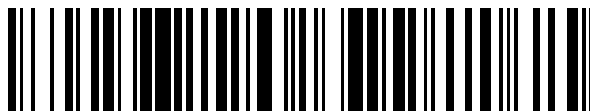


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 760**

21 Número de solicitud: 201990062

51 Int. Cl.:

E21B 33/12

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

07.02.2017

30 Prioridad:

07.02.2017 WO PCT/US2017/016848

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.05.2020

71 Solicitantes:

**HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.
(100.0%)
3000 North Sam Houston Parkway East
77032-3219 Houston TX Texas US**

72 Inventor/es:

**JAKKULA, Prem Sagar;
GJELSTAD, Geir y
GARDNER, Vaughn Henrie**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

54 Título: **ELEMENTO DE SELLADO Y EMPACADO CON UNA CAPA NO HINCHABLE**

57 Resumen:

Elemento de sellado y empacado con una capa no hinchable.

Se describen aparatos y métodos de ejemplo para proporcionar un aparato empacador, de hinchamiento, que tiene una capa exterior vulcanizada no hinchable con un patrón cortado en ella para exponer un elemento de sellado interior hinchable. En una realización de ejemplo, el envasador hinchable incluye un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica. Un elemento de sellado se extiende radialmente alrededor del mandril y una capa que no se hincha cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado. Una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una porción de la superficie exterior del elemento de sellado. La capa no hinchable está configurada para evitar la comunicación fluida entre un fluido dispuesto fuera de la capa no hinchable y partes de la superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa no hinchable.

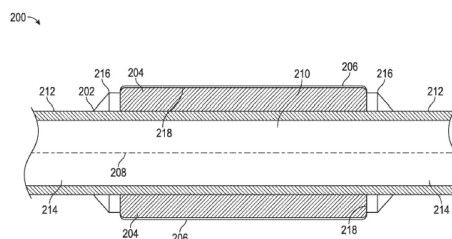


FIG. 2

DESCRIPCIÓN

Elemento de sellado y empackado con una capa no hinchable

5 ANTECEDENTES

En la perforación y terminación de los pozos de petróleo y gas, se perfora un pozo en formaciones subterráneas productoras. El pozo a veces cuenta con un tubo de revestimiento para sostener la superficie interior del pozo y aislarlo de la formación circundante. Puede ser deseable sellar o tapar selectivamente el pozo en varias ubicaciones durante la producción de hidrocarburos (por ejemplo, petróleo y/o gas) de un pozo. Algunos procedimientos de terminación utilizan empacadores o dispositivos similares para proporcionar aislamiento hidráulico de zonas dentro del pozo para operaciones secuenciales en una zona mientras se aíslan las zonas ya tratadas. Por ejemplo, los empacadores en pozos sin revestir se pueden usar para proporcionar un sello en áreas anulares entre tuberías concéntricas, como el espacio anular entre la pared lateral de tierra del pozo y una tubería. De manera similar, los empacadores en pozos revestidos se pueden usar para proporcionar un sello anular entre un tubo exterior (como el revestimiento del pozo) y un tubo interno (como un tubo de producción).

20

Un tipo común de empacador incluye empacadores de hinchamiento (también conocidos como empacadores hinchables), que comprenden un material de sellado que aumenta en volumen y se expande radialmente hacia afuera cuando un fluido en particular entra en contacto con el material de sellado en el pozo. Por ejemplo, el material de sellado se puede construir de un compuesto de caucho u otro material hinchable adecuado. El material de sellado puede hincharse en respuesta a la exposición a fluidos de hidrocarburos o al agua en el pozo. El retraso y el control de las tasas de hinchamiento se han logrado algunas veces cubriendo total o intermitentemente la superficie del material de sellado con capas de barrera semipermeables o no permeables que se pintan sobre la superficie del material hinchable como un revestimiento que limita la exposición del material hinchable de sellado a fluidos hidrocarbonados/agua.

30

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La fig. 1 es un esquema que ilustra un sistema de pozo de ejemplo, según una o más

realizaciones.

La fig. 2 es una vista en sección transversal a lo largo de un eje longitudinal de un aparato empacador, según una o más realizaciones.

La fig. 3 es una vista en sección transversal de un aparato empacador, según una o más
5 realizaciones.

La fig. 4 ilustra una vista desde arriba de un aparato empacador 400, según una o más realizaciones.

La fig. 5 es una vista en perspectiva de un aparato empacador con ranuras helicoidales, según una o más realizaciones.

10 La fig. 6 es una vista en perspectiva de un aparato empacador con ranuras radiales, según una o más realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 Para abordar algunos de los desafíos asociados con el control de las tasas de hinchamiento de los empacadores de hinchamiento, así como otros, se describen aquí aparatos y procedimientos que funcionan para proporcionar un aparato empacador de hinchamiento que tiene una capa exterior vulcanizada sin hinchamiento con un patrón cortado en el mismo para exponer un elemento de sellado interior hinchable. En una realización de
20 ejemplo, el empacador de hinchamiento incluye un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica. Un elemento de sellado se extiende radialmente alrededor del mandril y una capa no hinchable cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado. Una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado. La capa no hinchable está
25 configurada para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera de la capa no hinchable y partes de la superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa no hinchable.

La fig. 1 es un esquema que ilustra un entorno operativo de sistema de pozo de ejemplo
30 100 donde se pueden desplegar empacadores de hinchamiento, según una o más realizaciones. En el sistema de pozo 100, se perfora un pozo 102 que se extiende a través de varias formaciones de tierra en una formación de interés 104 con el fin de recuperar hidrocarburos, almacenar hidrocarburos, desechar dióxido de carbono o similares. Los expertos en la materia reconocerán fácilmente que los principios descritos en este
35 documento son aplicables a operaciones en tierra, submarinas o marinas, sin apartarse del

alcance de la divulgación. El pozo 102 puede extenderse de forma vertical respecto a la superficie terrestre sobre una parte vertical del pozo, o puede desviarse en cualquier ángulo desde la superficie terrestre sobre una parte del pozo desviada u horizontal. En este ejemplo, el sistema de pozo 100, el pozo 102 incluye una sección sustancialmente vertical
5 106, cuya parte superior está cubierta por una tubería de revestimiento 108 que está cementado dentro del pozo 102. El pozo 102 también puede incluir una sección sustancialmente horizontal 110 que se extiende a través de la formación de interés 104.

Como se ilustra, la sección horizontal 110 del pozo 102 es un pozo sin revestir. Sin
10 embargo, los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que los principios descritos en el presente documento también son aplicables a las realizaciones donde la sección horizontal 110 del pozo 102 incluye un tubo de revestimiento de perforación, como la carcasa y/o el revestimiento. Además, aunque la fig. 1 representa un pozo que tiene una sección horizontal 110, los expertos en la técnica deberían entender que esta divulgación
15 también es aplicable a sistemas de pozos que tienen otras configuraciones direccionales que incluyen, entre otros, pozos verticales, pozos desviados, pozos inclinados, pozos multilaterales y similares.

En consecuencia, debe entenderse que el uso de términos direccionales como "arriba",
20 "abajo", "superior", inferior", "por encima", "por debajo", "izquierda", "derecha", "ascendente", "descendente" y similares se utilizan en relación con las realizaciones ilustrativas tal como se representan en las figuras, la dirección superior es hacia la parte superior de la figura correspondiente, la dirección inferior hacia la parte inferior de la figura correspondiente y la dirección hacia arriba del orificio es hacia la superficie del pozo y la
25 dirección descendente del pozo hacia el fondo del pozo 102, aunque el pozo o partes del mismo puedan estar desviados o en posición horizontal. Correspondientemente, la orientación "transversal" o "radial" significará la orientación perpendicular a la orientación longitudinal o axial. En la discusión que sigue, generalmente se asumen componentes de tubería y pozo cilíndricos, a menos que se exprese lo contrario.

30

Un tubo de tubería 112 (por ejemplo, un tubo de producción) que se extiende desde la superficie se suspende dentro del pozo 102 para la recuperación de los fluidos de formación a la superficie de la tierra. La tubería 112 proporciona un conducto para que los fluidos de formación viajen desde la formación de interés 104 a la superficie y también se
35 puede usar como un conducto para inyectar fluidos de la superficie en la formación de

interés 104. Los ejemplos de tuberías alternativos incluyen, pero no se limitan a, una cadena de trabajo, una cadena de herramientas, una cadena de tubería segmentada, una cadena de tubería unida, una cadena de tubería flexible, una cadena de tubería de producción, una cadena de perforación, similares, o combinaciones de las mismas. En el sistema de pozo de ejemplo 100, el tubo 112 está acoplado en su extremo inferior a una cadena de terminación 114 que se ha instalado en el pozo 102 y divide la sección horizontal 110 en varios intervalos de producción.

La cadena de finalización 114 incluye una pluralidad de filtros 116 que se acoplan entre sí secuencialmente para formar la cadena de finalización 114. Cada filtro puede incluir un tubo base 120 y un filtro de control de flujo 122 que rodea circunferencialmente al menos una parte del tubo base 120. Los filtros de control de flujo 122 de los filtros 116 funcionan para filtrar partículas no deseadas y otros sólidos de los fluidos de formación a medida que los fluidos de formación penetran en la cadena de finalización 114. Como se describe en el presente documento, "fluidos de formación" se refiere a hidrocarburos, agua y cualquier otra sustancia en forma líquida que pueda producirse a partir de una formación de tierra.

En algunas realizaciones, los tubos de base 120 son segmentos de tubo que incluyen mecanismos de conexión adecuados, tales como configuraciones roscadas, para conectar cada filtro 116 a componentes adyacentes. Por ejemplo, los pares adyacentes de filtros 116 se acoplan entre sí en una conexión de filtro (no se muestra), con el número de filtros 116 y las conexiones de unión de filtros varían según la longitud de los filtros y el pozo donde se despliegan.

Cada uno de los filtros 116 se coloca entre empacadores 118 que proporcionan un sello fluido entre la cadena de finalización 114 y el pozo 102, definiendo así los intervalos de producción. Los empacadores 118 aíslan el anillo entre la cadena de terminación 114 y el pozo 102, permitiendo así que el flujo de fluido de formación entre en la cadena de terminación 114 en lugar de fluir a lo largo de la carcasa a lo largo del exterior de la cadena de producción. Los empacadores están diseñados para sellar mediante el uso de un elemento de sellado (no mostrado) que se expande radialmente hacia afuera contra la pared del pozo (o el diámetro interior del tubo de revestimiento de perforación, si está presente).

El elemento de sellado en empacadores de hinchamiento comprende un material

hinchable. Para fines de divulgación en el presente documento, un material hinchable puede definirse como cualquier material (por ejemplo, un polímero, como por ejemplo un elastómero) que se hincha (por ejemplo, presenta un aumento de masa y volumen) al entrar en contacto con fluidos seleccionados (es decir, un fluido hinchante, como fluidos de 5 hidrocarburos o agua). Debe entenderse que los términos polímero y/o material polimérico en el presente documento se usan de manera intercambiable y se refieren a cada una de las composiciones que comprenden al menos un monómero polimerizado en presencia o ausencia de otros aditivos tradicionalmente incluidos en dichos materiales. Los ejemplos de materiales poliméricos adecuados para usar como parte del material hinchable incluyen, 10 pero no se limitan a homopolímeros, poliésteres aleatorios, de bloques, de injerto, en estrella e hiper-ramificados, copolímeros de los mismos, derivados de los mismos, o combinaciones de los mismos.

Se reconocerá que el sistema 100 tiene una naturaleza meramente ilustrativa y puede 15 haber diversos componentes adicionales presentes que no se hayan ilustrado necesariamente en la fig. 1 por motivos de claridad. Algunos componentes adicionales no exhaustivos que pueden estar presentes incluyen, entre otros, tolvas de suministro, válvulas, condensadores, adaptadores, juntas, medidores, sensores, compresores, controladores de presión, sensores de presión, controladores de velocidad de flujo, 20 sensores de velocidad de flujo, sensores de temperatura y similares. Dichos componentes pueden incluir revestimiento del pozo, recubrimiento del pozo, cadena de terminación, cadena de inserción, cadena de perforación, tubería flexible, línea de acero, cable eléctrico, columna de perforación, collares de perforación, motores de lodo, motores y/o bombas de fondo de pozo, motores y/o bombas de montaje superficial, centralizadores, turbolizadores, 25 raspadores, flotadores (por ejemplo, zapatas, collares, válvulas, y similares), herramientas de registro y equipos de telemetría relacionados, accionadores (por ejemplo, dispositivos electromecánicos, dispositivos hidromecánicos, y similares), manguitos deslizantes, mangas de producción, filtros, dispositivos de control de flujo (por ejemplo, dispositivos de control de entrada de flujo, dispositivos de control de entrada de flujo autónomos, 30 dispositivos de control de salida de flujo, y similares), acoplamientos (por ejemplo, conexión húmeda electrohidráulica, conexión seca, acoplador inductivo, y similares), líneas de control (por ejemplo, eléctricas, fibra óptica, hidráulicas, y similares), líneas de vigilancia, brocas de perforación y escariadores, sensores o sensores distribuidos, intercambiadores de calor de fondo de pozo, válvulas y dispositivos de accionamiento correspondientes, 35 sellos de herramientas, empacadores, tapones de cemento, tapones de obturación y otros

dispositivos de aislamiento de pozo, o componentes y similares. Cualquiera de estos componentes puede incluirse en el sistema de pozo 100 descrito de forma general anteriormente y representado en la fig. 1.

5 La fig. 2 es una vista transversal de un aparato empacador 200, según una o más realizaciones. Como se muestra, el aparato empacador 200 incluye un mandril 202, un elemento de sellado 204 dispuesto circunferencialmente alrededor/alrededor de al menos una porción del mandril 202, y una capa no hinchable 206 que cubre al menos una porción del elemento de sellado 204. Para los fines de la divulgación en el presente documento, el
10 aparato empacador 200 puede caracterizarse con respecto a un eje central o longitudinal 208 y un eje transversal que es perpendicular al eje longitudinal 208.

En una realización, el mandril 202 generalmente comprende una estructura o cuerpo cilíndrico o tubular. Como se muestra, el mandril 202 está alineado coaxialmente con el eje
15 longitudinal del aparato empacador 200. En algunas realizaciones, el mandril 202 comprende una estructura unitaria (por ejemplo, una única unidad de fabricación, tal como una longitud continua de tubo o tubería); alternativamente, el mandril 202 puede comprender dos o más componentes conectados operativamente (por ejemplo, dos o más subcomponentes acoplados, como mediante una conexión roscada). El cuerpo tubular del
20 mandril 202 generalmente define un orificio de flujo axial continuo 210 que permite el movimiento del fluido a través del mandril 202.

El mandril 202 puede configurarse para su incorporación en un pozo tubular 212 (por ejemplo, tal como el tubo 112 o la cadena de terminación 114 de la fig. 1). En dicha
25 realización, el mandril 202 puede incluir una conexión adecuada al pozo tubular 212. Por ejemplo, el mandril 202 puede incorporarse dentro del pozo tubular 120 de manera que el orificio de flujo axial 210 del mandril 202 esté en comunicación fluida con el orificio de flujo axial 214 del pozo tubular 212.

30 En diversas realizaciones, el aparato empacador 200 incluye uno o más elementos de retención opcionales 216. En general, los elementos de retención 216 están dispuestos circunferencialmente alrededor del mandril 202 adyacente y en contacto con el elemento de sellado 204 en cada lado del elemento de sellado 204, como se ilustra en la fig. 2. Alternativamente, el elemento de retención 216 puede ser adyacente y estar en contacto
35 con el elemento de sellado 204 en un solo lado, como por ejemplo en un lado inferior del

- elemento de sellado 204, o en un lado superior del elemento de sellado 204. El elemento de retención 216 evita o limita el movimiento longitudinal (por ejemplo, a lo largo del eje central 208) del elemento de sellado 204 alrededor del mandril 202, mientras que el elemento de sellado 204 que está dispuesto circunferencialmente alrededor del mandril
- 5 202 se coloca dentro de un pozo y/o una formación subterránea. En alguna realización, el elemento de retención 216 evita o limita además la expansión longitudinal (por ejemplo, a lo largo del eje central 208), mientras que permite la expansión radial del elemento de sellado 204.
- 10 El elemento de sellado 204 está configurado generalmente para sellar y/o aislar selectivamente dos o más porciones de un espacio anular que rodea el aparato empacador 200 (por ejemplo, entre el aparato empacador 200 y una o más paredes del pozo y/o la cubierta del pozo) al proporcionar una barrera que se extiende circunferencialmente alrededor de al menos una parte del exterior del aparato empacador 200. En una
- 15 realización, el elemento de sellado 204 comprende una estructura cilíndrica hueca que tiene un orificio interior (por ejemplo, una estructura en forma de tubo y/o forma de anillo). El elemento de sellado 204 puede comprender un diámetro interno, un diámetro externo y/o un espesor, por ejemplo, como puede ser seleccionado por un experto en la técnica en consideración de factores que incluyen, pero no se limitan a, el tamaño/diámetro del
- 20 mandril 202, la pared contra la cual el elemento de sellado 204 está configurado para acoplarse, la fuerza con la cual el elemento de sellado está configurado para acoplarse a tales superficies, u otros factores relacionados. Por ejemplo, el diámetro interno del elemento de sellado 204 puede ser aproximadamente el mismo que el diámetro externo del mandril 202. En una realización, el elemento de sellado 204 puede estar en contacto
- 25 de sellado (por ejemplo, un sello impermeable) con el mandril 202. Mientras que la realización de la fig. 2 ilustra un aparato empacador 200 que comprende un único elemento de sellado 204, un experto en la técnica reconocerá que un aparato empacador similar puede comprender cualquier otro número adecuado de elementos de sellado.
- 30 El elemento de sellado 204 está formado preferiblemente por un elastómero deformable, como se conoce en la técnica. Por ejemplo, según diversas realizaciones ejemplares, el elemento de sellado 204 incluye uno o más materiales elastoméricos tales como caucho de nitrilo butadieno hidrogenado ("HNBR"), caucho de nitrilo butadieno ("NBR"), caucho de etileno propileno ("EPR"), tetrafluoro Gomas de copolímero de etileno/propileno ("FEPM"),
- 35 fluoro-elastómeros ("FKM"), neopreno, caucho natural, ("AEM") Caucho acrílico de etileno,

("ACM") Acrílico Esther Rubber, ("EPDM") etileno propileno dieno, ("EO") homopolímero de polipiclorohidrina, ("ECO") copolímero de óxido de etileno de polipiclorohidrina ("GECO") terpolímero de óxido de etileno de polipiclorohidrina ("EO/PO") copolímero de óxido de etileno/propileno, ("EOPO") terapolímeros, ("CR") cloropreno, ("SBR") caucho de estireno.

5

En algunos ejemplos, el elemento de sellado 204 está formado por un material que no tiene una resistencia al aceite muy elevada. En algunos ejemplos, el elemento de sellado 204 está formado por un material hinchable con agua. En al menos un ejemplo, un elemento de sellado hinchable con agua 204 está formado por uno de los materiales enumerados
10 anteriormente utilizado junto con un superabsorbente. En al menos un ejemplo, el superabsorbente comprende un material de polímero superabsorbente ("SAP"), sal, o una combinación de estos.

Además, como se discutió anteriormente con respecto a la fig. 1, el elemento de sellado
15 204 comprende un material hinchable. Como apreciará un experto en la técnica, el grado de hinchamiento del elemento de sellado 204 (por ejemplo, un material hinchable) depende de una variedad de factores, tales como, por ejemplo, las condiciones ambientales en el fondo del pozo (por ejemplo, temperatura, presión, composición del fluido de formación en contacto con el elemento de sellado, gravedad específica del fluido, pH, salinidad, tipo de
20 sal, viscosidad del fluido, etc.). En general, el elemento de sellado 204 exhibe una expansión radial (por ejemplo, un aumento en el diámetro exterior) al entrar en contacto con fluidos de hinchamiento. En diversas realizaciones, el fluido de hinchamiento puede ser un fluido a base de agua (por ejemplo, soluciones acuosas, agua, etc.), un fluido a base de aceite (por ejemplo, fluido de hidrocarburo, fluido de aceite, fluido oleaginoso, fluido de
25 terpeno, diésel, gasolina, etc.). xileno, octano, hexano, etc.), o combinaciones de los mismos.

También pueden ser adecuados otros materiales hinchables que se comportan de manera similar con respecto a los fluidos a base de aceite y/o los fluidos a base de agua. Los
30 expertos en la técnica podrán seleccionar un material hinchable apropiado para usar en las configuraciones de la presente invención basándose en una variedad de factores, incluida la aplicación donde se usará la composición y las características de hinchamiento deseadas. Por ejemplo, algunos materiales hinchables adecuados están disponibles comercialmente, como uno o más componentes del sistema de aislamiento de zonas
35 SWELLPACKER de Halliburton Energy Services, Inc.

En la realización de la fig. 2, la capa exterior no hinchable 206 del aparato empacador 200 generalmente cubre al menos una porción de una superficie exterior 218 del elemento de sellado 204. La capa no hinchable 206 es sustancialmente impermeable a los fluidos hinchables que harían que el elemento de sellado 204 se hinche y expanda. En algunos ejemplos, la capa no hinchable 206 tiene una permeabilidad de menos de 1 md (milidarcy). En al menos un ejemplo, la capa no hinchable 206 tiene una permeabilidad de menos de 1 μ d (microdarcy). La capa no hinchable 206 puede configurarse para controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado 204 (por ejemplo, la tasa de hinchamiento del material hinchable), donde el material hinchable del elemento de sellado 204 se hincha (por ejemplo, expandir o aumentar el volumen) en contacto suficiente entre el aparato empacador 200 y los fluidos hinchables. Para fines de divulgación en el presente documento, la tasa de hinchamiento de un material (por ejemplo, elemento de sellado 204, material hinchable) se define como la relación entre la expansión o aumento de volumen de dicho material y el tiempo o la duración requeridos para que ocurra dicha expansión de volumen; donde la expansión del volumen representa la diferencia entre un volumen final evaluado al final del período de tiempo evaluado y un volumen inicial evaluado al comienzo del período de tiempo evaluado. La capa no hinchable 206 puede controlar la tasa de hinchamiento mediante la limitación de la exposición del material hinchable (por ejemplo, el elemento de sellado 204) al fluido de hinchamiento. Además, el contacto entre el fluido de hinchamiento y el elemento de sellado 204, y en consecuencia el hinchamiento del material hinchable, puede depender de la geometría y la composición de la camisa que controla el acceso fluídico del fluido de hinchamiento al elemento de sellado 204 como se describe con más detalle más adelante.

25

En varias realizaciones, la capa no hinchable 206 comprende caucho no hinchable (o algún otro material elastomérico no hinchable) que está unido por vulcanización a la superficie exterior 218 del elemento de sellado 204 y proporciona un sello hermético sustancialmente fluido a las porciones del elemento de sellado 204 que cubre. Por ejemplo, la capa no hinchable 206 sirve para impedirlo entre un fluido (por ejemplo, un fluido de hinchamiento) y la parte del elemento de sellado 204 que está cubierta por la capa no hinchable 206. La capa no hinchable 206 es generalmente impermeable o no porosa con respecto a los fluidos de hinchamiento. Sin embargo, en realizaciones alternativas, la capa no hinchable 206 puede tener una baja permeabilidad con respecto al fluido de hinchamiento. En varias formas de realización de ejemplo, la capa no hinchable 206 puede incluir uno o más

materiales elastoméricos tales como caucho de nitrilo butadieno hidrogenado ("HNBR"), caucho de nitrilo butadieno ("NBR"), perfluoro-elastómeros ("FFKM"), cauchos de tetrafluoro etileno/de copolímero de propileno ("FEPM"), fluoro-elastómeros ("FKM"), neopreno y caucho natural. En al menos un ejemplo, la capa no hinchable 206 puede estar
5 formada por un caucho que no se hincha ni en agua ni en hidrocarburos.

Respecto a la fig. 3, se ilustra una vista en sección transversal de un aparato empacador 300, según una o más realizaciones. Como se muestra, el aparato empacador 300 incluye un mandril 302, un elemento de sellado hinchable 304 dispuesto circunferencialmente
10 alrededor del mandril 302, y una capa no hinchable 306 que cubre al menos una parte del elemento de sellado 304. Se observa que, en algunas realizaciones, el elemento de sellado 304 y la capa no hinchable 306 pueden unirse o fijarse de otro modo al mandril 302. En otras realizaciones, el elemento de sellado 304 y la capa no hinchable 306 pueden incorporarse como parte de un sistema de deslizamiento para su uso en el mandril 302.

15

El mandril 302 comprende, por lo general, una estructura o cuerpo cilíndrico o tubular. En algunas realizaciones, el mandril 302 comprende una estructura unitaria (por ejemplo, una única unidad de fabricación, tal como una longitud continua de tubo o tubería). De forma alternativa, el mandril 302 puede comprender dos o más componentes conectados
20 operativamente (por ejemplo, dos o más subcomponentes acoplados, como mediante una conexión roscada). Por ejemplo, el mandril 302 puede configurarse para su incorporación en un pozo tubular (por ejemplo, tal como el tubo 112 o la cadena de terminación 114 de la fig. 1).

25 El elemento de sellado hinchable 304 está formado por un material que se hincha cuando se expone a un fluido particular o en respuesta a las condiciones del pozo. Por ejemplo, el elemento de sellado hinchable 304 puede hincharse en volumen en respuesta a un hidrocarburo, agua u otro fluido o químico de hinchamiento. Al entrar en contacto con fluidos inflamables, el elemento de sellado hinchable 304 se hincha y se expande
30 radialmente hacia afuera desde el mandril 302. El elemento de sellado hinchable 304 puede ser de un compuesto de caucho u otro material que se construya como un miembro unitario o en capas.

En algunas realizaciones, el elemento de sellado hinchable 304 comprende un material de
35 caucho que se hincha cuando se expone a fluidos basados en hidrocarburos. La tasa de

hinchamiento depende de la química del aceite y de la temperatura a la que se produce la exposición. El aceite generalmente se absorbe en el elastómero hinchable con hidrocarburos mediante distribución. A través del movimiento térmico aleatorio de los átomos presentes en los hidrocarburos líquidos, el aceite se distribuye por el elastómero.

- 5 El aceite continúa distribuyéndose por el elastómero y hace que el elemento empacador se hinche hasta que alcance un diámetro interior del pozo sin revestir o de la tubería dentro de la cual se despliega el aparato empacador 300.

En otras realizaciones, el elemento de sellado hinchable 304 incluye un material que se
10 hincha cuando se expone a agua y fluidos basados en agua. El hinchamiento se logra mezclando polímeros absorbentes de agua en el compuesto de elastómero base del elemento de sellado hinchable 304. En al menos un ejemplo, las sales se combinan con el elastómero base para hacer que el caucho sea más salado que el agua para impulsar la ósmosis y lograr un aumento de volumen. En algunos ejemplos, tanto los polímeros
15 absorbentes de agua como las sales se combinan en el elastómero base. Una vez que el aparato empacador 300 se expone al agua, los polímeros absorben el agua, lo que hace que el elemento de sellado hinchable 304 se expanda radialmente hacia afuera desde el mandril 302. Al igual que el elastómero hinchable con hidrocarburos, se crea un sello una vez que se entra en contacto con la pared del pozo de perforación o la cubierta del pozo.

20

Debido a la absorción basada en la distribución de los fluidos de hinchamiento por los materiales hinchables, la tasa de hinchamiento del elemento de sellado 304 se puede controlar limitando la exposición del material hinchable (por ejemplo, el elemento de sellado hinchable 304) a los fluidos de hinchamiento. Por ejemplo, la velocidad de hinchamiento
25 puede reducirse al disminuir la cantidad de área de superficie del elemento de sellado 304 que está expuesto a los fluidos de hinchamiento. Además, el contacto entre los fluidos de hinchamiento y el elemento de sellado 304, y en consecuencia la tasa de hinchamiento, puede depender de la geometría y la composición de la capa de no hinchamiento 306 que controla el acceso fluídico del fluido de hinchamiento al elemento de sellado 304, como se
30 describe con más detalle a continuación.

Como se muestra en la realización de la fig. 3, una capa exterior no hinchable 306 del aparato empacador 300 cubre generalmente al menos una porción de una superficie exterior 308 del elemento de sellado 304. La capa no hinchable 306 es sustancialmente
35 impermeable a los fluidos de hinchamiento que harían que el elemento de sellado 304 se

hinche y expanda. A diferencia de otros recubrimientos que pueden pintarse o recubrirse a través de uno o más procedimientos de recubrimiento, la capa no hinchable 306 de la presente divulgación comprende caucho no hinchable (o algún otro material elastomérico no hinchable) que está ligado químicamente a la superficie exterior 308 del elemento de sellado 304 y proporciona un sellado sustancialmente impermeable a las partes del elemento de sellado 304 que cubre. Por ejemplo, la capa no hinchable 306 puede vulcanizarse sobre el elemento de sellado hinchable 304 para unir los dos.

En varias realizaciones, la capa no hinchable 306 es una capa impermeable de caucho (que no es reactiva a los fluidos del pozo) que evita parcialmente que el caucho reactivo que está debajo (por ejemplo, el elemento de sellado hinchable 306) reaccione con los fluidos del pozo. Por ejemplo, la capa no hinchable 306 sirve para impedir el contacto directo entre un fluido (por ejemplo, un fluido de hinchamiento) y la parte del elemento de sellado 304 que está cubierta por la capa no hinchable 306. La capa no hinchable 306 es generalmente impermeable o no porosa con respecto a los fluidos de hinchamiento. Sin embargo, en realizaciones alternativas, la capa no hinchable 306 puede tener una baja permeabilidad con respecto al fluido de hinchamiento.

La cobertura del elemento de sellado 304 con la capa no hinchable 306 se puede configurar para controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado 304, con ranuras 310 (por ejemplo, hendiduras) formadas en la capa externa y no hinchable 306, que permiten que los fluidos de hinchamiento alcancen el elemento de sellado hinchable 304. Las partes expuestas de la superficie exterior 308 del elemento de sellado 304 (por ejemplo, aquellas que la capa no hinchable 306 no cubre debido a las ranuras 310) reaccionarán con y permitirán la distribución de fluidos de hinchamiento. Las partes no expuestas del elemento de sellado 304 no son reactivas y no se hinchan hasta que los fluidos de hinchamiento alcanzan esas partes no expuestas a través de la difusión. De esta manera, la capa no hinchable 306 controla la tasa de hinchamiento del elemento de sellado 304 (ya que la tasa de hinchamiento se basará en el tamaño de las ranuras 310 y/o los patrones en la capa exterior no hinchable 306 que no reacciona con los fluidos de hinchamiento) mediante la restricción/desaceleración de los fluidos de perforación de hinchamiento que llegan a las partes del elemento de sellado 304 cubierto por la capa no hinchable 306.

Se observa que la capa no hinchable 306 a menudo permite la creación de una superficie de sellado mejorada en contacto con la pared del pozo o la cubierta del pozo. Los

materiales hinchables tienden a ser autolubricantes, lo que puede conducir a películas fluidas en sus superficies externas que disminuyen la capacidad de fricción y anclaje en contacto con las paredes de los pozos. En contraste, la capa no hinchable tiene un acabado de superficie con películas de fluido mínimas y, por lo tanto, aumenta sus capacidades de

5 anclaje debido al aumento de la fricción con respecto a los elementos de sellado hinchados. Además, se observa que la capa no hinchable 306 no se desprenderá de la superficie exterior 308 del elemento de sellado 304 debido a su unión química, proporcionando así una superficie capaz de más fricción y un sellado mejorado en contacto con la pared del pozo. En algunas realizaciones alternativas, la capa no hinchable 306 puede comprender

10 además partículas o aditivos (por ejemplo, estar incrustada en una superficie exterior 312 de la capa no hinchable 306) para aumentar la fricción contra la pared del pozo. Estos aditivos pueden incluir, pero no se limitan a, arena, vidrio o partículas metálicas de varias formas y tamaños. De manera similar, se pueden agregar remaches (como los que se encuentran comúnmente en los neumáticos de invierno) a la superficie exterior 312 de la

15 capa no hinchable 306 para aumentar el agarre o la capacidad de anclaje del aparato empacador 300.

En una realización, un procedimiento para fabricar un empacador de hinchamiento (tal como un aparato empacador 300) comprende generalmente los pasos para contar con un

20 mandril (por ejemplo, el mandril 302 descrito en este documento) que tiene un elemento de sellado (por ejemplo, un elemento de sellado 304 descrito en este documento) dispuesto circunferencialmente alrededor del mandril. Como se mencionó anteriormente, el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento. Por lo tanto, el procedimiento incluye unir una capa no hinchable para cubrir circunferencialmente una

25 superficie exterior del elemento de sellado. Este procedimiento de unión puede incluir unir químicamente la superficie exterior del elemento de sellado a la capa no hinchable mediante vulcanización o cualquier otro procedimiento que una químicamente las dos capas.

30 La tasa de hinchamiento del elemento de sellado se puede controlar cortando una o más ranuras en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado. En algunas realizaciones, el corte de una o más ranuras comprende cortar un patrón simétrico o asimétrico en la capa no hinchable. Otros procedimientos para controlar la tasa de hinchamiento incluyen, pero no se limitan a, la variación de al menos

35 un corte de un patrón en la capa de no hinchamiento, un total del área de superficie del

elemento de sellado que está expuesto y una relación entre el área de superficie total de la capa que no se hincha y el total del área de superficie del elemento de sellado que está expuesto. La variación de la profundidad y el ancho de los cortes de ranura también puede impactar el área de la superficie del elemento de sellado que está expuesto a los fluidos de hinchamiento y, por lo tanto, cambia las tasas de hinchamiento. Se observa que en algunas realizaciones, el procedimiento comprende además incrustar al menos una de las partículas o remaches en una superficie exterior de la capa no hinchable para mejorar las capacidades de anclaje de la capa no hinchable.

10 En diversas realizaciones, la relación entre la parte expuesta del elemento de sellado 304 (por ejemplo, debido a las ranuras 310) y las partes no expuestas (por ejemplo, debido a la cobertura por la capa externa no hinchable 306) puede comprender cualquier patrón o diseño adecuado, o similar. En una realización, las ranuras 310 pueden comprender un patrón en forma de cuadrícula, un patrón en forma de diamante, un patrón de tiras

15 verticales, horizontales y/o helicoidales, una disposición aleatoria, etc. Por ejemplo, la fig. 4 ilustra una vista desde arriba de un aparato empacador 400, según una o más realizaciones. Como se muestra, las ranuras 402 se cortan en la capa externa y no hinchable 404, con un patrón en forma de diamante para exponer el elemento de sellado interior e hinchable. Se observa que en esta realización de ejemplo, las ranuras abarcan

20 generalmente la longitud completa del aparato empacador 400.

En otras realizaciones, las ranuras pueden cortarse utilizando varias formas lineales (por ejemplo, tiras verticales, horizontales y/o helicoidales). Por ejemplo, la fig. 5 es una vista en perspectiva de un aparato empacador 500, según una o más realizaciones. Como se

25 muestra, las ranuras 502 se cortan en la capa externa y no hinchable 504, con un patrón en forma de diamante para exponer el elemento de sellado interior e hinchable. La fig. 6 es una vista en perspectiva de un aparato empacador 600, según una o más realizaciones. Como se muestra, las ranuras 602 se cortan en la capa externa no hinchable 604, de manera que las ranuras 602 se extienden circunferencialmente alrededor del aparato 600

30 empacador para exponer el elemento de sellado interior hinchable. Se observa que en las realizaciones de ejemplo de las figs. 5-6, las ranuras solo se cortan a lo largo de una parte de la longitud de los aparatos empacadores. En realizaciones alternativas, las ranuras pueden cortarse a lo largo de toda la longitud del aparato empacador.

En otras realizaciones alternativas, el patrón de las ranuras también puede proporcionar

35 cualquier variedad de formas y tamaños de apertura para una cobertura dada del área de

la superficie. Por ejemplo, las ranuras pueden cortarse para proporcionar un número reducido de aberturas relativamente grandes o un mayor número de aberturas más pequeñas. Las aberturas o áreas abiertas pueden tener cualquier forma, como una forma redonda (por ejemplo, circular, ovalada o elíptica), una forma cuadrada o rectangular, una
5 forma lineal (por ejemplo, tiras verticales, horizontales o helicoidales), o cualquier otra forma adecuada. Además, el uso no solo de un único patrón (por ejemplo, los ejemplos de las figs. 3-6 que se describen aquí) sino de dos o más patrones diferentes de ranuras cortadas en la capa no hinchable se puede utilizar para proporcionar características de hinchamiento variables (por ejemplo, tasas de hinchamiento lineal, tasas de hinchamiento
10 no lineal, y varias combinaciones de los mismos). La descripción aquí proporcionada es aplicable a la eliminación de la capa de barrera no hinchable (por ejemplo, a través del corte de ranuras) en cualquier patrón, y al inicio o parada en cualquier punto a lo largo de la longitud o circunferencia del aparato empacador.

15 En diversas realizaciones, la velocidad de hinchamiento de un empacador de hinchamiento puede controlarse ventajosamente (por ejemplo, modularse) variando la composición del material de hinchamiento; la superficie expuesta del elemento de sellado; un patrón cortado en la capa no hinchable; un área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto, y una relación entre el área de superficie total de la capa no hinchable y el área
20 de superficie total del elemento de sellado que está expuesto; o cualquier combinación de los mismos. Como apreciará un experto en la técnica, cuanto mayor sea la relación entre el área de superficie total de la capa que no se hincha y el total del área de superficie del elemento de sellado que está expuesto, mayor será el valor de la tasa de hinchamiento (por ejemplo, el elemento de sellado se hinchará más rápido o a un ritmo más rápido). De
25 manera similar, como apreciará un experto en la técnica, cuanto menor sea la relación entre el área de superficie total de la capa no hinchable y el área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto, menor será el valor de la tasa de hinchamiento (por ejemplo, el elemento de sellado se hinchará más lentamente o a un ritmo más lento).

30 Se pueden obtener muchas ventajas implementando los aparatos y procedimientos descritos en este documento. Por ejemplo, el caucho no hinchable descrito aquí proporciona una capa externa con propiedades de agarre mejoradas en pozos abiertos o en pozos revestidos. En algunas realizaciones, las ranuras en el caucho externo no hinchable también pueden operar para crear un área de succión o vacío entre el caucho
35 de hinchamiento y la pared del pozo o la carcasa, proporcionando así mejores propiedades

de agarre. En otras realizaciones, la capa no hinchable puede contener además partículas que proporcionan una mayor fricción y fuerza de anclaje en contacto con la pared del pozo, y puede aumentar la presión diferencial de los elementos empacadores.

- 5 La capa externa de caucho no hinchable puede tener cualquier patrón simétrico o asimétrico posible, lo que permite cambios en el área de la superficie del caucho hinchado interior que está expuesto a fluido de hinchamiento. Esto permite el retraso o el control de la tasa de hinchamiento en función de la exposición del área (al tiempo que se evita el uso de barreras o recubrimientos) y evita que cualquiera de ellos se adhiera a la integridad del
- 10 caucho. Además, encerrar el material hinchable del elemento de sellado (por ejemplo, el caucho hinchado) dentro de la capa no hinchable reduce su extrusión, reduciendo la necesidad de anillos de extremo anti-extrusión.

Si bien en la presente se han ilustrado y descrito realizaciones específicas, se debería tener

15 en cuenta que cualquier disposición que se calcule que logre el mismo objetivo puede sustituir a las realizaciones específicas que se ilustran. Se pretende que la presente descripción abarque toda adaptación y variación de las diversas realizaciones. Las combinaciones de las realizaciones anteriores, y otras realizaciones que no se describen de forma específica en la presente, serán evidentes para el experto en la técnica tras

20 estudiar la descripción que antecede.

Si bien en la presente se han ilustrado y descrito realizaciones específicas, los expertos en la técnica comprenderán que las realizaciones específicas ilustradas pueden ser sustituidas con cualquier configuración que se calcule que logra el mismo fin. Varias

25 realizaciones emplean permutaciones o combinaciones de las modalidades descritas en la presente.

Los siguientes ejemplos numerados son realizaciones ilustrativas, según diversos aspectos de la presente divulgación.

30

1. Un aparato empacador puede incluir un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica; un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para
- 35 exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa no

hinchable está configurada para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera de la capa de no hinchamiento y las porciones de la superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa no hinchable.

5 2. El aparato empacador del ejemplo 1, donde la capa no hinchable está unida por vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.

3. El aparato empacador de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento.

10

4. El aparato empacador de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la cobertura del elemento de sellado con la capa no hinchable se puede configurar para controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado.

15 5. El aparato empacador de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la tasa de hinchamiento aumenta como relación entre el área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto y el área de superficie total de la capa no hinchable.

6. El aparato empacador de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde una o más
20 ranuras incluye un patrón que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de sellado.

7. El aparato empacador de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la capa no hinchable incluye además partículas incrustadas en una superficie exterior de la capa no
25 hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.

8. Un sistema puede incluir un tubo de producción dentro de un pozo, en el cual el pozo está recubierto con un revestimiento de pozo; y un aparato empacador desplegado a lo largo del tubo de producción, donde el aparato empacador incluye: un mandril que tiene
30 una superficie exterior sustancialmente cilíndrica; un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa de hinchamiento está configurada para evitar la comunicación fluida entre
35 un fluido de hinchamiento dispuesto fuera de la capa de no hinchamiento y las partes de la

superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa de no hinchamiento.

9. El sistema del ejemplo 8, donde la capa no hinchable está unida por vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.

5

10. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento.

11. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la cobertura del elemento
10 de sellado con la capa no hinchable se puede configurar para controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado.

12. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la tasa de hinchamiento
15 aumenta como relación entre el área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto y el área de superficie total de la capa no hinchable.

13. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde una o más ranuras incluye un patrón que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de sellado.

20

14. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde el patrón incluye al menos un patrón en forma de cuadrícula, un patrón en forma de diamante, un patrón de tiras verticales, horizontales y helicoidales.

25 15. El sistema de cualquiera de los ejemplos anteriores, donde la capa no hinchable incluye además partículas incrustadas en una superficie exterior de la capa no hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.

16. Un procedimiento puede incluir contar con un mandril que tiene un elemento de sellado
30 dispuesto circunferencialmente alrededor del mandril, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento; unir una capa no hinchable para cubrir circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado; y cortar una o más ranuras en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado.

35

17. El procedimiento del ejemplo 16, donde la unión de la capa no hinchable incluye la unión química de la superficie exterior del elemento de sellado a la capa no hinchable mediante vulcanización.

5 18. El procedimiento de cualquiera de los ejemplos 16-17, donde cortar una o más ranuras incluye cortar un patrón simétrico o asimétrico en la capa no hinchable.

19. El procedimiento de cualquiera de los ejemplos 16-18, que incluye además: incrustar al menos una de las partículas o remaches en una superficie exterior de la capa no
10 hinchable para mejorar las capacidades de anclaje de la capa no hinchable.

20. El procedimiento de cualquiera de los ejemplos 16-19, que incluye además: controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado variando al menos un corte de patrón en la capa no hinchable, un área de superficie total del elemento de sellado que está
15 expuesto, y una relación entre el área de superficie total de la capa no hinchable y el área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto.

Los dibujos adjuntos que forman parte de la presente muestran, a modo ilustrativo y no taxativo, realizaciones específicas donde se puede poner en práctica la materia. Las
20 realizaciones ilustradas se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la información descrita en la presente. Se pueden utilizar otras realizaciones y también variar las presentes, tales como sustituciones lógicas y estructurales y se pueden realizar cambios sin alejarse del alcance de la presente descripción. Esta descripción detallada, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido
25 restrictivo, y el alcance de varias realizaciones se define solo por las reivindicaciones adjuntas, junto con el rango completo de equivalentes a los que tienen derecho dichas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato empacador, que comprende:
un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica;
5 un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y
una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa no hinchable se configura para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera
10 de la capa de no hinchamiento y partes de la superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa no hinchable.
2. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde la capa no hinchable está unida por vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.
15
3. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento.
4. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde la cobertura del elemento
20 de sellado con la capa no hinchable se puede configurar para controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado.
5. El aparato empacador de la reivindicación 4, donde la tasa de hinchamiento aumenta como relación entre el área de superficie total del elemento de sellado que está
25 expuesto y el área de superficie total del aumento de la capa no hinchable.
6. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde una o más ranuras conforman un patrón que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de sellado.
30
7. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde la capa no hinchable comprende además partículas incrustadas sobre una superficie exterior de la capa no hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.

8. Un sistema, que comprende:
un tubo de producción dentro de un pozo, donde el pozo está recubierto con un revestimiento de pozo; y
un aparato empacador desplegado a lo largo del tubo de producción, donde el aparato
5 empacador incluye:
un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica;
un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y
una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento
de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una
10 parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa no hinchable se
configura para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera
de la capa de no hinchamiento y partes de la superficie exterior del elemento de sellado
cubierto por la capa no hinchable.
- 15 9. El sistema de la reivindicación 8, donde la capa no hinchable está unida por
vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.
10. El sistema de la reivindicación 8, donde el elemento de sellado es hinchable en
presencia de fluidos de hinchamiento.
- 20 11. El sistema de la reivindicación 8, donde la cobertura del elemento de sellado
con la capa no hinchable se puede configurar para controlar una tasa de hinchamiento del
elemento de sellado.
- 25 12. El sistema de la reivindicación 11, donde la tasa de hinchamiento aumenta
como relación entre el área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto
y un área de superficie total del aumento de la capa no hinchable.
13. El sistema de la reivindicación 8, donde una o más ranuras conforman un patrón
30 que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de
sellado.
14. El sistema de la reivindicación 13, donde el patrón incluye al menos un patrón
en forma de cuadrícula, un patrón en forma de diamante, un patrón de tiras verticales,
35 horizontales, y helicoidales.

15. El sistema de la reivindicación 8, donde la capa no hinchable comprende además partículas incrustadas sobre una superficie exterior de la capa no hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.

5

16. Un procedimiento de fabricación de un aparato que comprende:
contar con un mandril que tiene un elemento de sellado dispuesto circunferencialmente alrededor del mandril, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento;

10 unir una capa no hinchable para cubrir circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado; y
cortar una o más ranuras en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado.

15 17. El procedimiento de la reivindicación 16, donde la unión de la capa no hinchable comprende una unión química de la superficie exterior del elemento de sellado a la capa no hinchable mediante vulcanización.

18. El procedimiento de la reivindicación 16, donde cortar una o más ranuras
20 comprende cortar un patrón simétrico o asimétrico en la capa no hinchable.

19. El procedimiento de la reivindicación 16, que incluye además: incrustar al menos una de las partículas o remaches en una superficie exterior de la capa no hinchable para mejorar las capacidades de anclaje de la capa no hinchable.

25

20. El procedimiento de la reivindicación 16, que incluye además: controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado mediante la variación de al menos un corte de patrón en la capa no hinchable, un área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto, y una relación entre el área de superficie total de la capa no hinchable y el
30 área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato empacador, que comprende:
un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica;
5 un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y
una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa no hinchable se configura para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera
10 de la capa de no hinchamiento y partes de la superficie exterior del elemento de sellado cubierto por la capa no hinchable.
2. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde la capa no hinchable está unida por vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.
15
3. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento.
4. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde una o más ranuras
20 conforman un patrón que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de sellado.
5. El aparato empacador de la reivindicación 1, donde la capa no hinchable comprende además partículas incrustadas sobre una superficie exterior de la capa no
25 hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.
6. Un sistema, que comprende:
un tubo de producción dentro de un pozo, donde el pozo está recubierto con un revestimiento de pozo; y
30 un aparato empacador desplegado a lo largo del tubo de producción, donde el aparato empacador incluye:
un mandril que tiene una superficie exterior sustancialmente cilíndrica;
un elemento de sellado que se extiende radialmente alrededor del mandril; y
una capa no hinchable que cubre circunferencialmente una superficie exterior del elemento

de sellado, donde una o más ranuras se cortan en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado, y donde la capa no hinchable se configura para evitar la comunicación fluida entre un fluido de hinchamiento dispuesto fuera de la capa de no hinchamiento y partes de la superficie exterior del elemento de sellado
5 cubierto por la capa no hinchable.

7. El sistema de la reivindicación 6, donde la capa no hinchable está unida por vulcanización a la superficie exterior del elemento de sellado.

10 8. El sistema de la reivindicación 6, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento.

9. El sistema de la reivindicación 6, donde una o más ranuras conforman un patrón que se corta en la capa no hinchable para exponer las partes subyacentes del elemento de
15 sellado.

10. El sistema de la reivindicación 9, donde el patrón incluye al menos un patrón en forma de cuadrícula, un patrón en forma de diamante, un patrón de tiras verticales, horizontales, o helicoidales.
20

11. El sistema de la reivindicación 6, donde la capa no hinchable comprende además partículas incrustadas sobre una superficie exterior de la capa no hinchable para aumentar la fricción cuando se activa el aparato empacador.

25 12. Un procedimiento de fabricación de un aparato que comprende:
contar con un mandril que tiene un elemento de sellado dispuesto circunferencialmente alrededor del mandril, donde el elemento de sellado es hinchable en presencia de fluidos de hinchamiento;
unir una capa no hinchable para cubrir circunferencialmente una superficie exterior del
30 elemento de sellado; y
cortar una o más ranuras en la capa no hinchable para exponer una parte de la superficie exterior del elemento de sellado.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, donde la unión de la capa no hinchable

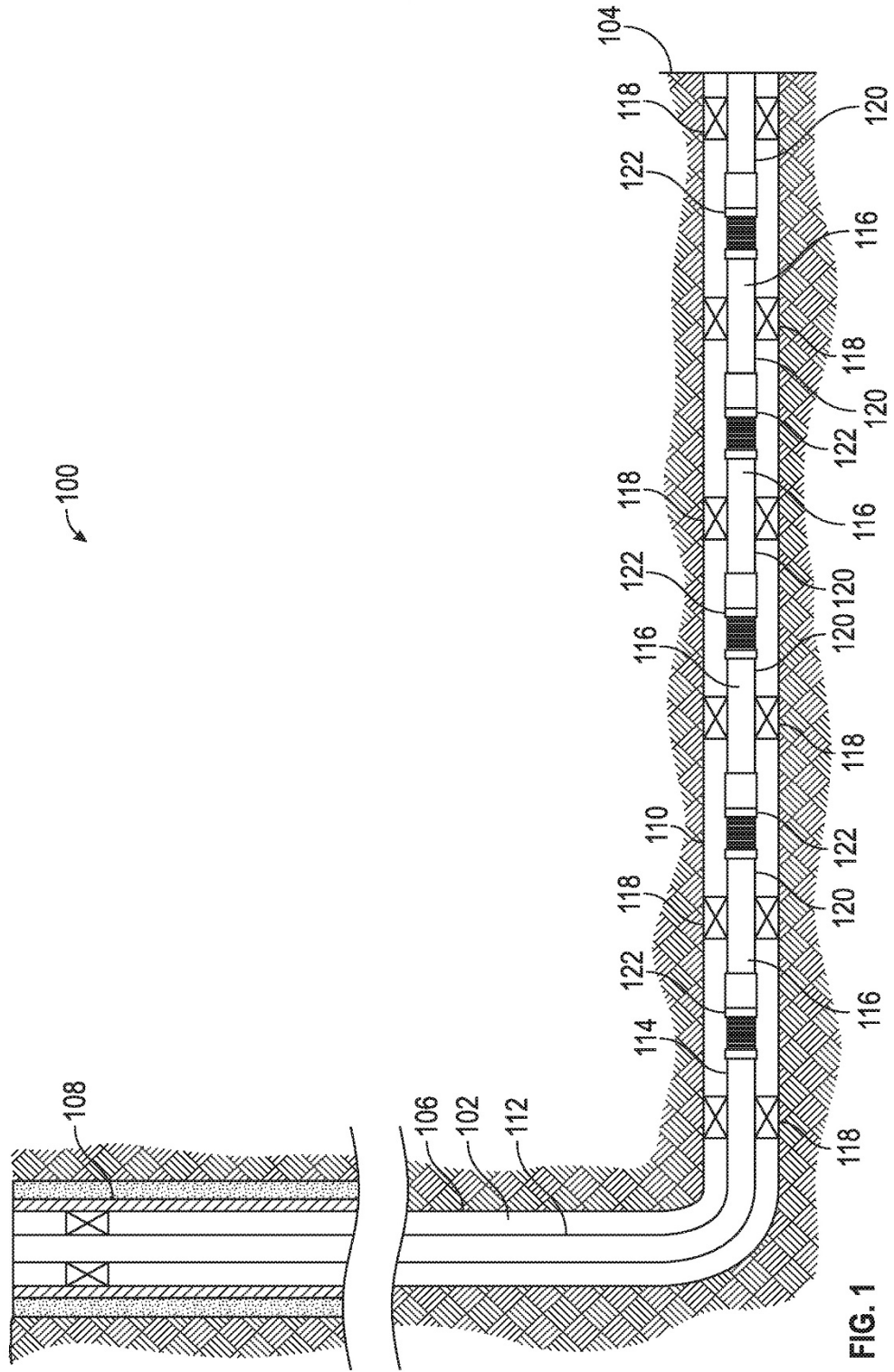
comprende una unión química de la superficie exterior del elemento de sellado a la capa no hinchable mediante vulcanización.

14. El procedimiento de la reivindicación 12, donde cortar una o más ranuras
5 comprende cortar un patrón simétrico o asimétrico en la capa no hinchable.

15. El procedimiento de la reivindicación 12, que incluye además: incrustar al menos una de las partículas o remaches en una superficie exterior de la capa no hinchable para mejorar las capacidades de anclaje de la capa no hinchable.

10

16. El procedimiento de la reivindicación 12, que incluye además: controlar una tasa de hinchamiento del elemento de sellado mediante la variación de al menos un corte de patrón en la capa no hinchable, un área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto, y una relación entre el área de superficie total de la capa no hinchable y el
15 área de superficie total del elemento de sellado que está expuesto.



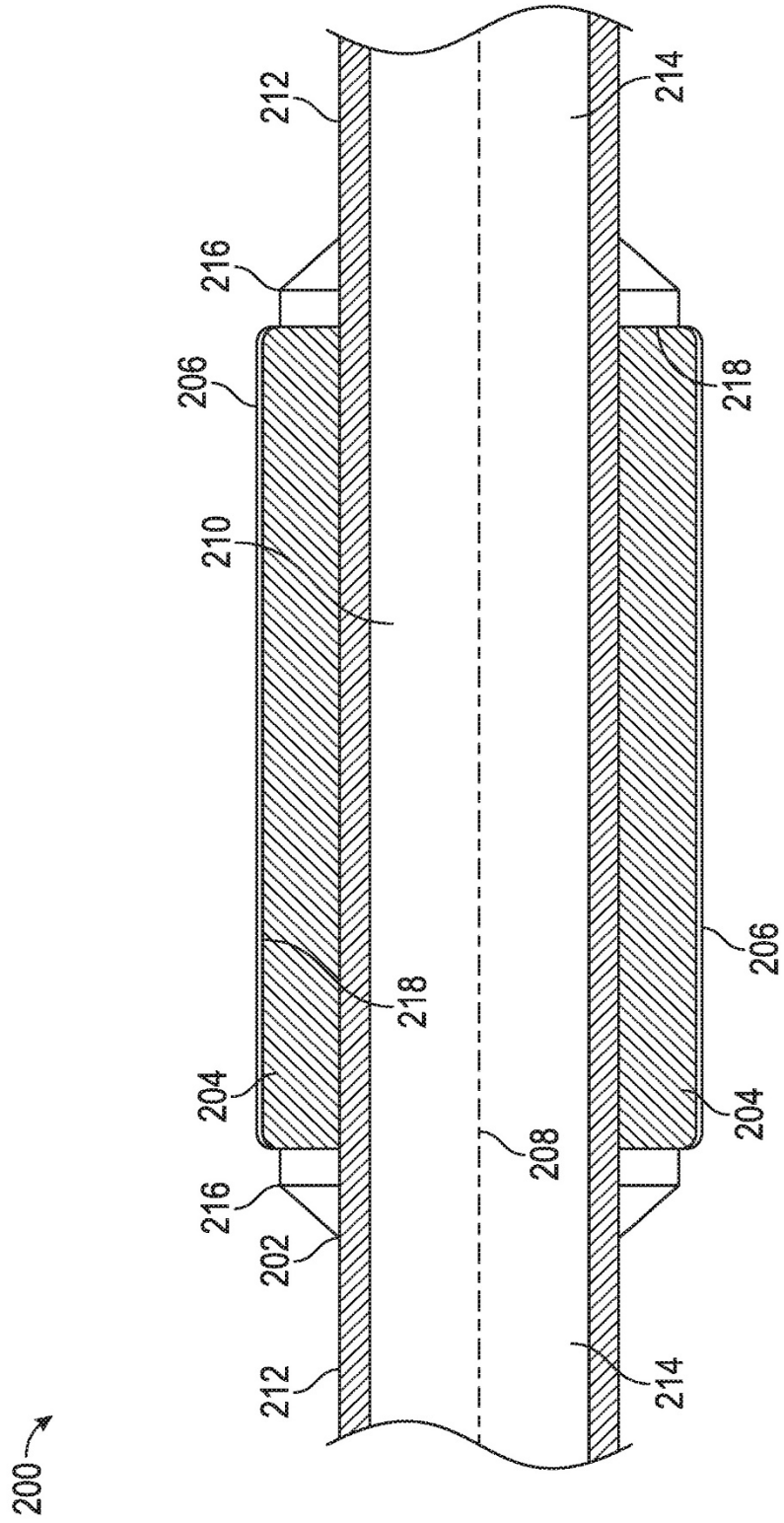


FIG. 2

300

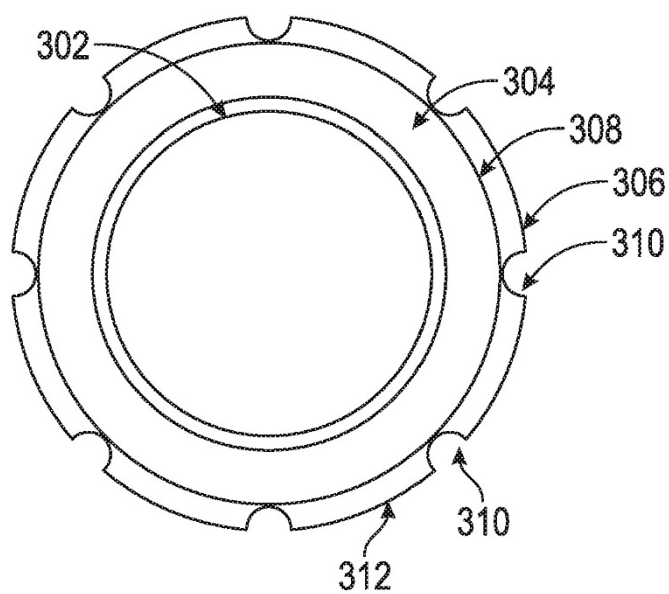


FIG. 3

400

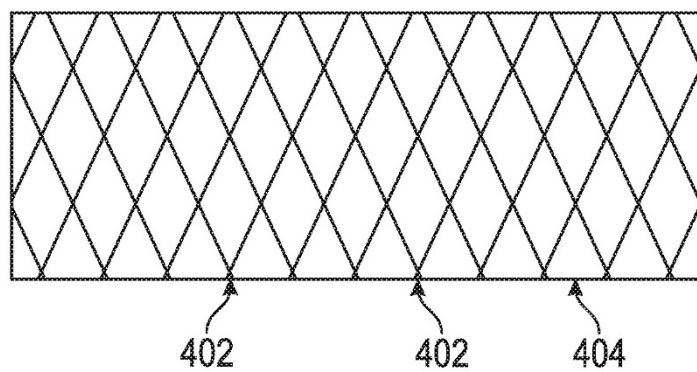


FIG. 4

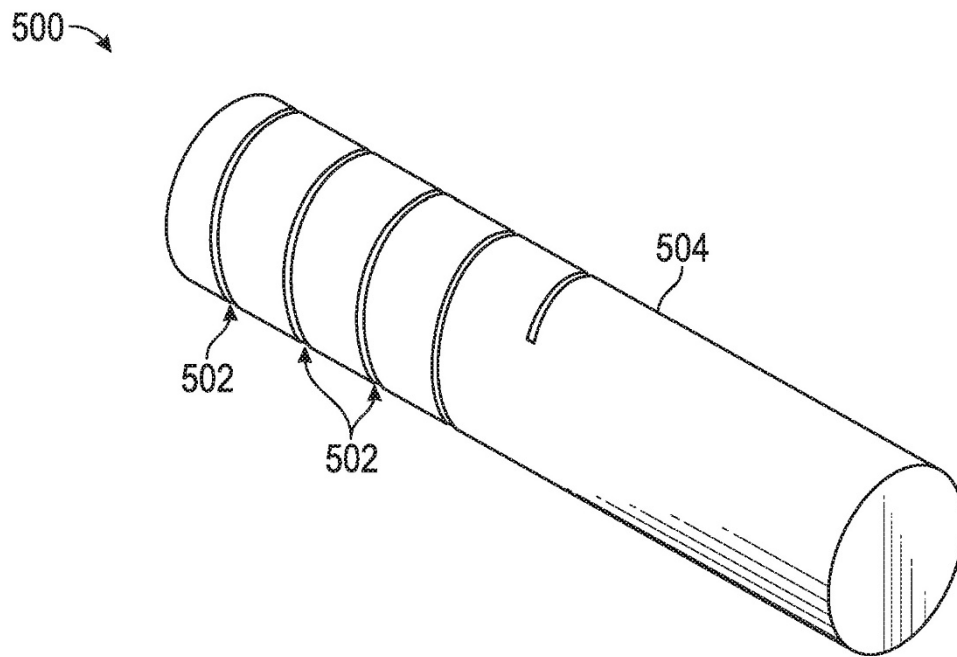


FIG. 5

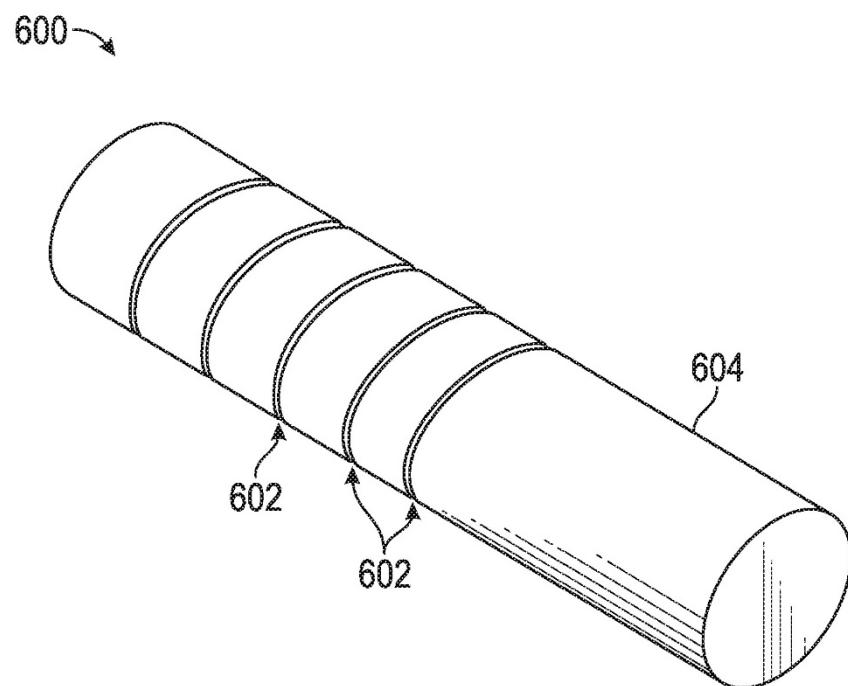


FIG. 6