conducido hacia todas las mallas y cojinetes por medio de elementos rotativos de maquinaria. La lubricación por salpicadura no es suficiente en engranajes potentes y no es adecuada si el engranaje no se puede revestir.
- 20
- [0003] La mencionada EP-A-1 045 140 especifica las características del preámbulo según la reivindicación 1.
- [0004] La publicación EP 274874 establece un dispositivo de lubricación por salpicadura. Esto requiere una velocidad de rotación razonable para el porta-satélite de manera a que el aceite fluya, mediante la fuerza centrífuga, hasta el desviador de aceite del porta-satélite y también hasta los canales de suministro de aceite de las ruedas planetarias. Con la turbina eólica, la velocidad de rotación permanece tan baja que no es una solución aplicable.
- 25
- [0005] La publicación US 6,602,158 establece un engranaje planetario provisto de un sistema de suministro especial de aceite de lubricación. En esta solución el aceite de lubricación se transporta a través de un eje hueco y es forzado radialmente, mediante la carcasa, hasta el canal de extremo del porta-satélite y también hasta los ejes huecos de las ruedas planetarias. El aceite se distribuye en los cojinetes de agujas a partir de estos ejes. Este tipo de disposición requiere una estructura cerrada, que no es siempre factible. Además, un canal central hueco puede reservarse para otro uso como en el caso de la turbina eólica, donde el canal central dispone de una barra que controla el ángulo de pala del ensamblaje de palas.
- 30
- 35 [0006] Las publicaciones WO03/078870 y EP1431575 exponen soluciones de engranaje para turbinas eólicas, donde el aceite de lubricación se lleva hasta el engranaje planetario a través de elementos que permiten la rotación. Estas soluciones, no obstante, no comprenden el acoplamiento según la publicación FI 108959B, el cual permitiría una ligera deflexión angular o lineal entre el engranaje y el bastidor. Las soluciones de suministro de aceite de lubricación propuestas no tienen una construcción adecuada en caso de deflexiones angulares o radiales.
- 40
- [0007] En engranajes planetarios potentes la lubricación por salpicadura no es suficientemente eficaz, pero el aceite de lubricación debe ser suministrado mediante lubricación forzada. En cargas elevadas, como en la aplicación de una turbina eólica, el bastidor de soporte se plegará produciendo deflexiones angulares y/o lineales en el eje de salida, es decir, en la rueda solar, al igual que en el porta-satélite.
- 45
- [0008] El objetivo de esta invención es proporcionar una aplicación ventajosa de un engranaje planetario, que elimina los problemas mencionados anteriormente y proporciona una lubricación útil para las mallas y cojinetes de ruedas planetarias, en un engranaje planetario. Las características de la invención se han establecido más adelante en la reivindicación 1. Una conexión que permite la rotación y la deflexión angular/radial proporciona un suministro eficaz de aceite de lubricación.
- 50
- [0009] En una forma de realización las juntas anulares rotativas deslizantes contra las juntas anulares fijas, formando así en pares un canal anular entre éstas, y una unidad de suministro de aceite dispuesta en dicho canal anular. Los elementos de conexión, la unidad de suministro fija y el canal anular rotativo pueden intercambiarse naturalmente entre si.
- 55
- [0010] En una forma de realización un par de juntas anulares es soportado por resortes de modo a permitir así una deflexión angular y/ o lineal notable.
- 60

[0011] Otras formas de realización y ventajas de la invención se describen más abajo en relación con un ejemplo de aplicación.

[0012] La invención descrita más abajo hace referencia a los dibujos anexos, en los que

5

La Figura 1 ilustra un engranaje planetario de dos fases de una turbina eólica

La Figura 2 ilustra la conexión de un suministro de aceite de lubricación que permite la rotación

La Figura 3 es una vista despiezada de los componentes de sellado de la construcción de la Figura 2

La Figura 4 es una vista transversal del detalle III-III de la Figura 2

10 Las Figuras 5- 7 muestran en detalle una construcción según otra forma de realización de la conexión que permite la rotación

Las Figuras 8- 10 muestran en detalle una construcción según una tercera forma de realización de la conexión que permite la rotación

15 [0013] Las Figuras 1 - 2 muestran un engranaje planetario de dos fases 10, 30 de una turbina eólica. Un ensamblaje de palas, indicado esquemáticamente por B, se fija al eje de entrada 11 del engranaje planetario de la primera fase 10 y un generador (no mostrado) se conecta al eje de salida 34 de la segunda fase 30. Un canal hueco 39 se extiende desde el generador hasta el eje 11 y los ángulos de pala del ensamblaje de palas B se ajustan a través de éste. En este caso este canal hueco no puede ser usado libremente en el sistema de aceite de lubricación.

20

[0014] Los engranajes planetarios 10, 30 comprenden un bastidor común 8, el cual, debido a las cargas elevadas de la primera fase, es ligeramente elástico generando una deflexión angular y/ o lineal entre las fases. Este engranaje es un engranaje de turbina eólica potente, aquí de 3 MW.

25 [0015] El eje de entrada 11 del engranaje planetario 10 es soportado en el bastidor 8 por cojinetes D1 y se conecta directamente al porta-satélite 13. Éste incluye además las ruedas planetarias 14a, que se engranan por sus dentados 14', es decir, que cooperan operativamente con el engranaje 15' del engranaje interno y simultáneamente con el dentado 16' de la rueda solar central 16. El engranaje interno 15' se conecta al bastidor según un método conocido.

30 [0016] La rueda solar 16 es soportada por cojinetes D2 desde el porta-satélite 13 y más específicamente, en el extremo del ensamblaje de palas B. Debido a la deflexión angular y a otras deflexiones, la potencia se transmite a través del acoplamiento 32, que se conecta al segundo dentado 16" de la rueda solar 16 a través de su primer dentado 32' y en de manera correspondiente, al dentado 33' del eje de entrada 33 de la siguiente fase 30 a través de su segundo dentado 32". El engranaje planetario 30 de la segunda fase y su soporte al bastidor 8 son convencionales y no tienen particular importancia para la invención.

35

[0017] Como tal, dicha fase siguiente, o segunda fase, puede ser un simple eje, es decir que el acoplamiento permitiendo una diferencia angular se puede conectar directamente a un generador o similar.

40 [0018] Es esencial para esta invención que se disponga de un sistema de aceite de lubricación, donde el aceite de lubricación se suministra a partir de un colector fijo 35 a través de una conexión de tubos, después "conexión" 20 más corta, que permite la rotación del porta-satélite 13, el cual se provee con canales para transportar el aceite de lubricación hacia los puntos deseados, en la presente hasta los cojinetes D3 de las ruedas planetarias 14a y hasta la malla (dentados 14' y 16') entre ésta y la rueda solar 16. Para los cojinetes D3 el aceite de lubricación se conduce desde el

45

porta-satélite 13 hasta el cojinete radial 17, que tiene un canal 17.1 para tal propósito. En estos canales de distribución de construcción interna se aplica una técnica bastante convencional. Es esencial para la invención que el aceite de lubricación se suministre a un elemento de rotación y de cambio de posición; en la presente al porta-satélite.

50 [0019] Para la lubricación de la malla entre el engranaje interno 15 y las ruedas planetarias 14a, el sistema incluye colectores 36, que se pueden usar para pulverizar aceite de lubricación sobre el dentado 15'.

[0020] Las Figuras 2 y 3 incluyen una ilustración detallada de la conexión 20 que permite la rotación. La Figura 2 muestra una vista transversal más detallada de la conexión anular en la unidad de suministro y la Figura 3 muestra una vista despiezada de los componentes principales. La conexión 20 comprende el primer elemento de conexión 21 montado fijamente en el bastidor y el elemento de conexión rotativo 22 fijado al porta-satélite. El primer elemento de conexión fija 21 se provee con un componente de bastidor cilíndrico 26 con unidades de conexión 27.1 al colector 35 y un componente de conexión cilíndrico 40. Las juntas anulares 29.1 y 29.2 se disponen contra las superficies internas y externas de este componente de conexión 40 y estas juntas anulares se proveen con juntas anulares 52 y 54. Las juntas anulares 29.1 y 29.2 pueden moverse ligeramente con la carga, mientras que se unen de forma suelta con pernos 42 y 44 y se cargan con resortes 46 del componente de bastidor 26 contra otro conjunto de juntas anulares 28.1, 28.2.

55

60

5 [0021] Las juntas anulares 29.1 y 29.2 tienen una superficie de avance 29' y en correspondencia, las juntas anulares 28.1 e 28.2 tienen una superficie de deslizamiento 28', la cual se provee ventajosamente de una ranura para una junta anular flexible. Las juntas anulares 28.1 y 28.2 se montan fijamente con pernos 48 al porta-satélite 13, el cual tiene además una ranura lateral cilíndrica abierta 25. El componente de conexión cilíndrico 40 se ajusta ligeramente a la ranura 25, el cual gira de este modo. La abertura de cámara de la ranura 25 es limitada por las segundas juntas anulares 28.1, 28.2, las primeras juntas anulares 29.1, 29.2 y el componente de conexión cilíndrico 40. El aceite de lubricación se conduce hasta este tipo de cámara a través de la unidad 27 y se retira a través del canal 13.1., el aceite también se retira de forma controlada a través de las superficies de deslizamiento 28' e 29' para la lubricación de éstas. La fuerza del resorte 46 se adapta para corresponder a una presión de aproximadamente 1 bar, en cuyo caso se puede conseguir una filtración suficiente para la lubricación de las superficies de deslizamiento con una presión de aceite de lubricación adecuada. En las aplicaciones de instalaciones eólicas, la velocidad se mantiene tan baja que el calor debido a la fricción no tiene importancia.

15 [0022] Este tipo de conexión de soporte de resorte 20 es capaz de adaptarse a ambas deflexiones angulares y lineales entre el bastidor 8 y el porta-satélite 13.

20 [0023] El dibujo despiezado de la Figura 3 muestra el diseño 2 + 2 de la construcción de sellado, es decir, dos pares de anillos de sellado (28.1, 28.2 y 29.1, 29.2) fijados. El componente de bastidor cilíndrico 26, las primeras juntas anulares 29.1 y 29.2 y las segundas juntas anulares 28.1, 28.2 se han dibujado aparte en el dibujo (diseño 2 + 2). También los resortes 46 y las espigas de guía 44 están separados en el dibujo.

25 [0024] La Figura 4 muestra el colector de aceite de lubricación entero. Un colector circular curvo fijo 35 se fija a una unidad de suministro de aceite de lubricación presurizado 37. El colector 35 tiene una conexión a las unidades de suministro 27 distribuidas sobre la circunferencia 27 en el componente de conexión fijo 40. Éste se rodea por las juntas anulares 29.1 y 29.2 al interior y al exterior del mismo. Las juntas anulares 29.1 y 29.2 pueden deslizarse contra la superficie externa e interna del componente de conexión cilíndrico 40, al igual que contra las juntas anulares rotativas opuestamente localizadas 28.1 y 28., que se muestran en la Figura 2.

30 [0025] Las Figuras 5 a 7 muestran una modificación simplificada de la construcción de una unión de tubos que permite la rotación. Las Figuras 5 y 6 ilustran axonométricamente los componentes principales de la conexión a ambos lados y la Figura 7 muestra la proyección recta correspondiente. Para referirse a las partes similares desde un punto de vista funcional, se usan los mismos números de referencia usados más arriba. La construcción es ahora del tipo 2 + 1, ya que el número de anillos de sellado no rotativos y de soporte de resorte (primero) 29.1, 29.2 es de dos, pero estos se contrarrestan por medio de un segundo anillo de sellado continuo 28. Aquí la parte cilíndrica 40 del componente de bastidor 26 es más corta, pero puede deslizarse en un grado suficiente contra las superficies cilíndricas de los anillos de sellado 29.1, 29.2, de la misma manera que en la forma de realización precedente. La unidad 27 de la parte cilíndrica 40 conduce el aceite de lubricación a la ranura 28.3 del segundo anillo de sellado 28, desde donde éste puede fluir hacia la segunda unidad 28.3 y además hacia la ranura cilíndrica 25 del porta-satélite 13 o hacia un canal similar (véase Figura 2). Las superficies de deslizamiento 28' a ambos lados de la ranura de transferencia del aceite de lubricación 28.3 se proveen con un sellado flexible en la ranura.

45 [0026] Las Figuras 8 a 10 muestran una modificación aún más simplificada de la construcción de una unión de tubos que permite la rotación. Las Figuras 8 y 9 ilustran axonométricamente los componentes principales de esta conexión a ambos lados y la Figura 10 muestra la proyección recta correspondiente. Para referirse a las partes funcionalmente similares, se usan los mismos números de referencia usados más arriba. La construcción es ahora del tipo 1 + 1, ya que sólo se dispone aquí de un anillo de sellado no rotativo y de soporte de resorte (primero), contrarrestado por un segundo anillo de sellado continuo 28. Este componente de bastidor 26 se provee de unidades de tubo 27.0, alineadas con las unidades 29.0 del primer anillo de sellado 29, donde cada unidad se constituye ahora de una abertura. El segundo anillo de sellado 28, que incluye la ranura 28.3 es similar a las Figuras 5 a 7 anteriores.

50 [0027] En un cierto tipo 1+1, se proporcionó un engranaje de turbina eólica de 3 MW para una deflexión radial de 1,3 mm a una distancia de 2,4 m (error angular de 0,031'). La construcción permitía una tolerancia de $\pm 1,5$ mm en la dirección radial y de ± 5 mm en la dirección axial.

55 [0028] En base a la descripción mencionada anteriormente, los expertos en la técnica entienden que el diseño de la conexión que permite la rotación se puede modificar de varias maneras dentro del campo de la invención. Además de los tipos de diseño 2+2, 2+1 y 1+1, un tipo 1+2 se puede formar fácilmente. El lado con y sin resortes puede naturalmente intercambiarse.

60

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo en un engranaje planetario (10) comprendiendo un eje giratorio (11) conectado a un porta-satélite planetario (13) de ruedas planetarias (14a), un engranaje interno (15) y una rueda solar (16), donde las ruedas planetarias (14a) cooperan de modo operativo es decir que se engranan por su dentado (14') con el dentado exterior de posición fija (15') del engranaje interno (15) y con el dentado central (16') de rueda solar (16), donde, desde dicha rueda solar (16) se transmite la potencia al eje de entrada (33) del bastidor de soporte (8) de la siguiente fase (30), y en el cual dispositivo, el soporte del engranaje planetario (10) permite una deflexión lineal y/ o angular de carga inducida con respecto al bastidor (8), y el cual engranaje planetario (10) incluye un sistema de aceite de lubricación para lubricar dichos engranajes del engranaje planetario; **caracterizado por el hecho de que** el sistema de lubricación es un sistema de lubricación forzada e incluye una conexión (20) que permite suministrar el aceite desde un colector fijo (35) a través de un tubo, permitiendo la rotación entre el bastidor (8) y el porta-satélite (13), los cuales comprenden los primeros elementos de conexión (21) con respecto al bastidor (8) y los segundos elementos de conexión opuestos (22) con respecto al porta-satélite (13), donde la unión de tubos (20) está dispuesta para recibir pequeñas deflexiones angulares y/o radiales; y la unión de tubos (20) comprende un canal anular central (25) en un elemento de conexión (22) y una unidad de suministro (27) dispuesta contra éste en el elemento de conexión opuesto (21) así como medios de sellado anulares (28.1, 28.2, 29.1, 29.2) a ambos lados del canal anular (25).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el canal anular rotativo (25) se dispone en el elemento de conexión (22) del porta-satélite (13) y la unidad de suministro fija (27) en el elemento de conexión (21) del bastidor (8).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** la unidad de suministro (27) del elemento de conexión (21) está rodeado coaxialmente por las primeras juntas anulares (29.1, 29.2) internas y externas del mismo y el canal anular (25) es limitado coaxialmente por las segundas juntas anulares (28.1, 28.2) internas y externas del mismo; y donde la primera y la segunda junta anular interna (28.1, 29.1) y de forma similar la primera y la segunda junta anular externa (28.2, 29.2) se adaptan en forma de pares que se deslizan la una contra la otra.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** un conjunto de juntas anulares (29.1, 29.2) se sostiene por elementos de resorte (46) para permitir una deflexión angular y/ o lineal entre los elementos de conexión (21,22).
5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por el hecho de que** las primeras juntas anulares (29.1, 29.2) se constituyen de dos juntas anulares separadas, de manera que la unidad de suministro (27) se forme en el componente cilíndrico (40) entre éstas.
6. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por el hecho de que** las primeras juntas anulares se forman en el mismo componente a través del cual se sitúa al menos un tubo formado por la unidad de suministro.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo comprende un engranaje planetario de dos fases, donde el engranaje planetario de primera fase (10) se sostiene como citado de manera flexible y de que un acoplamiento (32) permitiendo una diferencia angular se conecta a la rueda solar para transmitir la potencia a la segunda fase (30).
8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo comprende un engranaje planetario para un una turbina eólica, donde el porta-satélite se conecta directamente al eje del ensamblaje de palas de la instalación eólica.

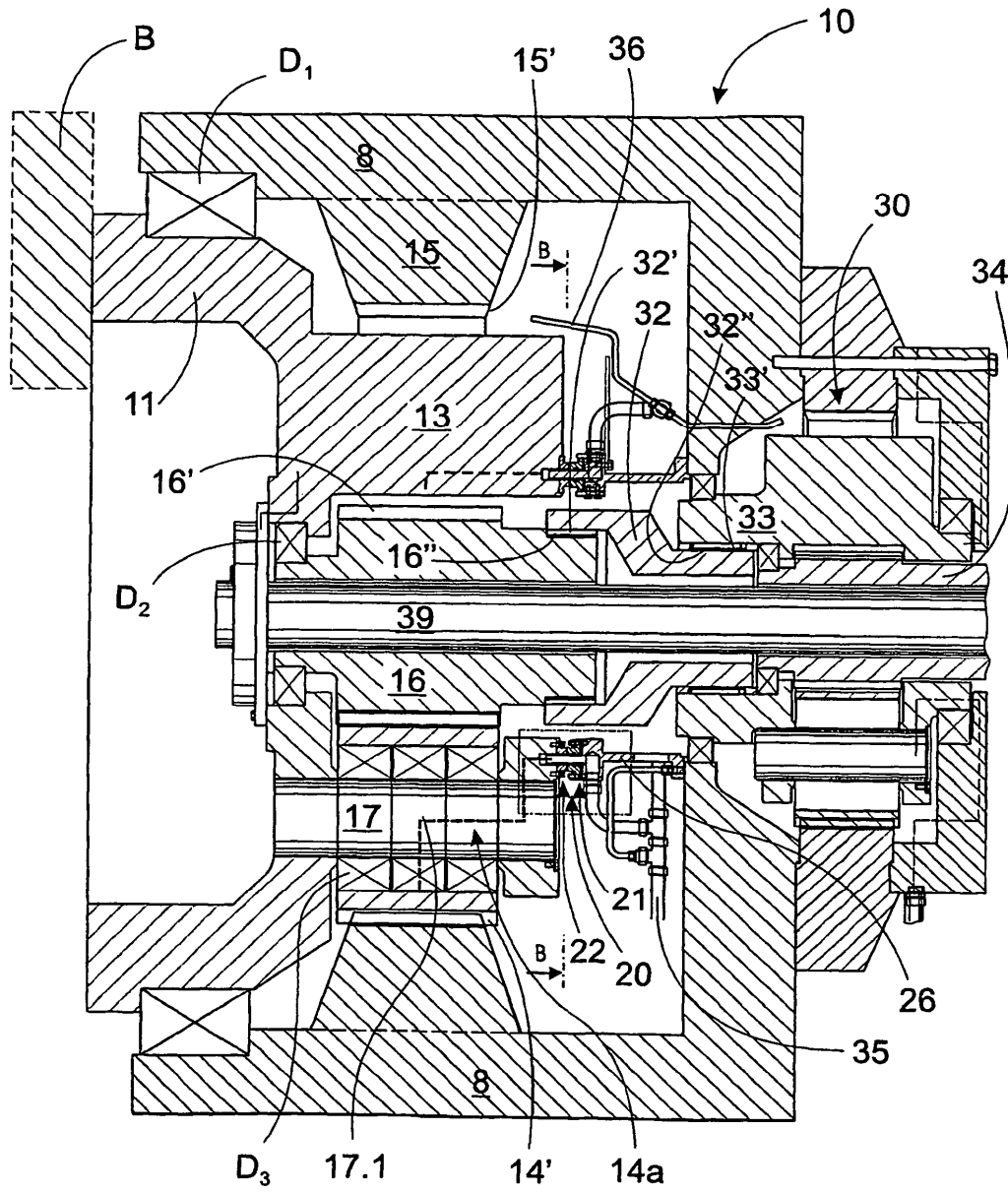


Fig. 1

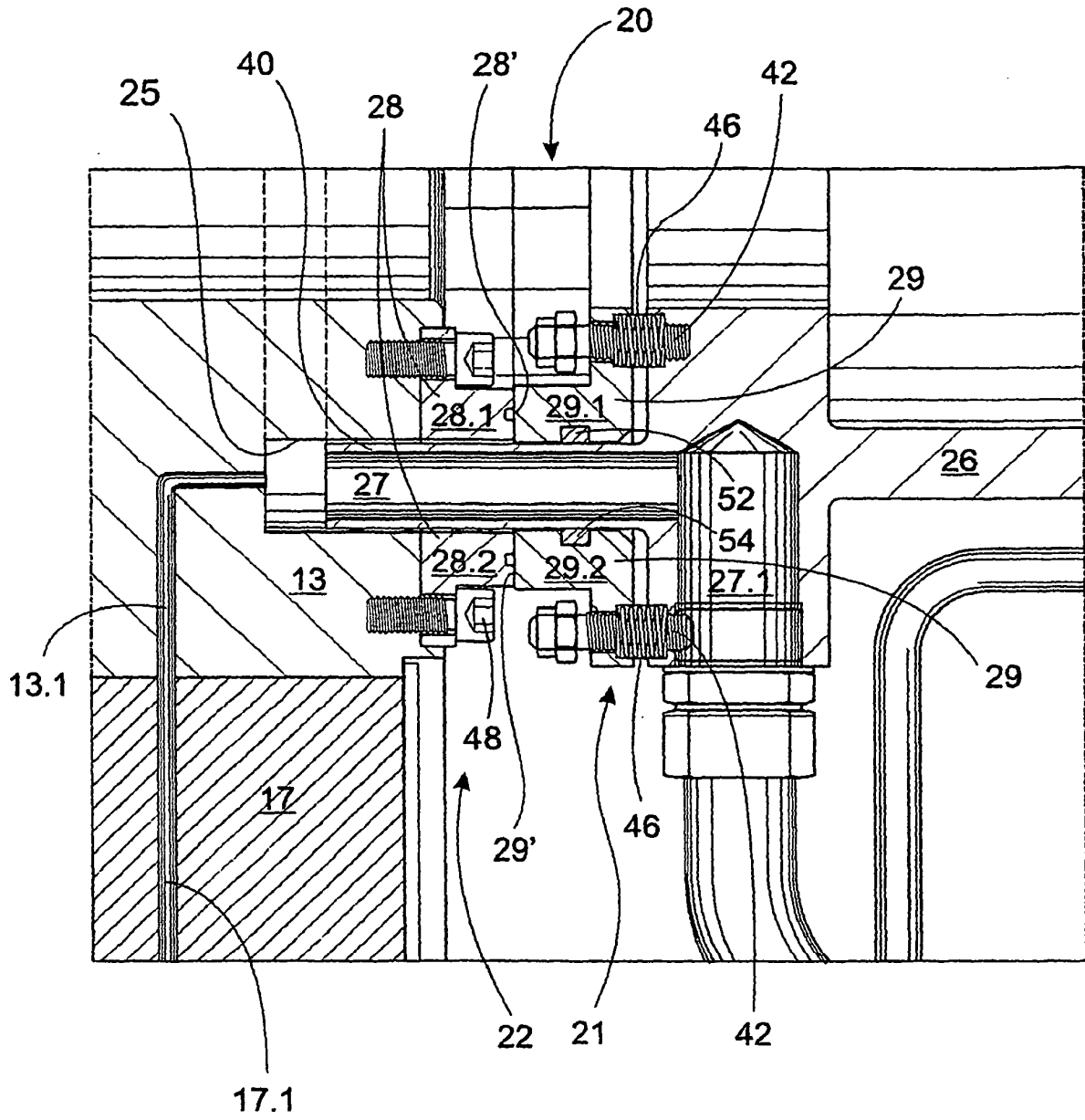


Fig. 2

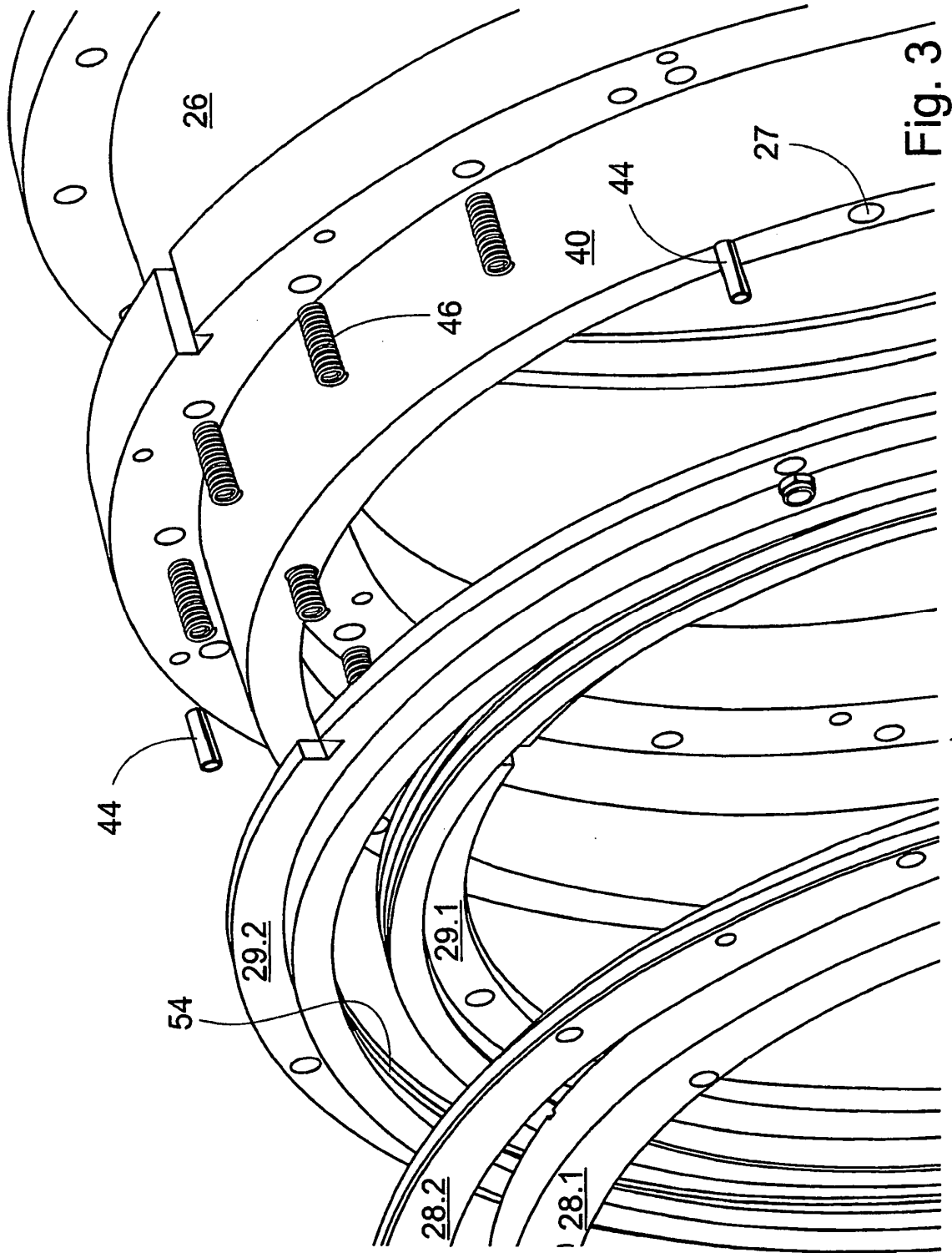


Fig. 3

B-B

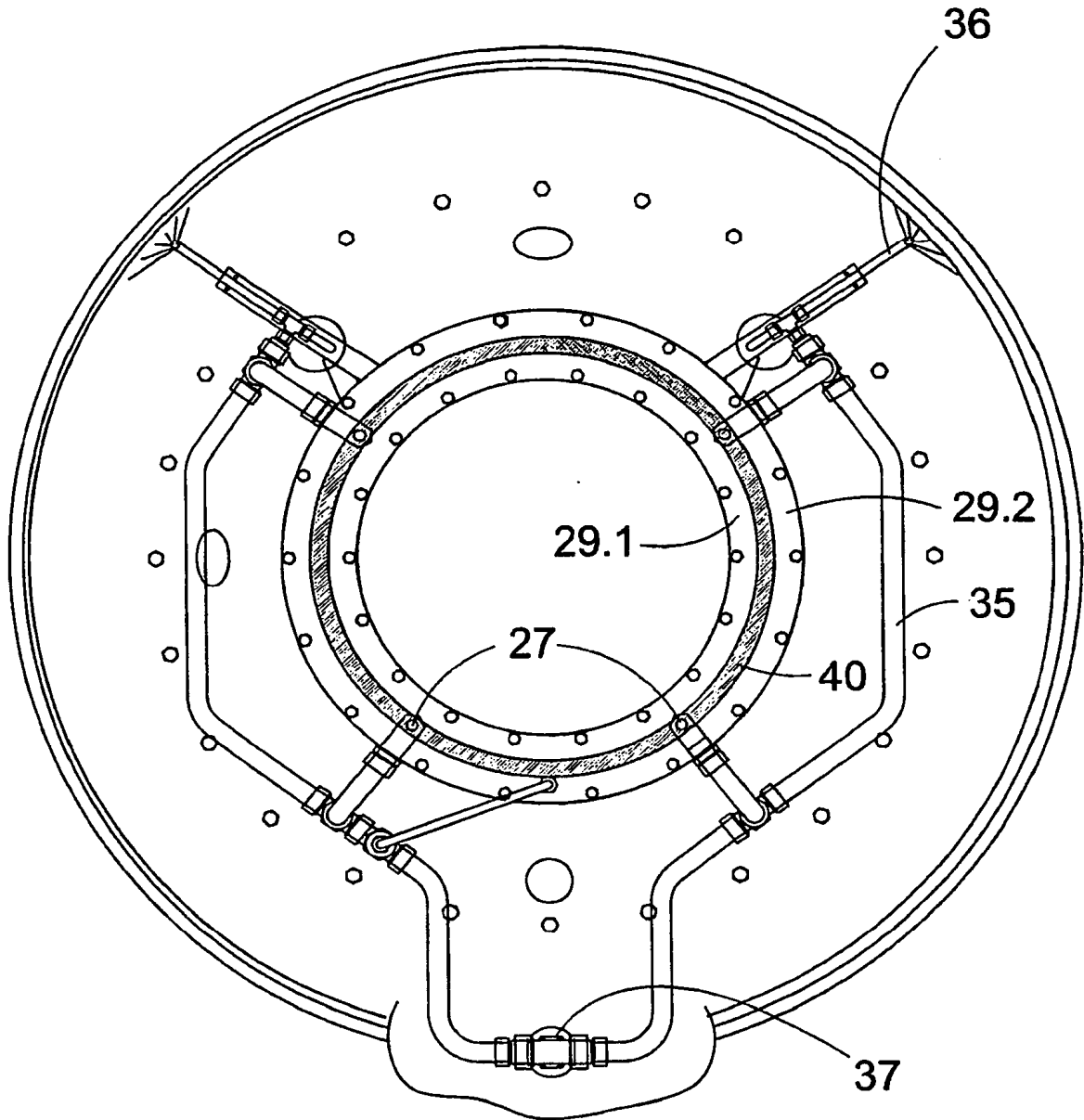


Fig. 4

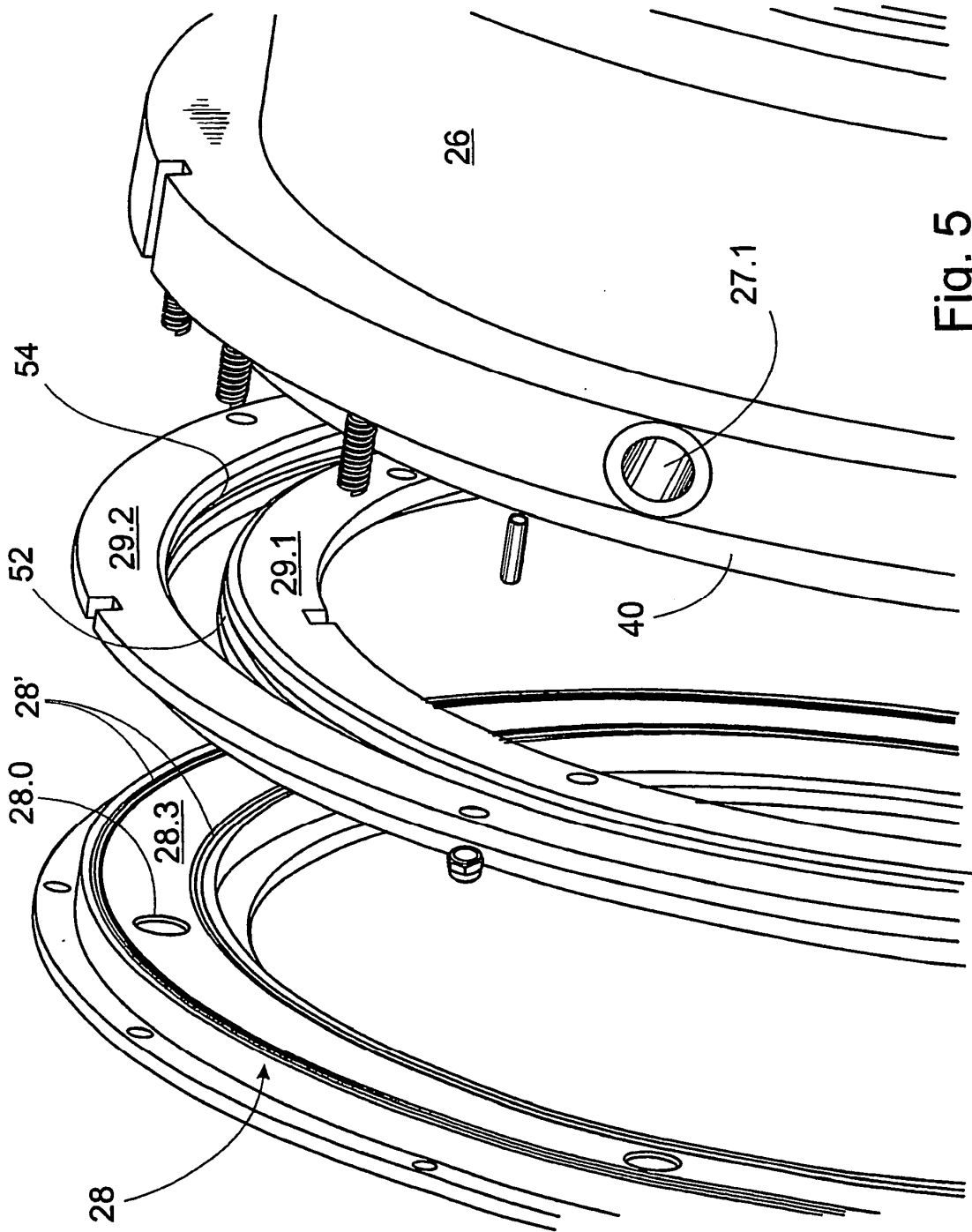


Fig. 5

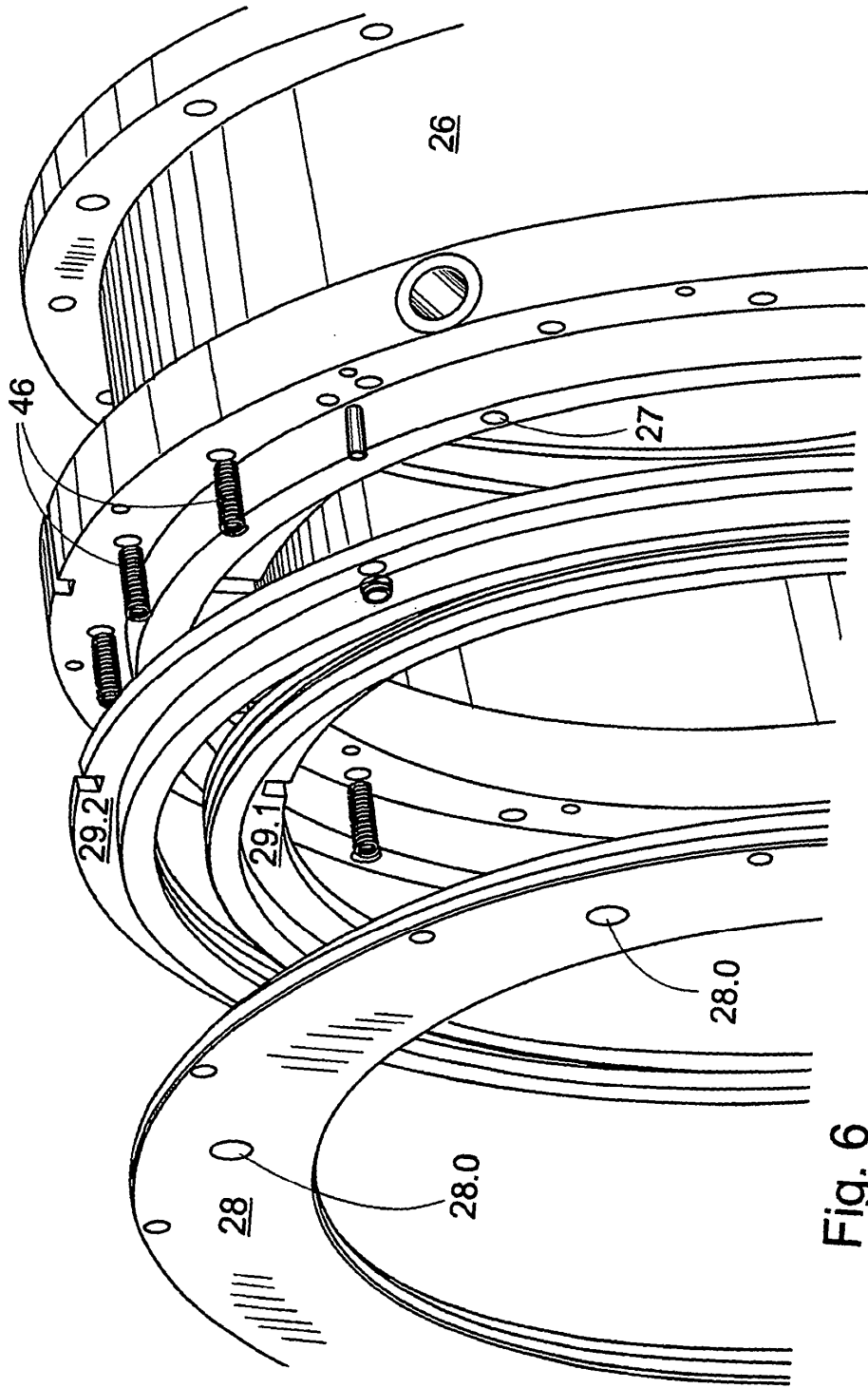


Fig. 6

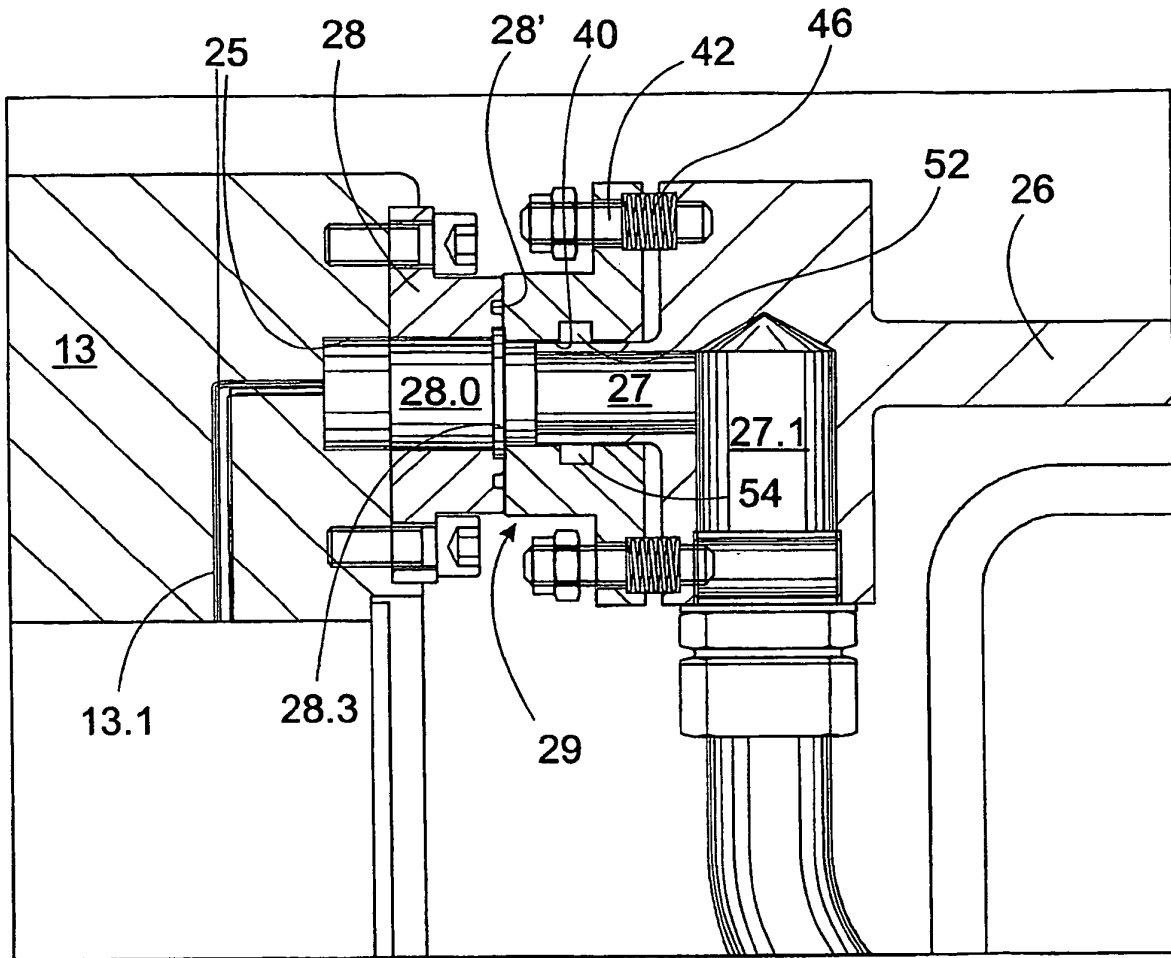


Fig. 7

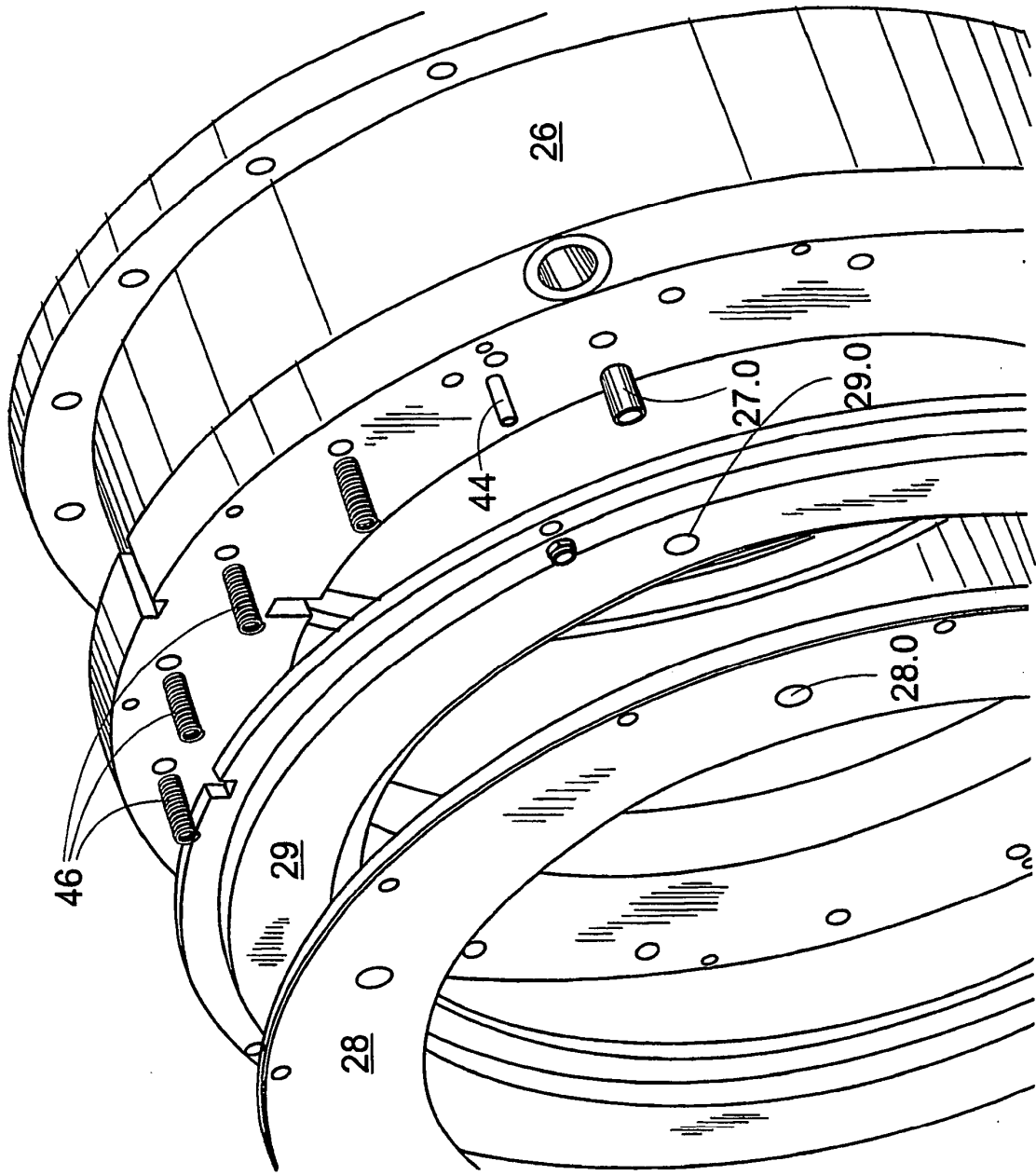


Fig. 8

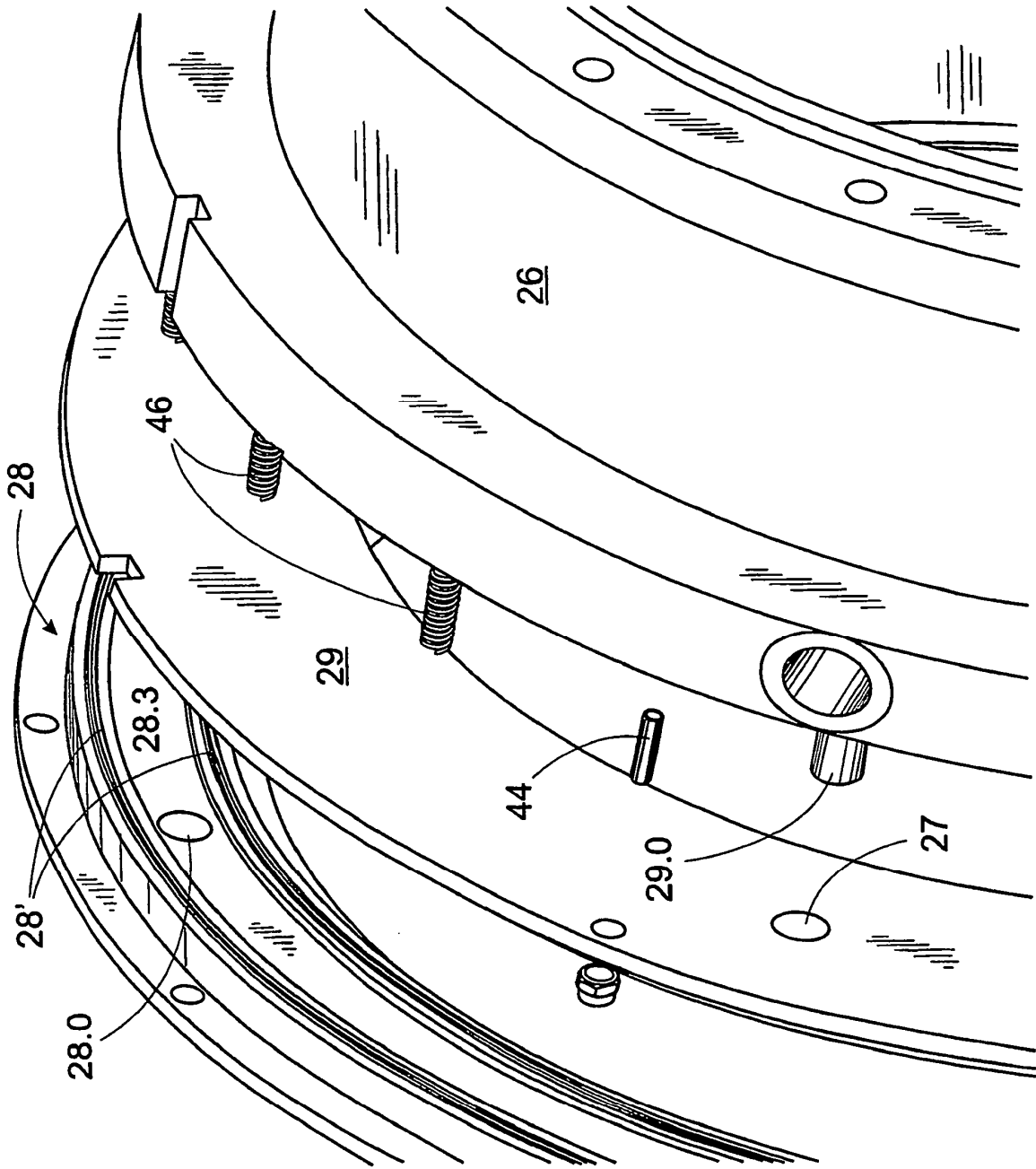


Fig. 9

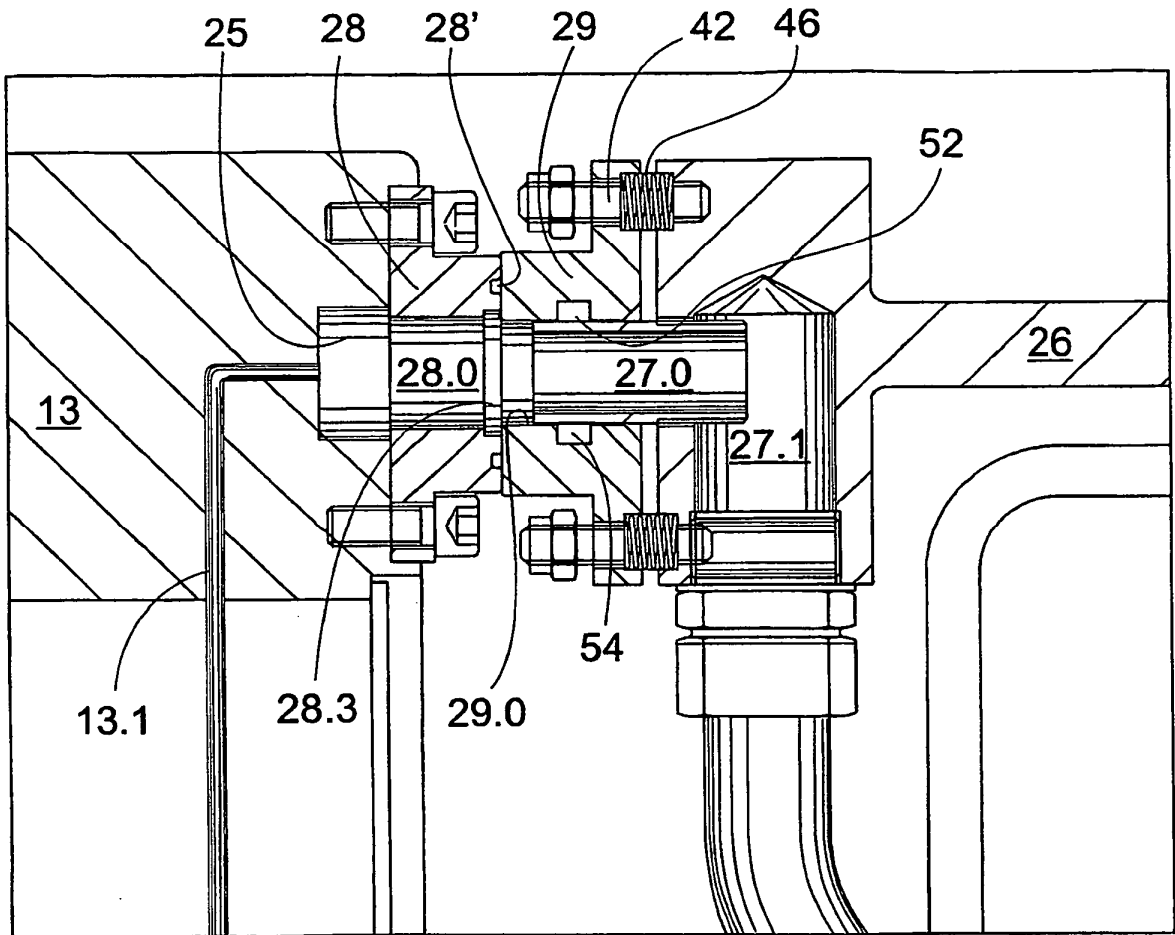


Fig. 10