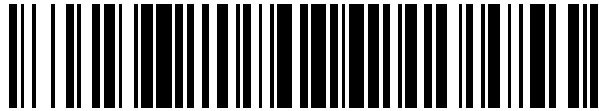


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 903**

51 Int. Cl.:

**E21B 37/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2013** **E 13155953 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016** **EP 2770161**

54 Título: **Desarrollo y rehabilitación de agujeros de perforación, pozos y manantiales mediante un dispositivo de toberas giratorias con toberas ajustables en ángulo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.09.2016**

73 Titular/es:

**EM HOLDING GMBH & CO. KG (100.0%)**  
**Rudolfstrasse 112**  
**82152 Planegg, DE**

72 Inventor/es:

**ETSCHEL, GERHARD y**  
**ETSCHEL, RAINER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 581 903 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

Desarrollo y rehabilitación de agujeros de perforación, pozos y manantiales mediante un dispositivo de toberas giratorias con toberas ajustables en ángulo

### Campo técnico de la invención

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de toberas giratorias para el desarrollo y la rehabilitación de pozos y manantiales. Además, la invención se refiere a la utilización de tal dispositivo de toberas giratorias para el desarrollo y la rehabilitación de pozos. Más aún, la invención se refiere a un método para fabricar tal dispositivo de toberas giratorias.

### Antecedentes de la invención

- 10 Un pozo o manantial, en particular un pozo profundo, comprende una columna de pozo vertical, inclinada u horizontal y un tubo con perforaciones. Entre la columna de pozo y el tubo, se dispone un filtro de grava natural o artificial. El agua presente en el terreno alrededor de la columna de pozo fluye a través de la columna de pozo, el filtro de grava y las perforaciones del tubo hacia adentro del pozo. El agua del pozo puede ser suministrada a una red de suministro de agua.
- 15 El agua que entra a través de la columna de pozo porta partículas y sedimentos y/o agentes químicos y bacteriológicos sólidos. Cuando pasa a través del filtro de grava, el agua es filtrada y las partículas y los sedimentos, etc., se acumulan en el filtro de grava. La película o la capa de sedimento resultante situada en el filtro de grava y en las paredes del tubo y en la pared del agujero de perforación reduce la eficiencia del pozo. Por lo tanto, esta película de sedimentos debe ser retirada.
- 20 Dispositivos conocidos para limpiar pozos comprenden un cuerpo dotado de toberas dispuestas en un plano. El cuerpo es insertado dentro del pozo y se suministra un fluido a alta presión a las toberas. El fluido entra en el área del filtro de grava a través de las perforaciones del tubo. Debido a la alta presión, los sedimentos son retirados del filtro de grava y fluyen hacia adentro del pozo junto con el fluido. Una máquina accionada por motor o de manera eléctrica puede controlar las toberas para que giren alrededor del cuerpo.
- 25 Sin embargo, los dispositivos conocidos pueden tener una disposición complicada. Además, los dispositivos conocidos deben ser ajustados de manera manual a los requerimientos del pozo particular.
- El documento WO 2008/016961 se refiere a un aparato perforador con una columna perforadora y una broca y al menos un cono de hélice de vórtice. Un fluido giratorio es liberado, lo que, por medio de cavitación, libera los residuos adheridos al agujero del pozo.
- 30 El documento WO 99/54590 se refiere a un aparato para limpiar un conducto tubular en un agujero de pozo. El aparato comprende un casquillo que está girando de manera relativa a un mandril. Unos orificios de lavado permiten la liberación del fluido hacia adentro del agujero de pozo.

### Resumen de la invención

- 35 Por lo tanto, puede existir una necesidad para un dispositivo mejorado para el desarrollo y la rehabilitación de pozos y un método correspondiente para fabricar un dispositivo tal, que en particular tenga una eficiencia mejorada y sea menos complejo en comparación con los dispositivos conocidos.
- Esta necesidad puede satisfacerse mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones ventajosas de la presente invención. En el texto que sigue, se explicarán con detalle las posibles características propias y las ventajas del dispositivo.
- 40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo de toberas giratorias para el desarrollo y la rehabilitación de pozos. El dispositivo de toberas giratorias comprende un cuerpo con un eje longitudinal, un primer grupo de toberas y un segundo grupo de toberas. El cuerpo está adaptado para ser insertado dentro de una columna de pozo y para suministrar un medio de rehabilitación a las toberas. Aquí, el primer grupo de toberas está dispuesto a una primera distancia a lo largo del eje longitudinal con respecto al segundo grupo de toberas.
- 45 Al menos una tobera es ajustable de una manera tal que el ángulo entre la tobera y el eje longitudinal es variable.
- En otras palabras, el primer aspecto de la presente invención puede contemplarse como basado en la idea de disponer las toberas en dos planos dispuestos a una distancia a lo largo del eje longitudinal y al mismo tiempo de diseñar las toberas de tal manera que la inclinación de las aberturas de la tobera sea variable. De esta manera, la eficiencia del dispositivo de toberas giratorias mejora debido a que gracias a la disposición de dos grupos de toberas a una distancia uno respecto a otro puede limpiarse un mayor volumen o superficie del pozo durante el mismo período de tiempo. Además, la inclinación de una tobera o preferiblemente de cada tobera es variable. Por lo tanto, el dispositivo de toberas giratorias puede adaptarse a los requerimientos del pozo respectivo sin necesidad de desmontar el dispositivo. En particular, el dispositivo de toberas giratorias puede adaptarse para diferentes tamaños
- 50

de grano del filtro de grava y para diferentes disposiciones, materiales y tamaños de los tubos perforados y no perforados del pozo.

5 Más aún, el carácter variable del ángulo entre la tobera y el eje longitudinal permite que el medio de rehabilitación sea eyectado con un ángulo deseado. Por lo tanto, la dirección de los impulsos de alta presión producidos por el medio de rehabilitación en el agua del pozo puede variarse. Por ejemplo, si se detecta una región con una capa particularmente persistente de sedimentos, ambos grupos de toberas pueden ser orientados hacia esta capa. Más aún, también variando la inclinación de las toberas puede cubrirse un volumen o superficie del pozo mayor o menor durante el mismo período de tiempo. Por lo tanto, el pozo puede limpiarse, desarrollarse o rehabilitarse de manera más rápida y más eficiente.

10 El dispositivo de toberas giratorias puede emplearse para el desarrollo y la rehabilitación de cualquier tipo de pozo. Aquí, un pozo puede ser una fuente de agua, como por ejemplo de aguas subterráneas. El pozo puede estar dispuesto en dirección horizontal o en dirección vertical con respecto al suelo.

15 El medio suministrado a las toberas puede ser un medio de rehabilitación o un medio de desarrollo. Un medio de desarrollo puede ser el mismo medio que el medio de rehabilitación, como por ejemplo agua. Alternativamente, el medio de rehabilitación puede ser diferente del medio de desarrollo.

20 El dispositivo de toberas giratorias comprende un cuerpo, que también puede denominarse cuerpo de montaje. Cuando el cuerpo es insertado dentro de la columna de pozo, el eje longitudinal del cuerpo puede estar situado en dirección paralela al eje longitudinal del pozo. En particular, el cuerpo puede ser insertado dentro del tubo con perforaciones dispuesto en el seno de la columna de pozo. La columna de pozo también puede denominarse agujero de perforación y el tubo también puede denominarse carcasa. La parte perforada del tubo puede denominarse filtro de pozo.

25 El cuerpo puede comprender un conducto de alimentación para dirigir el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo a las toberas. El medio de rehabilitación o el medio de desarrollo pueden ser suministrados con presión a las toberas. Aquí, el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo pueden ser, por ejemplo, un fluido tal como agua o alternativamente una solución de productos químicos para retirar sedimentos y para romper incrustaciones de agentes químicos y bacteriológicos. El medio de rehabilitación o el medio de desarrollo pueden ser suministrados desde una fuente de medio situada fuera del pozo. De manera alternativa, el medio de regeneración o el medio de desarrollo pueden ser agua bombeada desde el pozo por encima del área de trabajo del dispositivo de toberas giratorias.

30 El primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas pueden comprender, cada uno de ellos, al menos dos toberas. En particular, el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas pueden comprender, por ejemplo, el mismo número de toberas o un número de toberas diferente. En este caso, las toberas del primer grupo pueden estar dispuestas en lugares opuestos entre sí. Por ejemplo, formando un ángulo de 180° entre sí alrededor del cuerpo. Si el primer grupo de toberas comprende un número n de toberas, entonces éstas pueden disponerse a una distancia angular de 360°/n una con respecto a otra. Lo mismo se aplica para el segundo grupo de toberas.

35 Las toberas también pueden denominarse toberas de chorro de pulverización o toberas de alta presión. Aquí, cada tobera puede ser una tubería o un tubo de área de sección transversal variable. Una abertura de la tobera por la que se eyecta el medio de desarrollo o el medio de rehabilitación puede tener un diámetro, por ejemplo, comprendido en el intervalo entre 0,1 mm y 3 mm. En particular, el diámetro de la abertura puede ser de 0,5 mm. Las toberas pueden permitir el suministro de un volumen comprendido en el intervalo entre 0,5 y 0,9 litros por minuto. Además, las toberas pueden diseñarse para promover un flujo turbulento y por lo tanto para permitir la creación de impulsos de alta presión por parte del dispositivo de toberas giratorias.

40 Las toberas se utilizan para controlar la dirección, la velocidad y la presión del medio de desarrollo o el medio de rehabilitación. Las toberas del primer grupo de toberas pueden conectarse a un primer cojinete en el cuerpo. Las toberas del segundo grupo de toberas pueden estar conectadas a un segundo cojinete en el cuerpo. El primer cojinete y el segundo cojinete pueden girar alrededor del eje longitudinal del cuerpo. Además, un brazo de tobera puede conectar una tobera al cuerpo o al cojinete. Aquí, el brazo de tobera puede estar conectado al cojinete de manera rígida, mientras que la tobera puede variar su inclinación con respecto al eje longitudinal.

45 El primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas pueden girar alrededor del eje longitudinal a una velocidad de rotación de hasta 10.000 revoluciones por minuto. El primer grupo de toberas, es decir, el primer cojinete, está montado en el cuerpo en un primer nivel o a una primera altura del cuerpo. El segundo grupo de toberas, es decir, el segundo cojinete, está montado en el cuerpo en un segundo nivel o a una segunda altura del cuerpo. Por lo tanto, el primer grupo y el segundo grupo de toberas están separados entre sí por una primera distancia. La primera distancia puede ser variable y, por ejemplo, puede variar en el intervalo comprendido entre 5 cm y 20 cm.

50 Al menos una de las toberas y preferiblemente todas las toberas están montadas en el cuerpo, en el cojinete o en el brazo de tobera de una manera tal que el ángulo entre la abertura de la tobera y el eje longitudinal del cuerpo es variable. En otras palabras, el ángulo entre un plano perpendicular al eje longitudinal y el chorro de medio de desarrollo o medio de rehabilitación es variable. En particular, el ángulo es variable de manera continua, es decir, sin

discontinuidades de paso.

El primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas están dispuestos en un espacio de trabajo en el cuerpo. El espacio de trabajo está definido entre dos elementos de sellado que pueden, por ejemplo, inflarse cuando el cuerpo es insertado dentro del pozo y los grupos de toberas se llevan hasta la posición requerida.

5 De acuerdo con una realización de la invención, el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas están montados en el cuerpo de una manera tal que giran en sentidos opuestos. Por ejemplo, el primer grupo de toberas puede girar alrededor del cuerpo en el sentido de las agujas del reloj, mientras que el segundo grupo de toberas puede girar alrededor del cuerpo en sentido contrario a las agujas del reloj (o viceversa). De esta manera, el par de torsión que actúa en el cuerpo se reduce o incluso desaparece incluso para velocidades de rotación de hasta 10.000  
10 revoluciones por minuto. Aquí, la velocidad de rotación puede depender del diámetro del pozo o del diámetro del tubo. Cuanto mayor sea el diámetro, menor será la velocidad de rotación debido a las pérdidas por fricción. El caudal de suministro del medio de rehabilitación o el medio de desarrollo es independiente del número de toberas presentes en el dispositivo de toberas giratorias. Cuanto mayor sea la presión, mayor será el caudal de suministro y por lo tanto mayor será la velocidad de rotación.

15 De acuerdo con una realización adicional de la invención, el giro de las toberas es accionado por el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo suministrado a las toberas. Es decir, las toberas están dispuestas y orientadas en el cuerpo de una manera tal que las toberas empiezan a girar tan pronto como el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo es suministrado a las toberas a una cierta presión. Esto puede, por ejemplo, ser debido a un efecto de retroceso. Por ejemplo, el efecto de retroceso puede ocurrir si las toberas forman con el tubo un ángulo  
20 diferente de 90°. El giro de las toberas puede ser provocado y accionado sólo por el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo.

El uso del fluido de desarrollo o el fluido de rehabilitación suministrado a las toberas como una fuerza de accionamiento puede hacer prescindible la máquina accionada por motor o de manera eléctrica y por lo tanto puede simplificar el diseño del dispositivo de toberas giratorias. Además, puede ayudar a reducir el consumo de energía.

25 De acuerdo con una realización adicional de la invención, al menos una tobera es ajustable de una manera tal que la orientación de la tobera en un plano perpendicular al eje longitudinal del cuerpo es variable. En otras palabras, además de la ajustabilidad de la tobera en una dirección vertical, la tobera también es ajustable en una dirección horizontal. Por lo tanto, la orientación de la tobera puede ser ajustable en tres dimensiones. La ajustabilidad de la orientación de la tobera en el plano perpendicular al eje longitudinal puede mejorar el giro de las toberas producido  
30 por el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, el dispositivo de toberas giratorias está adaptado para desarrollar y/o rehabilitar pozos proporcionando impulsos de alta presión a través del medio de rehabilitación o el medio de desarrollo dentro del pozo que va a ser desarrollado y/o rehabilitado. Los impulsos de alta presión también pueden denominarse ondas de presión pulsantes. Los impulsos de alta presión se proporcionan al agua del pozo a  
35 través de toberas y se propagan a través de las perforaciones en el tubo hasta dentro del filtro de grava y más allá hacia adentro del acuífero y posiblemente hacia adentro de la masa de rocas circundante. Más aún, el dispositivo de toberas giratorias está adaptado para desarrollar y rehabilitar pozos incluso en áreas en las que no están presentes perforaciones en el tubo del pozo. Esto resulta posible gracias a que los impulsos de alta presión también pueden propagarse a través del tubo sin perforaciones.

40 Los impulsos de alta presión hacen que los sedimentos y las partículas se separen de la pared del tubo, del filtro de grava y de la pared de la columna de pozo. Los impulsos de alta presión también pueden provocar cavitación, lo que resultaría útil para destruir las bacterias producidas por los asentamientos. La presión con la cual se proporcionan los impulsos de alta presión puede depender del tamaño de las salidas de la tobera y de la longitud de la manguera de alta presión. Por ejemplo, la presión puede tener un valor aproximado o ser mayor que 270 bar en las toberas  
45 para crear impulsos de alta presión.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, se dispone una junta entre el cuerpo y al menos una de las toberas. Preferiblemente, se dispone una junta entre cada una de las toberas y el cuerpo, respectivamente. La junta hace posible ajustar la orientación y/o la inclinación de las toberas. La junta puede disponerse entre una tobera y un brazo de tobera. De manera alternativa, la tobera puede estar conectada de manera rígida al brazo de tobera y  
50 la junta puede estar dispuesta entre el cuerpo y el brazo de tobera.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, la junta es una junta de rótula. La junta de rótula también puede denominarse conexión de rótula. Una junta de rótula puede permitir el ajuste de la orientación de una tobera en tres dimensiones.

55 De acuerdo con una realización adicional de la invención, el dispositivo de toberas giratorias comprende adicionalmente un brazo de tobera que está dispuesto entre el cuerpo y al menos una de las toberas. Aquí, la junta está dispuesta entre el cuerpo y el brazo de tobera. De manera alternativa, el brazo de tobera está dispuesto entre el cuerpo y la junta. Pueden utilizarse diferentes longitudes de brazos de tobera para diferentes pozos dependiendo, por ejemplo, del diámetro del pozo. En una realización preferida, el dispositivo de toberas giratorias comprende

cuatro toberas y cuatro brazos de tobera. Por ejemplo, el primer grupo de toberas comprende dos toberas conectadas, cada una de ellas, a un brazo de tobera. El segundo grupo de toberas también puede comprender dos toberas conectadas, cada una de ellas, a un brazo de tobera. La longitud del brazo de tobera puede seleccionarse de una manera tal que un giro de la tobera esté provocado por el medio de rehabilitación o el medio de desarrollo.  
 5 Por ejemplo, la longitud del brazo de tobera puede elegirse de tal manera que las toberas estén separadas de la pared del tubo del pozo por una distancia comprendida en el intervalo entre 20 y 30 mm.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas están diseñados de una manera tal que proporcionan una presión negativa durante el giro alrededor de sus curvas de rotación respectivas. En particular, la presión negativa puede ser proporcionada por el movimiento de giro de las toberas. La presión negativa puede utilizarse de manera ventajosa para extraer hacia adentro del pozo los sedimentos y las partículas retiradas del tubo perforado o no perforado, el filtro de grava y la pared de la columna del pozo.  
 10

Adicionalmente, puede disponerse una bomba por encima de las toberas, es decir, por encima de una región de trabajo del dispositivo de toberas giratorias. La bomba puede extraer las partículas y los sedimentos retirados y disueltos del área de trabajo mediante succión.  
 15

De acuerdo con una realización adicional de la invención, el primer grupo de toberas comprende una primera tobera y una segunda tobera y el segundo grupo de toberas comprende una tercera tobera y una cuarta tobera. Aquí, la primera tobera está montada en el cuerpo en un lugar opuesto al de la segunda tobera en un primer plano perpendicular al eje longitudinal y la tercera tobera está montada en el cuerpo en un lugar opuesto al de la cuarta tobera en un segundo plano perpendicular al eje longitudinal.  
 20

En otras palabras, de acuerdo con esta realización el dispositivo de toberas giratorias comprende dos pares de toberas. El primer par está situado en un primer plano, por ejemplo en un primer cojinete. La primera tobera está ubicada en un lugar opuesto, es decir, a 180° de distancia angular con respecto a la segunda tobera. El segundo par de toberas está situado en un segundo plano, por ejemplo en un segundo cojinete. La tercera tobera está ubicada a 180° de distancia angular con respecto a la cuarta tobera.  
 25

Tal como se mencionó anteriormente, pueden incluirse toberas adicionales en el primer grupo y en el segundo grupo de toberas. Cuantas más toberas se incluyan en el primer grupo y en el segundo grupo de toberas, más eficiente será el accionamiento de las toberas por parte del medio de rehabilitación o el medio de desarrollo.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, la primera distancia entre el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas es variable. La primera distancia puede variarse de manera continua. Esto puede ayudar más aún a adaptar el dispositivo de toberas giratorias a los requerimientos del pozo respectivo.  
 30

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se presenta el uso de un dispositivo de toberas giratorias para el desarrollo y rehabilitación de pozos tal como el que se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se presenta un método para fabricar un dispositivo de toberas giratorias tal como el que se ha descrito anteriormente. El método comprende los siguientes pasos: dotar a un cuerpo de un eje longitudinal, de manera que el cuerpo esté adaptado para ser insertado dentro de una columna de pozo y para suministrar un medio de rehabilitación o un medio de desarrollo a las toberas; disponer un primer grupo de toberas en el cuerpo; disponer un segundo grupo de toberas en el cuerpo a una primera distancia a lo largo del eje longitudinal con respecto al segundo grupo de toberas; montar al menos una de las toberas en el cuerpo de una manera tal que un ángulo entre la tobera y el eje longitudinal sea variable.  
 35  
 40

Debe apreciarse que las realizaciones de la invención se describen con referencia a diferentes materias. En particular, algunas realizaciones se describen con referencia a reivindicaciones de tipo método mientras que otras realizaciones se describen con referencia a reivindicaciones de tipo aparato. Sin embargo, una persona experta en la técnica deducirá de lo explicado anteriormente y de la descripción que sigue que, a no ser que se especifique de otro modo, adicionalmente a cualquier combinación entre características propias que pertenecen a un tipo de materia también se considera como descrita en esta solicitud cualquier combinación entre características propias relacionadas con las diferentes materias, en particular combinaciones entre características propias de las reivindicaciones de tipo aparato y características propias de las reivindicaciones de tipo método. La invención se describirá con mayor detalle a partir de éste punto haciendo referencia a ejemplos de realizaciones a los que sin embargo la invención no está limitada.  
 45  
 50

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una sección transversal de un pozo con un dispositivo de toberas giratorias de acuerdo con una realización de la invención insertado dentro del pozo.

La Figura 2 muestra una sección transversal de un dispositivo de toberas giratorias de acuerdo con una realización de la invención.  
 55

La Figura 3 muestra diferentes vistas de un cojinete para el dispositivo de toberas giratorias de acuerdo con una realización de la invención.

La ilustración de los dibujos es solamente esquemática. Debe apreciarse que en diferentes figuras se hace referencia a elementos similares o idénticos mediante los mismos números de referencia.

**5 Descripción detallada de realizaciones de la invención**

En la Figura 1, se muestra un pozo 3 con un dispositivo 1 de toberas giratorias insertado dentro del pozo 3. El pozo 3 comprende una columna 37 de pozo y un tubo 39 con perforaciones 41. Después de que se haya perforado la columna 37 de pozo, se inserta el tubo 39 dentro de la columna 37 de pozo y el espacio entre la columna 37 de pozo y la pared externa del tubo 39 se llena con un filtro 43 de grava. El filtro 43 de grava puede estar constituido por grava natural o por grava artificial. De manera adicional o de manera alternativa, el espacio puede llenarse con perlas de vidrio.

El agua subterránea fluye desde el terreno hacia adentro de la columna 37 de pozo. En la columna 37 de pozo, el agua es filtrada por el filtro 43 de grava de tal manera que los sedimentos y las partículas permanecen parcialmente en la capa del filtro 43 de grava. A continuación, el agua filtrada fluye a través de las perforaciones 41 en el tubo 39.

Para retirar la capa de sedimentos y partículas del filtro 43 de grava y de las paredes del tubo 39 y del agujero de perforación, generada durante la construcción o el funcionamiento del pozo, se proporciona el dispositivo 1 de toberas giratorias de acuerdo con la invención. El dispositivo 1 de toberas giratorias puede ser insertado dentro del pozo 3 de una manera tal que un eje longitudinal del dispositivo 1 de toberas giratorias queda situado en dirección paralela a un eje longitudinal del tubo 39 o del pozo 3.

El dispositivo 1 de toberas giratorias comprende un cuerpo 5 con un eje 7 longitudinal. Más aún, comprende un primer grupo 9 de toberas y un segundo grupo 11 de toberas. Cuando se inserta dentro de la columna 37 de pozo, el cuerpo 5 suministra un medio 13 de regeneración a las toberas 23, 25, 27, 29 a través de un conducto. El suministro del medio de rehabilitación o del medio 13 de desarrollo puede controlarse mediante un dispositivo 35 de control. Más aún, el medio de rehabilitación o el medio 13 desarrollo puede ser agua de un pozo o de otra fuente y/o una solución con productos químicos para disolver los sedimentos y las partículas del filtro 43 de grava. El medio de rehabilitación o el medio 13 desarrollo puede suministrarse a las toberas en forma de pulsos de alta presión que se propagan a través del agua en el pozo 3 hasta el filtro 43 de grava. La cantidad de medio de rehabilitación o de medio de desarrollo y la presión y la frecuencia de los pulsos de alta presión puede controlarse mediante el dispositivo 35 de control. La dirección de propagación de los pulsos de alta presión, que también pueden denominarse ondas de choque, depende de la inclinación y la orientación de las toberas 23, 25, 27, 29.

El primer grupo 9 de toberas está dispuesto a una primera distancia 15 a lo largo del eje 7 longitudinal con respecto al segundo grupo 11 de toberas. La primera distancia puede ser variable para adaptar el dispositivo de toberas giratorias a los diferentes requerimientos de diferentes pozos 3. En la realización mostrada, las toberas 23, 25, 27, 29 son ajustables de una manera tal que el ángulo  $\alpha$  entre la tobera 23, 25, 27, 29 y el eje 7 longitudinal es variable. El ángulo  $\alpha$  puede denominarse ángulo vertical y puede ser variado de manera continua.

El primer grupo 9 de toberas y el segundo grupo 11 de toberas están diseñados para girar en sentidos opuestos. Tal como se muestra mediante las flechas en la Figura 1, el primer grupo 9 de toberas gira en el sentido de las agujas del reloj alrededor del eje 7 longitudinal, mientras que el segundo grupo 11 de toberas gira en el sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del eje 7 longitudinal.

El giro de los grupos 9, 11 de toberas está provocado o accionado por el medio de rehabilitación o el medio 13 de desarrollo suministrado a alta presión a las toberas 23, 25, 27, 29. Debido a la rotación en sentido contrario respectivo de los grupos 9, 11 de toberas, se reduce o desaparece un par de torsión que actúa sobre los componentes del dispositivo 1 de toberas giratorias.

Las toberas 23, 25, 27, 29 pueden estar montadas en el cuerpo 5 de una manera tal que al menos una y preferiblemente cada una de las toberas 23, 25, 27, 29 tenga una orientación variable en un plano 17 perpendicular al eje 7 longitudinal del cuerpo 5. Es decir, el ángulo horizontal de las toberas 23, 25, 27, 29 puede variarse. En la Figura 1, se muestra el plano 17 por debajo de las toberas 23, 25, 27, 29. Junto con el carácter variable del ángulo  $\alpha$  vertical, la orientación de las toberas 23, 25, 27, 29 puede variarse en tres dimensiones. En particular, las toberas 23, 25, 27, 29 pueden estar dispuestas con cualquier ángulo y orientación en el cuerpo 5 siempre que se mantenga un efecto de retroceso por parte del medio 13 de regeneración eyectado por las toberas 23, 25, 27, 29. La orientación de las toberas 23, 25, 27, 29 puede controlarse mediante el dispositivo 35 de control o de manera alternativa puede controlarse manualmente.

La eficiencia del dispositivo 1 de toberas giratorias mejora debido a la disposición de dos grupos 9, 11 de toberas a una primera distancia 15 uno de otro. Esta distancia 15 posibilita la limpieza de un mayor volumen del pozo 3 durante un período de tiempo corto. Más aún, debido al carácter variable de la inclinación de las toberas 23, 25, 27, 29, el dispositivo 1 de toberas giratorias puede adaptarse a los requerimientos del pozo 3 respectivo sin necesidad de desarmar el dispositivo 1.

En particular, el dispositivo 1 de toberas giratorias puede estar adaptado para diferentes tamaños de grano del filtro 43 de grava y para diferentes disposiciones y tamaños de los tubos 39. De esta manera, la eficiencia del dispositivo 1 de toberas giratorias puede mejorar en un factor de 10 en comparación con dispositivos conocidos. La separación y la retirada de sedimentos, y en particular de sedimentos de bio-películas, ocre de hierro, manganeso, y/o fango y arena, puede llevarse a cabo de manera más eficiente con el dispositivo 1 de toberas giratorias de acuerdo con la invención. Más aún, el proceso de desarrollar nuevos pozos 3 o de rehabilitar pozos 3 existentes puede ser más eficiente debido a que con el dispositivo 1 de toberas giratorias pueden retirarse mayores cantidades de arena y residuos de perforación en un tiempo menor. Esto es debido al hecho de que la primera distancia 15 entre los grupos 9, 11 de toberas y el ángulo de impacto de los pulsos de alta presión en el tubo 39 y en el filtro 43 de grava pueden variarse y adaptarse tal como resulte necesario.

La posibilidad de variar la inclinación y la orientación de las toberas 23, 25, 27, 29 puede ser proporcionada por una junta 19. La junta puede estar diseñada como una junta de rótula y puede estar dispuesta entre el cuerpo 5 y los brazos 21 de tobera en los cuales están fijadas de manera rígida las toberas 23, 25, 27, 29 tal como se muestra en la Figura 1. De manera alternativa, la junta 19 puede estar dispuesta entre el brazo 21 de tobera y la tobera 23, 25, 27, 29. No es así como se muestra en las Figuras.

Más aún, los cojinetes 31, 33 están dispuestos entre los brazos 21 de tobera y el cuerpo 5. Los cojinetes 31, 33 están adaptados para girar alrededor del eje 7 longitudinal. Los brazos 21 de tobera pueden estar montados directamente en los cojinetes 31, 33 o a través de las juntas 19 tal como se mencionó anteriormente. Aquí, la primera tobera 23 y la segunda tobera 25 están montadas en un primer cojinete 31 en lados opuestos, es decir, a una distancia angular de 180° entre sí. Más aún, la tercera tobera 27 y la cuarta tobera 29 están montadas en el segundo cojinete 33 en lados opuestos.

El dispositivo 1 de toberas giratorias puede comprender adicionalmente al menos un centralizador 45. En la realización mostrada en la Figura 1, dos centralizadores 45 están dispuestos en la vecindad de las toberas 25. En particular, un primer centralizador 45 está ubicado por encima del primer cojinete 31 y un segundo centralizador 45 está ubicado por debajo del segundo cojinete 33. Los centralizadores 45 pueden estar diseñados por ejemplo como marcos metálicos o como un cuerpo sólido.

Aquí, los centralizadores 45 pueden tener un diámetro que sea ligeramente más pequeño que el diámetro interno del tubo 39 y que sea ligeramente mayor que la máxima extensión de las toberas 23, 25, 27, 29 en un plano 17 perpendicular al eje 7 longitudinal.

Los centralizadores 45 garantizan que las toberas 23, 25, 27, 29 están protegidas evitándose que entren en contacto con el tubo 39. Por lo tanto, los centralizadores 45 cumplen una función protectora. Más aún, las toberas 23, 25, 27, 29 ayudan a mantener siempre la misma distancia entre las toberas 23, 25, 27, 29 y el tubo 39 o filtro de pozo.

La Figura 2 se muestra una realización alternativa del dispositivo 1 de toberas giratorias. En la Figura 2 los brazos 21 de tobera están montados directamente en los cojinetes 31, 33; es decir, sin utilizar juntas 19. El diseño de estos cojinetes se muestra con detalle en la Figura 3.

En la Figura 3, se muestran diferentes vistas en perspectiva de los cojinetes 31, 33. La Figura 3A muestra una vista superior del cojinete 31, 33. La Figura 3B muestra una vista lateral del cojinete 31, 33. La Figura 3C muestra una sección transversal del cojinete 31, 33. Más aún, la Figura 3D muestra una vista en perspectiva del cojinete 31, 33. En las Figuras 3A a 3D puede verse que el cojinete 31, 33 está dotado de una ranura para ajustar la inclinación y la orientación de los brazos 21 de tobera y por lo tanto de las toberas 23, 25, 27, 29.

Debe apreciarse que los términos "comprende", "incluye", etc., no excluyen otros elementos o pasos y que la preposición "un" no excluye una pluralidad. Además, pueden combinarse elementos descritos en relación con diferentes realizaciones. También debería apreciarse que los números de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

**Listado de números de referencia**

	1	dispositivo de toberas giratorias
	3	pozo
	5	cuerpo
5	7	eje longitudinal
	9	primer grupo de toberas
	11	segundo grupo de toberas
	13	medio de rehabilitación o medio desarrollo
	15	primera distancia
10	17	plano perpendicular al eje longitudinal
	19	junta
	21	brazo de tobera
	23	primera tobera
	25	segunda tobera
15	27	tercera tobera
	29	cuarta tobera
	31	primer cojinete
	33	segundo cojinete
	35	dispositivo de control
20	37	columna de pozo
	39	tubo
	41	perforaciones
	43	filtro de grava
	45	centralizadores
25	$\alpha$	ángulo entre la tobera y el eje longitudinal



**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias para el desarrollo o la rehabilitación de pozos (3), donde el dispositivo (1) de toberas giratorias comprende
- un cuerpo (5) con un eje (7) longitudinal;
- 5 un primer grupo (9) de toberas (23, 25);
- un segundo grupo (11) de toberas (27, 29);
- donde el cuerpo (5) está adaptado para ser insertado dentro de un pozo y para suministrar un medio (13) de regeneración a las toberas (23, 25, 27, 29);
- 10 donde el primer grupo (9) de toberas (23, 25) está ubicado a una primera distancia (15) a lo largo del eje (7) longitudinal con respecto al segundo grupo (11) de toberas (27, 29);
- donde al menos una tobera (23, 25, 27, 29) es ajustable de una manera tal que el ángulo entre la tobera (23, 25, 27, 29) y el eje (7) longitudinal es variable,
- donde el primer grupo (9) de toberas (23, 25) comprende una primera tobera (23) y una segunda tobera (25);
- donde el segundo grupo (11) de toberas (27, 29) comprende una tercera tobera (27) y una cuarta tobera (29);
- 15 donde la primera tobera (23) está montada en el cuerpo (5) en un lugar opuesto al de la segunda tobera (25) en un primer plano perpendicular al eje (7) longitudinal;
- donde la tercera tobera (27) está montada en el cuerpo (5) en un lugar opuesto al de la cuarta tobera (29) en un segundo plano perpendicular al eje (7) longitudinal; y
- donde la primera distancia entre el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas es variable.
- 20 2.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según la reivindicación 1, donde el primer grupo (9) de toberas (23, 25) y el segundo grupo (11) de toberas (27, 29) están montados en el cuerpo (5) de una manera tal que giran en sentidos opuestos.
- 3.- Un dispositivo 1 de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, donde un giro de las toberas (23, 25, 27, 29) está accionado por el medio de rehabilitación o el medio (13) de desarrollo suministrado a las toberas.
- 25 4.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde al menos una tobera (23, 25, 27, 29) es ajustable de una manera tal que la orientación de la tobera (23, 25, 27, 29) en un plano (17) perpendicular al eje (7) longitudinal del cuerpo (5) es variable.
- 30 5.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el dispositivo (1) de toberas giratorias está adaptado para desarrollar y/o rehabilitar pozos (3) mediante el suministro de impulsos de alta presión a través del medio de rehabilitación o el medio (13) de desarrollo.
- 6.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde una junta (19) está dispuesta entre el cuerpo (5) y al menos una de las toberas (23, 25, 27, 29).
- 7.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según la reivindicación 6, donde la junta (1) es una junta de rótula.
- 35 8.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, que comprende adicionalmente
- un brazo (21) de tobera que está ubicado entre el cuerpo (5) y al menos una de las toberas (23, 25, 27, 29);
- donde la junta (19) está ubicada entre el cuerpo (5) y el brazo (21) de tobera.
- 40 9.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el primer grupo (9) de toberas (23, 25) y el segundo grupo (11) de toberas (27, 29) están diseñados de una manera tal que proporcionan una presión negativa durante el giro alrededor de sus curvas de rotación respectivas.
- 10.- Un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende adicionalmente
- un dispositivo (25) de control;
- 45 donde el dispositivo (25) de control está adaptado para ajustar el ángulo ( $\alpha$ ) entre la tobera (23, 25, 27, 29) y el eje

(7) longitudinal.

11.- El uso de un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para el desarrollo y la rehabilitación de pozos (3).

5 12.- Un método para fabricar un dispositivo (1) de toberas giratorias según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde el método comprende

Dotar a un cuerpo (5) de un eje (7) longitudinal, donde el cuerpo (5) está adaptado para ser insertado dentro de un pozo y para suministrar un medio de rehabilitación o un medio (13) de desarrollo a las toberas (23, 25, 27, 29);

Disponer un primer grupo (9) de toberas (23, 25) en el cuerpo (5);

10 Disponer un segundo grupo (11) de toberas (27, 29) en el cuerpo (5) a una primera distancia (15) a lo largo del eje (7) longitudinal con respecto al primer grupo (9) de toberas (23, 25);

Montar al menos una de las toberas (23, 25, 27, 29) en el cuerpo (5) de una manera tal que un ángulo ( $\alpha$ ) entre la tobera (23, 25, 27, 29) y el eje (7) longitudinal sea variable;

donde el primer grupo (9) de toberas (23, 25) comprende una primera tobera (23) y una segunda tobera (25);

donde el segundo grupo (11) de toberas (27, 29) comprende una tercera tobera (27) y una cuarta tobera (29);

15 donde la primera tobera (23) está montada en el cuerpo (5) en un lugar opuesto al de la segunda tobera (25) en un primer plano perpendicular al eje (7) longitudinal;

donde la tercera tobera (27) está montada en el cuerpo (5) en un lugar opuesto al de la cuarta tobera (29) en un segundo plano perpendicular al eje (7) longitudinal; y

donde la primera distancia entre el primer grupo de toberas y el segundo grupo de toberas es variable.

20

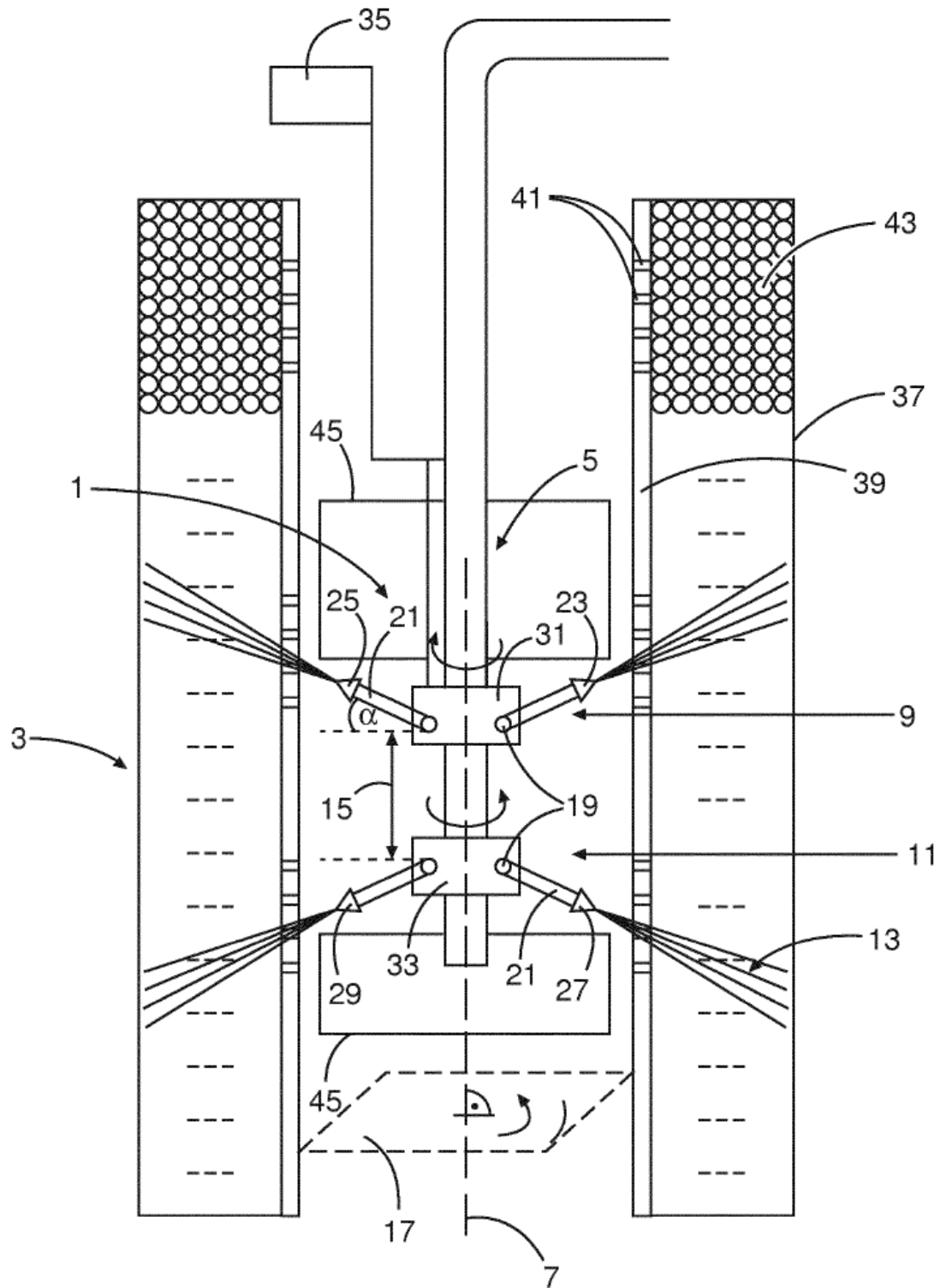
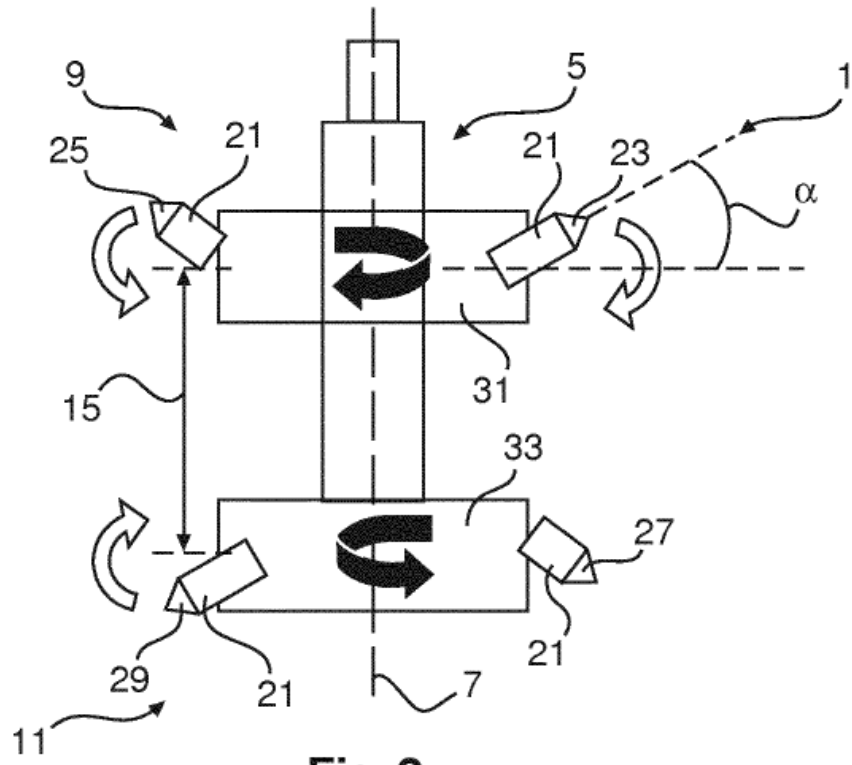
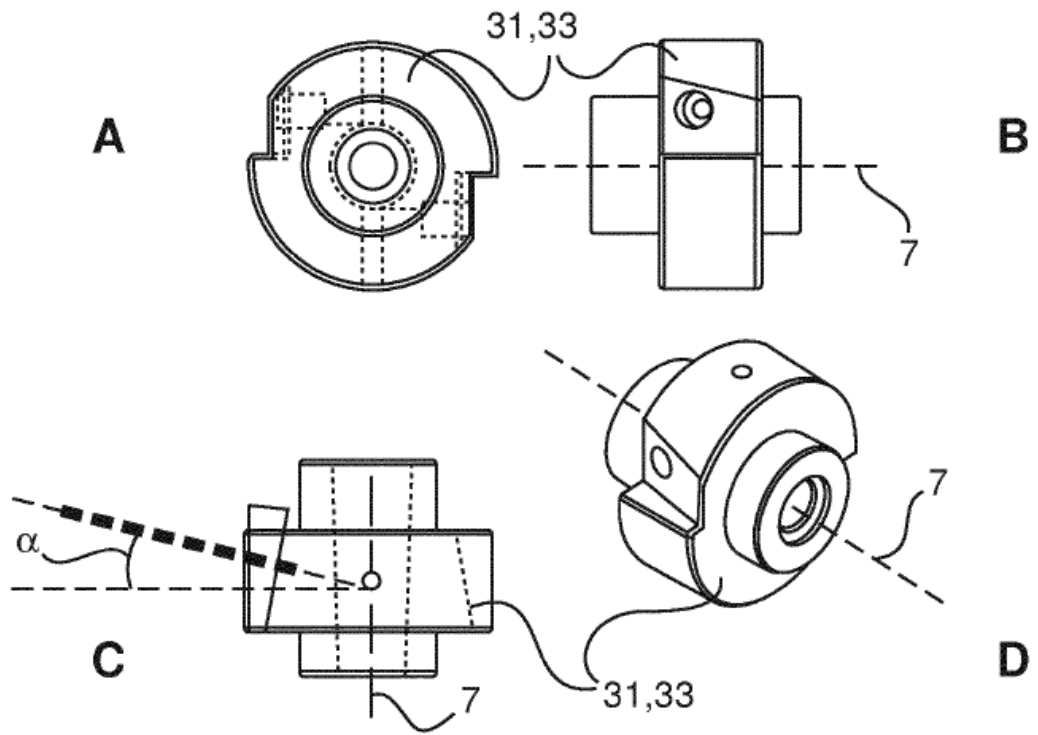


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**