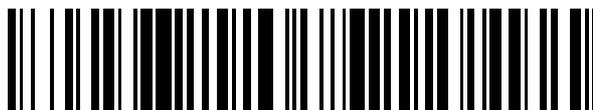


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 116**

51 Int. Cl.:

E21B 43/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10715683 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 2553216**

54 Título: **Dispositivo separador resistente al desgaste para la separación de partículas de arena y de roca**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2014

73 Titular/es:

ESK CERAMICS GMBH & CO. KG (50.0%)
Max-Schaidhauf-Strasse 25
84737 Kempten, DE y
MAERSK OLIE & GAS A/S (50.0%)

72 Inventor/es:

WILDHACK, STEFANIE;
KAYSER, ARMIN;
JOLY, SAMUEL;
MÜSSIG, SIEGFRIED;
WAHRMANN, KLAUS y
PÖHLING, FABIAN

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 462 116 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 separador resistente al desgaste para la separación de partículas de arena y de roca

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo separador novedoso que presenta más resistencia frente a la erosión y la abrasión, que forma parte integral de un equipo de extracción y que es idóneo para aplicaciones en la extracción de mezclas de petróleo, agua y gases o de sus componentes individuales, procedentes de pozos a gran profundidad, con cuya ayuda las partículas sólidas, por ejemplo las partículas de arena y de roca, se pueden separar de los líquidos y gases que se deben extraer. Dicho dispositivo separador sirve en particular para prevenir la degradación erosiva y abrasiva del equipo de extracción debido a las partículas de arena y de roca. Al mismo tiempo, el dispositivo separador es resistente a la corrosión debido a la manipulación con ciertos líquidos de tratamiento.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la extracción de ciertos líquidos y gases, por ejemplo de crudo o de gas natural, procedentes de pozos a gran profundidad, existe a menudo el problema de que la afluencia de arena procedente de los yacimientos de petróleo y gases dificulta el proceso. Ello es en particular el caso si se produce dióxido de carbono procedente de formaciones no consolidadas de yacimientos de petróleo y gases, o bien si al aumentar la vida útil de los yacimientos, el caudal y con ello la dilución de la producción de dióxido de carbono, se desencadena la afluencia de arena, de modo que se incrementa la masa arrastrada de partículas del yacimiento.

A fin de luchar contra la afluencia de arena procedente de los yacimientos, se emplean equipos de filtrado especiales, por ejemplo filtros ranurados o filtros con devanados metálico de alambre, que están realizados generalmente en un material de acero y adolecen del inconveniente que debido a las elevadas fuerzas del caudal, no son susceptibles de realizar su tarea de separación de la arena durante un tiempo prolongado, puesto que se erosionan rápidamente. Como remedio, se puede sustituir periódicamente el dispositivo de filtrado de arena, tarea que se ejecuta en el denominado proceso "Workover" (trabajos de complemento) en una operación de reparación del pozo.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Normalmente, se emplean para dicha tarea telas metálicas, rejillas metálicas de alambre o devanados de alambre. En la patente US n.º 5.624.560 se describe una solución con una tela metálica. Dichas soluciones, en las que se emplean telas metálicas o rejillas de alambre, se apoyan en una estructura metálica de soporte, como un tubo perforado, a fin de mantener su estabilidad mecánica.

En la patente US n.º 5.890.533 se describe una solución con un devanado de alambre, en la que diversas unidades de filtrado con devanado de alambre se pueden unir entre sí mediante elementos de conexión con roscas de tornillo.

En la patente US n.º 5.515.915 se describe una solución con un devanado de alambre en un tubo perforado, en el que se disponen unas barras de soporte y separación para el soporte del devanado de alambre entre el tubo perforado interior y dicho devanado. Entre el tubo perforado y el devanado de alambre se introduce asimismo adicionalmente un filtro de grava (*gravel pack*). Dicho filtro de grava se utiliza como filtro secundario.

Un inconveniente fundamental del que adolece dicho tipo de construcciones con telas metálicas, rejillas de alambre o devanados de alambre, constituye su reducida resistencia al desgaste. Debido a la acción abrasiva o erosiva de las partículas de arena y de roca que fluyen con una elevada velocidad de caudal, los filtros quedan destruidos y los tubos de extracción dañados. Simultáneamente, la productividad del proceso de extracción disminuye, puesto que a partir de dicho momento la arena deja de filtrarse de modo eficaz y se transporta con el medio de extracción. Un problema adicional constituye el empleo de ciertos líquidos de tratamiento que ocasionan un desgaste corrosivo de los filtros y de los tubos de extracción. Dicho desgaste corrosivo intensifica a su vez el desgaste abrasivo. Ciertos líquidos de tratamiento, por ejemplo, ácidos, lejía, agua o vapor recalentado, se emplean para la limpieza del dispositivo separador y para la estimulación del pozo.

Es necesario mejorar la resistencia de los equipos de extracción frente al desgaste abrasivo o erosivo, así como garantizar que no se vean afectados por la corrosión.

En los documentos US2004/0050217 A1 y WO2008/080402 A1 se describen soluciones, en las que se emplean dispositivos separadores que comprenden sustancias permeables porosas, en lugar de cribas metálicas de agujeros oblongos. Las sustancias porosas de filtrado del documento US2004/0050217 A1 pueden ser metálicas, cerámicas o bien orgánicas, mientras que en el documento WO2008/080402 A1 se emplean sustancias porosas cerámicas.

65

Un problema de dichas soluciones descritas en los documentos constituye el hecho de que los filtros de sustancias cerámicas porosas tienden a su rotura por un esfuerzo de flexión, debido a su reducido valor de tenacidad a la rotura. El valor de carga de rotura por flexión es normalmente mucho menor al 30% del valor de las correspondientes sustancias compactas, y por este motivo no resulta suficiente para cargas mecánicas en aplicaciones de perforación de roca.

Un problema adicional es el hecho de que la resistencia a la abrasión de las sustancias cerámicas porosas es notablemente inferior a la de las sustancias cerámicas compactas.

En el documento WO2004/099560 A1 se describe una solución adicional con un dispositivo separador de sustancias porosas, que asimismo adolece de los inconvenientes descritos anteriormente. En una forma de realización adicional (página 7, línea 24 - página 8, línea 2 y reivindicación 20), en el documento WO2004/099560 A1 se prevé proteger asimismo exteriormente un filtro de arena convencional con un manguito de anillos compactos resistentes a la erosión, que presentan adicionalmente en sus superficies superior e inferior unos nervios u hoyuelos. En los anillos apilados uno encima del otro se diseña un canal de líquido sinuoso, en cuyas paredes la energía del medio que circula disminuye por los impactos, de modo que el desgaste del filtro de arena convencional que se encuentra por debajo se reduce. Preferentemente, los anillos comprenden carburos o nitruros, por ejemplo carburo de silicio o carburo de wolframio. El inconveniente de dicha solución reside en el hecho de que la mayor protección contra el desgaste viene acompañada de una disipación energética del medio circulante; el manguito exterior no actúa como filtro, sino como resistencia al caudal, lo que empeora la capacidad de extracción. No se da a conocer el modo de fijación del manguito sobre el tubo de extracción.

En la patente US n.º 5.249.626 se presenta un tamiz cilíndrico de filtrado, que comprende múltiples segmentos anulares de filtro apilados. La pila de anillos queda cohesionada con diversas barras roscadas con tuercas de tornillo o incluso tuercas dobles de acero inoxidable, respectivamente en el extremo superior e inferior. La separación de las partículas se produce en el intersticio anular variable, que se forma entre segmentos de filtros opuestos. Los anillos están realizados en un material plástico, preferentemente en polipropileno reforzado con fibra de vidrio (columna 4, líneas 50-54). Las barras roscadas se guían en los anillos por las aberturas previstas para ello (columna 4, líneas 31-33). Esta solución no se puede poner en práctica utilizando cerámica. Las transiciones de la sección transversal son angulosas; los segmentos de filtro presentan un diseño típico de material plástico. Los orificios de paso centrales para las barras roscadas debilitarían los elementos cerámicos y la capacidad de carga quedaría disminuida. Los distanciadores se diseñan planos, de este modo la tensión producida por la flexión no puede compensarse. Unos inconvenientes adicionales del tamiz de filtrado descrito en la patente US n.º 5.249.626 realizado en polipropileno reforzado con fibra de vidrio constituyen su exigua resistencia a la erosión / abrasión, así como su insuficiente resistencia a la corrosión.

En el documento WO99/06669 se describe una solución adicional con un devanado metálico de alambre con arrollamiento espiral. Asimismo, para una segunda forma de realización (página 3, líneas 8-14 y página 10, líneas 8-19) se forman mediante soldadura unos anillos a partir del alambre en forma de V. Entonces, dichos anillos quedan unidos entre sí mediante distanciadores por sus superficies superior e inferior, realizándose una soldadura de la superficie superior de los distanciadores con el anillo de alambre superior y una soldadura de la superficie inferior con el anillo de alambre inferior, así que se obtiene una estructura sólida y rígida desde el punto de vista mecánico. Para dicha construcción se menciona la posibilidad de utilizar asimismo materiales cerámicos. Sin embargo, utilizando material cerámico, dicha ejecución rígida con los distanciadores planos sólidamente unidos causaría que la tensión producida por la flexión y tracción no se pudiera absorber, lo que ocasionaría un riesgo relevante de rotura y una posible destrucción completa del filtro de arena. Asimismo, la fabricación de dicho tipo de construcción de cerámica sería muy costosa.

OBJETIVO DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención, superando los inconvenientes del estado de la técnica, es poner a disposición un dispositivo separador para la separación de partículas de arena y de roca en la extracción de líquidos o gases procedentes de perforaciones de roca, que presente más resistencia al desgaste / abrasión y una menor tendencia a la rotura que dispositivo separador conocido en el estado de la técnica, que asimismo sea resistente a la corrosión provocada por ciertos líquidos de tratamiento, que pueda resistir a las cargas producidas en el proceso de extracción, cuya vida útil sea más prolongada y que con cuya ayuda se pueda alcanzar un mayor caudal de extracción. Por otra parte, como parte integral de un equipo de extracción es preciso que el dispositivo separador sea apto para la extracción de líquidos o gases procedentes de pozos a gran profundidad.

RESUMEN DE LA INVENCION

El objetivo mencionado anteriormente se alcanza según la presente invención mediante un dispositivo separador según la reivindicación 1, así como su utilización según la reivindicación 27. En las reivindicaciones dependientes, se indican unas formas de realización perfeccionadas ventajosas y especialmente prácticas del objeto de la solicitud.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención constituye un dispositivo separador para la separación de partículas de arena y de roca, que forme parte integral de un equipo de extracción y que sea idóneo para aplicaciones en la extracción de líquidos o gases procedentes de pozos a gran profundidad, comprendiendo dicho dispositivo separador por lo menos un módulo cerámico de filtrado, de modo que dicho módulo de filtrado comprenda

- 5 (a) una pila anular de discos anulares frágiles-duros, cuyo lado superior presente por lo menos tres protuberancias distribuidas homogéneamente en el perímetro de los discos, estando apilados y fijados dichos discos de modo que entre cada uno de ellos exista una ranura para la separación de partículas de arena y de roca,
- 10 (b) un elemento de acoplamiento en el extremo superior y un elemento de acoplamiento en el extremo inferior de la pila anular,
- (c) un dispositivo de fijación para la sujeción axial de la pila anular,
- (d) una cámara exterior para la protección mecánica del módulo de filtrado,
- (e) un elemento de unión en el extremo superior y un elemento de unión en el extremo inferior del módulo de filtrado para la unión de dicho módulo con componentes adicionales del equipo de extracción.

15 Asimismo, el objeto de la presente invención es la utilización del dispositivo separador según la presente invención para la separación de partículas de arena y de roca en un procedimiento para la extracción de líquidos o gases procedentes de pozos o perforaciones de roca a gran profundidad.

20 Los discos anulares del dispositivo separador según la presente invención están apilados y fijados de modo que queden sujetos axialmente, y se diseña de modo preciso una ranura de separación entre los distintos discos para la separación de partículas de arena y de roca. Sin embargo, en las direcciones radial y tangencial, los anillos pueden moverse unos contra los otros en un cierto grado, por lo que se reduce eficazmente la generación de tensión en la pila anular debido a cargas externas, como una flexión.

25 La pila anular está afianzada únicamente mediante el dispositivo de fijación, el módulo de filtrado de arena no precisa ningún soporte mecánico adicional. Por ejemplo, no está fijado en ningún tubo interior de extracción, que soporta el peso propio de la pila anular y del dispositivo de fijación, y en caso necesario de elementos de unión adicionales, módulos intermedios y/o de la punta del módulo de filtrado.

30 En una forma de realización preferida, el dispositivo separador comprende asimismo una o más capas de revestimiento para la protección de los módulos intermedios y de los elementos de unión.

35 El dispositivo separador según la presente invención, construido a partir de elementos anulares frágiles-duros, presenta más resistencia a la abrasión y a la corrosión que los dispositivos convencionales para actuar contra la acción de la arena. Por esta razón, frente a los filtros de arena del estado de la técnica, dicho dispositivo presenta una vida útil más prolongada. Por este motivo, en contraposición con los filtros de arena del estado de la técnica, no es necesario que el dispositivo separador según la presente invención se sustituya periódicamente, de modo que el intervalo hasta el cual sea imprescindible realizar la reparación de un pozo existente (*Workover*), se prolonga notablemente.

40 En contraposición con los filtros de arena del estado de la técnica, el filtrado es en este caso más eficaz, es decir, se mejora en la separación de arena, y por lo tanto es posible alcanzar un caudal de extracción más elevado.

45 La solución constructiva apta para los materiales cerámicos según la presente invención posibilita obtener una utilidad de las características favorables de las sustancias cerámicas, en particular de su resistencia a la abrasión y de su elevada resistencia a la deformación, destinados a los filtros de arena con elevada carga abrasiva. Gracias al diseño de la solución según la presente invención, se evitan las cargas desfavorables para dicho tipo de sustancias, en particular las cargas concentradas en un punto, las cargas de flexión, las cargas de tracción y las cargas de impacto.

50 Por motivo de la elevada resistencia de los discos anulares frágiles-duros a la deformación, contrariamente al estado de la técnica (por ejemplo, en la patente US n.º 5.515.915), no es necesario soportar los discos anulares mediante barras de separación y de soporte dispuestas sobre un tubo interior, a fin de aumentar su estabilidad entre sí y en la pila. Se pueden construir de modo independiente.

55 Cuando los discos anulares quedan fijados axialmente, se forma una ranura de separación muy estable, que presenta una tolerancia reducida en la anchura, únicamente condicionada por la tolerancia de fabricación de los anillos y no por la deformación del material. El valor de tolerancia de la anchura de la ranura de separación cumple con las directrices de los estándares API (*American Petroleum Institute*), pudiendo incluso llegar a superarlos.

60 La elevada resistencia a la deformación mecánica, por ejemplo ocasionada por capas de arena incidentes, impide que las ranuras de separación varíen. En contraposición con los filtros de arena del estado de la técnica, que comprenden telas metálicas y devanados de alambre, se impide la obturación de la ranura de separación.

65

Incluso en el caso de súbitos caudales de arena, los discos anulares frágiles-duros no se deforman, y la anchura ajustada de la ranura de separación se mantiene.

5 En el caso de un tejido filtrante metálico conforme al estado de la técnica, los tejidos filtrantes multicapa son usuales y necesarios para la protección del filtro fino. Sin embargo, debido a la estructura multicapa del tejido, aumenta la resistencia al paso de caudal. Los tejidos multicapa tienden asimismo a obturarse por la deposición de arena en los espacios huecos, y por lo tanto a elevar todavía más la resistencia al paso de caudal. Por el contrario, los módulos cerámicos de filtrado de arena según la presente invención, gracias a su notable resistencia a la abrasión y a su elevada resistencia a la deformación de la pila anular frágil-dura, se pueden diseñar en forma de monocapa e interactuar directamente con el caudal de extracción. Asimismo, en los módulos cerámicos de filtro de arena según 10 la presente invención tampoco resulta necesario disponer adicionalmente un filtro de grava (*Gravel pack*) entre el filtro y el tubo interior como filtro secundario. En lugar de ello, las partículas de arena y de roca a separar se pueden formar en el perímetro exterior de los discos anulares estables, frágiles-duros, como torta de filtro secundaria. El dispositivo separador según la presente invención favorece su estabilidad, lo que conlleva a aumentar la integridad del pozo. 15

La separación de las partículas queda garantizada para un caudal de entrada y de paso directos, sin que el caudal quede afectado negativamente por la desviación o la disipación de energía. La pérdida de presión del dispositivo separador según la presente invención es despreciable y el caudal por el dispositivo separador según la presente invención es laminar. 20

Una ventaja adicional constituye el hecho de que el dispositivo separador según la presente invención no precisa de ningún soporte mecánico, como los segmentos de filtrado de material plástico de la patente US n.º 5.249.626 o la rejilla metálica de alambre de la patente US n.º 5.624.560. La pila anular según la presente invención queda afianzada únicamente mediante el dispositivo de fijación, y no se soporta ni apoya en ningún tubo de extracción interior. Puesto que puede prescindirse del tubo de extracción interior, aumenta la sección transversal libre de extracción existente en el interior y por lo tanto del caudal de extracción. 25

El apoyo elástico de pila anular permite poder absorber las flexiones y poder compensar la distinta dilatación térmica que presentan los diversos materiales. 30

Los anillos están apilados y sujetados de modo que puedan moverse entre sí en las direcciones radial y tangencial en una cierta medida, de modo que se reduce eficazmente la tensión en la pila anular debido a una carga externa, por ejemplo una flexión. 35

Mediante los elementos de unión, es posible utilizar módulos intermedios convencionales. Los módulos de filtrado de arena se pueden fijar a grupos de extracción existentes utilizando la técnica de conexión convencional. Ello es válido tanto para la fijación en el extremo de la varilla de extracción, como para una inserción posterior de los módulos de filtrado y bloqueo en un acoplador en plataformas de carga. 40

Los módulos de filtrado de arena individuales se pueden unir a un sistema de filtrado de cualquier longitud mediante los elementos de unión o los módulos intermedios.

El dispositivo separador según la presente invención puede emplearse para cualquier grado de desviación del pozo, tanto en un pozo horizontal como en uno vertical, e incluso para cualquier grado de inclinación, por ejemplo para una inclinación del pozo de 60°. Ello representa una ventaja en comparación con las rejillas metálicas de alambre empleadas convencionalmente. 45

A fin de no finalizar prematuramente la utilización de los módulos de filtrado de arena según la presente invención, resistentes a la abrasión y por lo tanto de vida útil prolongada, debido a los daños derivados de dicha abrasión o a la destrucción de la punta del módulo de filtrado, que se encuentra usualmente en los comercios, el dispositivo separador según la presente invención comprende preferentemente una punta del módulo de filtrado con más protección contra la abrasión. 50

55 DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describe con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntados.

En la **figura 1** se representa esquemáticamente la vista global de un dispositivo separador según la presente invención, que comprende una punta del módulo de filtrado. 60

En las **figuras 2a-2d** se representan diversas vistas de un disco en forma de anillo según la presente invención conforme a una primera forma de realización.

En las **figuras 3a-3d** se representan diversas vistas de un disco en forma de anillo según la presente invención conforme a una segunda forma de realización. 65

En las **figuras 4a-4c** se representan diversas vistas esquemáticas de una pila anular con elementos de acoplamiento conforme a una primera forma de realización.

5 En las **figuras 5a-5c** se representan diversas vistas esquemáticas de una pila anular con elementos de acoplamiento conforme a una segunda forma de realización.

En la **figura 6** se representa una sección transversal de un dispositivo separador según la presente invención conforme a una primera forma de realización.

10 En la **figura 7** se representa una sección transversal de un dispositivo separador según la presente invención conforme a una segunda forma de realización.

15 En las **figuras 8a – 8c** se representan secciones transversales detalladas del dispositivo separador conforme a la figura 6.

En las **figuras 9a – 9c** se representan secciones transversales detalladas del dispositivo separador conforme a la figura 7.

20 Y finalmente, en la **figura 10** se representa una sección transversal de una punta del módulo de filtrado preferida según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25 A continuación, haciendo referencia a los dibujos, se describen más detalladamente unas formas de realización preferidas y particularidades del dispositivo separador según la presente invención para la separación de partículas de arena y de roca.

30 En la figura 1 se representa una vista global de un dispositivo separador según la presente invención, que se compone modularmente de por lo menos un módulo de cerámico de filtrado 1 (en lo sucesivo, denominado "módulo de filtrado de arena").

35 En función de las circunstancias de perforación, gracias a su diseño modular, el dispositivo separador puede ampliarse a voluntad. Generalmente, en el extremo inferior del módulo de filtrado de arena más inferior, y por lo tanto al final de la sarta de varillas de perforación, el dispositivo separador comprende una punta del módulo de filtrado 2. A este respecto, los módulos cerámicos de filtrado de la arena se encargan de remediar la acción abrasiva de la arena y de su separación.

40 Asimismo, los módulos de filtrado de arena se pueden unir mediante módulos intermedios 3 a módulos de filtrado adicionales. Los módulos intermedios se pueden encargan de diversas tareas, por ejemplo de garantizar una flexión suficiente al introducir el dispositivo separador en el pozo, de centrar dicho dispositivo separador en el revestimiento del pozo o de fijar/afianzar el dispositivo separador en el tubo de extracción o en el revestimiento del pozo. Asimismo, se pueden emplear elementos activos como módulos intermedios, con los cuales se pueda realizar un lavado a contracorriente o bien liberar elementos de filtro obturados.

45 El dispositivo separador según la presente invención se puede integrar en el sistema de extracción, tanto en el caso de equipación nueva para pozos con extracción de arena, como en el caso de la reparación del pozo (*Workover*), y asimismo en el caso de un pozo existente se puede introducir por el interior del tubo de extracción y anclarse a un acoplador en plataformas de carga del revestimiento del pozo. En función de la variante de la aplicación, son distintos los módulos intermedios, así como los datos geométricos de los módulos cerámicos del filtro de arena, aunque los principios constructivos se mantienen.

50 A continuación, se describen diversas formas de realización de los módulos de filtro de arena según la presente invención, siempre comprendiendo dichos módulos cerámicos de filtro de arena los siguientes elementos básicos construidos aptos para el material utilizado y adaptados entre sí:

55 - Una pila anular 6 (véanse las figuras 4 y 5) de discos en forma de anillo frágiles-duros 7 (véanse las figuras 2 y 3), cuya superficie superior 16 presente por lo menos tres protuberancias 8 distribuidas homogéneamente en el perímetro de los discos. La forma de realización preferida con tres protuberancias 8 diseñadas como segmentos esféricos impide la aplicación de cargas concentradas en un punto en los anillos de filtrado frágiles-duros. Los discos están apilados y afianzados de modo que queden fijados axialmente, y se conforma de modo preciso una ranura de separación 9 entre los discos individuales para la separación de partículas de arena y de roca. Sin embargo, en las direcciones radial y tangencial, los anillos pueden moverse unos contra los otros un cierto grado, por lo que se reduce eficazmente la creación de tensión en la pila anular debido a una carga externa, como una flexión.

- Dos elementos de acoplamiento 10, 11 (véanse las figuras 4 y 5) en los extremos superior e inferior de la pila anular 6.
- Un dispositivo de fijación para la sujeción axial de la pila anular.
- Una cámara exterior 5 (véase la figura 1).
- 5 - Dos elementos de unión 12, 13 (véanse las figuras 6 y 7) en los extremos superior e inferior del módulo de filtro de arena para la unión de dicho módulo con componentes adicionales del equipo de extracción, por ejemplo, la punta del módulo de filtrado o los módulos intermedios.

PILA ANULAR

10 Los discos en forma de anillo 7 empleados en el módulo de cerámico de filtro de arena se representan en las figuras 2a-2d y 3a-3d para dos formas de realización preferidas del módulo de filtro de arena. En el bloque de figuras 2 se representa el diseño de los discos en forma de anillo para una primera forma de realización, en la que las barras de pretensado 14 que se encuentran en el interior (véase la figura 6) se utilizan para la fijación de la pila anular. En una
15 segunda forma de realización, la pila anular se construye y se fija sobre un tubo perforado interior 15 (véase la figura 7), representándose los anillos utilizados para ello en el bloque de figuras 3.

Los discos en forma de anillo están realizados en un material frágil-duro, preferentemente una sustancia cerámica resistente a la abrasión y a la erosión de las partículas de arena y de roca, así como resistente a la corrosión de los
20 medios de extracción y de los productos de limpieza utilizados, por ejemplo ácidos.

La separación de las partículas de arena y de roca se realiza en una ranura 9 radial, que preferentemente se estrecha (véanse las figuras 5 y 6), que se forma entre dos elementos anulares fijados y dispuestos uno sobre el otro. Los elementos anulares se diseñan compatibles con la cerámica o con sustancias frágiles-duras, es decir, que
25 las transiciones de la sección transversal se realizan sin incisiones y se previene o se compensa constructivamente la formación de tensiones producidas por flexión.

La altura (espesor) de los discos en forma de anillo depende del caudal requerido.

30 En la cara superior 16 de dichos discos en forma de anillo 7 se disponen por lo menos tres protuberancias 8 distribuidas homogéneamente en el perímetro de los discos, de una altura definida, con cuya ayuda se puede ajustar la altura de la ranura de separación (anchura de separación). Dichas protuberancias no constituyen distanciadores aplicados por separado o soldados posteriormente. Se realizan directamente el proceso de fabricación durante la conformación de los discos en forma de anillo.

35 En el apilado de los discos, las distintas protuberancias se disponen en la pila alineadas entre sí.

Las protuberancias se diseñan preferentemente en forma de segmentos esféricos, para obtener contacto puntual entre discos en forma de anillo opuestos y para prevenir el contacto plano.

40 En el perímetro exterior, los discos en forma de anillo presentan preferentemente una entalladura / ranura de marcación 17, mediante la cual los discos en forma de anillo pueden posicionarse ligeramente alineados entre sí y de este modo se posibilita un montaje a prueba de errores. La ranura de marcación se conforma preferentemente redondeada.

45 La cara superior 16 de los discos en forma de anillo se puede diseñar presentando un ángulo recto con respecto al eje del disco, inclinada hacia el interior o bien inclinada hacia el exterior, siendo la superficie plana o curvada.

50 La cara inferior 18 de los discos en forma de anillo puede estar inclinada hacia el interior o hacia el exterior, preferentemente inclinada hacia al interior, y más preferentemente diseñarla cóncava. Un diseño inclinado hacia el interior resulta ventajoso en relación con la disminución de la tendencia a obturarse del dispositivo separador. La conformación cóncava se debe entender en el fondo del anillo en conjunto, véanse las figuras 2d y 3d. En este caso, el fondo del anillo está diseñado con un radio R.

55 Los discos en forma de anillo de la pila anular pueden moverse entre sí en las direcciones radial y tangencial, por lo que se reduce eficazmente la tensión en la pila anular originada por cargas exteriores, como la flexión.

60 Gracias a la conformación cóncava del fondo del anillo, conjuntamente con el apoyo en tres puntos, se pueden compensar ligeramente asimismo eventuales desviaciones de forma y tamaño.

La forma de la sección transversal de los discos en forma de anillo preferentemente no es rectangular ni trapezoidal, debido a las superficies cóncavas. Asimismo, no presenta ninguna arista viva ni transiciones angulosas de la sección transversal.

65 En una forma de realización preferida, el contorno exterior 19 de los discos anulares se diseña con un bisel, tal como se aprecia en las figuras 2d y 3d. Conforme a una forma de realización preferida adicional, los bordes se pueden

asimismo redondear, lo que representa una mejora adicional de la protección de dichos bordes ante una carga crítica a la que pueden estar sometidos en el caso de sustancias frágiles-duras. El perímetro (superficie lateral) de los discos en forma de anillo preferentemente es cilíndrico (plano). Sin embargo, también es posible conformar el perímetro hacia el exterior, por ejemplo convexo, a fin de obtener un caudal mayor.

5 El espesor de pared radial de los discos en forma de anillo preferentemente es por lo menos de 2 mm, más preferentemente de 5 mm. La altura o el grosor de los discos preferentemente está comprendida entre 1 y 20 mm, más preferentemente entre 1 y 10 mm.

10 El diámetro exterior de los discos anulares es inferior al diámetro interior del pozo o bien al diámetro inferior de su revestimiento y generalmente comprende entre 50 y 200 mm. Asimismo, son posibles diámetros inferiores a 50 mm o superiores a 200 mm.

15 El diámetro interior de los discos en forma de anillo es inferior preferentemente al 90%, más preferentemente inferior al 85%, de su diámetro exterior. Alternativamente, el contorno del diámetro interior de los discos en forma de anillo puede ser aproximadamente un polígono, por ejemplo un hexágono.

20 En la forma de realización con las barras de pretensado, únicamente es preciso tener en cuenta la relación con el diámetro exterior. En la forma de realización con el tubo de fijación, adicionalmente es preciso que el diámetro interior de los discos en forma de anillo sea superior al diámetro del tubo perforado que se encuentra en el interior. Los discos en forma de anillo no deben descansar sobre el tubo interior. De este modo, se garantiza que en el proceso de inserción en el pozo, la comba que se produzca se pueda absorber mediante la construcción de la pila anular y se evite la rotura de los elementos cerámicos.

25 En la forma de realización con las barras de pretensado 14 (véase la figura 6), en el perímetro interior de los discos en forma de anillo preferentemente existen adicionalmente por lo menos tres entalladuras / ranuras 20 (véase la figura 2a), cuya función es la recepción de las barras de pretensado. En el caso de que el contorno del diámetro interior de los discos en forma de anillo se diseñe como un polígono, se puede prescindir de dichas entalladuras, dado que las barras de pretensado se conducen hasta las esquinas. Dichas entalladuras 20 se disponen desalineadas con las protuberancias 8 distribuidas en la cara superior. En una forma de realización preferida, se practican seis ranuras 20 en el perímetro. A este respecto, las tres protuberancias 8 de la cara superior 16 se disponen de modo que cada una de ellas quede ubicada cada dos intervalos entre dos ranuras 20. Las entalladuras 20 se conforman preferentemente redondeadas (véase la figura 2a).

35 En la forma de realización con el tubo de fijación 15 (véase la figura 7), no se realiza ninguna entalladura / ranura en el perímetro interior de los discos en forma de anillo.

40 En la forma de realización con las barras de pretensado, se facilita en gran medida el montaje gracias a las ranuras en el diámetro interior de los discos en forma de anillo. Sin embargo, dado que para dicha variante el espesor de pared en la zona de las ranuras es menor, especialmente en el caso de disponer de revestimientos de pozo y diámetros de extracción de valor reducido, se puede obtener una reducción de la estabilidad del anillo y con ello restricciones de la aplicación. Para la variante en la que se utiliza el tubo de fijación, por el contrario, los discos poseen un espesor de pared prácticamente constante en todo el perímetro y por lo tanto se pueden emplear incluso en condiciones geométricas extremas.

45 En la forma de realización con el tubo de fijación, en la cara inferior 18 de los anillos existen adicionalmente por lo menos tres cavidades 21 (véase la figura 3c), en las que se pueden posicionar las protuberancias 8 de la cara superior opuesta del siguiente segmento de anillo. La cantidad y la distancia de dichas cavidades dependen de la cantidad y distancia de las protuberancias dispuestas en la cara superior del anillo. Las cavidades incorporadas sirven de protección contra la torsión de los anillos y sirven de ayuda para el autocentrado de los anillos de la pila.

50 En la forma de realización con las barras de pretensado, dichas cavidades no resultan necesarias, puesto que en este caso la protección contra la torsión se lleva cabo en gran medida mediante las barras de pretensado. No obstante, se pueden incorporar cavidades en la cara inferior de los anillos, aunque ello está vinculado con el hecho de un coste complementario en la producción, por lo que preferentemente se prescinde de las mismas.

55 En lo que concierne a las cavidades, se trata preferentemente de superficies desplazadas paralelas al radio R (véase la figura 3a). Asimismo en este caso se asegura un contacto puntual con las protuberancias, y mediante el apoyo en tres puntos se compensan eventuales desviaciones de forma y tamaño. Las cavidades se pueden diseñar asimismo en forma de segmentos esféricos o cilíndricos. Asimismo, es posible una forma trapezoidal redondeada o una estructura ondulante.

60 La anchura de la ranura 9 (véanse las figuras 4 y 5) se selecciona en función de la fracción de arena a separar. En el diámetro exterior, el valor de la anchura de la ranura es el más pequeño, a fin de evitar la obturación de la ranura del anillo. La anchura de la ranura se ajusta mediante la altura de las protuberancias dispuestas en la cara superior del anillo, la profundidad de las cavidades dispuestas en la cara inferior del anillo (si existen) y la forma de la cara

inferior del anillo, es decir, mediante el radio de la superficie cóncava. La geometría de la ranura seleccionada garantiza que la corriente en la ranura sea laminar y que la pérdida de presión entre los diámetros exterior e interior sea reducida.

- 5 El dispositivo separador se puede lavar a contracorriente mediante ciertos líquidos de tratamiento, de modo que eventuales partículas que hayan atravesado la ranura de separación se pueden eliminar.

10 Las sustancias frágiles-duras de los discos en forma de anillo se seleccionan preferentemente entre una de las siguientes: sustancias cerámicas oxídicas y no oxídicas, materiales metalocerámicos procedentes de dichas sustancias, sustancias cerámicas con adición de fases secundarias, sustancias mezcladas con parte de materiales duros cerámicos y con período de enlace metálico, materiales de fundición endurecidos por precipitación, sustancias pulvimetalúrgicas con fase de material duro formada *in situ* y sustancias cerámicas reforzadas con fibras cortas y/o largas.

15 Ejemplos de sustancias cerámicas oxídicas son el Al_2O_3 , el ZrO_2 , la mullita, la espinela y los sistemas de óxidos mixtos. Ejemplos de sustancias cerámicas no oxídicas son el SiC, el B_4C , el TiB_2 y el Si_3N_4 . Materiales duros cerámicos son por ejemplo los carburos y los boruros. Ejemplos de sustancias mezcladas con período de enlace metálico son el WC-Co, el TiC-Fe y el TiB_2 -FeNiCr. Ejemplos de fases de material duro formadas *in situ* son los carburos de cromo. Un ejemplo de una sustancia cerámica reforzada con fibras es el C-SiC.

20 Las sustancias mencionadas anteriormente se caracterizan por ser más duras que las partículas de roca que generalmente están presentes, es decir, que el valor de dureza HV o HRC de dichas sustancias se encuentra por encima del valor correspondiente de las rocas de su alrededor. Para los módulos cerámicos de filtro de arena, las sustancias idóneas poseen valores de dureza HV superiores a los 15 GPa, preferentemente superiores a los 23 GPa.

Todas estas sustancias se caracterizan al mismo tiempo por presentar una fragilidad superior a la de las típicas aleaciones de acero sin endurecer. En este sentido, dichas sustancias se caracterizan como "frágiles-duras".

30 Adicionalmente, todas estas sustancias presentan una elevada resistencia a la deformación, lo que queda reflejado en su módulo de elasticidad. En dichas sustancias, su elevada rigidez actúa positivamente en relación con su comportamiento frente a la abrasión. En este caso, no es posible una exfoliación del material ni la deformación plástica, como en el caso de los metales.

35 Asimismo, el diseño del módulo de filtro de arena mejora gracias a la elevada resistencia contra la deformación. No resulta preciso que los discos en forma de anillo que comprenden dichas sustancias vengan soportados por nervios sobre un tubo interior, a fin de aumentar su estabilidad en la pila y entre sí. Se pueden construir independientemente. Una vez que estén fijados axialmente, se forma una ranura de separación muy estable, que presenta una anchura de tolerancia reducida, únicamente condicionada por la tolerancia de fabricación de los anillos y no por la deformación del material. Incluso en el caso de cargas súbitas, los discos no se deforman, y la anchura ajustada de la ranura de separación se mantiene.

45 Adicionalmente, es posible formar en los elementos rígidos de anillo una torta de filtro de la arena que fluye muy estable y homogénea.

Para los módulos cerámicos de filtro de arena, las sustancias idóneas poseen valores del módulo de elasticidad superiores a los 200 GPa, preferentemente superiores a los 350 GPa.

50 Preferentemente, se emplean sustancias con una densidad por lo menos del 90%, más preferentemente por lo menos del 95%, de la densidad teórica, a fin de obtener el mayor valor posible de dureza y valores elevados de resistencia contra la abrasión y la corrosión. Preferentemente, como sustancia frágil-dura se emplea carburo de silicio sinterizado (SSiC) o carburo de boro. Dichas sustancias no solo son resistentes a la abrasión, sino que son resistentes a la corrosión en relación con los líquidos de tratamiento empleados normalmente para el lavado del dispositivo separador y para la estimulación del pozo, como ácidos, por ejemplo HCl, lejías, por ejemplo NaOH, o incluso vapor de agua.

60 Resulta especialmente idónea la utilización de por ejemplo materiales de SSiC con estructura de grano fino (tamaño medio de grano $< 5 \mu m$), como los distribuidos con la denominación EKasic[®] F y EKasic[®] F plus de ESK Ceramics GmbH & Co. KG. Asimismo, se pueden utilizar materiales de SSiC de grano grueso, por ejemplo con estructura bimodal, de modo que preferentemente del 50 al 90% Vol. de la distribución granulométrica de cristalitas de SiC prismáticas y en forma de plaquitas presenten una longitud comprendida entre $100 \mu m$ y $1500 \mu m$ y del 10 al 50% Vol. de cristalitas de SiC prismáticas y en forma de plaquitas presenten una longitud comprendida entre $5 \mu m$ y un valor inferior a $100 \mu m$ (EKasic[®] C de ESK Ceramics GmbH & Co. KG).

65 La fabricación de los discos en forma de anillo se puede realizar en una producción automatizada a escala industrial mediante procesos pulvimetalúrgicos o cerámicos. Los discos cerámicos en forma de anillo se pueden fabricar

mediante el denominado proceso *Net-Shape* (de conformado final), en el que dichos discos (incluidas las protuberancias) se comprimen cerca del contorno del extremo a partir de polvo. No se requiere ningún proceso de mecanizado costoso de los discos en forma de anillo. Las desviaciones de forma y tamaño de los discos en forma de anillo individuales, que en parte son inevitables, surgidas en un proceso de sinterización, son tolerables en el diseño del dispositivo separador según la presente invención.

Los discos en forma de anillo de materiales frágiles-duros se montan junto con los elementos de acoplamiento, formándose una pila anular de altura arbitraria. La altura de dicha pila, y por lo tanto la longitud del módulo de filtro de arena, está orientada a los requisitos de diámetro condicionados por la perforación, a las cargas producidas, a la flexión requerida y a la capacidad de soporte de la construcción metálica de fijación. Una altura preferida de la pila anular o de la longitud del filtro es de 1000 mm.

ELEMENTOS DE ACOPLAMIENTO

En las figuras 4a – 4c y 5a – 5c se representan pilas anulares 6 según la presente invención, provistas de elementos de acoplamiento 10 y 11. En las figuras 4a – 4c se representa la forma de realización con las barras de pretensado 14 (véase la figura 6). En las figuras 5a – 5c se representa la forma de realización con el tubo de fijación interior 15 (véase la figura 7). Las figuras 4a y 5a constituyen vistas en planta del elemento de acoplamiento superior 10. Las figuras 4b, 4c, 5b y 5c son respectivas secciones transversales, respectivamente a lo largo de la línea B-B de las figuras 4a y 5a y a lo largo de la línea A-A de las figuras 4a y 5a.

Los elementos de acoplamiento forman respectivamente el cierre frontal, lateral de la pila anular, mediante el cual la pila se acopla al dispositivo de fijación. Se diseñan de modo que las fuerzas de fijación se transfieran homogéneamente a la pila anular.

Preferentemente, los elementos de acoplamiento están fabricados con el mismo material que los anillos. Alternativamente, se puede emplear asimismo aceros y materiales plásticos resistentes a la corrosión, como fluoroelastómeros o PEEK (polietercetona).

La superficie superior del elemento de acoplamiento superior 10, que está orientada al dispositivo de fijación, presenta preferentemente una superficie plana. La superficie orientada a la pila anular, es decir la cara inferior del elemento de acoplamiento 10, se diseña preferentemente con un radio, es decir, presenta concavidad como los elementos de anillo. En el perímetro exterior se dispone preferentemente una ranura periférica 22 (figuras 4 y 5) para la recepción de un anillo de estanqueidad (junta tórica) 23 (en las figuras 8a y 9a), así como preferentemente una entalladura / ranura de marcación 24 (figuras 4 y 5) para el posicionamiento de los elementos de acoplamiento en relación con los elementos de anillo. La ranura de marcación 24 se conforma preferentemente redondeada.

La superficie inferior del elemento de acoplamiento inferior 11, que está orientada al dispositivo de fijación, presenta preferentemente una superficie plana. En la superficie orientada a la pila anular, es decir en la cara superior del elemento de acoplamiento 11, se distribuyen homogéneamente por el perímetro de los discos por lo menos tres protuberancias. En el perímetro exterior se dispone preferentemente una ranura periférica 22 para la recepción de un anillo de estanqueidad (junta tórica) 23 (en las figuras 8a y 9a), así como preferentemente una entalladura / ranura de marcación 24 para el posicionamiento de los elementos de acoplamiento en relación con los elementos anulares. La ranura de marcación 24 se conforma preferentemente redondeada.

El diámetro interior de los elementos de acoplamiento se corresponde con el de los elementos anulares. El diámetro exterior de los elementos de acoplamiento es preferentemente igual o superior al de los discos anulares (véanse las figuras 4 y 5). En función de las circunstancias geométricas, sin embargo constructivamente puede ser preciso que el diámetro exterior se diseñe ligeramente inferior al diámetro exterior de los discos anulares, lo que no obstante únicamente es posible cuando el menor espesor de pared no alcance los 2 mm y la estabilidad de los componentes y de manipulación no se ponga en peligro.

En la forma de realización conforme a la figura 4 con las barras de pretensado 14, adicionalmente se prevén en el perímetro interior de los elementos de acoplamiento 10 y 11 preferentemente por lo menos tres entalladuras / ranuras 25, que sirven para la recepción de las barras de pretensado. Dichas entalladuras se realizan desalineadas con respecto a las protuberancias distribuidas en la cara superior de los discos anulares. En una forma de realización preferida, se realizan seis ranuras 25 en el perímetro interior. Las tres protuberancias dispuestas en la cara superior se disponen de modo que se cada una de ellas se ubique cada dos intervalos entre dos ranuras. Las entalladuras 25 se conforman preferentemente redondeadas (véase la figura 4a).

En la forma de realización conforme a la figura 5 con el tubo de fijación 15 no se realiza ninguna entalladura / ranura en el perímetro interior.

Los valores de tolerancia de ambos elementos de acoplamiento 10, 11 se seleccionan más pequeños que en el caso de los discos anulares, a fin de poder acoplar óptimamente los componentes frágiles-duros a los componentes

metálicos del dispositivo de fijación; al contrario de los discos anulares no mecanizados (*as-sinteread*), es preciso que los elementos de acoplamiento se mecanicen.

En una forma de realización alternativa, la superficie superior del elemento de acoplamiento superior 10 y/o la superficie inferior del elemento de acoplamiento inferior 11 no se diseña plana, sino como un asiento elástico. De este modo, los muelles de compresión se absorben directamente y adicionalmente se protegen contra el medio de extracción.

DISPOSITIVO DE FIJACIÓN PARA LA SUJECIÓN AXIAL DE LA PILA ANULAR

Los discos anulares se montan junto con los elementos de acoplamiento, formándose una pila anular de altura arbitraria, quedando afianzados mediante el dispositivo de fijación.

El objetivo del dispositivo de fijación es sujetar axialmente los elementos de anillo apilados uno encima del otro y ajustar de modo preciso la ranura de separación formada entre los discos individuales. La anchura de la ranura de separación presenta preferentemente un valor comprendido entre 0,05 y 1 mm, más preferentemente comprendido entre 0,05 y 0,5 mm.

En el módulo de filtro de arena según la presente invención, la pila anular está afianzada únicamente mediante el dispositivo de fijación, el módulo de filtrado de arena no precisa ningún soporte mecánico adicional. Por ejemplo, no está fijado en ningún tubo interior de extracción, que soporta el peso propio de la pila anular y del dispositivo de fijación, y en caso necesario de elementos de unión adicionales, módulos intermedios y/o de la punta del módulo de filtrado. Por este motivo, es preciso que el dispositivo de fijación pueda absorber la carga de tracción resultante del peso propio.

El dispositivo de fijación comprende preferentemente un juego de fijación superior y uno inferior, así como uno o diversos elementos de fijación, que unen dichos juegos de fijación y que discurren a lo largo del perímetro interior de la pila anular. En las formas de realización preferidas, se puede diseñar el elemento de fijación por ejemplo como un tubo de fijación 15 (figura 7), o mediante por lo menos tres barras de pretensado 14 (figura 6) distribuidas homogéneamente. El juego de fijación comprende un manguito de fijación 26, muelles de compresión 27 (ambos en las figuras 6 y 7) y tuercas de regulación 28 (en la forma de realización con las barras de pretensado, figura 6) o un anillo de fijación 29 (en la forma de realización con el tubo de fijación, figura 7).

El dispositivo de fijación permite la aplicación de una fuerza de modo controlado y homogéneo sobre los elementos de acoplamiento y por lo tanto sobre la pila anular. Ello se alcanza en gran parte mediante los por lo menos tres muelles de compresión 27 distribuidos homogéneamente. En una forma de realización preferida, se disponen seis muelles de compresión 27 distribuidos homogéneamente.

Mediante la acción de los muelles de compresión 27, es posible compensar adicionalmente la distinta dilatación térmica de los diversos materiales, así como la oscilación en la altura de los discos anulares debido a tolerancias de fabricación. De este modo, se obtiene una distribución homogénea de las cargas durante la vida útil del dispositivo. Resulta importante obtener una distribución homogénea de las cargas, puesto que de lo contrario existe un riesgo elevado de rotura de los elementos cerámicos de anillo.

Los muelles de compresión están realizados preferentemente en un acero resistente a la corrosión, un acero revestido o un elastómero resistente a la corrosión, por ejemplo caucho o Viton.

Los elementos de fijación están fabricados preferentemente con acero, más preferentemente con un acero resistente a la corrosión. Dado que los elementos de fijación se extienden en el espacio interior de la pila anular de material frágil-duro, quedan protegidos de la abrasión y por lo tanto se garantiza la fijación en el interior del módulo de filtro de arena durante su vida útil.

En una forma de realización preferida, el elemento de fijación se diseña como un tubo de fijación 15 (figuras 7 y 9), siendo imprescindible que dicho tubo disponga de aberturas de caudal para la extracción de mezclas de petróleo, agua y gases o de sus componentes individuales procedentes de pozos a gran profundidad. A este respecto, se puede tratar de un tubo perforado o ranurado, o bien de una chapa perforada cilíndrica. La forma, disposición y número de aberturas de caudal quedan determinados en parte por el caudal requerido y en parte por la resistencia a la tracción y torsión que se pretenda para el tubo de fijación. En la forma de realización preferida de la figura 9a las aberturas de caudal se conforman como ranuras redondeadas 41. Dichas ranuras únicamente se realizan en el tubo de fijación en la zona de los discos anulares, y a partir de los segmentos de acoplamiento el perímetro está realizado en material macizo. En el perímetro superior e inferior del tubo de fijación 15 se encuentra preferentemente respectivamente una rosca exterior 30 para la sujeción al anillo de fijación.

Alternativamente a un tubo de fijación con aberturas de caudal, se puede construir y utilizar una criba de mallas gruesas o una tela metálica rígida como tubo.

El diámetro exterior del tubo de fijación 15 es inferior al diámetro exterior de los discos en forma de anillo, de modo que existe una ranura entre el tubo de fijación y la pila anular. Los discos en forma de anillo no deben descansar sobre el tubo de fijación, para que las cargas externas, como la flexión, no se transfieran desde tubo metálico de fijación a los anillos. A fin de asegurarlo, entre el tubo de fijación y la pila anular se incorporan distanciadores 31 (figuras 9b y 9c) realizados en una sustancia polimérica elástica y comprimible. A este respecto, se puede tratar de una cinta de polímero arrollada, de anillos de polímero, o de nervios de polímero. Preferentemente, se emplean por lo menos tres nervios de polímero, desplazados 120° entre sí, protegiendo toda la longitud de la pila anular y de los elementos de acoplamiento, de modo que los discos en forma de anillo adicionalmente se pueden centrar en el tubo de fijación.

En una forma de realización preferida adicional, se prevén diversos elementos de fijación en forma de barras de pretensado 14 (figuras 6 y 8), distribuidas homogéneamente por el perímetro interior de la pila anular. Dichas barras de pretensado pueden alojarse en las entalladuras / ranuras 20 de los discos anulares y su número se corresponde siempre con el número de dichas entalladuras / ranuras 20. Preferentemente, existen por lo menos tres barras de pretensado, más preferentemente seis barras de pretensado. El número de barras de pretensado se selecciona en función de la tensión requerida a la que se someta la pila anular y la capacidad de recepción se selecciona para la carga de tracción de los módulos resultante del peso propio.

Las barras de pretensado 14 se pueden construir con una sección transversal redonda o elipsoidal. A fin de incrementar la sección transversal del material y con ello la resistencia a la tracción y a la torsión, las barras de pretensado se diseñan preferentemente como barras perfiladas 32 (figuras 8b y 8c). La superficie de la sección transversal de dichas barras puede corresponderse por ejemplo con la de un segmento circular, o como en la forma de realización preferida de las figuras 8b o c, con una combinación de segmentos anulares y circulares.

En las barras de pretensado se puede disponer un recubrimiento de polvo, a fin de evitar que el material de acero de las barras descansa directamente sobre los elementos cerámicos del anillo.

Es imprescindible que en ambos extremos de las barras de pretensado, se pueda realizar su unión con las tuercas de regulación. Por esta razón, en la forma de realización preferida representada (figura 8a), la sección transversal del perfil no se extiende a lo largo de toda la longitud de las barras de pretensado, sino que en la zona de los manguitos de fijación topa con una superficie de sección transversal redonda 33 (figura 8a). En sentido estricto, el segmento circular del perfil se prolonga en una superficie de sección transversal redonda. En los extremos superior e inferior de las barras de pretensado, se dispone una rosca 34 (figura 8a) para afianzar las tuercas de fijación.

El manguito de fijación se utiliza por una parte como asiento del muelle de compresión y presenta unas guías interiores 35 (figuras 8a, 8c, 9a) para recibir los muelles de compresión, y por otra parte posibilita la sujeción mediante el / los elemento/s de fijación. El dispositivo de fijación se impermeabiliza hacia afuera, es decir entre el tubo de fijación y los elementos de acoplamiento, mediante juntas tóricas (23 en la figura 9). El manguito de fijación se realiza preferentemente en acero, más preferentemente en un acero resistente a la corrosión.

Los manguitos de fijación se diseñan de modo distinto en el caso de ambas formas de realización preferidas de los elementos de fijación. En el caso de la forma de realización en la que el elemento de fijación se diseña como tubo de fijación, el manguito de fijación se construye cilíndrico (figura 9a). En la superficie periférica exterior se hace pasar la cámara exterior, mientras que por la superficie periférica interior discurre el tubo de fijación. En la superficie orientada al anillo de fijación, se dispone preferentemente una ranura periférica para la recepción de un anillo de estanqueidad (junta tórica, 36, figura 9a).

En el caso de la forma de realización con las barras de pretensado, el manguito de fijación presenta forma cilíndrica en la superficie periférica interior, mientras que en el exterior se pueden distinguir tres zonas: una guía exterior 37 (figura 8a) para recibir la cámara exterior, una cavidad 38 (figura 8a) para recibir una junta tórica, así como una rosca 39 para la fijación a los elementos de unión. Adicionalmente, en esta forma de realización se incorporan en el manguito de fijación unos orificios pasantes 40 (figura 8c) para el paso de las barras de tracción. Las perforaciones se ejecutan como orificios redondos en la cara orientada a las tuercas de regulación, y en la cara orientada a los elementos de acoplamiento presentan un perfil, que puede soportar el perfil de las barras de pretensado.

En el caso de la forma de realización con tubo de fijación, para la fijación se emplea preferentemente un anillo de fijación (29 en la figura 9a), que presenta forma cilíndrica en la superficie periférica interior y en el lado de la pila anular presenta una cavidad con rosca interior 42 para el enroscado en el tubo de fijación. En el exterior, se pueden distinguir tres zonas: una guía exterior 43 para recibir la cámara exterior, una cavidad 44 para recibir una junta tórica, así como una rosca 45 para la fijación al elemento de unión.

La fijación de la pila anular tiene lugar paralela al montaje.

Mediante el enroscado del anillo de fijación superior en el tubo de fijación, la pila anular se puede fijar de modo preciso. Dado que el anillo de fijación y el manguito de fijación no están unidos, se garantiza al realizar la fijación que

no se transmite ninguna carga desde el muelle de compresión a los elementos de acoplamiento, de modo que no sufran daños.

5 La fijación de las barras de pretensado o del tubo de fijación se realiza preferentemente con tuercas de regulación o con un anillo de fijación, puesto que de este modo se puede aplicar un momento de apriete de modo preciso y se puede compensar la tolerancia de la longitud. Se puede emplear un tipo de fijación distinto con las roscas y las tuercas de regulación, combinando un anillo de seguridad y una ranura, así como una broca de avellanar y un tornillo prisionero. Asimismo, es posible la fijación mediante soldadura, apriete o encogimiento.

10 En la forma de realización con barras de pretensado, la pila anular se fija de modo más flexible que en la forma de realización con el tubo de fijación, para ello ayudándose de las barras de pretensado, que son flexibles en un cierto grado. Aunque la resistencia a la tracción y a la torsión es más elevada en el caso de la forma de realización con el tubo de fijación, gracias a la sección transversal del perfil de las barras de pretensado, se asegura que se obtiene una resistencia a la torsión de valor suficiente para el soporte de la propia carga. Las barras de pretensado poseen una solidez suficiente, para evitar el giro de una gran superficie de la construcción. Sin embargo, son posibles pequeñas deformaciones, permitiéndose un cierto movimiento de los anillos en la pila anular en las direcciones radial y tangencial. De este modo, se reduce eficazmente la creación de tensión en la pila anular debido a una flexión, en comparación con la forma de realización con el tubo de fijación.

20 Alternativamente a las formas de realización preferidas descritas del módulo de filtro de arena, en particular para la forma de realización con el tubo de fijación, es posible concebir una forma de realización adicional, en la que se combinan por un lado 46 (figura 7) o por ambos lados el dispositivo de fijación y los elementos de unión. En el caso de una ejecución combinada del dispositivo de fijación y de los elementos de unión, asimismo es posible prescindir del anillo de fijación. En estos casos, aunque queda anulada la separación funcional de los componentes individuales, el principio de fijación puede seguir adoptándose en gran medida.

CÁMARA EXTERIOR

30 Preferentemente, el módulo de filtro de arena según la presente invención se protege contra daños durante el montaje con una cámara exterior 5 (figura 1), ante cargas de impacto o fricción con el revestimiento del pozo, así como al ponerse en movimiento el proceso de extracción, por la acción de partículas de roca que fluyan velozmente.

35 Dicha cámara puede diseñarse por ejemplo como una criba de mallas gruesas y preferentemente como una chapa perforada. El material empleado preferentemente es acero, más preferentemente acero resistente a la corrosión. Alternativamente, se puede concebir la aplicación de sustancias poliméricas reforzadas por fibras, ya que en este caso es posible ajustar según los requisitos la capacidad de absorción de la carga y la resistencia contra los momentos de torsión y flexión.

40 La cámara externa queda aprisionada floja en el diámetro exterior del dispositivo de fijación, aunque asimismo se puede unir sólidamente al dispositivo de fijación para reforzar al dispositivo separador contra los momentos de flexión y torsión, así como contra los esfuerzos de tracción y compresión. Dicha fijación se puede realizar por ejemplo por adherencia, enroscado, con fijación con pasadores o zunchando en caliente, aunque preferentemente una vez realizado el montaje, la cámara exterior se une al dispositivo de fijación mediante soldadura.

45 ELEMENTOS DE UNIÓN (PARA LA UNIÓN DEL MÓDULO DE FILTRO DE ARENA CON COMPONENTES ADICIONALES DE LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN)

50 Los elementos de unión 12, 13 (figuras 6 y 7) sirven para la unión de la pila anular / módulo de filtro de arena con componentes adicionales de los equipos de extracción, por ejemplo la punta del módulo de filtrado 2 o los módulos intermedios. Los distintos módulos de filtro de arena se pueden unir mediante los elementos de unión y los módulos intermedios a sistemas de filtrado de longitud arbitraria.

55 Los elementos de unión se fabrican preferentemente con acero, más preferentemente con acero resistente a la corrosión.

60 Su diámetro exterior es idéntico al diámetro exterior del dispositivo de fijación, y externamente presentan forma cilíndrica. Hasta el módulo intermedio, presentan preferentemente una forma de superficie de cuña cónica externa 47 (figuras 6 y 7). La superficie periférica interior se puede dividir en tres zonas: en la zona central, el elemento de unión es tubular y presenta un espesor de pared de grosor constante. Hasta el dispositivo de fijación, el tubo se estrecha y se reduce el espesor de pared. En esta zona, se dispone una rosca 48 (figuras 6 y 7) para la fijación en el dispositivo de fijación. En el extremo exterior, se dispone una cavidad adicional 49 (figura 7), en la que se aloja un anillo de estanqueidad (junta tórica) 50. En la cara orientada al módulo intermedio, en la forma de realización preferida, en la superficie periférica interior se dispone una rosca interior 51 (figuras 6 y 7). No obstante, es asimismo posible incorporar la rosca como rosca exterior en la superficie periférica exterior.

65

Por motivos de espacio, los elementos de unión, que se acoplan a una punta del módulo de filtrado 2, se diseñan generalmente más cortos que aquellos que reciben los módulos intermedios. Alternativamente a una ejecución con rosca interior, en este caso es posible asimismo una ejecución con cono interior 52 (figuras 6, 7 y 10) y por lo menos una ranura periférica 53, 54 (figuras 6, 7 y 10) para alojar un anillo de estanqueidad (junta tórica) 55 (figuras 6, 7 y 10) o un anillo de sujeción 56 (figuras 6, 7 y 10).

La longitud de los elementos de unión en los cuales se alojan los módulos intermedios no resulta relevante y preferentemente se selecciona larga, dado que en función de la forma de realización seleccionada y por lo tanto de la rigidez del dispositivo de fijación, es preciso que los elementos de unión y los módulos intermedios soporten adicionalmente cargas exteriores, como flexión y las cargas de tracción resultantes del peso propio.

Alternativamente a la forma de realización preferida descrita del módulo de filtro de arena con dos elementos de unión, en particular en el caso del dispositivo de fijación con tubo de fijación, es posible concebir una forma de realización adicional, en la cual en el extremo superior y/o inferior del módulo de filtro de arena, el dispositivo de fijación y el elemento de unión se combinen entre sí (46 en la figura 7). En estos casos, aunque queda anulada la separación funcional de los componentes individuales, el principio de acoplamiento puede seguir adoptándose en gran medida.

REVESTIMIENTO DE PROTECCIÓN

La superficie de cuña cónica exterior de los elementos de unión, así como los módulos intermedios, se protegen preferentemente mediante uno o varios revestimientos de protección 4 (figura 1) contra el desgaste causado por la abrasión / erosión de las partículas de arena y de roca, así como por la corrosión.

Preferentemente, dicha protección contra el desgaste de las zonas metálicas mencionadas anteriormente se efectúa mediante una capa de material plástico, por ejemplo mediante una manguera encogible en caliente: no obstante, es posible asimismo implementar la protección contra el desgaste con un recubrimiento (de polvo) o una capa de pintura, mediante láminas o esterapas recubridoras, que por ejemplo se fijen con dispositivos mecánicos de apriete, o incluso mediante piezas preformadas.

A fin de prevenir el deterioro de dicho revestimiento de protección durante el montaje, se pueden disponer distanciadores adecuados, que por ejemplo se pueden diseñar como botones deslizantes en la chapa perforada.

El material para la capa de material plástico se selecciona preferentemente de las poliolefinas, preferentemente polietileno, polipropileno y poli(iso)butilano, puesto que dichas sustancias por una parte presentan una resistencia suficiente contra la abrasión / erosión y corrosión, y por otra parte se pueden aplicar como mangueras encogibles en caliente. Otros materiales posibles para la capa de material plástico o para la manguera encogible en caliente son PVDF, Viton, PVC y PTFE.

El espesor de pared de las mangueras encogibles en caliente es inferior a los 7 mm, típicamente comprende entre 1 y 3 mm.

En comparación con otras soluciones, la utilización de una manguera encogible en caliente presenta las ventajas siguientes:

- Es posible construir capas densas, no permeables; es posible la separación funcional aplicando recubrimientos con distintos materiales de mangueras encogibles en caliente. Por ejemplo, se podría aplicar en el exterior un material con una elevada resistencia a la erosión y en el interior un material con una elevada resistencia a la corrosión.
- El tipo de unión con las zonas a proteger es por arrastre de forma. Los medios de extracción o limpieza no pueden "escurrirse" debajo de dicha capa. No es necesaria ninguna impermeabilización adicional de la capa.
- Se puede realizar la protección de una longitud arbitraria juntando (solapando) diversos segmentos de manguera.
- Es posible vencer las dificultades que proporcionan las transiciones de diámetros y de secciones transversales, como en este caso en los elementos de apriete, gracias a un grado de contracción de hasta 3:1 (variación del diámetro).
- Dicha solución es económica, puesto que se pueden emplear mangueras encogibles en caliente disponibles comercialmente.

PUNTA DEL MÓDULO DE FILTRADO CON PROTECCIÓN MÁS ELEVADA CONTRA LA ABRASIÓN

Es preciso que el último módulo de filtro de arena orientado al extremo inferior del pozo quede cerrado. En la práctica, ello se implementa mediante la punta del módulo de filtrado 2 (el denominado tapón ciego (*Bull plug*)) (figura 1), que debe garantizar que la extracción de mezclas de petróleo, agua y gases o de sus componentes individuales procedentes de pozos a gran profundidad siempre circule por el módulo de filtrado y que la arena existente en el pozo quede retenida en el módulo de filtrado. Adicionalmente, sin embargo resulta necesario que si

se requiere se pueda abrir o separar la punta del módulo de filtrado. Ello es posible por ejemplo rompiendo la punta del módulo de filtrado. A menudo, se emplean asimismo lanzas, que se introducen por el interior del módulo de filtro de arena y que permiten que se pueda desprender con mucho ímpetu la punta del módulo de filtrado.

5 Con este propósito, la punta del módulo de filtrado se construye preferentemente con una sustancia elástica a los impactos. En el estado de la técnica, se emplean a menudo sustancias metálicas, aunque asimismo se pone de manifiesto la especial idoneidad de las sustancias de polímero, preferentemente sustancias de polímero de elevada elasticidad, que permiten una reducción eficaz de las cargas de impacto. Gracias a su elevada elasticidad y, vinculado con ello, su reducido valor de dureza, todas dichas sustancias están expuestas a una fuerte degradación abrasiva por las partículas de arena o de roca.

10 El empleo de los módulos de filtro de arena según la presente invención, resistentes a la abrasión y por lo tanto de prolongada vida útil, finalizaría con dicho deterioro abrasivo o la destrucción de la punta del módulo de filtro. Por este motivo, en combinación con los módulos cerámicos de filtro de arena, se emplean puntas de módulo de filtro dotadas de una elevada protección contra la abrasión. Dicha protección puede implementarse por ejemplo introduciendo una placa de protección contra el desgaste 57 (figura 10) en la punta del módulo de filtrado. Dicha placa de protección contra el desgaste está fabricada con un material frágil-duro, preferentemente el mismo material que el de los anillos. Tras la abrasión de la punta blanda durante la extracción, la placa de protección contra el desgaste impide una degradación abrasiva adicional debido a las partículas de arena o de roca.

15 Alternativamente a la aplicación de una placa de protección contra desgaste, se puede fabricar la punta del módulo de filtrado asimismo con un mandril de protección contra el desgaste de un material frágil-duro. En este caso, sin embargo es preciso que la punta se cubra con una capa de protección preferentemente polimérica para la amortiguación de los impactos que se produzcan en la introducción en el pozo.

20 En la figura 10 se describe una ejecución preferida de la punta del módulo de filtrado 2 con protección elevada contra la abrasión. Dicha solución se construye como material macizo y comprende esencialmente dos zonas: en la zona posterior, orientada al módulo de filtro de arena, presenta la forma de un cilindro; en la zona anterior, discurre en punta. En la transición de ambas zonas, se diseña una ranura periférica 58 para alojar un anillo de sujeción 56.

25 Mediante dicho anillo de sujeción, la punta del módulo de filtrado se encaja a presión en el elemento de unión. Alternativamente, la fijación al elemento de unión se puede realizar mediante una conexión rápida o por contracción.

30 En la forma de realización apta para materiales cerámicos, preferentemente la forma de la placa de protección contra el desgaste 57 no es totalmente cilíndrica, sino que se desarrolla cónicamente hacia la punta del módulo de filtrado. Así, se puede fijar mediante un cono / unión cónica 52 en el elemento de unión. A fin de incrementar la estabilidad de fijación, se puede disponer un anillo de estanqueidad 55 entre la placa de protección contra el desgaste y la ranura 53 del elemento de acoplamiento. Adicionalmente, entre la placa de protección contra el desgaste y los elementos de fijación se dispone un anillo de separación 59, que evita que en el caso de cargas por impacto, la placa de protección contra el desgaste pueda chocar contra el dispositivo de fijación. Dicha construcción, además de facilitar el montaje, permite la rotura de la punta con un golpe de ariete o una lanza. La fuerza de estrujamiento se puede variar mediante el tamaño del ángulo del cono.

35 Alternativamente, asimismo se puede fijar la placa de protección contra el desgaste con destalonado de forma mediante una junta tórica o un anillo de sujeción.

40 En una forma de realización adicional, es posible combinar la punta del módulo de filtrado y los elementos de unión.

50 CONSTRUCCIÓN MULTICAPA DEL FILTRO

En el caso de los tejidos filtrantes metálicos según el estado de la técnica, resulta usual y necesario disponer tejidos filtrantes multicapa para la protección del filtro fino. Debido a la disposición multicapa del tejido, aumenta la resistencia al paso del caudal. Los tejidos filtrantes multicapa tienden a obturarse por la deposición de la arena en los espacios huecos, y con ello a una resistencia todavía más elevada al paso de caudal.

55 Los módulos cerámicos de filtrado de arena según la presente invención, gracias a la notable resistencia a la abrasión y a la elevada resistencia a la deformación de la pila anular frágil-dura, se pueden diseñar monocapa e interactuar directamente con el caudal de extracción.

60 Sin embargo, a fin de incrementar la capacidad separadora en la extracción de petróleo y gas y para tareas específicas de filtrado en otros ámbitos, por ejemplo el filtrado finísimo, se puede seleccionar asimismo una construcción como filtro multicapa.

65 Así, por ejemplo en la forma de realización con un tubo de fijación, se puede introducir un segundo elemento de filtrado entre el tubo de fijación y la pila anular. Conforme al estado de la técnica, dicho filtro secundario se puede construir como una tela metálica, un devanado de alambre, un filtro ranurado, un filtro de grava o para el filtrado

finísimo incluso como tela de filtrado. Asimismo, se puede integrar en la construcción una variante con una segunda pila anular de material frágil-duro dispuesta en el interior.

5 En el caso de la forma de realización con tubo de fijación y con una ejecución conveniente, por ejemplo un tubo ranurado o una tela metálica, el propio tubo de fijación puede asumir una función de filtrado secundaria.

EJEMPLOS

10 El ejemplo siguiente sirve para la explicación adicional de la presente invención.

EJEMPLO 1: RESISTENCIA CONTRA LA EROSIÓN

15 Para averiguar el desgaste erosivo, se sometieron unas placas (aprox. de 75 mm X 75 mm X 15 mm) de acero, una cerámica porosa de carburo de silicio sinterizado y una cerámica densa de grano fino de carburo de silicio sinterizado (SSiC) de tipo EKasic® F (ESK Ceramics GmbH & Co. KG) a un ensayo de chorro de arena. A este respecto, cabe indicar que la sonda de acero sirvió de referencia.

20 Los ensayos se efectuaron mediante una máquina de chorreado de granalla. Como medios abrasivos, se utilizaron cuatro medios de soporte distintos, que se utilizan frecuentemente en perforaciones Off-Shore: (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 fue de 2 bar y la duración de 2 horas, en la que el chorro se aplicó de modo casi puntiforme con un ángulo de 90° con respecto a la superficie. La profundidad y la anchura de la impresión del chorro caracterizan el desgaste erosivo (véase la tabla 1).

25 Los ensayos demuestran que la cerámica compacta de carburo de silicio sinterizado, en comparación con la cerámica porosa de carburo de silicio sinterizado, así como el acero convencional, es notablemente más resistente frente al desgaste por la erosión. Mientras que en las placas porosas de carburo de silicio sinterizado ya se apreciaba un orificio transcurridos 5 segundos, en el caso de las placas de EKasic®, transcurridas dos horas no se observó ningún desgaste erosivo medible o en cualquier caso fue despreciable.

30

Tabla 1: resultados de los ensayos de chorro de arena

Ejemplo	Material	Medio abrasivo	Profundidad [mm]	Anchura [mm]
1.1	EKasic® F (SSiC)	1	0,1	14
1.2	EKasic® F (SSiC)	2	No medible	12
1.3	EKasic® F (SSiC)	3	No medible	12
1.4	EKasic® F (SSiC)	4	0,2	8
1.5	Sic poroso	1	10	19
1.6	Sic poroso	2	10	16
1.7	Sic poroso	3	10	19
1.8	Sic poroso	4	10	15
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

35

REFERENCIAS NUMÉRICAS

- 1. módulo de filtrado de arena
- 2. punta del módulo de filtrado
- 5 3. módulo intermedio
- 4. revestimiento protector
- 5. cámara exterior

- 6. pila anular
- 10 7. discos en forma de anillo
- 8. protuberancias
- 9. ranura de separación

- 10. elemento de acoplamiento
- 15 11. elemento de acoplamiento

- 12. elemento de unión
- 13. elemento de unión

- 14. barra de pretensado
- 20 15. tubo de fijación
- 16. cara superior de disco 7
- 17. entalladura / ranura de marcación
- 18. cara inferior del disco 7
- 25 19. contorno exterior con bisel del disco 7
- 20. entalladuras / ranuras del perímetro interior
- 21. cavidades en la cara inferior 18

- 22. ranura periférica de los elementos de acoplamiento 10, 11
- 30 23. anillo de estanqueidad (junta tórica)
- 24. entalladura / ranura de marcación
- 25. entalladuras / ranuras
- 26. manguito de fijación
- 27. muelles de compresión
- 35 28. tuercas de regulación
- 29. anillo de fijación

- 30. rosca exterior
- 31. distanciador
- 40
- 32. barras perfiladas
- 33. superficie de la sección transversal redonda
- 34. rosca
- 35. guías interiores
- 45 36. junta tórica
- 37. guía exterior
- 38. cavidad
- 39. rosca
- 40. orificios pasantes
- 50 41. ranuras redondeadas
- 42. rosca interior
- 43. guía exterior
- 44. cavidad
- 45. rosca
- 55 46. elemento de unión combinado con dispositivo de fijación
- 47. superficie de cuña cónica
- 48. rosca
- 49. cavidad
- 50. junta hermética / junta tórica
- 60 51. rosca interior

- 52. cono interior
- 53. ranura periférica
- 54. ranura periférica
- 65 55. junta hermética / junta tórica
- 56. anillo de sujeción

- 57. placa de protección contra el desgaste
- 58. ranura periférica
- 59. anillo de separación

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo separador para la separación de partículas de arena y de roca, que forme parte integral de un equipo de extracción y que sea idóneo para aplicaciones en la extracción de líquidos o gases procedentes de pozos a gran profundidad, comprendiendo dicho dispositivo separador por lo menos un módulo cerámico de filtrado (1), y comprendiendo dicho módulo de filtrado (1)
 - 10 (a) una pila anular (6) de discos anulares frágiles-duros (7), cuya lado superior (16) presente por lo menos tres protuberancias (8) distribuidas homogéneamente en el perímetro de los discos, estando apilados y fijados dichos discos (7) de modo que entre cada uno de los discos (7) exista una ranura para la separación (9) de partículas de arena y de roca,
 - (b) un elemento de acoplamiento (10) en el extremo superior y un elemento de acoplamiento (11) en el extremo inferior de la pila anular (6),
 - 15 (c) un dispositivo de fijación (14, 15) para la sujeción axial de la pila anular (6),
 - (d) una cámara exterior (5) para la protección mecánica del módulo de filtrado (1),
 - (e) un elemento de unión (12) en el extremo superior y un elemento de unión (13) en el extremo inferior del módulo de filtrado (1) para la unión de dicho módulo de filtrado (1) con componentes adicionales del equipo de extracción.
- 20 2. Dispositivo separador según la reivindicación 1, en el que los discos anulares (7) están apilados y fijados en la pila anular (6) de modo que en las direcciones radial y tangencial, los anillos pueden moverse unos contra los otros en un cierto grado.
3. Dispositivo separador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, comprendiendo el dispositivo de fijación unas barras de pretensado (14) dispuestas en el interior de la pila anular (6).
- 25 4. Dispositivo separador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, comprendiendo el dispositivo de fijación un tubo de fijación (15) dispuesto en el interior de la pila anular (6).
5. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo asimismo una o más capas de revestimiento de protección (4).
6. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo asimismo en el extremo inferior una punta del módulo de filtrado (2) con protección aumentada contra la abrasión.
- 30 7. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que las protuberancias (8) de la cara superior (16) de los discos (7) se diseñen en forma de segmentos esféricos.
8. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones 1 a 3 y 5 a 7, de modo que en el perímetro interior de los discos en forma de anillo (7) existan por lo menos tres entalladuras (20), cuya función sea la recepción de las barras de pretensado (14).
- 35 9. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que en la cara inferior (18) de los discos en forma de anillo (7) existan por lo menos tres cavidades (21), en las que se puedan posicionar las protuberancias (8).
10. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que la cara superior (16) de los discos en forma de anillo (7) se diseñe presentando un ángulo recto con respecto al eje del disco.
- 40 11. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que la cara inferior (18) de los discos en forma de anillo (7) esté inclinada hacia el interior o hacia el exterior, preferentemente inclinada hacia al interior, y más preferentemente cóncava.
12. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que el espesor de pared radial de los discos en forma de anillo (7) comprenda por lo menos 2 mm, preferentemente por lo menos 5 mm.
- 45 13. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que el grosor de los discos en forma de anillo (7) esté comprendido entre 1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm.
14. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que la anchura de la ranura de separación (9) entre los distintos discos (7) presente un valor comprendido entre 0,05 y 1 mm, preferentemente comprendido entre 0,05 y 0,5 mm.
- 50 15. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que las sustancias frágiles-duros de los discos en forma de anillo (7) se seleccionen entre una de las siguientes: sustancias cerámicas oxídicas y no oxídicas, materiales metalocerámicos procedentes de dichas sustancias, sustancias cerámicas con adición de fases secundarias, sustancias mezcladas con parte de materiales duros cerámicos y con período de enlace metálico, materiales de fundición endurecidos por precipitación, sustancias pulvimetalúrgicas con fase de material duro formada *in situ* y sustancias cerámicas reforzadas con fibras cortas y/o largas.
- 55

16. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que las sustancias frágiles-duras de los discos en forma de anillo (7) posean valores de dureza HV iguales o superiores a los 15 GPa, preferentemente iguales o superiores a los 23 GPa.
- 5 17. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que las sustancias frágiles-duras de los discos en forma de anillo (7) posean valores del módulo de elasticidad iguales o superiores a los 200 GPa, preferentemente iguales o superiores a los 350 GPa.
18. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que se empleen sustancias frágiles-duras con una densidad por lo menos del 90%, preferentemente por lo menos del 95%, de la densidad teórica.
- 10 19. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que como sustancia frágil-dura se emplee carburo de silicio sinterizado (SSiC) o carburo de boro.
20. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que en el perímetro exterior de los elementos de acoplamiento (10, 11) se disponga por lo menos una ranura periférica (22) para la recepción de un anillo de estanqueidad (23).
- 15 21. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que el diámetro exterior de los elementos de acoplamiento (10, 11) sea preferentemente igual o superior al de los discos en forma de anillo (7).
22. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que los elementos de acoplamiento (10, 11) estén fabricados con el mismo material frágil-duro que los discos en forma de anillo (7).
- 20 23. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que el dispositivo de fijación (14, 15) comprenda asimismo un juego de fijación, compuesto de un manguito de fijación (26), muelles de compresión (27) y tuercas de regulación (28) para las barras de pretensado (14) o anillos de fijación (29) para el tubo de fijación (15).
- 25 24. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que las barras de pretensado (14) o el tubo de fijación (15) estén realizados en acero, preferentemente en acero resistente a la corrosión.
25. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que los elementos de unión estén realizados en acero, preferentemente en acero resistente a la corrosión.
- 30 26. Dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, de modo que la cámara exterior se diseñe como una criba de mallas gruesas o como una chapa perforada y preferentemente el material empleado se acero, más preferentemente acero resistente a la corrosión.
27. Utilización de un dispositivo separador según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, para la separación de partículas de arena y de roca en un procedimiento para la extracción de líquidos o gases procedentes de pozos o perforaciones de roca a gran profundidad.
- 35

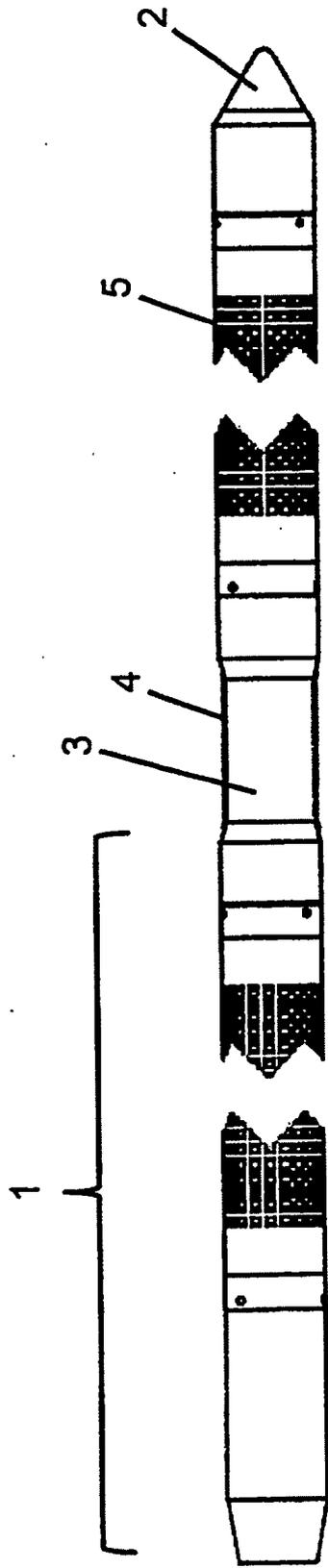


Figura 1

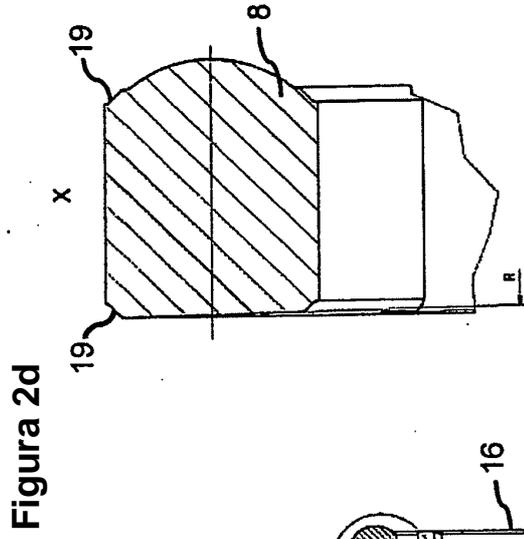


Figura 2d

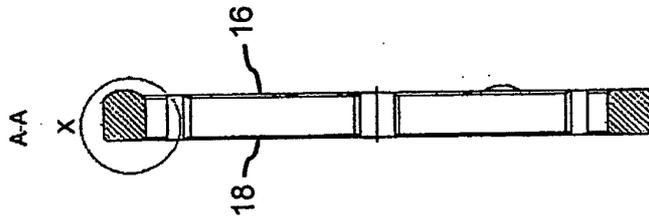


Figura 2b

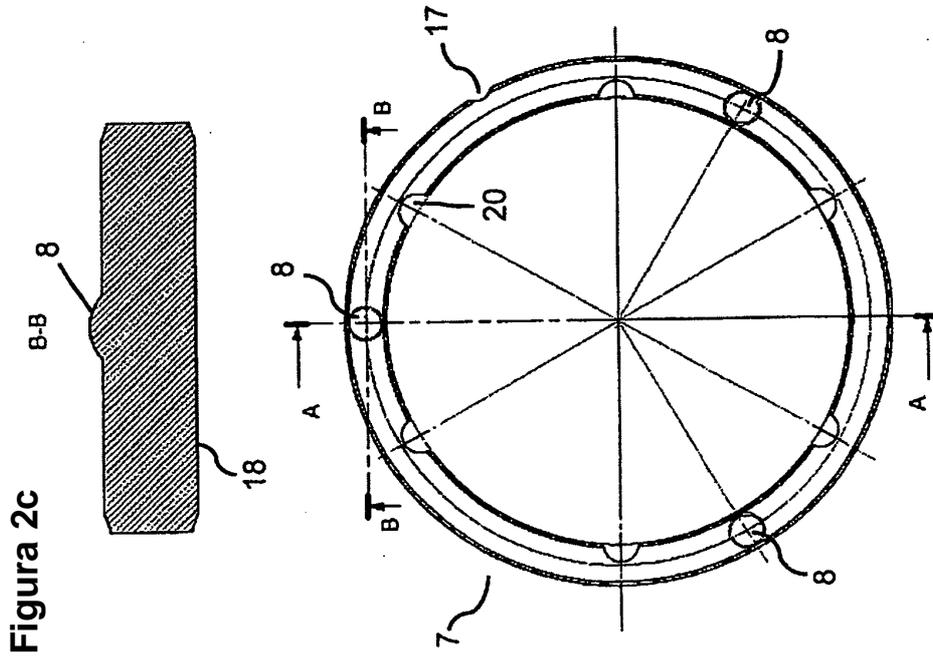


Figura 2a

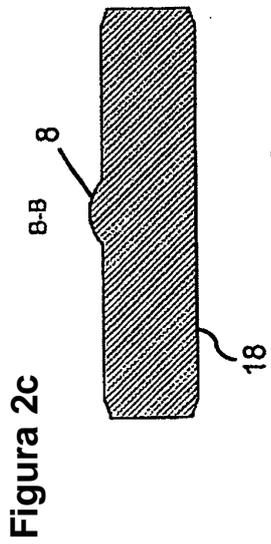


Figura 2c

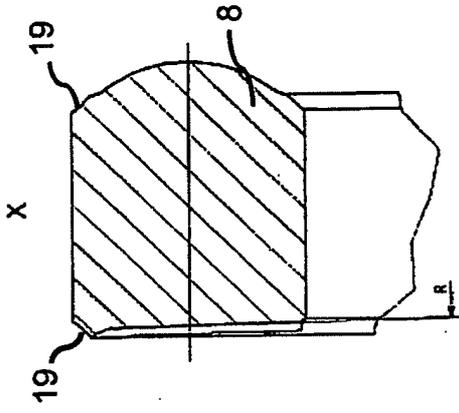


Figura 3d

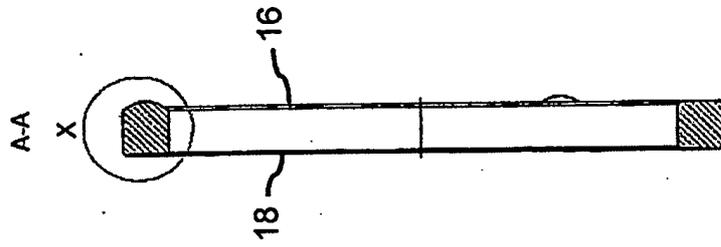


Figura 3b

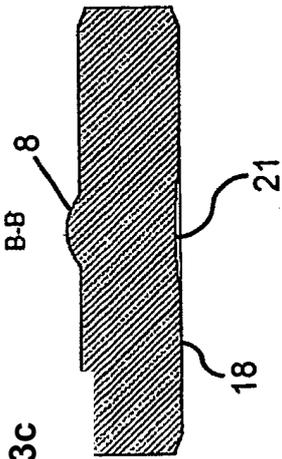


Figura 3c

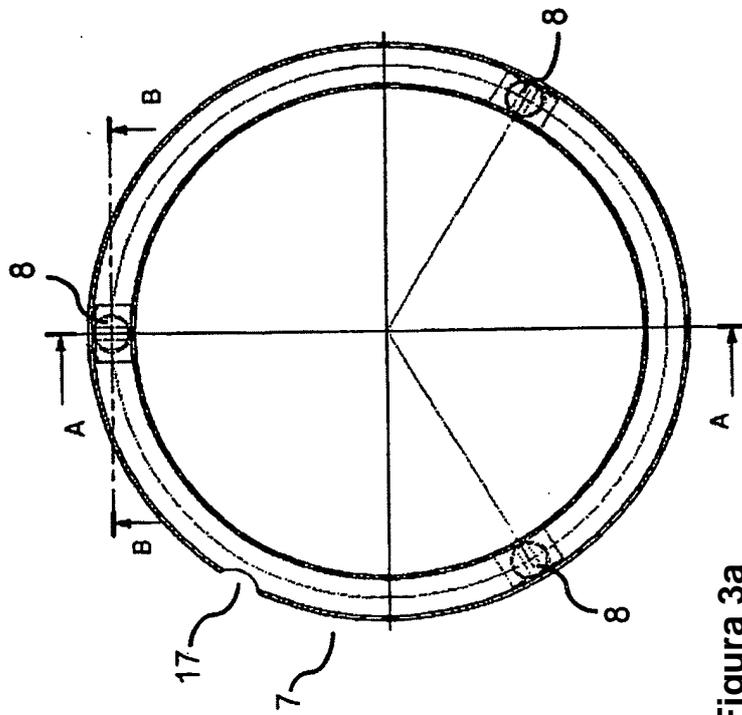


Figura 3a

Figura 4b

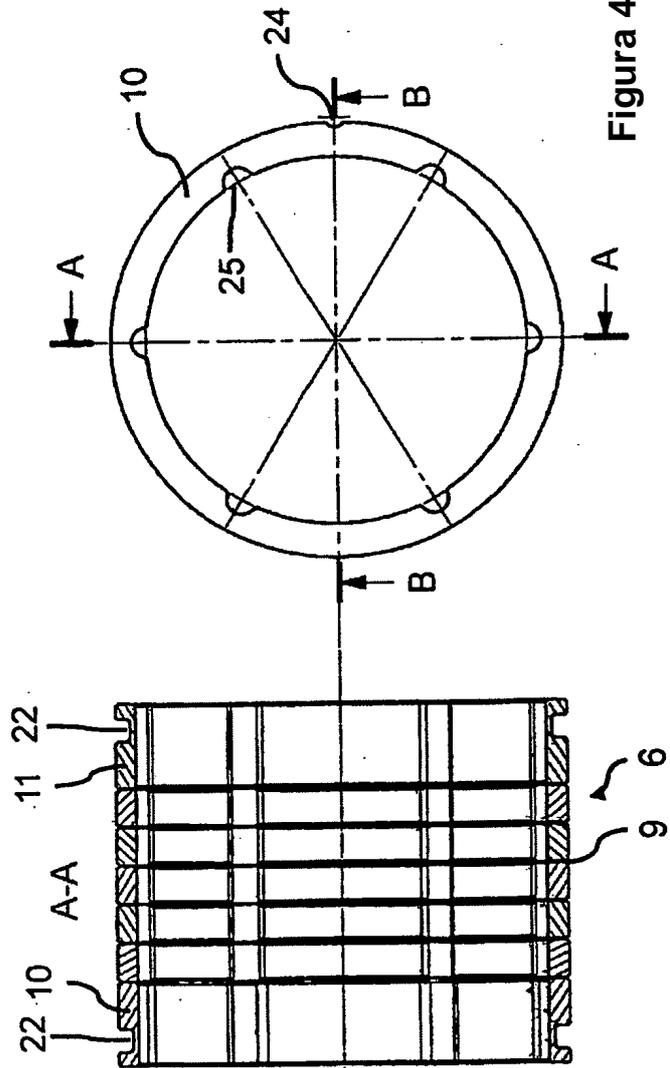
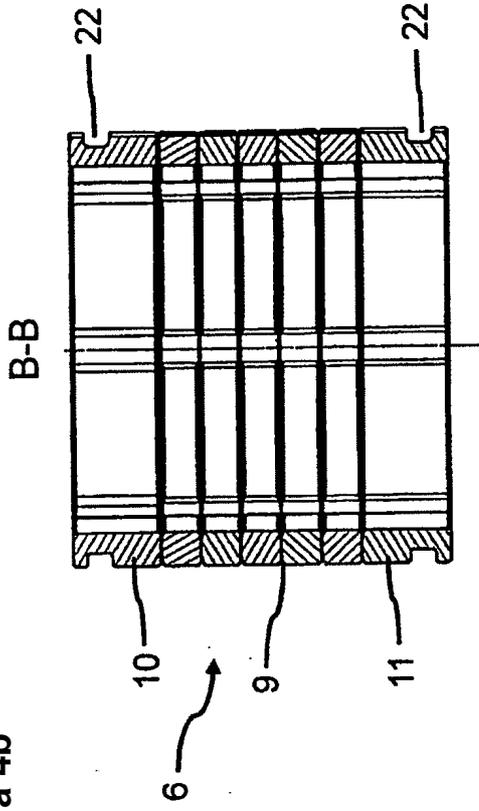


Figura 4c

Figura 4a

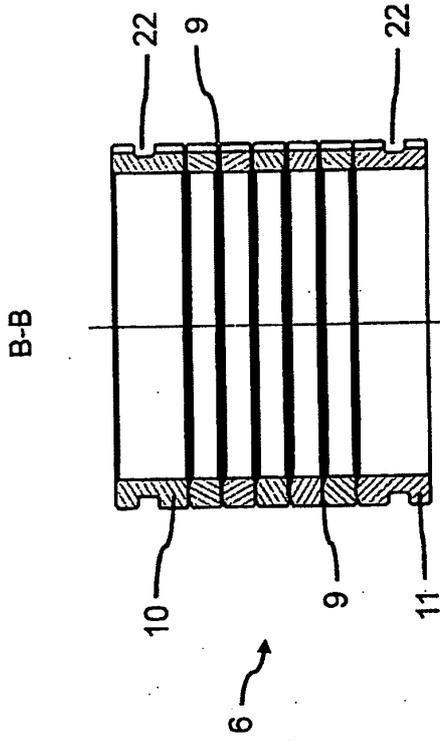


Figure 5b

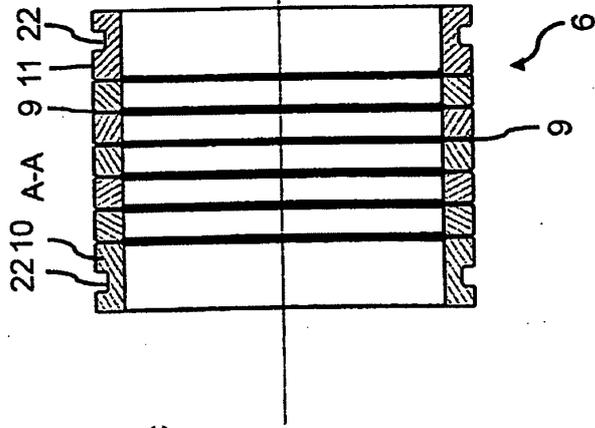


Figure 5c

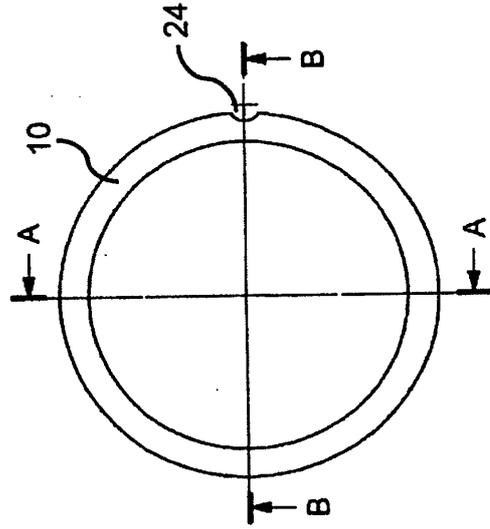


Figure 5a

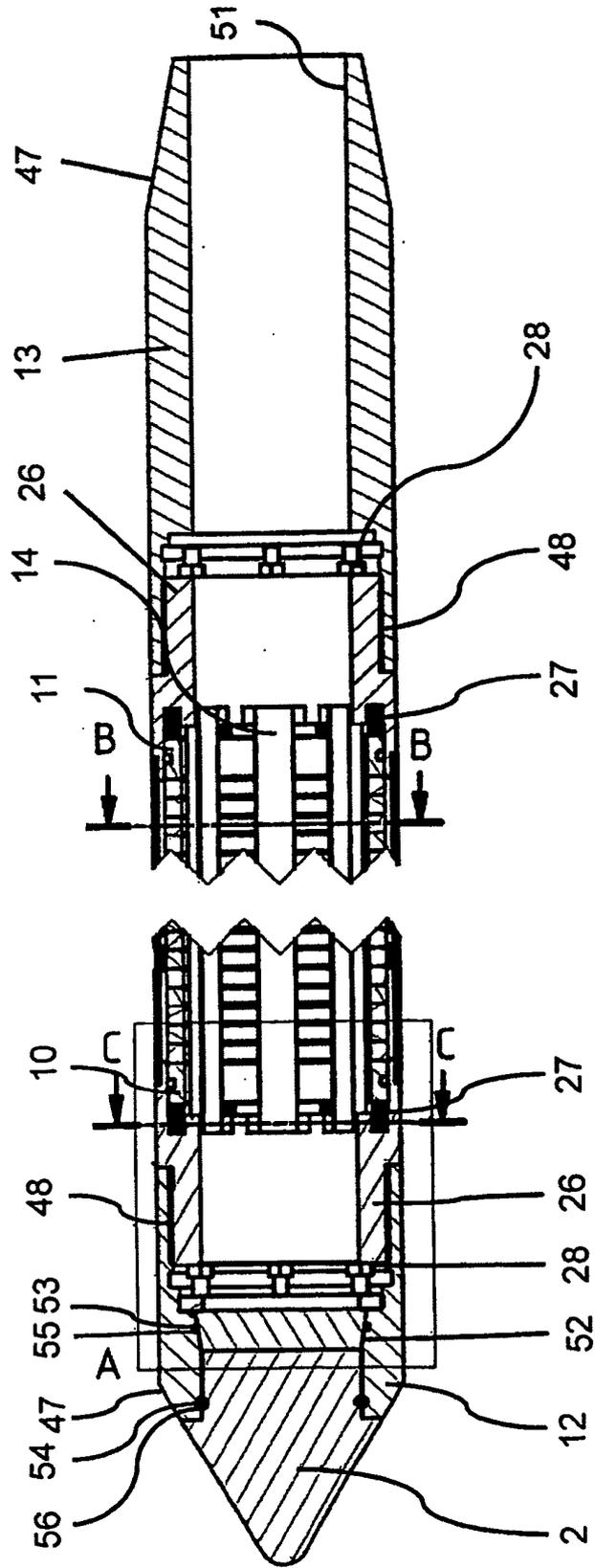


Figura 6

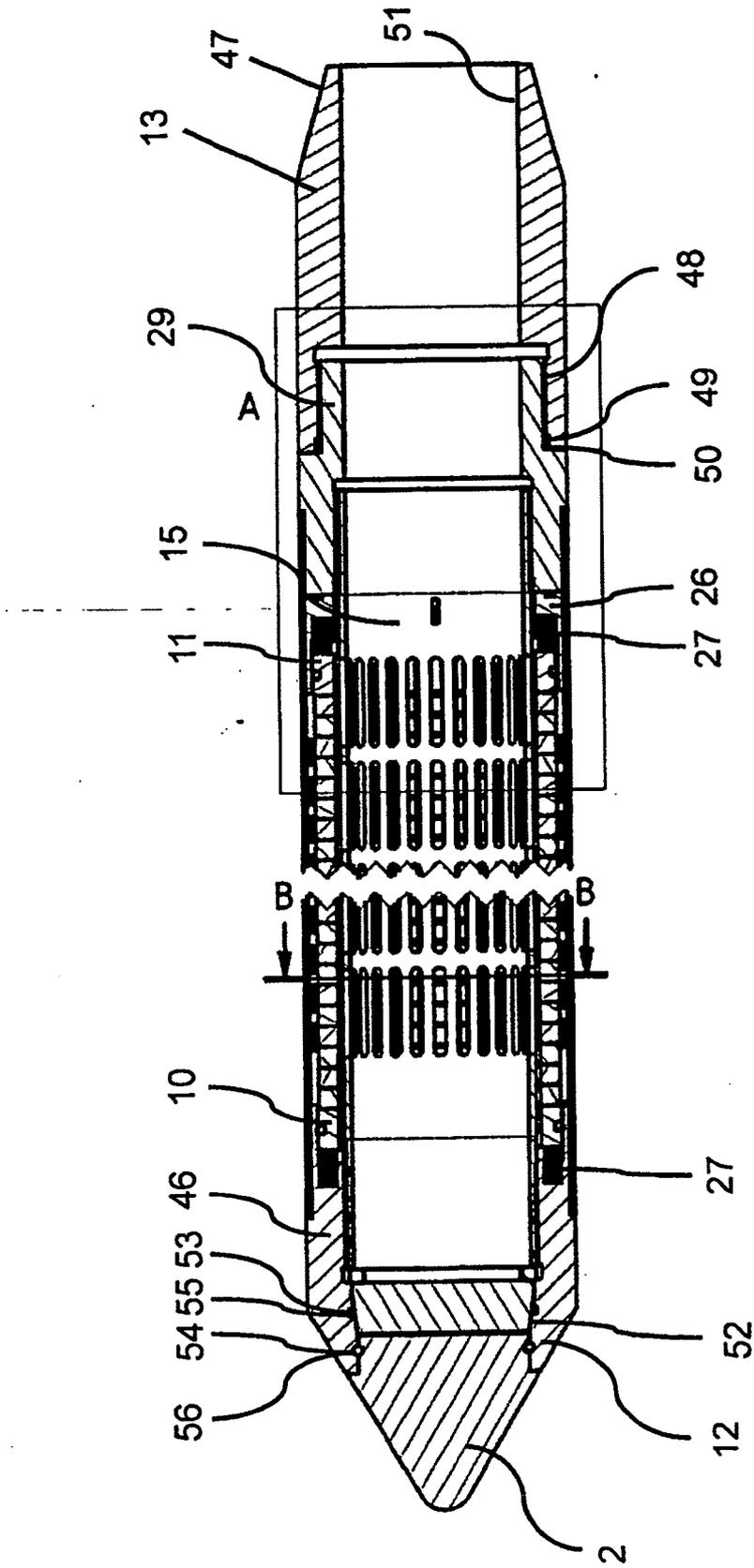
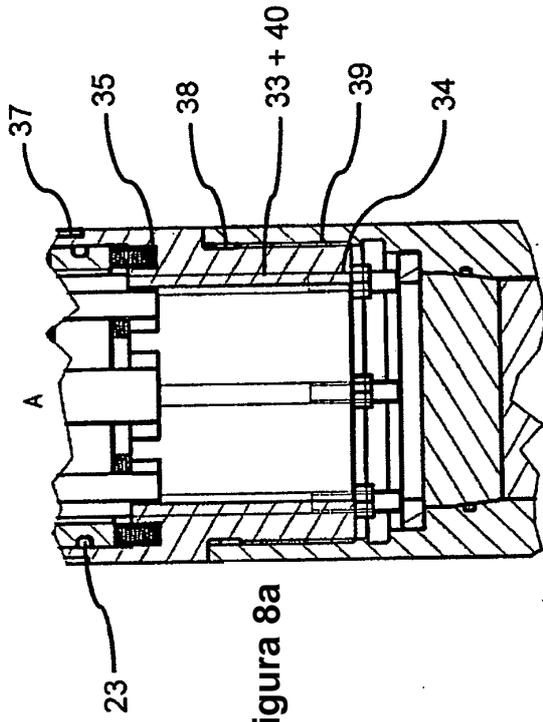


Figura 7



F Figura 8a

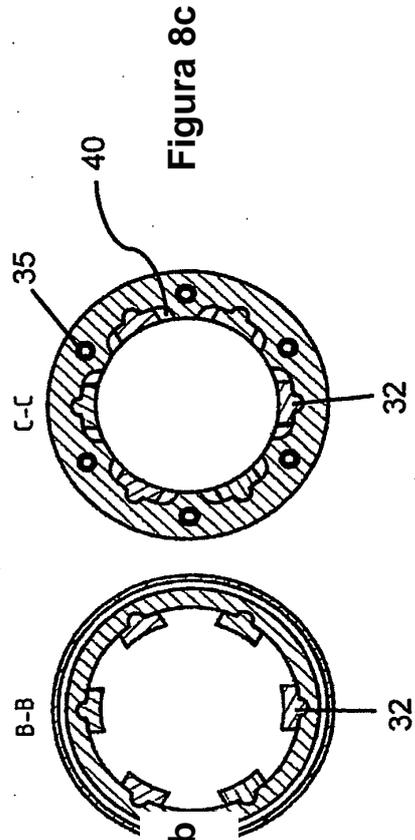


Figura 8c

Figura 8b

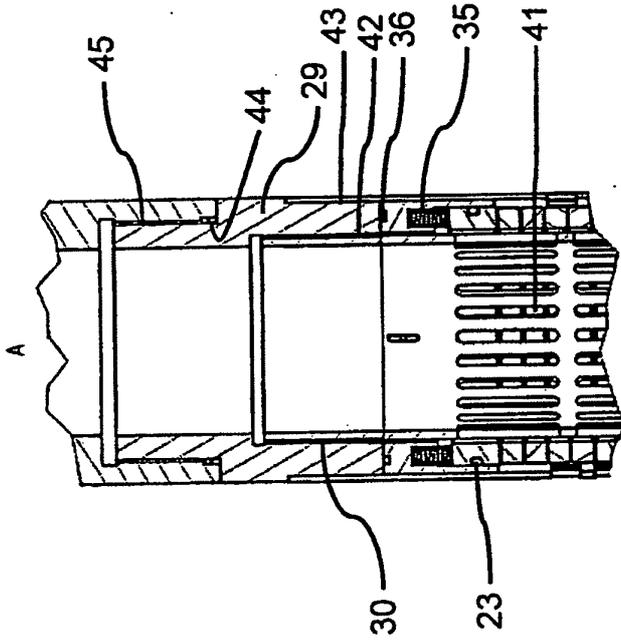


Figura 9a



Figura 9c

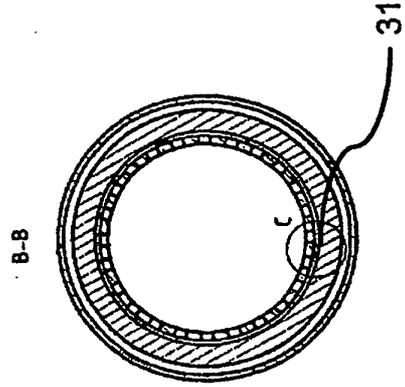


Figura 9b

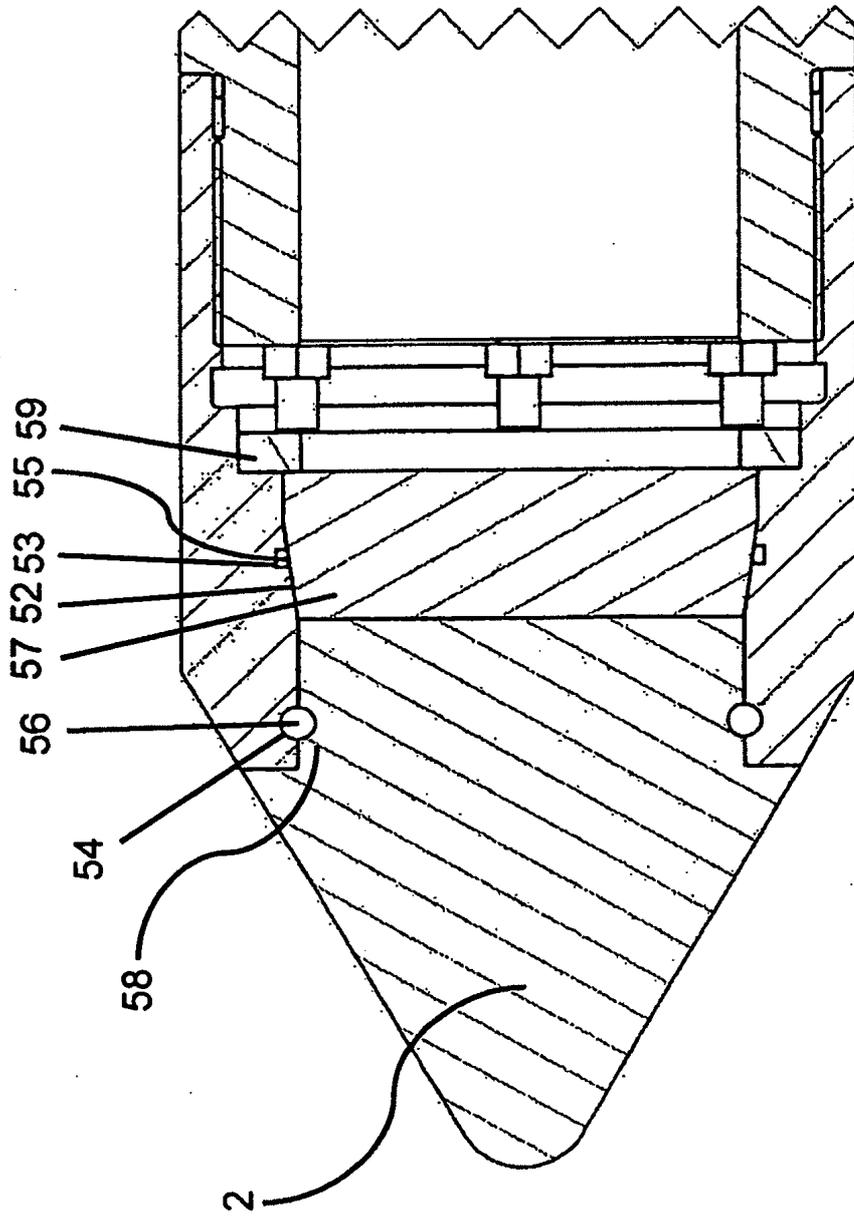


Figura 10

REFERENCIAS CITADAS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA

5 La lista siguiente de los documentos mencionados por parte del solicitante ha sido realizada exclusivamente a fin de informar al lector y no forma parte del documento de patente europeo. Ha sido elaborada con mucho esmero; sin embargo, la Oficina Europea de Patentes no asume ninguna responsabilidad en el caso de errores u omisiones eventuales.

10 **Documentos citados en la memoria descriptiva**

- US 5624560 A
- US 5890533 A
- US 5515915 A
- US 20040050217 A1
- WO 2008080402 A1
- WO 2004099560 A1
- US 5249626 A
- WO 9906669 A