

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 510**

51 Int. Cl.:

G01R 33/30 (2006.01)

G01N 15/08 (2006.01)

E21B 47/00 (2012.01)

E21B 25/00 (2006.01)

E21B 49/08 (2006.01)

G01N 24/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015 PCT/US2015/018871**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15142531**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15766001 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 3120129**

54 Título: **Soporte de muestras de núcleo**

30 Prioridad:

21.03.2014 US 201461968694 P

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

11.02.2020

73 Titular/es:

**DAEDALUS INNOVATIONS LLC (100.0%)
200 Rascoosin Drive, Suite 106
Aston, PA 19014, US**

72 Inventor/es:

PETERSON, RONALD W.

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 741 510 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

Soporte de muestras de núcleo

Antecedentes de la invención

5 Las muestras de núcleo de roca se extraen y analizan en una variedad de industrias. Una muestra de núcleo de roca extraída del subsuelo se puede usar para obtener información detallada acerca de la formación de la que se originó. Estas muestras a menudo se analizan usando técnicas de formación de imágenes o espectroscopía, tales como formación de imágenes de resonancia magnética (MRI) o espectroscopía de resonancia magnética nuclear (NMR). Típicamente, las muestras de núcleo de roca son cilindros con un diámetro fijo y extremos paralelos planos. Tales muestras a menudo están sometidas a alta presión y temperatura en su entorno nativo, que se debe reproducir en el laboratorio para un análisis óptimo.

10 En aplicaciones de investigación petrofísica, se puede medir una gama de parámetros a partir de muestras de núcleo durante la etapa de perforación inicial de coste relativamente bajo para ayudar a la identificación de "puntos ideales" adecuados para una exploración adicional. La profundidad de los pozos usados por la industria de hidrocarburos continúa aumentando, conduciendo a condiciones de fondo de pozo que tienen una presión y temperatura muy altas. Por consiguiente, los laboratorios necesitan instrumentación capaz de reproducir estas condiciones extremas. Las mejoras en la correlación entre los datos recopilados en el fondo de pozo con los medidos en un entorno de laboratorio controlado pueden mejorar la focalización de "puntos ideales" y pueden tener un gran impacto en la economía de producción.

15 Se pueden usar diversos tipos de soportes de muestras durante el análisis para intentar simular condiciones subterráneas. Preferiblemente, los soportes de muestras de núcleo empleados en el laboratorio aplicarán presión al exterior del núcleo de roca a temperaturas equivalentes a las condiciones del fondo de pozo. Mientras que está bajo presión, un fluido secundario que es detectable por la técnica espectroscópica que se usa se fuerza típicamente dentro o a través del núcleo de roca para permitir que los parámetros relevantes se determinen. Tales células de muestra se denominan comúnmente células de sobrecarga, dado que aplican una presión equivalente a la sobrecarga experimentada por el núcleo de roca subterránea.

20 Hay varios ejemplos de soportes de muestras de núcleo para el estudio de núcleos geológicos en la bibliografía. Los soportes de muestras de núcleo se pueden clasificar en base a cómo se aplica presión a la muestra de núcleo. Un soporte de núcleo uniaxial, o soporte de núcleo Hassler, tiene una única entrada para la aplicación de presión a la muestra de núcleo. Este tipo de soporte se podría usar para medir la caída de presión a lo largo de la longitud del núcleo durante los experimentos de inundación. Un soporte de núcleo biaxial proporciona dos fuentes de presión independientes y aisladas. Una fuente conduce directamente hacia y a través del núcleo y es típicamente el fluido de interés en el análisis. La fuente secundaria proporciona la presión de confinamiento en el núcleo para simular las condiciones del subsuelo. Esta fuente actúa sobre el núcleo tanto axialmente, a través de las monturas que están en contacto directo con las caras del núcleo, como radialmente alrededor del núcleo, a través de un tipo de manguito de compresión. Un soporte de núcleo triaxial usa tres fuentes de presión independientes. Una fuente es para entregar fluido a través del núcleo, una es para entregar presión a las caras axiales de la muestra de núcleo, y otra es para entregar presión radialmente al núcleo (véase, por ejemplo, Brauer et al., Patente de EE.UU. N° 4.599.891; Reed et al., Patente de EE.UU. N° 4.753.107).

25 Se pueden usar algunos tipos de soportes de muestras con espectroscopía de NMR, que requiere materiales que no sean magnéticos ni metálicos, al menos en la región que rodea la muestra de núcleo (véase, por ejemplo, Vinegar et al., Patente de EE.UU. N° 4.827.761). Para muchos espectrómetros de NMR modernos y comerciales hay un diámetro de taladro definido del instrumento que no se puede alterar fácilmente. Por lo tanto, la mayoría de los soportes de núcleo están limitados en el diámetro exterior, que a menudo no es mucho más grande que la muestra de núcleo geológica. Esto limita la relación de diámetros exterior e interior, que a menudo define en gran medida la presión máxima que se puede alcanzar. Por consiguiente, estas limitaciones pueden dar como resultado que la pared de la carcasa sea relativamente delgada, lo que reduce en gran medida la capacidad de la carcasa para resistir la presión interna que se aplica. Además, la fijación de los tapones de los extremos a la carcasa puede ser problemática si la pared de la carcasa es relativamente delgada.

30 Se han ideado varios métodos para superar estos problemas. Uno de tales métodos usa un sistema de sujeción externo grande que se asemeja a una prensa hidráulica para mantener los tapones de los extremos dentro de la carcasa. Este método es razonablemente exitoso, a condición de que los tapones de los extremos se puedan alinear axialmente con mucha precisión tanto con la carcasa como con la dirección de la fuerza aplicada por las mordazas. Un fallo al lograr esta alineación, hace el sistema propenso a fugas y puede limitar seriamente la presión máxima de operación. Otro método usa pasadores aplicados radialmente a través de la pared de la carcasa para sujetar el tapón de extremo a la carcasa. Aunque este tipo de soporte de muestras puede no sufrir los problemas de alineación del método anterior, puede ser difícil de ensamblar y desmontar. En particular, los soportes de núcleo disponibles comercialmente actuales para NMR hacen uso de fibra de vidrio o plástico compuesto como el material para al menos la parte de la carcasa que rodea la muestra en sí misma. Estos tipos de soportes de muestras son útiles para

una presión inferior, pero no son capaces de abordar los requisitos actuales de presión y temperatura de investigación geológica y petrofísica.

La Publicación de Solicitud de Patente de EE.UU. 2011/0050223 describe un soporte de muestras de núcleo según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 De este modo, existe una necesidad continua en la técnica de un soporte de muestras de núcleo que pueda resistir las altas temperaturas y presiones asociadas con la investigación petrofísica actual, y que también se puede usar con espectroscopía de NMR o análisis de MRI. La presente invención aborda esta necesidad continua en la técnica.

Compendio de la invención

10 La presente invención se refiere a dispositivos para contener muestras de núcleo de roca u otros tipos de muestras, que puedan resistir altas presiones y temperaturas. El dispositivo de la presente invención es un soporte de muestras de núcleo para usar con un espectrómetro de resonancia magnética nuclear (NMR) o instrumento de formación de imágenes de resonancia magnética (MRI), que comprende: un tapón de extremo superior, que tiene una cara de tapón; un tapón de extremo inferior, que tiene una cara de tapón; una carcasa hueca que tiene dos extremos, en donde una parte de los extremos está roscada para recibir el tapón de extremo superior y el tapón de extremo inferior, y en donde la carcasa comprende cerámica de circonio; una montura superior que tiene una superficie externa y una cara para entrar en contacto con una muestra; una montura inferior que tiene una superficie externa y una cara para entrar en contacto con una muestra; un manguito, que tiene una superficie interna y una superficie externa, en donde el manguito se conecta a la montura superior y a la montura inferior; en donde una primera cámara se forma dentro de la carcasa entre la cara de la montura superior, la cara de la montura inferior, y la superficie interna del manguito, y en donde la primera cámara es adecuada para contener una muestra; en donde una segunda cámara se forma dentro de la carcasa entre la superficie externa del manguito, la superficie interna de la carcasa, la cara del tapón de extremo superior, la cara del tapón de extremo inferior, la superficie externa de la montura superior, y la superficie externa de la montura inferior cuando el tapón de extremo superior y el tapón de extremo inferior están asegurados a los extremos roscados de la carcasa; y en donde la primera cámara se sella de la segunda cámara; al menos un mecanismo de transferencia de fluido, para transferir un fluido dentro o fuera de la primera cámara; y un medio para aumentar la presión en la segunda cámara, en donde cuando se aumenta la presión en la segunda cámara, se aplican fuerzas axiales y radiales a una muestra en la primera cámara. El ángulo de la rosca de la cara de la rosca de soporte de carga de las partes roscadas es inferior a alrededor de 14 grados.

En una realización, la cerámica de circonio es circonio Y-TZP.

- 30 En una realización, el ángulo de la rosca de la cara de la rosca de soporte de carga es de alrededor de cero grados. En una realización, el ángulo de la rosca de la cara de la rosca de soporte de carga de las partes roscadas es de alrededor de 7 grados o menos, y el ángulo de la rosca de la cara de la rosca opuesta es de alrededor de 45 grados. En una realización, las partes roscadas son de un tipo de rosca seleccionada del grupo que consiste en una rosca cuadrada, rosca de contrafuerte, roscas en V, rosca Acme, rosca trapezoidal, rosca de nudillo y rosca de tubería. En una realización, las partes roscadas de la carcasa están en la superficie interna de la carcasa. En una realización, las partes roscadas de la carcasa están en la superficie externa de la carcasa.

40 En diversas realizaciones, el dispositivo comprende mecanismos de sellado. En una realización, el dispositivo comprende un mecanismo de sellado para sellar la primera cámara de la segunda cámara. En una de tales realizaciones, el mecanismo de sellado es una o más juntas tóricas conectadas a la montura superior o a la montura inferior, en donde se forma un sello entre el manguito y la una o más juntas tóricas. En una realización, el dispositivo comprende un mecanismo de sellado para sellar la segunda cámara del entorno circundante. En una de tales realizaciones, el mecanismo de sellado es una o más juntas tóricas conectadas al tapón superior o al tapón inferior.

45 El dispositivo de la presente invención se puede usar en el análisis de diversos tipos de muestras. En una realización, la muestra es una muestra de núcleo de roca. En otra realización, la muestra es un líquido, gas o una combinación de los mismos.

50 En diversas realizaciones, el dispositivo comprende al menos un mecanismo de transferencia de fluido. En una realización, el al menos un mecanismo de transferencia de fluido es un tubo insertado a través del tapón superior o del tapón inferior, en donde el tubo tiene un conducto en comunicación con la primera cámara. En una realización, el conducto está en comunicación con la primera cámara a través de un segundo conducto en la montura superior o la montura inferior. En una realización, el tubo está conectado al tapón superior o al tapón inferior a través de un prensaestopas y un collar. En una realización, el tubo está conectado a la montura superior o a la montura inferior a través de un prensaestopas y un collar. En una realización, un fluido para análisis se puede transferir a la primera cámara a través de un primer mecanismo de transferencia de fluido, a través de una muestra en la primera cámara, y fuera de la primera cámara a través de un segundo mecanismo de transferencia de fluido. En una realización, la cara de la montura superior comprende un mecanismo de distribución de fluido.

55 En una realización, al menos una parte del dispositivo, por ejemplo, la segunda cámara, se puede presurizar a una presión en el intervalo de alrededor de 34×10^6 Pa a 241×10^6 Pa (5000 a 35000 psi). En una realización, el medio para aumentar la presión en la segunda cámara es añadir un fluido de presurización a la segunda cámara. En una

realización, el fluido de presurización se añade a la segunda cámara a través de un conducto en el tapón superior, y el fluido de presurización puede fluir fuera de la segunda cámara a través de un conducto en el tapón inferior. En una realización, el dispositivo comprende además un tubo que tiene un conducto en comunicación con el conducto en el tapón superior, en donde el tubo está conectado al tapón superior a través de un prensaestopas y un collar. En una realización, el dispositivo comprende además un tubo que tiene un conducto en comunicación con el conducto en el tapón inferior, en donde el tubo está conectado al tapón inferior a través de un prensaestopas y un collar. En una realización, el manguito del dispositivo está conectado a la montura superior y a la montura inferior a través de un ajuste por fricción.

Breve descripción de los dibujos

10 La siguiente descripción detallada de diversas realizaciones de la invención se entenderá mejor cuando se lea junto con los dibujos adjuntos. No obstante, se debería entender que la invención no se limita a las disposiciones y los instrumentos precisos de las realizaciones mostrados en los dibujos.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una realización ejemplar del soporte de muestras de la presente invención.

15 La Figura 2 es un diagrama esquemático de una realización alternativa del soporte de muestras de la presente invención.

Descripción detallada

20 Se ha de entender que las figuras y descripciones de la presente invención se han simplificado para ilustrar elementos que son relevantes para una comprensión clara de la presente invención, al tiempo que se eliminan, con el propósito de la claridad, muchos otros elementos encontrados en soportes de muestras típicos u otros dispositivos y métodos que pertenecen al campo del análisis de muestras de núcleos geológicos. Los expertos en la materia pueden reconocer que otros elementos y/o pasos son deseables y/o requeridos en la implementación de la presente invención. No obstante, debido a que tales elementos y pasos son bien conocidos en la técnica, y debido a que no facilitan una mejor comprensión de la presente invención, no se proporciona en la presente memoria una discusión de tales elementos y pasos. La descripción en la presente memoria está dirigida a todas de tales variaciones y modificaciones para tales elementos y métodos conocidos por los expertos en la técnica.

25 A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente memoria tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque cualquier método y material similar o equivalente a los descritos en la presente memoria se puede usar en la práctica o prueba de la presente invención, se describen los métodos y materiales preferidos.

30 Como se usa en la presente memoria, cada uno de los siguientes términos tiene el significado asociado con él en esta sección.

Los artículos “un” y “una” se usan en la presente memoria para referirse a uno o más de uno (es decir, a al menos uno) del objeto gramatical del artículo. A modo de ejemplo, “un elemento” significa un elemento o más de un elemento.

“Alrededor de”, como se usa en la presente memoria cuando se refiere a un valor medible, tal como una cantidad, una duración temporal y similares, tiene el propósito de abarcar variaciones de $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, $\pm 1\%$ y $\pm 0.1\%$ del valor especificado, en la medida que tales variaciones sean apropiadas.

35 El término “cerámica de circonio” se refiere a cualquier composición cerámica que comprende óxido de circonio, incluyendo, pero no limitado a: policristales de circonio tetragonal, circonio parcialmente estabilizado, circonio totalmente estabilizado, cerámica endurecida por transformación, alúmina endurecida por circonio y circonio endurecido por transformación. Además, una cerámica de circonio puede comprender compuestos adicionales, por ejemplo, pero no limitados a: óxido de magnesio, óxido de calcio y óxido de itrio. Por ejemplo, la cerámica de circonio de la presente invención puede ser circonio estabilizado con itrio (YSZ), que cuando se presiona isostáticamente en caliente también se conoce en la técnica como policristal de circonio tetragonal con itrio (Y-TZP).

40 A lo largo de esta descripción, se pueden presentar diversos aspectos de la invención en un formato de intervalo. Se debería entender que la descripción en formato de intervalo es meramente por comodidad y brevedad y no se debería interpretar como una limitación inflexible en el alcance de la invención. Por consiguiente, la descripción de un intervalo se debería considerar que ha descrito específicamente todos los intervalos secundarios posibles, así como los valores numéricos individuales dentro de ese intervalo. Por ejemplo, se debería considerar que la descripción de un intervalo tal como del 1 al 6 ha descrito específicamente intervalos secundarios tales como del 1 al 3, del 1 al 4, del 1 al 5, del 2 al 4, del 2 al 6, del 3 al 6, etc., así como números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 2,7, 3, 4, 5, 5,3, 6 y cualquier aumento total y parcial entre los mismos. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.

55 Descripción

Los dispositivos y métodos de la presente invención se refieren a un soporte para muestras de núcleo de roca u otros tipos de muestras que pueden resistir altas presiones y temperaturas. Las muestras de núcleo de roca extraídas del subsuelo se pueden usar para obtener información detallada acerca de la formación de la que se originó. Tales muestras a menudo se someten a alta presión y temperatura en su entorno nativo. Por consiguiente, en una realización, la presente invención es un soporte de muestras de núcleo para muestras geológicas donde la muestra se puede someter a alta presión y temperatura para reproducir las condiciones del subsuelo en el laboratorio para un análisis óptimo. La presente invención proporciona un mecanismo para confinar hidrostáticamente la muestra de núcleo de roca para simular la presión del subsuelo, mientras que se permite simultáneamente que el fluido se dirija a través del núcleo, según se necesite. En una realización, el dispositivo de la presente invención es un soporte de muestras de núcleo de tipo biaxial. En otra realización, el dispositivo es un soporte de muestras de núcleo de tipo triaxial. En diversas realizaciones, el material usado para la carcasa del soporte de muestras, específicamente circonio de cerámica, y el mecanismo por el cual se montan las fijaciones de los extremos en la carcasa, por ejemplo, una rosca cuadrada o una rosca cuadrada modificada, permiten la operación a presiones y temperaturas más altas que se ofrecen por los sistemas disponibles actualmente.

En una realización, el dispositivo de la presente invención se puede usar para analizar muestras de núcleo de roca a través de espectroscopía de NMR o MRI debido a que el dispositivo se puede hacer de materiales no magnéticos, por ejemplo, un material cerámico tal como circonio Y-TZP. Además, una ventaja del dispositivo para su uso con NMR o MRI es que puede comprender una carcasa y tapones roscados con el diámetro externo máximo del dispositivo definido por el diámetro de la carcasa que rodea la muestra de núcleo. Por lo tanto, el soporte de muestras de la presente invención puede caber dentro de un instrumento de NMR o MRI sin la necesidad de modificar el instrumento. Aún más, la presente invención se refiere al uso de un diseño de rosca que minimiza la presión radial en una carcasa de pared delgada, y de este modo mejora en gran medida la presión de rendimiento operativo del soporte de muestras.

Con referencia ahora a la Figura 1, se muestra una realización preferida del soporte de núcleo de la presente invención. El soporte de núcleo 100 comprende una carcasa cilíndrica 1 que tiene aberturas en ambos extremos. Una parte de la superficie interna de la carcasa está roscada en ambos extremos, es decir, las partes 4 y 11, para acomodar un tapón superior 2 y un tapón inferior 9. El perfil de la rosca en la carcasa y también los perfiles de la rosca del tapón superior 2 y del tapón inferior 9 son de una forma cuadrada modificada. La alta presión se aplica típicamente a las caras de los tapones 16 y 17 cuando se usa el soporte de núcleo 100. Para una forma de rosca distinta de una forma cuadrada modificada, en donde la superficie de soporte de carga plana se desvía significativamente de un plano perpendicular del eje de fuerza, la presión operativa puede ser suficiente para causar el fallo de la pared de la carcasa y limitar seriamente la tolerancia a la presión del soporte de muestras. No obstante, una forma de rosca cuadrada minimiza la presión radial y, de este modo, maximiza la utilidad y el rendimiento del dispositivo de la presente invención. En una realización, la carcasa 1 comprende una cerámica de circonio, tal como circonio Y-TZP. En otra realización, la carcasa puede comprender cualquier otro tipo de material que no sea magnético y se puede hacer con una parte roscada que tenga una rosca de tipo cuadrado.

El tapón superior roscado 2 y el tapón inferior roscado 9 se pueden fabricar de un metal no magnético con un coeficiente de expansión térmica que no causará la fractura de la carcasa de circonio a una presión y temperatura de operación relativamente altas, por ejemplo, una presión en el intervalo de 34×10^6 Pa a 241×10^6 Pa (5000 a 35000 psi) y/o una temperatura de 300°C o más. Las juntas tóricas de elastómero 5 y 6 pueden encajarse en los surcos circunferenciales 7 y 8 en el tapón superior 2 y se comprimen en posición para formar un sello de alta presión contra la pared interior de la carcasa 1. Este mecanismo de sellado puede ser el mismo para el tapón inferior 9 con las juntas tóricas de elastómero 12 y 14 que encajan en el surco 13 y 15 en el tapón inferior 9 para formar el sello de alta presión.

Una muestra de núcleo geológico 18 se coloca entre los soportes estables a alta temperatura 19 y 20, es decir, la montura superior 19 y la montura inferior 20. Las caras de distribución 21 y 22 de las monturas 19 y 20 están estampadas para entregar fluido de manera relativamente uniforme a las caras de núcleo 18 que están en contacto con las monturas 19 y 20. Cuando se usa el soporte de muestras 100 durante un análisis, se puede entregar un primer fluido a la muestra de núcleo 18, mientras que se puede usar un segundo fluido para generar una presión de sobrecarga en la muestra de núcleo, es decir, la presión radial y axial impuesta sobre la muestra de núcleo para imitar condiciones geológicas naturales. El primer fluido y la muestra de núcleo se deben aislar de manera general del segundo fluido usado para generar la presión de sobrecarga. Por consiguiente, el soporte de muestras comprende un mecanismo para aislar el primer fluido y el segundo fluido, que se describe a continuación. Además, el dispositivo de la presente invención comprende un mecanismo de transferencia de fluido para transferir el primer fluido hacia y a través de la muestra de núcleo 18, que también se describe a continuación.

El primer fluido se transfiere a la carcasa 1 y, finalmente, a la muestra de núcleo 18, a través de un conducto 33 en un tubo 32. El conducto 33 está en comunicación con un conducto 36 en la montura 19. El primer fluido puede fluir a través del conducto 33 hacia el conducto 36 en la montura 19. El primer fluido entonces puede continuar a través del conducto 36 y hacia la muestra de núcleo 18 a través de la cara de distribución 21. El tubo 32 se inserta a través de una abertura en el tapón superior 2 y se asegura a la montura superior 19 a través de prensaestopas 34 y un collar 35 de alta presión. El prensaestopas 34 y el collar 35 pueden ser cualquier prensaestopas y collar disponibles comercialmente, como se entendería por un experto en la técnica. Además, se crea un sello de alta presión entre el

tubo 32 y el tapón superior 2 mediante una junta tórica 37 de politetrafluoroetileno colocada en un área rebajada 38 en el tapón superior 2. La junta tórica 37 se comprime por un tapón de pistón 39 que fuerza la junta tórica 37 contra la pared externa del tubo 32. El sello entre el tubo 32 y el tapón superior 2 es dinámico, en el sentido que permite que el tubo 32 se mueva axialmente con la aplicación de presión a las caras de la montura superior 19. La tolerancia para el movimiento axial es necesaria debido a que las muestras de núcleos geológicos pueden comprimirse o estirarse a altas presiones. Por consiguiente, se debe permitir que la montura 19 se mueva de manera relativamente libre para mantener el contacto con el núcleo.

Las juntas tóricas 23, 25, 27 y 29 se colocan dentro de los surcos 24, 26, 28 y 30 en los soportes 19 y 20. Estas juntas tóricas se comprimen en una configuración de sellado de alta presión mediante un manguito 31 de etileno propileno fluorado. En una realización, el manguito 31 se conecta a las monturas 19 y 20 a través de un ajuste por fricción. En una realización, el manguito 31 es termorretráctil. Como se describe a continuación, la presión de sobrecarga se aplica a la muestra de núcleo 18 a través de un segundo fluido. El primer y segundo fluidos están aislados uno de otro en parte por el manguito 31, que se conecta tanto a la montura superior 19 como a la montura inferior 20, formando por ello una cámara para contener la muestra de núcleo 18. Esta cámara, es decir, la primera cámara, está sellada de la cámara que contiene el segundo fluido, es decir, la segunda cámara, por la combinación del manguito 31 y de las juntas tóricas 23, 25, 27 y 29. Además, la presión de sobrecarga creada por el segundo fluido ayuda en el mantenimiento de la integridad de sellado a alta presión del sello entre el manguito 31 y las monturas 19 y 20.

El fluido que ha pasado a través de la muestra de núcleo 18 puede pasar entonces a través de la cara de recolección de fluido 22 al conducto 40 en la montura inferior 20. El fluido puede fluir entonces al conducto 41 en el tubo 42 y fuera del soporte de muestras 100. Se usa un prensaestopas 46 y un collar 47 de alta presión para conectar el tubo 42 a la montura inferior 20. Un sello de alta presión entre el tubo 42 y el tapón inferior 9 se crea por una junta tórica 43 de politetrafluoroetileno colocada en un área rebajada 44 en el tapón inferior 9. La junta tórica 43 se comprime por el tapón de pistón 45 que fuerza la junta tórica 43 contra la pared externa del tubo 42. Similar al tubo 32, este sello también es dinámico, en el sentido que permitirá que la montura 20 se mueva durante el uso del soporte de núcleo 100. No obstante, la montura 20 se colocará generalmente directamente contra el tapón inferior 9 durante el montaje del soporte de núcleo, así que estará de manera más general en una posición estática durante la operación.

El fluido que proporciona la presión de sobrecarga axial y radial al núcleo geológico, es decir, el segundo fluido, se entrega a través del conducto 48 en del tubo 49. El fluido entonces pasa a través del conducto 50 en el tapón superior 2 y a la cámara interna 53 dentro del soporte de núcleo 100. Se hace un sello entre el tubo 49 y el tapón superior 2 usando un prensaestopas 51 y un collar 52 de alta presión. El fluido que entra en la cámara 53 puede pasar libremente alrededor de la muestra de núcleo 18 y el manguito 31 a la cámara 54 debajo de la muestra de núcleo 18. De este modo, el fluido entrega presión radial a la muestra de núcleo 18 a través del manguito 31. Por lo tanto, la segunda cámara comprende las cámaras 53 y 54, y también el espacio entre la superficie externa del manguito 31 y la superficie interna de la carcasa 1. El fluido puede pasar entonces desde la cámara 54 al conducto 55 en el tapón inferior 9, a través del conducto 55 hacia el conducto 56 en el tubo 57, y fuera del soporte de núcleo 100. Se crea un sello entre el tubo 57 y el tapón inferior 9 usando un prensaestopas 58 y un collar 59 de alta presión.

El procedimiento de montaje de núcleo se realiza de manera general antes de insertar la muestra en el soporte de muestras 100. Por ejemplo, la muestra de núcleo 18 se coloca en la montura inferior 20. La montura superior 19 se coloca en la muestra de núcleo 18, y entonces el manguito 31 se coloca alrededor de la montura superior 19, de la muestra de núcleo 18 y de la montura inferior 20, de modo que el manguito 31 cubra las juntas tóricas 23, 25, 27 y 29. Este conjunto se puede someter a calor para contraer el manguito 31 y comprimir las juntas tóricas 23, 25, 27 y 29. La muestra de núcleo montada se coloca entonces dentro de la carcasa 1, en donde los tapones de los extremos 2 y 9 se aseguran entonces a la carcasa 1. Los componentes del soporte de muestras 100 pueden estar hechos de diversos materiales. Por ejemplo, en una realización preferida, el manguito 31 comprende propileno etileno fluorado. En una realización preferida, los tubos 32, 42, 49 y 57 comprenden acero inoxidable. En una realización preferida, las juntas tóricas comprenden politetrafluoroetileno. No obstante, los materiales de construcción de los diversos componentes de la presente invención no se limitan a ningún material específico descrito en la presente memoria, y cada componente puede comprender cualquier material, como se entendería por un experto en la técnica, en base a la función del componente y las características requeridas para la operación adecuada de ese componente.

La realización mostrada en la Figura 1, y descrita anteriormente, es un soporte de muestras biaxial. No obstante, en otra realización, el soporte de muestras de la presente invención puede tener un diseño triaxial. En tal realización, el soporte de muestras puede comprender componentes adicionales necesarios para aplicar un tercer fluido dentro de la carcasa, en donde se evita que el tercer fluido se mezcle con el primer fluido y el segundo fluido. Como se entendería por un experto en la técnica, el primer fluido se puede aplicar directamente a y a través de la muestra de núcleo, el segundo fluido se puede usar para aplicar una fuerza axial a la muestra de núcleo, y el tercer fluido se puede usar para aplicar una fuerza radial a la muestra de núcleo.

Con referencia ahora a la Figura 2, se muestra otra realización del soporte de muestras de la presente invención. El soporte de muestras 200 comprende una cámara 68 para contener una muestra. En una realización, la cámara 68 se puede usar para contener una muestra distinta de una muestra de núcleo de roca, por ejemplo una muestra

líquida, una muestra de gas o una combinación de las mismas. El soporte de muestras 200 comprende una carcasa 1 y tapones de los extremos 2 y 9, en donde la cámara 68 está sellada del entorno circundante a través de juntas tóricas 5. En una realización, los tapones de los extremos 2 y 9 se pueden asegurar a la carcasa 1 a través de un diseño de rosca cuadrada modificada. Cualquiera o ambos tapones 2 y 9 se pueden conectar a conductos para permitir la introducción de muestras, presurización de muestras ya presentes, o permitir que el fluido fluya a través de la carcasa. Además, según la invención, la carcasa 1 comprende circonio de cerámica. Por consiguiente, el soporte de muestras 200 se puede usar para analizar una muestra a alta presión usando NMR o MRI.

Las principales ventajas del soporte de muestras de la presente invención sobre los soportes de muestras de núcleo disponibles actualmente es el material de construcción de la carcasa y el mecanismo para la fijación de las tapas de los extremos, es decir, los tapones superior e inferior, en la carcasa. En una realización preferida, la carcasa del soporte de muestras de la presente invención comprende circonio de cerámica. El circonio de cerámica proporciona una mejora significativa sobre materiales tales como la fibra de vidrio debido a que permite que se formen fácilmente formas complejas, tales como roscas, sin pérdida significativa de resistencia. Cuando se compara con los plásticos compuestos, las propiedades de resistencia del circonio de cerámica son casi de un orden de magnitud mayor, lo que permite un diseño más flexible que los soportes de núcleo disponibles actualmente, mientras que al mismo tiempo se extienden las capacidades operativas del soporte de núcleo.

El mecanismo de rosca para restringir los tapones de los extremos en la carcasa de la presente invención se hace posible en parte debido al uso de circonio de cerámica como material de construcción. Este mecanismo de rosca elimina muchos problemas asociados con los dispositivos de soporte de muestras disponibles actualmente. El perfil de la rosca de la carcasa del soporte de núcleo proporciona una ventaja crítica de la presente invención.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, el área en la carcasa 1 entre las caras de los tapones 16 y 17 es la zona del soporte de núcleo sometida a presión hidrostática directa durante la operación. Por lo tanto, las partes roscadas de la carcasa 1 están fuera de esta zona de presión durante la operación, y solamente experimentan fuerzas en una dirección axial. En general, usando un análisis numérico estándar conocido por un experto en la técnica, si la pared de la carcasa en la zona de presión es lo suficientemente gruesa, y también el grosor combinado de la sección transversal de la pared de la carcasa en la parte roscada es lo suficientemente gruesa para resistir la fuerza axial para una presión nominal dada, entonces la carcasa sería adecuada para esa presión nominal. Tal análisis se esperaría de manera general que encuentre que la fuerza requerida para cortar la sección roscada de la carcasa es varias veces mayor que la resistencia a la presión de la pared de la carcasa en la zona de presión. No obstante, en la práctica, se ha observado que la presión de fallo es dependiente en gran medida del perfil de la rosca. Además, la presión requerida para cortar la sección roscada puede ser mucho menor que la presión requerida para fracturar la carcasa en la zona de presión. Por ejemplo, se ha encontrado que los modelos fabricados con perfiles de rosca distintos de un perfil cuadrado modificado se fracturan a presiones relativamente bajas. Por consiguiente, un perfil de rosca que minimiza la presión radial aplicada a las partes de la carcasa roscada, por ejemplo, un perfil de rosca cuadrada modificada, funciona mejor.

Hay varios perfiles de rosca estándar conocidos en la técnica, con cada rosca que ofrece una cara de soporte de carga en un ángulo específico a la dirección axial de la fuerza. Para los tres estilos de rosca más comunes, roscas en V, roscas trapezoidales tales como Acme y roscas cuadradas, el ángulo entre las roscas o el ángulo de la rosca es de alrededor de 60°, 29°, y cero, respectivamente. Estos ángulos de rosca corresponden a un plano de soporte de carga que está desplazado alrededor de 60°, 75,5° y 90°, respectivamente, de la dirección de la fuerza. La tolerancia a la fuerza axial y, de este modo, la tolerancia a la presión global del diseño de la rosca, aumenta a medida que el ángulo de la rosca se acerca a cero.

Se contempla en la presente memoria que el uso de los términos “cara” o “plano” con respecto a las roscas, los perfiles de la rosca y similares pueden referirse a una superficie que puede no ser plana. Por ejemplo, en una realización, la cara de soporte de carga puede ser ligeramente cóncava o curvada. Además, en una realización, las esquinas o los bordes de los roscas pueden ser curvos o redondeados. Por ejemplo, en las realizaciones del dispositivo de la presente invención que están hechas de cerámica, las esquinas o los bordes de la rosca se pueden redondear como resultado de técnicas de mecanizado de cerámica usadas típicamente en la fabricación. No obstante, en algunas realizaciones, las caras de la rosca del dispositivo pueden ser sustancial o completamente planas, es decir, las caras de la rosca pueden tener superficies lisas y uniformes. Por consiguiente, como se entendería por un experto en la técnica, las caras de la rosca y/o los bordes de las caras de la rosca del dispositivo de la presente invención pueden ser curvas, ligeramente curvas o planas, dependiendo del material de construcción y/o de las técnicas de fabricación usadas.

Para comparar el rendimiento de varios perfiles de rosca, se fabricaron varios modelos de carcasa con un diámetro exterior y un diámetro interior coherentes en la zona de presión, y el espesor mínimo de la pared en la sección roscada fue el mismo. Solamente se varió el perfil de la rosca. En esta comparación directa, la carcasa con roscas Acme resistió presiones un 50% mayores que una con roscas en V. Además, la carcasa con roscas cuadradas resistió una presión un 50% mayor que una con roscas Acme.

Aunque las roscas cuadradas funcionan mejor en los modelos fabricados, la realización preferida de la presente invención no es un diseño de rosca cuadrada estándar en donde el surco y la altura de la rosca son equivalentes.

Tal diseño generalmente no es práctico debido a restricciones dimensionales que hacen que el espesor de la pared en la sección roscada sea demasiado delgado si se siguen las técnicas de fabricación convencionales. Por lo tanto, el diseño de rosca preferido de la presente invención es un diseño cuadrado modificado, en donde el ángulo de la cara de soporte de carga de rosca sobre el cual se dirige la fuerza axial es perpendicular o casi al eje de la fuerza. Según la invención, el ángulo de la rosca de las partes de carcasa roscada está en el intervalo de alrededor de 0 a 14 grados, es decir, la cara de la rosca de soporte de carga es perpendicular o casi perpendicular a la pared de la carcasa.

Un experto en la técnica podría usar diseños de rosca alternativos que pueden mejorar aún más la tolerancia a la presión general de la carcasa. Un ejemplo de tal diseño de rosca es una rosca de contrafuerte, que se asemeja a un diente de sierra. Este diseño combina el ángulo casi perpendicular de la cara de soporte de carga de la rosca con la cara opuesta al plano de fuerza inclinado a 45°. Por ejemplo, en una realización, el ángulo de la rosca de la cara de la rosca de soporte de carga de las partes roscadas de la carcasa son de alrededor de 7 grados o menos, es decir, el ángulo de la cara de soporte de carga con respecto a la pared de la carcasa es casi perpendicular, y el ángulo de la rosca de la cara de la rosca opuesta es de alrededor de 45 grados, es decir, la cara de rosca opuesta forma un ángulo de alrededor de 45 grados con la pared de la carcasa. Tal diseño puede proporcionar la misma minimización de la presión radial sobre la carcasa en el punto de contacto más una raíz de rosca más ancha y, de este modo, una resistencia de rosca global más alta que el diseño cuadrado modificado descrito en la presente memoria. Este diseño puede ser útil cuando el corte de rosca individual, en lugar del corte de la pared de la carcasa, llega a ser el factor limitante dominante en el rendimiento general.

Un objetivo importante de la presente invención es proporcionar un recipiente a presión autocontenido que se puede insertar en espectrómetros de NMR de línea ancha modernos sin modificación del instrumento. Esto requiere que el diámetro externo máximo de la sección de soporte de núcleo que se insertará en la sonda de NMR no puede exceder el diámetro interno de la sonda. Para insertar la muestra de núcleo, al menos un extremo de la carcasa debe ser suficientemente grande para alojar la muestra, pero no requiere que ambos extremos sean capaces de hacerlo así. En una realización tal de la presente invención, el soporte de núcleo completo se puede insertar en la sonda de NMR, por lo tanto, el diámetro máximo está definido por la región que rodea la muestra y ambos extremos de la carcasa permiten que pase la muestra de núcleo.

Hay variaciones en el soporte de muestras de la presente invención que se entenderían fácilmente por un experto experimentado con este tipo de tecnología. Por ejemplo, la parte roscada de la carcasa puede estar en la superficie externa de la carcasa en lugar de la superficie interna. Por consiguiente, en contraposición a la presente invención, se puede usar una tapa en lugar de un tapón para sellar la carcasa del entorno circundante. En una realización, un extremo de la carcasa puede ser más grande que el diámetro de la sonda de NMR, en donde el extremo más ancho de la carcasa permanecería fuera de la sonda para cumplir con otros objetivos de aplicación. Además, en diversas realizaciones, el soporte de muestras de la presente invención se puede usar para analizar muestras distintas de las muestras de núcleo geológico, por ejemplo, un líquido, gas o una combinación de los mismos. Aún más, aunque el soporte de muestras de la presente invención se ha descrito en diversas realizaciones relacionadas con análisis de NMR o MRI, un experto en la técnica comprendería que en otras realizaciones, el soporte de muestras se puede usar en aplicaciones en las que se requiera tolerancia de presión y temperatura alta, pero no se requieran materiales no magnéticos.

Aunque esta invención se ha descrito con referencia a realizaciones específicas, es evidente que otras realizaciones y variaciones de esta invención se pueden idear por otros expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un soporte de muestras de núcleo para su uso con un espectrómetro de resonancia magnética nuclear (NMR) o un instrumento de formación de imágenes por resonancia magnética (MRI), que comprende:
- un tapón de extremo superior (2), que tiene una cara de tapón;
 - 5 un tapón de extremo inferior (9), que tiene una cara de tapón;
 - una carcasa hueca (1) que tiene dos extremos, en donde una parte de los extremos está roscada para recibir el tapón de extremo superior y el tapón de extremo inferior, las partes roscadas cada una que posee una cara de rosca de soporte de carga y una cara de rosca opuesta;
 - una montura superior (19) que tiene una superficie externa y una cara para contactar una muestra;
 - 10 una montura inferior (20) que tiene una superficie externa y una cara para contactar una muestra;
 - una manguito (31), que tiene una superficie interna y una superficie externa, en donde el manguito está conectado a la montura superior y a la montura inferior;
 - 15 en donde una primera cámara se forma dentro de la carcasa (1) entre la cara de montura superior, la cara de montura inferior, y la superficie interna del manguito, y en donde la primera cámara es adecuada para contener una muestra (18);
 - en donde una segunda cámara se forma dentro de la carcasa entre la superficie externa del manguito, la superficie interna de la carcasa, la cara de tapón de extremo superior, la cara de tapón de extremo inferior, la superficie externa de la montura superior, y la superficie externa de la montura inferior cuando el tapón de extremo superior y el tapón de extremo inferior están asegurados a los extremos roscados de la carcasa; y
 - 20 en donde la primera cámara está sellada de la segunda cámara;
 - al menos un mecanismo de transferencia de fluido, para transferir un fluido dentro o fuera de la primera cámara; y
 - un medio para aumentar la presión en la segunda cámara, en donde cuando la presión se aumenta en la segunda cámara, se aplican fuerzas axiales y radiales a una muestra en la primera cámara;
 - 25 el soporte de muestras de núcleo que se caracteriza porque:
 - la carcasa comprende cerámica de circonio; y
 - el ángulo de la rosca de la cara de rosca de soporte de carga de las partes roscadas es inferior a alrededor de 14 grados.
2. El soporte de muestras de la reivindicación 1, en donde la cerámica de circonio es circonio Y-TZP;
- 30 en donde, opcionalmente, el manguito (31) está conectado a la montura superior y a la montura inferior a través de un ajuste por fricción; y
 - en donde, opcionalmente, además la cara de montura superior comprende un mecanismo de distribución de fluido.
3. El soporte de muestras de la reivindicación 1, en donde el ángulo de la rosca de la cara de rosca de soporte de carga es de alrededor de cero grados.
- 35 4. El soporte de muestras de la reivindicación 1, en donde el ángulo de la rosca de la cara de rosca de soporte de carga de las partes roscadas es de alrededor de 7 grados o menos, y el ángulo de la rosca de la cara de rosca opuesta es de alrededor de 45 grados; o
- 40 en donde las partes roscadas de la carcasa son una rosca cuadrada, rosca de contrafuerte, rosca Acme, rosca trapezoidal y rosca de nudillo.
5. El soporte de muestras de la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de sellado para sellar la primera cámara de la segunda cámara.
6. El soporte de muestras de la reivindicación 5, en donde el mecanismo de sellado es una o más juntas tóricas conectadas a la montura superior o a la montura inferior, en donde se forma un sello entre el manguito y la una o
- 45 más juntas tóricas.

ES 2 741 510 T3

7. El soporte de muestras de la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de sellado para sellar la segunda cámara del entorno circundante,
el mecanismo de sellado que es preferiblemente una o más juntas tóricas conectadas al tapón superior o al tapón inferior;
- 5 en donde, opcionalmente, el soporte de muestras está configurado para su uso con una muestra de núcleo de roca o, alternativamente, un líquido, gas o combinación de los mismos;
en donde, opcionalmente además, la segunda cámara se puede presurizar a una presión en el intervalo de 34×10^6 Pa a 241×10^6 Pa (5000 a 35000 psi).
- 10 8. El soporte de muestras de la reivindicación 1, en donde el al menos un mecanismo de transferencia de fluido es un tubo insertado a través del tapón superior o del tapón inferior, en donde el tubo tiene un conducto en comunicación con la primera cámara.
9. El soporte de muestras de la reivindicación 8, en donde el conducto está en comunicación con la primera cámara a través de un segundo conducto en la montura superior o la montura inferior; y
en donde, opcionalmente, el tubo se conecta al tapón superior o al tapón inferior a través de un prensaestopas y un collar.
- 15 10. El soporte de muestras de la reivindicación 8, en donde el tubo (32, 42) está conectado a la montura superior o a la montura inferior a través de un prensaestopas y collar; o
en donde un fluido para análisis se puede transferir a la primera cámara a través de un primer mecanismo de transferencia de fluido, a través de una muestra en la primera cámara, y fuera de la primera cámara a través de un segundo mecanismo de transferencia de fluido.
- 20 11. El soporte de muestras de la reivindicación 1, en donde el medio para aumentar la presión en la segunda cámara está configurado para añadir un fluido de presurización a la segunda cámara.
12. El soporte de muestras de la reivindicación 11, en donde el fluido de presurización se puede añadir a la segunda cámara a través de un conducto en el tapón superior, y en donde el fluido de presurización puede fluir fuera de la segunda cámara a través de un conducto en el tapón inferior.
- 25 13. El soporte de muestras de la reivindicación 12, que comprende además un tubo (32) que tiene un conducto en comunicación con el conducto en el tapón superior, en donde el tubo está conectado al tapón superior mediante un prensaestopas y un collar; y
opcionalmente, que comprende además un tubo (42) que tiene un conducto en comunicación con el conducto en el tapón inferior, en donde el tubo se conecta al tapón inferior a través de un prensaestopas y un collar.
- 30

100

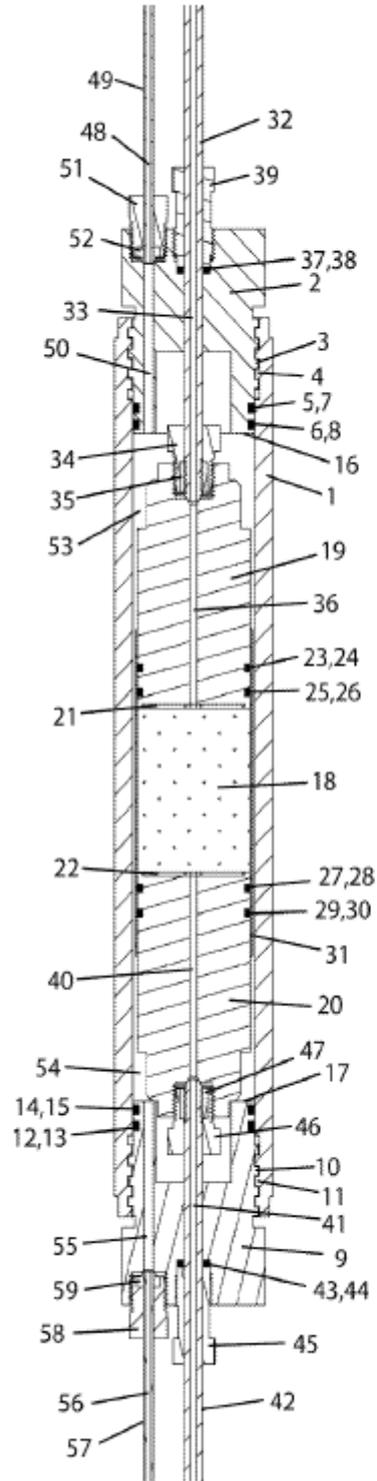


Figura 1

