

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 239**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

H01B 7/04 (2006.01)

H01B 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2007 E 07837447 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2057638**

54 Título: **Cables para pozos con elementos de cobre y fibra**

30 Prioridad:

30.08.2006 US 823959 P

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

01.04.2016

73 Titular/es:

**AFL TELECOMMUNICATIONS LLC (100.0%)
P.O. Box 3127
Spartanburg, South Carolina 29304-3127, US**

72 Inventor/es:

HERBST, BRIAN G.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 565 239 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

Cables para pozos con elementos de cobre y fibra

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional US 60/823959, presentada el 30 de agosto de 2006.

Campo de la Invención

10

1. Campo de la Invención

Los aparatos y métodos consistentes con la presente invención se refieren a un cable para pozos híbrido y, más particularmente, a un cable para pozos híbrido que tiene ambos elementos de cobre y fibra.

15

2. Descripción de la técnica relacionada

Los cables híbridos con fibra y un alambre de cobre se usan con varios propósitos. Por ejemplo, se usan para suministrar energía por medio del alambre de cobre mientras se realiza una detección en la fibra. Además, la detección también puede realizarse por medio del alambre de cobre. Tales cables híbridos también han sido empleados en cables de registro para su uso en pozos. Los cables de registro están pensados para colocarse dentro de, por ejemplo, un pozo petrolero para recoger medidas de muestras de la estructura del pozo. Después de terminar las medidas, y de verificar que los datos se han recogido, el cable de registro se retira del pozo petrolero.

20

25

La tecnología existente (véase la figura 1) para cables para pozos de tipo híbrido que tienen ambos elementos, de fibra y cobre, incluye (1) un tubo central de acero inoxidable lleno de fibra/gel (4) con un alambre de cobre (6) envuelto alrededor del tubo y una capa aislante alrededor del alambre/tubo de cobre, configuración que es producida por Gulf Coast Downhole Technologies situada en Houston, TX. Otra estructura existente (2) tiene un alambre central de cobre aislado con pequeños tubos plásticos llenos de gel de fibra con un aislante alrededor del mismo. Esta estructura (2) se produce por parte de Draka.

30

La desventaja del artículo (1) es que el alambre de cobre 6 no se separa fácilmente del tubo (4) de acero inoxidable. La unión de los elementos de detección al cable, cuando el cable está terminado, es decir, desmontado, es un procedimiento complicado. El usuario necesita asegurar que el alambre de cobre se separa del tubo de acero inoxidable y éste tiene que aislarse nuevamente y el aislamiento tiene que retirarse para obtener los alambres de cobre. Otra desventaja es que el tubo central de acero inoxidable tiene que ser de tal tamaño que el exceso de longitud de la fibra (EFL) dentro del tubo debe ser relativamente bajo, en el caso donde se extienda una fibra óptica multi-modo dentro del mismo. Esta fibra se usa comúnmente para la detección de temperatura, de modo que se usa a menudo en este tipo de tubo. La fibra óptica mono-modo también se usa en el pozo para la detección. Es menos sensible que la fibra óptica multi-modo, de manera que el exceso de fibra puede ser ligeramente mayor pero dado que comúnmente se extiende fibra óptica multi-modo y mono-modo en el mismo cable, el exceso de longitud de fibra será manejado por la fibra multi-modo. Si el tubo de acero inoxidable es de aproximadamente 2 milímetros (0,080 pulgadas) o menos, entonces la EFL puede ser solamente del 0,10 al 0,15% con respecto a la longitud de la fibra dentro del núcleo para tener aún un buen rendimiento óptico. Esto limita la cantidad de tensión que el cable puede percibir antes de que la fibra se encuentre también bajo tensión. Esto puede ser un problema para ambientes donde la temperatura del cable se elevará.

35

40

45

Más particularmente, en los cables para pozos de fibra óptica, se utiliza un tubo de metal de 6,35 mm (1/4") para alojar el núcleo de fibra óptica. Con este diámetro y el grosor de la pared del tubo de 6,35 mm (1/4"), típicamente de 0,71 mm o 0,89 mm (0,028" o 0,035"), el diámetro interior del tubo de metal de 6,35 mm (1/4") es fijo. Esto resulta en que el diseñador del cable requiere trabajar en un espacio pequeño para alojar los elementos de fibra y cobre deseados. Para ajustar un tubo de acero inoxidable de 2 mm (0,080 pulgadas) lleno de fibra dentro de este tubo de 6,35 mm (1/4") y para incluir los elementos de cobre con el nivel apropiado de aislamiento para asegurar el rendimiento apropiado del cobre, el tamaño del tubo de acero inoxidable es limitado.

50

55

En general, como el tamaño del tubo de acero inoxidable se incrementa, puede introducirse más exceso de fibra dentro del mismo y tener todavía un rendimiento óptico aceptable (un gran exceso de fibra puede crear una pérdida óptica). Se necesita del exceso de fibra dentro del tubo de acero inoxidable para asegurar el buen rendimiento óptico durante los cambios de temperatura dentro de, por ejemplo, el pozo petrolero. Como la temperatura aumenta, el metal se expande más rápidamente que la fibra, y en caso en que no existiera exceso de fibra dentro del tubo de acero inoxidable, la fibra estaría bajo tensión mientras la temperatura se incrementa. Una tensión elevada reduce la vida de la fibra, puede aumentar la atenuación (pérdida óptica), y puede afectar otros atributos de la fibra. En una configuración de tubo único del artículo (1), con el alambre de cobre envuelto alrededor del tubo, la geometría es tal que el centro del tubo de acero inoxidable es pequeño, es decir, de 2 mm (0,080 pulgadas) o menos. Esto es un inconveniente en este tipo de diseño, puesto que el tamaño del centro del tubo de acero inoxidable limita la EFL dentro del tubo.

60

65

5 El artículo (2) supera los problemas de la EFL del artículo número 1 al trenzar los tubos plásticos alrededor del alambre de cobre aislado. Sin embargo, debido al tamaño de los tubos de plástico, la cantidad de beneficio es limitada. El trenzado proporciona el movimiento radial de las fibras dentro del tubo, lo cual incrementa la cantidad de tensión del cable experimentada por los tubos de plástico antes de que la fibra experimente tensión. Sin embargo, con esta estructura, la desventaja es que la fuerza inherente de la estructura es limitada debido a que la fuerza del elemento de la estructura solamente está en el alambre de cobre central. Esto se torna problemático, ya que las tensiones de procesamiento en el núcleo y las prácticas de instalación pueden resultar en altos niveles de tensión en el cable, exponiendo así la fibra bajo tensión. Otra desventaja del artículo (2) es su resistencia a ser aplastado. El tubo plástico limita la cantidad de fuerza externa que puede aplicarse al mismo, para tener aún un buen rendimiento óptico.

10 El documento GB2240638 describe un cable de fibra óptica con un núcleo provisto de elementos A trenzados helicoidales. Un tubo metálico B que contiene fibras ópticas está soportado mediante el núcleo.

15 El documento US2001/0032730 describe un cable aéreo óptico metálico que comprende un tubo de metal que tiene una costura de soldadura longitudinal y contiene una o más guías de ondas ópticas y un alambre de metal que está conectado al tubo de metal en forma de bloqueo de la fuerza o forma.

20 El documento WO 00/72071 divulga un cable óptico submarino con una funda y un núcleo que comprende fibras ópticas que están encerradas en un tubo de metal. El tubo está dispuesto cerca del eje del cable. El cable comprende al menos dos tubos de metal que están trenzados en SZ.

Sumario de la invención

25 Las realizaciones ejemplares de la presente invención superan las desventajas anteriores y otras desventajas no descritas anteriormente. Además, la presente invención no requiere superar las desventajas descritas anteriormente, y una realización ejemplar de la presente invención podría no superar alguno de los problemas descritos anteriormente.

30 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método para fabricar un cable, comprendiendo el método: formar una primera forma helicoidal en una primera superficie circunferencial externa de un primer tubo de metal, teniendo el primer tubo de metal un elemento de fibra alojado en el mismo; y trenzar un primer elemento de cobre en un espacio helicoidal formado por el tubo de metal.

35 Se proporciona, de acuerdo con un segundo aspecto, un cable para pozos que comprende:

un tubo metálico que comprende: un primer tubo de metal que tiene una forma helicoidal en una primera superficie circunferencial exterior del mismo, donde el primer tubo de metal tiene un elemento de fibra alojado en su interior; y un primer elemento de cobre trenzado en un espacio helicoidal formado por el tubo de metal.

40 La presente invención proporciona un cable para pozos que aumenta una ventana libre de tensiones del cable para pozos.

45 La presente invención también proporciona un cable para pozos que puede ser alargado por la tensión o la temperatura, sin forzar excesivamente una fibra óptica dentro de un elemento en el cable para pozos.

50 Los objetos anteriores y otros de la presente invención se consiguen adicionalmente proporcionando un método de fabricación de un cable que incluye formar una primera forma helicoidal en una primera superficie circunferencial exterior de un primer tubo de metal, teniendo el primer tubo de metal un elemento de fibra alojado en su interior, y trenzar un elemento de cobre en un espacio helicoidal formado por el primer tubo de metal.

El primer tubo de metal puede ser un tubo de acero inoxidable llenado con gel de fibra o puede estar libre de gel.

55 De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona un cable que incluye un primer tubo de metal que tiene una forma helicoidal en una primera superficie circunferencial exterior del mismo, donde el primer tubo de metal tiene un elemento de fibra alojado en su interior, y un elemento de cobre trenzado en un espacio helicoidal formado por el primer tubo de metal.

60 El método puede comprender, además: formar una segunda forma helicoidal en una segunda superficie circunferencial de un segundo tubo de metal; colocar el primer tubo de metal, y el segundo tubo de metal paralelo al primer tubo de metal, de tal manera que la primera superficie circunferencial exterior del primer tubo de metal está en contacto con la segunda área circunferencial del segundo tubo de metal, en una máquina de trenzado; colocar el primer elemento de cobre y un segundo elemento de cobre en las áreas intersticiales del primer tubo de metal y el segundo tubo de metal, en la máquina de trenzado; y trenzar el primer tubo de metal, el segundo tubo de metal, el primer elemento de cobre, y el segundo elemento de cobre juntos mediante la activación de la máquina de trenzado; donde el trenzado comprende además trenzar el primer elemento de cobre en un primer espacio intersticial

helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial, y trenzar el segundo elemento de cobre en un segundo espacio intersticial helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial.

5 El trenzado incluye además formar una hélice del primer tubo de metal, el segundo tubo de metal, el primer elemento de cobre, y el segundo elemento de cobre juntos.

10 Antes de la colocación del primera tubo de metal y del segundo tubo de metal, el método además incluye formar una primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial del primer tubo de metal, y formar una segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial del segundo tubo de metal, donde el trenzado comprende además trenzar el primer elemento de cobre en un primer espacio intersticial helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial, y trenzar el segundo elemento de cobre en un segundo espacio intersticial helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial.

15 El método puede incluir además la colocación de una extrusión de plástico en un extremo distal del primer tubo de metal trenzado, el segundo tubo de metal, el primer elemento de cobre, y el segundo elemento de cobre.

20 El cable puede comprender, además: un segundo tubo de metal paralelo al primer tubo de metal, de manera que la primera superficie circunferencial exterior del primer tubo de metal está en contacto con una segunda área circunferencial del segundo tubo de metal; y un segundo elemento de cobre, el primer elemento de cobre y el segundo elemento de cobre dispuesto en las áreas intersticiales del primer tubo de metal y del segundo tubo de metal.

25 **Breve descripción de las figuras**

Los aspectos anteriores y/u otros aspectos de la presente invención serán más aparentes al describir ciertas realizaciones ejemplares de la presente invención con relación a los dibujos adjuntos, en los cuales:

30 La figura 1 muestra un cable para pozos de tipo híbrido que incluye un tubo de metal con alambre de cobre envuelto alrededor del tubo y una capa aislante alrededor del alambre de cobre, donde el tubo de metal no está preformado.

35 La figura 2 muestra una sección transversal de un cable para pozos de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La figura 3 muestra una vista lateral de un tubo de metal y el elemento de cobre trenzado en los espacios helicoidales formados en el tubo de metal durante un método de fabricación del cable para pozos de la primera realización ejemplar de la presente invención;

40 La figura 4 muestra otra vista lateral del tubo de metal y el elemento de cobre que está trenzado en el centro en el proceso de trenzado durante el método de fabricación del cable para pozos de la primera realización ejemplar de la presente invención;

La figura 5 muestra un preformado que realiza la forma helicoidal en la superficie exterior circunferencial del tubo de metal;

45 La figura 6 muestra una sección transversal de un cable para pozos de tubo doble en acuerdo con una segunda realización ejemplar de la presente invención; y

La figura 7 muestra una sección transversal de un cable para pozos de tubos múltiples de acuerdo con una tercera realización ejemplar de la presente invención.

50 **Descripción detallada de las realizaciones ejemplares**

Ciertas realizaciones ejemplares de la presente invención serán descritas ahora en mayor detalle con relación a las figuras adjuntas.

55 En la siguiente descripción, los mismos números de referencia de los dibujos se usan para los mismos elementos, incluso en diferentes figuras. Los temas definidos en la descripción, tal como la construcción detallada y los elementos, se facilitan para ayudar a un entendimiento exhaustivo de la invención. De este modo, es evidente que la presente invención puede llevarse a cabo sin estas cuestiones especialmente definidas. Además, las funciones o construcciones bien conocidas no se describen con detalle, puesto que estas oscurecerían la invención con un detalle innecesario.

60 Un cable para pozos de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, y un método de fabricación del cable para pozos de esta realización ejemplar, se describirán con relación a la figura 2 y a la figura 3. La figura 2 muestra una sección transversal de un cable para pozos de acuerdo con la primera realización ejemplar de la presente invención.

65

El cable para pozos 10-1, mostrado en la figura 2, incluye un tubo de metal 14, y el elemento de cobre 16, y la camisa 20 y un tubo metálico 22. Como se muestra en la figura 2, el tubo de metal 14 tiene un elemento de fibra 18 alojado en el mismo. La figura 3 muestra el tubo de metal 14 de la figura 2 con una forma helicoidal (141, 142) en un área circunferencial exterior del mismo, y un elemento de cobre 16 dispuesto dentro del espacio helicoidal formado por el tubo de metal.

En esta realización ejemplar, el tubo de metal 14 es un tubo de acero inoxidable lleno de gel de fibra, con un diámetro de 2,006 mm (0,079"). Sin embargo, el tubo de metal 14 puede estar hecho de Incoloy 825, Inconel 625, o cualquier otro tipo de metal.

El elemento de cobre 16 es un alambre de cobre, que es un conductor 18 de American Wire Gauge (AWG), con un diámetro de 2,006 mm (0,076"). La camisa 20 puede ser una extrusión de plástico que puede colocarse sobre un extremo superior del tubo de metal 14 y el elemento de cobre 16. En esta realización ejemplar, la camisa 20 tiene un diámetro de 4,29 mm (0,169"), pero la camisa 20 no se limita a este diámetro.

El núcleo, es decir, el tubo de metal 14 y el elemento 25 de cobre 16, se colocan dentro del tubo metálico 22. El tubo metálico 22 puede hacerse de Incoloy 825, acero inoxidable (SS) 316 o cualquier otro metal apropiado. El grosor de la pared del tubo metálico 22 puede variar dependiendo de los requerimientos deseados de un cliente. Los grosores comunes de pared son 0,71 mm (0,028"), 0,89 mm (0,035") y 1,2 mm (0,049"), pero la presente invención no se limita a estos grosores de pared. El tubo metálico 22 tiene un diámetro de 6,35 mm (1/4"). El núcleo va dentro del tubo metálico de 6,35 mm (1/4") con un grosor de pared de 0,89 mm (0,035"). Sin embargo, el núcleo no se limita a estos grosores. Como sería obvio para un experto en la materia, la presente invención puede adaptarse para otros grosores de pared. En esta realización ejemplar, el cable para pozos es para una instalación fija.

A continuación, se describe un método ejemplar para la fabricación del cable para pozos mostrado en la figura 2 con relación a las figuras 2 a 5. Un elemento de cobre 16 recubierto y el tubo de metal 14 se colocan en una máquina de trenzado. Las máquinas de trenzado son bien conocidas en la técnica. El elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 se encuentran en mecanismos que controlan la tensión de cada elemento para asegurar la consistencia en el proceso de trenzado. Estos dos elementos son guiados desde sus mecanismos de control de tensión hacia el punto donde estos se unen. En este punto, como se muestra en la figura 5, se localiza un preformador por donde pasa el tubo de metal 14. Este preformador 100 es utilizado para impartir un doblado helicoidal permanente en un elemento, de modo que retenga esta forma en la estructura del cable. En el tipo más común de preformador 100, es una serie de tres rodillos (102a, 102b y 102c) los que sujetan el elemento (el tubo de metal 14) que pasará, con la capacidad de ajustar la distancia del primer (102a) hasta el tercer rodillo (102c), mientras el segundo rodillo (102b) puede ajustarse para crear una separación necesaria para obtener la curvatura deseada del elemento sujeto, en este caso, el tubo de metal 14. Como se muestra en las figuras 3 y 4, se moldea una forma helicoidal 141, 142, en una superficie exterior circunferencial del tubo de metal 14 en el proceso de preformación por medio de los rodillos 102a, 102b y 102c.

La efectividad del trenzado posterior del elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 en conjunto depende crucialmente de la precisión del preformado del tubo de acero inoxidable 14. Se requiere un alto nivel de precisión en el proceso de preformado para asegurar que el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 se trenzan de manera uniforme, como se muestra en la figura 3. El diámetro resultante de los dos elementos trenzados tiene una variación típica de < 0,102 mm (0,004"). Esta variación es una variación ejemplar no limitativa, y la presente invención no requiere esta variación como una necesidad firme para el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 trenzados para insertarse dentro del tubo metálico 22. El tubo metálico 22 puede permitir una mayor variación. Para lograr este nivel de variación, el control de la tensión de los dos elementos debe ser justo y muy bajo, y permitir el control de la tensión en los dos elementos de manera individual. En la realización ejemplar mostrada en la figura 3, el preformado del tubo de metal 14 y el trenzado del elemento de cobre en una forma helicoidal formada por el tubo de metal 14, resultan en un diámetro de torsión Dt' igual a un diámetro $D14$ del tubo de metal 14 más el diámetro $D16$ del elemento de cobre 16. Esto es, $Dt' = D14 + D16$. Por consiguiente, de acuerdo con esta realización ejemplar de la presente invención, el diámetro de torsión Dt' se reduce por la longitud de un diámetro $D16$ del elemento de cobre 16 cuando se compara con el trenzado del elemento de cobre 6 sobre el tubo de metal 4, que no pasó por el proceso de preformado, como se muestra en la figura 1.

En particular, como se muestra en la figura 1, un diámetro de torsión resultante Dt (después de que el alambre de cobre 6 es envuelto alrededor del tubo de acero inoxidable 4 que no ha sido preformado), es igual a un diámetro $D4$ del tubo de acero 4 más dos veces el diámetro $D6$ del alambre de cobre 6 recubierto. Esto es, $Dt = D4 + 2x + D6$. Como tal, si el tubo de metal 4 no es preformado, el núcleo necesitará ser introducido dentro de un tubo exterior de metal más grande, aumentando así los costes de fabricación.

Mientras la tensión varía, la calidad de la forma helicoidal 141, 142, formada en el tubo de metal 14 se degradará, lo cual producirá que el diámetro resultante varíe. Esto es crítico debido a la necesidad de que el elemento de cobre 16 trenzado, y el tubo de metal 14, se inserten dentro del tubo metálico 22 y puedan deslizarse hacia dentro del tubo 22 con un mínimo esfuerzo. Si la forma helicoidal 141, 142, moldeada en el tubo de metal 14 no se forma de manera apropiada, esto es, ya sea que el tubo de metal 14 se preforme de manera excesiva (que el diámetro helicoidal sea

muy grande) o el preformado sea muy pequeño (resultando en un tubo de acero esencialmente recto con el alambre de cobre envuelto alrededor del mismo), los dos elementos serán forzados en su sitio durante el proceso de introducción dentro del tubo metálico 22. Esto resulta en una compresión y tensión indeseadas sobre el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14, lo cual puede comprometer las características de rendimiento del elemento de cobre 16 y la fibra 18 alojados dentro del tubo de metal 14.

En esta realización ejemplar, la tensión para cada elemento (el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14) se mantuvieron diferentes para lograr la misma tensión en cada elemento. Esto se debe a una fase posterior al procesamiento, cuando el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 se encuentran en un estado relajado o un estado sin tensión, los dos elementos se relajarán en la misma proporción, de modo que la longitud lineal resultante de estos elementos es la misma. Si esto no se hace, el elemento que tuviera una menor tensión con respecto al otro elemento se flexionaría fuera de posición para absorber la compresión resultante impartida del otro elemento mayormente tensionado. Esto puede resultar en problemas de procesamiento durante el procedimiento de adición de la camisa plástica 20 en los dos elementos y la colocación de los dos elementos dentro del tubo metálico 22. Si un elemento entre el elemento de cobre 16 y el tubo de metal 14 tiene una tensión menor con respecto al elemento mayormente tensionado, el elemento menos tensionado puede flexionarse hacia fuera de su posición y puede dañarse de varias maneras. Por ejemplo, puede quedar atrapado por el equipo de producción o doblarse sobre sí mismo, especialmente sobre el alambre de cobre.

Después de que el tubo de metal 14 se preforma, continúa hasta lo que es llamado el punto de cierre, donde el elemento de cobre es guiado también. Como se muestra en la figura 4, puesto que el elemento de cobre 16 es significativamente menos duro que el tubo de metal inoxidable 14, el elemento de cobre 16 conformará la hélice del tubo de acero inoxidable. En otras palabras, el tubo de metal 14 y el elemento de cobre 16 son torcidos de manera concéntrica sobre su centro, como se muestra en la figura 4. Después de este punto, los dos elementos, que ahora están trenzados en conjunto, se guían a la entrada de la máquina.

En esta realización ejemplar, cada elemento de cobre 16 y tubo de metal 14 tienen un diámetro de aproximadamente 1,98 mm (0,078"). Después de que estos dos elementos se trenzan en conjunto, se les coloca entonces una extrusión de plástico 20 sobre los mismos para mantenerlos unidos. Este plástico no se requiere en la realización ejemplar, sino que puede proporcionarse como una característica adicional. El diámetro de la extrusión es de aproximadamente 4,34 mm (0,171"). Esta estructura entonces se introduce, por ejemplo, en el tubo metálico 22 de 6,35 mm (1/4") con un grosor de pared de 0,89 mm (0,035"), de modo que el diámetro interior resultante del tubo metálico de 6,35 mm (1/4") es de 4,57 mm (0,180"). Las dimensiones estructurales no son críticas y pueden ajustarse a otros tamaños de elementos, es decir, una dimensión diferente del elemento de cobre 16 y una dimensión diferente del tubo de metal inoxidable 14 lleno de fibra, y el tubo exterior 22 no requiere tener un diámetro de 6,35 mm (1/4") ni un grosor de pared de 0,89 mm (0,035").

A continuación, se describirá un cable para pozos de tubo doble, de acuerdo con una segunda realización ejemplar de la presente invención, y un método de fabricación del cable para pozos de tubo doble, con respecto a la figura 6.

La figura 6 muestra una sección transversal de un cable para pozos de tubo doble 10-2, de acuerdo con la segunda realización ejemplar de la presente invención.

Como se muestra en la figura 6, el cable para pozos 10-2 incluye un primer tubo de metal 14a, un segundo tubo de metal 14b, donde ambos, el primer tubo de metal 14a y el segundo tubo de metal 14b, tienen el elemento de fibra 18 alojado dentro del mismo. El cable para pozos 10-2 incluye adicionalmente un primer elemento de cobre 16a y un segundo elemento de cobre 16b.

Como se muestra en la figura 6, el segundo tubo de metal 14b se coloca de manera paralela con respecto al primer tubo de metal 14a. Una primera superficie circunferencial del primer tubo de metal 14a está en contacto con una segunda área circunferencial del segundo tubo de metal 14b. El primer y segundo elementos de cobre (14a y 14b) se colocan en áreas intersticiales 24 del primer tubo de metal 14a y el segundo tubo de metal 14b.

La camisa plástica 20 mantiene el primer tubo de metal 14a, el segundo tubo de metal 14b, el primer elemento de cobre 16a, y el segundo elemento de cobre 16b, son mantenidos juntos mediante la camisa plástica 20. Esta combinación puede ser introducida entonces dentro del tubo metálico 22, de manera similar al cable para pozos ilustrado en la figura 2.

Las características del primer tubo de metal 14a, el segundo tubo de metal 14b, el primer elemento de cobre 16a, el segundo elemento de cobre 16b, la camisa plástica 20, y el tubo metálico 22, pueden variar como se describe anteriormente con respecto a la figura 2. Por ejemplo, en esta realización ejemplar, el elemento de cobre 16 puede ser un conductor 21 de AWG. El diámetro del primer tubo de metal 14a, y del segundo tubo de metal 14b, puede ser de 1,17 mm (0,046"), pero no se limita a esta limitación.

Para fabricar el cable para pozos de tubo doble 10-2 mostrado en la figura 6, el primer tubo de metal 14a, el segundo tubo de metal 14b, el primer elemento de cobre 16a, y el segundo elemento de cobre 16b, son trenzados

entre sí al mismo tiempo. Cada uno de los elementos 14a, 14b, 16a y 16b se colocan en una máquina de trenzado. En el punto donde estos elementos se unirían, el mecanismo de la máquina de trenzado está diseñado para controlar las posiciones deseadas de los elementos de sujeción. Una vez que el primer tubo de metal 14a, el segundo tubo de metal 14b, el primer elemento de cobre 16a, y el segundo elemento de cobre 16b están en las posiciones deseadas, es decir, el primer tubo de metal 14a y el segundo tubo de metal 14b están en contacto entre sí, el primer alambre de cobre 16a y el segundo alambre de cobre 16b se sitúan en las áreas intersticiales del primer tubo de metal 14a y el segundo tubo de metal 14b, y estos se trenzan entre sí para formar el núcleo. Este método de trenzado es llamado trenzado planetario, donde los elementos individuales son trenzados de tal modo que estos no son torcidos sobre su propio eje, sino envueltos con los otros elementos.

A diferencia del cable 10-2 de la primera realización ejemplar mostrada en la figura 2, en el cable de tubo doble 10-2 de esta realización ejemplar, el tubo de metal 14a y el segundo tubo de metal 14b no tienen que pasar a través del proceso de preformado mostrado en la figura 5. El preformado del primer tubo de metal 14a y del segundo tubo de metal 14b puede ser una característica opcional. El preformado del primer tubo de metal 14a y del segundo tubo de metal 14b no es necesario cuando el tubo 14a y el tubo 14b tienen las mismas características. Mientras estos componentes 14a, 14b, 16a y 16b, son formados de manera helicoidal, estos se tuercen sobre el centro, resultando en un torcido uniforme. Por lo tanto, en este caso, los diámetros del primer elemento de cobre 16a y del segundo elemento de cobre 16b no contribuirían al diámetro del diámetro resultante de los componentes trenzados (14a, 14b, 16a y 16b), puesto que estos se colocan en los espacios helicoidales intersticiales del primer tubo de metal 14a y del segundo tubo de metal 14b, durante el proceso de trenzado.

La figura 7 muestra un cable para pozos de tubos múltiples 10-3. El cable 10-3 incluye un elemento de cobre 16' y los múltiples tubos de metal 14' trenzados entre sí con el elemento de cobre 16'. La camisa plástica 20 puede colocarse sobre los elementos trenzados (16', 14') para mantener los elementos unidos, para formar un núcleo. Posteriormente, este núcleo puede insertarse dentro del tubo metálico 22.

Las realizaciones anteriores son meramente ejemplares y no están constituidas como limitantes de la presente invención. Las presentes enseñanzas pueden aplicarse rápidamente a otros tipos de aparatos. Además, la descripción de las realizaciones ejemplares de la presente invención se considera para ser ilustrativa, y no para limitar el enfoque de las reivindicaciones, y muchas alternativas, modificaciones, y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un cable, comprendiendo el método:

5 formar una primera forma helicoidal en una superficie circunferencial exterior de un primer tubo de metal (14), teniendo el primer tubo de metal (14, 14a) un elemento de fibra (18) alojado en su interior; y trenzar un primer elemento de cobre (16, 16a) en un espacio helicoidal formado por el tubo de metal.

10 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el primer tubo de metal (14, 14a) es un tubo de metal inoxidable lleno de gel de fibra.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde dicha formación comprende, además:

15 formar una segunda forma helicoidal en una segunda superficie circunferencial de un segundo tubo de metal (14b);
colocar el primer tubo de metal (14a), y el segundo tubo de metal (14b) paralelo al primer tubo de metal (14a), de manera que la primera superficie circunferencial exterior del primer tubo de metal está en contacto con la segunda área circunferencial del segundo tubo de metal, en una máquina de trenzado;
20 colocar el primer elemento de cobre (16a) y un segundo elemento de cobre (16b) en áreas intersticiales del primer tubo de metal (14a) y del segundo tubo de metal (14b), en la máquina de trenzado; y donde dicho trenzado comprende, además: el segundo tubo de metal (14b), y el segundo elemento de cobre (16b) junto con dicho primero tubo de metal trenzado mediante la activación de la máquina de trenzado; y
25 trenzar el primer elemento de cobre (16a) en un primer espacio intersticial helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial, y trenzar el segundo elemento de cobre (16b) en un segundo espacio intersticial helicoidal de la primera forma helicoidal en la primera superficie circunferencial y la segunda forma helicoidal en la segunda superficie circunferencial.

30 4. El método de la reivindicación 3, donde la primera y segunda forma helicoidal se forman antes de colocar el primer tubo de metal (14a) y el segundo tubo de metal (14b) en la máquina de trenzado.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende, además:

35 colocar una extrusión de plástico en un extremo distal del primer tubo de metal (14a) trenzado, el segundo tubo de metal (14b), el primer elemento de cobre (16a), y el segundo elemento de cobre (16b).

6. Un cable para pozos que comprende:

40 un tubo metálico (22) que comprende:
un primer tubo de metal (14, 14a) que tiene una forma helicoidal en una primera superficie circunferencial exterior del mismo, donde el primer tubo de metal (14, 14a) tiene un elemento de fibra (18) alojado en su interior; y
45 un primer elemento de cobre (16, 16a) trenzado en un espacio helicoidal formado por el tubo de metal.

7. El cable para pozos de acuerdo con la reivindicación 6, donde el primer tubo de metal (14, 14a) es un tubo de metal inoxidable lleno de gel de fibra.

8. El cable para pozos de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, que comprende, además:

50 un segundo tubo de metal (14b) paralelo al primer tubo de metal (14a), de manera que la primera superficie circunferencial exterior del primer tubo de metal está en contacto con una segunda área circunferencial del segundo tubo de metal; y
un segundo elemento de cobre (16b), el primer elemento de cobre (16a) y el segundo elemento de cobre (16b)
55 dispuestos en las zonas intersticiales del primer tubo de metal y el segundo tubo de metal.

9. El cable para pozos de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, donde dicho tubo metálico (22) comprende una camisa (20).

Figura 1

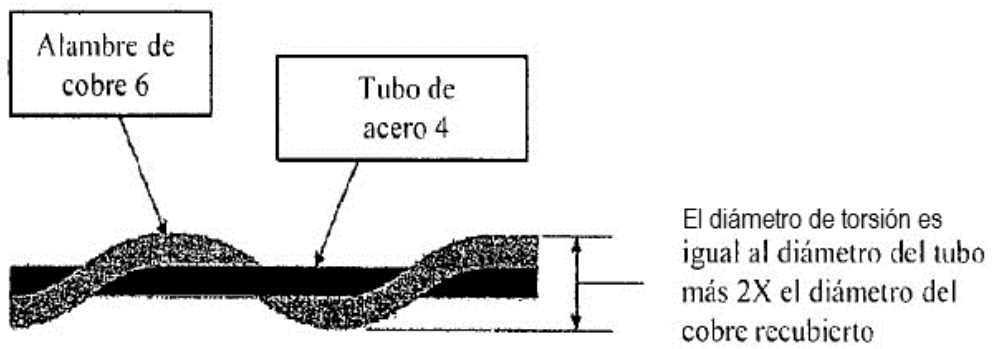


Figura 2

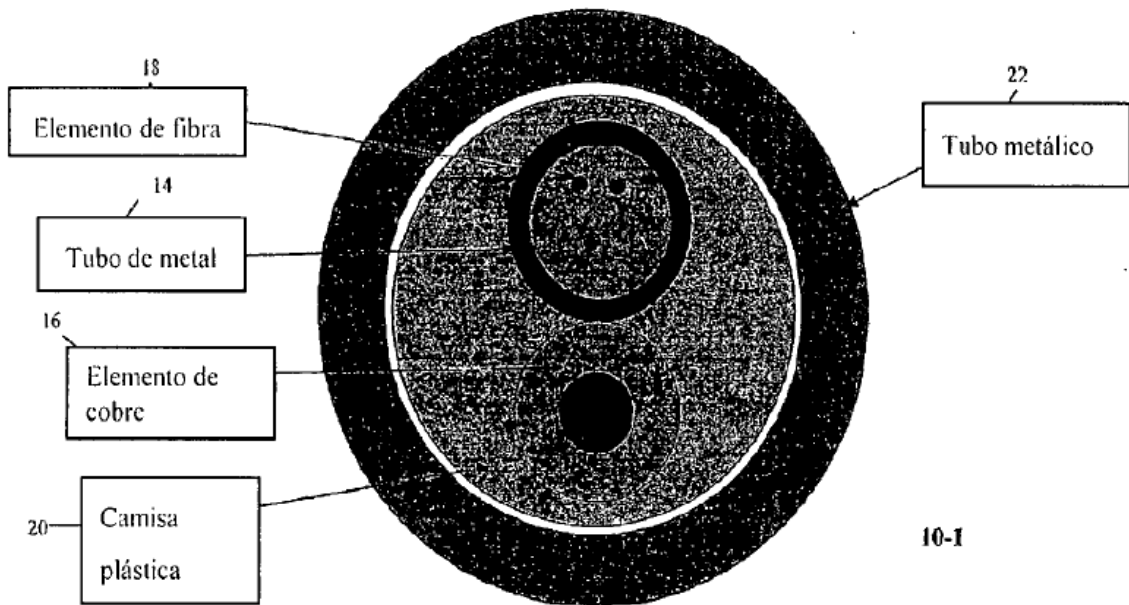


Figura 3

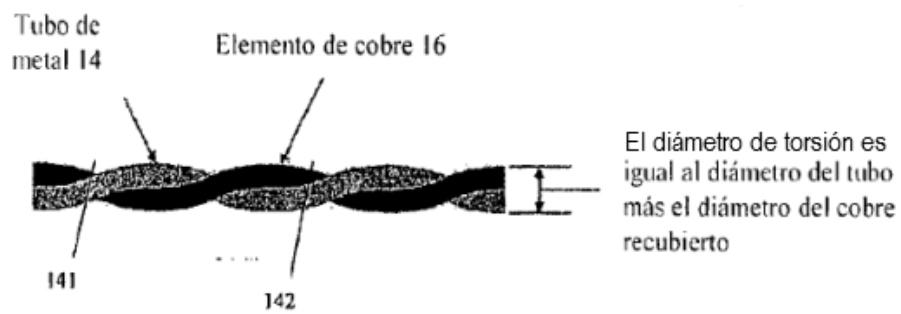


Figura 4

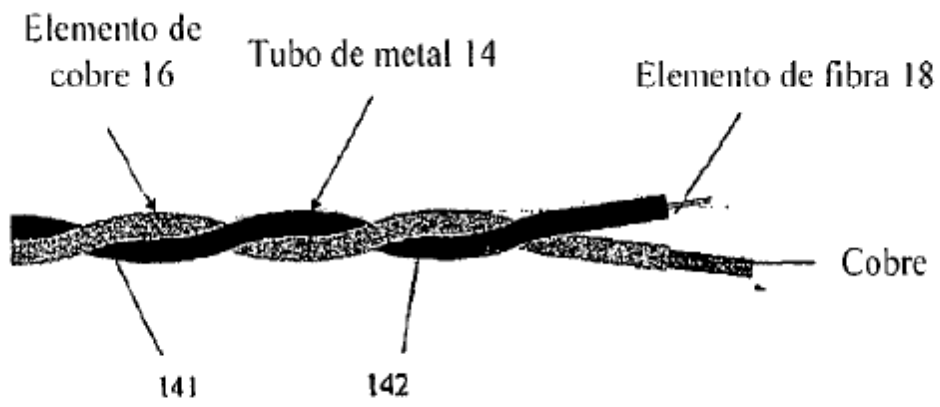
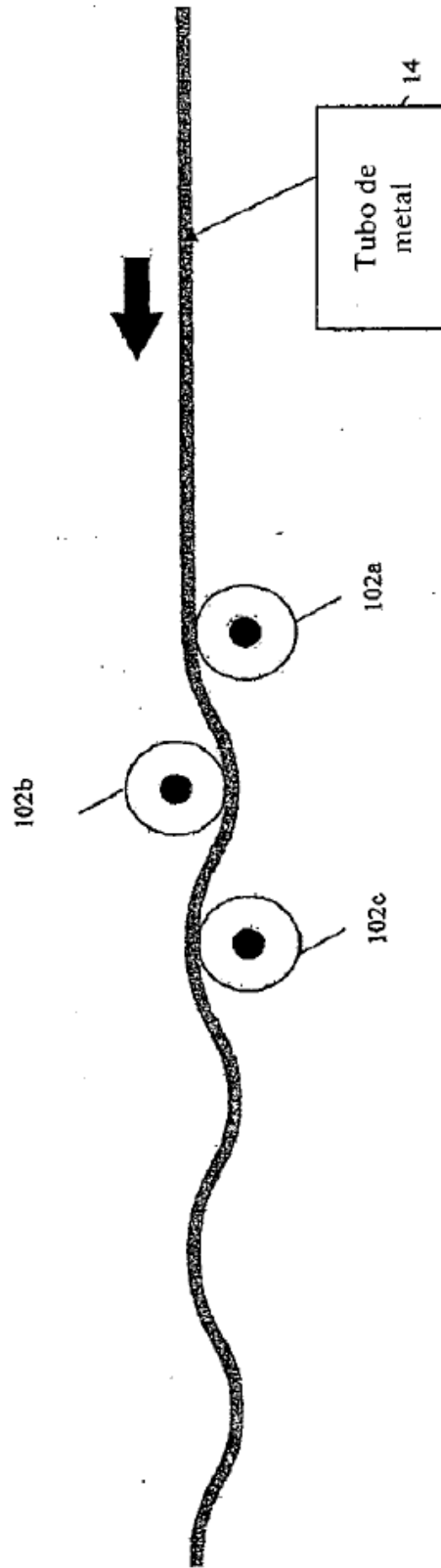


Figura 5



100

Figura 6

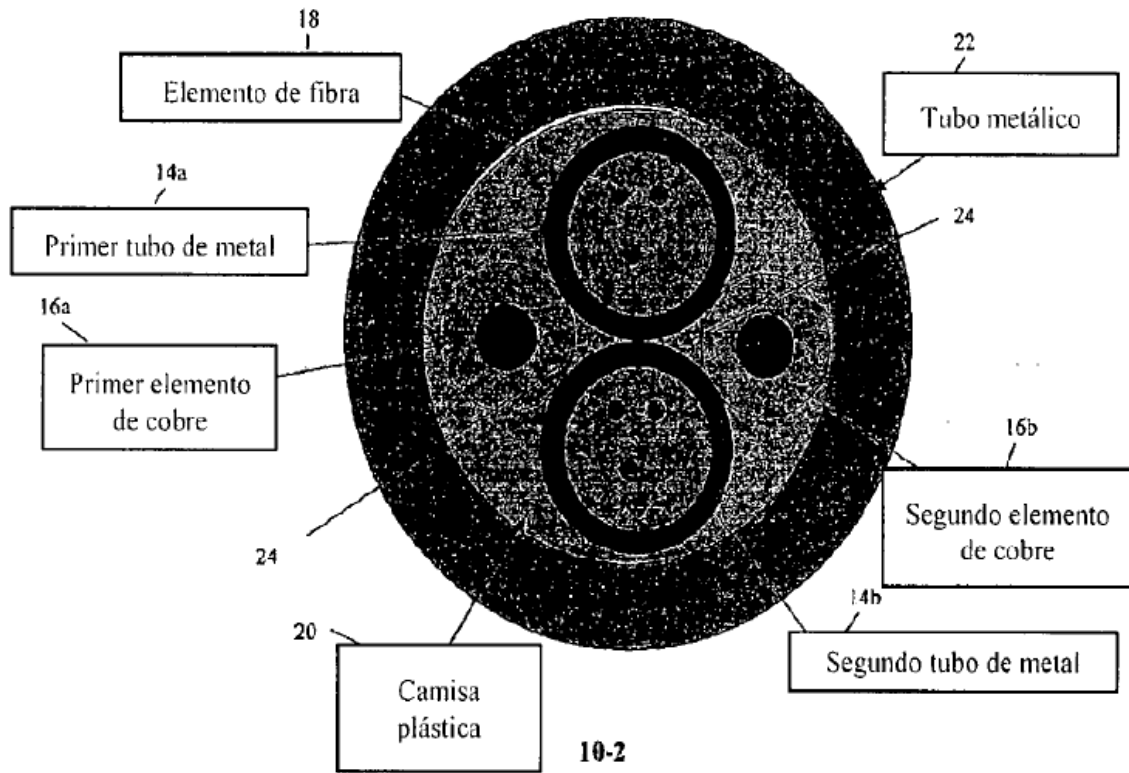
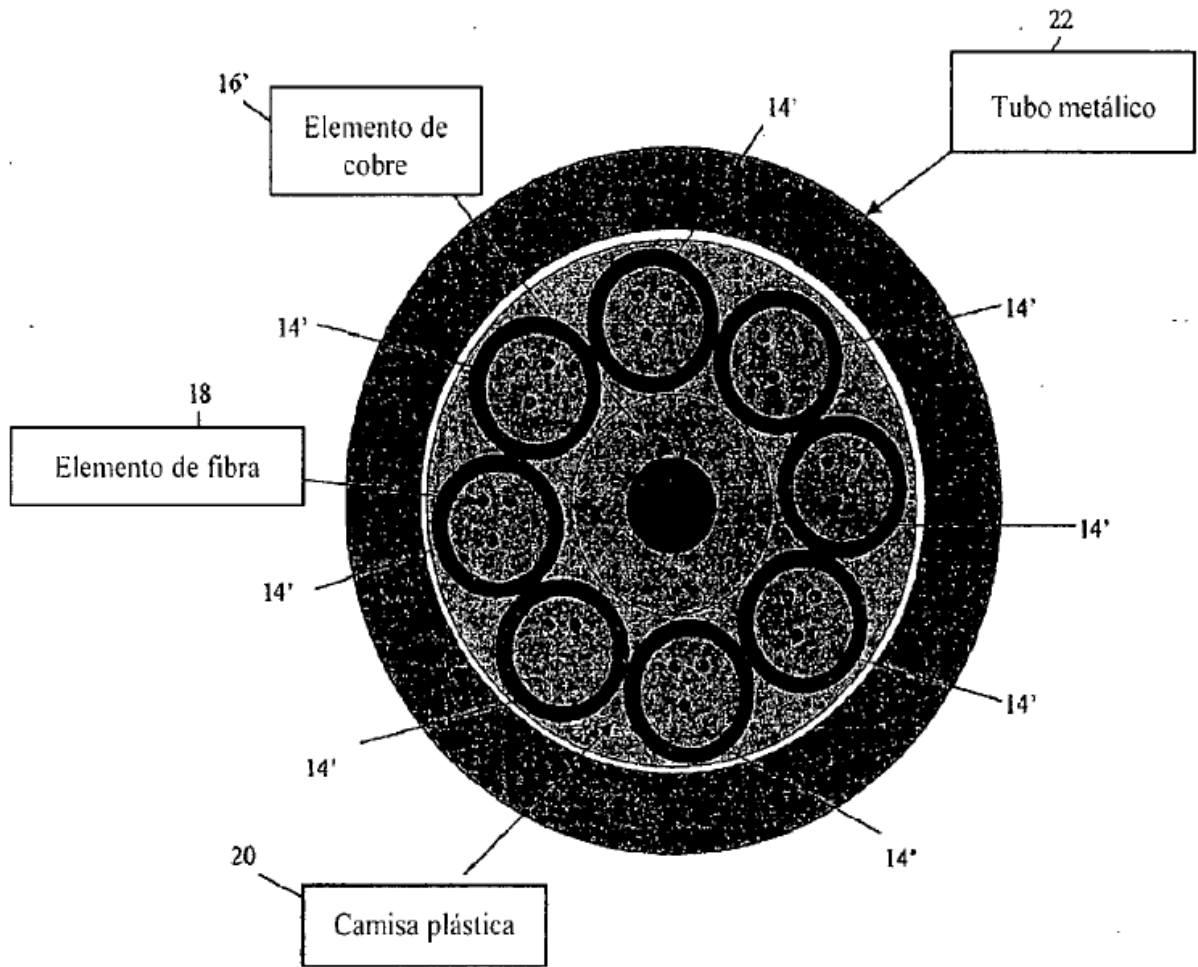


Figura 7



10-3