

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 471 400**

51 Int. Cl.:

E21B 29/10 (2006.01)

E21B 43/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2011** **E 11705862 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014** **EP 2539537**

54 Título: **Conjunto tubular**

30 Prioridad:

22.02.2010 EP 10154277

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

26.06.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HALLUNDBEK, JØRGEN y
HAZEL, PAUL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 471 400 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

Conjunto tubular

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un conjunto tubular de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, que comprende una primera parte tubular hecha de metal que tiene una cara interna, un diámetro interno, un diámetro externo y una primera longitud en un estado no expandido, y una segunda parte tubular que tiene una cara externa, un diámetro externo y una segunda longitud, estando dispuesta dentro de la primera parte tubular en un estado no expandido. Además, la invención se refiere a un sistema de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un pozo de sondeo. Por otra parte, la invención se refiere a un método para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo y a un método de fabricación para fabricar un conjunto tubular de fondo de pozo.

Antecedentes de la técnica

15 En los pozos, se utilizan parches u horquillas para diferentes propósitos, tales como para sellar una fuga en un revestimiento o en una estructura tubular similar, o para cortar la producción de agua / gas no deseada procedente de perforaciones. Los parches se colocan enfrente de la fuga y se expanden para que queden en contacto con la pared interna del revestimiento y de ese modo sellar la fuga, como se describe en el documento US 3175618. Estos parches a menudo tienen que llegar al pozo tubular y rebasar diámetros restringidos dentro del pozo. Estos diámetros restringidos se denominan a menudo "niples".

20 Los parches son a menudo expandidos mediante un cono. Cuando se utiliza un cono con un diámetro fijo, el diámetro del cono se rige por las restricciones del niple que deben ser rebasadas por el parche antes de la expansión y por el diámetro interno del parche una vez que se ha sido expandido. El diámetro interno del parche después de la expansión tiene aproximadamente el tamaño del diámetro interno del pozo tubular menos dos veces el espesor de pared del parche. Hay algunas tolerancias que deben tenerse en cuenta durante la expansión y contracción debido a la relajación elástica del parche después de la expansión.

25 Además, hay muchos casos en los que se requiere un parche más adelante, durante la vida útil del pozo (posiblemente años) por debajo de un parche que ha sido fijado previamente, el denominado parche a través de una solución de parche. En estos casos, el diámetro interno del parche fijado previamente puede ser más pequeño que las restricciones de niple dentro del pozo.

30 Además, los pozos pueden completarse mediante un pozo tubular a menor profundidad dentro del pozo con un diámetro interno más pequeño que el pozo tubular en el que es necesario colocar el parche.

En los casos existentes, con el fin de rebasar un parche anterior o restricción con un cono, el cono puede hacerse expansible, lo que hace que aumenten las exigencias de la herramienta y la complejidad de la herramienta y por tanto el coste, así como el riesgo de fallo de la herramienta.

Resumen de la invención

35 Es un objeto de la presente invención superar total o parcialmente las desventajas y los inconvenientes anteriores del estado de la técnica. Más en concreto, es un objeto proporcionar un conjunto tubular que sea fácil de insertar a través de un parche ya existente o una función similar que estreche el paso de una herramienta por el revestimiento de una estructura tubular.

40 Los objetos anteriores junto con otros muchos objetos, ventajas y características, que serán evidentes a partir de la siguiente descripción, se consiguen mediante una solución de acuerdo con la presente invención mediante un conjunto tubular de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, que comprende:

- una primera parte tubular hecha de metal que tiene una cara interna, un diámetro interno, un diámetro externo y una primera longitud en un estado no expandido, y

45 - una segunda parte tubular que tiene una cara externa, un diámetro externo y una segunda longitud, estando dispuesta dentro de la primera parte tubular en un estado no expandido, en el que la cara interna de la primera parte tubular puede fijarse a la cara externa de la segunda parte tubular antes de la expansión y retirarse después de la expansión, y en el que la primera parte tubular puede estar hecha de un material que tiene un módulo de elasticidad o módulo de Young mayor que el de la segunda parte tubular.

50 En una realización, un conjunto tubular de fondo de pozo puede ser también un conjunto tubular de sellado de fondo de pozo.

Además, la segunda parte tubular puede retirarse de la primera parte tubular después de la expansión, de modo que el diámetro externo de la segunda parte tubular es menor que el de la primera parte tubular después de la expansión.

5 En otra realización, el diámetro externo más grande de la segunda parte tubular puede ser sustancialmente igual al diámetro interno de la primera parte tubular.

Además, el diámetro más grande de la segunda parte tubular puede ser sustancialmente menor que el diámetro externo de la primera parte tubular.

Por otra parte, la segunda longitud puede ser sustancialmente igual o menor que la primera longitud.

10 La invención puede comprender además un conjunto tubular de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, que comprende:

- una primera parte tubular hecha de metal que tiene una cara interna, un diámetro interno, un diámetro externo y una primera longitud en un estado no expandido, y

15 - una segunda parte tubular que tiene una cara externa, un diámetro externo y una segunda longitud, estando dispuesta dentro de la primera parte tubular en un estado no expandido, en el que la cara interna de la primera parte tubular se fija a la cara externa de la segunda parte tubular antes de la expansión y se retira después de la expansión, y

en el que la segunda longitud puede ser sustancialmente igual o menor que la primera longitud.

20 Además, la primera parte tubular puede estar hecha de un material que tiene una primera capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, y la segunda parte tubular puede estar hecha de un material que tiene una segunda capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, en el que la primera capacidad de recuperación elástica es menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

Además, la invención se refiere a un conjunto tubular de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, que comprende:

25 - una primera parte tubular hecha de metal que tiene una cara interna, un diámetro interno, un diámetro externo y una primera longitud en un estado no expandido, y

- una segunda parte tubular que tiene una cara externa, un diámetro externo y una segunda longitud, estando dispuesta dentro de la primera parte tubular en un estado no expandido, fijándose la cara interna de la primera parte tubular a la cara externa de la segunda parte tubular antes de la expansión y retirándose después de la expansión,

30 en el que la primera parte tubular puede estar hecha de un material que tiene una primera capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, y la segunda parte tubular puede estar hecha de un material que tiene una segunda capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, en el que la primera capacidad de recuperación elástica puede ser menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

Por otra parte, la estructura tubular de pozo puede tener un diámetro interno sustancialmente sin cambios después de la expansión.

35 Además, la primera parte tubular puede fijarse a la segunda parte tubular a lo largo de toda la longitud de la primera parte tubular o de la segunda parte tubular.

Además, la segunda parte tubular puede tener un espesor que es al menos 10%, preferiblemente al menos 20% y más preferiblemente al menos 50% de un espesor de la primera parte tubular, o viceversa.

40 Además, la segunda parte tubular puede tener un espesor que es hasta 10 veces mayor que un espesor de la primera parte tubular, o viceversa.

En una realización, la segunda parte tubular puede estar hecha de metal, tal como aluminio, acero inoxidable, titanio, metal que contiene más de 40% de níquel, aleación de memoria de forma, acero para resortes, acero o hierro, o cualquier combinación de los mismos.

45 Además, la primera parte tubular y la segunda parte tubular se pueden fijar entre sí en el estado no expandido, y la primera parte tubular y la segunda parte tubular pueden retirarse total o parcialmente entre sí en el estado expandido.

Además, la primera parte tubular y la segunda parte tubular se pueden fijar entre sí en un estado no expandido, así como en un estado expandido.

En otra realización, la segunda parte tubular puede estar hecha de un material que tiene un límite de elasticidad mayor que el de la primera parte tubular.

- 5 Además, la primera parte tubular puede estar hecha de un material que tiene un módulo de elasticidad mayor que el de la segunda parte tubular.

Además, la segunda parte tubular puede estar hecha de un material que tiene un límite de elasticidad mayor o menor que el de la primera parte tubular.

- 10 En una realización, la segunda parte tubular puede retirarse total o parcialmente del conjunto en el estado expandido.

Además, la primera parte tubular y la segunda parte tubular pueden conectarse mecánicamente entre sí, por ejemplo mediante ajuste a presión, estampado, laminado, ajuste con apriete o ajuste por fricción.

Aún en otra realización, la primera parte tubular y la segunda parte tubular pueden fundirse o moldearse entre sí.

Además, la primera parte tubular y la segunda parte tubular pueden soldarse o pegarse entre sí.

- 15 Por otra parte, la segunda parte tubular se puede fijar a la cara interna de la primera parte tubular mediante una capa intermedia.

Dicha capa intermedia puede estar hecha de un material que puede desintegrarse cuando se someta a un fluido, tal como ácido.

- 20 Alternativamente, la segunda parte tubular puede estar hecha de un material que puede desintegrarse cuando se someta a un fluido, tal como ácido.

Además, la segunda parte tubular en el estado expandido puede retirarse mediante fresado, perforación, mecanizado, martilleo, corrosión, empuje, tracción, o tirando de un medio de retención, etc.

Además, la segunda parte tubular se puede retirar durante la expansión del conjunto tubular.

- 25 En una realización, la segunda parte tubular puede tener una brida sobresaliente que sobresale radialmente hacia dentro.

En otra realización, la longitud de la segunda parte tubular puede ser más larga que la de la primera parte tubular, haciendo que la segunda parte tubular sobresalga axialmente en un extremo del conjunto.

Aún en otra realización, la segunda parte tubular puede comprender una pluralidad de elementos anulares circunferenciales, fijándose cada elemento anular a la primera parte tubular en el estado no expandido.

- 30 Además, unos elementos de guía axiales pueden estar dispuestos entre los elementos anulares, teniendo los elementos de guía el mismo espesor que los elementos anulares.

Además, la segunda parte tubular puede ser una malla.

Además, la segunda parte tubular se puede fijar total o parcialmente a la cara interna de la primera parte tubular.

- 35 Además, la segunda parte tubular puede estar hecha de metal, tal como aluminio, acero inoxidable, titanio, aleación de memoria de forma, acero para resortes, acero o hierro, o cualquier combinación de los mismos.

La presente invención se refiere además a un sistema de fondo de pozo que comprende:

- una estructura tubular de pozo que tiene un diámetro interno sustancialmente sin cambios,
- un conjunto tubular de fondo de pozo como el mencionado anteriormente, y
- una herramienta de expansión para expandir las partes tubulares primera y segunda dentro del revestimiento.

- 40 Al tener un conjunto tubular de fondo de pozo en una estructura tubular de pozo de un sistema de fondo de pozo, la segunda parte tubular funciona como una parte de ayuda. Por lo tanto, la herramienta de expansión puede rebasar fácilmente una restricción, tal como un niple o una parte tubular expandida anterior, por ejemplo un parche, debido al hecho de que el cono de expansión puede tener un diámetro sustancialmente más pequeño que el diámetro interno

de la estructura tubular de pozo. Cuando se tiene una estructura tubular de pozo que no va a cambiar ni el diámetro interno ni el diámetro externo antes y después de la expansión de la primera parte tubular, también denominada parche, es muy importante que el cono de expansión tenga un diámetro sustancialmente más pequeño que el diámetro interno de la estructura tubular de pozo, de manera que el cono pueda rebasar todas las restricciones del pozo hasta llegar a la posición opuesta de la abertura a sellar.

5 La presente invención se refiere además a un sistema de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un pozo de sondeo, teniendo la estructura tubular de pozo un diámetro interno, que comprende:

- un conjunto tubular de fondo de pozo como el mencionado anteriormente, y

- una herramienta de expansión para expandir las partes tubulares primera y segunda dentro del revestimiento.

10 Tal herramienta de expansión puede tener el diámetro externo más grande que es sustancialmente igual al diámetro interno de la estructura tubular de pozo menos dos veces el espesor de la segunda parte tubular.

Además, la herramienta de expansión puede comprender un árbol y un medio de expansión, tal como un cono o un mandril.

En una realización, el cono o mandril puede ser expansible.

15 En otra realización, el medio de expansión puede comprender un medio de calentamiento adaptado para calentar la primera parte tubular y / o la segunda parte tubular durante la expansión.

Por otra parte, un medio extraíble puede estar dispuesto para retirar parcial o totalmente la segunda parte tubular.

20 Además, el medio extraíble puede comprender una mezcla corrosiva, tal como ácido, una herramienta de perforación, fresado o mecanizado, una herramienta de martillo, una herramienta de empuje o tracción, o una combinación de las mismas.

En otra realización, el medio extraíble puede ser adaptado para acoplarse con la brida que sobresale hacia dentro de la segunda parte, de manera que el medio extraíble empuje la segunda parte tubular de la primera parte tubular.

Aún en otra realización, el medio extraíble puede ser el medio de expansión.

25 Además, el sistema se puede mover al fondo del pozo mediante un tractor de fondo de pozo, percutor u otras técnicas de intervención de pozo.

La invención también se refiere a una estructura tubular de pozo que comprende el conjunto tubular mencionado anteriormente.

La invención se refiere además a un sistema de fondo de pozo para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un pozo de sondeo, teniendo la estructura tubular de pozo un diámetro interno, que comprende:

30 - una primera parte tubular para ser expandida en el revestimiento, estando la primera parte tubular hecha de metal y teniendo una cara interna, un espesor y una primera longitud,

- una segunda parte tubular que tiene una cara externa, un espesor y una segunda longitud, estando dispuesta dentro de la primera parte tubular, y

- una herramienta de expansión para expandir las partes tubulares primera y segunda dentro del revestimiento,

35 en el que la herramienta de expansión puede comprender un árbol conectado con un medio de expansión, tal como un cono o un mandril.

Por otra parte, el medio de expansión puede tener un diámetro externo, en el que el diámetro externo más grande del medio de expansión puede ser sustancialmente igual al diámetro interno de la estructura tubular de pozo menos dos veces el espesor de la segunda parte tubular.

40 Además, el diámetro interno de la estructura tubular de pozo puede permanecer sustancialmente sin cambios después de la expansión.

Además, el medio de expansión puede ser radialmente expansible para agrandar el diámetro externo del medio de expansión mediante un cono o mandril expansible, o apretando cada lado de un elastómero o elemento de caucho.

45 Dicho medio de expansión puede tener un saliente o brida que sobresale radialmente desde el medio de expansión para retraer la segunda parte tubular después de la expansión.

Además, la herramienta de expansión puede comprender un elemento de sujeción conectado al medio de expansión mediante un cable o un árbol, y el elemento de retracción puede tener un diámetro externo mayor que el diámetro interno de la segunda parte tubular.

5 El sistema de acuerdo con la invención puede comprender un tractor de fondo de pozo para desplazamiento al fondo de pozo.

El sistema también puede comprender una estructura tubular de pozo que comprende un conjunto tubular como el mencionado anteriormente.

Por otra parte, la presente invención se refiere a un método para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, comprendiendo el método las etapas de:

10 - determinar una fuga,

- disponer un conjunto tubular de fondo de pozo enfrente de la fuga en el estado no expandido,

- expandir el conjunto tubular hasta que la primera parte tubular sea comprimida hacia la superficie interior de la estructura tubular de pozo moviendo un medio de expansión a través del conjunto tubular, y

- retirar total o parcialmente la segunda parte tubular del conjunto tubular.

15 Este método comprende además la etapa de retirar la segunda parte tubular de la primera parte tubular moviendo el medio de expansión de manera que quede liberado de la segunda parte tubular, con lo cual la segunda parte tubular puede retraerse por sí misma para tener un diámetro externo más pequeño que el diámetro interno de la primera parte tubular.

20 Durante la expansión, una cara externa de una primera parte tubular del conjunto tubular puede, de acuerdo con el método de la presente invención, ser forzada radialmente más hacia afuera que una cara interna de la estructura tubular de pozo.

25 La etapa de expansión de dicho método puede realizarse forzando un cono o un mandril, que tiene un diámetro mayor que un diámetro interno de la segunda parte tubular, a través del conjunto tubular, o disponiendo un cono o un mandril en el interior del conjunto tubular que tiene un diámetro más pequeño que un diámetro de la segunda parte tubular y, posteriormente, expandiendo radialmente el cono o el mandril, expandiendo de esa manera el conjunto tubular.

Además, la etapa de expansión se puede realizar cerrando los extremos del conjunto tubular, proporcionando de ese modo un área cerrada en el interior del conjunto tubular, y posteriormente presurizando el área cerrada mediante un fluido o un gas.

30 Además, la etapa de expansión se puede realizar mediante explosivos.

Además, la etapa de retirada se puede realizar mediante fresado, perforación, mecanizado, martilleo, empuje, tracción, o tirando de un medio de retención.

Por último, la etapa de retirada se puede realizar mediante la adición de una mezcla corrosiva.

35 La invención se refiere además a un método para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, comprendiendo el método las etapas de:

- disponer un conjunto de fondo de pozo tubular enfrente de la abertura, que puede ser, por ejemplo, una fuga,

- expandir las partes tubulares primera y segunda hasta que la primera parte tubular sea comprimida hacia la superficie interior de la estructura tubular de pozo moviendo un medio de expansión a través del conjunto tubular, y

40 - retirar la segunda parte tubular de la primera parte tubular debido a la diferente capacidad de recuperación elástica de las partes tubulares primera y segunda.

45 Por capacidad de recuperación elástica de un material se entiende la condición que se produce cuando una aleación de metal laminado plano es trabajada o expandida en frío; después de la liberación de la fuerza de formación, el material tiene una tendencia a volver parcialmente a su forma original debido a la recuperación elástica del material. Las tensiones residuales hacen que el material se recupere elásticamente hacia su posición original. Esto se denomina recuperación elástica y está influenciada por el límite de elasticidad del material.

Además, el método descrito anteriormente puede comprender también las etapas de:

- hacer la primera parte tubular de un material que tenga una primera capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, y

- hacer la segunda parte tubular de un material que tenga una segunda capacidad de recuperación elástica después de ser expandido,

5 en el que la primera capacidad de recuperación elástica puede ser menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

La presente invención se refiere además a un método de fabricación para fabricar un conjunto tubular de fondo de pozo, que comprende las etapas de:

10 - hacer la primera parte tubular de un material que tenga una primera capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, y

- hacer la segunda parte tubular de un material que tenga una segunda capacidad de recuperación elástica después de ser expandido,

en el que la primera capacidad de recuperación elástica puede ser menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

15 En otra realización de acuerdo con la invención, la primera parte tubular puede estar hecha de metal, tal como acero o hierro.

Además, el medio de expansión puede comprender explosivos, fluido a presión, cemento, o una combinación de los mismos.

Breve descripción de los dibujos

20 La invención y sus muchas ventajas se describirán en más detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, los cuales, con fines ilustrativos, muestran algunas realizaciones no limitativas y en los que

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un conjunto tubular según la invención,

25 La figura 2 muestra una vista en sección transversal de un conjunto tubular no expandido en una estructura tubular, tal como un revestimiento,

La figura 3 muestra una vista en sección transversal del conjunto tubular de la figura 2 en su estado expandido,

La figura 4 muestra una vista en sección transversal del conjunto tubular de la figura 2 en su estado expandido después de la retirada de la segunda parte tubular,

30 La figura 5 muestra una vista en sección transversal de otra realización de un conjunto tubular no expandido en un revestimiento,

La figura 6 muestra una vista en sección transversal del conjunto tubular de la figura 5 en su estado expandido,

La figura 7 muestra una vista en sección transversal de aún otra realización de un conjunto tubular no expandido en un revestimiento,

La figura 8 muestra una vista en sección transversal del conjunto tubular de la figura 7 en su estado expandido,

35 La figura 9 muestra una vista en sección transversal de aún otra realización de un conjunto tubular no expandido en un revestimiento,

La figura 10 muestra una vista en sección transversal del conjunto tubular de la figura 9 en su estado expandido,

La figura 11 muestra un sistema de fondo de pozo que comprende un conjunto tubular y un medio de expansión para expandir el conjunto,

40 La figura 12 muestra otra realización de un sistema de fondo de pozo,

La figura 13 muestra el conjunto tubular visto desde un extremo del mismo,

Las figuras 14A-C muestran curvas de tensión-deformación de las partes tubulares primera y segunda, cuando están hechas de diferentes materiales,

La figura 15 muestra otra realización de un sistema de fondo de pozo que tiene una segunda parte tubular más elástica, y

La figura 16 muestra el sistema de fondo de pozo en el que la segunda parte tubular está fijada a la herramienta de expansión.

- 5 Todas las figuras son muy esquemáticas y no están necesariamente hechas a escala, y muestran sólo aquellas partes que son necesarias para aclarar la invención, siendo omitidas otras partes o simplemente sugeridas.

Descripción detallada de la invención

10 La figura 1 muestra un conjunto tubular 1 antes de ser expandido dentro de una estructura tubular de pozo 2 en un pozo de sondeo 3. El conjunto tubular 1 va a ser expandido para sellar una abertura 25 en la estructura tubular de pozo 2 sin que cambie el diámetro interno o el diámetro externo de la estructura tubular de pozo después de la expansión. En su estado no expandido, el conjunto tubular 1 comprende una primera parte tubular 5, así como una segunda parte tubular 7 que está dispuesta dentro de la primera parte tubular. La primera parte tubular 5 funciona como un parche para sellar, por ejemplo, una fuga, y la segunda parte tubular 7 ayuda a expandir la primera parte tubular. La primera parte tubular 5 tiene una cara interna 6, y la segunda parte tubular 7 tiene una cara externa 8, y en su estado no expandido, la cara interna de la primera parte tubular está fijada a la cara externa de la segunda parte tubular.

15 Como puede verse en las figuras 1 y 13, el conjunto tubular 1 tiene una forma cilíndrica y una línea central 4. La segunda parte tubular 7 tiene un espesor t_2 que es al menos 10%, preferiblemente al menos 20% y más preferiblemente al menos 50% o mayor que un espesor t_1 de la primera parte tubular 5. En otra realización, la primera parte tubular 5 tiene un espesor que es al menos 10%, preferiblemente al menos 20% y más preferiblemente al menos 50% o mayor que un espesor de la segunda parte tubular 7.

20 Como se muestra en la figura 13, la primera parte tubular tiene un diámetro interno ID_1 y un diámetro externo OD_1 y la segunda parte tubular tiene un diámetro interno ID_2 y un diámetro externo OD_2 .

25 La figura 2 muestra una vista en sección transversal del conjunto en su estado no expandido. Las partes tubulares 7 primera 5 y segunda 7 se fijan una a otra en un estado no expandido, así como en un estado expandido, como se muestra en la figura 3. Posteriormente, la segunda parte tubular 7 se retira de la primera parte tubular 5, como se muestra en la figura 4.

30 La segunda parte tubular 7 puede retirarse perforándola, fresándola o mecanizándola. En esta realización, la segunda parte tubular 7 está hecha de un material que puede perforarse o fresarse fácilmente sin dañar la primera parte tubular 5. La primera parte tubular 5 y la segunda parte tubular 7 pueden fundirse o moldearse juntas. La segunda parte 7 también puede retirarse de otras maneras, por ejemplo mediante ácido, desintegrando sólo la segunda parte tubular y no la primera parte tubular 5 del metal.

35 En otra realización, las partes tubulares primera 5 y segunda 7 del conjunto tubular 1 se fijan una a otra en un estado no expandido, como se muestra en la figura 5. Después de la expansión, la segunda parte tubular e interna 7 se retira de la primera parte tubular 5, creándose un pequeño espacio entre las partes tubulares, como se muestra en la figura 6. Esto es debido a la capacidad de recuperación elástica del material. Por capacidad de recuperación elástica de un material se entiende la condición que se produce cuando una aleación de metal laminado plano es trabajada o expandida en frío; después de la liberación de la fuerza de formación, el material tiene una tendencia a volver parcialmente a su forma original debido a la recuperación elástica del material. Las tensiones residuales hacen que el material se recupere elásticamente hacia su posición original. Esto se denomina recuperación elástica y está influenciada por el límite de elasticidad del material.

40 En la figura 6, la segunda parte tubular e interna se recupera elásticamente más que la primera parte tubular, y de esta manera, las dos partes tubulares se separan entre sí, creándose así el pequeño espacio de separación.

45 En el estado no expandido, las partes tubulares 5, 7 se ajustan a presión, se estampan, se laminan, se ajustan con apriete o por fricción entre sí. Con el fin de poder separarse después de la expansión, la primera parte tubular 5 se hace de un material que tenga un límite de elasticidad mayor que el de la segunda parte tubular 7, y / o la segunda parte tubular se hace de un material que tenga un módulo de elasticidad mayor que el de la primera parte tubular. Cuando el material de las partes tubulares primera 5 y segunda 7 difiere de esta manera, la parte interna se relaja radialmente hacia dentro en un grado más alto, después de la expansión, que la primera parte tubular externa, como se ilustra en las figuras 14A-C. De esta manera, la parte interna se retira de la primera parte tubular 5, formándose un espacio que es el resultado de la diferencia en la relajación elástica $\Delta\epsilon$ en las curvas de tensión-deformación de las partes tubulares.

50 En la figura 14A, las partes tubulares primera y segunda están hechas de un material que tiene el mismo módulo de elasticidad, aunque el material de la segunda parte tubular tiene un límite de elasticidad mayor que el del material de

la primera parte tubular. Las partes tubulares primera y segunda se expanden hasta $\epsilon_{\text{expansión}}$ forzando un medio de expansión, tal como un cono o mandril, a través de la cavidad de la segunda parte tubular. Cuando el medio de expansión ha pasado, las partes tubulares primera y segunda se recuperan elásticamente a lo largo de la pendiente de las curvas de tensión-deformación, lo que da como resultado el espacio $\Delta\epsilon$ entre las partes tubulares primera y segunda. Posteriormente, la segunda parte tubular se puede retirar fácilmente, y la primera parte tubular permanece fijada a la cara interna de la estructura tubular de pozo, como un parche que sella al menos una abertura 25.

En la figura 14B, la primera parte tubular está hecha de un material que tiene un módulo de elasticidad mayor que el del material de la segunda parte tubular, aunque con un límite de elasticidad menor que el del material de la segunda parte tubular. Las partes tubulares primera y segunda se expanden hasta $\epsilon_{\text{expansión}}$ forzando un medio de expansión a través del conjunto tubular y se relajan, las partes tubulares primera y segunda se recuperan elásticamente a lo largo de la pendiente de las curvas de tensión-deformación, lo que da como resultado el espacio $\Delta\epsilon$ entre las partes tubulares primera y segunda. Como se puede ver, el espacio $\Delta\epsilon$ entre las partes tubulares primera y segunda ha aumentado por la diferencia también del módulo de elasticidad.

La deformación de expansión media $\epsilon_{2,\text{expansión}}$ de la segunda parte tubular puede variar algo a partir de la deformación de expansión media $\epsilon_{1,\text{expansión}}$ de la primera parte tubular. Como puede verse en la figura 14C, esto minimiza el espacio $\Delta\epsilon$ entre las partes tubulares primera y segunda si se compara con la figura 14B. Sin embargo, el espacio se sigue produciendo después de la expansión debido al efecto de recuperación elástica.

Como ya se ha mencionado, la segunda parte se retira posteriormente, y esto puede hacerse mediante un medio extraíble, tal como un elemento de retención 22, arrastrando la segunda parte 7 liberada de la primera parte 5. Puede no ser necesario retirar la segunda parte tubular 7, de forma que no se necesita fuerza de arrastre. Todavía puede haber algo de fricción entre las dos partes 5, 7 a pesar de que la segunda parte ha sido retirada, de forma que ya no se ajusta a presión a la primera parte tubular 5. La fricción entre las dos partes 5, 7 puede ser local, lo que significa que algo de fricción todavía permanece entre las dos partes en posiciones predeterminadas y la segunda parte no se mueve hasta que es apartada, dejando la primera parte tubular como el parche que sella la abertura 25.

Se proporciona una manera fácil de retirar la segunda parte tubular de la primera parte tubular después de la expansión cuando la primera parte tubular 5 está hecha de un material que tiene un módulo de elasticidad E mayor que el de la segunda parte tubular 7, y / o cuando la segunda parte tubular está hecha de un material que tiene un límite de elasticidad σ_y mayor que el de la primera parte tubular. De esta manera, la segunda parte tubular 7 funciona como una herramienta de ayuda que expande la primera parte tubular 5, y se retira fácilmente después de la expansión. Esto es debido al hecho de que las partes se recuperan en la dirección radial del conjunto cuando no son forzadas después de la expansión. Como se ilustra en las figuras 14A-C, la recuperación o recuperación elástica de las partes cumple la siguiente ecuación:

$$\epsilon = \sigma_y / E$$

Así, la primera parte tubular puede hacerse de un material que tenga una primera capacidad de recuperación elástica después de haber sido expandido, y la segunda parte tubular puede hacerse de un material que tenga una segunda capacidad de recuperación elástica después de haber sido expandido, en el que la primera capacidad de recuperación elástica es menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

Como se muestra en las figuras 1 a 10, el diámetro externo más grande de la segunda parte tubular es sustancialmente igual al diámetro interno de la primera parte tubular en el estado no expandido del conjunto tubular. De esta manera, la segunda parte tubular se retira fácilmente después de la expansión, incluso aunque no se retire de la primera parte tubular después de la expansión, sino que necesita ser fresada o perforada. De esta manera, la herramienta de fresado debe tener una dimensión que coincida con el diámetro externo de la segunda parte tubular.

En las figuras 1 a 6, la segunda longitud de la segunda parte tubular es sustancialmente igual a o menor que la primera longitud de la primera parte tubular, lo que hace que la herramienta de inserción sea más sencilla que cuando las partes tubulares primera y segunda tienen diferentes longitudes, como se muestra en las figuras 7 a 10.

Como puede verse en las figuras 1 a 10, la primera parte tubular se fija a la segunda parte tubular a lo largo de toda la longitud de la primera parte tubular o de la segunda parte tubular. Las partes tubulares primera 5 y segunda 7 también pueden fijarse entre sí de otra manera, tal como mediante un adhesivo. Tal conexión adhesiva es la más adecuada como medio de fijación cuando hay tensión de corte, por ejemplo cuando el conjunto tubular se expande mediante un cono. Sin embargo, el adhesivo no es lo suficientemente fuerte como para mantener las partes juntas cuando las dos partes 5, 7 se separan debido a una recuperación irregular después de la expansión.

La segunda parte tubular 7 puede fijarse total o parcialmente a la cara interna 6 de la primera parte tubular 5.

Las partes tubulares primera 5 y segunda 7 también pueden fijarse entre sí mediante soldadura por puntos. Los puntos de soldadura generan capacidad de sujeción suficiente para colocar todo el conjunto en la posición opuesta a la fuga. Posteriormente, las partes primera 5 y segunda 7 se mantienen en su posición mediante una herramienta de

expansión 12 al arrastrar el cono 10 hacia la herramienta para expandir las dos partes 5, 7. Cuando se expanden las partes 5, 7, los puntos de soldadura se rompen, y cuando las partes tubulares se relajan de nuevo, se separan una de otra.

5 Las partes primera 5 y segunda 7 también se pueden fijar entre sí por medio de una capa intermedia. Después de la expansión del conjunto, el conjunto se somete a un fluido, tal como ácido, que desintegra la capa intermedia. De esta manera, las partes tubulares 5, 7 se separan después de la expansión, y la segunda parte interior puede retirarse fácilmente, dejando la primera parte como un parche que sella la fuga.

10 Al poder retirarse la segunda parte tubular 7, el cono u otro tipo de herramienta de expansión puede tener un diámetro externo más pequeño que el diámetro que es suficiente para expandir la primera parte tubular sola, y por tanto, el conjunto tubular 1 junto con el cono puede atravesar un parche ya existente, también denominado parche a través de una solución de parche. Además, el cono expansible no tiene que ser un cono expansible, lo que resulta en un diseño más complejo de la herramienta de expansión, evitando así el riesgo de tener más partes que no funcionen correctamente.

15 Como ya se ha mencionado, la primera parte tubular 5 y la segunda parte tubular 7 se fijan juntas en el estado no expandido del conjunto y se retiran total o parcialmente una de otra en un estado expandido.

20 En el conjunto tubular 1 de la figura 7, la segunda parte tubular 7 tiene una longitud l_2 mayor que la longitud l_1 de la primera parte tubular 5. Cuando se expande el conjunto tubular 1, la longitud que sobresale de la segunda parte tubular 7 se estira hacia el interior como una brida 28 que sobresale radialmente hacia dentro, como se muestra en la figura 8. Después de la expansión, un medio extraíble arrastra la segunda parte tubular 7 para retirarla y alejarla de la primera parte tubular 5.

En la figura 9, la segunda parte tubular 7 tiene una brida 29 que sobresale hacia dentro antes de la expansión y una brida que sobresale hacia dentro después de la expansión del conjunto. Después de la expansión, el medio extraíble arrastra la segunda parte tubular 7 para retirarla y alejarla de la primera parte tubular 5.

25 En una realización, la segunda parte tubular 7 comprende una pluralidad de elementos anulares circunferenciales, estando cada elemento anular fijado a la primera parte tubular 5 en el estado no expandido. La segunda parte tubular no tiene que ser un cilindro hueco completo con el fin de poder comprimir la primera parte tubular 5 hacia fuera durante la expansión.

En otra realización, unos elementos de guía axiales están dispuestos entre los elementos anulares, teniendo los elementos de guía el mismo espesor que los elementos anulares.

30 Cuando los elementos de guía axiales están dispuestos entre los elementos anulares, la segunda parte tubular 7 forma una rejilla. Sin embargo, la segunda parte tubular también puede tener forma de malla.

35 La figura 11 muestra un sistema de fondo de pozo que tiene un conjunto tubular 1 y una herramienta de expansión 12 que tiene un medio de expansión 10 en forma de un cono o mandril. El cono está conectado al resto de la herramienta de expansión 12 mediante un árbol 11. Al insertar el conjunto tubular 1, el conjunto se fija entre el cono y la herramienta. Cuando la herramienta 12 está en la posición opuesta a la fuga, se ancla en el interior del revestimiento, y el medio de expansión es arrastrado después hacia la herramienta, haciendo que el árbol 11 sea arrastrado hacia la herramienta, expandiéndose el conjunto tubular 1. El medio de expansión tiene un diámetro externo, en el que el diámetro externo más grande del medio de expansión es sustancialmente igual al diámetro interno de la estructura tubular de pozo menos dos veces el espesor de la segunda parte tubular.

40 Si el conjunto tubular 1 comprende una brida que sobresale, el medio de expansión 10 puede ser utilizado como el medio extraíble, de manera que el medio de expansión retira la segunda parte tubular 7 de la primera parte tubular 5 cuando el árbol 11 conectado al medio de expansión se sigue retrayendo hasta la herramienta, o cuando la herramienta se retira de la primera parte tubular. En una realización, el cono o mandril puede ser expansible.

45 En el sistema de fondo de pozo, el medio de expansión 10 o herramienta de expansión 12 también puede comprender explosivos, fluido a presión, cemento, o una combinación de los mismos. En la figura 12, el conjunto tubular 1 está fijado entre un medio de fijación 14 y la herramienta. El medio de fijación 14 está conectado a la herramienta mediante un árbol 11 que tiene aberturas. El medio de fijación 14, el conjunto tubular 1 y la herramienta encierran un espacio o área 21 que se llena con fluido a presión que circula a través de las aberturas que hay en el árbol 11 con el fin de expandir el conjunto tubular 1. Posteriormente, el medio de fijación 14 se dobla y se retrae. Si el conjunto tubular 1 tiene una brida que sobresale, el medio de fijación 14 también se puede utilizar para retraer la segunda parte tubular 7 desde la primera parte tubular 5. En otra realización, el medio de fijación 14 se retrae y se sustituye por un medio extraíble que esté adaptado para acoplar la brida que sobresale hacia el interior de la segunda parte 7, de manera que el medio extraíble separe la segunda parte tubular de la primera parte tubular 5.

Después de la expansión, el espacio en la figura 12 también puede llenarse de una mezcla corrosiva, tal como ácido, a fin de retirar la segunda parte tubular 7.

5 En la figura 15, la segunda parte tubular 7 del sistema de fondo de pozo es más elástica y puede adaptarse a una forma no circular. La segunda parte tubular 7 está hecha de un material elástico, que todavía es capaz de transferir la fuerza del cono con el fin de expandir la primera parte tubular 5. De esta manera, la primera parte tubular 5 se puede expandir para ejercer presión también contra una forma transversal algo ovalada u otra forma transversal no circular del revestimiento.

10 En la figura 16, el sistema de fondo de pozo comprende un elemento de retención 22 en forma de disco fijado a la herramienta de expansión 12 mediante un cable 23 o una línea. El disco tiene un diámetro externo mayor que el diámetro interno de la segunda parte tubular y está dispuesto en el exterior de la segunda parte tubular 7, en el extremo opuesto al extremo 27, adyacente a la herramienta de expansión 12 hacia la cual es arrastrado el cono de expansión cuando se expande el conjunto tubular. El cable se extiende dentro de la segunda parte tubular 7, y cuando se expande el conjunto tubular, el disco tira de la segunda parte tubular a medida que la herramienta de expansión 12 se aleja de la primera parte tubular 5. De esta manera, la segunda parte tubular 7 se retira de la primera parte tubular 5 después de la expansión y es arrastrada hacia la superficie junto con la herramienta de expansión 12 que comprende el cono de expansión.

20 En las figuras 17 y 18, el elemento de retención 22 tiene forma de saliente o de brida 26 y sobresale radialmente del medio de expansión 10 para retraer la segunda parte tubular después de la expansión. En la figura 17, el cono de expansión mantiene el conjunto tubular 1 fijado entre el cono 10 y el resto de la herramienta de expansión 12 cerca de los anclajes 13, en el otro extremo del árbol 11 en vez de en el propio cono. Los anclajes anclan la herramienta en el interior de la estructura tubular de pozo ejerciendo presión contra la cara interna de la estructura tubular de pozo. En esta posición, el conjunto tubular 1 se inserta en la estructura tubular de pozo enfrente de la abertura a sellar. Posteriormente, como se muestra en la figura 18, el cono es forzado a través del conjunto tubular 1, y la brida 26 fuerza la segunda parte tubular junto con la retracción del cono, y de esta manera, la segunda parte tubular se retira de la primera parte tubular, y se eleva desde el pozo junto con la herramienta de expansión. La segunda parte tubular 7 también se puede retirar mediante una herramienta de perforación, fresado o mecanizado, una herramienta de martillo, una herramienta de empuje o tracción, o una combinación de las mismas.

30 La segunda parte tubular 7 está hecha de metal o de metal en combinación con plástico, caucho natural o sintético o fibra de vidrio. El metal puede ser aluminio, acero, titanio o hierro, y algunos ejemplos de un material de acero adecuado pueden ser acero inoxidable, metal que tiene más de 40% de níquel, aleación de memoria de forma o acero para resortes. El plástico puede ser poliamida, polioximetileno (POM), poliacetato, poliformaldehído, poliéter éter cetona (PEEK), cloruro de polivinilo (PVC) o politetrafluoroetileno (PTFE). Por acero para resortes se entiende una aleación de acero con alto o medio contenido en carbono y con un alto límite de elasticidad. La primera parte tubular 5 está hecha de metal, tal como acero o hierro. La primera parte tubular 5 está hecha en forma de parche con todas las cualidades conocidas que ya han sido comprobadas para su uso en un fondo de pozo. Las partes tubulares 5, 7 pueden ser una estructura tubular estirada en frío o en caliente.

35 Cuando la segunda parte tubular 7 está hecha de fibra de vidrio, el medio de expansión 10 comprende un medio de calentamiento que está adaptado para calentar la segunda parte tubular 7 y / o la primera parte tubular 5 durante la expansión.

40 Cuando se sella una abertura 25 tal como una fuga dentro de una estructura tubular de pozo 2 en un fondo de pozo de sonda 3, se determina la abertura 25 o fuga, a continuación, el conjunto tubular 1 se coloca enfrente de la fuga en un estado no expandido, y, finalmente, el conjunto tubular se expande hasta que la primera parte tubular es comprimida hacia la superficie exterior de la estructura tubular de pozo. Posteriormente, la segunda parte tubular 7 se retira de la primera parte tubular 5.

45 El método, antes de la etapa de retirada de la segunda parte tubular, puede comprender una etapa que consiste en retirar la segunda parte tubular de la primera parte tubular moviendo el medio de expansión a través del conjunto tubular, forzando las partes tubulares primera y segunda radialmente hacia fuera, y posteriormente, el medio de expansión se retrae libre de la segunda parte tubular de manera que la segunda parte tubular se puede retraer por sí misma para tener un diámetro externo más pequeño que el diámetro interno de la primera parte tubular debido a la capacidad de recuperación elástica del material.

50 Durante la expansión, la primera parte tubular 5 del conjunto tubular 1 es forzada radialmente hacia fuera un poco más que la cara interna 6 de la estructura tubular de pozo 2, debido a que la primera parte tubular 5 se recupera debido a la relajación elástica, como se ha descrito anteriormente, como un efecto y una capacidad de recuperación elástica del material.

55 La etapa de expansión se puede realizar forzando el medio de expansión 10, tal como un cono o un mandril que tiene un diámetro mayor que un diámetro interno de la segunda parte tubular, a través del conjunto tubular, o colocando un cono o un mandril en el interior del conjunto tubular que tiene un diámetro menor que un diámetro de

5 la segunda parte tubular y, posteriormente, expandiendo el cono o mandril radialmente, expandiendo de esa manera el conjunto tubular 1. Al tener un cono o mandril expansible, el parche a través de la solución de parche llega a ser más cómodo que sin el cono o mandril expansible. El medio de expansión también puede agrandar el diámetro externo del medio de expansión apretando cada lado de un elastómero o elemento de caucho, de modo que el elemento de caucho se acorta en la longitud axial de la herramienta de expansión 12 al tiempo que aumenta su diámetro en la dirección radial de la herramienta de expansión 12.

La etapa de expansión también se puede realizar cerrando los extremos del conjunto tubular 1, proporcionando de ese modo un área cerrada 21 en el interior del conjunto tubular, y posteriormente presurizando el área cerrada mediante un fluido o un gas.

10 El fluido utilizado para expandir el conjunto tubular 1 puede ser cualquier tipo de fluido presente en el pozo de sondeo 3 que rodea la herramienta y / o la estructura tubular de pozo 2. Además, el fluido puede ser cemento, gas, agua, polímeros, o un compuesto de dos componentes, tal como polvo o partículas que se mezclan o reaccionan con un agente de unión o de endurecimiento.

15 El conjunto tubular se fabrica haciendo la primera parte tubular de un material que tiene una primera capacidad de recuperación elástica después de haber sido expandido, y haciendo la segunda parte tubular de un material que tiene una segunda capacidad de recuperación elástica después de haber sido expandido, en el que la primera capacidad de recuperación elástica es menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.

20 En el caso de que el sistema de fondo de pozo no se puede sumergir completamente en el revestimiento, se puede usar un tractor de fondo de pozo para arrastrar o empujar el sistema de fondo de pozo toda la longitud hasta colocarlo en su posición en el pozo. Un tractor de fondo de pozo es cualquier tipo de herramienta de accionamiento capaz de empujar o tirar de herramientas en un fondo de pozo, por ejemplo un Well Tractor®.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a realizaciones preferidas de la invención, será evidente para una persona experta en la técnica que son posibles varias modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo (1) para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo (2) en un fondo de pozo de sondeo (3) forzando un medio de expansión a través del conjunto tubular de sellado, que comprende:
- 5 - una primera parte tubular (5) hecha de metal que tiene una cara interna (6), un diámetro interno (ID_1), un diámetro externo (OD_1) y una primera longitud (L_1), en un estado no expandido, y
- una segunda parte tubular (7) que tiene una cara externa (8), un diámetro externo (OD_2) y una segunda longitud (L_2), que está dispuesta dentro de la primera parte tubular, en un estado no expandido,
- 10 - estando la primera parte tubular hecha de un material metálico que tiene un módulo de elasticidad o módulo de Young mayor que el de la segunda parte tubular, y
- estando las partes tubulares primera y segunda adaptadas para ser expandidas, en el que la cara interna de la primera parte tubular se fija a la cara externa de la segunda parte tubular antes de la expansión y se retira después de la expansión, y el diámetro externo más grande de la segunda parte tubular es sustancialmente igual al diámetro interno de la primera parte tubular en el estado no expandido del conjunto tubular de sellado, y en el que la segunda parte tubular está hecha de metal.
- 15
2. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda longitud es sustancialmente igual o menor que la primera longitud.
3. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, estando hecha la primera parte tubular de un material que tiene una primera capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, y estando hecha la segunda parte tubular de un material que tiene una segunda capacidad de recuperación elástica después de ser expandido, en el que la primera capacidad de recuperación elástica es menor que la segunda capacidad de recuperación elástica.
- 20
4. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera parte tubular se fija a la segunda parte tubular a lo largo de toda la longitud de la primera parte tubular o de la segunda parte tubular.
- 25
5. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda parte tubular tiene un espesor (t_2) que es al menos 10%, preferiblemente al menos 20% y más preferiblemente al menos 50% de un espesor (t_1) de la primera parte tubular, o viceversa.
6. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda parte tubular está hecha de metal, tal como aluminio, acero inoxidable, titanio, metal que contiene más de 40% de níquel, aleación de memoria de forma, acero para resortes, acero o hierro, o cualquier combinación de los mismos.
- 30
7. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera parte tubular y la segunda parte tubular se conectan mecánicamente entre sí, por ejemplo mediante ajuste a presión, estampado, laminado, ajuste con apriete o ajuste por fricción.
- 35
8. Conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda parte tubular está hecha de un material que puede desintegrarse cuando se somete a un fluido, tal como ácido.
9. Sistema de fondo de pozo que comprende:
- 40 - una estructura tubular de pozo que tiene un diámetro interno,
- un conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y
- una herramienta de expansión para expandir las partes tubulares primera y segunda dentro del revestimiento, en el que el diámetro interno de la estructura tubular de pozo no cambia sustancialmente después de la expansión.
- 45
10. Sistema de fondo de pozo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la herramienta de expansión tiene un diámetro externo más grande que es sustancialmente igual al diámetro interno de la estructura de pozo tubular menos dos veces el espesor de la segunda parte tubular.

11. Sistema de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que el medio de expansión tiene un saliente o brida (26) que sobresale radialmente desde el medio de expansión para retraer la segunda parte tubular después de la expansión.
- 5 12. Sistema de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la herramienta de expansión comprende un elemento de retención (22) conectado al medio de expansión mediante un cable o un árbol, teniendo el elemento de retracción un diámetro externo que es mayor que el diámetro interno de la segunda parte tubular.
13. Sistema de fondo de pozo de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 12, en el que el sistema comprende un tractor de fondo de pozo para desplazamiento al fondo de pozo.
- 10 14. Método de sellado para sellar una abertura en una estructura tubular de pozo en un fondo de pozo de sondeo, comprendiendo el método las etapas de:
- determinar una fuga,
 - disponer un conjunto tubular de sellado de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 enfrente de la fuga en el estado no expandido,
 - 15 - expandir el conjunto tubular de sellado hasta que la primera parte tubular sea comprimida hacia la superficie interior de la estructura tubular de pozo forzando un medio de expansión a través del conjunto tubular de sellado, y
 - retirar total o parcialmente la segunda parte tubular del conjunto tubular de sellado.

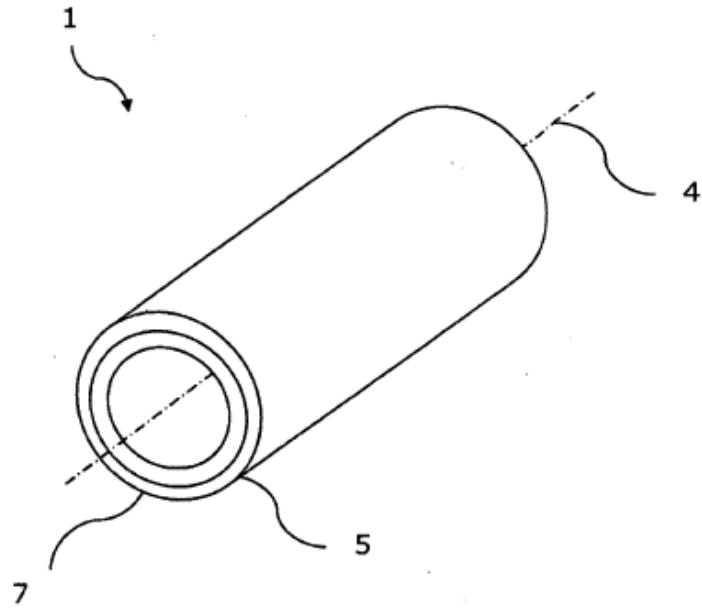


Fig. 1

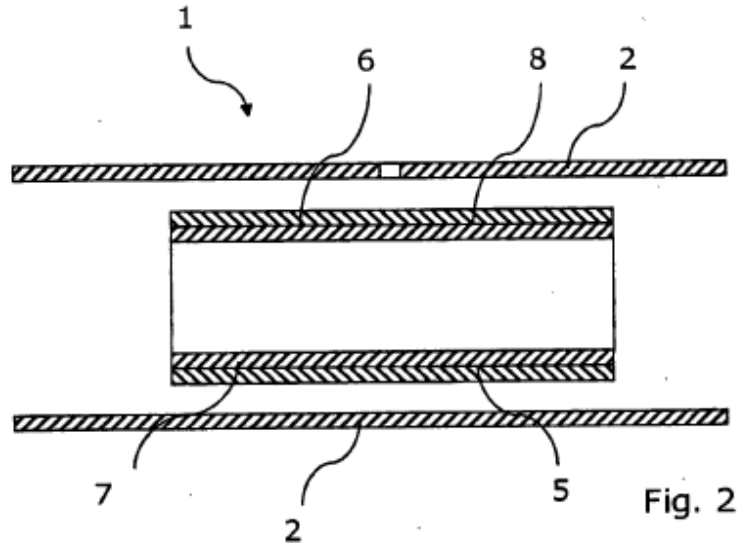


Fig. 2

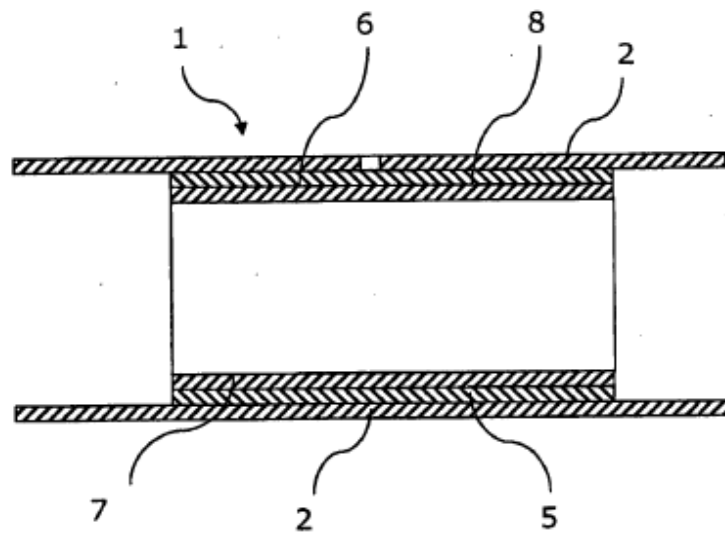


Fig. 3

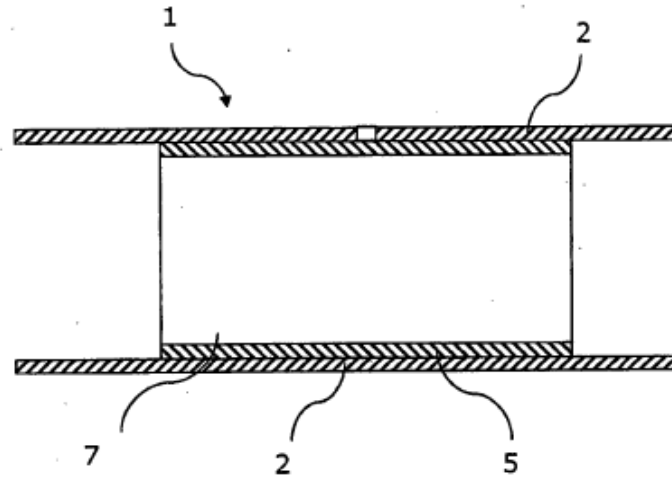
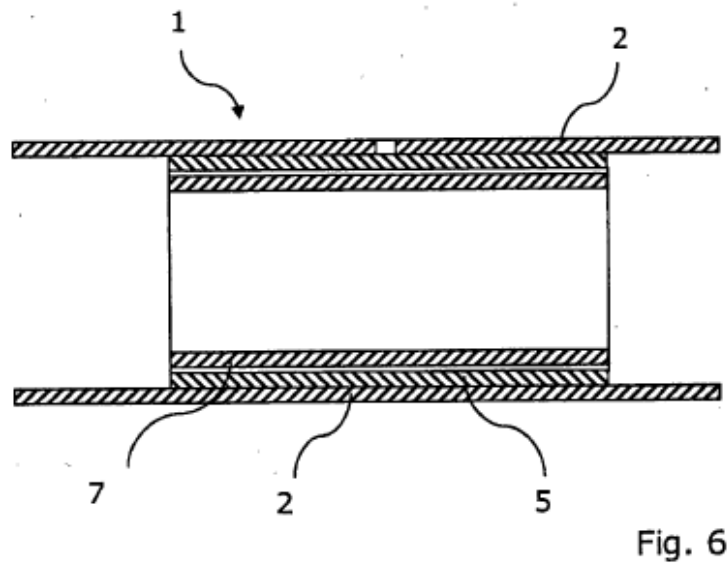
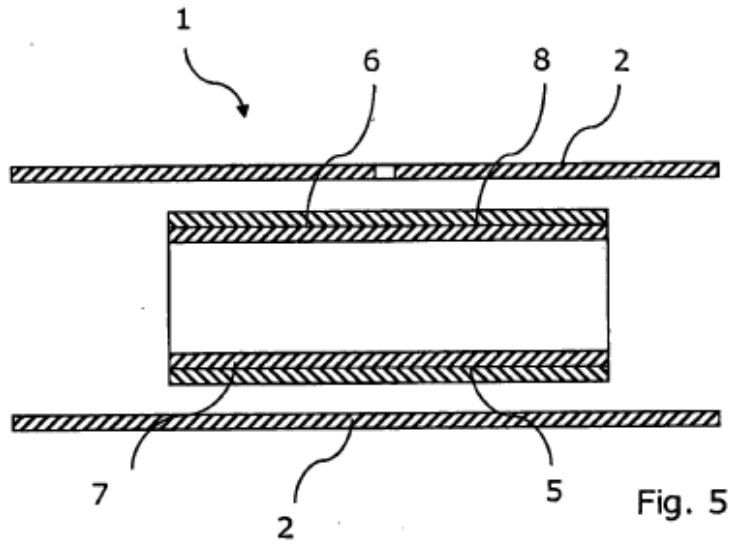
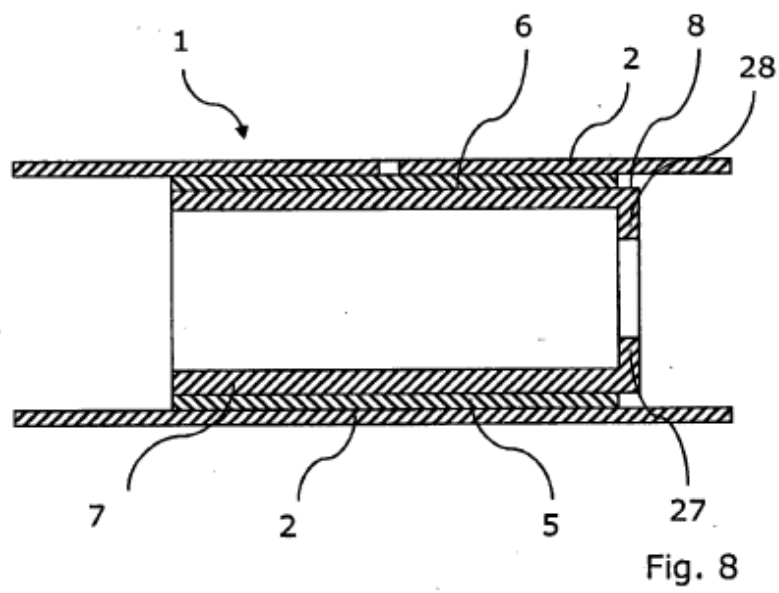
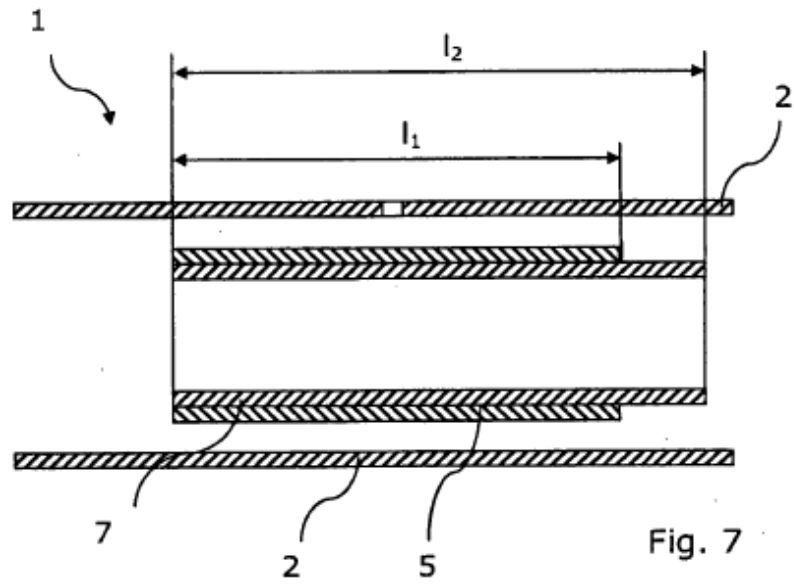


Fig. 4





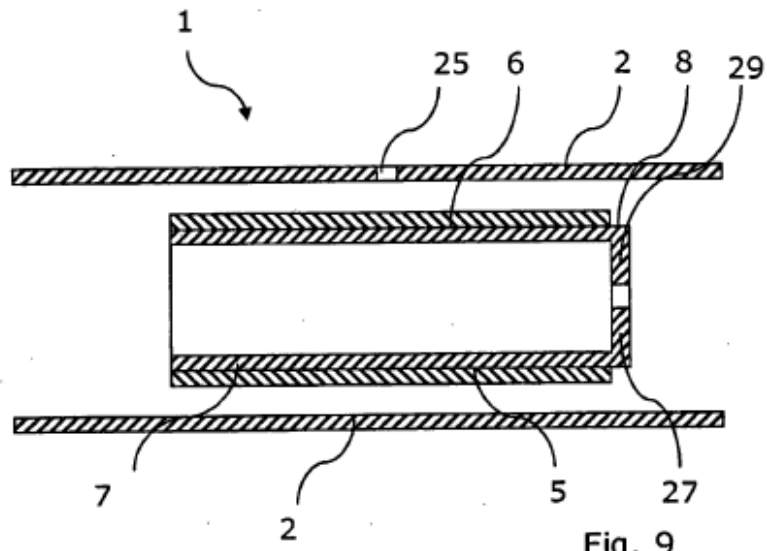


Fig. 9

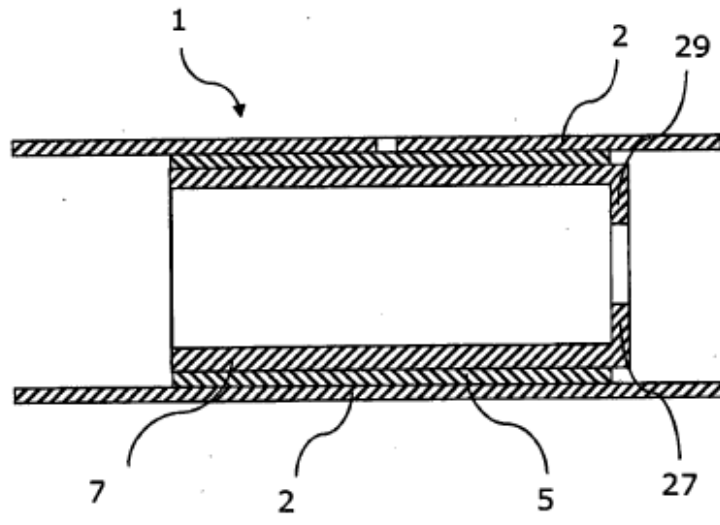


Fig. 10

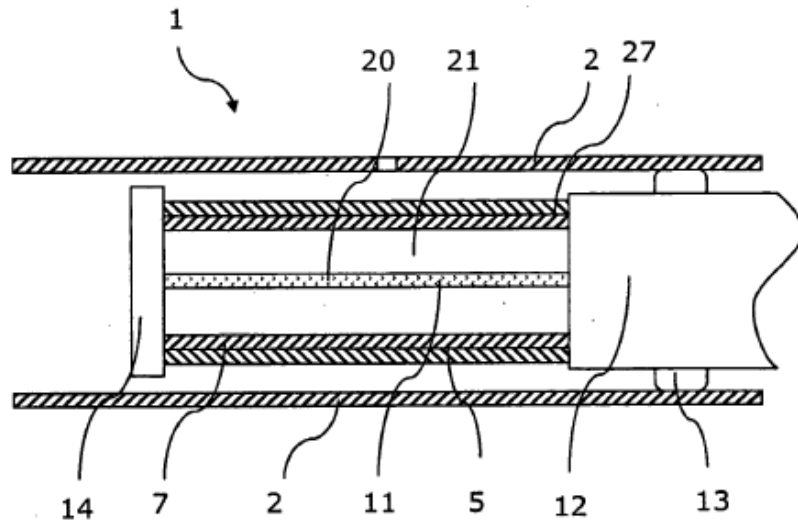


Fig. 12

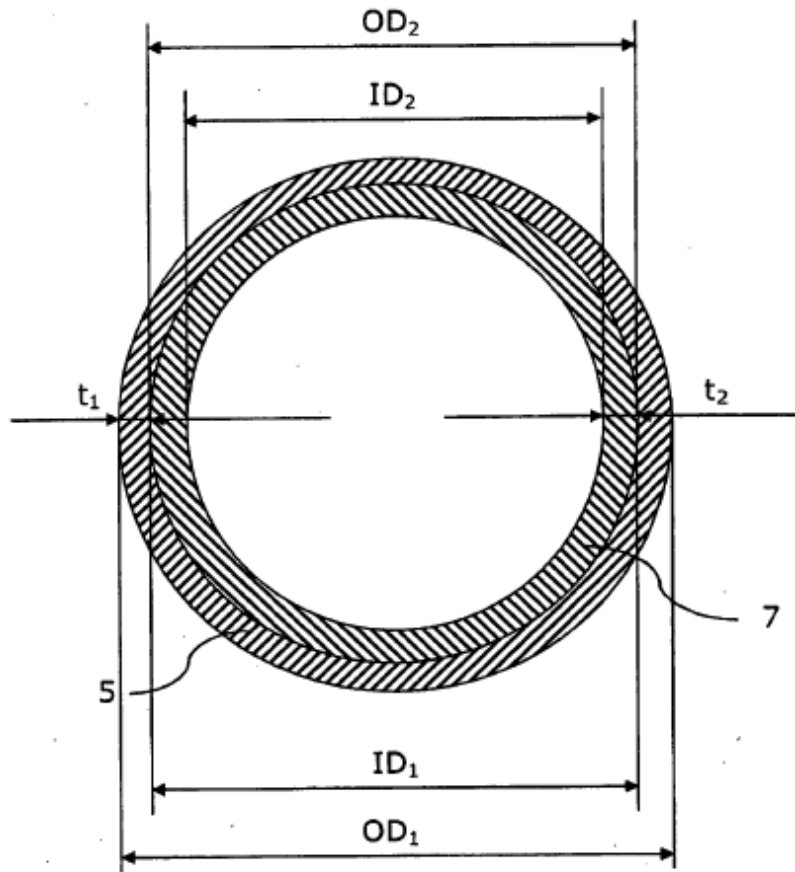


Fig. 13

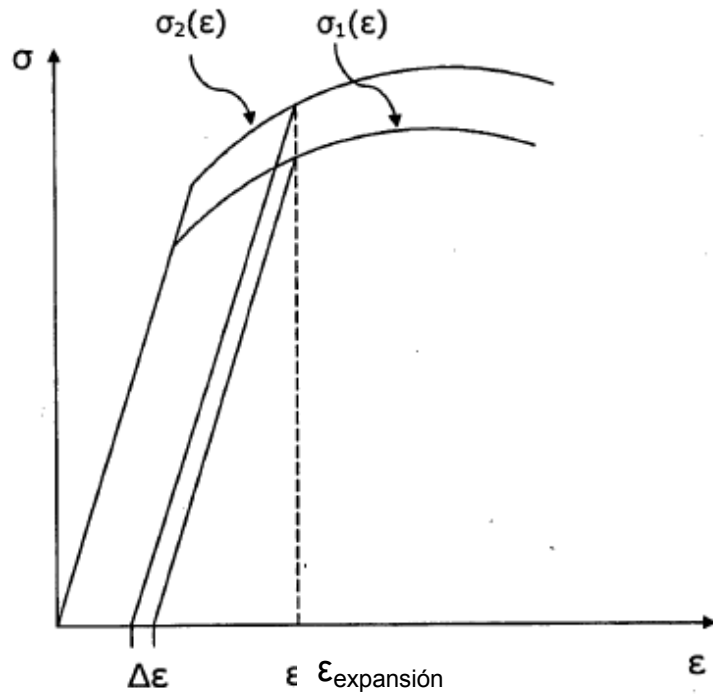


Fig. 14A

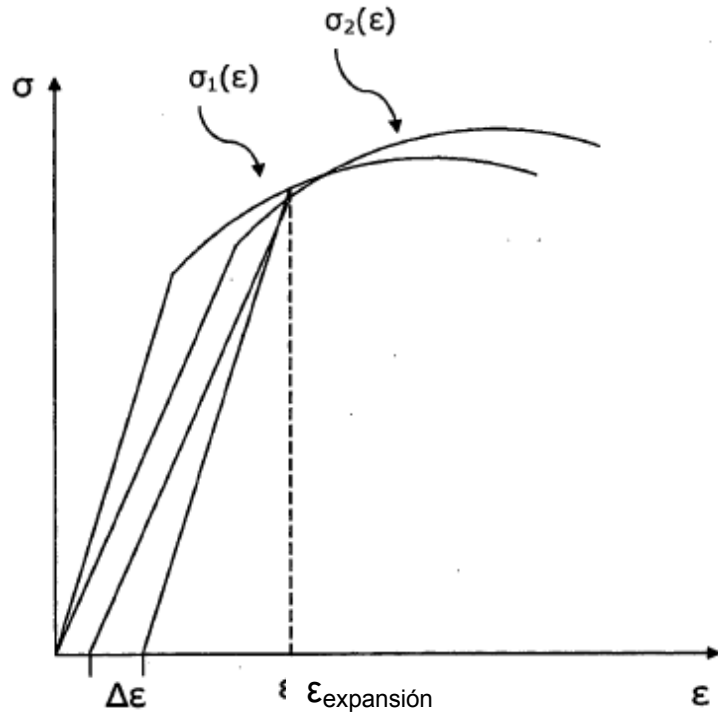


Fig. 14B

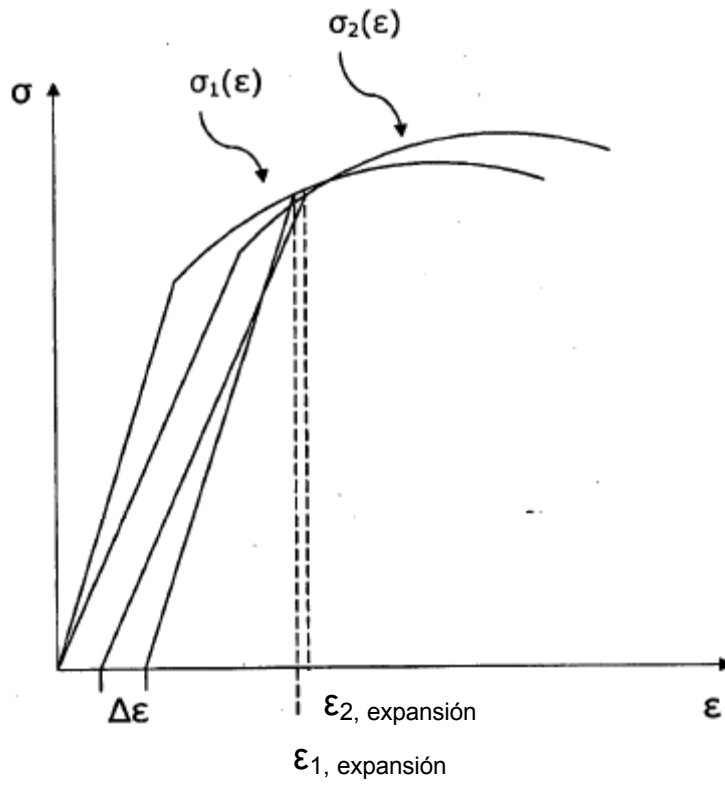


Fig. 14C

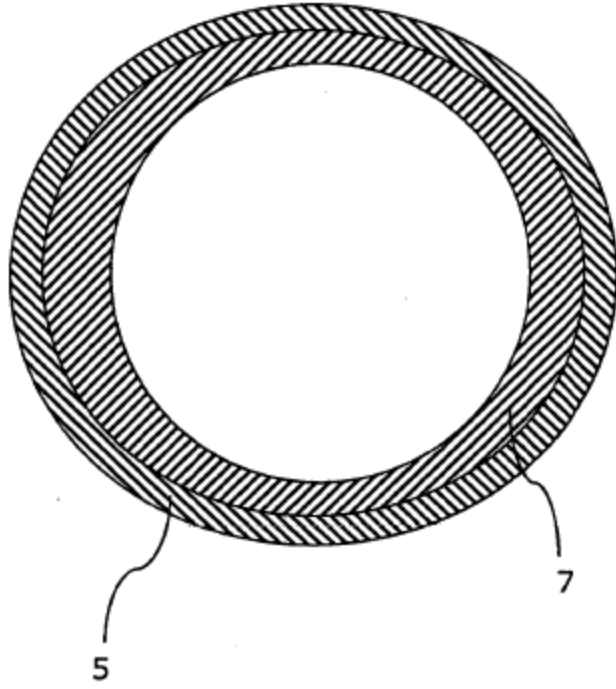


Fig. 15

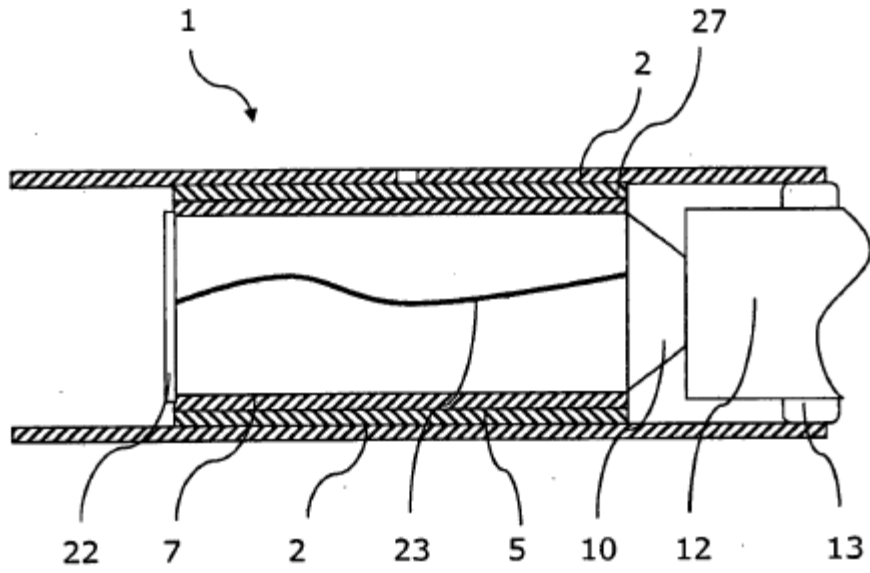


Fig. 16

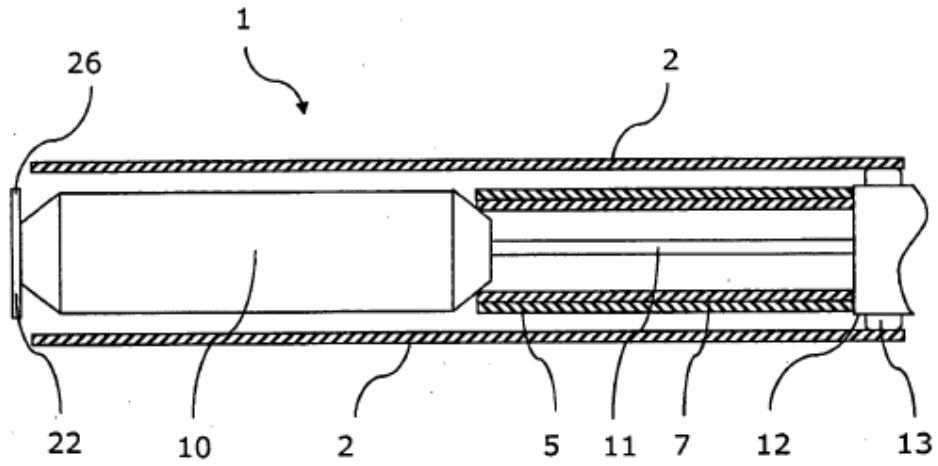


Fig. 17

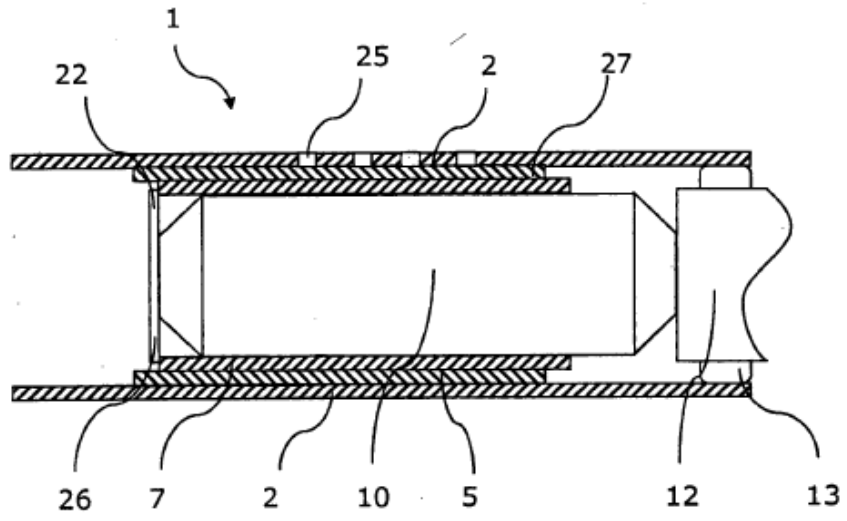


Fig. 18