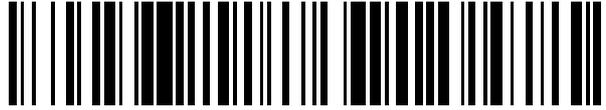


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 651**

51 Int. Cl.:

E21B 47/00 (2012.01)

G01V 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2010 E 10775784 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2494147**

54 Título: **Herramienta de exploración**

30 Prioridad:

30.10.2009 EP 09174666

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

12.12.2013

73 Titular/es:

**WELLTEC A/S (100.0%)
Gydevang 25
3450 Allerød, DK**

72 Inventor/es:

**HALLUNDBÆK, JØRGEN y
ROBENHAGEN, ULRİK, WEILAND**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 651 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

Herramienta de exploración

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una herramienta de exploración para explorar el fondo de pozo de un objeto. La herramienta tiene un eje longitudinal y comprende un dispositivo de emisión para emitir radiación, una lente para transmitir la radiación en un modelo predeterminado de radiación, y un dispositivo de recepción.

Estado de la técnica

10 Una realización comprende varios componentes de equipo. La sarta de entubado se construye con una larga línea de piezas de tubería montadas juntas mediante collares de tuberías y, para optimizar la producción se integran válvulas como parte de la sarta de entubado.

A veces, se puede producir fugas, que deben ser descubiertas y selladas, si no lo fuesen perjudicarían la producción. Con este fin, es necesaria una herramienta capaz de identificar la condición del pozo y detectar la fuga. Tales herramientas de identificación de la condición de un pozo son conocidas a partir de los documentos US 4.255.798 y ED 0 228 134, que son considerados como la técnica anterior más cercana.

15 Durante la producción, las válvulas tienen que estar abiertas o cerradas. Sin embargo, una válvula puede estar cubierta por incrustaciones o similares, a veces en una medida en la que el funcionamiento de la válvula es imposible, o la válvula puede verse dañada de este modo por intentos anteriores de hacerla funcionar que ya no se puede abrir o cerrar mediante herramientas convencionales. Para determinar si la válvula necesita ser limpiada o si es necesaria una nueva llave para operar la válvula, es necesaria una herramienta que sea capaz de identificar la condición del equipo en el pozo.

Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una herramienta para fondo de pozo capaz de identificar la condición del pozo y la condición del equipo usado en la realización.

Otro objeto es proporcionar una herramienta capaz de esbozar o representar el equipo y la pared del entubado.

25 Los objetos anteriores, junto con otros numerosos objetos, ventajas y características, que se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción, son efectuados por una solución, según la presente invención, por una herramienta de exploración para explorar el fondo de pozo de un objeto, teniendo la herramienta un eje longitudinal y comprendiendo:

- 30 - un dispositivo de emisión para emitir radiación,
- una lente para transmitir la radiación en un modelo predeterminado de radiación, y
- un dispositivo de recepción,

en la que, en una primera posición de la herramienta, el modelo de radiación se refleja sobre el objeto a explorar y la radiación reflejada es recibida en el dispositivo de recepción dando como resultado una primera medición.

35 La herramienta de exploración anterior hace que sea posible explorar la superficie interior del pozo línea a línea o con otro modelo. Cuando se combina posteriormente la secuencia de imágenes, se puede crear una imagen que muestra el objeto o una parte del objeto de una manera que hace posible que un operador evalúe el objeto mediante inspección visual de la imagen explorada y de este modo determine lo que se ha de hacer para solucionar un problema específico. La totalidad del pozo puede ser explorado de esta manera para evaluar la condición del pozo y determinar qué partes del pozo necesitan trabajos de reparación.

40 En una realización de la invención, se puede llevar a cabo una segunda medición en una segunda posición de la herramienta.

45 La herramienta de exploración puede comprender, además, una unidad de accionamiento para desplazar al menos la lente y el dispositivo de recepción a lo largo del eje longitudinal y llevar a cabo una segunda medición a una distancia de la primera medición y de este modo explorar el objeto emitiendo el modelo a una distancia del modelo emitido anterior, y de este modo por repetición proporcionar una secuencia de mediciones. El modelo emitido puede ser una línea

La unidad de accionamiento puede ser un tractor de fondo de pozo o una unidad de transporte dispuesta en el interior de la herramienta, y puede desplazar al menos la lente y el dispositivo de recepción al menos 0,1 mm entre la primera y la segunda medición. De esta manera, al menos la lente y el dispositivo de recepción se han desplazado al menos 0,1 mm entre cada dos imágenes.

La lente puede ser una lente cilíndrica plano-convexa.

Además, el dispositivo de recepción puede ser un dispositivo de grabación y puede estar dispuesto a lo largo del eje longitudinal.

En una realización de la herramienta, el dispositivo de emisión puede emitir la radiación en una dirección transversal al eje longitudinal.

5 Además, la herramienta puede comprender una pluralidad de dispositivo de emisión.

La lente puede ser de forma toroidal.

En una realización, la herramienta puede comprender un dispositivo de espejo para reflejar el modelo reflejado sobre el objeto antes de ser recibido en el dispositivo de recepción. El espejo puede ser cónico.

10 Cuando la herramienta comprende un dispositivo de espejo, la luz procedente del pozo puede de este modo reflejarse de una manera que permite que la totalidad de la circunferencia alrededor del espejo tomadas en imágenes por un único dispositivo de grabación.

Además, la lente y el dispositivo de emisión pueden estar incluidos en un generador de línea.

Asimismo, se puede llevar a cabo una medición a una velocidad de 1 a 200 mediciones por segundo, preferiblemente a una velocidad de 10 a 50 mediciones por segundo.

15 Además, la herramienta de exploración puede comprender una herramienta de posicionamiento para determinar la posición de la herramienta de exploración.

La invención se refiere, además, a un sistema para crear una imagen de la condición en el interior de un pozo, que comprende:

- 20
- una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y
 - una unidad de cálculo

Finalmente, la invención se refiere también a un procedimiento que comprende las etapas de:

- 25
- insertar una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores dentro de un pozo,
 - emitir una línea de radiación,
 - detectar la línea reflejada,
 - desplazar al menos parte de la herramienta de exploración para iluminar una nueva parte del pozo, y
 - analizar la línea reflejada para identificar la condición del pozo.

El procedimiento puede comprender, además, la etapa de crear una imagen de la línea reflejada analizada para crear una imagen del pozo desde el interior.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La invención y sus muchas ventajas se describirán más en detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que por motivos ilustrativos muestran algunas realizaciones no limitativas y en los que:

- 35
- La figura 1A muestra una vista parcialmente en sección transversal de una herramienta de exploración según la invención vista desde un lado,
 - La figura 1B muestra una vista parcialmente en sección transversal de otra realización de la herramienta de exploración según la invención vista desde un lado,
 - La figura 2 muestra una vista parcialmente en sección transversal de otra realización de la herramienta de exploración vista desde un extremo,
 - La figura 3 muestra un gráfico de mediciones, basadas en la imagen de la figura 7, en coordenadas cartesianas.
 - La figura 4 muestra un segundo gráfico de las mediciones de la figura 3 en coordenadas polares,
 - La figura 5 muestra una rejilla,
 - La figura 6 muestra una línea,
 - La figura 7 muestra la imagen grabada que, después de la transformación, da como resultado las mediciones mostradas en las figuras 3 y 4.
 - La figura 7A muestra una secuencia de imágenes grabadas de una camisa combinada para crear una imagen de la camisa, y
 - La figura 8 muestra una vista parcialmente en sección transversal de otra realización adicional de la herramienta.

50 Todas las figuras son muy esquemáticas y no están necesariamente a escala, y muestran solo las partes que son necesarias para explicar la invención, omitiéndose o sugiriéndose simplemente otras partes.

Descripción detallada de la invención

En la figura 1A, se muestra parte de una herramienta de exploración 1 según la invención. La herramienta de exploración 1 es capaz de explorar el fondo de pozo de un objeto, por ejemplo línea a línea, cuando la herramienta o parte de la herramienta se desplaza respecto del objeto a explorar. La herramienta de exploración 1 comprende un dispositivo de emisión 2 para emitir radiación dentro de una lente 3. La lente 3 transmite la radiación en un modelo predeterminado 4 de radiación, tal como una línea como se muestra en las figuras 1A, 1B y 6, una rejilla como se muestra en la figura 5, u otro modelo apropiado. El modelo 4 ese refleja sobre la pared interior del entubado o fondo de pozo y es detectado posteriormente por un dispositivo de recepción 5.

En lo sucesivo, se explica la invención sobre la base de un objeto presente en el pozo, tal como una válvula dispuesta como parte de la pared de entubado, perforaciones en el entubado, una camisa, un empaquetador, o elementos de equipo similares en un pozo. De este modo, la herramienta de exploración 1 se puede usar para detectar si una camisa de deslizamiento está abierta, parcialmente cerrada, o cerrada. Posteriormente, otra herramienta operativa puede estar sumergido para cerrar o abrir la camisa, o limpiar el objeto. Cuando la otra herramienta operativa ha terminado su funcionamiento, la herramienta de exploración 1 puede sumergirse una vez más para inspeccionar de nuevo el objeto.

De este modo, el modelo 4 de radiación se refleja sobre un objeto a explorar y la radiación reflejada es recibida en el dispositivo de recepción 5, que es una cámara, un sensor de imágenes, o procesador similar. El dispositivo de recepción 5 puede tener una lente dispuesta enfrente de la cámara vista respecto del dispositivo de emisión 2.

La herramienta de exploración 1 comprende un alojamiento alargado 7 con una pluralidad de ranuras o aberturas 10 que permiten la radiación en forma de luz a emitir desde la herramienta y que entra en la herramienta de nuevo. Dentro del alojamiento 7, la lente toroidal 3 está iluminada desde dentro por el dispositivo de emisión 2. Para iluminar toda la lente 3, varios dispositivos de emisión 2 están dispuestos dentro del toro. En la figura 1A, están dispuestos veinte dispositivos de emisión 2 dentro de la lente 3. La lente 3 guía la radiación dentro de un modelo 4, tal como una línea, e irradia el objeto a explorar con ese modelo. El modelo 4 es reflejado por la superficie del objeto a explorar y vuelve formando un ángulo θ para de este modo ser reflejado por un espejo 8 antes de ser recibido en el dispositivo de recepción 5. El espejo 8 tiene forma de cono y, en esta realización, el modelo 4 es una línea que se refleja como un círculo por el espejo, como se ilustra en la figura 4. El espejo 8 está montado sobre el alojamiento 7 mediante un dispositivo de montaje 8 sobre el cual el dispositivo de emisión 2 está también fijado. El dispositivo de montaje 9 está provisto de una ranura circunferencial que permite la radiación de los dispositivos de emisión 2 para iluminar la lente 3. Tener un espejo favorece la disposición del dispositivo de recepción 5 desplazado axialmente respecto de la lente 3.

De este modo, la lente 3 tiene una extensión radial transversal a la extensión longitudinal de la herramienta 1. Los dispositivos de emisión 2 están dispuestos de manera que irradian la lente 3 en dirección radial. El espejo 8 está dispuesto en un lado de la lente 3 a una distancia axial de la lente 3 respecto del eje de la herramienta 1 y se ahúsa alejándose de los dispositivos de emisión 2 y la lente. El dispositivo de recepción 5 está dispuesto a una distancia axial del espejo 8 incluso más lejos de la lente 3.

En otra realización, solo tres dispositivos de emisión 2 están dispuestos dentro la lente 3. Tales dispositivos de emisión 2 deben tener un mayor intervalo de emisión para iluminar toda la lente 3.

Medios de estanqueidad 11 en forma de junta tórica están dispuestos entre la lente 3 y el alojamiento 7 para sellar el interior de la herramienta. Además, la ranura 10 a través de la cual la radiación reflejada entra de nuevo en el alojamiento, puede estar provista de una ventana 12 que sella el interior del alojamiento, pero que también permite pasar la luz.

En otra realización, la parte circundante de la herramienta 1 es un alojamiento de vidrio que rodea una parte de cuadro de la herramienta, que en este caso es también el dispositivo de montaje 9 de la herramienta.

En las figuras 1A y 1B, la lente 3 genera un modelo de radiación 4 en forma de una línea y es una lente cilíndrica plano-convexa. Sin embargo, la lente 3 puede ser cualquier lente apropiada capaz de generar un modelo, tal como una línea, una rejilla, etc.

Otra realización de la herramienta 1 se muestra en la figura 1B, en cuya realización la herramienta tiene dos espejos 8 y dos dispositivos de recepción 5 posicionados en oposición entre sí para que de este modo un espejo y un dispositivo de recepción se posicionen en cada lado de la lente 3. En esta realización, el dispositivo de montaje 9 tiene una configuración de marco que proporciona un diseño robusto de herramienta. El marco tiene aberturas 10 desplazadas las unas respecto de las otras de manera que una primera abertura 10a esté desplazada respecto de una segunda abertura 10b. Cada abertura 10 está adaptada tanto para emitir radiación como para dejar pasar la radiación reflejada que ha de ser reflejada por el espejo 8 y transmitida dentro del dispositivo de recepción 5. Cada uno de los dispositivos de recepción 5 recibe solo parte de la radiación reflejada de manera que una parte del modelo sea recibida en el otro dispositivo de recepción 5. Cuando estas partes del modelo reflejado están unidas, todo el modelo puede a continuación ser procesado como se explica a continuación.

Todo el dispositivo de montaje 9 puede estar rodeado por solo un alojamiento de vidrio que proporciona una sencilla encapsulación del dispositivo de montaje y un diseño que sella la herramienta 1 hacia el fluido de la pared exterior de una manera sencilla.

5 El dispositivo de recepción 5 de las figuras 1A y 1B recibe la línea reflejada como un círculo partes de un círculo debido a la forma cónica del espejo 8. El dispositivo de recepción recibe luz de una pequeña parte del entubado y cada punto sobre el objeto, por ejemplo el interior del entubado, es cartografiado hasta un punto entre dos círculos concéntricos en el plano de imagen bidimensional. De este modo, la línea radiada en la imagen corresponde a una pluralidad de puntos en el entubado.

10 En esta realización, el modelo 4 es una línea emitida como un círculo alrededor de toda la herramienta 1 hacia el interior del entubado para explorar el entubado. El modelo 4 puede ser cualquier tipo de modelo emitido como un contorno cerrado sobre un objeto a explorar, en el ejemplo ilustrado como un círculo que es recibido en la herramienta 1 de nuevo como un círculo si el interior de la pared del entubado es liso, o como partes de círculos concéntricos si la pared del entubado tiene un saliente o una hendidura.

15 Además, un sensor de imágenes conectado al dispositivo de recepción 5 convierte la imagen de un círculo o partes de círculos concéntricos, como se muestra en la figura 7, en datos, como se muestra en la figura 3. En la figura 7, el círculo se ha partido y una pieza del círculo se ha desplazado. La razón para esto es que la línea emitida se ha reflejado sobre un objeto que tiene una hendidura que corresponde a la pieza de la línea que se ha desplazado. Los datos en la figura 3 muestran el mismo desplazamiento. Los datos de la figura 3 se ven de manera diferente en la figura 4, que muestra también la línea emitida. En el ángulo 50, se han desplazado cuatro puntos de datos de la misma manera. Si el objeto hubiese tenido varias hendiduras, se habría desplazado un número correspondiente de puntos. Si el objeto hubiese tenido un saliente en lugar de una hendidura, la pieza de línea se habría desplazado en la dirección opuesta, es decir hacia fuera y alejándose del centro, en la figura 4.

20 Cuando las imágenes de la figura 7 se combinan en secuencia, una imagen 320 del objeto a explorar se crea como una imagen explorada 320 bien de la sección entera del objeto o del interior del pozo como se muestra en la figura 7A. La figura 7A muestra una imagen de una camisa explorada línea a línea por la herramienta de exploración creada combinando la secuencia de líneas reflejadas. Tener tal imagen explorada 320 de una imagen completa de la camisa hace que sea posible determinar si la camisa está abierta, parcialmente abierta, o cerrada, y si incrustaciones fijadas a la camisa obstaculizan la operación de la camisa.

30 Explorando una línea de objeto línea a línea o en otro modelo, se puede crear una imagen que representa el objeto o parte del objeto de una manera que hace posible que un operador evalúe el objeto inspeccionando visualmente la imagen explorada y de este modo determine qué hacer para solucionar un problema determinado. Toda la pared puede ser explorada de esta manera para evaluar la condición del pozo y determinar qué partes, en su caso, del pozo necesitan trabajos de reparación.

35 La distancia entre la pieza desplazada y el resto del círculo indica la profundidad de la hendidura o la altura del saliente. Asimismo, la longitud de la pieza de línea desplazada respecto de la longitud de la circunferencia del resto del círculo indica la longitud circunferencial de la hendidura en el objeto a explorar. De este modo, se puede calcular una imagen exacta de todo el objeto a partir de los datos recuperados cuando se explora el objeto.

40 En la figura 2, la herramienta de exploración 1 comprende cuatro lentes 3 dispuestas separadas a lo largo de la periferia del alojamiento de herramienta 7. Cada lente 3 es iluminada por un dispositivo de emisión 2 situado de manera radial detrás de la lente en una dirección hacia el centro de la herramienta 1. Cada lente 3 es capaz de transmitir de manera radial una línea, solapándose entre sí las líneas de las cuatro lentes y definiendo juntas una línea circunferencial. Cerca de cada lente 3 en la prolongación axial de la herramienta, está dispuesto un dispositivo de recepción para recibir la línea cuando es reflejada por el objeto. En la realización de la figura 2, no es necesario ningún espejo para explorar el objeto, ya que cada dispositivo de recepción 5 está dispuesto cerca de una lente 3 que recibe la radiación reflejada de manera radial.

En algunos casos, pueden ser necesarios, más lentes 3, dispositivos de emisión 2, y dispositivos de recepción 5 para explorar un objeto que depende del propio objeto, la distancia al objeto, y el fluido en el pozo. Cuanto más transparente es el fluido del pozo, menos iluminación es necesaria para explorar debidamente el objeto.

50 En otra realización, solo una lente 3, un dispositivo de emisión 2, y un dispositivo de recepción 5 están dispuestos en la herramienta 1. La herramienta 1 se gira al menos parcialmente para explorar el interior del pozo. La herramienta 1 comprende de este modo medios de rotación para girar parte de la herramienta o toda la herramienta. En este caso, el modelo 4 puede ser un único punto girado para crear una línea en el interior de la pared del entubado.

55 La lente 3 y el dispositivo de emisión 2 pueden estar dispuestos en la herramienta 1 como una unidad, por ejemplo comprendida en un generador de línea. Asimismo, la herramienta 1 puede comprender varias lentes 3 para cada dispositivo de emisión 3, dando como resultado la creación de una rejilla como se muestra en la figura 6, o la lente puede se puede cubrir para crear el modelo de rejilla. En otra realización, el dispositivo de misión comprende un generador de rejilla.

- 5 Como se muestra en la figura 8, el modelo 4 puede ser emitido enfrente de la herramienta 1 por varios dispositivos de emisión 2 para obtener información relativa a objetos enfrente de la herramienta, tal como válvulas, u objetos posicionados como partes de la pared de entubado, pero que estrechan el entubado, tal como un “casquillo de mínima descarga” o similar. Como se puede ver, las cámaras están orientadas hacia el eje central de la herramienta 1, y de este modo son capaces de detectar el mismo modelo 4 a partir de diferentes ángulos, creando una imagen tridimensional del objeto. En otra realización, se puede crear el modelo 4 mediante un generador de rejilla dispuesto detrás de la lente 3 en la figura 8 en lugar de por dispositivos de emisión 2 dispuestos alrededor de la lente enfrente de la herramienta 1.
- 10 La herramienta de exploración 1 se puede usar como herramienta de posicionamiento, ya que es capaz de detectar una junta de entubado, una camisa, u otro objeto. Basándose en la información sobre el diseño del objeto, se pueden poner juntas las imágenes para coincidir con las dimensiones del objeto conocido y, basándose en la información sobre la frecuencia a la que son tomadas las imágenes, es posible estimar la velocidad de la herramienta de exploración 1. La herramienta de exploración también puede comprender una herramienta de posicionamiento para determinar la posición de cada imagen. Si se detecta una fuga, una herramienta de funcionamiento puede de este modo, a continuación, sumergirse en la posición exacta para sellar la fuga.
- 15 Las imágenes pueden ser recibidas y al menos parcialmente procesadas por el dispositivo de recepción a una velocidad de 10-200 imágenes por segundo, preferiblemente 20-100 imágenes por segundo, e incluso más preferiblemente 20-50 imágenes por segundo. Cuando se recibe una imagen, se convierte en datos, tales como señales electrónicas. Estos datos se comparan con los datos de la imagen previamente tomada y solo se comunican las diferencias entre los datos a la parte superior del pozo o por encima de la superficie para reducir la cantidad total de datos. Cuando la cantidad de datos se reduce de este modo, se puede crear rápidamente una imagen en una pantalla de ordenador personal, favoreciendo que el operador prosiga la investigación tal como se venía realizando.
- 20 Los datos pueden también comprimirse de maneras convencionales antes de ser enviados a la parte superior del pozo o por encima de la superficie. También se pueden descargar en una memoria intermedia, tal como una memoria de datos. Si no se detecta ningún cambio, la herramienta de exploración 1 puede entonces transmitir una señal a la parte superior del pozo de que no hay ningún cambio.
- 25 El espejo 8 puede tener cualquier forma apropiada, tal como forma piramidal, semiesférica o similar.
- 30 El dispositivo de emisión 2 emite radiación electromagnética a una frecuencia de $10^{11} - 10^{19}$ Hz, tal como rayos X, UV, luz visible y luz infrarroja. El dispositivo de emisión 2 puede de este modo ser un láser u otro dispositivo de radiación.
- 35 Cuando el fluido de pozo que la radiación de la herramienta de exploración 1 tiene que penetrar es agua o gas, es suficiente luz con una frecuencia de 750 nm. Sin embargo, cuando el fluido es principalmente petróleo, la radiación emitida podría ser otro tipo de radiación, tal como una radiación más cercana al área infrarroja o más cerca de la radiación ultravioleta.
- 40 El dispositivo de recepción 5 puede ser una cámara o un sensor de imagen que convierte una imagen/modelo óptico en una señal eléctrica.
- La herramienta 1 puede también comprender una unidad de accionamiento para desplazar al menos las lentes y el dispositivo de recepción a lo largo del eje longitudinal de la herramienta para llevar a cabo una segunda medición a una distancia de la primera medición. El objeto es de este modo explorar emitiendo posteriores modelos a una distancia de del modelo emitido anteriormente, proporcionando una secuencia de mediciones por repetición.
- 45 La unidad de accionamiento puede ser una unidad de transporte dispuesta en el interior de la herramienta 1, de manera que solo la lente 3 y el dispositivo de recepción 5 se desplazan respecto de la herramienta a lo largo de su eje longitudinal.
- 50 Por fluido o fluido de pozo se entiende cualquier tipo de fluido que puede estar presente en pozos de petróleo o gas, tal como gas natural, petróleo, lodo de petróleo, petróleo crudo, agua, etc. Por gas se entiende cualquier clase de composición de gas presente en un pozo, completación, o agujero abierto, y por petróleo se entiende cualquier clase de composición de petróleo, tal como petróleo crudo y fluido que contiene petróleo, etc. El gas, petróleo y fluidos de agua pueden de este modo comprender todos elementos o sustancias distintos del gas, petróleo, y/o agua respectivamente.
- 55 Por entubado se entiende cualquier tipo de tubo, tubería, elemento tubular, revestimiento, sarta, etc. usada en fondo de pozo respecto de la producción de petróleo o gas natural.
- En el caso de que las herramientas no sean sumergibles del todo dentro del entubado, se puede usar un tractor de fondo de pozo para empujar las herramientas hasta conseguir la posición en el pozo. Un tractor de fondo de pozo es cualquier tipo de herramienta de accionamiento capaz de empujar o tirar de herramientas en un fondo de pozo, tal como un Well Tractor®.

Aunque la invención se ha descrito anteriormente con relación a realizaciones preferidas de la invención, será evidente para el experto en la técnica que se pueden concebir varias modificaciones sin apartarse de la invención como se define mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Una herramienta de exploración (1) para explorar un fondo de pozo de objeto, que tiene un eje longitudinal y que está **caracterizada porque** la herramienta comprende:

- 5 - un dispositivo de emisión (2) para emitir radiación electromagnética con una frecuencia de $10^{11} - 10^{19}$ Hz,
- una lente (3) para transmitir la radiación electromagnética en un modelo predeterminado (4) de radiación, y
- un dispositivo de recepción (5) para recibir radiación electromagnética,

en la que, en una primera posición de la herramienta, el modelo de radiación se refleja sobre el objeto (6) a explorar y la radiación electromagnética reflejada es recibida en el dispositivo de recepción dando como resultado una primera medición.

10 2.- Una herramienta de exploración según la reivindicación 1, en la que se lleva a cabo una segunda medición en una segunda posición de la herramienta.

3.- Una herramienta de exploración según la reivindicación 1 o 2, en la que el dispositivo de emisión es un láser.

15 4.- Una herramienta de exploración según la reivindicación 1, que comprende, además, una unidad de accionamiento para desplazar al menos la lente y el dispositivo de recepción a lo largo del eje longitudinal y llevar a cabo una segunda medición a una distancia de la primera medición y de este modo explora el objeto emitiendo el modelo a una distancia del modelo emitido anterior, y de este modo por repetición proporcionar una secuencia de mediciones.

5.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el modelo es una línea.

20 6.- Una herramienta de exploración según la reivindicación 4 o 5, en la que la unidad de accionamiento es una unidad de transporte dispuesta en el interior de la herramienta.

7.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en la que la unidad de accionamiento desplaza al menos la lente y el dispositivo de recepción al menos 0,1 mm entre la primera y la segunda medición.

25 8.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la lente es una lente cilíndrica plano-convexa.

9.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de recepción es un dispositivo de grabación.

30 10.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de emisión emite la radiación electromagnética en una dirección transversal al eje longitudinal.

11.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un dispositivo de espejo (8) para reflejar el modelo reflejado por el objeto antes de ser recibido en el dispositivo de recepción.

12.- Una herramienta de exploración según la reivindicación 11, en la que el espejo es cónico.

35 13.- Una herramienta de exploración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se lleva a cabo una medición a una velocidad de 1 a 200 mediciones por segundo, preferiblemente a una velocidad de 5 a 100 mediciones por segundo y más preferiblemente a una velocidad de 10 a 50 mediciones por segundo.

14.- Un sistema para crear una imagen de la condición en el interior de un pozo, que comprende:

- 40 - una herramienta de exploración (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y
- una unidad de cálculo

15.- Un procedimiento que comprende las etapas de:

- insertar una herramienta de exploración (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dentro de un pozo,
- 45 - emitir una línea (4) de radiación electromagnética a una frecuencia de $10^{11} - 10^{19}$ Hz,
- detectar la línea reflejada,
- desplazar al menos parte de la herramienta de exploración para iluminar una nueva parte del pozo,
- analizar la línea reflejada, y
- crear una imagen de la línea reflejada analizada para crear una imagen del pozo desde el interior y para identificar la condición del pozo.

50

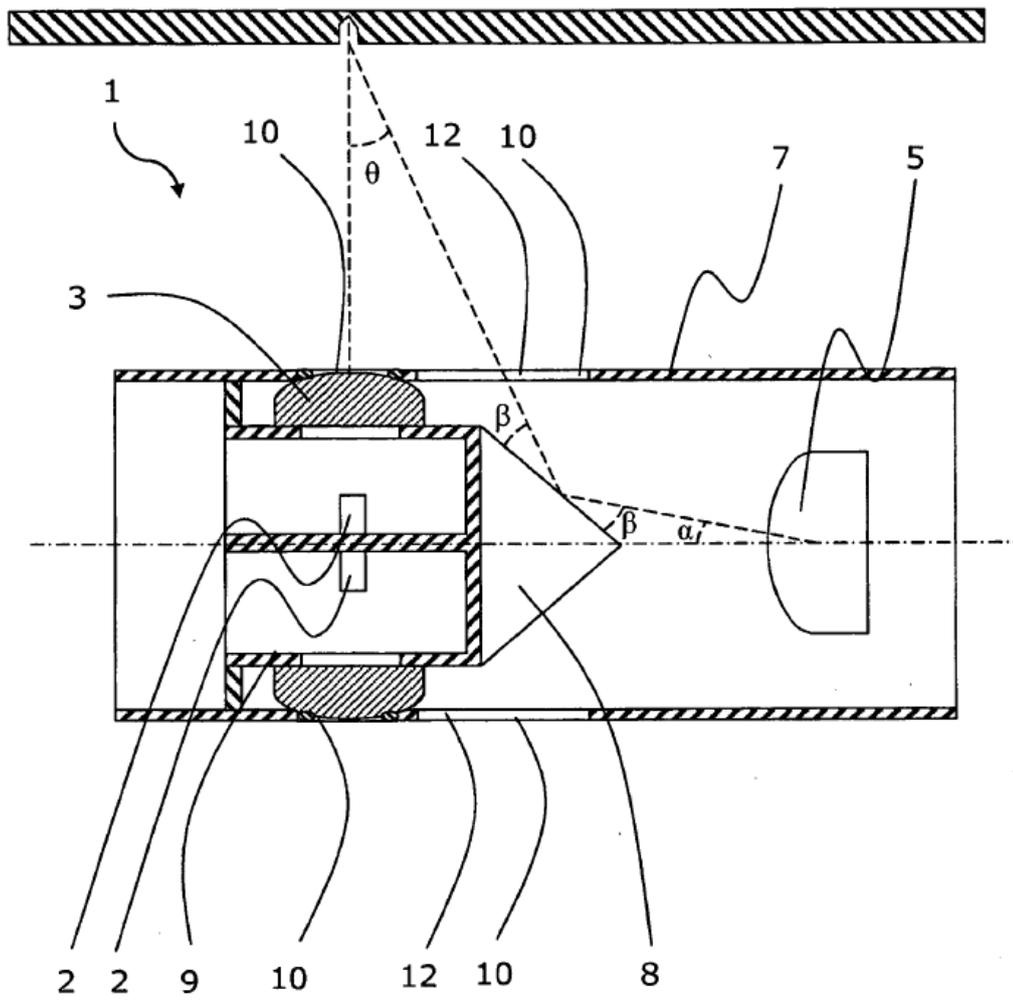


Fig. 1A

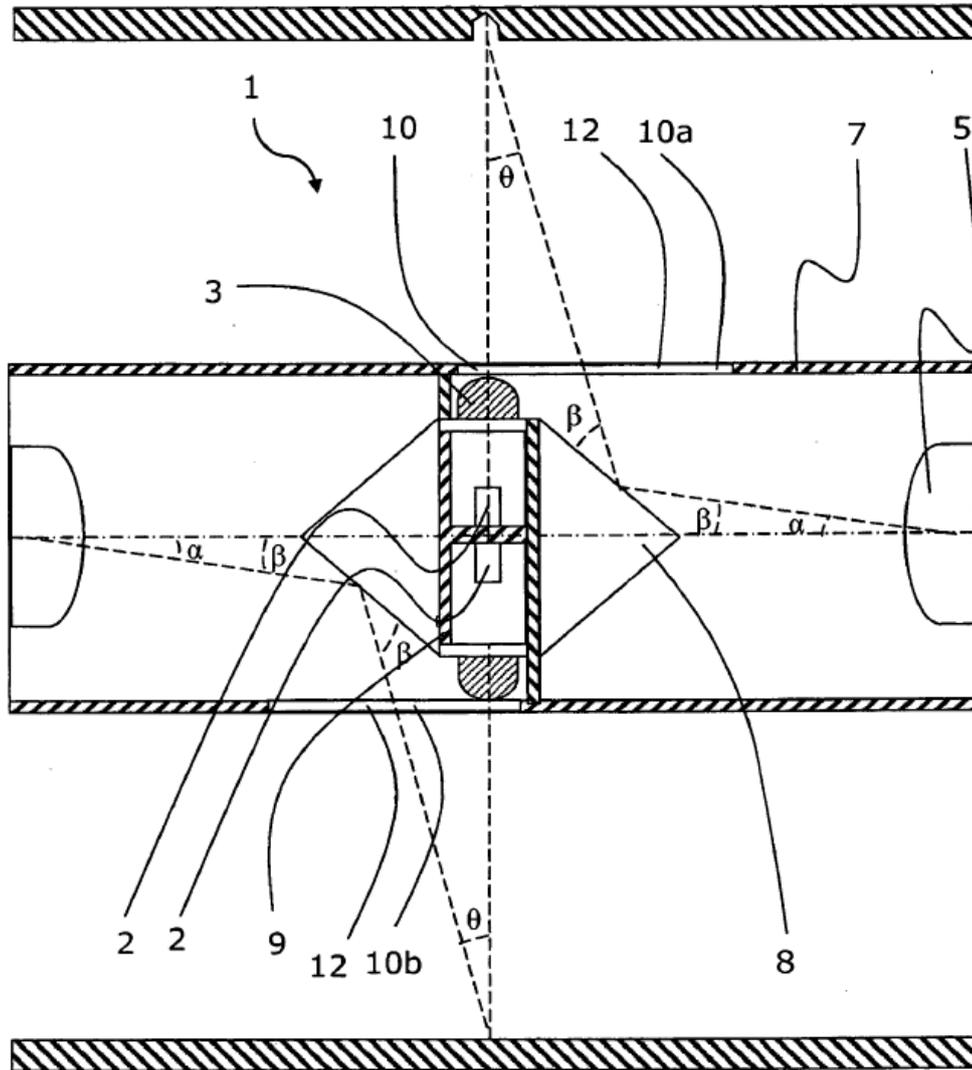


Fig. 1B

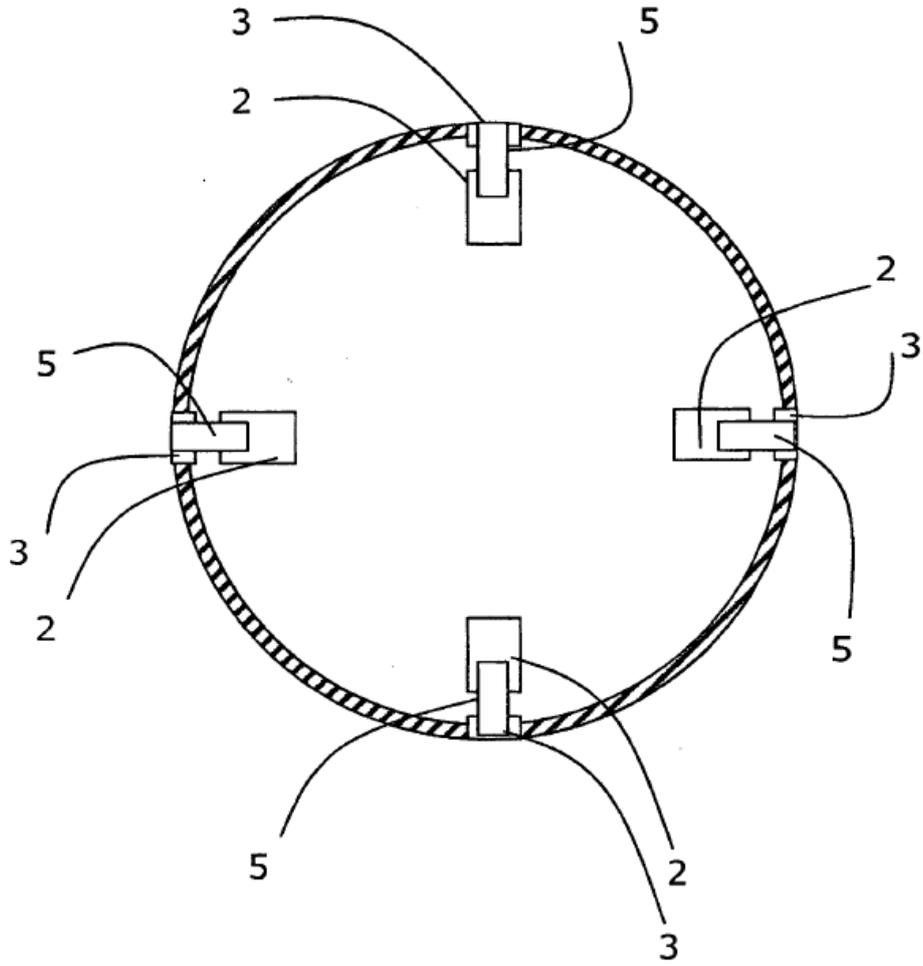


Fig. 2

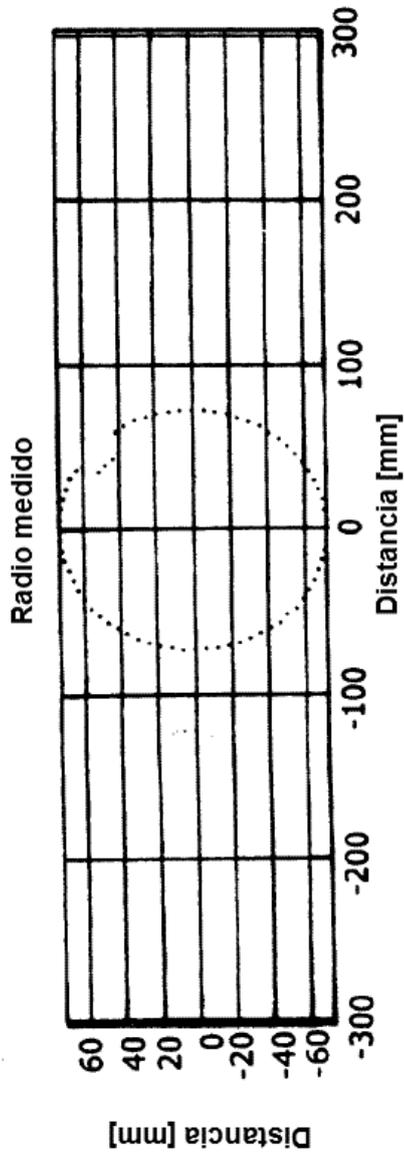


Fig. 3

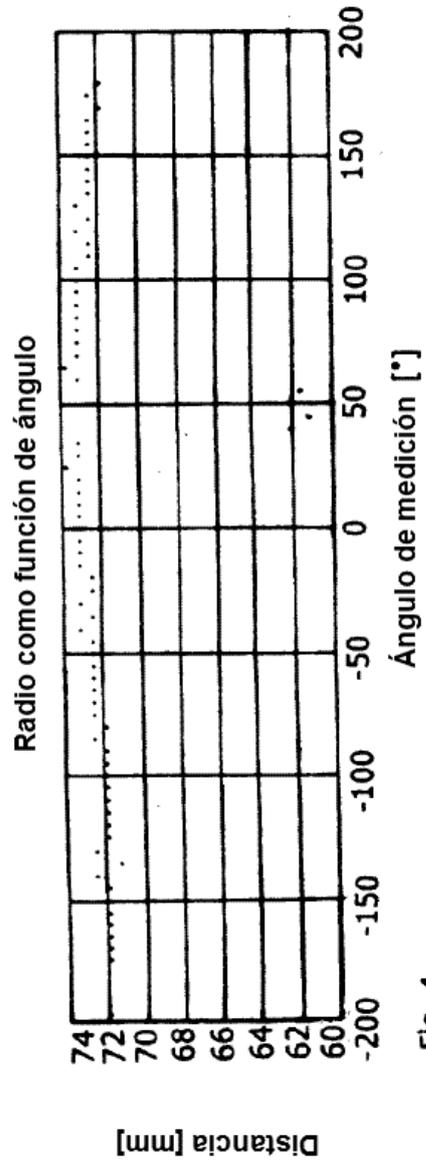


Fig. 4

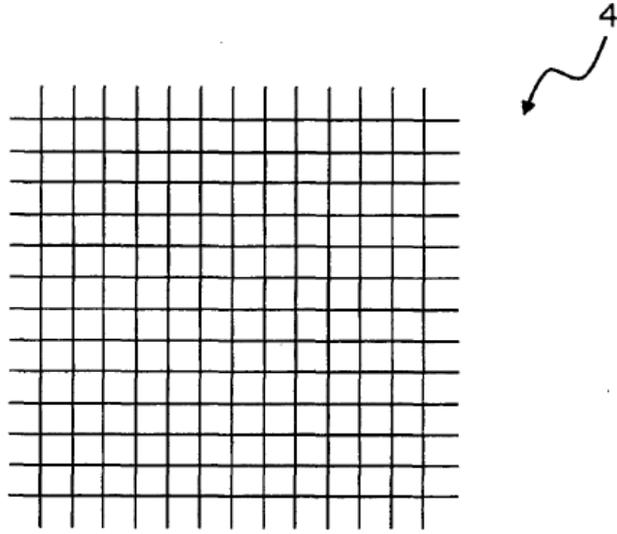


Fig. 5

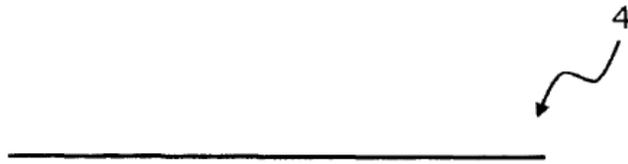


Fig. 6

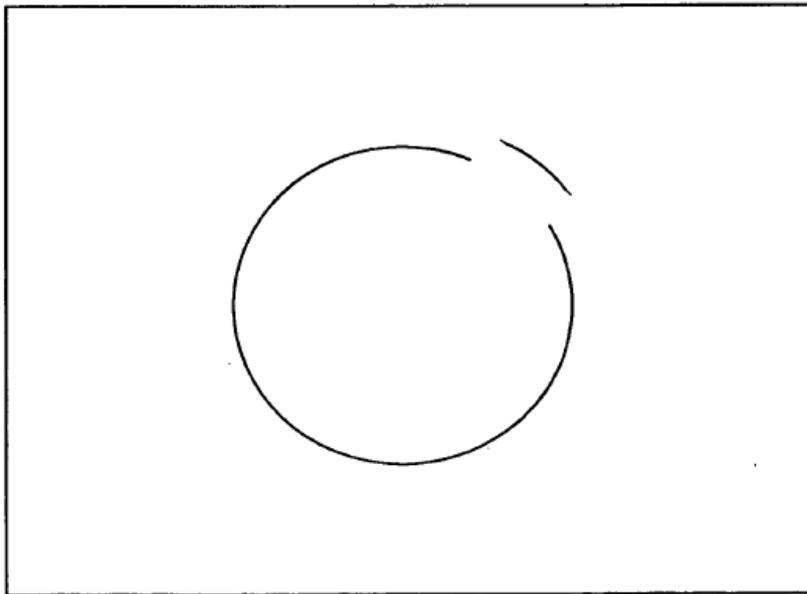


Fig. 7

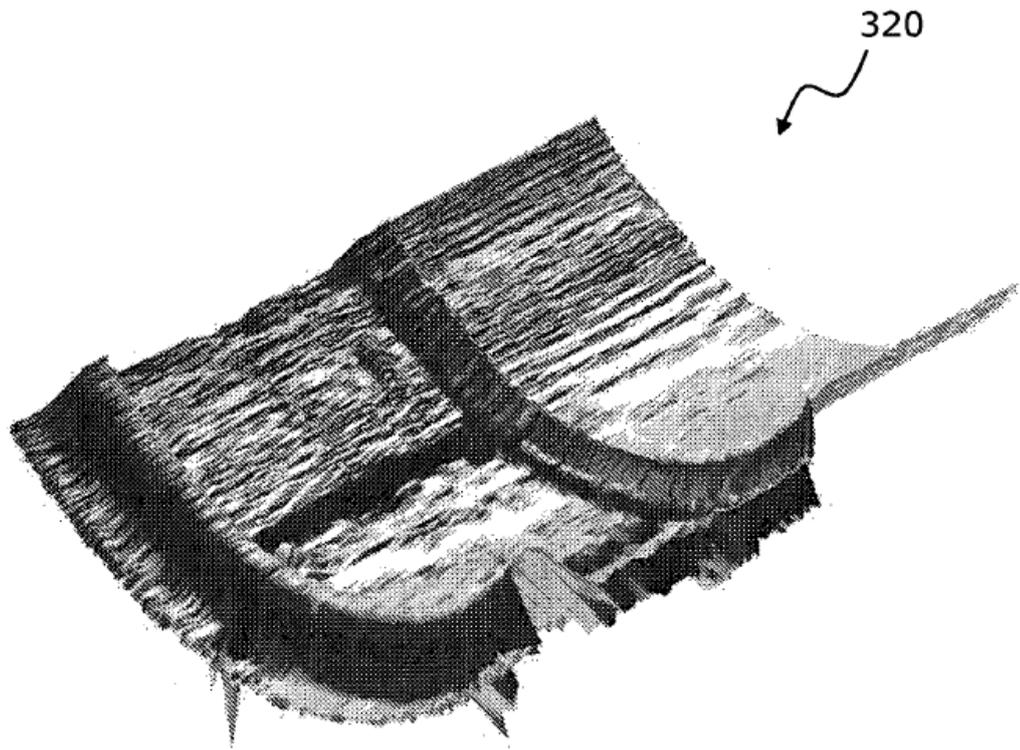


Fig. 7A

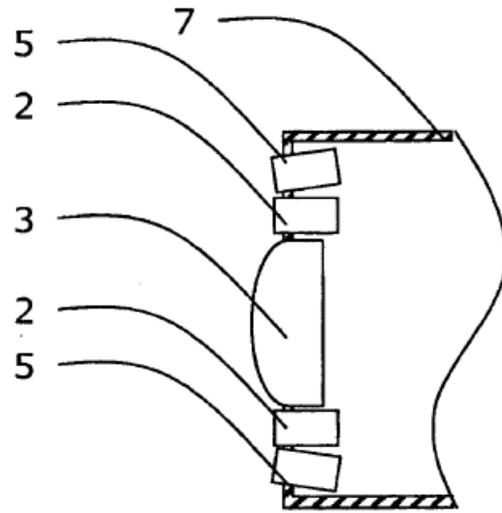


Fig. 8