

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 550**

51 Int. Cl.:

**E21B 10/02** (2006.01)

**E21B 10/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2010 PCT/US2010/058871**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2011 WO11081775**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2010 E 10841452 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2513405**

54 Título: **Barrenas de perforación con vías de agua axialmente estrechadas**

30 Prioridad:

**15.12.2009 US 638229**

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

**25.04.2019**

73 Titular/es:

**LONGYEAR TM, INC. (100.0%)  
10808 South River Front Parkway Suite 600  
South Jordan, UT 84095, US**

72 Inventor/es:

**PEARCE, CODY, A.;  
RUPP, MICHAEL, D. y  
LAMBERT, CHRISTIAN, M.**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 710 550 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**

Barrenas de perforación con vías de agua axialmente estrechadas.

**5 Antecedentes de la invención**

1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere de manera general a herramientas de perforación que pueden utilizarse para perforar formaciones geológicas y/o artificiales y a procedimientos de fabricación y utilización de tales herramientas de perforación.

2. Descripción de la técnica relevante

15 A menudo se utilizan barrenas de perforación y otras herramientas de sondeo para perforar pozos en roca y otras formaciones para exploración u otros fines, por ejemplo, el documento CA 2,509,854 divulga una barrena de perforación en seco rotatoria para obtener testigos de sondeo de diámetro extremadamente pequeño que presenta un vástago, una corona anular, una cara de corte y una pluralidad de muescas entre las superficies de corte. Un tipo de barrena de perforación utilizada para tales operaciones es una barrena de perforación  
20 impregnada. Las barrenas de perforación impregnadas incluyen una parte de corte o corona que puede estar formada por una matriz que contiene un material particulado duro pulverizado, tal como carburo de wolframio. El material particulado duro puede sinterizarse y/o infiltrarse con un aglutinante, tal como una aleación de cobre. Además, la parte de corte de las barrenas de perforación impregnadas también puede impregnarse con unos medios de corte abrasivos, tales como diamantes sintéticos o naturales.

25 Durante las operaciones de perforación, los medios de corte abrasivos se exponen de manera gradual a medida que el material de matriz de soporte se va desgastando. La exposición continua de nuevos medios de corte abrasivos por el desgaste de la matriz de soporte que forma la parte de corte puede ayudar a proporcionar una superficie de corte afilada de manera continua. Las herramientas de perforación impregnadas pueden continuar cortando de manera eficiente hasta que se consume la parte de corte de la herramienta. Una vez que se consume la parte de corte de la herramienta, la herramienta se vuelve roma y normalmente requiere reemplazo.

35 Las barrenas de perforación impregnadas, y casi todos los demás tipos de herramientas de perforación, habitualmente requieren la utilización de aire o fluido de perforación durante las operaciones de perforación. Normalmente, se bombea aire o fluido de perforación desde la superficie a través de la columna de perforación y por la cara de barrena. El fluido de perforación puede volver entonces a la superficie a través de un hueco entre la columna de perforación y la pared del pozo de sondeo. Alternativamente, el fluido de perforación puede bombearse hacia abajo por el espacio anular formado entre la columna de perforación y la formación, por la cara de barrena y volver a través de la columna de perforación. El fluido de perforación puede desempeñar varias  
40 funciones importantes que incluyen el barrido de detritos hacia arriba y hacia fuera del pozo de sondeo, la limpieza de detritos de la cara de barrena de modo que los medios de corte abrasivos provocan un desgaste de barrena excesivo, la lubricación y el enfriamiento de la cara de barrena durante la perforación, y la reducción de la fricción de la columna de perforación rotatoria.

45 Para facilitar el direccionamiento de fluido de perforación por la cara de barrena, las barrenas de perforación incluyen a menudo conductos o vías de agua cerca de la cara de corte que pasan a través de la barrena de perforación desde el diámetro interior hasta el diámetro exterior. Por tanto, las vías de agua pueden facilitar tanto el enfriamiento de la cara de barrena como el barrido de detritos. Desafortunadamente, cuando se perfora en formaciones accidentadas y abrasivas, o a tasas de penetración altas, los residuos pueden obstruir las vías de agua, impidiendo de ese modo el flujo de fluido de perforación. La disminución de fluido de perforación que se desplaza desde el interior hasta el exterior de la barrena de perforación puede provocar una retirada insuficiente de detritos, un desgaste desigual de la barrena de perforación, una generación de grandes fuerzas de fricción, una quema de la barrena de perforación, u otros problemas que pueden conducir finalmente a un fallo de la barrena de perforación. Además, frecuentemente en condiciones de terreno accidentado y abrasivo, el material  
50 suelto no se alimenta con suavidad al interior de la columna de perforación o portatestigos.

Las soluciones actuales empleadas para reducir la obstrucción de vías de agua incluyen aumentar la profundidad de las vías de agua, aumentar la anchura de las vías de agua y hacer que los lados de las vías de agua se estrechen radialmente de manera que la anchura de las vías de agua aumenta a medida que se extienden desde  
60 el diámetro interior hasta el diámetro exterior de la barrena de perforación. Aunque cada uno de estos procedimientos puede reducir la obstrucción y aumentar el barrido hasta cierto punto, también presentan, cada uno, diversos inconvenientes a un nivel u otro.

65 Por ejemplo, unas vías de agua más profundas pueden disminuir la resistencia de la barrena de perforación, reducir la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua, y por tanto, las capacidades de barrido del fluido de perforación, y aumentar los costes de fabricación debido al mecanizado adicional implicado en

5 cortar las vías de agua en la broca virgen de la barrena de perforación. Unas vías de agua más anchas pueden reducir la superficie de corte de la cara de barrena, y por tanto, reducir el rendimiento de perforación de la barrena de perforación y reducir la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua. De manera similar, unas vías de agua radialmente estrechadas pueden reducir la superficie de corte de la cara de barrena y reducir la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua.

10 Se apreciará que muchas de las soluciones actuales pueden retirar un mayor porcentaje de material del diámetro interior de la barrena de perforación que del diámetro exterior de la barrena de perforación al crear vías de agua. El volumen de cuerpo de barrena reducido en el diámetro interior puede dar como resultado un desgaste prematuro de la barrena de perforación en el diámetro interior. Tal desgaste prematuro puede provocar un fallo de la barrena de perforación y aumentar los costes de perforación al requerir un reemplazo más frecuente de la barrena de perforación.

15 Por consiguiente, hay varias desventajas en vías de agua convencionales que pueden abordarse.

**Breve resumen de la invención**

20 Implementaciones de la presente invención superan uno o más problemas en la técnica con herramientas, sistemas y procedimientos de perforación que pueden proporcionar un flujo mejorado de fluido de perforación alrededor de la cara de corte de una herramienta de perforación. Por ejemplo, una o más implementaciones de la presente invención incluyen herramientas de perforación que presentan vías de agua que pueden aumentar la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua, y de ese modo, proporcionar un barrido mejorado de detritos. En particular, una o más implementaciones de la presente invención incluyen herramientas de perforación que presentan vías de agua axialmente estrechadas.

25 Por ejemplo, una implementación de una barrena de perforación de extracción de testigos de sondeo puede incluir un vástago y una corona anular. La corona anular puede incluir un eje longitudinal, una cara de corte, una superficie interna y una superficie externa. La corona anular puede definir un espacio interior alrededor del eje longitudinal para recibir un testigo de sondeo. La barrena de perforación puede incluir además por lo menos una vía de agua que se extiende desde la superficie interna hasta la superficie externa de la corona anular. La por lo menos una vía de agua puede estrecharse axialmente con lo cual la dimensión longitudinal de la por lo menos una vía de agua en la superficie externa de la corona anular es mayor que la dimensión longitudinal de la por lo menos una vía de agua en la superficie interna de la corona anular.

35 Además, una implementación de una herramienta de perforación puede incluir un vástago y una parte de corte fijada al vástago. La parte de corte puede incluir una cara de corte, una superficie interna y una superficie externa. La herramienta de perforación puede incluir también una o más vías de agua definidas por una primera superficie lateral que se extiende desde la superficie interna hasta la superficie externa de la parte de corte, una segunda superficie lateral opuesta que se extiende desde la superficie interna hasta la superficie externa de la parte de corte, y una superficie superior que se extiende entre la primera superficie lateral y la segunda superficie lateral y desde la superficie interna hasta la superficie externa de la parte de corte. La superficie superior puede estrecharse desde la superficie interna hasta la superficie externa de la parte de corte en un sentido generalmente desde la cara de corte hacia el vástago.

45 Además, una implementación de una barrena de perforación de sondeo de tierra puede incluir un vástago y una corona fijada al vástago y que se extiende alejándose de éste. La corona puede incluir una cara de corte, una superficie interna y una superficie externa. La barrena de perforación puede incluir además una pluralidad de muescas que se extienden hasta el interior de la cara de corte una primera distancia en la superficie interna y que se extienden hasta el interior de la cara de corte una segunda distancia en la superficie externa. La segunda distancia puede ser mayor que dicha primera distancia, y la pluralidad de muescas pueden extenderse desde la superficie interna hasta la superficie externa de la corona.

50 Una implementación de un procedimiento de formación de una barrena de perforación que presenta vías de agua axialmente estrechadas puede implicar formar una corona anular compuesta por un material particulado duro y una pluralidad de medios de corte abrasivos. El procedimiento puede implicar también colocar una pluralidad de tapones dentro de la corona anular. La dimensión longitudinal de cada tapón de la pluralidad de tapones puede aumentar a lo largo de la longitud del mismo desde un primer extremo hasta un segundo extremo opuesto. El procedimiento puede implicar además infiltrar la corona anular con un material aglutinante configurado para unirse al material particulado duro y la pluralidad de medios de corte abrasivos. Además, el procedimiento puede implicar retirar la pluralidad de tapones de la corona anular infiltrada para exponer una pluralidad de vías de agua axialmente estrechada.

65 Además de lo anterior, un sistema de perforación puede incluir un aparato de perforación, una columna de perforación adaptada para fijarse al aparato de perforación y hacerse rotar mediante el mismo, y una barrena de perforación adaptada para fijarse a la columna de perforación. La barrena de perforación puede incluir un vástago y una corona anular. La corona anular puede incluir un eje longitudinal, una cara de corte, una superficie

interna y una superficie externa. La corona anular puede definir un espacio interior alrededor del eje longitudinal para recibir un testigo de sondeo. La corona anular puede incluir también por lo menos una vía de agua que se extiende desde la superficie interna hasta la superficie externa. La por lo menos una vía de agua puede estrecharse axialmente mediante lo cual la dimensión longitudinal de la por lo menos una vía de agua en la superficie externa de la corona anular es mayor que la dimensión longitudinal de la por lo menos una vía de agua en la superficie interna de la corona anular.

Se expondrán características y ventajas adicionales de implementaciones a modo de ejemplo de la invención en la siguiente descripción, y en parte resultarán evidentes a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de tales implementaciones a modo de ejemplo. Las características y ventajas de tales implementaciones pueden materializarse y obtenerse por medio de los instrumentos y combinaciones particularmente indicados en las reivindicaciones adjuntas. Estas y otras características resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de tales implementaciones a modo de ejemplo tal como se expone a continuación en la presente memoria.

### Breve descripción de los dibujos

Con el fin de describir la manera en la que pueden obtenerse las ventajas y características de la invención anteriormente mencionadas y otras, se ofrecerá una descripción más particular de la invención anteriormente descrita de manera resumida mediante referencia a formas de realización específicas de la misma que se ilustran en los dibujos adjuntos. Deberá observarse que las figuras no están dibujadas a escala, y que elementos de estructura o función similar se representan generalmente mediante números de referencia similares con fines ilustrativos en todas las figuras. Entendiendo que estos dibujos representan solamente formas de realización típicas de la invención y que, por tanto, no ha de considerarse que limiten su alcance, la invención se describirá y explicará con especificidad y detalle adicionales a través de la utilización de los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una herramienta de perforación que incluye vías de agua axialmente estrechadas según una implementación de la presente invención;

la figura 2 ilustra una vista desde abajo de la herramienta de perforación de la figura 1;

la figura 3 ilustra una vista en sección transversal parcial de la herramienta de perforación de la figura 2 tomada a lo largo de la línea de sección 3-3 de la figura 2;

la figura 4 ilustra una vista en perspectiva de una herramienta de perforación que incluye vías de agua axialmente estrechadas y radialmente estrechadas según una implementación de la presente invención;

la figura 5 ilustra una vista desde abajo de la herramienta de perforación de la figura 4;

la figura 6 ilustra una vista en sección transversal parcial de la herramienta de perforación de la figura 5 tomada a lo largo de la línea de sección 6-6 de la figura 5;

la figura 7 ilustra una vista desde abajo de una herramienta de perforación que incluye vías de agua axialmente estrechadas y radialmente estrechadas dobles según otra implementación de la presente invención;

la figura 8 ilustra una vista en perspectiva de una herramienta de perforación que incluye muescas axialmente estrechadas y hendiduras encerradas axialmente estrechadas según una implementación de la presente invención;

la figura 9 ilustra una vista en sección transversal de la herramienta de perforación de la figura 8 tomada a lo largo de la línea de sección 9-9 de la figura 8;

la figura 10 ilustra una vista en sección transversal parcial de la herramienta de perforación de la figura 9 tomada a lo largo de la línea de sección 10-10 de la figura 9;

la figura 11 ilustra una vista esquemática de un sistema de perforación que incluye una herramienta de perforación que presenta vías de agua axialmente estrechadas según una implementación de la presente invención;

la figura 12 ilustra una vista en perspectiva de un tapón para su utilización en la formación de herramientas de perforación que presentan vías de agua axialmente estrechadas según una implementación de la presente invención;

la figura 13 ilustra una vista lateral del tapón de la figura 11; y

la figura 14 ilustra una vista superior del tapón de la figura 11.

### Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Implementaciones de la presente invención se refieren a herramientas, sistemas y procedimientos de perforación que pueden proporcionar un flujo mejorado de fluido de perforación alrededor de la cara de corte de una herramienta de perforación. Por ejemplo, una o más implementaciones de la presente invención incluyen herramientas de perforación que presentan vías de agua que pueden aumentar la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua, y de ese modo, proporcionar un barrido mejorado de detritos. En particular, una o más implementaciones de la presente invención incluyen herramientas de perforación que presentan vías de agua axialmente estrechadas.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que unas vías de agua axialmente estrechadas según una o más implementaciones de la presente invención pueden garantizar que la abertura de la vía de agua en la superficie interna de la herramienta de perforación puede ser menor que la abertura de la vía de agua en la superficie externa de la herramienta de perforación. Por tanto, la vía de agua puede actuar como boquilla aumentando la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua en la superficie interna de la herramienta de perforación. La capacidad de las vías de agua axialmente estrechadas de aumentar la velocidad del fluido de perforación en la entrada de vía de agua puede proporcionar un barrido aumentado de detritos, y puede ayudar a impedir una obstrucción de las vías de agua. Además, unas vías de agua axialmente estrechadas pueden proporcionar un flujo mejorado de fluido de perforación sin sacrificar significativamente el volumen de cuerpo de barrena en el diámetro interior o reducir la superficie de corte de la cara de barrena. Por tanto, las vías de agua axialmente estrechadas de una o más implementaciones de la presente invención pueden proporcionar un rendimiento de perforación aumentado y una vida útil de perforación aumentada.

Además de, o alternativamente a, presentar vías de agua axialmente estrechadas, en una o más implementaciones de la presente invención las herramientas de perforación pueden incluir vías de agua axial y radialmente estrechadas, o dicho de otro modo, vías de agua doblemente estrechadas. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que unas vías de agua doblemente estrechadas pueden ayudar a garantizar que las dimensiones de la vía de agua aumentan en cada eje a medida que se extiende desde la superficie interna de la herramienta de perforación hasta la superficie externa de la herramienta de perforación. El aumento de tamaño de una vía de agua doblemente estrechada puede reducir la probabilidad de que se incrusten residuos dentro de la vía de agua, y por tanto, aumentar el rendimiento de perforación de la herramienta de perforación.

Además, las vías de agua doblemente estrechadas pueden permitir también una abertura de vía de agua menor en el diámetro interior, mientras que todavía permiten una gran abertura de vía de agua en el diámetro exterior. Por tanto, una o más implementaciones de la presente invención pueden aumentar la cantidad de material de matriz en el diámetro interior, y por tanto, ayudar a aumentar la vida útil de la barrena de perforación a la vez que proporcionan un barrido eficaz. La vida útil aumentada de tales barrenas de perforación puede reducir costes de perforación reduciendo la necesidad de extraer una columna de perforación del pozo de sondeo para reemplazar una barrena de perforación desgastada prematuramente.

Las herramientas de perforación descritas en la presente memoria pueden utilizarse para cortar piedra, formaciones minerales subterráneas, cerámica, asfalto, hormigón y otros materiales duros. Estas herramientas de perforación pueden incluir, por ejemplo, barrenas de perforación de extracción de testigo de sondeo, barrenas de perforación de tipo de arrastre, barrenas de perforación cónicas de rodillos, escariadores, estabilizadores, zapatas de varilla o tubería de revestimiento, y similares. Para facilidad de descripción, las figuras y el texto correspondiente incluidos a continuación en la presente memoria ilustran ejemplos de barrenas de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnadas, y procedimientos de formación y utilización de tales barrenas de perforación. Sin embargo, en vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que los sistemas, procedimientos y aparatos de la presente invención pueden utilizarse con otras herramientas de perforación, tales como las mencionadas anteriormente en la presente memoria.

Haciendo ahora referencia a las figuras, las figuras 1 y 2 ilustran una vista en perspectiva y una vista superior, respectivamente, de una herramienta de perforación 100. Más particularmente, las figuras 1 y 2 ilustran una barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada 100 con vías de agua axialmente estrechadas según una implementación de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 1, la barrena de perforación 100 puede incluir un vástago o broca virgen 102, que puede configurarse para conectar la barrena de perforación 100 a un componente de una columna de perforación. La barrena de perforación 100 puede incluir también una parte de corte o corona 104.

Las figuras 1 y 2 ilustran también que la barrena de perforación 100 puede definir un espacio interior alrededor de su eje central 106 para recibir un testigo de sondeo. Por tanto, tanto el vástago 102 como la corona 104 pueden presentar una forma generalmente anular definida por una superficie interna 107 y una superficie externa

108. Por consiguiente, fragmentos del material que está perforándose pueden pasar a través del espacio interior de la barrena de perforación 100 y hacia arriba a través de una columna de perforación enganchada. La barrena de perforación 100 puede ser de cualquier tamaño, y por tanto, puede utilizarse para recoger testigos de sondeo de cualquier tamaño. Aunque la barrena de perforación 100 puede presentar cualquier diámetro y puede utilizarse para retirar y recoger testigo de sondeo con cualquier diámetro deseado, el diámetro de la barrena de perforación 100 puede oscilar en algunas implementaciones entre aproximadamente 1 pulgada y aproximadamente 12 pulgadas. Además, aunque el corte de la barrena de perforación 100 (es decir, el radio de la superficie externa menos el radio de la superficie interna) puede ser de cualquier anchura, según algunas implementaciones el corte puede oscilar entre aproximadamente 1/4 de pulgada y aproximadamente 6 pulgadas.

La corona 104 puede configurarse para cortar o perforar los materiales deseados durante el procedimiento de perforación. En particular, la corona 104 de la barrena de perforación 100 puede incluir una cara de corte 109. La cara de corte 109 puede configurarse para perforar o cortar material a medida que la barrena de perforación 100 se hace rotar y avanzar hasta el interior de una formación. Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, en una o más implementaciones, la cara de corte 109 puede incluir una pluralidad de ranuras 110 que se extienden de manera generalmente axial hasta el interior de la cara de corte 109. Las ranuras 110 pueden ayudar a permitir una puesta en marcha rápida de una nueva barrena de perforación 100. En implementaciones alternativas, la cara de corte 109 puede no incluir ranuras 110 o puede incluir otras características para facilitar el procedimiento de perforación.

La cara de corte 109 puede incluir también vías de agua que pueden permitir que fluido de perforación u otros lubricantes fluyan por la cara de corte 109 para ayudar a proporcionar enfriamiento durante la perforación. Por ejemplo, la figura 1 ilustra que la corona 104 puede incluir una pluralidad de muescas 112 que se extienden desde la cara de corte 109 en una dirección generalmente axial hasta el interior de la corona 104 de la barrena de perforación 100. Además, las muescas 112 pueden extenderse desde la superficie interna 107 de la corona 104 hasta la superficie externa 108 de la corona 104. Como las vías de agua, las muescas 112 pueden permitir que fluya fluido de perforación desde la superficie interna 107 de la corona 104 hasta la superficie externa 108 de la corona 104. Por tanto, las muescas 112 pueden permitir que el fluido de perforación realice un barrido de detritos y residuos desde la superficie interna 107 hasta la superficie externa 108 de la barrena de perforación 100, y también proporcionar enfriamiento a la cara de corte 109.

La corona 104 puede presentar cualquier número de muescas que proporcione la cantidad deseada de flujo de fluido/residuos y permita también que la corona 104 mantenga la integridad estructural necesaria. Por ejemplo, las figuras 1 y 2 ilustran que la barrena de perforación 100 incluye nueve muescas 112. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que la presente invención no está limitada en este sentido. En implementaciones adicionales, la barrena de perforación 100 puede incluir tan sólo una muesca o hasta 20 o más muescas, dependiendo de la configuración deseada y la formación que va a perforarse. Además, las muescas 112 pueden estar espaciadas de manera uniforme o no uniforme alrededor de la circunferencia de la corona 104. Por ejemplo, la figura 2 representa nueve muescas 112 espaciadas de manera uniforme entre sí alrededor de la circunferencia de la corona 104. Sin embargo, en implementaciones alternativas, las muescas 112 pueden estar escalonadas o espaciadas de manera no uniforme de otro modo.

Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, cada muesca 112 puede estar definida por lo menos por tres superficies 112a, 112b, 112c. En particular, cada muesca 112 puede estar definida por una primera superficie lateral 112a, una superficie lateral opuesta 112b y una superficie superior 112c. En algunas implementaciones de la presente invención, cada una de las superficies laterales 112a, 112b puede extenderse desde la superficie interna 107 de la corona 104 hasta la superficie externa 108 de la corona 104 en una dirección generalmente normal con respecto a la superficie interna de la corona 104 tal como se ilustra en la figura 2. Por tanto, en algunas implementaciones de la presente invención, la anchura 114 de cada muesca 112 en la superficie externa 108 de la corona 104 puede ser aproximadamente igual a la anchura 116 de cada muesca 112 en la superficie interna 107 de la corona 104. Dicho de otro modo, la distancia circunferencial 114 entre la primera superficie lateral 112a y la segunda superficie lateral 112b de cada muesca 112 en la superficie externa 108 puede ser aproximadamente igual a la distancia circunferencial 116 entre la primera superficie lateral 112a y la segunda superficie lateral 112b de cada muesca 112 en la superficie interna 107. En implementaciones alternativas de la presente invención, tal como se explica en mayor detalle a continuación, una o más de las superficies laterales 112a, 112b puede incluir un estrechamiento radial y/o circunferencial.

Por tanto, las muescas 112 pueden presentar cualquier forma que les permita funcionar tal como está previsto. En particular, la forma y configuración de las muescas 112 pueden alterarse dependiendo de las características deseadas para la barrena de perforación 100 o las características de la formación que va a perforarse. Por ejemplo, la figura 2 ilustra que las muescas pueden presentar una forma rectangular cuando se observan desde la cara de corte 109. Sin embargo, en una implementación alternativa, las muescas pueden presentar una forma cuadrada, triangular, circular, trapezoidal, poligonal, elíptica o cualquier combinación de las mismas.

Además, las muescas 112 pueden presentar cualquier anchura o longitud que les permita funcionar tal como está previsto. Por ejemplo, la figura 2 ilustra que las muescas 112 pueden presentar una longitud (es decir, una

distancia desde la superficie interior 107 hasta la superficie exterior 108) que es mayor que su anchura (es decir, la distancia entre las superficies laterales opuestas 112a y 112b). Sin embargo, en implementaciones alternativas de la presente invención, las muescas 112 pueden presentar una anchura mayor que su longitud, o una anchura que es aproximadamente igual a su longitud.

5

Además, las muescas individuales 112 en la corona 104 pueden configurarse uniformemente con un tamaño y una forma iguales, o alternativamente con tamaños y formas diferentes. Por ejemplo, las figuras 1 a 3 ilustran que todas las muescas 112 en la corona 104 presentan un tamaño y una configuración iguales. Sin embargo, en una implementación adicional, las diversas muescas 112 de la corona 104 pueden incluir tamaños y configuraciones diferentes. Por ejemplo, en algunas implementaciones la barrena de perforación 100 puede incluir dos tamaños diferentes de muescas 112 que se alternan alrededor de la circunferencia de la corona 104.

10

Tal como se mencionó anteriormente, las vías de agua (es decir, las muescas 112) pueden estrecharse axialmente. En particular, tal como se muestra en la figura 3, la superficie superior 112c de cada muesca 112 puede estrecharse desde la superficie interna 107 hasta la superficie externa 108 en un sentido generalmente desde la cara de corte 109 hacia el vástago 102. Dicho de otro modo, la altura o dimensión longitudinal de cada muesca 112 puede aumentar a medida que la muesca 112 se extiende desde la superficie interna 107 hasta la superficie externa 108 de la corona 104. Por tanto, tal como se muestra en la figura 3, en algunas implementaciones la dimensión longitudinal 124 de cada muesca 112 en la superficie externa 108 puede ser mayor que la dimensión longitudinal 120 de cada muesca 112 en la superficie interna 107. Dicho de otro modo, cada muesca 112 puede extenderse hasta el interior de la cara de corte 109 una primera distancia 120 en la superficie interna 107 y extenderse hacia el interior de la cara de corte 109 una segunda distancia 124 en la superficie externa 120, en la que la segunda distancia 124 es mayor que la primera distancia 120.

15

20

25

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el estrechamiento axial de las muescas 112 puede ayudar a garantizar que la abertura de cada muesca 112 en la superficie interna 107 es menor que la abertura de cada muesca 112 en la superficie externa 108 de la corona 104. Esta diferencia de tamaños de abertura puede aumentar la velocidad del fluido de perforación en la superficie interior 107 a medida que pasa a la superficie exterior 108 de la corona 104. Por tanto, tal como se explicó anteriormente, el estrechamiento axial de las muescas 112 puede proporcionar un barrido de detritos y un enfriamiento de la cara de corte 109 más eficientes. Además, el aumento de tamaño de las muescas 112 puede ayudar también a garantizar que los residuos no atascan u obstruyen la muesca 112 a medida que el fluido de perforación los fuerza desde la superficie interna 107 hasta la superficie externa 108.

30

35

Además, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, el estrechamiento axial de las muescas 112 puede dotar a las muescas 112 de un aumento de tamaño sin reducir el tamaño de la cara de corte 109. Se apreciará que en una o más implementaciones de la presente invención, un área de superficie aumentada de la cara de corte 109 puede proporcionar una perforación más eficiente. Además, el estrechamiento axial de las muescas 112 puede proporcionar un barrido y un enfriamiento aumentados, a la vez que no disminuye el volumen de material de corona en la superficie interior 107. El volumen aumentado de material de corona en la superficie interior 107 puede ayudar a aumentar la vida útil de perforación de la barrena de perforación 100.

40

Además de las muescas 112, la corona 104 puede incluir características adicionales que pueden facilitar adicionalmente el direccionamiento de fluido de perforación u otros lubricantes a la cara de corte 109 o desde la superficie interior 107 hasta la superficie exterior 108 de la corona 104. Por ejemplo, las figuras 1 a 3 ilustran que la barrena de perforación 110 puede incluir una pluralidad de acanaladuras 122, 124 que se extienden radialmente hasta el interior de la corona 104. En particular, en algunas implementaciones de la presente invención la barrena de perforación 100 puede incluir una pluralidad de acanaladuras internas 122 que se extienden radialmente desde la superficie interna 107 hacia la superficie externa 108. La pluralidad de acanaladuras internas 122 puede ayudar a dirigir fluido de perforación a lo largo de la superficie interna 107 de la barrena de perforación 100 desde el vástago 102 hacia la cara de corte 109. Tal como se muestra en las figuras 1 a 3, en algunas implementaciones de la presente invención las acanaladuras internas 122 pueden extenderse desde el vástago 102 axialmente a lo largo de la superficie interna 107 de la corona 104 hasta las muescas 112. Por tanto, las acanaladuras internas 122 pueden ayudar a dirigir fluido de perforación a las muescas 112. En implementaciones alternativas, las acanaladuras internas 122 pueden extenderse desde el vástago 102 hasta la cara de corte 109, o incluso a lo largo del vástago 102.

45

50

55

Las figuras 1 a 3 ilustran además que, en algunas implementaciones, la barrena de perforación 100 puede incluir una pluralidad de acanaladuras externas 124. Las acanaladuras externas 124 pueden extenderse radialmente desde la superficie externa 108 hacia la superficie interna 107 de la corona 104. La pluralidad de acanaladuras externas 124 puede ayudar a dirigir fluido de perforación a lo largo de la superficie externa 108 de la barrena de perforación 100 desde las muescas 112 hacia el vástago 102. Tal como se muestra en las figuras 1 a 3, en algunas implementaciones de la presente invención las acanaladuras externas 124 pueden extenderse desde las muescas 112 axialmente a lo largo de la superficie externa 108 hasta el vástago 102. En implementaciones alternativas, las acanaladuras externas 124 pueden extenderse desde la cara de corte 109 hasta el vástago 102, o incluso a lo largo del vástago 102.

60

65

Tal como se mencionó anteriormente, una o más implementaciones de la presente invención pueden incluir vías de agua doblemente estrechadas. Por ejemplo, las figuras 4 a 6 ilustran diversas vistas de una herramienta de perforación 200 que incluye vías de agua doblemente estrechadas. En particular, la figura 4 ilustra una vista en perspectiva, la figura 5 ilustra una vista desde abajo y la figura 6 ilustra una vista en sección transversal parcial de una barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo 200 que presenta muescas doblemente estrechadas. De manera similar a la barrena de perforación 100, la barrena de perforación 200 puede incluir un vástago 202 y una corona 204.

La corona 204 puede presentar una forma generalmente anular definida por una superficie interna 207 y una superficie externa 208. La corona 204 puede extenderse además desde el vástago 202 y terminar en una cara de corte 209. Tal como se muestra en la figura 4, en algunas implementaciones de la presente invención, la cara de corte 209 puede extenderse desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 en una dirección generalmente normal con respecto al eje longitudinal 206 de la barrena de perforación 200. En algunas implementaciones, la cara de corte 209 puede incluir una pluralidad de ranuras 210. La corona 204 puede incluir además una pluralidad de vías de agua doblemente estrechadas 212 tal como se explica en mayor detalle a continuación.

Tal como se mencionó anteriormente, la barrena de perforación 200 puede incluir vías de agua doblemente estrechadas. Por ejemplo, la figura 5 ilustra que cada una de las muescas 212 puede incluir un estrechamiento radial además de un estrechamiento axial. Más específicamente, cada muesca 212 puede estar definida por lo menos por tres superficies 212a, 212b, 212c. En particular, cada muesca 212 puede estar definida por una primera superficie lateral 212a, una superficie lateral opuesta 212b y una superficie superior 212c. En algunas implementaciones de la presente invención, la primera superficie lateral 212a puede extenderse desde la superficie interna 207 de la corona 204 hasta la superficie externa 208 de la corona 204 en una dirección generalmente normal con respecto a la superficie interna de la corona 204 tal como se ilustra en la figura 5.

Tal como se mencionó anteriormente, las vías de agua (es decir, las muescas 212) pueden estrecharse radialmente. En particular, tal como se muestra en la figura 5, la segunda superficie lateral 212b de cada muesca 212 puede estrecharse desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 en un sentido generalmente horario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 209. Tal como se utilizan en la presente memoria, los términos "horario" y "antihorario" se refieren a sentidos en relación con el eje longitudinal de una barrena de perforación cuando se observa la cara de corte de la barrena de perforación. Por tanto, la anchura de cada muesca 212 puede aumentar a medida que la muesca 212 se extiende desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 de la corona 204. Por tanto, tal como se muestra en la figura 5, en algunas implementaciones la anchura 214 de cada muesca 212 en la superficie externa 208 puede ser mayor que la anchura 216 de cada muesca 212 en la superficie interna 207. Dicho de otro modo, la distancia circunferencial 214 entre la primera superficie lateral 212a y la segunda superficie lateral 212b de cada muesca 212 en la superficie externa 208 puede ser mayor que la distancia circunferencial 216 entre la primera superficie lateral 212a y la segunda superficie lateral 212b de cada muesca 212 en la superficie interna 207.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el estrechamiento radial de las muescas 212 puede garantizar que la abertura de cada muesca 212 en la superficie interna 207 es menor que la abertura de cada muesca 212 en la superficie externa 208 de la corona 204. Esta diferencia de tamaños de abertura puede aumentar la velocidad del fluido de perforación en la superficie interior 207 a medida que pasa a la superficie exterior 208 de la corona 204. Por tanto, tal como se explicó anteriormente, el estrechamiento radial de las muescas 212 puede proporcionar un barrido de detritos y un enfriamiento de la cara de corte 209 más eficientes. Además, la anchura creciente de las muescas 212 puede ayudar también a garantizar que los residuos no atascan u obstruyen la muesca 212 a medida que el fluido de perforación los fuerza desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208.

Las figuras 4 a 6 ilustran que el estrechamiento radial de las muescas 212 puede estar formado por una segunda superficie lateral estrechada 212b. Se apreciará que alternativamente la primera superficie lateral 212a puede incluir un estrechamiento. Por ejemplo, la primera superficie lateral 212a puede estrecharse desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 en un sentido generalmente antihorario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 209. Además, en algunas implementaciones la primera superficie lateral 212a y la segunda superficie lateral 212b pueden incluir ambas un estrechamiento que se extiende desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 en un sentido generalmente horario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 209. En tales implementaciones, el estrechamiento radial de la segunda superficie lateral 212b puede presentar un estrechamiento más grande que la primera superficie lateral 212a de tal manera que la anchura de la muesca 212 aumenta a medida que la muesca 212 se extiende desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208.

Tal como se mencionó anteriormente, las vías de agua (es decir, las muescas 212) pueden estrecharse axialmente además de estrecharse radialmente. En particular, tal como se muestra en la figura 6, la superficie superior 212c de cada muesca 212 puede estrecharse desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa

208 en un sentido generalmente desde la cara de corte 209 hacia el vástago 202. Dicho de otro modo, la dimensión longitudinal de cada muesca 212 puede aumentar a medida que la muesca 212 se extiende desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208 de la corona 204. Por tanto, tal como se muestra en la figura 6, en algunas implementaciones la dimensión longitudinal 224 de cada muesca 212 en la superficie externa 208 puede ser mayor que la dimensión longitudinal 220 de cada muesca 212 en la superficie interna 207. Dicho de otro modo, cada muesca 212 puede extenderse hacia el interior de la cara de corte 209 una primera distancia 220 en la superficie interna 207 y extenderse hacia el interior de la cara de corte 209 una segunda distancia 224 en la superficie externa 208, en la que la segunda distancia 224 es mayor que la primera distancia 220.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el estrechamiento axial de las muescas 212 puede ayudar a garantizar que la abertura de cada muesca 212 en la superficie interna 207 es menor que la abertura de cada muesca 212 en la superficie externa 208 de la corona 204. Esta diferencia de tamaños de abertura puede aumentar la velocidad del fluido de perforación en la superficie interior 207 a medida que pasa a la superficie exterior 208 de la corona 204. Por tanto, tal como se explicó anteriormente, el estrechamiento axial de las muescas 212 puede proporcionar un barrido de detritos y un enfriamiento de la cara de corte 209 más eficientes. Además, el aumento de tamaño de las muescas 212 puede ayudar también a garantizar que los residuos no atascan u obstruyen la muesca 212 a medida que el fluido de perforación los fuerza desde la superficie interna 207 hasta la superficie externa 208.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que las muescas doblemente estrechadas 212 pueden garantizar que la dimensión de las muescas 212 aumenta en cada eje (es decir, tanto radial como axialmente) a medida que se extienden desde la superficie interna 207 de la barrena de perforación 200 hasta la superficie externa 208. El aumento de tamaño de las muescas doblemente estrechadas 212 puede reducir la probabilidad de que se incrusten residuos dentro de las muescas 212, y por tanto, aumentar el rendimiento de perforación de la barrena de perforación 200. Además, tal como se comentó anteriormente el aumento de tamaño de las muescas doblemente estrechadas 212 puede ayudar a maximizar el volumen de material de matriz en la superficie interna 107, y de ese modo puede aumentar la vida útil de la barrena de perforación 200 reduciendo un desgaste prematuro de barrena de perforación en la superficie interna 207.

Además de las vías de agua, la corona 204 puede incluir una pluralidad de acanaladuras para dirigir fluido de perforación, de manera similar a las acanaladuras descritas anteriormente en la presente memoria en relación con la barrena de perforación 100. Por ejemplo, en algunas implementaciones de la presente invención la barrena de perforación 200 puede incluir una pluralidad de acanaladuras internas 222 que pueden extenderse radialmente desde la superficie interna 207 hacia la superficie externa 208. La pluralidad de acanaladuras internas 222 puede ayudar a dirigir fluido de perforación a lo largo de la superficie interna 207 de la barrena de perforación 200 desde el vástago 202 hacia la cara de corte 209. Tal como se muestra en las figuras 4 a 6, en algunas implementaciones de la presente invención las acanaladuras internas 222 pueden extenderse desde el vástago 202 axialmente a lo largo de la superficie interna 207 hasta las muescas 212. Por tanto, las acanaladuras internas 222 pueden ayudar a dirigir fluido de perforación a las muescas 212.

Además, la corona 204 puede incluir unas acanaladuras internas completas 222a. Tal como se muestra en la figura 4, las acanaladuras internas completas 222a pueden extenderse desde el vástago 202 hasta la cara de corte 209 sin intersectarse con una muesca 212. De forma similar, la barrena de perforación 200 puede incluir unas acanaladuras externas 224 y acanaladuras externas completas 224a. Las acanaladuras externas 224 pueden extenderse desde el vástago 202 hasta una muesca 212, mientras que las acanaladuras externas completas 224a pueden extenderse desde el vástago 202 hasta la cara de corte 209 sin intersectarse con una muesca 212. En implementaciones alternativas, las acanaladuras internas completas 222a y/o las acanaladuras externas completas 224a pueden extenderse desde el vástago 202 hasta la cara de corte 209 y discurrir también a lo largo de la una superficie lateral 212a, 212b de una muesca 212.

Tal como se mencionó anteriormente, en una o más implementaciones de la presente invención las vías de agua de las herramientas de perforación pueden incluir un estrechamiento radial. Por ejemplo, las figuras 4 a 6 ilustran muescas 212 que presentan una segunda superficie lateral 212b que incluye un estrechamiento radial. Alternativamente, ambas superficies laterales pueden incluir un estrechamiento radial. Por ejemplo, la figura 7 ilustra una vista desde abajo de una barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo 300 que incluye muescas que presentan una sección doblemente estrechada 312 en la que ambas superficies laterales 312a, 312b incluyen un estrechamiento radial.

De manera similar a las otras barrenas de perforación descritas anteriormente en la presente memoria, la barrena de perforación 300 puede incluir un vástago 302 y una corona 304. La corona 304 puede presentar una forma generalmente anular definida por una superficie interna 307 y una superficie externa 308. La corona 304 puede definir por tanto un espacio alrededor de un eje central 306 para recibir un testigo de sondeo. La corona 304 puede extenderse además desde el vástago 302 y terminar en una cara de corte 309. La cara de corte 309 puede incluir una pluralidad de ranuras 310 que se extienden en la misma. Además, la barrena de perforación 300 puede incluir unas acanaladuras internas 322 y acanaladuras externas 324 para dirigir fluido de perforación alrededor de la

barrena de perforación 300.

Además, tal como se muestra en la figura 7, la segunda superficie lateral 312b de cada muesca 312 puede estrecharse desde la superficie interna 307 hasta la superficie externa 308 de la corona 304 en un sentido generalmente horario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 309. Además, la primera superficie lateral 312a de cada muesca 312 puede estrecharse desde la superficie interna 307 hasta la superficie externa 308 de la corona 304 en un sentido generalmente antihorario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 309. Por tanto, la anchura de cada muesca 312 puede aumentar a medida que la muesca 312 se extiende desde la superficie interna 307 hasta la superficie externa 308 de la corona 304.

Por tanto, tal como se muestra en la figura 7, en algunas implementaciones la anchura 314 de cada muesca 312 en la superficie externa 308 puede ser mayor que la anchura 316 de cada muesca 312 en la superficie interna 307. Dicho de otro modo, la distancia circunferencial 314 entre la primera superficie lateral 312a y la segunda superficie lateral 312b de cada muesca 312 en la superficie externa 308 puede ser mayor que la distancia circunferencial 316 entre la primera superficie lateral 312a y la segunda superficie lateral 312b de cada muesca 312 en la superficie interna 307.

Cada una de las vías de agua axialmente estrechadas descritas anteriormente en la presente memoria han sido muescas que se extienden hasta el interior de una cara de corte de una corona. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que la presente invención puede incluir diversas vías de agua distintas o adicionales que presentan un estrechamiento axial. Por ejemplo, las herramientas de perforación de una o más implementaciones de la presente invención pueden incluir una o más hendiduras de fluido encerradas que presentan un estrechamiento axial, tales como las hendiduras de fluido encerradas descritas en la solicitud de patente estadounidense n.º 11/610,680, presentada el 14 de diciembre de 2006, titulada "Core Drill Bit with Extended Crown Longitudinal dimension" ("Barrena de perforación de testigo con dimensión longitudinal de corona extendida").

Por ejemplo, las figuras 8 a 10 ilustran diversas vistas de una barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo 400 que incluye tanto muescas axialmente estrechadas como hendiduras encerradas axialmente estrechadas. De manera similar a las otras barrenas de perforación descritas anteriormente en la presente memoria, la barrena de perforación 400 puede incluir un vástago 402 y una corona 404. La corona 404 puede presentar una forma generalmente anular definida por una superficie interna 407 y una superficie externa 408. La corona 404 puede extenderse además desde el vástago 402 y terminar en una cara de corte 409. En algunas implementaciones, la cara de corte 409 puede incluir una pluralidad de ranuras 410 que se extienden en la misma tal como se muestra en las figuras 8 a 10.

Tal como se muestra en la figura 8 la barrena de perforación 400 puede incluir muescas doblemente estrechadas 412 de configuración similar a las muescas doblemente estrechadas 212 descritas anteriormente en relación con las figuras 4 a 6. Por tanto, las muescas 412 pueden presentar una superficie superior 412c que puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente desde la cara de corte 409 hacia el vástago 402. Además, una primera superficie lateral 412a de cada muesca 412 puede extenderse desde la superficie interna 407 de la corona 404 hasta la superficie externa 408 de la corona 404 en una dirección generalmente normal con respecto a la superficie interna de la corona 404. Además, una segunda superficie lateral 412b de cada muesca 412 puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente horario alrededor de la circunferencia de la cara de corte 409.

Además de las muescas doblemente estrechadas 412, la barrena de perforación puede incluir una pluralidad de hendiduras 430 encerradas. Las hendiduras 430 encerradas pueden incluir un estrechamiento axial y/o radial tal como se explica en mayor detalle a continuación. Se apreciará que a medida que la corona 404 se erosiona a través de la perforación, las muescas 412 pueden irse desgastando. A medida que avanza la erosión, las hendiduras 430 encerradas pueden quedar expuestas en la cara de corte 409 y, por tanto, convertirse entonces en muescas. Se apreciará que la configuración de la barrena de perforación 400 puede permitir, por tanto, que la dimensión longitudinal de la corona 404 se extienda y se alargue sin reducir sustancialmente la integridad estructural de la barrena de perforación 400. La dimensión longitudinal extendida de la corona 404 puede permitir, a su vez, que la barrena de perforación 400 dure más tiempo y requiera introducirse y extraerse menos del pozo de sondeo para reemplazar la barrena de perforación 400.

En particular, la figura 8 ilustra que la corona 404 puede incluir una pluralidad de hendiduras 430 encerradas que se extienden una distancia desde la cara de corte 409 hacia el vástago 402 de la barrena de perforación 400. Además, las hendiduras 430 encerradas pueden extenderse desde la superficie interna 407 de la corona 404 hasta la superficie externa 408 de la corona 404. Como las vías de agua, las hendiduras 430 encerradas pueden permitir que fluya fluido de perforación desde la superficie interna 407 de la corona 404 hasta la superficie externa 408 de la corona 404. Por tanto, las hendiduras 430 encerradas pueden permitir que el fluido de perforación realice un barrido de detritos y residuos desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 de la barrena de perforación 400, y también proporcionar enfriamiento a la cara de corte 409.

La corona 404 puede presentar cualquier número de hendiduras 430 encerradas que proporcione la cantidad deseada de flujo de fluido/residuos o dimensión longitudinal de corona, a la vez que permita que la corona 404 mantenga la integridad estructural necesaria. Por ejemplo, las figuras 8 y 10 ilustran que la barrena de perforación 400 puede incluir seis hendiduras 430 encerradas. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que la presente invención no está limitada en este sentido. En implementaciones adicionales, la barrena de perforación 400 puede incluir tan sólo una hendidura encerrada o hasta 20 o más hendiduras encerradas, dependiendo de la configuración deseada y la formación que va a perforarse. Además, las hendiduras 430 encerradas pueden estar espaciadas de manera uniforme o de manera no uniforme alrededor de la circunferencia de la corona 404. Por ejemplo, las figuras 8 a 10 representan hendiduras 430 encerradas espaciadas de manera uniforme entre sí alrededor de la circunferencia de la corona 404. Sin embargo, en implementaciones alternativas, las hendiduras 430 encerradas pueden estar escalonadas o espaciadas de manera no uniforme de otro modo.

Tal como se muestra en la figura 8, cada hendidura 430 encerrada puede estar definida por cuatro superficies 430a, 430b, 430c, 430d. En particular, cada hendidura 430 encerrada puede estar definida por una primera superficie lateral 430a, una superficie lateral opuesta 430b, una superficie superior 430c y una superficie inferior opuesta 430d. En algunas implementaciones de la presente invención, cada una de las superficies laterales 430a, 430b puede extenderse desde la superficie interna 407 de la corona 404 hasta la superficie externa 408 de la corona 404 en una dirección generalmente normal con respecto a la superficie interna de la corona 404. En implementaciones alternativas de la presente invención, tal como se explica en mayor detalle a continuación, una o más de las superficies laterales 430a, 430b pueden incluir un estrechamiento circunferencial y/o radial.

Por tanto, las hendiduras 430 encerradas pueden presentar cualquier forma que les permita funcionar tal como está previsto, y la forma puede alterarse dependiendo de las características deseadas para la barrena de perforación 400 o las características de la formación que va a perforarse. Por ejemplo, la figura 9 ilustra que las hendiduras encerradas pueden presentar una forma trapezoidal. Sin embargo, en una implementación alternativa, las hendiduras 430 encerradas pueden presentar formas cuadradas, triangulares, circulares, rectangulares, poligonales o elípticas, o cualquier combinación de las mismas.

Además, las hendiduras 430 encerradas pueden presentar cualquier anchura o longitud que les permita funcionar tal como está previsto. Por ejemplo, la figura 9 ilustra que las hendiduras 430 encerradas presentan una longitud (es decir, la distancia desde la superficie interior 407 hasta la superficie exterior 408) que es mayor que su anchura (es decir, la distancia entre las superficies laterales opuestas 430a y 430b). Además, las hendiduras 430 encerradas individuales en la corona 404 pueden configurarse uniformemente con un tamaño y una forma iguales, o alternativamente con tamaños y formas diferentes. Por ejemplo, las figuras 8 a 10 ilustran que todas las hendiduras 430 encerradas en la corona 404 pueden presentar un tamaño y una configuración iguales. Sin embargo, en una implementación adicional, las diversas hendiduras 430 encerradas de la corona 404 pueden incluir tamaños y configuraciones diferentes.

Además, la corona 404 puede incluir diversas filas de vías de agua. Por ejemplo, la figura 8 ilustra que la corona 404 puede incluir una fila de muescas 412 que se extienden una primera distancia 432 desde la cara de corte 409 hasta el interior de la corona 404. Además, la figura 8 ilustra que la corona 404 puede incluir una primera fila de hendiduras 430 encerradas que comienza en la corona 404 a una segunda distancia 434 desde la cara de corte 409, y una segunda fila de hendiduras 430 encerradas que comienza en la corona 404 a una tercera distancia 436 desde la cara de corte 409. En implementaciones alternativas de la presente invención, la corona 404 puede incluir una única fila de hendiduras 430 encerradas o múltiples filas de hendiduras 430 encerradas escalonadas axialmente unas con respecto a otras.

En algunos casos, una parte de las muescas 412 puede superponerse axialmente sobre la primera fila de hendiduras 430 encerradas. Dicho de otro modo, la primera distancia 432 puede ser mayor que la segunda distancia 434. De manera similar, una parte de las hendiduras 430 encerradas en la primera fila puede superponerse axialmente sobre las hendiduras encerradas en la segunda fila. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que la superposición axial de las vías de agua 412, 430 puede ayudar a garantizar que antes de que las muescas 412 se hayan erosionado por completo durante la perforación, la primera fila de hendiduras 430 encerradas se abrirá para convertirse en muescas 412, permitiendo que la barrena de perforación 400 continúe cortando de manera eficiente a medida que se erosiona la barrena de perforación 400.

Además, tal como ilustra la figura 8, las hendiduras 430 encerradas en la primera fila pueden estar desviadas circunferencialmente con respecto a las muescas 412. De manera similar, las hendiduras 430 encerradas en la segunda fila pueden estar desviadas circunferencialmente con respecto a las hendiduras 430 encerradas en la primera fila y las muescas 412. En implementaciones alternativas, una o más de las hendiduras 430 encerradas en las filas primera y segunda pueden estar alineadas circunferencialmente entre sí o con las muescas 412.

Tal como se mencionó anteriormente, en una o más implementaciones las hendiduras 430 encerradas pueden incluir un estrechamiento doble. Por ejemplo, la figura 9 ilustra que cada una de las hendiduras 430 encerradas puede incluir un estrechamiento radial. En algunas implementaciones de la presente invención, la primera superficie lateral 430a puede extenderse desde la superficie interna 407 de la corona 404 hasta la superficie externa 408 de la

corona 404 en una dirección generalmente normal con respecto a la superficie interna 407 de la corona 404 tal como se ilustra en la figura 9.

Además, la segunda superficie lateral 430b de cada hendidura 430 encerrada puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente horario alrededor de la circunferencia de la corona 404. Dicho de otro modo, la anchura de cada hendidura 430 encerrada puede aumentar a medida que la hendidura 430 encerrada se extiende desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 de la corona 404. Por tanto, tal como se muestra en la figura 9, en algunas implementaciones la anchura 414 de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 puede ser mayor que la anchura 416 de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407. Dicho de otro modo, la distancia circunferencial 414 entre la primera superficie lateral 430a y la segunda superficie lateral 430b de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 puede ser mayor que la distancia circunferencial 416 entre la primera superficie lateral 430a y la segunda superficie lateral 430b de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el estrechamiento radial de las hendiduras 430 encerradas puede garantizar que la abertura de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407 es menor que la abertura de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 de la corona 404. Esta diferencia de tamaños de abertura puede aumentar la velocidad del fluido de perforación en la superficie interior 407 a medida que pasa a la superficie exterior 408 de la corona 404. Por tanto, tal como se explicó anteriormente, la sección radialmente estrechada de las hendiduras 430 encerradas puede proporcionar un barrido de detritos y un enfriamiento de la barrena de perforación 400 más eficientes. Además, el aumento de anchura de las hendiduras 430 encerradas puede ayudar también a garantizar que los residuos no atascan u obstruyen la hendidura 430 encerrada a medida que el fluido de perforación los fuerza desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408.

Las figuras 8 a 10 ilustran también que el estrechamiento radial de las hendiduras 430 encerradas puede estar formado por una segunda superficie lateral estrechada 430b. Se apreciará que alternativamente, o además, la primera superficie lateral 430a puede incluir un estrechamiento. Por ejemplo, la primera superficie lateral 430a puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente antihorario alrededor de la circunferencia de la corona 404.

Tal como se mencionó anteriormente, las vías de agua (es decir, las hendiduras 430 encerradas) pueden estrecharse axialmente además de estrecharse radialmente. En particular, tal como se muestra en la figura 10, la superficie superior 430c de cada hendidura 430 encerrada puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente desde la cara de corte 409 hacia el vástago 402. Dicho de otro modo, la dimensión longitudinal de cada hendidura 430 encerrada puede aumentar a medida que la hendidura 430 encerrada se extiende desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 de la corona 404. Por tanto, tal como se muestra en la figura 10, en algunas implementaciones la dimensión longitudinal 444 de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 puede ser mayor que la dimensión longitudinal 442 de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407. O dicho de otro modo, la superficie superior 430c de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 puede estar más lejos de la cara de corte 409 que la superficie superior 430c de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407.

Alternativamente, o además, la superficie inferior 430d de cada hendidura 430 encerrada puede estrecharse desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 en un sentido generalmente desde el vástago 402 hacia la cara de corte 409. Dicho de otro modo, la dimensión longitudinal de cada hendidura 430 encerrada puede aumentar a medida que la hendidura 430 encerrada se extiende desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408 de la corona 404. O dicho de otro modo, la superficie inferior 430d de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 puede estar más cerca de la cara de corte 409 que la superficie inferior 430d de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407. Por tanto, en algunas implementaciones las hendiduras 430 encerradas pueden incluir un estrechamiento axial doble en el que tanto la superficie superior 430c como la superficie inferior 430d incluyen un estrechamiento.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el estrechamiento axial de las hendiduras 430 encerradas puede garantizar que la abertura de cada hendidura 430 encerrada en la superficie interna 407 es menor que la abertura de cada hendidura 430 encerrada en la superficie externa 408 de la corona 404. Esta diferencia de tamaños de abertura puede aumentar la velocidad del fluido de perforación en la superficie interior 407 a medida que pasa a la superficie exterior 408 de la corona. Por tanto, tal como se explicó anteriormente, el estrechamiento axial de las hendiduras 430 encerradas puede proporcionar un barrido de detritos y un enfriamiento de la barrena de perforación 404 más eficientes. Además, el tamaño creciente de las hendiduras 430 encerradas puede ayudar también a garantizar que los residuos no atascan u obstruyen las hendiduras 430 encerradas a medida que el fluido de perforación los fuerza desde la superficie interna 407 hasta la superficie externa 408.

En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que las hendiduras 430 encerradas doblemente estrechadas pueden garantizar que la dimensión de las hendiduras 430 encerradas aumenta en cada eje a medida que se extienden desde la superficie interna 407 de la barrena de perforación 400 hasta la superficie externa 408. El

5 tamaño creciente de las hendiduras 430 encerradas doblemente estrechadas puede reducir la probabilidad de que se incrusten residuos dentro de las hendiduras 430 encerradas, y por tanto, aumentar el rendimiento de perforación de la barrena de perforación 400. Además, las hendiduras 430 encerradas doblemente estrechadas pueden proporcionar un barrido eficiente a la vez que reducen también la retirada de material en la superficie interna 407 de la barrena de perforación 400. Por tanto, las hendiduras 430 encerradas doblemente estrechadas pueden ayudar a aumentar la vida útil de perforación de la barrena de perforación ayudando a reducir el desgaste prematuro de la barrena de perforación 400 cerca de la superficie interna 407.

10 Las figuras 8 a 10 ilustran adicionalmente que las esquinas de las vías de agua 412, 430 pueden incluir una superficie redondeada o chaflán. La superficie redondeada de las esquinas de las vías de agua 412, 430 puede ayudar a reducir la concentración de esfuerzos, y por tanto puede ayudar a aumentar la resistencia de la barrena de perforación 400.

15 Además de las vías de agua, la corona 404 puede incluir una pluralidad de acanaladuras para dirigir fluido de perforación, similares a las acanaladuras descritas anteriormente en la presente memoria en relación con la barrena de perforación 200. Por ejemplo, en algunas implementaciones de la presente invención la barrena de perforación 400 puede incluir una pluralidad de acanaladuras internas 422 que se extienden radialmente desde la superficie interna 407 hacia la superficie externa 408. La pluralidad de acanaladuras internas 422 puede ayudar a dirigir fluido de perforación a lo largo de la superficie interna 407 de la barrena de perforación 400 desde el vástago 402 hacia la cara de corte 409. Tal como se muestra en las figuras 8 a 10, en algunas implementaciones de la presente invención las acanaladuras internas 422 pueden extenderse desde el vástago 402 axialmente a lo largo de la superficie interna 407 hasta las muescas 412. Por tanto, las acanaladuras internas 422 pueden ayudar a dirigir fluido de perforación a las muescas 412.

25 Además, la corona 404 puede incluir unas acanaladuras internas completas 422b que se intersecan con una hendidura 430 encerrada. Tal como se muestra en la figura 10, las acanaladuras internas completas 422b pueden extenderse desde el vástago 402 hasta la cara de corte 409. En algunas implementaciones de la presente invención, las acanaladuras internas completas 422b pueden intersecarse con una o más hendiduras 430 encerradas tal como se ilustra en la figura 10. De manera similar, la barrena de perforación 400 puede incluir unas acanaladuras externas 424 y acanaladuras externas completas 424a. Las acanaladuras externas 424 pueden extenderse desde el vástago 402 hasta una muesca 412, mientras que las acanaladuras externas completas 424a pueden extenderse desde el vástago 402 hasta la cara de corte 409 a la vez que se intersecan también con una hendidura 430 encerrada.

35 Además de las vías de agua 412, 430 y las acanaladuras 422, 424, la barrena de perforación 400 puede incluir además canales 440 de fluido encerrados. Los canales 440 de fluido encerrados pueden estar encerrados dentro de la barrena de perforación 400 entre la superficie interna 407 y la superficie externa 408. Además, tal como se muestra en la figura 10, los canales 440 de fluido encerrados pueden extenderse desde el vástago 402 hasta una vía de agua 412, 430, o hasta la cara de corte 409. Por tanto, los canales 440 de fluido encerrados pueden dirigir fluido de perforación a la cara de corte 409 sin que deba fluir por la superficie interna 407 de la corona 404. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que cuando se perfora en formaciones arenosas, accidentadas o fragmentadas, los canales 440 de fluido encerrados pueden ayudar a garantizar que el fluido de perforación no arrastra mediante barrido un testigo de sondeo fuera de la barrena de perforación 400.

45 Algunas implementaciones de la presente invención pueden incluir características adicionales o alternativas a los canales 440 de fluido encerrados que pueden ayudar a impedir que se arrastre mediante lavado un testigo de sondeo. Por ejemplo, en algunas implementaciones la barrena de perforación 400 puede incluir una pared delgada a lo largo de la superficie interna 407 de la corona 404. La pared delgada puede cerrar las vías de agua 412, 430 de manera que no se extiendan radialmente al interior de la corona 404. La pared delgada puede ayudar a reducir cualquier fluido que fluye al interior de la corona 404, y por tanto, ayudar a impedir que se arrastre mediante lavado un testigo de sondeo arenoso o fragmentado. Además, puede que la barrena de perforación 400 no incluya las acanaladuras internas 422. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que en tales implementaciones, puede fluir fluido de perforación al interior de los canales 440 de fluido encerrados, axialmente dentro de la corona 404 hasta una vía de agua 412, 430, y luego fuera de la vía de agua 412, 430 hasta la cara de corte 409 o la superficie externa 408.

60 Tal como se mencionó anteriormente, los vástagos 102, 202, 302, 402 de las diversas herramientas de perforación de la presente invención pueden configurarse para fijar la barrena de perforación a un componente de columna de perforación. Por ejemplo, el vástago 102, 202, 302, 402 puede incluir una parte de conexión roscada según el American Petroleum Institute (API) u otras características para facilitar el enganche a un componente de columna de perforación. A modo de ejemplo y no de limitación, la parte de vástago 102, 202, 302, 402 puede formarse a partir de acero, otra aleación a base de hierro, o cualquier otro material que presente propiedades físicas aceptables.

65 En algunas implementaciones de la presente invención, la corona 104, 204, 304, 404 de las herramientas de perforación de la presente invención puede estar compuesta por una o más capas. Por ejemplo, según algunas

implementaciones de la presente invención, la corona 104, 204, 304, 404 puede incluir dos capas. En particular, la corona 104, 204, 304, 404 puede incluir una capa de matriz, que realiza la operación de perforación, y una capa de soporte, que conecta la capa de matriz al vástago 102, 202, 302, 402. En estas implementaciones, la capa de matriz puede contener los medios de corte abrasivos que corroen y erosionan el material que está perforándose.

En algunas implementaciones, la corona 104, 204, 304, 404 puede formarse a partir de una matriz de material particulado duro, tal como por ejemplo, un metal. En vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el material particulado duro puede incluir un material pulverizado, tal como por ejemplo, una aleación o un metal pulverizado, así como compuestos de cerámica. Según algunas implementaciones de la presente invención el material particulado duro puede incluir carburo de wolframio. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "carburo de wolframio" significa cualquier composición de material que contiene compuestos químicos de wolframio y carbono, tal como, por ejemplo, WC, W<sub>2</sub>C y combinaciones de WC y W<sub>2</sub>C. Por tanto, carburo de wolframio incluye, por ejemplo, carburo de wolframio fundido, carburo de wolframio sinterizado y wolframio macrocristalino. Según implementaciones adicionales o alternativas de la presente invención, el material particulado duro puede incluir carburo, wolframio, hierro, cobalto y/o molibdeno y carburos, boruros, aleaciones de los mismos, o cualquier otro material adecuado.

Tal como se mencionó anteriormente, la corona 104, 204, 304, 404 puede incluir también una pluralidad de medios de corte abrasivos dispersos por todo el material particulado duro. Los medios de corte abrasivos pueden incluir uno o más de diamantes naturales, diamantes sintéticos, diamante policristalino o productos de diamante térmicamente estables, óxido de aluminio, carburo de silicio, nitruro de silicio, carburo de wolframio, nitruro de boro cúbico, alúmina, alúmina sol-gel sembrada o sin sembrar u otros materiales adecuados.

Los medios de corte abrasivos utilizados en las herramientas de perforación de una o más implementaciones de la presente invención pueden presentar cualquier característica o combinación de características deseada. Por ejemplo, los medios de corte abrasivos pueden ser de cualquier tamaño, forma, grano, calidad, gránulos, concentración, etc. En algunas formas de realización, los medios de corte abrasivos pueden ser muy pequeños y sustancialmente redondos con el fin de dejar un acabado liso en el material que se está cortando mediante la barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo 100, 200, 300, 400. En otras formas de realización, los medios de corte pueden ser más grandes para cortar de manera agresiva el material o la formación que se está perforando.

Los medios de corte abrasivos pueden estar dispersos de manera homogénea o de manera heterogénea por toda la corona 104, 204, 304, 404. Además, los medios de corte abrasivos pueden estar alineados de una manera particular de modo que las propiedades de perforación de los medios se presentan en una posición ventajosa con respecto a la corona 104, 204, 304, 404. De manera similar, los medios de corte abrasivos pueden estar contenidos en la corona 104, 204, 304, 404 en una variedad de densidades tal como se desee para una utilización particular. Por ejemplo, medios de corte abrasivos grandes espaciados con una mayor separación pueden cortar material más rápidamente que medios de corte abrasivos pequeños agrupados estrechamente entre sí. Por tanto, en vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que el tamaño, la densidad y la forma de los medios de corte abrasivos pueden proporcionarse en una variedad de combinaciones dependiendo del coste y el rendimiento deseados de la barrena de perforación 100, 200, 300, 400.

Por ejemplo, la corona 104, 204, 304, 404 puede fabricarse según cualquier especificación deseada o dada cualquier característica o características deseadas. De esta manera, la corona 104, 204, 304, 404 puede diseñarse a medida para que presente características óptimas para perforar materiales específicos. Por ejemplo, puede realizarse una matriz dura resistente a la abrasión para perforar formaciones no consolidadas abrasivas blandas, mientras que puede realizarse una matriz blanda dúctil para perforar una formación consolidada no abrasiva extremadamente dura. De esta manera, la dureza de matriz puede hacerse coincidir con formaciones particulares, permitiendo que la capa de matriz se erosione a una tasa deseada controlada.

Se apreciará que las herramientas de perforación con una parte de corte adaptada especialmente según implementaciones de la presente invención pueden utilizarse con casi cualquier tipo de sistema de perforación para realizar diversas operaciones de perforación. Por ejemplo, la figura 11, y el texto correspondiente, ilustran o describen un sistema de perforación de este tipo con el que pueden utilizarse herramientas de perforación de la presente invención. Sin embargo, se apreciará que el sistema de perforación mostrado y descrito en la figura 11 es solamente un ejemplo de un sistema con el que pueden utilizarse herramientas de perforación de la presente invención.

Por ejemplo, la figura 11 ilustra un sistema 500 de perforación que incluye una cabeza 510 de perforación. La cabeza 510 de perforación puede acoplarse a un mástil 520 que a su vez se acopla a un aparato de perforación 530. La cabeza 510 de perforación puede configurarse para que presente uno o más elementos 540 tubulares acoplados a la misma. Los elementos tubulares pueden incluir, sin limitación, varillas de perforación, tuberías de revestimiento y martillos de fondo de pozo. Para facilidad de referencia, los elementos 540 tubulares se describirán a continuación en la presente memoria como componentes de columna de perforación. El componente 540 de columna de perforación puede a su vez acoplarse a componentes 540 de columna de perforación adicionales para

5 formar una columna 550 de herramienta o perforación. A su vez, la columna 550 de perforación puede acoplarse a la herramienta 560 de perforación que incluye vías de agua axialmente estrechadas, tal como las barrenas de perforación de extracción de testigo de sondeo 100, 200, 300, 400 descritas anteriormente en la presente memoria. Tal como se indicó anteriormente, la herramienta 560 de perforación puede configurarse para que interactúe con el material 570, o la formación, que va a perforarse.

10 En por lo menos un ejemplo, la cabeza 510 de perforación ilustrada en la figura 11 puede configurarse para hacer rotar la columna 550 de perforación durante un procedimiento de perforación. En particular, la cabeza 510 de perforación puede variar la velocidad a la que rota la cabeza 510 de perforación. Por ejemplo, la tasa de rotación de la cabeza de perforación y/o el par de torsión que la cabeza 510 de perforación transmite a la columna 550 de perforación pueden seleccionarse tal como se desee según el procedimiento de perforación.

15 Además, el sistema 500 de perforación puede configurarse para aplicar una fuerza hacia abajo generalmente longitudinal a la columna 550 de perforación para impulsar la herramienta 560 de perforación al interior de la formación 570 durante una operación de perforación. Por ejemplo, el sistema 500 de perforación puede incluir un conjunto de accionamiento por cadena que está configurado para mover un conjunto de corredera en relación con el mástil 520 para aplicar la fuerza generalmente longitudinal a la barrena de herramienta de perforación 560 tal como se describió anteriormente.

20 Tal como se utiliza en la presente memoria el término "longitudinal" significa a lo largo de la longitud de la columna 550 de perforación. Además, tal como se utilizan en la presente memoria los términos "de arriba", "superior" y "por encima de" y "de abajo" y "por debajo de" se refieren a posiciones longitudinales en la columna 550 de perforación. Los términos "de arriba", "superior" y "por encima de" se refieren a posiciones más cercanas a la cabeza 510 de perforación y "de abajo" y "por debajo de" se refieren a posiciones más cercanas a la herramienta 560 de perforación.

30 Por tanto, en vista de la exposición en la presente memoria se apreciará que las herramientas de perforación de la presente invención pueden utilizarse para cualquier fin conocido en la técnica. Por ejemplo, una barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo 100, 200, 300, 400 impregnada con diamante puede engancharse al extremo de la columna 550 de perforación, que a su vez se conecta a un equipo o máquina de perforación 530. A medida que la columna 550 de perforación y por tanto la barrena de perforación 560 se hacen rotar y se empujan mediante la máquina de perforación 530, la barrena de perforación 560 puede desprender mediante amoladura los materiales en las formaciones subterráneas 570 que están perforándose. Los testigos de sondeo que se desprenden mediante perforación pueden extraerse de la columna 550 de perforación. La parte de corte de sondeo de la barrena de perforación 560 puede erosionarse con el tiempo a causa de la acción de amoladura. Este procedimiento puede continuar hasta que la parte de corte de una barrena de perforación 560 se ha consumido y entonces puede extraerse la columna 550 de perforación del pozo de sondeo y reemplazarse la barrena de perforación 560.

40 Las implementaciones de la presente invención también incluyen procedimientos de formación de herramientas de perforación que presentan vías de agua axialmente estrechadas. A continuación se describe por lo menos un procedimiento de formación de herramientas de perforación que presentan vías de agua axialmente estrechadas. Naturalmente, como cuestión preliminar, un experto habitual en la materia reconocerá que los procedimientos explicados en detalle pueden modificarse para instalar una amplia variedad de configuraciones utilizando uno o más componentes de la presente invención.

50 Como cuestión inicial, el término "infiltración" o "infiltrar" tal como se utiliza en la presente memoria implica fundir un material aglutinante y provocar que el aglutinante fundido penetre en y llene los espacios o poros de una matriz. Al enfriarse, el aglutinante puede solidificarse, aglutinando las partículas de la matriz. El término "sinterización" tal como se utiliza en la presente memoria significa la retirada de por lo menos una parte de los poros entre las partículas (que puede estar acompañada de contracción) combinada con coalescencia y unión entre partículas adyacentes.

55 Uno o más de los procedimientos de la presente invención pueden incluir utilizar tapones para formar las vías de agua axialmente estrechadas en una herramienta de perforación. Por ejemplo, las figuras 12 a 14 ilustran diversas vistas de un tapón 600 que puede utilizarse para formar una vía de agua axialmente estrechada, tal como las muescas 212 de la barrena de perforación 200 o las hendiduras 430 de la barrena de perforación 400. Tal como se muestra en las figuras 12 a 14, el tapón 600 puede incluir superficies correspondientes a las superficies de una vía de agua axialmente estrechada. Por ejemplo, el tapón 600 puede incluir una superficie superior 602, una superficie inferior 604, una primera superficie lateral 608 y una segunda superficie lateral 606. Además, el tapón 600 puede incluir chaflanes 610 que conectan las superficies 602, 604, 606, 608 del tapón 600.

65 Tal como se muestra en la figura 13, la superficie superior 602 del tapón 600 puede incluir un estrechamiento de tal manera que un primer extremo del tapón 600 puede presentar una primera dimensión longitudinal 612 y un segundo extremo del tapón 600 puede presentar una segunda dimensión longitudinal 614 que es mayor que la primera dimensión longitudinal 612. Por tanto, tal como se explica en mayor detalle a continuación el

estrechamiento de la superficie superior 602 puede ayudar a formar el estrechamiento axial de una vía de agua.

De manera similar, la figura 14 ilustra que la segunda superficie lateral 606 puede incluir un estrechamiento de tal manera que el primer extremo del tapón 600 puede presentar una primera anchura 616 y el segundo extremo del tapón 600 puede presentar una segunda anchura 618 que es mayor que la primera anchura 616. Por tanto, tal como se explica en mayor detalle a continuación el estrechamiento de la segunda superficie lateral 606 puede ayudar a formar el estrechamiento radial de una vía de agua. Se apreciará que la forma y la configuración del tapón 600 pueden variar dependiendo de la forma y la configuración deseadas de una vía de agua que va a formarse con el tapón 600.

En algunas implementaciones de la presente invención el tapón 600 puede formarse a partir de grafito, carbono u otro material con características de material adecuadas. Por ejemplo, el tapón 600 puede formarse a partir de un material que no se fundirá o degradará significativamente durante la infiltración o sinterización. Tal como se explica en mayor detalle a continuación, utilizando un tapón 600 formado a partir de un material que no se funde significativamente, el tapón 600 puede retirarse con relativa facilidad de una herramienta de perforación infiltrada.

Un procedimiento de la presente invención puede incluir proporcionar una matriz de material particulado duro y medios de corte abrasivos, tales como los materiales particulados duros y materiales de medios de corte abrasivos descritos anteriormente. En algunas implementaciones de la presente invención, el material particulado duro puede comprender una mezcla de polvos. El procedimiento puede implicar también prensar o conformar de otro modo la matriz para dar una forma deseada. Por ejemplo, el procedimiento puede implicar formar la matriz para dar la forma de una corona anular. El procedimiento puede implicar entonces colocar una pluralidad de tapones en la matriz. Por ejemplo, el procedimiento puede implicar colocar la superficie inferior 602 en una superficie de la corona anular que corresponde a una cara de corte con el fin de formar una muesca 112, 212, 312, 412. Además, o alternativamente, el procedimiento puede implicar colocar un tapón 600 en el cuerpo de la corona anular a una distancia desde la superficie de la corona anular que corresponde a una cara de corte para formar una hendidura 430 encerrada.

El procedimiento puede infiltrar entonces la matriz con un aglutinante. El aglutinante puede comprender cobre, cinc, plata, molibdeno, níquel, cobalto o una mezcla y aleaciones de los mismos. El aglutinante puede enfriarse uniéndose de ese modo a la matriz (material particulado duro y medios de corte abrasivos), aglutinando de ese modo la matriz. Puede que el aglutinante no se una significativamente al tapón 600, permitiendo de ese modo la retirada del tapón 600 para exponer una vía de agua axial o doblemente estrechada.

Otro procedimiento de la presente invención incluye de manera general proporcionar una matriz y llenar un molde que presenta tapones 600 colocados en el mismo con la matriz. El molde puede formarse a partir de un material al que puede que no se una significativamente un material aglutinante, tal como, por ejemplo, grafito o carbono. El procedimiento puede implicar entonces una densificación de la matriz mediante gravedad y/o vibración. El procedimiento puede implicar entonces infiltrar la matriz con un aglutinante que comprende uno o más de los materiales mencionados anteriormente. El aglutinante puede enfriarse uniéndose de ese modo a la matriz (material particulado duro y medios de corte abrasivos), aglutinando de ese modo la matriz conjuntamente. Puede que el aglutinante no se una significativamente al tapón 600 o al molde, permitiendo de ese modo la retirada del tapón 600 para exponer una vía de agua axial o doblemente estrechada.

Antes, después o junto con la infiltración de la matriz, uno o más procedimientos de la presente invención pueden incluir sinterizar la matriz hasta una densidad deseada. Como la sinterización implica una densificación y una retirada de porosidad dentro de una estructura, la estructura que se está sinterizando puede contraerse durante el procedimiento de sinterización. Una estructura puede experimentar una contracción lineal de entre el 1% y el 40% durante la sinterización. Como resultado, puede ser deseable considerar y tener en cuenta la contracción dimensional al diseñar características de mecanizado o herramientas (molde, troqueles, etc.) en estructuras que no se sinterizan completamente.

Según algunas implementaciones de la presente invención, el tiempo y/o la temperatura del procedimiento de infiltración pueden aumentarse para permitir que el aglutinante rellene un elevado número y una cantidad mayor de los poros de la matriz. Esto puede tanto reducir la contracción durante la sinterización como aumentar la resistencia de la herramienta de perforación resultante.

Por tanto, la presente invención puede realizarse en otras formas específicas sin apartarse de sus características esenciales. Las formas de realización descritas han de considerarse en todos los sentidos solamente como ilustrativas y no restrictivas. Por ejemplo, en algunas implementaciones de la presente invención, las vías de agua axialmente estrechadas pueden formarse retirando material de la corona en lugar de utilizando tapones. Por tanto, en algunas implementaciones, las vías de agua axialmente estrechadas pueden formarse mecanizando o cortando las vías de agua en la corona utilizando chorros de agua, láseres, mecanizado por descarga eléctrica (EDM) u otras técnicas. Por tanto, el alcance de la invención se indica mediante las reivindicaciones adjuntas en vez de mediante la descripción anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (100, 200, 300, 400), que comprende:
- 5 un vástago (102, 202, 302, 402);
- una corona anular (104, 204, 304, 404) que incluye un eje longitudinal a su través, una cara de corte (109, 209, 309, 409), una superficie interna (107, 207, 307, 407), y una superficie externa (108, 208, 308, 408), definiendo la corona anular un espacio interior alrededor del eje longitudinal para recibir un testigo de sondeo,
- 10 definiendo la corona anular una pluralidad de muescas (112, 212, 312, 412), extendiéndose cada muesca una primera distancia desde la cara de corte (109, 209, 309, 409) hacia el interior de la corona anular en relación con el eje longitudinal y radialmente desde la superficie interna (107, 207, 307, 407) hasta la superficie externa (108, 208, 308, 408), en la que cada muesca (112, 212, 312, 412) de la pluralidad de muescas está axialmente estrechada, en la que la dimensión longitudinal de cada muesca en la superficie externa es mayor
- 15 que la dimensión longitudinal de la muesca en la superficie interna, en la que cada muesca de la pluralidad de muescas está radialmente estrechada mediante lo cual la anchura (114, 214, 314, 414) de cada muesca es mayor en la superficie externa (108, 208, 308, 408) que la anchura (116, 216, 316, 416) de la muesca en la superficie interna (107, 207, 307, 407),
- 20 en la que la corona anular (104, 204, 304, 404) está formada de un material de matriz seleccionado, comprendiendo el material de matriz seleccionado una matriz y una pluralidad de medios de corte abrasivos dispersos por toda la matriz, en la que la matriz del material de matriz seleccionado está configurada para erosionarse a fin de exponer los medios de corte abrasivos dentro de la matriz.
- 25 2. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (100, 200, 300, 400) según la reivindicación 1, en la que cada muesca (112, 212, 312, 412) define por lo menos una primera superficie lateral (112a, 212a, 312a, 412a) y una segunda superficie lateral opuesta (112b, 212b, 312b, 412b), extendiéndose la primera superficie lateral desde la superficie interna (107, 207, 307, 407) de la corona (104, 204, 304, 404) hasta la superficie externa (108, 208, 308, 408) de la corona (104, 204, 304, 404) en una dirección normal con respecto
- 30 a la superficie interna de la corona, y estrechándose la segunda superficie lateral desde la superficie interna hasta la superficie externa de la corona.
3. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (100, 200, 300, 400) según la reivindicación 1, en la que cada muesca (112, 212, 312, 412) define por lo menos una primera superficie lateral (112a, 212a, 312a, 412a) y una segunda superficie lateral opuesta (112b, 212b, 312b, 412b), estrechándose radialmente las primera y segunda superficies laterales desde la superficie interna de la corona (104, 204, 304, 404) hasta la superficie externa de la corona, en la que el estrechamiento radial de la segunda superficie lateral es más grande que el estrechamiento radial de la primera superficie lateral.
- 40 4. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (400) según la reivindicación 1, que comprende además una hendidura (430) encerrada formada en la corona (404) a una segunda distancia de la cara de corte (409).
5. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (400) según la reivindicación 4, en la
- 45 que la primera distancia es mayor que la segunda distancia.
6. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (100, 200, 300, 400) según la reivindicación 1, que comprende además por lo menos una acanaladura interna (122, 222, 322, 422) que se extiende desde la superficie interna (107, 207, 307, 407) hacia la superficie externa (108, 208, 308, 408), extendiéndose dicha por lo menos una acanaladura interna (122, 222, 322, 422) axialmente a lo largo de la superficie externa desde una muesca (112, 212, 312, 412) de la pluralidad de muescas hacia el vástago (102, 202, 302, 402).
- 50 7. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (100, 200, 300, 400) según la reivindicación 1, que comprende además por lo menos una acanaladura externa (122, 222, 322, 422) que se extiende desde la superficie externa (108, 208, 308, 408) hacia la superficie interna (107, 207, 307, 407), extendiéndose dicha por lo menos una acanaladura externa (122, 222, 322, 422) axialmente a lo largo de la superficie externa desde una muesca (112, 212, 312, 412) de la pluralidad de muescas hacia el vástago (102, 202, 302, 402).
- 60 8. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (400) según la reivindicación 1, que comprende además un canal (440) de fluido encerrado dentro de la corona (404), extendiéndose el canal de fluido desde el vástago (402) hasta una muesca (412) de la pluralidad de muescas.
- 65 9. Barrena de perforación de extracción de testigo de sondeo impregnada (400) según la reivindicación 8, que comprende además una pared delgada que se extiende alrededor de la superficie interna de la corona (404), en

la que la pared delgada separa del espacio interior la muesca (412) de la pluralidad de muescas..

10. Procedimiento de formación de una barrena de perforación (100, 200, 300, 400) que presenta unas muescas axialmente estrechadas (112, 212, 312, 412), que comprende:

5 formar una corona anular (104, 204, 304, 404) constituida por un material particulado duro y una pluralidad de medios de corte abrasivos;

10 colocar una pluralidad de tapones (600) dentro de la corona anular, aumentando la dimensión longitudinal de cada tapón de la pluralidad de tapones a lo largo de la longitud del mismo desde un primer extremo hasta un segundo extremo opuesto;

15 infiltrar la corona anular con un material aglutinante configurado para unirse al material particulado duro y la pluralidad de medios de corte abrasivos; y

retirar la pluralidad de tapones de la corona anular para exponer una pluralidad de muescas axialmente estrechadas (112, 212, 312, 412).

20 11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además sinterizar la corona anular infiltrada.

12. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el material aglutinante comprende una aleación de cobre y la pluralidad de tapones comprende grafito.

25 13. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la pluralidad de medios de corte abrasivos comprende uno o más de diamantes naturales, diamantes sintéticos, óxido de aluminio, carburo de silicio, nitruro de silicio, carburo de wolframio, nitruro de boro cúbico, alúmina o alúmina sol-gel sembrada o sin sembrar.

30 14. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la anchura de cada tapón (600) de la pluralidad de tapones aumenta a lo largo de la longitud del mismo desde el primer extremo hasta el segundo extremo opuesto.

15. Sistema (500) de perforación, que comprende:

un aparato de perforación (530);

35 una columna (550) de perforación adaptada para fijarse al aparato de perforación y hacerse rotar mediante el mismo; y

una barrena de perforación (100, 200, 300, 400) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

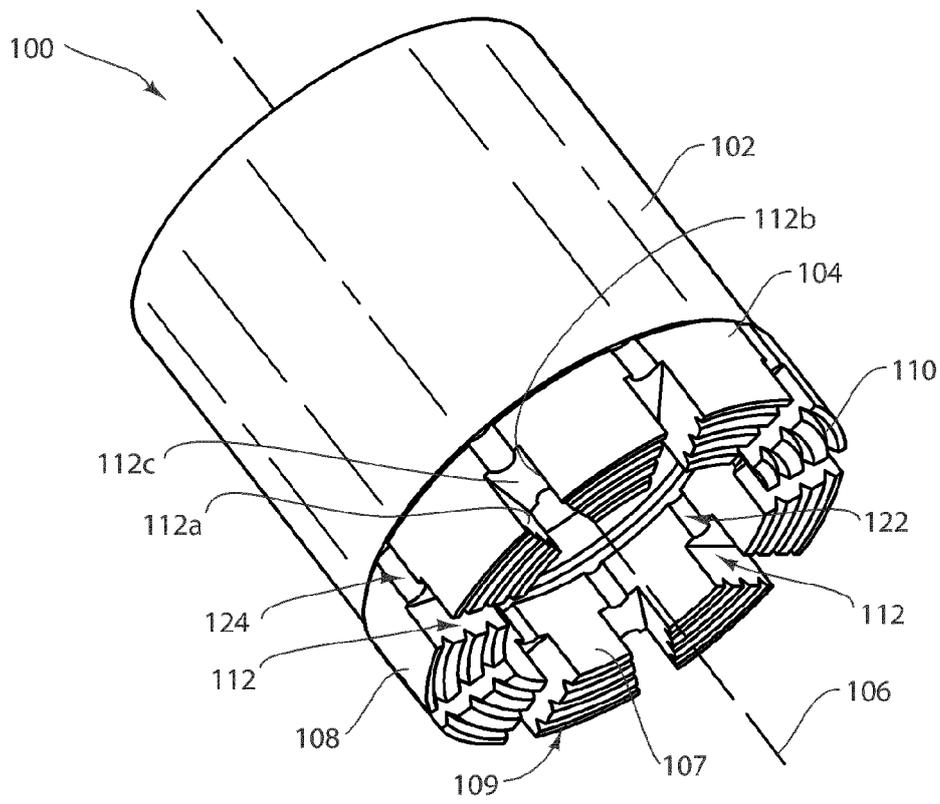


FIG. 1

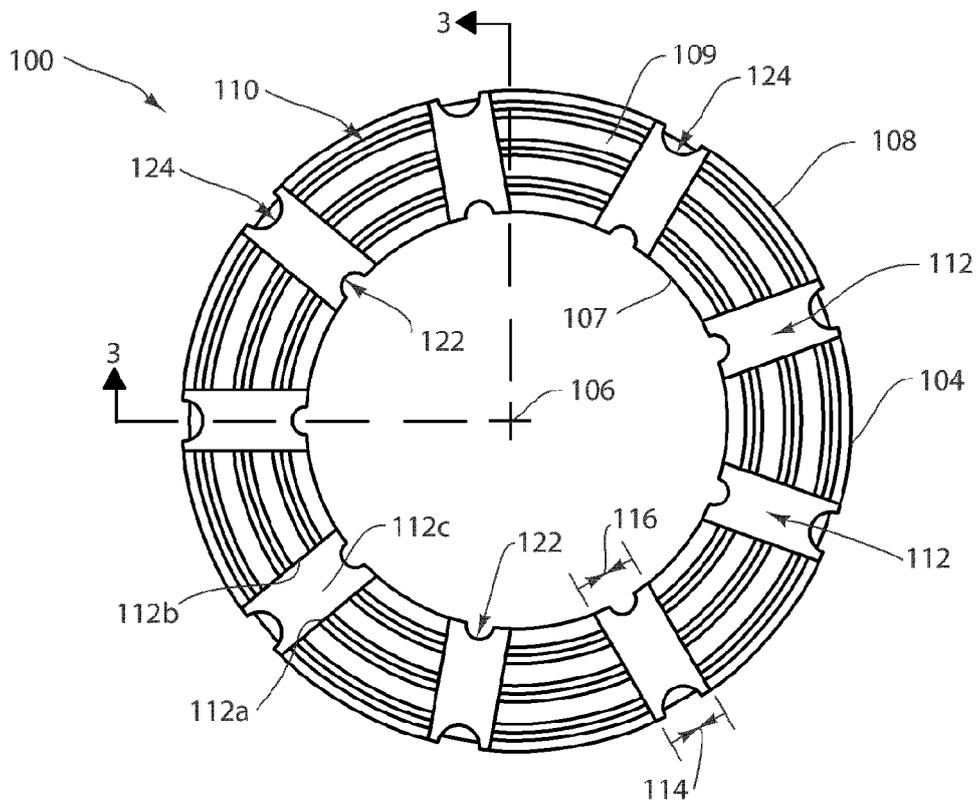


FIG. 2

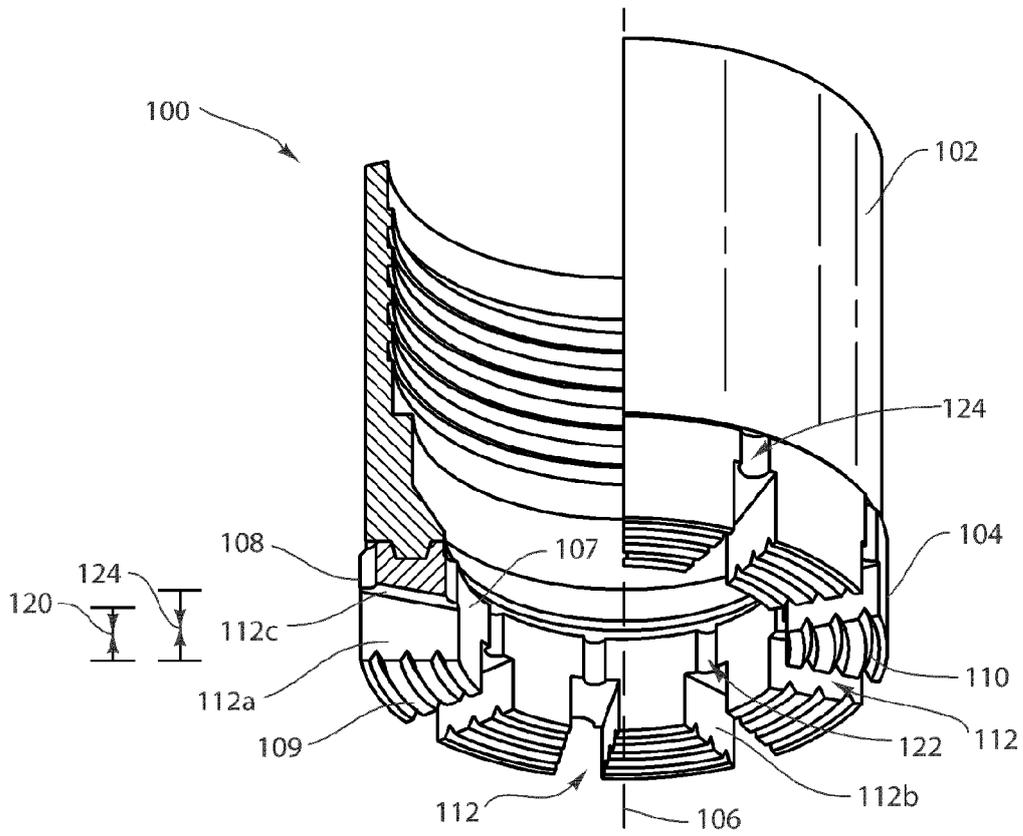


FIG. 3

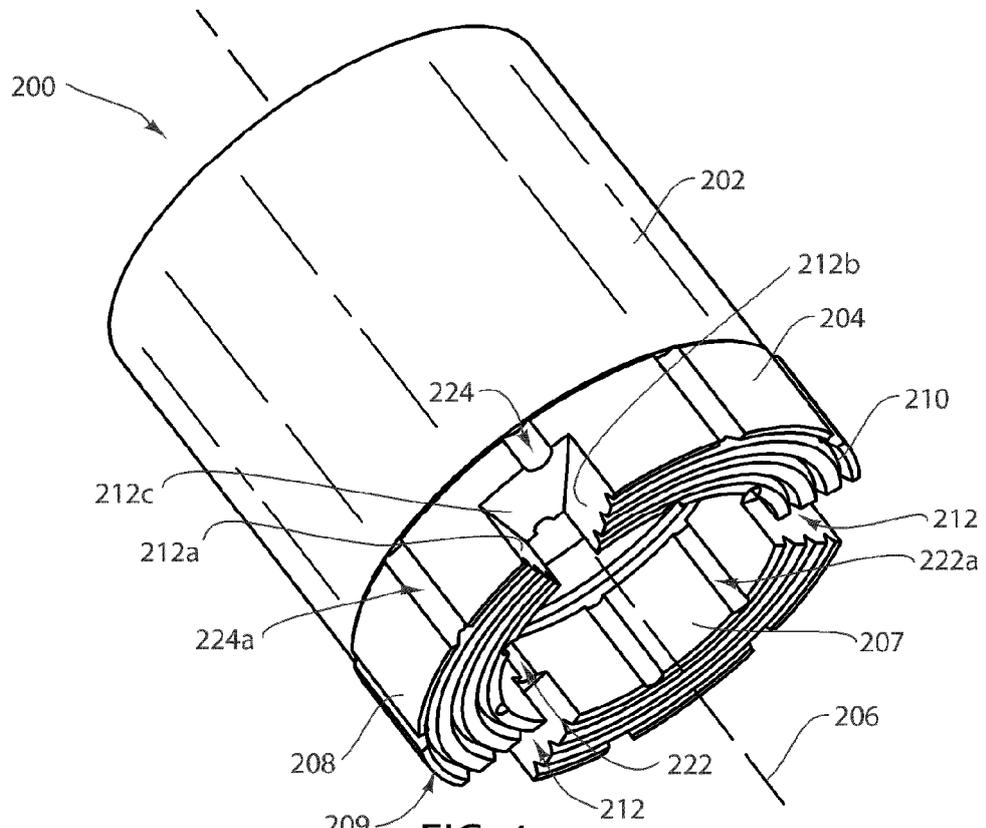


FIG. 4

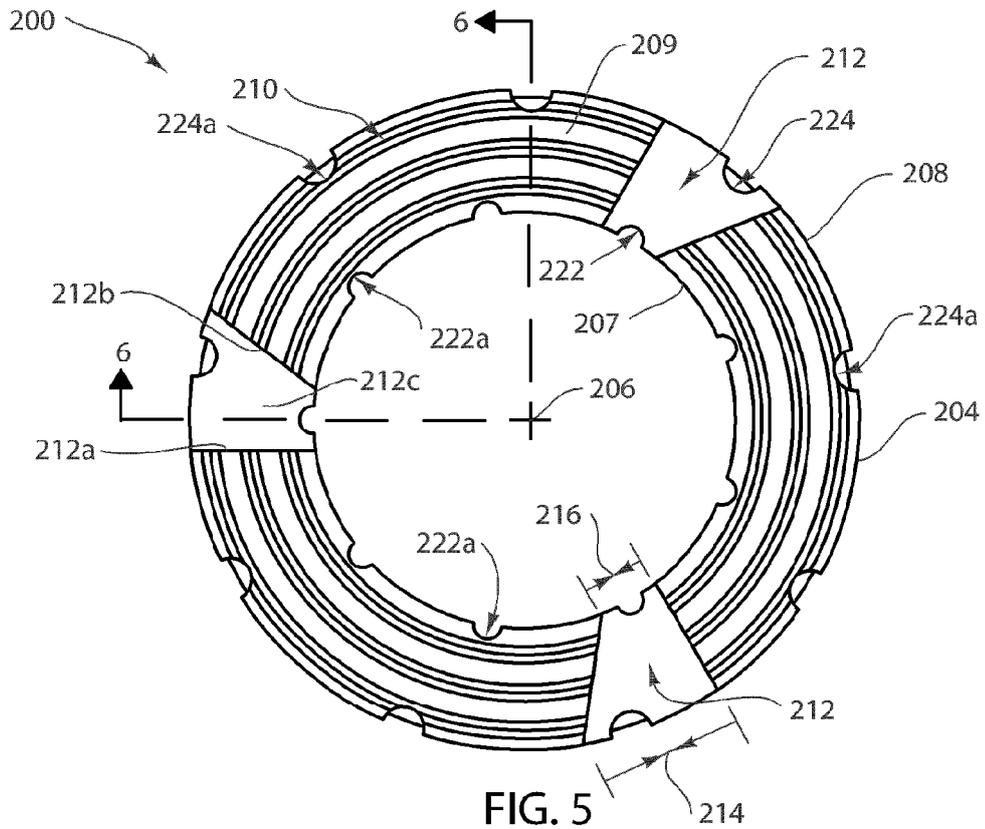


FIG. 5

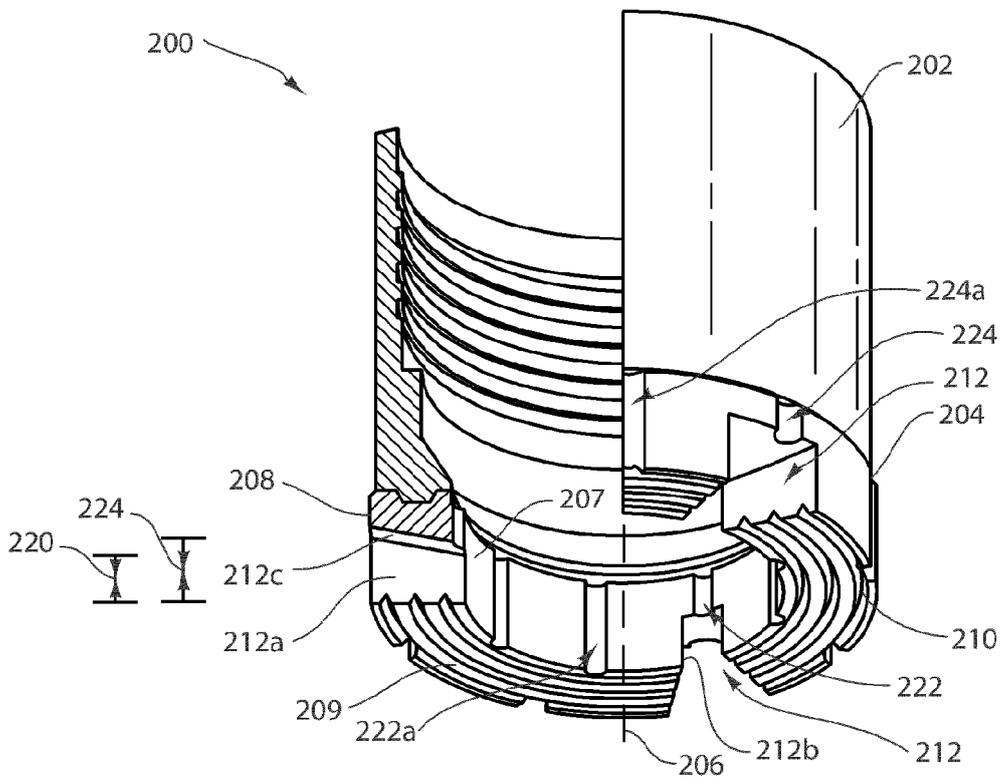


FIG. 6

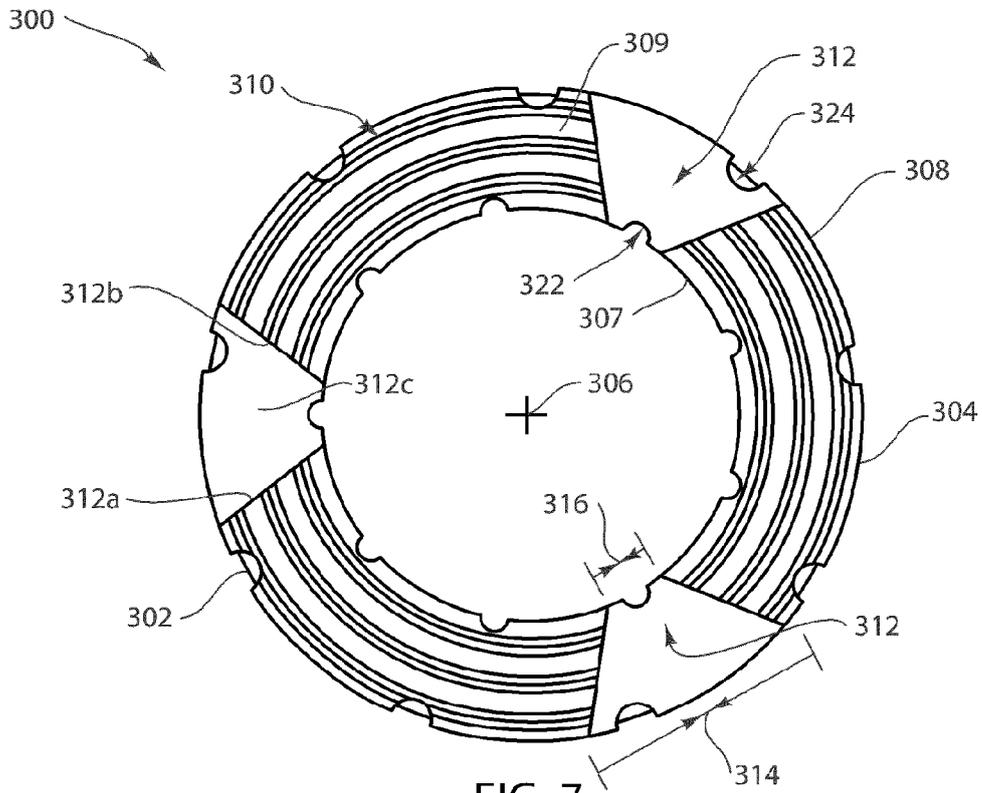


FIG. 7

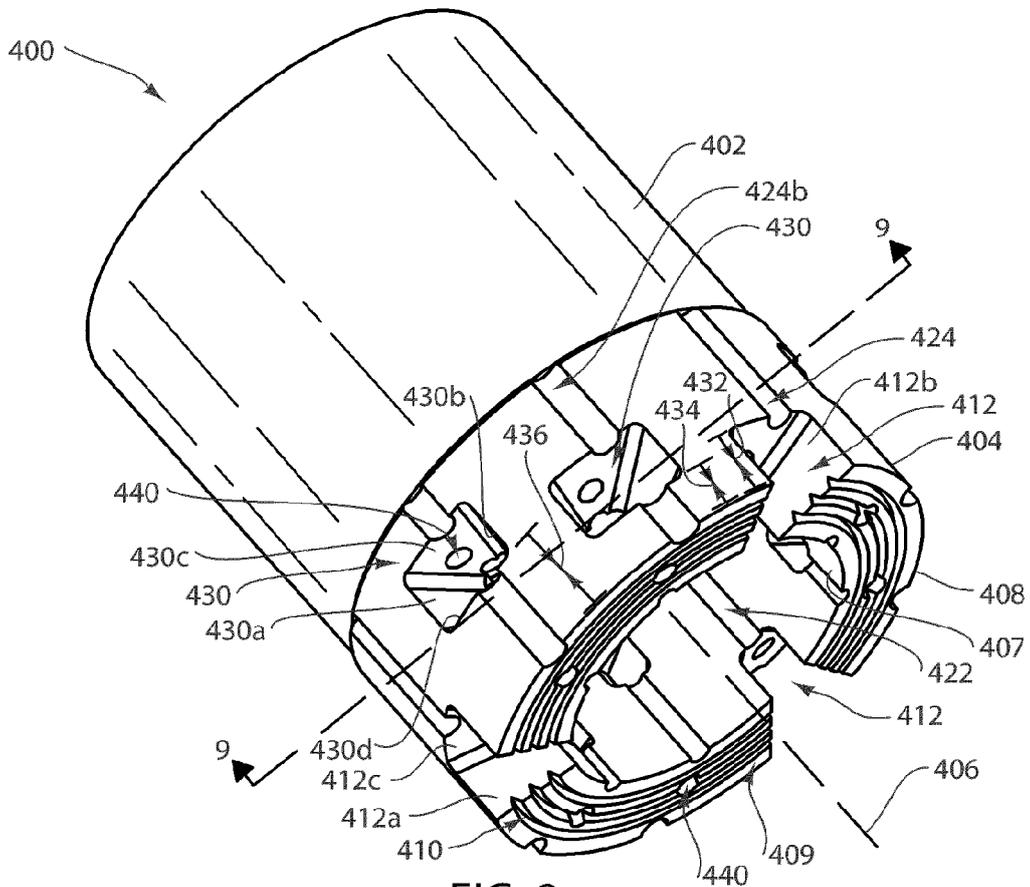


FIG. 8

