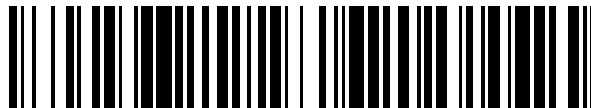


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 742**

51 Int. Cl.:

F16J 15/3208 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2017** **E 17206710 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** **EP 3339694**

54 Título: **Anillo de sellado de un elemento estructural translatoriamente ajustable**

30 Prioridad:

20.12.2016 DE 102016225551

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

01.04.2020

73 Titular/es:

**HERBERT HÄNCHEN GMBH & CO. KG. (100.0%)
Brunnwiesenstrasse 3
73760 Ostfildern, DE**

72 Inventor/es:

WAGNER, KLAUS

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 751 742 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

Anillo de sellado de un elemento estructural translatoriamente ajustable

5 La presente invención se refiere a un anillo de sellado de un elemento estructural translatoriamente ajustable de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La invención también se refiere a una unidad hidráulica con al menos uno de estos anillos de sellado.

10 Los anillos de sellado genéricos para sellos de contacto dinámico son bien conocidos y sellan uno con respecto a otros elementos móviles, como los pistones ajustables de manera translatoria recíprocamente contra los cojinetes correspondientes, como los cilindros. (véase DE-A-34 43 278) Estos anillos de sellado pueden tener un efecto de sellado interior o exterior y ser de simple o doble efecto. La ventaja de un anillo de sellado de este tipo es que solo requiere un espacio de instalación comparativamente pequeño.

15 En el caso de los anillos de sellado de última generación, una geometría correspondiente en un labio de sellado produce una curva de presión que aumenta con un cierto gradiente. El gradiente de presión resultante es decisivo para el espesor de la película lubricante que se transporta bajo el anillo de sellado. Cuanto más pronunciada es esta pendiente, más delgada es la película lubricante. Por supuesto, el espesor de la película lubricante depende no solo de la geometría del sellado, sino también de la velocidad de desplazamiento y suele ser de unos pocos nanómetros.

20 La película lubricante que se transporta no debe considerarse como una fuga, ya que un anillo de sellado es incluso capaz de transportar esta película lubricante de vuelta a una cámara de presión incluso contra la presión. De este modo, todo el sistema de sellado queda sellado hacia el exterior. Para desarrollar su efecto de sellado, estos sistemas de sellado o anillos de sellado requieren una precarga, que normalmente se aplica mediante elementos elásticos como los anillos de elastómero. Sin embargo, la precarga y la fricción resultante provocan un desgaste que, a largo plazo,
25 hace que el anillo de sellado disminuya en cuanto a su efecto de estanqueidad.

Por lo tanto, la presente invención trata el problema de proporcionar una realización mejorada o al menos una alternativa para un anillo de sellado del tipo genérico que, en particular, al menos reduce las desventajas conocidas de la técnica anterior.

30 Este problema se resuelve según la invención mediante el objeto de la reivindicación 1 independiente. Las formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

35 La presente invención se basa en la idea general de indicar un anillo de sellado completamente rediseñado que está reforzado o reforzado por medio de un anillo de refuerzo reforzado con fibra, el anillo de refuerzo reforzando el anillo de sellado al menos en la dirección radial y limitando una deformación de al menos un labio de sellado al menos en la dirección radial. El anillo de sellado de acuerdo con la invención se usa para un elemento translatoriamente ajustable, en particular un pistón hidráulico o un cierre, por ejemplo, de acuerdo con DIN 3750, y de acuerdo con la invención tiene al menos un labio de sellado y está conectado de forma fija al mismo o encerrado en este anillo de refuerzo
40 reforzado con fibra, que está dispuesto en particular de modo adyacente a al menos un labio de sellado. Al mismo tiempo, el anillo de refuerzo tiene fibras de carbono laminadas según la invención y un módulo de elasticidad E2, mientras que el anillo de sellado está hecho de un plástico con un módulo de elasticidad E1. Una relación de los módulos E se encuentra en un rango de $150 < E2/E1 < 300$. Con este nuevo desarrollo, el anillo de refuerzo evita que los anillos de sellado y al menos un labio de sellado, dependiendo de la disposición, sufran una gran expansión radial
45 no deseada o una gran compresión radial no deseada, con lo que se puede reducir la presión de contacto de al menos un labio de sellado contra la superficie de sellado desplazada en relación con él, así como el desgaste asociado. De este modo es posible reducir drásticamente el desgaste incluso con una lubricación muy pobre en el rango de carrera corta o con una larga vida útil. La invención del anillo de refuerzo reforzado con fibra de carbono permite minimizar el desgaste hasta tal punto, por ejemplo, en comparación con un anillo metálico, que sólo hay un ligero efecto en el
50 comportamiento de fricción del compañero de fricción, por ejemplo, el cilindro. Un efecto de sellado del anillo de sellado según la invención no está limitado o solo marginalmente en comparación con un efecto de sellado de los anillos de sellado convencionales. La ventaja del anillo de sellado según la invención es que con amplitudes de carrera cortas (carreras cortas) no hay una lubricación deficiente debajo del labio de sellado y, por lo tanto, no hay desgaste, incluso con un alto número de ciclos de carga.

55 En un desarrollo ventajoso de la solución según la invención, el módulo de elasticidad E1 del plástico del anillo de sellado es de aproximadamente 600 MPa. Adicional o alternativamente, el módulo de elasticidad E1 del anillo de refuerzo está en un rango de $90.000 \text{ MPa} < E2 < 180.000 \text{ MPa}$. Esto significa que la dilatación del anillo de sellado o de sus labios de sellado, es decir, por ejemplo, una presión de contacto en la pieza intermedia de fricción (superficie de sellado opuesta), puede limitarse a un nivel que, por un lado, permita un sellado fiable y, por otro, reduzca considerablemente el desgaste. El anillo de refuerzo está hecho de fibras de carbono laminadas.

En otro modo de realización de la solución según la invención, el anillo de sellado tiene una ranura en forma de U de tipo de ranura anular, donde el anillo de refuerzo es recibido positivamente y donde la ranura está dispuesta entre dos labios de sellado adyacentes. Esta ranura en forma de U puede colocarse, por ejemplo, en el centro de una superficie exterior del anillo de sellado, de modo que en este caso puede crearse una junta exterior de estanqueidad y de doble efecto con dos labios de sellado directamente adyacentes al anillo de refuerzo, de modo que el anillo de refuerzo endurece los labios de sellado no solo en dirección radial, sino también en dirección axial, ya que pueden apoyarse en este último en función del movimiento de la carrera. Un anillo de sellado diseñado de esta manera puede utilizarse, por ejemplo, como anillo de sellado de pistón entre un pistón y un cilindro. Alternativamente, también es concebible que la ranura en forma de U esté dispuesta centralmente en una superficie interior del anillo de sellado, de modo que en este caso un anillo de sellado de este tipo está diseñado como un anillo de sellado interno y se puede utilizar como una junta de vástago entre, por ejemplo, un vástago de pistón y un cierre.

En un modo de realización particularmente preferido, una relación de un espesor de pared radial t_{DR} del anillo de sellado a una profundidad radial t_A de la ranura está en el rango de $1,5 < t_{DR} / t_A < 2,3$, en particular en el rango de $1,7 < t_{DR} / t_A < 2,2$. Adicional o alternativamente, una relación de un ancho B_{DR} del anillo de sellado a un ancho B_A de la ranura está en el rango de $1,0 < B_{DR} / B_A < 2,2$, en particular en el rango de $1,7 < B_{DR} / B_A < 2,0$. Estas condiciones permiten limitar de forma óptima la deformación en un rango de presión de un medio hidráulico entre 20 y 350 bar. Mediante las dimensiones mencionadas, la presión de contacto de los labios de sellado contra la superficie de sellado opuesta puede limitarse a un nivel donde el efecto de sellado aún está completamente desarrollado, pero se evita un desgaste excesivo debido a una presión de contacto excesiva.

En un diseño alternativo y ventajoso del anillo de sellado según la invención, el anillo de sellado tiene un solo labio de sellado y un escalón interno o externo donde se coloca el anillo de refuerzo junto al labio de sellado. En el caso de un paso externo, se puede crear un anillo de sellado externo de simple efecto con un solo labio de sellado, mediante el cual se puede realizar una conexión entre el anillo de refuerzo y el anillo de sellado, por ejemplo, mediante unión o soldadura al material del anillo de sellado, o mediante el procedimiento de fabricación del procedimiento de bobinado de carbono. Por lo tanto, el anillo de refuerzo que contiene fibras de carbono puede fabricarse, por ejemplo, mediante bobinado.

En una formación adicional ventajosa de la solución de acuerdo con la invención, el anillo de sellado está hecho de politetrafluoroetileno (PTFE), polioximetileno (POM), poliamida (PA), polietileno (PE), poliuretano (PU) o polietileno molecular ultraelevado (UHMW-PE) y, por lo tanto, posee no solo una resistencia comparativamente alta al desgaste, sino también una alta resistencia química a los medios de comunicación hidráulicos, en particular. Dependiendo del plástico utilizado, el anillo de refuerzo debe diseñarse en consecuencia para mantener la ingeniosa relación de los módulos E_2/E_1 .

La presente invención se basa además en la idea general de proporcionar una unidad hidráulica con un primer elemento, como un cilindro, un segundo elemento ajustable translatoriamente, como un pistón hidráulico, que tiene una ranura con dicho anillo de sellado en la ranura y además con un anillo elastomérico para presionar el anillo de sellado contra una superficie de sellado, en particular contra una superficie de cilindro. Además, el anillo de elastómero sella estáticamente el anillo de sellado secundario. Dependiendo de si el anillo de sellado es un anillo de sellado externo o interno, el pretensado del anillo de sellado por elastómero tiene un diámetro menor o mayor. El anillo de elastómero asegura una fuerza de contacto del anillo de sellado y, por lo tanto, de los labios de sellado contra la superficie de sellado opuesta, garantizando así la estanqueidad deseada. Dependiendo de la fuerza de contacto, también se puede ajustar el espesor de la película lubricante entre el anillo de sellado y la superficie de sellado opuesta, por ejemplo, una pared del cilindro. El anillo de sellado según la invención se usa, por ejemplo, en una unidad hidráulica en un pistón, que está sellado de una superficie de funcionamiento del cilindro a través del anillo de sellado según la invención. De la misma manera, el anillo de sellado según la invención puede, por supuesto, también colocarse entre un vástago de pistón hidráulico y un cierre, por lo que en este caso sería diseñado como un sello de sellado interno.

Otras características y ventajas importantes de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes, de los dibujos y de la descripción de figuras correspondiente mediante los dibujos.

Se entiende que las características mencionadas anteriormente y las a describir todavía a continuación no sólo pueden emplearse en la combinación indicada respectivamente, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin abandonar el marco de la presente invención.

Ejemplos de realización preferidos de la invención están representados en los dibujos y se describen en detalle en la siguiente descripción, refiriéndose las mismas referencias a elementos idénticos o similares o de función idéntica.

A este respecto muestran respectivamente esquemáticamente,

Fig. 1: una vista seccional a través de un anillo de sellado de doble efecto según la invención,

Fig. 2: una representación como la de la fig. 1 para una aplicación en un pistón hidráulico de una unidad hidráulica,

5 Fig. 3: un posible diseño adicional del anillo de sellado según la invención para una junta de vástago en una unidad hidráulica,

Fig. 4: una vista seccional a través de un anillo de sellado de doble efecto con sellado externo y dimensiones según la invención,

10 Fig. 5: una vista en sección a través de un anillo de sellado interno según la invención y un anillo de sellado de simple efecto con dimensiones.

De acuerdo con las figuras 1 a 5, un anillo de sellado 1, de acuerdo con la invención, de un elemento translatoriamente ajustable 16, en particular un pistón hidráulico 16', tiene un anillo de refuerzo 2, el cual está firmemente conectado o encerrado en este último y construido de fibras de carbono laminadas 4, el cual refuerza el anillo de sellado 1 en la 15 dirección radial 3 y limita una deformación de al menos un labio de sellado 10 en la dirección radial 3 y/o en la dirección axial. En términos puramente teóricos, el anillo de refuerzo 2 también puede contener fibras de aramida 5, fibras de vidrio 19, fibras de roca 20, en particular fibras de basalto, y/o fibras metálicas 7 incrustadas en plástico 6.

Las fibras de carbono 4, que normalmente se extienden en la dirección circunferencial del anillo de sellado 1, pueden 20 utilizarse para desviar y absorber fuerzas que actúan radialmente sobre el anillo de sellado 1 en la dirección circunferencial. El anillo de refuerzo 2 tiene un módulo de elasticidad E2. Las fibras de carbono 4 están laminadas, es decir, el anillo de refuerzo tiene varias capas de fibras de carbono 4 pegadas entre sí. El anillo de sellado 1 está hecho de un plástico con un módulo de elasticidad E1 de acuerdo con la invención, con una relación de los módulos de elasticidad $150 < E2/E1 < 300$. El anillo de refuerzo 2 según la invención reforzado con fibra de carbono evita que el 25 anillo de sellado 1 se expanda radialmente en exceso (véanse las figs. 1, 2 y 4) o se comprima radialmente (véanse las figs. 3, 5) y reduce así considerablemente el desgaste en comparación con los anillos de sellado convencionales. De este modo es posible reducir drásticamente el desgaste incluso con una lubricación muy pobre en el rango de carrera corta o con una larga vida útil. El efecto de sellado del anillo de sellado 1 según la invención no está limitado, o solo lo está marginalmente, en comparación con el efecto de sellado de los anillos de sellado convencionales. La 30 ventaja del anillo de sellado 1 según la invención es que con amplitudes de carrera cortas (carreras cortas) no hay una lubricación deficiente debajo del labio de sellado 10 y, por lo tanto, no hay desgaste, incluso con un alto número de ciclos de carga.

El módulo de elasticidad E1 del plástico del anillo de sellado 1 es de aproximadamente 600 MPa, siendo el módulo de 35 elasticidad E2 del anillo de refuerzo 2 en un rango de $90.000 \text{ MPa} < E2 < 180.000 \text{ MPa}$. Esto significa que la dilatación del anillo de sellado 1 o de sus labios de sellado 10, es decir, por ejemplo, una presión de contacto en la pieza intermedia de fricción (superficie de sellado opuesta 12), puede limitarse a un nivel que, por un lado, permita un sellado fiable y, por otro, reduzca considerablemente el desgaste. El anillo de refuerzo 2 es un laminado con fibras de carbono 4.

40

Si se tiene en cuenta especialmente el anillo de sellado 1 según las figs. 1, 2 y 4, se puede ver que tiene una ranura en forma de U 8, donde el anillo de refuerzo 2 es recibido positiva y directamente adyacente a los labios de sellado 10. El anillo de refuerzo 2 también se puede pegar o asegurar de otro modo en el receptáculo 8, donde, por supuesto, también es concebible que el anillo de refuerzo 2 ya esté incrustado durante el procedimiento de fabricación del anillo 45 de sellado 1 en el material del anillo de sellado 1 y, por lo tanto, no esté conectado positivamente al mismo. La ranura en forma de U 8 puede colocarse en el centro de una superficie exterior 9 del anillo de sellado 1, de modo que el anillo de sellado 1 está concebido como anillo de sellado externo 1 con dos labios de sellado 10 según las figs. 1 y 2.

Si se observa el anillo de sellado 1 mostrado en las figs. 3 y 5, se puede ver un escalón interno 11 donde se dispone 50 el anillo de refuerzo reforzado con fibra 2. El anillo de sellado 1 que se muestra en las figs. 3 y 5 está diseñado como anillo de sellado interno y de simple efecto 1 con un solo labio de sellado 10. Las realizaciones del anillo de sellado 1 que se muestran en las figuras 1 a 5 están destinadas a entenderse puramente a modo de ejemplo, de modo que, por supuesto, otras realizaciones no mostradas del anillo de sellado 1 deberían estar abarcadas por la invención, siempre que al menos estén conectadas al anillo de sellado 1 o en el material incluido el anillo de refuerzo 2, que endurece el 55 anillo de sellado 1 al menos en la dirección radial 3.

Si se observa el anillo de sellado 1 según la fig. 4, se puede observar que existe una relación de un espesor de pared radial t_{DR} del anillo de sellado 1 con una profundidad radial t_A de la ranura 8 en el rango de $1,5 < t_{DR}/t_A < 2,3$, en particular en el rango de $1,7 < t_{DR}/t_A < 2,2$. Adicional o alternativamente, una relación de un ancho B_{DR} del anillo de 60 sellado 1 a un ancho B_A de la ranura 8 está en el rango de $1,0 < B_{DR} / B_A < 2,2$, en particular en el rango de $1,7 < B_{DR} / B_A < 2,0$.

ES 2 751 742 T3

Si se observa el anillo de sellado 1 según la fig. 5, se puede observar que hay relación de un espesor de pared radial t_{DR} del anillo de sellado 1 con una profundidad radial t_S del escalón 11 en el rango de $1,5 < t_{DR}/t_S < 2,3$, en particular en el rango de $1,7 < t_{DR}/t_S < 2,2$ Adicional o alternativamente, una relación de un ancho B_{dr} del anillo de sellado 1 a un ancho B_s del escalón 11 está en el rango de $1,0 < B_{dr}/B_s < 2,2$, en particular en el rango de $1,7 < B_{dr} / B_s < 2,0$.

Estas condiciones permiten limitar de forma óptima la deformación en un rango de presión de un medio hidráulico entre 20 y 350 bar. Mediante las dimensiones mencionadas, la presión de contacto de los labios de sellado 10 contra la superficie de sellado 12 opuesta puede limitarse a un nivel donde el efecto de sellado aún está completamente desarrollado, pero se evita un desgaste excesivo debido a una presión de contacto excesiva.

El anillo de refuerzo 2 también puede colocarse en el centro del anillo de sellado 1, especialmente completamente cerrado por el material de los anillos de sellado 1, lo que da como resultado un anillo de sellado de doble efecto 1.

15 El anillo de refuerzo 2 de los anillos de sellado 1 según las fig. 1, 2 y 4 está dispuesto radialmente en el exterior del anillo de sellado 1 y, de este modo, refuerza el anillo de sellado 1 y los labios de sellado 10 contra una presión hacia el exterior, aquí hacia arriba, es decir, contra una dilatación radial. Por el contrario, el anillo de refuerzo 2 en el anillo de sellado 1 está dispuesto en el interior según las fig. 3 y 5 y, de este modo, refuerza el anillo de sellado 1 y los labios de sellado 10 contra la compresión radial.

20 El anillo de sellado 1 puede ser de prácticamente cualquier material, preferiblemente poliuretano (PU), politetrafluoroetileno (PTFE), poliamida (PA), polietileno (PE) u otros materiales termoplásticos, por lo que los poliuretanos son plásticos o resinas sintéticas con excelentes propiedades mecánicas y, por lo tanto, también una alta resistencia al desgaste. El politetrafluoroetileno (PTFE), por otro lado, es un polímero no ramificado, lineal y semicristalino hecho de flúor y carbono, que presenta una resistencia química extremadamente alta y también una alta resistencia al desgaste. Además, un anillo de refuerzo de PTFE tiene 2 excelentes propiedades de deslizamiento, lo que significa que incluso con un contacto de deslizamiento mal lubricado con una superficie de sellado opuesta 12, solo hay una fricción mínima.

25 30 El anillo de sellado 1 según la invención se utiliza en un conjunto de sellado 13, donde este conjunto de sellado 13 también se proporciona un anillo elastomérico 14 que desvía el anillo de sellado 1 en particular contra la superficie de sellado 12, por ejemplo, una superficie de cilindro o un vástago de pistón 18 y que de acuerdo con las figuras 1, 2 y 4 radialmente hacia afuera y como se muestra en las figuras 3 y 5 radialmente hacia adentro.

35 La figura 2 muestra una unidad hidráulica 15 con un segundo elemento 16, aquí un cilindro 21', ajustable en un primer elemento 21, aquí un cilindro 21', aquí un pistón hidráulico 16', que tiene una ranura 8' donde se coloca un anillo de sellado 1. Mediante un anillo de elastómero 14, el anillo de sellado 1 se tensa contra una superficie de sellado 12 del primer elemento 21, es decir, el cilindro 21'. El anillo de sellado 1 y el anillo de elastómero 14 forman un conjunto de sellado 13.

40 Según la fig. 3, el primer elemento 21 está diseñado como vástago de pistón 18 y el segundo elemento 16 como bloqueo 17. El conjunto de sellado 13 según la fig. 3 sella el bloqueo 17 radialmente hacia dentro contra el vástago de pistón 18. Esta lista no exhaustiva da ya una idea de las muchas aplicaciones posibles para el anillo de sellado 1 y el conjunto de sellado 13.

45 El anillo de elastómero 14 puede ser de caucho nitrílico (NBR), caucho fluorado (FKM), caucho etileno-propileno-dieno-(EPDM) o poliuretano (PU). Las ventajas de los distintos materiales se basan, por ejemplo, en su resistencia química a los medios que se van a sellar y en el control del comportamiento de desgaste y fricción.

50 En resumen, se puede afirmar que con el anillo de sellado 1 según la invención se puede conseguir un sellado resistente al desgaste, especialmente con las unidades de potencia hidráulicas 15.

REIVINDICACIONES

1. Anillo de sellado (1) de un elemento estructural translatoriamente ajustable (16) que tiene al menos un labio de sellado (10) y un anillo de refuerzo reforzado con fibra (2) que está firmemente unido al labio de sellado (10)
- 5 o encerrado en él, que endurece el anillo de sellado (1) en dirección radial (3) y limita la deformación de al menos un labio de sellado (10) en dirección radial,
- caracterizado porque**
- 10 - el anillo de refuerzo (2) tiene fibras de carbono laminadas (4) y un módulo de elasticidad E_2 ,
- el anillo de sellado (1) está formado por un plástico con un módulo de elasticidad E_1 ,
- tiene una relación de los módulos E de $150 < E_2/E_1 < 300$.
2. Anillo de sellado según la reivindicación 1,
- 15 **caracterizado porque** el módulo de elasticidad E_1 es de aproximadamente 600 MPa.
3. Anillo de sellado según la reivindicación 1 o 2,
- 20 **caracterizado porque** el módulo de elasticidad E_2 se encuentra dentro de un rango de $90.000 \text{ MPa} < E_2 < 180.000 \text{ MPa}$.
4. Anillo de sellado según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- 25 **caracterizado porque** el anillo de sellado (1) tiene una ranura en forma de U (8) donde el anillo de refuerzo (2) es recibido positivamente, estando la ranura (8) dispuesta entre dos labios de sellado adyacentes (10).
5. Anillo de sellado según la reivindicación 4,
- 30 **caracterizado porque** la ranura en forma de U (8) se dispone en el centro en una superficie exterior (9) del anillo de sellado (1).
6. Anillo de sellado según la reivindicación 4 o 5,
- 35 **caracterizado porque** existe una relación de un espesor de pared radial t_{DR} del anillo de sellado (1) con una profundidad radial t_A de la ranura (8) en el rango de $1,5 < t_{DR}/t_A < 2,3$, en particular en el rango de $1,7 < t_{DR}/t_A < 2,2$.
7. Anillo de sellado según una de las reivindicaciones 4 a 6,
- 40 **caracterizado porque** existe una relación entre una anchura B_{DR} del anillo de sellado (1) y una anchura B_A de la ranura (8) en el rango de $1,0 < B_{DR}/B_A < 2,2$, en particular en el rango de $1,7 < B_{DR}/B_A < 2,0$.
8. Anillo de sellado según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- 45 **caracterizado porque** el anillo de sellado (1) tiene un único labio de sellado (10) y un escalón interior o exterior (11) sobre el cual se coloca el anillo de refuerzo (2) junto al labio de sellado (10).
9. Anillo de sellado según la reivindicación 8,
- 50 **caracterizado porque** existe una relación entre el espesor de la pared radial t_{DR} del anillo de sellado (1) y la profundidad radial t_S del escalón (11) en el rango de $1,5 < t_{DR}/t_S < 2,3$, en particular en el rango de $1,7 < t_{DR}/t_S < 2,2$.
10. Anillo de sellado según la reivindicación 8 o 9,
- 55 **caracterizado porque** existe una relación de una anchura B_{DR} del anillo de sellado (1) a una anchura B_S del escalón (11) en el rango de $1,0 < B_{DR}/B_S < 2,2$, en particular en el rango de $1,7 < B_{DR}/B_S < 2,0$
11. Anillo de sellado según una de las reivindicaciones 1 a 10,
- 60 **caracterizado porque** el anillo de sellado (1) está formado por politetrafluoroetileno (PTFE), polioximetileno (POM), poliamida (PA), polietileno (PE), poliuretano (PU) o polietileno de molecularidad ultra alta (UHMW-PE).

12. Unidad hidráulica (15),

- con un segundo elemento (16) que se puede ajustar translatoriamente en un primer elemento (21) y que tiene una ranura (8') donde está colocado un anillo de sellado (1) y según una de las reivindicaciones anteriores,
- con un anillo de elastómero (14) para pretensar el anillo de sellado (1) contra una superficie de sellado (12) del primer elemento (21).

13. Unidad hidráulica según la reivindicación 12,

10

caracterizada porque

- el primer elemento (21) está diseñado como cilindro (21') y el segundo elemento (16) está diseñado como pistón (16'), o
- 15 - el primer elemento (21) está diseñado como vástago del pistón (18) y el segundo elemento (16) está diseñado como bloqueo (17).

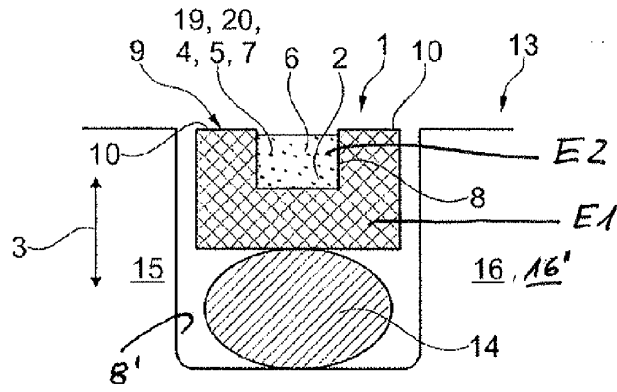


Fig. 1

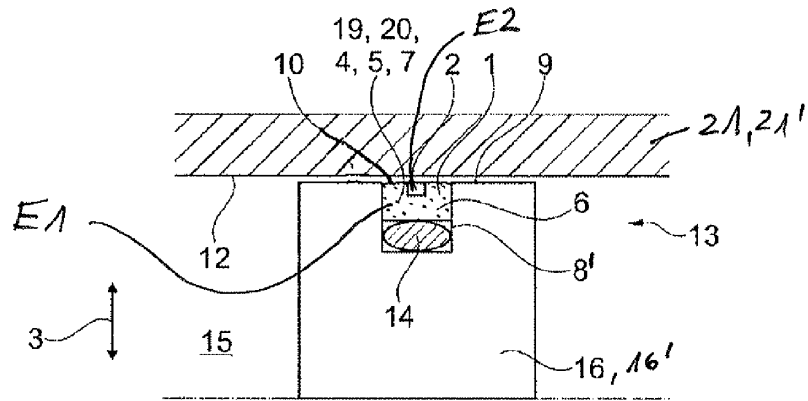


Fig. 2

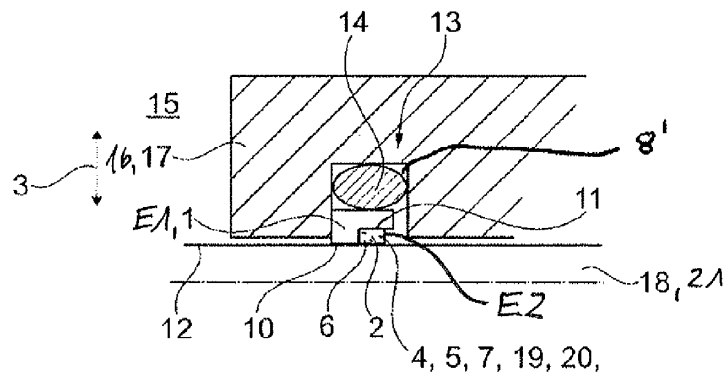


Fig. 3

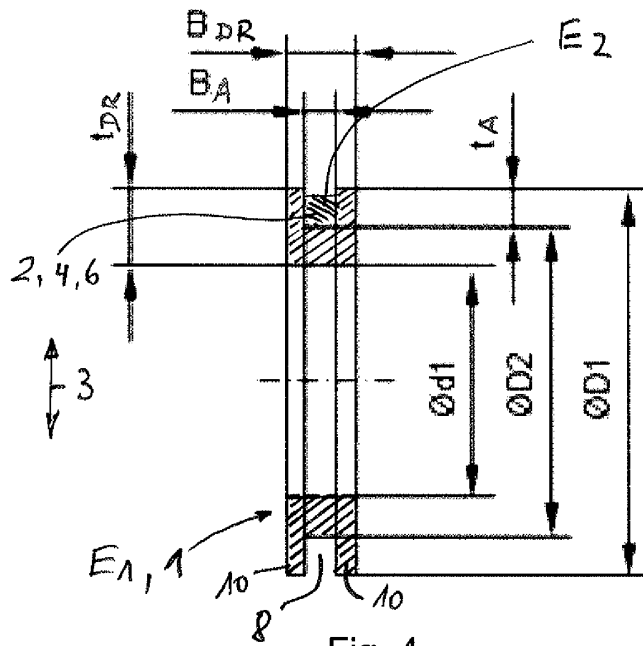


Fig. 4

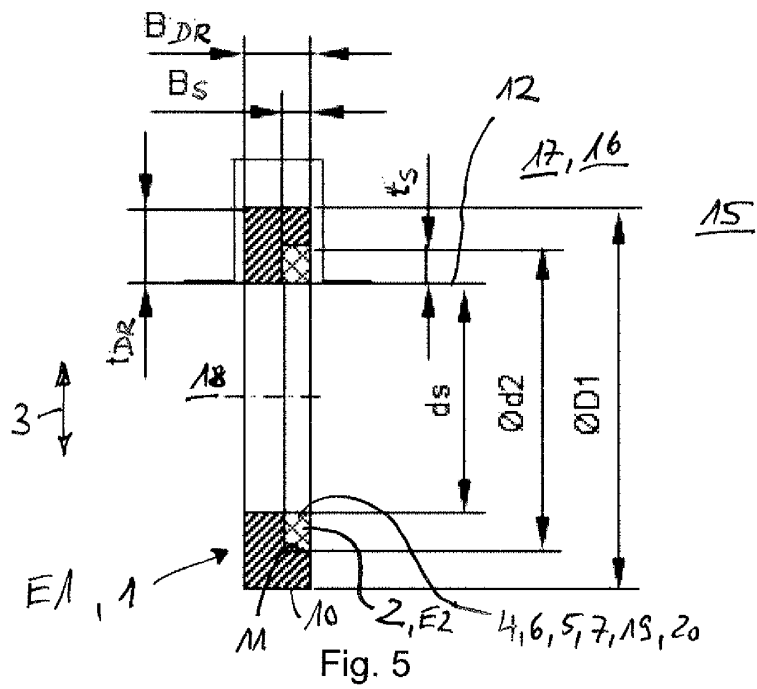


Fig. 5