

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 863 954**

51 Int. Cl.:

**E21B 47/08** (2012.01)

**G01B 5/12** (2006.01)

**G01V 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2018 PCT/GB2018/050331**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18142165**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2018 E 18707130 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2021 EP 3577315**

54 Título: **Mejoras en o relativas a las mediciones de fondos de pozo**

30 Prioridad:

**06.02.2017 GB 201701894**

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

**13.10.2021**

73 Titular/es:

**READ CASED HOLE LIMITED (100.0%)  
Viking House, 1 Claymore Avenue, Offshore  
Technology Park, Bridge of Don  
Aberdeen, Aberdeenshire AB23 8GW, GB**

72 Inventor/es:

**WADDINGTON, MARK y  
ADDARIO, MAURILLIO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 863 954 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**

Mejoras en o relativas a las mediciones de fondos de pozo

La presente invención se refiere a un aparato para realizar mediciones de fondos de pozo, y más particularmente a un dedo de calibre como se usa en una herramienta de registro de calibre de múltiples dedos y, en particular, a un dedo de calibre que tiene una punta duradera.

Los documentos CN201280930, GB2281968, EP2474771 y US2016/018548 son divulgaciones anteriores de herramientas de inspección que son útiles para comprender la presente invención.

**Antecedentes**

En el barrenado de pozos de petróleo y gas, el encamisado se usa para sostener la perforación del pozo y actuar como una barrera entre la perforación del pozo y la formación. El encamisado de pozos y otros tubulares, tales como revestimientos y entubados de producción usados en una perforación de pozo, están sujetos a condiciones extremas de temperatura, presión y exposición química. Como resultado, el encamisado puede doblarse, cambiando su área de sección transversal de la circular ideal a la elíptica u otras excentricidades con los correspondientes cambios en su longitud. Además, la superficie interior del encamisado puede estar sujeta a corrosión y abrasión química, creando asperezas, picaduras y pérdida de material. Este deterioro del encamisado puede tener efectos devastadores en el pozo si el encamisado fuera demasiado delgado hasta el punto de que ya no pueda actuar como barrera a la presión y se rompa, desarrolle una fuga y permita el flujo de fluidos entre la perforación del pozo y la formación, o se abulten y creen una obstrucción para otros tubulares que se introducen en la perforación del pozo.

Por lo tanto, los encamisados se inspeccionan periódicamente. Esto se logra ejecutando una herramienta de registro en la perforación del pozo. Estas herramientas se ejecutan con cable o línea de flotación. La herramienta contiene diversos instrumentos diseñados para medir dimensiones del encamisado, como el diámetro interior ('calibre') y el espesor de la pared a lo largo del encamisado. En la Figura 1 se muestra una herramienta de calibre típica de la técnica anterior. La herramienta A de calibre incluye dedos B palpadores que están desviados en una posición abierta para hacer contacto con la superficie C interior del encamisado D. La herramienta A está provista de un mecanismo E de calibre que tiene un número de dedos B, y normalmente se proporcionan entre 24 y 56 en una única herramienta. Cada dedo B está fijado en un primer extremo al árbol F alargado de la herramienta A y los dedos B están dispuestos circunferencialmente alrededor de la herramienta A con el extremo distal de cada dedo B capaz de ser desviado hacia afuera. La herramienta A se inserta en el fondo del pozo en una posición cerrada (no mostrada) antes de que los dedos B se desvíen hacia afuera. Los rodillos G centralizadores provistos en el árbol F centralizan la herramienta A dentro del encamisado D y a continuación la herramienta A se retira lentamente del pozo. A medida que el calibre E se mueve sobre la carcasa D, los dedos B, o los brazos palpadores, siguen el contorno de la pared interior del encamisado C. La actuación mecánica de cada dedo B es, dentro de la herramienta A, detectada y convertida en datos que pueden ser usados para proporcionar una representación vertical y radial de alta resolución del interior del encamisado. A partir de la representación, se puede identificar la corrosión del encamisado que va desde pequeñas picaduras y el desarrollo de escala, hasta fisuras axiales en el encamisado.

Para responder a pequeñas desviaciones en la pared del encamisado, los dedos se moldean en un metal delgado con una punta superior redondeada que hace contacto con la superficie interior del encamisado. Cada dedo está formado normalmente de cobre de berilio, una aleación que es apreciada por ser fácilmente mecanizada a la vez que tiene una alta resistencia a la tracción. También tiene propiedades "antichispas", por lo que no emite chispas ni "chispas frías" cuando se golpea contra otros metales. Este es un requisito de los materiales usados en las perforaciones de pozos de petróleo y gas.

Si bien el cobre de berilio tiene muchas ventajas, también tiene una gran desventaja. Es un metal relativamente blando y, por lo tanto, las puntas de los dedos palpadores normalmente se desgastan rápidamente. Esto requiere una inspección regular y el reemplazo de los dedos para garantizar que se tomen las mediciones correctas, lo que aumenta el tiempo y los costes de uso de la herramienta.

Los expertos en la técnica reconocen que el carburo de wolframio es un material que resiste los entornos más duros de corrosión, alta temperatura, impacto, altas cargas de compresión, deformación y abrasión severa. Sin embargo, es más pesado que el cobre de berilio y difícil de mecanizar. En consecuencia, no es posible fabricar los dedos de carburo de wolframio o carburo cementado separado.

En un esfuerzo por aumentar la durabilidad y el desgaste de los dedos, se ha aplicado carburo de wolframio como recubrimiento de las puntas. Esto da un aumento limitado en el uso operativo ya que el wolframio también se desgasta relativamente rápido debido a la cantidad aplicada. También se ha descubierto que se desprende cuando los dedos se usan en entornos altamente corrosivos, como en pozos "ácidos". Los pozos ácidos contienen ácido sulfhídrico y en los bordes del recubrimiento o en los puntos de defecto, como el agrietamiento o el desgaste del recubrimiento, el ácido sulfhídrico provoca que se produzca delaminación. Como resultado, estos dedos requieren una inspección constante y puede ser difícil determinar el grado de desgaste.

También se ha unido a la punta un cordón de carburo de wolframio. Esto proporciona ventajosamente una superficie de carburo de wolframio para el contacto con la pared del encamisado y una indicación de desgaste fácilmente determinable a medida que la bola cambia de forma a medida que se desgasta. Sin embargo, el punto de contacto proporciona un punto de debilidad y el cordón puede desprenderse fácilmente.

- 5 También se eliminó una pieza de la punta y se unió un inserto de carburo de wolframio para proporcionar un área de contacto resistente. El inserto se une mediante soldadura o soldadura dura.

10 Tanto los procesos de soldadura dura como de soldadura unen dos metales separados con un relleno metálico, que se denomina soldadura dura o soldadura, que fluye sobre la junta y crea una unión en la que se puede confiar. Si bien este método de conexión crea una unión que puede ser muy difícil de ver, que puede funcionar a una gran variedad de calores y temperaturas y es mecánicamente resistente, tiene una gran desventaja. Cuando el cordón o inserto se usa en ambientes corrosivos de fondo de pozo, la presencia de ácido sulfhídrico provoca que la junta soldada se corra y que la conexión falle, lo que da como resultado la pérdida del inserto.

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un dedo de calibre que tenga una punta de dedo de calibre duradera.

15 **Compendio**

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un dedo de calibre para uso como parte de una herramienta de registro de calibre de múltiples dedos como se reivindica en la reivindicación 1.

20 Al fusionar el primer material y el segundo material juntos, se forma una unión metalúrgica fuerte por la que no se introduce ningún otro material en el cuerpo del dedo de calibre y en la junta de la punta que pueda presentar una debilidad en el dedo de calibre.

Opcionalmente, el primer material comprende una aleación de metal. El uso de una aleación de metal adecuada para el cuerpo del dedo de calibre ayuda a facilitar la fabricación del cuerpo al tiempo que proporciona al cuerpo una resistencia a la tracción elástica.

25 Opcionalmente, el primer material es o comprende cobre de berilio. El uso de cobre de berilio permite mecanizar fácilmente el cuerpo del dedo de calibre y proporciona un cuerpo del dedo de calibre que tiene una alta resistencia a la tracción al tiempo que es "antichispas". Además, ofrece la oportunidad de que la presente invención se readapte a los dedos del calibre existentes y desgastados.

30 Opcionalmente, el segundo material es o comprende un material compuesto. El uso de un material compuesto adecuado para la punta del dedo permite el uso de materiales duraderos para la superficie del calibre que está en contacto con la superficie del encamisado, lo que permite que la superficie de contacto del calibre sea más resistente al desgaste y duradera, pero al mismo tiempo al mismo tiempo forma una junta fuerte con el dedo.

35 Opcionalmente, el segundo material comprende carburo de wolframio. Opcionalmente, el material compuesto del segundo material comprende carburo de wolframio combinado con un material de base en donde el carburo de wolframio está embebido y unido de forma más segura al dedo. En ciertos ejemplos, el material de base en el material compuesto puede ser un metal, p.ej., al menos uno de (o ambos) níquel y cromo. El uso de un material compuesto de carburo de wolframio para el segundo material permite la unión de material duradero al cuerpo del dedo de una manera fiable y económica para crear una unión metalúrgica verdadera con una resistencia entre partículas muy alta. El segundo material es mecánicamente duradero debido a la exposición de partículas de carburo de wolframio a través de la superficie superior del compuesto, lo que proporciona una superficie muy resistente al desgaste y duradera para la punta del dedo, mientras que al mismo tiempo facilita la unión fiable del segundo material al dedo.

40 Opcionalmente, la junta entre el primer material y el segundo material se forma mediante soldadura, opcionalmente sin ninguna inclusión de otro material en la junta. Opcionalmente, el primer material y el segundo material se funden a lo largo de la junta de modo que se fusionan cuando se enfrían, lo que da como resultado una junta unida metalúrgicamente limpia y fuerte. Opcionalmente, el material de base en el segundo material compuesto se funde y

45 fusiona con el primer material en la junta, opcionalmente sin cambiar la fase de otros componentes del segundo material compuesto.

Opcionalmente, la punta tiene la forma para coincidir con las puntas de los dedos del calibre existente. De esta manera, el carburo de wolframio se puede pulir para proporcionar una forma estándar de punta. La punta será de un color diferente y, por lo tanto, se puede identificar fácilmente el desgaste de la punta.

50 Opcionalmente, la punta del dedo de calibre comprende una pluralidad de capas del segundo material. De esta manera, el material de carburo de wolframio en la punta se acumula más fácilmente mediante la fusión de las capas posteriores.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un dedo de calibre según la reivindicación 7.

De esta manera, se forma una punta en el dedo de calibre hecha del segundo material que puede ser más resistente al desgaste y más duradera que el primer material.

5 Opcionalmente, la etapa (b) se lleva a cabo mediante soldadura. El uso de soldadura provoca que el primer material y el segundo material se calienten a una temperatura suficiente para que cada uno del primer material y el segundo material se fundan a lo largo de la junta y se fusionen a medida que se enfrían. Opcionalmente, la etapa (b) se lleva a cabo mediante soldadura láser. Este proceso proporciona un calentamiento controlado en las pequeñas dimensiones de la punta del dedo, es decir, en una longitud de soldadura de menos de 1 cm. Se pueden usar otras técnicas de soldadura tales como el rayo electrónico.

10 Opcionalmente, la etapa (b) comprende soldar primero una capa del segundo material sobre el primer material en la ubicación de la junta y a continuación soldar una o más capas adicionales del segundo material sobre una capa anterior del segundo material. La construcción de capas sucesivas del segundo material a partir de la junta entre el primer y el segundo material permite que se forme una cantidad suficiente del segundo material en la junta para que la punta del dedo se mecanice en la forma.

15 Opcionalmente, la etapa (c) se lleva a cabo puliendo el segundo material en la junta. El pulido puede realizarse mediante pulido con diamante. De esta manera, solo una pequeña pieza del material requiere ser mecanizada para lograr una punta.

Opcionalmente, el primer material es o comprende cobre de berilio. Opcionalmente, el segundo material es o comprende un material compuesto de carburo de wolframio. De esta manera, el cuerpo del dedo está formado por un material ligero fácilmente mecanizable y un material más duradero y resistente al desgaste forma la punta.

## 20 **Breve descripción de los dibujos**

Ahora se describirá una realización de la presente invención con referencia a las siguientes figuras, solo a modo de ejemplo, en las que:

La Figura 1 muestra una disposición conocida de herramienta de registro de calibre de dedos múltiples, y

La Figura 2 muestra un dedo de calibre según una realización de la presente invención.

## 25 **Descripción detallada**

30 Con referencia a la Figura 2, se muestra un dedo 10 de calibre formado por un cuerpo 12 alargado que tiene un primer extremo 12A y un extremo 12B distal, un lado 12C frontal y un lado 12D trasero. Éstos contienen una cara 12E frontal y una cara posterior (no mostrada). Entre las caras, el dedo 10 tiene un espesor de 0,5 a 2 mm. El dibujo está aproximadamente a escala para una realización de un tipo de dedo 10 usado. Se apreciará que se pueden utilizar otras formas o espesores de dedos.

35 En el extremo 12B distal del cuerpo 12 se proporciona una punta 14 de dedo de calibre que se proyecta desde la cara 12C frontal. La punta 14 del dedo de calibre está conectada al cuerpo 12 del dedo de calibre en la junta 16. El dedo 10 de calibre está asegurado a un mecanismo del calibre (ref. nº E, Figura 1) en el primer extremo 12A. El dedo salta en virtud de una sección 18 deslizante en la cara 12D trasera en el primer extremo 12A que puede moverse hacia una cara 12F interior para proporcionar una resolución aumentada cuando se realiza una medición.

En uso, el dedo 10 está conectado a través del primer extremo 12A a un mecanismo E de calibre que desvía el dedo 10 de calibre en la dirección de la cara 12C frontal de modo que la punta 14 del dedo se pone en contacto con una pared C interior de un encamisado D (véase Figura 1).

40 El cuerpo 12 del dedo de calibre está formado por un primer material que opcionalmente es una aleación de metal y, en este caso, comprende cobre de berilio. La punta 14 del dedo de calibre está formada por un segundo material, que es de mayor durabilidad mecánica que el primer material y que, en este caso, es un material compuesto que comprende carburo de wolframio, en este ejemplo, provisto en un compuesto con un material de base que en este caso comprende níquel o cromo. La junta 16 entre la punta 14 del dedo y el cuerpo 12 del dedo es una junta soldada con el carburo de wolframio fusionado directamente al cobre de berilio. El material de carburo de wolframio en la punta 45 14 proporciona una punta de dedo dura y resistente al desgaste que asegura la longevidad de la herramienta 10 ya que es capaz de tolerar el uso repetido con poco daño a la punta 14 como resultado del desgaste contra la superficie interna del encamisado.

50 La junta 16 es paralela a una continuación de la cara 12C de modo que durante el uso las fuerzas que actúan sobre la punta 14 se transfieren perpendicularmente a través de la junta 16. Si la junta se hubiera formado perpendicular a la cara 12C, entonces las fuerzas aplicadas a la punta 14 durante el uso actuarían a lo largo de la junta y podrían provocar que la junta se debilite, agriete o parta en la línea de la junta. Además, se requeriría una mayor cantidad del segundo material para formar la punta 14.

La soldadura de la junta 16 se puede lograr mediante soldadura con láser que provoca que el primer material y el segundo material se calienten a una temperatura suficiente para que cada uno del primer material y el segundo material

5 se fundan a lo largo de la junta y se fusionen a medida que se enfrían. En este ejemplo, el material de base (p. ej., el níquel o cromo) del segundo material se funde para fusionarse con el primer material a lo largo de la junta. La fundición y fusión de solo un componente del segundo material compuesto (es decir, el material de base) es normalmente suficiente para formar la junta sin requerir la fundición de todos los componentes del segundo material compuesto. La soldadura láser dirige ventajosamente el calor sobre un área más pequeña que la soldadura tradicional, p.ej., Gas Inerte de Wolframio (TIG) y reduce la cantidad de calentamiento a través de los materiales alejándolos de la junta 16. Se forma así una unión metalúrgica fuerte por la que no se introduce ningún otro material en el cuerpo del dedo de calibre y la junta 16 de la punta; tal unión metalúrgica reduce el riesgo de debilidad en el dedo 10 de calibre en la junta 16. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que pueden usarse otras técnicas que provocan que los materiales se fusionen sin la presencia de un tercer material.

10 En una realización, la punta del dedo de calibre está formada por una primera capa de material de carburo de wolframio que se fusiona con el cuerpo 12 de cobre de berilio mediante soldadura con láser a lo largo de la junta 16. Luego se suelda otra capa de material de carburo de wolframio a la primera capa de material carburo de wolframio que se une al cuerpo 12 del dedo. Las capas sucesivas posteriores del material de carburo de wolframio se fusionan, a su vez, con las capas existentes, de nuevo normalmente fundiendo y fusionando solo el material de base en el segundo material compuesto sin requerir la fundición y fusión de todos los componentes del segundo material. La construcción de capas sucesivas del material de carburo de wolframio permite que se forme una cantidad suficiente de material de carburo de wolframio en la junta 16. Una vez que se han construido las múltiples capas hasta la altura requerida de la punta 14, se mecaniza la punta 14 del dedo en la forma y el espesor deseados de la punta. Esta es opcionalmente la forma que se encuentra en los dedos de calibre típicos actualmente disponibles y como se muestra en la Figura 2.

15 La forma de la punta 14 en este ejemplo se realiza mediante pulido con diamante u otras técnicas conocidas para su uso en carburo de wolframio. Como solo es necesario pulir la punta 14, el proceso es eficiente y proporciona un dedo 10 de calibre resistente al desgaste y duradero.

20 Además, como el material de carburo de wolframio tiene un color diferente al del cobre de berilio, es fácil determinar cuándo se ha desgastado el material de carburo de wolframio y en qué cantidad. Esto proporciona un método más simple y rápido para determinar el desgaste del dedo 10 de calibre.

25 La principal ventaja de la presente invención es que proporciona al dedo de calibre una punta del dedo que está conectada de forma segura al cuerpo del dedo proporcionando así un dedo de calibre robusto y duradero.

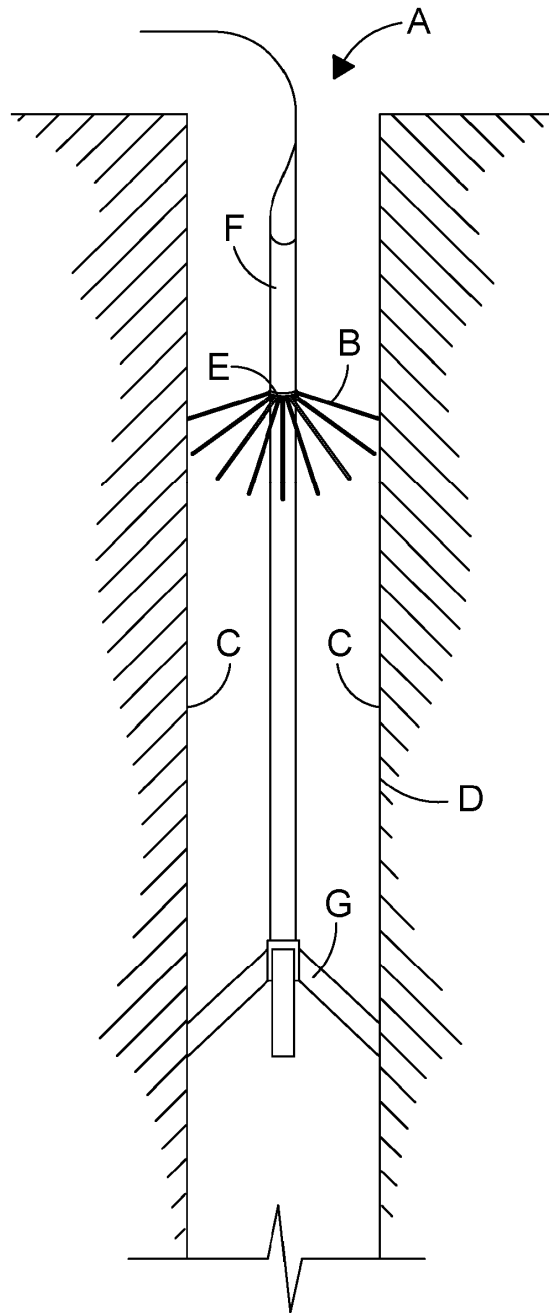
30 Una ventaja adicional de la presente invención es que proporciona un dedo de calibre con una punta duradera que es menos propensa a dañarse por los efectos corrosivos de productos químicos como aquellos que se encuentran en los pozos "ácidos".

35 Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden realizar diversas modificaciones a la invención descrita en el presente documento sin apartarse del alcance de la misma. Por ejemplo, aunque el calibre está formado por una pluralidad de dedos desviados hacia afuera, el calibre puede comprender en su lugar una pluralidad de miembros desviados elásticamente del tipo de pata que se aseguran al árbol de la herramienta en cada extremo opuesto y que tienen una junta articulada de tipo rodilla que está desviada hacia afuera para estar en contacto con la pared del encamisado. Tales disposiciones de pata de tipo rodilla podrían estar provistas de una "tapa" de material de carburo de wolframio soldado en la punta de la junta de rodilla que está en contacto con la pared interior del encamisado. Además, se pueden usar otras disposiciones de tipo de calibre que tienen el punto de contacto con la pared del encamisado formada como una punta de material de carburo de wolframio soldado.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un dedo (10) de calibre para uso como parte de una herramienta de registro del calibre de múltiples dedos, teniendo el dedo de calibre un cuerpo (12) formado sustancialmente por un primer material y una punta (14) del dedo formada sustancialmente por un segundo material, teniendo el dedo (10) de calibre una junta (16) entre el primer material y el segundo material, en donde el segundo material tiene mayor durabilidad mecánica que el primer material; en donde en la junta (16) el primer material y el segundo material se fusionan directamente juntos; caracterizado por que la punta (14) del dedo comprende una pluralidad de capas sucesivamente fusionadas del segundo material; en donde la punta (14) del dedo comprende una superficie exterior mecanizada; y en donde la pluralidad de capas fusionadas del segundo material se mecanizan después de la fusión de la pluralidad de capas del segundo material con el dedo (10).
2. Un dedo de calibre según la reivindicación 1, en donde el primer material comprende una aleación de metal.
3. Un dedo de calibre según la reivindicación 2, en donde el primer material comprende cobre de berilio.
4. Un dedo de calibre según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el segundo material es un material compuesto de carburo de wolframio y un material de base comprendiendo al menos uno de níquel y cromo.
5. Un dedo de calibre según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo material es un compuesto de carburo de wolframio y un material de base y en donde el material de base del segundo material está fundido directamente con el primer material.
6. Un dedo de calibre según la reivindicación 5, en donde solo el material de base en el segundo material compuesto se fusiona con el primer material en la junta (16), sin cambiar la fase de otros componentes del segundo material compuesto.
7. Un método de fabricación de un dedo (10) de calibre para uso como parte de una herramienta de registro del calibre de múltiples dedos, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- proporcionar un dedo (10) de calibre en un primer material; caracterizado por fusionar sucesivamente una pluralidad de capas de un segundo material a un extremo del dedo (10) de calibre; y
- mecanizar al menos el segundo material para crear una punta (14) del dedo de calibre a partir de sustancialmente el segundo material.
8. Un método de fabricación de un dedo de calibre según la reivindicación 7, en donde la etapa de fusionar sucesivamente una pluralidad de capas de segundo material al extremo del dedo (10) de calibre se lleva a cabo mediante soldadura.
9. Un método de fabricación de un dedo de calibre según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en donde la pluralidad de capas fusionadas del segundo material se mecaniza después de la fusión de la pluralidad de capas del segundo material con el dedo (10).
10. Un método de fabricación de un dedo de calibre según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde la etapa de mecanizar al menos el segundo material para crear una punta (14) del calibre a partir de sustancialmente el segundo material se lleva a cabo puliendo el segundo material en la junta (16).
11. Un método de fabricación de un dedo de calibre según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el primer material comprende cobre de berilio.
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en donde el segundo material es un material compuesto de carburo de wolframio y un material de base y en donde la soldadura se forma fusionando el material de base del segundo material directamente con el primer material.
13. Un método según la reivindicación 12, en donde el material de base comprende al menos uno de níquel y cromo.
14. Un método según la reivindicación 12 o 13, en donde solo el material de base en el segundo material compuesto se fusiona para formar la junta (16), sin fusionar otros componentes del segundo material compuesto.
15. Una herramienta de registro de calibre de múltiples dedos adaptada para su uso en un pozo de petróleo o gas, comprendiendo al menos un dedo (10) de calibre según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6.



**FIG. 1**

TECNICA ANTERIOR

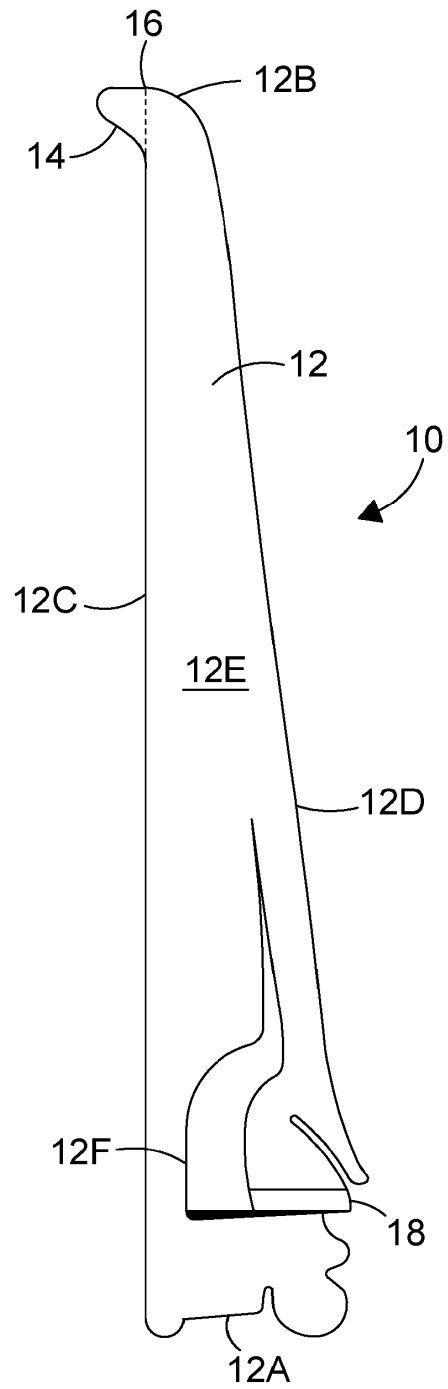


FIG. 2