

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 892**

51 Int. Cl.:

B01D 29/46 (2006.01)

B01D 39/20 (2006.01)

B01D 46/40 (2006.01)

E21B 43/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2009 E 09777308 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 2456531**

54 Título: **Dispositivo de separación para dispositivos tubulares de circulación continua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.12.2013

73 Titular/es:

ESK CERAMICS GMBH & CO. KG (50.0%)

Max-Schaidhauf-Strasse 25

87437 Kempten, DE y

MAERSK OLIE & GAS A/S (50.0%)

72 Inventor/es:

MÜSSIG, SIEGFRIED;

WAHRMANN, KLAUS;

WILDHACK, STEFANIE;

HOLZMÜLLER, BERNHARD y

JOLY, SAMUEL

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 435 892 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 separación para dispositivos tubulares de circulación continua.

5 Alcance de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo dispositivo de separación, con una mejora en la resistencia a la erosión y a la abrasión, que se utiliza en dispositivos de circulación continua para la elaboración de mezclas de petróleo, agua y gas o de sus componentes individuales, con ayuda de sólidos; como partículas de arena o roca, de las que se pueden separar los gases y líquidos extraídos. El dispositivo de separación se utiliza particularmente para evitar el desgaste por erosión y abrasión del equipo de extracción en la perforación profunda, causada por partículas de arena y roca. Al mismo tiempo, el dispositivo de separación también es resistente a la corrosión causada por los líquidos de tratamiento.

15 Antecedentes de la invención

Para la extracción de líquidos y gases, como mezclas de petróleo, agua y gas o sus componentes individuales, de un depósito de roca, se utilizan equipos de perforación que básicamente comprenden un tubo de extracción, para conducir el medio extraído desde el lugar de extracción externo hasta el tubo de extracción interno. Puede tratarse de un tubo perforado o de un tubo que comprenda al menos una abertura. A menudo estas aberturas están provistas de un dispositivo adecuado, como una corredera o una válvula, con cuya ayuda se puede controlar el efecto del medio de extracción. Además, este tubo de extracción (tubo interior) se conoce como dispositivo de circulación continua, a menudo también se utilizan los términos manguito deslizante, *sliding sleeve* y *sliding side door*.

En la extracción es necesario separar las partículas de depósitos y, en caso necesario, las partículas obtenidas de modo artificial o generadas por el desgaste, del medio de extracción, y filtrar antes de la entrada al tubo de extracción.

30 Estado de la técnica

Por lo general, para esta tarea se utiliza tela metálica o red de alambre. Una solución con tela metálica se describe en el documento US n.º 5.624.560. Estas soluciones con tela metálica o red de alambre deben tener el apoyo de una estructura metálica de soporte, para que puedan permanecer mecánicamente estables. Una importante desventaja de esta construcción es su escasa resistencia al desgaste. Debido al efecto abrasivo o erosivo de las partículas de arena y roca que fluyen a gran velocidad, los filtros se destruyen y los tubos de extracción sufren daños, especialmente en las aberturas y las válvulas. Al mismo tiempo, la productividad de la extracción disminuye, debido a que ahora la arena ya no se filtra de modo eficaz, sino que se transporta junto con el medio de extracción. Otro problema es el desgaste corrosivo en los filtros y tubos de extracción, causado por el uso de fluidos de tratamiento. Este desgaste corrosivo aumenta a su vez el desgaste abrasivo. Los líquidos de tratamiento, tales como ácidos, lejías, agua o vapor, se utilizan para la limpieza del dispositivo de separación y del dispositivo de circulación continua, y para la estimulación del agujero de perforación.

Es preciso mejorar la resistencia del equipo de perforación frente al desgaste abrasivo y erosivo, así como garantizar que no reciba ningún ataque corrosivo.

En los documentos US n.º 2004/0050217 A1 y WO 2008/080402 A1 se describen soluciones donde, en lugar de cribas de agujeros oblongos, se utilizan dispositivos de separación fabricados con materiales permeables porosos. Los materiales de filtración porosos del documento US n.º 2004/0050217 A1 pueden ser metálicos, cerámicos u orgánicos, y en el documento WO 2008/080402 A1 se utilizan materiales cerámicos porosos.

Un problema con las soluciones descritas en ambos documentos es que el filtro de materiales porosos tiende a romperse por la carga de flexión, debido a su mala calidad mecánica. Habitualmente, la resistencia a la rotura por carga de flexión es notablemente inferior al 30% de la del material denso correspondiente y, por tanto, no es suficiente para las cargas mecánicas en las condiciones de uso de perforación en rocas.

Otro problema es que la resistencia a la abrasión y a la erosión de los materiales cerámicos porosos es notablemente inferior a la de los materiales cerámicos densos.

Otra solución para un dispositivo de separación realizado con materiales porosos se describe en el documento WO 2004/099560 A1, que también presenta las desventajas descritas anteriormente. En otra forma de realización (página 7, línea 24 - página 8, línea 2 y la reivindicación 20) el documento WO 2004/099560 A1 prevé un filtro de arena convencional para proteger además el exterior mediante un anillo de junta con anillas densas resistentes a la erosión, que además presentan nervaduras o picaduras en sus superficies superiores e inferiores. En las anillas apiladas unas sobre otras se forma un canal de líquidos sinuoso, en cuyas paredes disminuye la energía debida al choque del medio que fluye a través del canal, de modo que se reduce el desgaste del filtro de arena convencional subyacente. Preferentemente, las anillas se fabrican con carburos o nitruros, como carburo de silicio o de volframio.

Una desventaja de esta solución es que la resistencia al desgaste mejorada va acompañada de una disipación de energía del medio que fluye; el anillo de junta exterior no actúa como filtro sino como resistencia al caudal, que empeora la velocidad de extracción. No se describe el modo en que el anillo de junta se fija al tubo de extracción.

5 En el documento US n.º 5.249.626 se da a conocer un tamiz cilíndrico que comprende una pluralidad de segmentos de filtro anulares apilados. La pila de segmentos anulares se mantiene unida mediante una pluralidad de varillas roscadas con tuercas roscadas o incluso tuercas dobles de acero inoxidable en los extremos superior e inferior. La separación de partículas se lleva a cabo en la hendidura anular variable que se forma entre segmentos de filtro enfrentados. Los anillos son de material plástico, preferentemente de polipropileno reforzado con vidrio (columna 4, líneas 50-54). Las varillas roscadas se pasan a través de aberturas en los anillos previstas para este fin (columna 4, líneas 31-33). Esta solución no es factible con cerámica. Las uniones de secciones transversales son angulosas: los segmentos de filtros presentan un diseño de plástico típico. Los distanciadores se fabrican con forma plana, las tensiones de flexión no se podrían compensar con anillos de cerámica. Además, con anillos de cerámica, el cojinete rígido de la estructura de soporte no permitiría asumir una deformación; pero ello es absolutamente necesario en la colocación del filtro en la abertura. Otras desventajas del tamiz de polipropileno reforzado con vidrio descrito en el documento US n.º 5.249.626 son la falta de resistencia a la erosión y a la abrasión, así como una insuficiente resistencia a la corrosión.

20 El documento US-A-1 995 850 (HARTER CHARLES J) describe un dispositivo de filtración para su uso en la perforación de petróleo, para separar material granulado del petróleo. Como elementos de filtro se dan a conocer para ello hojas de vidrio o anillas de vidrio.

25 El documento US-A-2 250 871 (LUMBERT WILLIAM J) describe un dispositivo de tamiz para separar arena y grava fina procedente de perforaciones. El tamiz utilizado para dicho fin comprende una pila de anillos de cemento de amianto endurecido.

El documento US-A-2 746 552 (JOSEPH GROSPAS PIERRE) da a conocer unidades de tamiz o de filtro, donde se pueden utilizar anillos de metal, plástico u hormigón.

30 El documento WO 99/06669 A (SPRAY JEFFERY [US]) describe un elemento de filtración para perforaciones, donde el elemento de filtración puede estar compuesto por elementos anulares apilados.

Objetivo de la invención

35 El objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de separación para dispositivos tubulares de circulación continua, para la separación de partículas de arena y roca mediante la extracción de líquidos o gases desde perforaciones profundas o perforaciones en rocas, superando las desventajas del estado de la técnica, que presente una mejor resistencia al desgaste, es decir, a la abrasión y la erosión, y una menor tendencia a la rotura que el dispositivo de separación conocido en el estado de la técnica, y que también sea resistente a la corrosión causada por los líquidos de tratamiento, y que no se vea afectado negativamente por la velocidad de extracción debido a la protección contra el desgaste, y que pueda soportar tensiones de flexión producidas durante la extracción y especialmente durante el montaje.

Resumen de la invención

45 El problema anterior se resuelve según la presente invención mediante un dispositivo de separación según la reivindicación 1 y el uso del mismo según la reivindicación 20. En las reivindicaciones secundarias se indican formas de realización ventajosas y especialmente útiles del objeto de la presente solicitud.

50 El objetivo de la presente invención es por tanto un dispositivo de separación para dispositivos tubulares de circulación continua, que sirve para extraer líquidos o gases de perforaciones profundas o perforaciones en rocas, de modo que dicho dispositivo de separación es apropiado para separar partículas de arena y piedra, y comprende:

55 - una pila de anillos formada por discos anulares quebradizos, donde dichos discos se apilan y se refuerzan de modo que entre cada disco individual exista un hueco para la separación de partículas de arena y piedra donde, en su lado superior, los discos anulares estén provistos de al menos tres distanciadores en forma de segmentos de una esfera, distribuidos uniformemente por el perímetro de la circunferencia de los discos, lo que hace posible regular la altura del hueco (anchura del hueco), y de modo que el material quebradizo de los discos anulares se seleccione de entre materiales cerámicos oxídicos y no oxídicos, cerámicas mixtas de dichos materiales, materiales cerámicos con fases secundarias añadidas, materiales mixtos con partes de materiales cerámicos duros y fase de fusión metálica, materiales de fundición endurecidos por precipitación, materiales metalúrgicos en polvo con fases duras formadas in situ, y materiales cerámicos reforzados con fibras largas y/o cortas;

60 - un elemento de acoplamiento en uno o ambos extremos de la pila anular:
 65 - un dispositivo de sujeción en uno o ambos extremos de la pila anular, lo que hace posible, por un lado, reforzar los discos quebradizos y, por otro lado, fijar de modo variable la pila de anillos sobre el dispositivo tubular de circulación continua.

El objetivo de la presente invención es asimismo el uso del dispositivo de separación según la presente invención, para la separación de partículas de arena y piedras según un procedimiento para la extracción de líquidos o gases de perforaciones profundas o perforaciones en rocas, mediante dispositivos tubulares de circulación continua.

5 El dispositivo de separación que comprende discos anulares quebradizos (en lo sucesivo, denominado "elementos de anillo") resiste a la abrasión, es decir, a la erosión y la corrosión, y está compuesto por materiales cerámicos, es decir, quebradizos. La separación de las partículas se asegura mediante un flujo directo y continuo, sin que el flujo se vea afectado negativamente por la desviación o la disipación de la energía.

10 El dispositivo de separación comprende además de la pila de discos anulares un dispositivo de fijación (grupo de pinzas) lo que permite, por un lado, reforzar los elementos de anillo quebradizos y, por otro lado, fijar de modo variable la pila de anillos sobre el tubo de extracción.

15 El dispositivo de circulación continua está completamente protegido frente a la abrasión/erosión, y concretamente en la zona de circulación continua directa, es decir, la zona de las aberturas y válvulas del tubo interior. Los elementos de anillo proporcionan dicha protección. Preferentemente, los grupos de pinzas, secciones de tubo y puntos de unión ubicados fuera de esta zona también están protegidos.

20 Los dispositivos tubulares de circulación continua pueden presentar diversas formas de sección transversal, de las que se prefiere una sección transversal circular. Además, los dispositivos tubulares de circulación continua también pueden presentar diferentes superficies de sección transversal en toda su longitud.

25 El dispositivo de separación al completo se fabrica con materiales cerámicos, es decir, con materiales quebradizos, se pueden asimilar deformaciones sin que exista un riesgo de rotura de los elementos de anillo del material quebradizo.

30 El cojinete elástico de la pila de anillos hace posible que dicha pila de anillos pueda compensar las curvaturas del tubo interior. Las curvaturas de 3° y más de 30 m se pueden compensar sin dificultad. El cojinete elástico se realiza, por un lado, mediante grupos de pinzas y muelles de compresión, y por otro lado mediante la forma cóncava preferida de la parte inferior del anillo y las depresiones que alojan los distanciadores, preferentemente dispuestas en la parte inferior del anillo, que en conjunto llevan a un movimiento del sistema para que se puedan compensar las curvaturas.

35 La pérdida de presión del dispositivo de separación según la presente invención es insignificante, y el dispositivo de separación según la presente invención presenta un flujo laminar (véase el ejemplo 3), por lo que la capacidad de extracción no se ve afectada negativamente.

40 El dispositivo de separación se puede utilizar en cualquier desviación de la perforación, ya sea dicha perforación horizontal o vertical, y también en cualquier otra inclinación de dicha perforación, por ejemplo una inclinación de 60°. Ello es una ventaja respecto a las redes de alambre metálicas que se utilizan convencionalmente.

45 La conexión de la pila anular con el dispositivo de circulación continua, es decir, el tubo de extracción interno, está construida de modo que el dispositivo de circulación continua de la forma de realización preferida no se altere, es decir, no sea necesario cambiar el tubo interno disponible comercialmente para el montaje del dispositivo de separación según la presente invención, por ejemplo, mecanizándolo, por ejemplo con un torno, fresa o taladro, o conectando el dispositivo de separación mediante procedimientos térmicos como la soldadura o el encolado.

50 Una ventaja adicional es que las partículas de arena y piedra separadas pueden acumularse en los elementos de anillo quebradizos estables, y formar lo que se denomina torta de filtración secundaria (*secondary gravel pack*). La estabilidad de dicha torta de filtración secundaria se ve facilitada mediante el dispositivo de separación de acuerdo con la presente invención, lo que conduce a un aumento de la integridad de la perforación.

55 Una ventaja adicional es que el dispositivo de separación según la presente invención no requiere ninguna estructura de soporte, como los segmentos de filtro de plástico del documento US n.º 5.249.626 o la red de alambre metálica del documento US n.º 5.624.560.

Breve descripción de los dibujos

60 La presente invención se explicará con más detalle haciendo referencia a los dibujos. Se puede observar que

- en las figuras 1a-1f se representan diversas vistas de un disco anular según la presente invención;
- en las figuras 2a-2c se representan diferentes vistas esquemáticas de una pila de anillo con elementos de acoplamiento;
- 65 - en la figura 3 se representa un dispositivo de circulación continua con un dispositivo de separación según la presente invención, que comprende una jaula exterior para cubrir dicho dispositivo de separación;

- en la figura 3a se representa una vista en sección transversal A-A en relación con la figura 3;
- en las figuras 4a y 4b se representan los dispositivos de sujeción para tensar la pila anular y para la fijación de dicha pila anular sobre el dispositivo tubular de circulación continua;
- en la figura 5 se representa una vista esquemática de un revestimiento de protección del dispositivo de sujeción, situado en el exterior de la sección del tubo de extracción sobre la pila anular resistente al desgaste y la zona del manguito; y
- en la figura 6 se representa esquemáticamente la configuración de prueba para una prueba de rendimiento de circulación continua.

10 Descripción detallada de la invención

El dispositivo de separación según la presente invención comprende discos anulares quebradizos cuya fabricación es fácil y económica. La elaboración de dichos discos anulares es posible mediante un proceso de polvo metalúrgico o de cerámica, en una producción en masa automatizada. Los discos anulares se pueden fabricar mediante el llamado proceso Net-Shape, en el que dichos discos anulares se prensan a partir de polvo hasta estar próximos a su forma final. No se requiere un mecanizado de los discos anulares. Las desviaciones de forma y medida de cada disco anular individual, que en parte son inevitables en un proceso de sinterización, se toleran en la fabricación del dispositivo de separación según la presente invención.

20 Los discos anulares utilizados en el dispositivo de separación se representan en las figuras 1a-1f. Dichos discos anulares están fabricados con un material quebradizo, preferentemente de un material cerámico, que sea resistente a la abrasión y la erosión de las partículas de arena y piedra, así como resistente a la corrosión de los medios de extracción y los medios utilizados para la limpieza, como por ejemplo los ácidos.

25 La separación de partículas de arena y piedra se efectúa en una hendidura radial, preferentemente de forma cónica, que se forma entre dos elementos de anillo colocados uno sobre el otro y tensados. Los elementos de anillo están fabricados con cerámica, es decir, con materiales quebradizos. Las transiciones entre secciones transversales se realizan sin muescas, la formación de tensiones de fricción se evita o corrige estructuralmente.

30 El diámetro interior de los discos anulares se escoge con un diámetro mayor que el del tubo interior (tubo de extracción), los discos anulares no se apoyan en el tubo interior. De este modo se garantiza que la desviación producida durante la inserción en la perforación se pueda absorber a través de la construcción de la pila de anillos, y se evite la rotura de los elementos cerámicos.

35 La altura de los discos anulares depende del caudal requerido.

En las figuras 1a-1f se representa la forma elemental de un disco anular 30 según la presente invención que, en su lado superior 31, comprende al menos tres distanciadores 32 distribuidos uniformemente sobre la circunferencia de los discos, mediante los cuales se ajusta la altura de la hendidura (anchura de la hendidura). Como es evidente según la vista lateral de la figura 1d y la vista de sección ampliada según la figura 1e a lo largo de la línea B-B en la figura 1a, los distanciadores 32 se fabrican en forma de tramos de esfera, para lograr un punto de contacto entre discos anulares 30 enfrentados, y prevenir el contacto de la superficie.

45 Al apilarse, los distanciadores individuales se colocan alineados uno sobre otro en la pila. Los distanciadores no son elementos individuales reunidos, sino que se forman directamente en la fabricación de discos anulares.

En la figura 1b se representa una vista en sección a lo largo de la línea A-A en la figura 1a. En la figura 1c se representa una vista ampliada de la zona X a través de un distanciador 32. En la figura 1f se representa una vista en perspectiva de un disco anular según la presente invención.

50 En su superficie de circunferencia interior, los discos anulares 30 tienen preferentemente al menos tres brechas / ranuras 33, que sirven para recibir varillas de guía 9. Mediante dichas varillas de guía 9, los anillos se pueden alinear fácilmente uno sobre otro durante el montaje. Las brechas se forman preferentemente con forma redondeada, como se puede ver en las figuras 1a y 1f.

55 El lado superior 31 de los discos anulares 30 se pueden diseñar en ángulo recto con el eje del disco, o inclinado hacia adentro, o inclinado hacia afuera, con una superficie plana o curvada. Una forma de realización inclinada hacia adentro es ventajosa en relación con una tendencia reducida al atoramiento del dispositivo de separación.

60 El lado inferior 34 (parte inferior) de los discos anulares 30 se inclina en una pendiente descendiente hacia afuera o hacia adentro, preferentemente en una pendiente descendiente hacia adentro, más preferentemente con forma cóncava, tal como se aprecia en la figura 1c. La forma cóncava debe entenderse como un conjunto en la parte inferior del disco. Aquí, la parte inferior del disco está provista de un radio R. Debido a la forma cóncava, los discos anulares individuales pueden evitar una carga de flexión con facilidad. Debido a la forma cóncava de la parte inferior de los discos, en combinación con el apoyo en tres puntos, las posibles diferencias de forma y medida pueden compensarse fácilmente.

Además, la forma inclinada hacia adentro de la parte inferior impide un desplazamiento descentralizado de los anillos individuales de la pila. Este autocentrado radial de la pila de anillos hace posible el uso del dispositivo de separación sin ninguna estructura de soporte, que suele ser necesaria y habitual en anillos metálicos o anillos de plástico, véanse por ejemplo los documentos US n.º 5.249.626 o US n.º 5.624.560.

En el lado inferior 34 del disco también hay preferentemente al menos tres depresiones 35, en las que los distanciadores 32 pueden estar situados en la parte superior del siguiente segmento anular. El número y la distancia de las depresiones 35 se basan en el número y la distancia de los distanciadores 32 en el lado superior del disco 31.

Las depresiones 35 introducidas sirven para impedir la rotación de los discos y facilitar el autocentrado de los anillos de la pila. En las depresiones, preferentemente se trata de superficies desplazadas en paralelo al radio R (véase la figura 1c). Por tanto, aquí se proporciona un punto de contacto a los distanciadores, y con el apoyo en tres puntos se compensan las posibles variaciones de forma y medida. Las depresiones 35 también pueden fabricarse en forma de tramos de esfera o cilindro. También es posible una forma trapezoidal o una estructura en forma de onda.

La forma de la sección transversal de los discos anulares es preferentemente no rectangular y no trapezoidal, debido a su superficie curvada preferentemente cóncava. Preferentemente, también hay una ausencia de bordes afilados y de transiciones de secciones transversales.

En una forma de realización preferida, los contornos exteriores 36 de los discos anulares 30 se forman con un bisel, tal como se ilustra en la figura 1c. Según otra forma de realización preferida, los bordes también pueden ser redondeados. Ello representa una protección de los bordes aún mejor frente a la carga crítica de los bordes para materiales quebradizos.

Las superficies de circunferencia (superficies exteriores) de los discos anulares son preferentemente cilíndricas (planas). También es posible, por ejemplo, formar las superficies de circunferencia convexas hacia el exterior, para obtener un mejor flujo.

El grosor de la pared radial de los discos anulares es preferentemente de al menos 2,5 mm, más preferentemente de al menos 5 mm. La altura de los discos está comprendida, preferentemente, entre 1 y 20 mm, más preferentemente entre 1 y 10 mm.

El diámetro externo de los discos anulares es inferior al diámetro interno de la perforación, o al diámetro interno del tubo de revestimiento de la perforación. Suele medir aproximadamente de 50 a 200 mm.

La anchura de separación del hueco 37 se selecciona según la fracción de arena que se quiera separar. La anchura de separación es más pequeña en el diámetro externo, con el fin de evitar el atoramiento de la abertura anular. La anchura del hueco se fija según la altura del distanciador en el lado superior del anillo, la profundidad de las depresiones en el lado inferior del anillo, y la forma del lado inferior del anillo, por ejemplo, en el radio de la superficie preferentemente cóncava. La forma geométrica del hueco seleccionada garantiza que las condiciones del flujo en el hueco sean laminares, y que la pérdida de presión entre el diámetro exterior y el interior sea mínima.

El dispositivo de separación se puede lavar a contracorriente. Mediante los medios líquidos de tratamiento se puede retirar la torta de filtración y, de este modo, se puede volver a incrementar la capacidad de extracción.

El material quebradizo de los discos anulares se selecciona de entre materiales cerámicos oxidicos y no oxidicos, cerámicas mixtas de dichos materiales, materiales cerámicos con fases secundarias añadidas, materiales mixtos con partes de materiales cerámicos duros y fase de fusión metálica, materiales de fundición endurecidos por precipitación, materiales metalúrgicos en polvo con fases duras formadas in situ, y materiales cerámicos reforzados con fibras largas y/o cortas.

Ejemplos de materiales cerámicos oxidicos son Al_2O_3 , ZrO_2 , mullita, espinelas y óxidos mixtos. Ejemplos de materiales cerámicos no oxidicos son SiC, B_4C , TiB_2 y Si_3N_4 . Los materiales duros de cerámica son por ejemplo los carburos y los boruros. Ejemplos de materiales mixtos con fase de fusión metálica son WC-Co, T_1C-Fe y $TiB_2-FeNiCr$. Ejemplos de fases duras formadas in situ son carburos de cromo. Un ejemplo de material cerámico reforzado con fibras es C-SiC.

Los materiales mencionados anteriormente se caracterizan porque son más duros que las partículas de roca habituales, es decir, el valor de dureza HV o HRC de dichos materiales se encuentra por encima de los valores correspondientes de la roca circundante. Simultáneamente, todos estos materiales se caracterizan porque presentan una fragilidad superior a la de las aleaciones de acero sin endurecer habituales. En este sentido, en el presente documento dichos materiales se denominan "quebradizos".

Preferentemente, los materiales que presentan una densidad de al menos el 90%, más preferentemente de al menos el 95% de la densidad teórica, se utilizan para obtener la dureza más alta posible, y una elevada resistencia a

la abrasión y a la corrosión. Preferentemente, se utiliza carburo de silicio (SSiC) sinterizado o carburo de boro como material quebradizo. Dichos materiales no solamente son resistentes a la abrasión, sino también a la corrosión, con respecto a los líquidos de tratamiento utilizados habitualmente para purgar el dispositivo de separación y para estimular la perforación, tales como ácidos (por ejemplo, HCl), bases (por ejemplo, NaOH) o vapor de agua.

Algunos materiales especialmente adecuados son por ejemplo materiales de SSiC con estructura de grano fino (tamaño medio del grano $< 5 \mu\text{m}$), como los que se comercializan con el nombre de EKasic® F y EKasic® F plus, de ESK Ceramics GmbH & Co. KG. Además, también se pueden utilizar materiales de SSiC con grano grueso, por ejemplo con estructura bimodal, de modo que preferentemente del 50 al 90% del volumen de la distribución del tamaño del grano de cristalitas de SiC prismáticas en forma de escamas presenta una longitud de 100 a 1500 μm , y del 10 al 50% del volumen de cristalitas de SiC prismáticas en forma de escamas presenta una longitud de 5 a menos de 100 μm (EKasic® C de ESK Ceramics GmbH & Co. KG).

Los elementos de acoplamiento 18, 19 (véanse las figuras 2a-2c, 3, 4a y 4b) forman parte de los cierres frontales y laterales de la pila de anillos sobre las que el dispositivo de separación se acopla al dispositivo de sujeción (pinzas/tensores). Han sido diseñados de modo que las fuerzas elásticas se transmitan de modo uniforme a la pila de anillos.

Preferentemente, los elementos de acoplamiento se fabrican del mismo material que los anillos. De modo alternativo, también se pueden utilizar aceros y plásticos resistentes a la corrosión, por ejemplo fluoroelastómeros o PEEK (poliéter cetona).

La superficie superior del elemento superior de acoplamiento A (18 en la figura 4a), que apunta al dispositivo de sujeción, cuenta preferentemente con una superficie plana/uniforme. La superficie dirigida hacia el dispositivo de separación, es decir, la parte inferior del elemento de acoplamiento A, se ha diseñado preferentemente con un cierto radio, es decir, es preferentemente cóncava como los elementos de anillo. La superficie interior de circunferencia comprende preferentemente tres o más brechas/ranuras (39 en la figura 2a) para alojar las varillas de guía 9. La superficie exterior de circunferencia comprende preferentemente una ranura de circunferencia (38 en las figuras 2b y 2c) para alojar un anillo de estanqueidad (junta tórica) (14 en las figuras 3 y 4a)

La superficie inferior del elemento inferior de acoplamiento B (19 en la figura 4b), dirigido hacia el dispositivo de sujeción, comprende preferentemente una superficie superior plana/uniforme. La superficie dirigida hacia el dispositivo de separación, es decir, el lado superior del elemento de acoplamiento B, comprende al menos tres distanciadores distribuidos uniformemente en la circunferencia de los discos. La superficie interior de circunferencia comprende preferentemente tres o más brechas/ranuras (39 en la figura 2a) para alojar las varillas de guía 9. La superficie exterior de circunferencia comprende preferentemente una ranura de circunferencia (38 en las figuras 2b y 2c) para alojar un anillo de estanqueidad (junta tórica) (14 en las figuras 3 y 4b)

Las tolerancias de ambos elementos de acoplamiento se seleccionan más estrechas que las de los discos anulares, para acoplar los componentes quebradizos con los componentes metálicos de las pinzas de modo óptimo; al contrario que los discos anulares no mecanizados (as-sintered), los segmentos de acoplamiento deben mecanizarse.

Las figuras 2a-2c ilustran una pila de anillos 20 según la presente invención con elementos de acoplamiento 18, 19. En la vista en planta según la figura 2a, en la superficie interior de circunferencia se identifican las brechas / ranuras 39, que sirven para el alojamiento de varillas de guía 9 (véase las figuras 3, 4a y 4b).

La figura 2b ilustra una vista en sección transversal de la línea B-B en la figura 2a, en la que se identifican las ranuras de circunferencia 38, que sirven para alojar un anillo de estanqueidad. También se pueden identificar los huecos 37 entre discos anulares individuales. En la figura 2c se representa una vista en sección transversal correspondiente a lo largo de la línea A-A en la figura 2a.

El diámetro exterior de los elementos de acoplamiento 18, 19 es igual o superior al de los discos anulares. Sin embargo, por razones de manipulación, el diámetro exterior es preferentemente mayor (véase las figuras 2b y 2c).

En una forma de realización alternativa, la superficie superior del elemento superior de acoplamiento A y/o la superficie inferior del elemento inferior de acoplamiento B no son planas/uniformes, sino que forman una ubicación de suspensión. De este modo, los muelles de compresión se asimilan directamente, y también se protegen frente al medio de extracción.

El distanciador preferentemente proporcionado sirve principalmente de ayuda de guía y de montaje, así como de protección del dispositivo de separación tras la entrada en la perforación, pero ello no es obligatorio. Éste no contribuye en sí mismo a la función del dispositivo de separación. Ello es por tanto particularmente importante, ya que los materiales utilizados presentan una menor resistencia a la abrasión y a la corrosión, y se desgastan con mayor rapidez durante el funcionamiento de la unidad de extracción. Sin embargo, ya que el distanciador no presenta ningún problema de transmisión/almacenamiento, y la pila anular según la presente invención ha sido

diseñada para que realice un autocentrado, la función o la estabilidad del dispositivo de separación no se ve afectada por el desgaste del distanciador.

5 El distanciador comprende preferentemente tres componentes: dos anillos de guía (7, 8 en las figuras 3, 3a, 4a y 4b), las barras espaciadoras (12 en la figura 3a) y las varillas de guía (9 en las figuras 3, 3a, 4a y 4b).

10 Ambos anillos de guía 7, 8 se apoyan en el tubo interno (tubo de extracción 22). En sus superficies de circunferencia, se han practicado tres o más brechas/ranuras, que sirven para alojar a las varillas de guía 9. A lo largo del eje del tubo interno, dichas varillas de guía 9 reciben los elementos de anillo en las brechas internas de los anillos. Juntos, los anillos de guía 7, 8 y las varillas de guía 9 representan la distancia radial entre los elementos de anillo y el tubo interno 22. Las barras espaciadoras 12 también se fijan a las superficies de circunferencia exteriores de los anillos de guía, preferentemente mediante una soldadura por puntos, y regulan la distancia longitudinal entre las cubiertas de fijación 1, 2, es decir, la longitud de la pila de anillos 20.

15 Durante el montaje, los discos anulares 30 se construyen junto con ambos elementos de acoplamiento en el distanciador. Con la ayuda de las varillas de guía 9 flexibles, se realiza la orientación y la guía de los elementos de anillo durante el montaje. Los distanciadores 32 de los discos anulares 30, situados en la parte superior de los anillos, se pueden alinear de manera rápida y fácil, de modo que las cargas axiales se efectúan en el eje de los tres espaciadores 32. De este modo, se evitan las cargas críticas de los bordes para materiales quebradizos, y también se realiza un apoyo en tres puntos con los puntos de apoyo deseados en los discos anulares con variaciones de forma.

20 Los anillos de guía 7, 8, así como el distanciador 12, están realizados preferentemente en acero, pero también es posible utilizar anillos de guía de material plástico.

25 Preferentemente, las varillas de guía no se fabrican con acero, sino con plástico, preferentemente con PEEK, para permitir un alojamiento elástico y deslizante de los discos anulares quebradizos. Si las varillas de plástico se desgastan, el dispositivo de separación se mantendrá estable debido al "autocentrado", y se seguirá garantizando su función.

30 Preferentemente, la fijación de la pila de anillos tiene lugar en el tubo interior (tubo de extracción) mediante un dispositivo de sujeción (pinza/tensor).

35 Dicho dispositivo de sujeción presenta preferentemente cubiertas de fijación, muelles de compresión, ubicaciones de muelles de compresión y tuercas de sujeción.

40 El objetivo de la pinza (1 a 6 en las figuras 3, 4a y 4b) es sujetar los elementos anulares axiales apilados unos sobre otros, para fijar el hueco formado entre dos discos individuales con una altura preferentemente comprendida entre 0,05 y 1 mm, más preferentemente entre 0,1 y 0,5 mm, y sujetar el dispositivo de separación al tubo interno (tubo de extracción).

45 Con la ayuda de la pinza y del muelle de compresión 13, la pila de anillos se sujeta con flexibilidad, es decir, se pueden asimilar las deformaciones (flexiones), y se puede fijar con variabilidad al tubo interno. Se pueden montar dispositivos de separación de cualquier longitud, y el dispositivo de separación se puede montar en el tubo de extracción de diferentes maneras.

50 Los muelles de compresión (13 en las figuras 3, 4a y 4b) proporcionan una compensación elástica, y por tanto permiten una deformación por flexión del dispositivo de separación que protege especialmente durante la introducción en la perforación y frente a la rotura por sobrecarga.

55 Preferentemente, los muelles de compresión 13 escogidos son de acero resistente a la corrosión, acero revestido o elastómero resistente a la corrosión, como por ejemplo caucho o Viton.

La pinza para montar el dispositivo de separación en el tubo interno está preferentemente compuesta por una unión de prensado soluble, no positiva, y de tres piezas. Comprende preferentemente como componentes una cubierta de fijación (1, 2 en las figuras 3, 4a y 4b), un asiento de muelle de compresión (3, 4 en las figuras 3, 4a y 4b) y una tuerca de sujeción (5, 6 en las figuras 3, 4a y 4b).

60 Preferentemente las pinzas se fabrican con acero, más preferentemente con acero resistente a la corrosión.

65 El interior de las cubiertas de fijación 1, 2 es cilíndrico; en el exterior se distinguen dos zonas: una rosca (1a, 2a en las figuras 4a y 4b) y una superficie cónica externa en forma de cuña (1b, 2b en las figuras 4a y 4b). La tuerca de sujeción se acopla a la cubierta de fijación mediante la rosca. Preferentemente, la superficie cónica en cuña presenta una ranura en dirección longitudinal, para permitir mayores juegos de ajuste y, por tanto, tolerancias relativamente grandes. Preferentemente, las tuercas de sujeción pueden estar recubiertas de cobre en el exterior, para obtener protección frente a la corrosión por contacto.

Preferentemente, el asiento del muelle de compresión (3, 4 en las figuras 3, 4a y 4b) presenta una superficie interior de sujeción cónica, guías interiores para alojar los muelles de sujeción y una guía exterior para alojar la jaula exterior (11 en las figuras 3 y 3a; 10 sirve para alojar la jaula exterior).

5 El apriete se realiza mediante las tuercas de sujeción 5, 6. Mediante las fuerzas de sujeción axiales, las cubiertas de sujeción 1, 2 y los asientos de muelles de compresión 5, 6 se desplazan mutuamente, deformándose elásticamente, y producen altas fuerzas de apriete en las juntas, entre el elemento de tensado y el tubo interno, y por tanto causan adherencia.

10 El dispositivo está sellado entre el tubo interno y la tuerca de sujeción mediante las juntas tóricas 15, 16, entre la tuerca de sujeción y el asiento del muelle de compresión mediante las juntas tóricas 17, y entre el asiento del muelle de compresión y el elemento de acoplamiento mediante las juntas tóricas 14.

15 Las combinaciones de ranura y anilla de seguridad, así como de perforación y tornillo prisionero, representan métodos de montaje alternativos a la rosca y la tuerca de sujeción. También es posible una unión por soldadura.

También es posible, de modo alternativo, escoger un alojamiento de una sola cara, en vez de un alojamiento elástico de doble cara. Por ejemplo, ello es posible cuando la sujeción se realiza frente a un tope fijo en el tubo de extracción. De modo alternativo, dicho tope puede fabricarse como superficie plana o como asiento del muelle.

20 De modo alternativo, para el montaje sobre el tubo de extracción, se puede utilizar una fijación en los manguitos roscados, es decir, en la transición entre distintas unidades de equipo de extracción.

25 El dispositivo de separación según la presente invención está preferentemente protegido frente a daños durante la instalación, así como durante la aproximación del tubo de extracción mediante una jaula exterior (11 en las figuras 3 y 3a) que permite el paso del flujo.

30 Ello puede llevarse a cabo, por ejemplo, como un tamiz de mallas gruesas y, preferentemente, como una chapa perforada. El material de preferencia es el acero.

De modo alternativo, sin embargo, también se concibe el uso de una cubierta polimérica protegida durante la instalación, sin libertad de circulación de flujo, que a continuación se descompone debido a la abrasión tras la aproximación del tubo de extracción, y por tanto libera el dispositivo de separación.

35 Las superficies externas de las pinzas y las secciones de tubo de extracción que no están protegidas por los anillos quebradizos, así como los puntos de unión/zonas del manguito donde el tubo de extracción se completa con otros componentes en la sarta de perforación, están protegidos preferentemente por uno o más revestimientos de protección frente al desgaste. Básicamente, de hecho el flujo de líquido se conduce desde el punto de extracción directamente a través de la pila de anillos y hasta el tubo de extracción, sin desviación de flujo. No obstante, es inevitable que también las piezas externas del dispositivo de separación se vean sometidas al flujo, como resultado del flujo disperso, como resultado de una colocación inexacta del dispositivo de separación para la posición de extracción, o si la posición de extracción se prolonga más allá del dispositivo, de modo que ocurre un desgaste en las piezas externas del dispositivo de separación del tubo de extracción. El desgaste está provocado por la abrasión / erosión causada por partículas de arena y roca, y por la corrosión. La corrosión ocurre como resultado de los líquidos de tratamiento utilizados, por ejemplo HCl, H₂SO₄ y CaCl₂/CaBr₂, sobretodo en conjunción con la erosión de las partículas, que impide la formación de capas superficiales pasivadas.

50 Preferentemente, la protección frente al desgaste de las mencionadas piezas metálicas externas del dispositivo de separación mediante un recubrimiento de plástico, por ejemplo una funda termorretráctil. Sin embargo, también es posible lograr la protección frente al desgaste mediante revestimientos (en polvo) o barnices, mediante esteras o láminas de cobertura que, por ejemplo, estén fijadas mediante abrazaderas mecánicas o mediante piezas moldeadas. Dichas piezas moldeadas pueden ser diseñadas, por ejemplo, en forma de dos medias conchas hechas a medida, por ejemplo de poliolefina. Dichas medias conchas pueden unirse mediante ranuras y muelles, o también mediante atornillado.

55 Para evitar daños en el revestimiento de protección durante el montaje, los distanciadores apropiados pueden estar unidos, si por ejemplo se pueden concebir como botones deslizantes sobre la chapa perforada.

60 Preferentemente, los materiales para el recubrimiento de plástico se seleccionan de entre el grupo de las poliolefinas, preferentemente polietileno, polipropileno y poli(iso)butileno, ya que, por un lado, presentan una resistencia suficiente frente a la abrasión/erosión y corrosión, y por otro lado, se pueden utilizar como funda termorretráctil. Otras posibilidades de materiales para los recubrimientos de plástico o fundas termorretráctiles son PVDF, Viton, PVC y PTFE.

65 [El uso de una funda termorretráctil presenta las siguientes ventajas frente a otras soluciones:

- Se pueden realizar revestimientos herméticos, no permeables, es posible obtener una separación funcional mediante revestimientos con diversos materiales de funda termorretráctil. Por lo tanto, se pueden colocar por fuera de un material con una elevada resistencia a la erosión y por dentro de un material con una elevada resistencia a la corrosión.
- La unión con las zonas a proteger es continua. Los medios de extracción o de limpieza no pueden "arrastrarse" bajo el revestimiento. No se requiere un sellado adicional del revestimiento.
- Se puede proteger cualquier longitud mediante la superposición de unión de los segmentos del tubo.
- Las transiciones de diámetro y transversales, tal como se muestra aquí en las pinzas, se pueden superar debido a la tasa de encogimiento de hasta 3:1 (cambio de diámetro).
- La solución es de bajo coste, está disponible comercialmente como funda termorretráctil en cualquier tamaño, y es de fácil aplicación.

En la figura 5 se representa una forma de realización de la funda termorretráctil 21.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos sirven para explicar la invención en mayor detalle.

20 Ejemplo 1: resistencia a la erosión

Para determinar el desgaste por erosión, unas placas (aprox. 75 x 75 x 15 mm) de cerámica sinterizada, de grano grueso, de carburo de silicio (SSiC) de Typ EKasic® C (ESK Ceramics GmbH & Co. KG), y placas de cerámica sinterizada de grano fino, de carburo de silicio (SSiC) de Typ EKasic® C (ESK Ceramics GmbH & Co. KG) se sometieron a una prueba de chorro de arena. La referencia utilizada fue una muestra de acero.

Los experimentos se llevaron a cabo mediante un equipo de chorro de arena. Como medios del chorro, se utilizaron diversos medios de soporte que habitualmente se utilizan en perforaciones en alta mar: (1) 100 Mesh Frac Sand, (2) 16/20 Mesh Frac Sand, (3) 20/40 Mesh Frac Sand, (4) 20/40 Mesh Frac Sand High Strength. La presión del chorro ascendió a 2 bar, y la duración del chorro fue de 2 horas, durante las que el chorro se aplicó casi puntiforme con un ángulo de 90° respecto a la superficie. La profundidad y la anchura de la huella del chorro caracterizan el desgaste por erosión (véase la tabla 1). Los experimentos muestran que las cerámicas sinterizadas de carburo de silicio, en comparación con los aceros convencionales, son mucho más resistentes al desgaste por erosión. Ni EKasic® C ni EKasic® F mostraron ningún desgaste por erosión medible, o como máximo un desgaste insignificante.

Tabla 1: resultado de los experimentos con chorro de arena

Ejemplo	Material	Granalla	Profundidad [mm]	Anchura [mm]
1.1	EKasic® C (SSiC)	1	no se puede medir	12
1.2	EKasic® C (SSiC)	2	no se puede medir	13
1.3	EKasic® C (SSiC)	3	no se puede medir	12
1.4	EKasic® C (SSiC)	4	no se puede medir	9
1.5	EKasic® F (SSiC)	1	0,1	14
1.6	EKasic® F (SSiC)	2	no se puede medir	12
1.7	EKasic® F (SSiC)	3	no se puede medir	12
1.8	EKasic® F (SSiC)	4	0,2	8
1.9	Acero (referencia)	1	5,3	17
1.10	Acero (referencia)	2	0,8	18
1.11	Acero (referencia)	3	5,3	18
1.12	Acero (referencia)	4	4,4	19

Ejemplo 2: Resistencia a la corrosión

Se sometieron unas varillas (aprox. 3 x 4 x 25 mm) de cerámica de carburo de silicio de grano grueso del tipo EKasic® C, y de cerámica de carburo de silicio de grano fino del tipo EKasic® F a una prueba de corrosión.

En cada caso, se sumergieron tres varillas durante 14 días a 80°C en un recipiente cerrado calefactable, en el líquido a examinar. Los líquidos utilizados eran dos mezclas diferentes de ácidos que se suelen utilizar en perforaciones en alta mar: (1) H₂SO₄, 70% y (2) HCL 12% / HF 2%. En conexión con la permuta se determinaron los cambios de masa para la caracterización del desgaste corrosivo.

Los experimentos muestran que las cerámicas sinterizadas de carburo de silicio presentan una excelente resistencia a la corrosión. Ni EKasic® C ni EKasic® F mostraron ningún desgaste medible o detectable tras la exposición a HCl y H₂SO₄.

Tabla 2: resultado de los experimentos de corrosión

Ejemplo	Material	Medio corrosivo	Pérdida de peso %
2.1	EKasic® F/C (SSiC)	H ₂ SO ₄ , 70%	no se puede medir
2.2	EKasic® F/C (SSiC)	HCl 12% / HF 3 %	no se puede medir

Ejemplo 3: Prueba de circulación continua

- 5 Se preparó un dispositivo de separación a partir de una pila de anillos cerámicos, y se sometió a una prueba de rendimiento de circulación continua para determinar la pérdida de presión a diversas velocidades de caudal.

Anillos

- 10 Los discos anulares presentan un diámetro externo de 130 mm y un diámetro interno de 109 mm. La altura opcional del anillo es de 3, 5 u 8 mm. El lado inferior es cóncavo, siendo el radio de la curvatura de 2000 mm. El lado superior es uniforme sin curvaturas, con tres distanciadores con forma de tapa esférica y un radio R = 25 mm. La altura de la hendidura en el diámetro exterior es de 0,25 o 0,45 mm. Los discos anulares se fabrican con carburo de silicio.

- 15 Dispositivo de prueba

El dispositivo de prueba comprende un tubo interno, una pila de discos anulares y una cobertura externa.

- 20 El tubo interno presenta un diámetro de 101 mm y una longitud de 300 mm. En el centro de la superficie exterior se encuentran cuatro aberturas (23 en la figura 3) desplazadas 90°, a través de las que el medio extraído puede circular por el tubo interno. El tubo interno se corresponde con los dispositivos disponibles comercialmente utilizados habitualmente.

- 25 Los discos anulares se apilan alrededor del tubo interior mediante una estructura de soporte formada a partir de tres barras que conducen los discos anulares hacia el interior, de modo que los distanciadores se superponen y forman una hendidura radial. La longitud total del dispositivo de prueba es de 300 mm. Según la forma geométrica elegida para cada anillo, el dispositivo de separación comprende entre 38 y 105 discos. Ello corresponde a un área de filtración libre de entre el 5 y el 16%.

- 30 En la parte exterior, el dispositivo de prueba está cubierto por una chapa perforada de 2 mm de grosor. Los agujeros cuadrados presentan una longitud de aprox. 10 mm, y se suelen disponer a una distancia de 15 mm.

- 35 Prueba de circulación continua

- La prueba se llevó a cabo mediante la estructura ilustrada en la figura 6. El dispositivo de prueba está construido en una cubierta cilíndrica, en cuyas superficies frontales el agua (densidad 1,0 g/cm³, viscosidad dinámica 1 cP) se suministra a temperatura ambiente. El flujo del dispositivo de separación pasa sobre la chapa perforada y la separación del diámetro exterior de los discos anulares apilados. El flujo pasa por el tubo interno. La pérdida de presión entre la entrada y la salida de la carcasa se mide en relación con la velocidad de flujo.

- Los resultados de la prueba se pueden ver en la tabla 3. La pérdida de presión es mínima para todas las velocidades de caudal, de modo que la capacidad de extracción no se ve afectada negativamente. Simultáneamente, la baja pérdida de presión es un indicador de que el dispositivo de separación recibe un flujo laminar.

45 Tabla 3: resultado del experimento de rendimiento de circulación continua

Ejemplo				3.1	3.2	3.3	3.4
Anillos	Diámetro externo	D _a	mm	130	130	130	130
	Diámetro interno	D _i	mm	109	109	109	109
	Altura media del disco	h _m	mm	3	5	8	5
	Altura de la hendidura en el diámetro exterior	s _a	mm	0,45	0,45	0,45	0,25
Pila de segmentos anulares	Longitud total	1	mm	300	300	300	300
	Número de elementos de anillo	n	-	105	62	38	62
	Área de filtración libre	-	%	15,6	9,2	5,6	5,1
Caudal	Circulación continua Q [1/min]			Pérdida de presión Δp [Pa]			
	22			173	185	531	213
	36			297	349	672	401
	50			452	567	916	641
	80			1119	1201	1788	1392

	110			2062	2201	2684	2494
	220			7834	-	9070	-

Ejemplo 4: prueba de presión

5 Se sometieron múltiples pilas de anillos a una prueba de presión, para simular el efecto de una elevada carga de presión en el dispositivo de separación. Los discos anulares se realizaron según el ejemplo 3, comprendiendo la pila 10 discos. Los distanciadores estaban alineados uno encima del otro. La carga se aplicó axialmente mediante una prensa hidráulica, de modo que la fuerza se aplicara de modo continuo hasta alcanzar la rotura de al menos uno de los discos anulares.

10 Los resultados de la prueba se pueden apreciar en la tabla 4.

Los experimentos muestran que la pila de anillos mantiene su integridad mecánica, incluso bajo elevadas cargas de presión. Por lo tanto, el dispositivo de separación se puede sujetar mecánicamente con seguridad. Es bastante estable frente a la sobrecarga.

15

Tabla 4: resultado de la prueba de presión

Ejemplo				4.1	4.2	4.3	4.4
Anillos	Diámetro externo	D _a	mm	130	130	130	130
	Diámetro interno	D _i	mm	109	109	109	109
	Altura media del disco	h _m	mm	3	5	8	5
	Altura de la hendidura en el diámetro exterior	S _a	mm	0,45	0,45	0,45	0,25
Pila de segmentos anulares	Número de anillos	n	-	10	10	10	10
Resistencia a la presión	Carga de rotura	F _D	kN	2,7	5,2	> 8,0	6,0

20 Ejemplo 5:

El ejemplo muestra como un dispositivo de separación según la presente invención se une a un tubo de extracción según los dibujos 3, 4a y 4b.

25 El tubo de extracción 22 presenta una longitud de 1200 mm y un diámetro mínimo de 90 mm. En el centro de la longitud del tubo se encuentran cuatro aberturas 23 desplazadas 90°, a través de las que el medio filtrado puede circular por el tubo interno. En los extremos, el tubo presenta una zona de conexión con una rosca interna o externa (*pup joints*), con cuya ayuda se puede conectar el tubo al completar la sarta de perforación con equipos aguas arriba y aguas abajo.

30

Las aberturas 23 del tubo de extracción 22 están protegidas mediante el dispositivo de separación según la presente invención. El dispositivo de separación comprende el filtro de huecos anulares (pilas anulares), elementos de acoplamiento, así como el dispositivo de sujeción o agarre, con cuya ayuda se sujeta mecánicamente el filtro de huecos anulares, se asegura y se monta en el tubo. El dispositivo de separación presenta una longitud de 570 mm y un diámetro externo de 143 mm. Se dispone simétricamente a mitad de la longitud del tubo (centro de la abertura, centro del tubo).

35

Los discos anulares se fabrican según las figuras 1a-1f. Presentan un diámetro externo de 130 mm y un diámetro interno de 109 mm. La altura del anillo es de 5 mm. El lado inferior es cóncavo. El radio de esta curvatura es de 2000 mm. En las posiciones en las que encuentran los distanciadores de los discos anulares de la pila adyacente, se forma una depresión en cada caso. El lado superior es uniforme sin curvaturas, con tres distanciadores con forma de tapa esférica y un radio R = 25 mm. La altura de las secciones esféricas se selecciona de 0,4 mm para que la altura de la hendidura en el diámetro exterior sea de 0,25 mm. Los discos se fabrican con carburo de silicio (EKasic® F plus).

40

Los discos anulares se apilan en el tubo de extracción y se orientan de modo que, entre los discos, siempre se forme una hendidura perpendicular al eje longitudinal del tubo de extracción.

45

Los discos anulares apilados son guiados por el separador, que comprende tres varillas de guía 9 (varillas de PEEK con un diámetro de 6 mm), que guían los discos anulares a las ranuras del lado interno. Los extremos de una varilla de guía 9 se sitúan a ambos lados de los anillos de guía 7, 8. Los anillos de guía cierran el tubo de extracción 22 y se insertan en él.

50

La pila de anillos (sin segmentos de acoplamiento) presenta una longitud total de 351 mm y comprende 75 discos, lo que implica un área de filtración libre del 5%.

5 Los extremos anteriores de la pila de anillos 20 forman dos segmentos de acoplamiento cerámicos 18, 19 de EKasic® F plus. Presentan un diámetro externo de 133 mm, un diámetro interno de 109 mm y una altura de 17 mm. En la circunferencia exterior, se añade una ranura para alojar un anillo de estanqueidad (figura 2).

10 En la dirección longitudinal, la pila de anillos se fabrica con acero, con la ayuda de 8 muelles de sujeción, que, guiados hacia afuera, se disponen simétricamente en la ubicación del muelle de sujeción.

La fijación al tubo de extracción se realiza con la ayuda de una pinza según las figuras 3, 4a y 4b, formada por una cubierta de fijación, una tuerca de sujeción y un asiento de muelle de compresión.

15 En la parte exterior, el dispositivo de separación está cubierto por una chapa perforada de 2 mm de grosor. Los agujeros cuadrados presentan una longitud de aprox. 10 mm; se suelen disponer a una distancia de 5 mm.

Lista de referencias numéricas

20	1	Cubierta de fijación
	1a	Rosca
	1b	Superficie cónica en cuña
	2	Cubierta de fijación
	2a	Rosca
25	2b	Superficie cónica en cuña
	3	Asiento del muelle de compresión
	4	Asiento del muelle de compresión
	5	Tuerca de sujeción
	6	Tuerca de sujeción
30	7	Anillo de guía
	8	Anillo de guía
	9	Varilla de guía
	10	Incorporación de jaula exterior
	11	Jaula exterior
35	12	Barras espaciadoras
	13	Muelle de compresión
	14	Junta tórica
	15	Junta tórica
	16	Junta tórica
40	17	Junta tórica
	18	Elemento superior de acoplamiento
	19	Elemento inferior de acoplamiento
	20	Pila de segmentos anulares
	21	Revestimiento de protección
45	22	Tubo de extracción
	23	Abertura
	24	Tubo de revestimiento de la perforación
	30	Discos anulares
	31	Disco anular superior
50	32	Distanciador
	33	Brecha
	34	Disco anular inferior
	35	Brecha
	36	Bordes exteriores
55	37	Hueco
	38	Ranura
	39	Brecha

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de separación para dispositivos tubulares de circulación continua (22), que sirve para extraer líquidos o gases de perforaciones profundas o perforaciones en rocas, siendo dicho dispositivo de separación apropiado para separar partículas de arena y piedra, y que comprende:
- 10 - una pila de anillos (20) formada por discos anulares quebradizos, apilándose y reforzándose dichos discos (30) de modo que entre cada disco (30) individual exista un hueco (37) para la separación de partículas de arena y piedra, de modo que, en su lado superior (31), los discos anulares (30) estén provistos de por lo menos tres
- 15 distanciadores (32) en forma de tramos de una esfera, distribuidos uniformemente por el perímetro de la circunferencia de los discos, lo que hace posible regular la altura del hueco (37) (anchura del hueco), y de modo que el material quebradizo de los discos anulares (30) se seleccione de entre materiales cerámicos oxídicos y no oxídicos, cerámicas mixtas de dichos materiales, materiales cerámicos con fases secundarias añadidas, materiales mixtos con partes de materiales cerámicos duros y fase de fusión metálica, materiales de fundición endurecidos por precipitación, materiales metalúrgicos en polvo con fases duras formadas in situ, y materiales cerámicos reforzados con fibras largas y/o cortas,
- 20 - un elemento de acoplamiento (18, 19) en uno o ambos extremos de la pila anular (20):
 - un dispositivo de sujeción en uno o ambos extremos de la pila anular (20), lo que hace posible, por un lado, reforzar los discos (30) quebradizos y, por otro lado, fijar de modo variable la pila de anillos (20) sobre el dispositivo tubular de circulación continua (22).
- 25 2. Dispositivo de separación según la reivindicación 1, de modo que los discos anulares (30) comprendan en su lado inferior (34) al menos tres depresiones (35), en las que se puedan disponer los distanciadores (32).
- 30 3. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que los discos anulares (30) comprendan en su superficie de circunferencia al menos tres brechas (33) que sirvan para alojar las varillas de guía (9).
- 35 4. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que el lado superior (31) de los discos anulares (30) presente un ángulo recto respecto al eje de los discos.
5. Dispositivo de separación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, estando formado el lado superior (31) de los discos anulares (30) en una pendiente descendiente hacia afuera o hacia adentro con una superficie plana o curvada.
6. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, estando formado el lado inferior (34) de los discos anulares (30) en una pendiente descendiente hacia afuera o hacia adentro, preferentemente en una pendiente descendiente hacia adentro, más preferentemente con forma cóncava.
- 40 7. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, siendo los bordes exteriores (36) de los discos anulares (30) biselados o redondeados.
8. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el grosor de la pared radial de los discos anulares (30) al menos 2,5 mm, preferentemente al menos 5 mm.
- 45 9. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el grosor de los discos anulares entre 1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm.
- 50 10. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, presentando el hueco (37) entre los discos (30) individuales una altura comprendida entre 0,05 y 1 mm, preferentemente entre 0,1 y 0,5 mm.
- 55 11. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, presentando los materiales quebradizos una densidad de al menos el 90%, preferentemente al menos el 95%, de la densidad teórica.
12. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, siendo el material quebradizo carburo de silicio sinterizado (SSiC) o carburo de boro.
- 60 13. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, estando provistos los elementos de acoplamiento (18, 19), en su superficie de circunferencia exterior, de al menos una ranura periférica (38) para alojar un anillo de estanqueidad (14).
- 65 14. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, estando provistos los elementos de acoplamiento (18, 19), en su superficie de circunferencia interior, de al menos tres brechas (39) que sirven para alojar las varillas de guía (9).
15. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, siendo el diámetro exterior de los elementos de acoplamiento (18, 19) igual o superior al de los discos anulares (30).

16. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, estando fabricados los elementos de acoplamiento (18, 19) con el mismo material quebradizo que los discos anulares (30).
- 5 17. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo los dispositivos de sujeción una cubierta de fijación (1, 2), muelles de compresión (13), asientos de los muelles de compresión (3, 4) y tuercas de sujeción (5, 6).
- 10 18. Dispositivo de separación según la reivindicación 17, donde los dispositivos de sujeción son de acero, preferentemente acero resistente a la corrosión.
- 15 19. Dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un distanciador como ayuda para el montaje y la guía, y/o una jaula exterior (11) y/o uno o más revestimientos de protección (21).
20. Uso de un dispositivo de separación según al menos una de las reivindicaciones anteriores, para la separación de partículas de arena y roca según un proceso de extracción de líquidos o gases de perforaciones profundas o perforaciones en rocas mediante dispositivos tubulares de circulación continua.

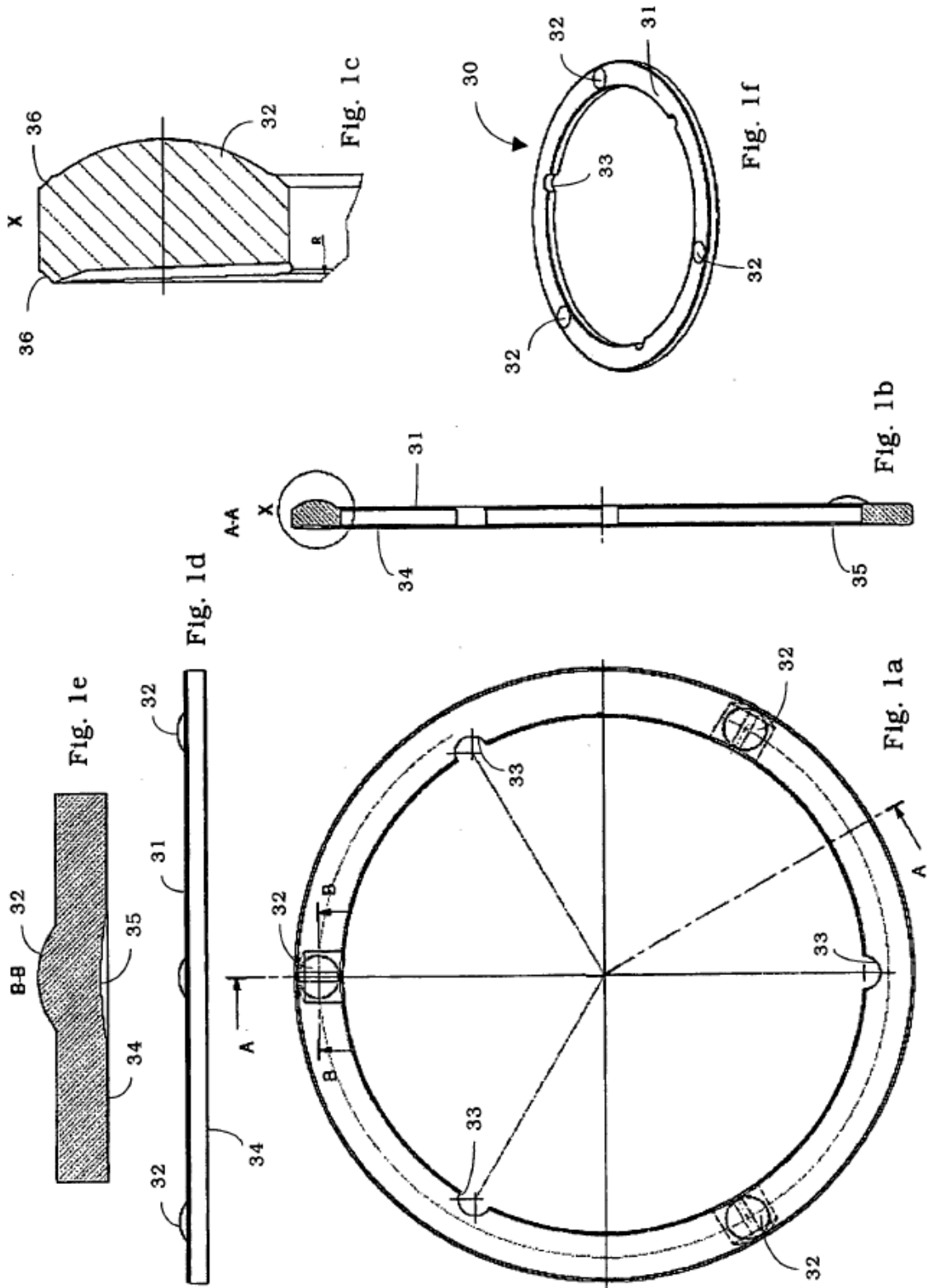


Fig. 2b

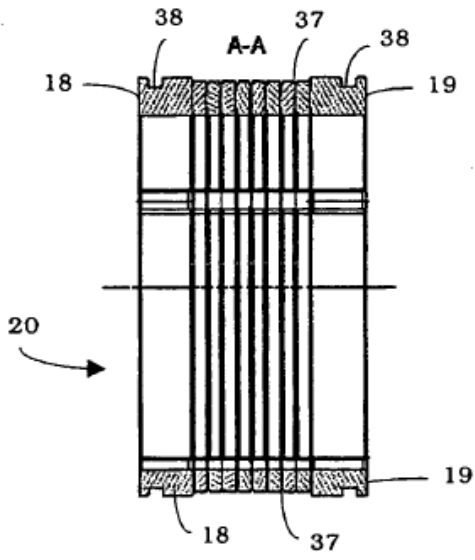
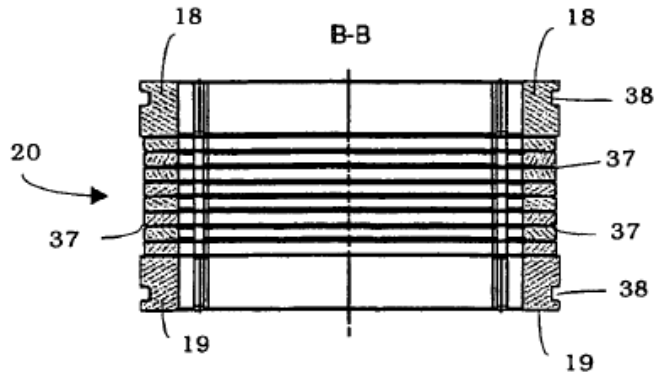


Fig. 2c

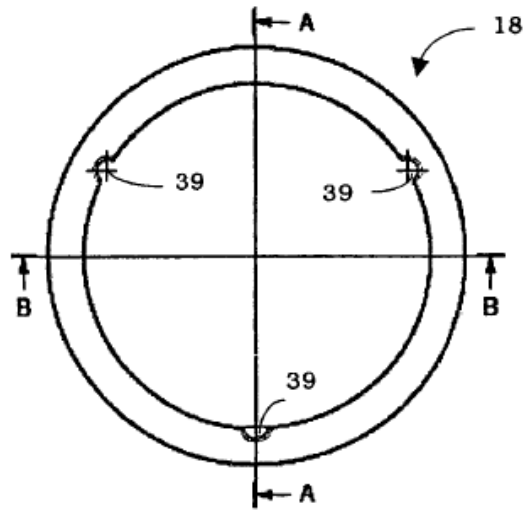


Fig. 2a

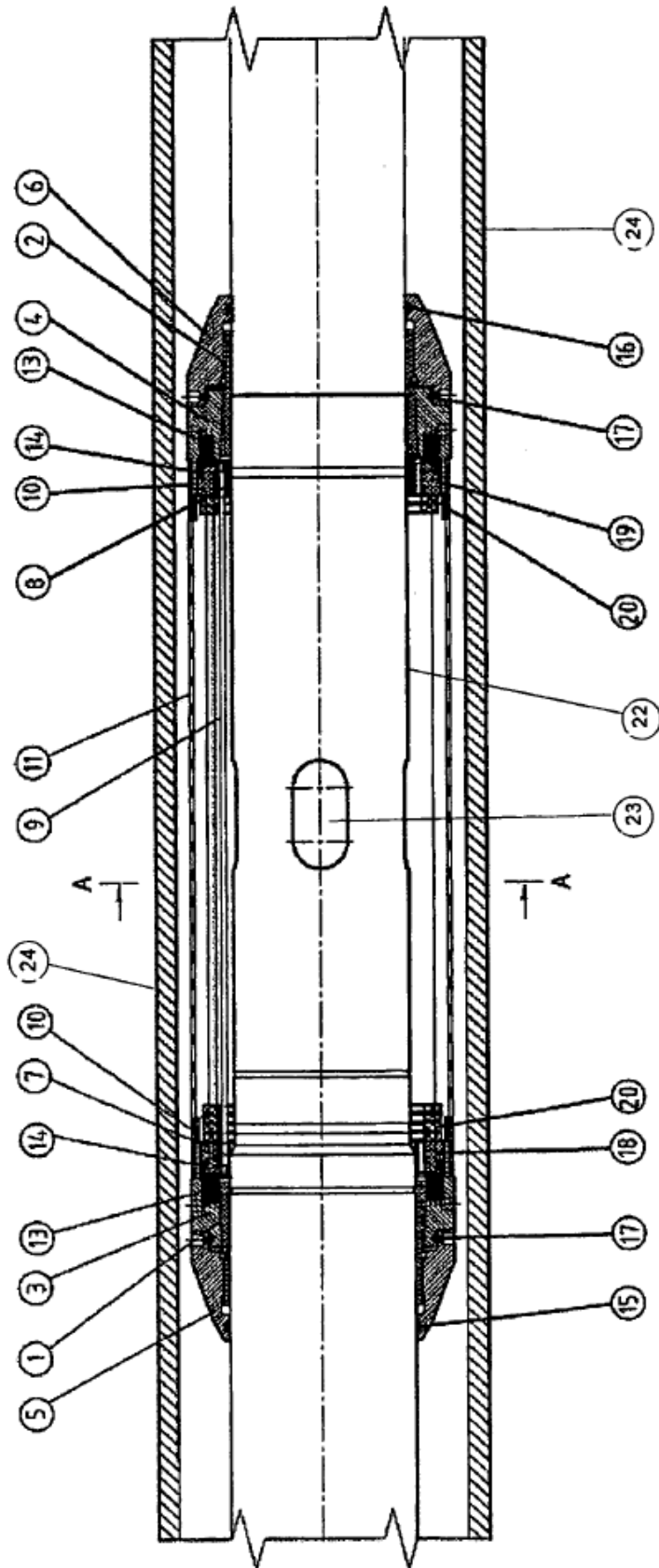


Fig. 3

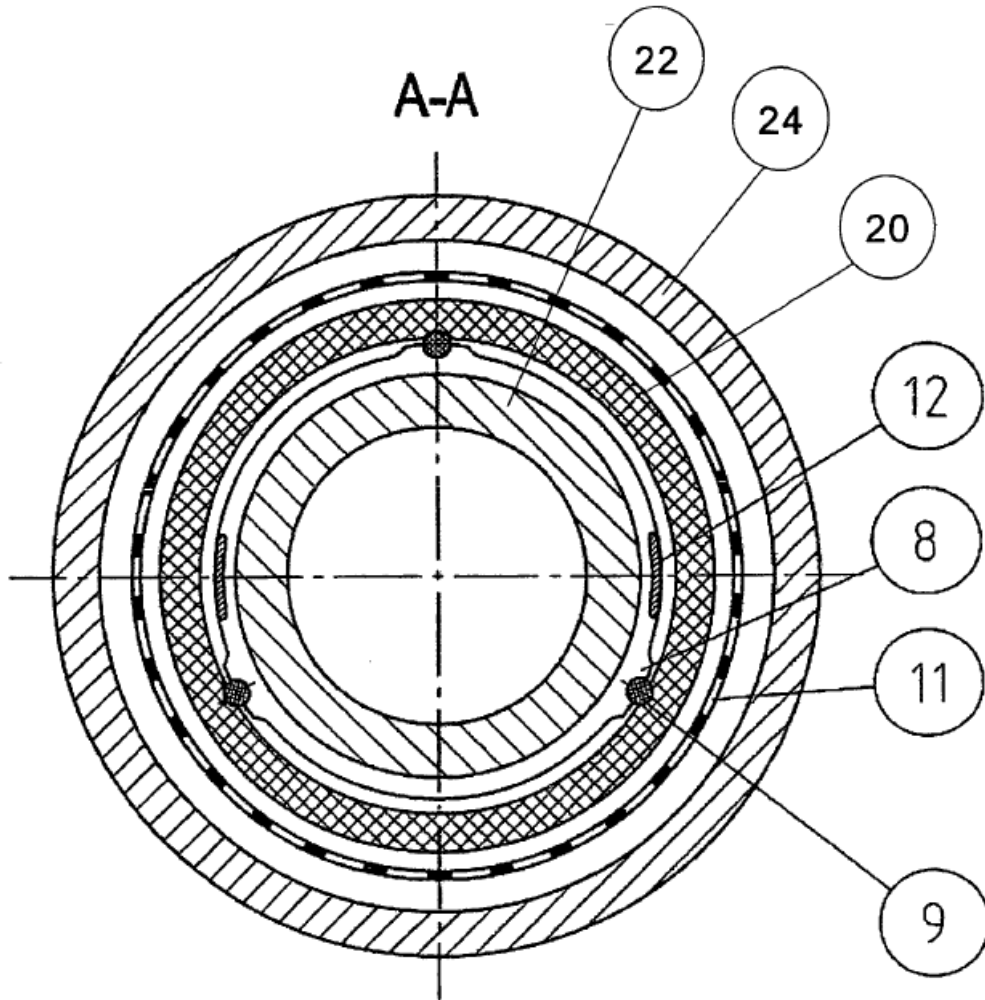


Fig. 3a

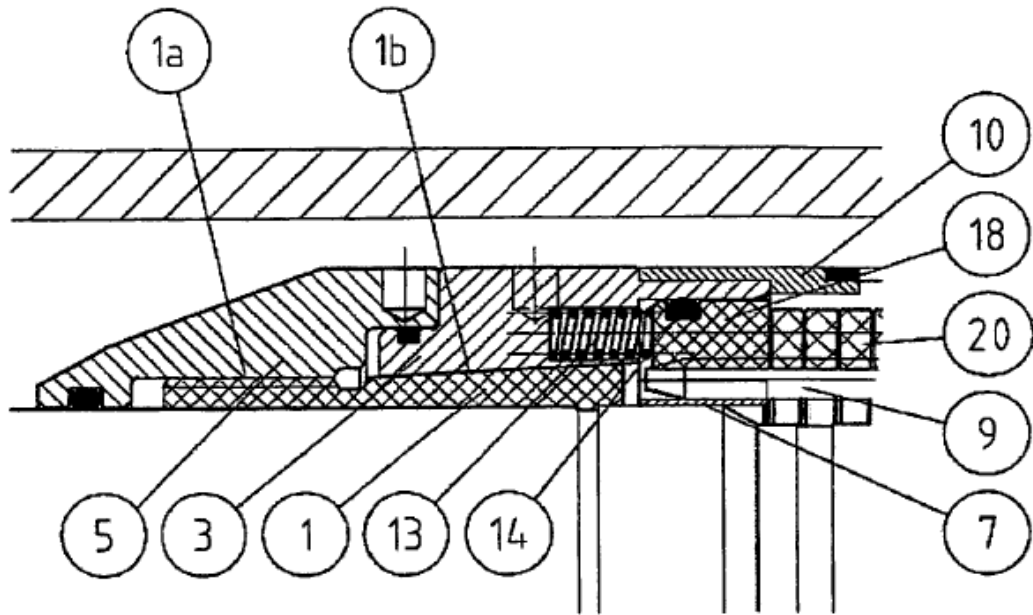


Fig. 4a

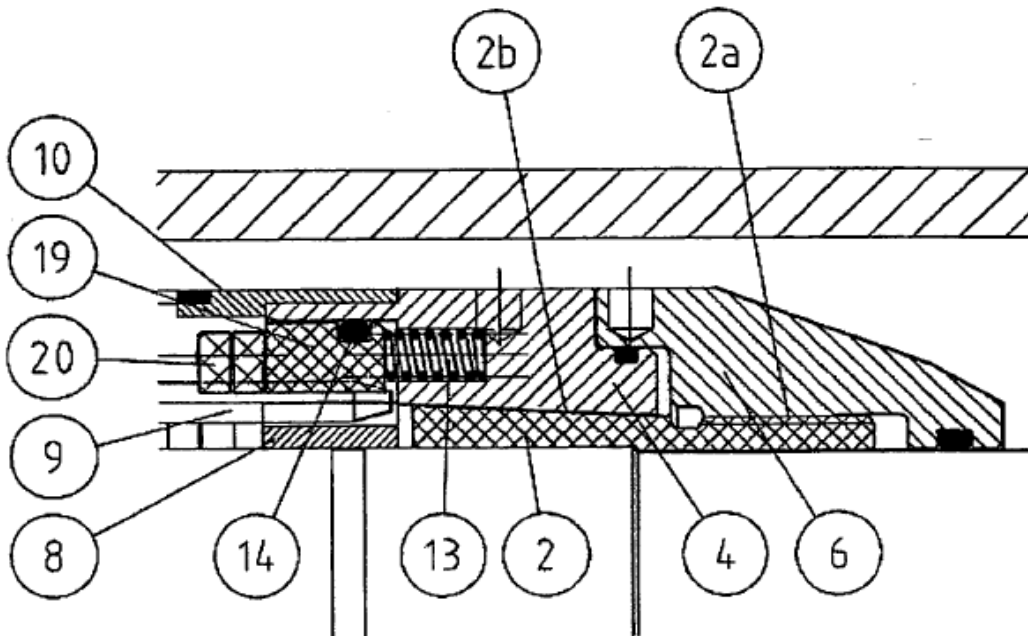


Fig. 4b

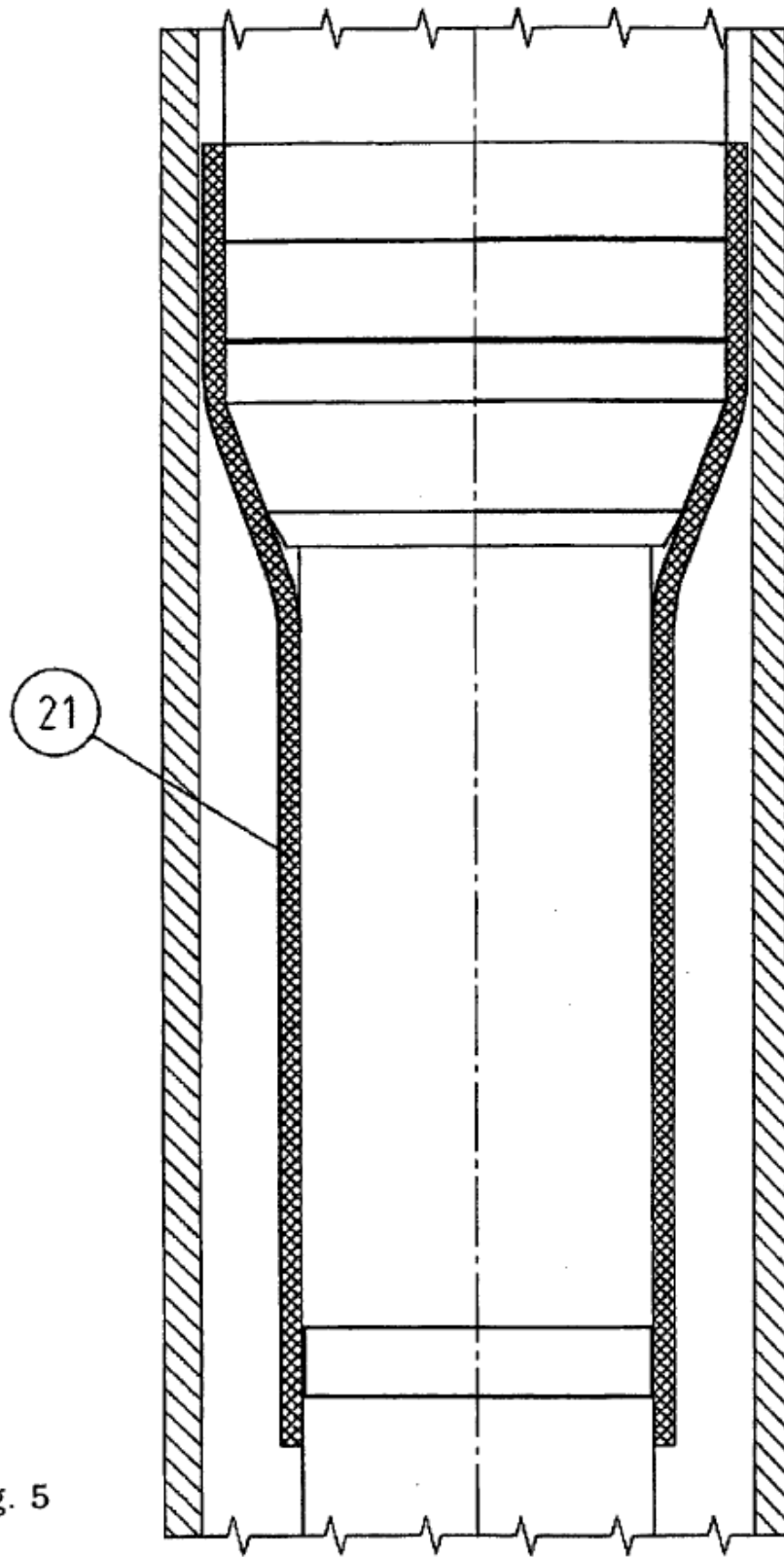


Fig. 5

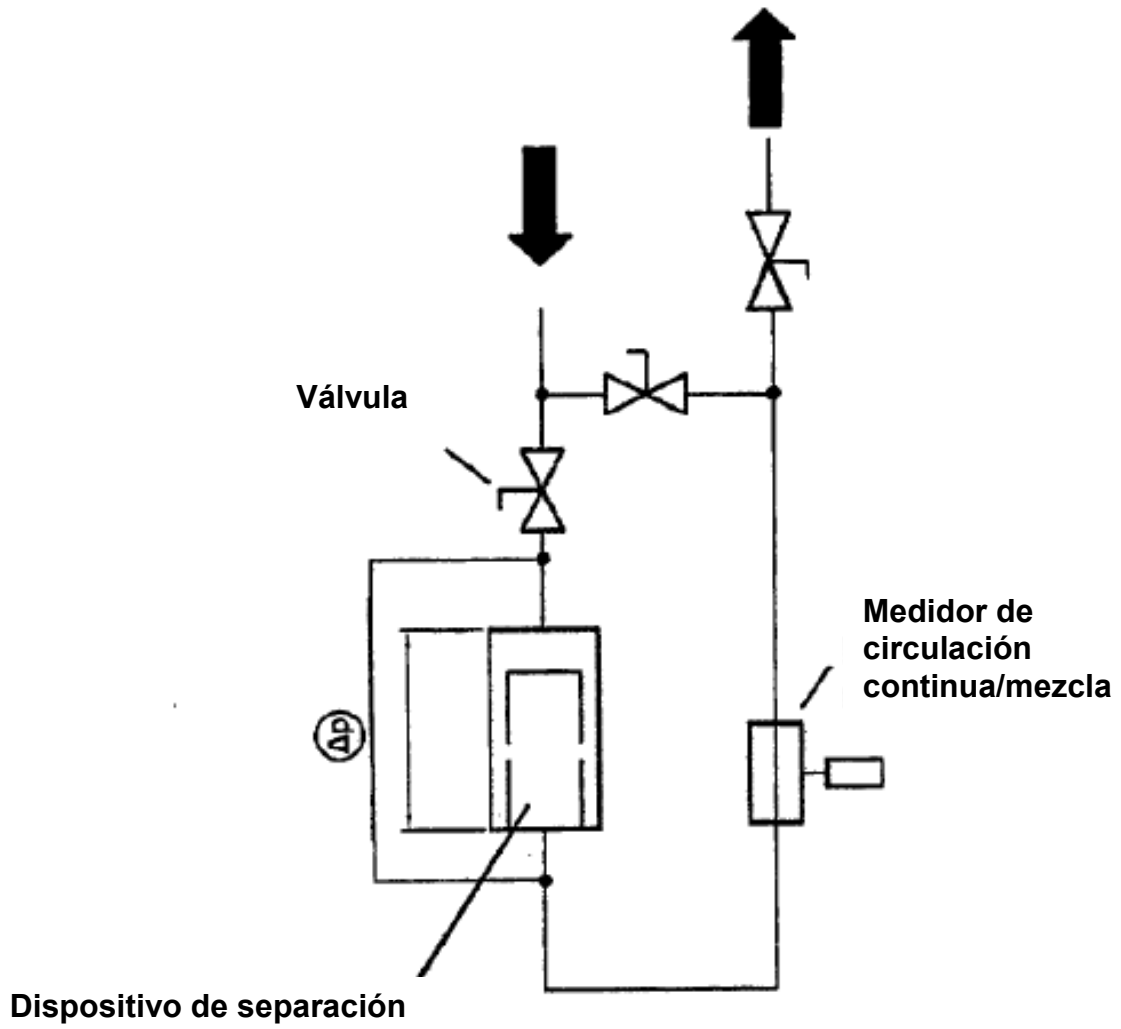


Fig. 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patente citados en la descripción

- 10 · US 5624560 A [0004] [00229] [0042] · US 1995850 A, HARTER CHARLES J [0011]
· US 20040050217 A1 [0006] · US 2250871 A, LUMBERT WILLIAM J [0012]
· WO 2008080402 A1 [0006] · US 2746552 A, JOSEPH GROSPAS PIERRE [0013]
· WO 2004099560 A1 [0009] · WO 9906669 A, SPRAY JEFFERY [0014]
15 · US 5249626 A [0010] [0029] [0042]

Documentos que no corresponden a patentes citados en la descripción

- Spalte, vol. 4 (Z), 50-54 [0010] · Spalte, vol. 4 (Z), 31-33 [0010]