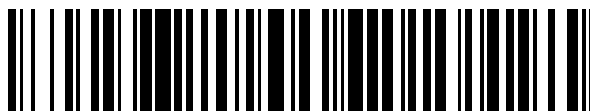


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 599**

51 Int. Cl.:

B29C 70/20 (2006.01)

B29C 53/58 (2006.01)

F16L 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2014 PCT/GB2014/050514**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14167279**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014 E 14706682 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2983900**

54 Título: **Un cuerpo de tubería flexible y método de fabricación**

30 Prioridad:

12.04.2013 GB 201306667

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

10.10.2018

73 Titular/es:

**GE OIL & GAS UK LIMITED (100.0%)
2, High Street
Nailsea Bristol BS48 1BS, GB**

72 Inventor/es:

**JHA, VINEET KUMAR;
DODDS, NEVILLE y
LATTO, JAMES ROBERT**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 685 599 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

Un cuerpo de tubería flexible y método de fabricación

5 La presente invención se relaciona con un cuerpo de tubería flexible y con un método de fabricación de un cuerpo de tubería flexible. En particular, pero no exclusivamente, la presente invención se relaciona con el uso de materiales compuestos en una capa de protección de un cuerpo de tubería flexible, y con un método para disponer y curar filamentos de material compuesto para formar la capa de protección.

10 Tradicionalmente la tubería flexible se usa para transportar fluidos de producción, tales como petróleo y/o gas y/o agua, desde una ubicación a otra. La tubería flexible es particularmente útil en la conexión de una ubicación submarina (que puede ser bajo el agua profunda, digamos 1000 metros o más) a una ubicación sobre el nivel del mar. Típicamente, la tubería puede tener un diámetro interno de hasta alrededor de 0,6 metros (por ejemplo, los diámetros pueden variar desde 0,05 m hasta 0,6 m). La tubería flexible se forma generalmente como un conjunto de un cuerpo de tubería flexible y uno o más elementos de extremo. El cuerpo de tubería se forma típicamente como una combinación de materiales en capas que forman un conducto de contención de presión. La estructura de la tubería permite grandes desviaciones sin provocar tensiones de flexión que perjudican la funcionalidad de la tubería durante su vida útil. El cuerpo de tubería se construye generalmente como una estructura combinada que incluye capas de polímeros y/o metálicas y/o de materiales compuestos. Por ejemplo, un cuerpo de tubería puede incluir capas de polímero y metal, o capas de polímero y materiales compuestos, o capas de polímero, metal y materiales compuestos.

25 En muchos diseños de tubería flexible conocidos el cuerpo de tubería incluye una o más capas de protección de presión. La carga primaria en tales capas se forma a partir de fuerzas radiales. Las capas de protección de presión a menudo tienen un perfil en sección transversal específico para entrelazarse de manera que sean capaces de mantener y absorber las fuerzas radiales que resultan de la presión externa o interna en la tubería. El perfil en sección transversal de los alambres enrollados que evita por lo tanto que la tubería colapse o se rompa como resultado de la presión, se denominan a veces perfiles resistentes a la presión. Cuando las capas de protección de presión se forman a partir de componentes de aros conformados por alambres helicoidalmente enrollados, las fuerzas radiales de la presión externa o interna en la tubería provocan que los componentes de aros se expandan o contraigan, produciendo una carga de tensión en los alambres.

30 En muchos diseños conocidos de tubería flexible, el cuerpo de tubería incluye una o más capas de protección de tensión. La carga primaria en tal capa es la tensión. En aplicaciones de alta presión, tales como en entornos de aguas profundas y ultraprofundas, la capa de protección de tensión experimenta cargas de alta tensión a partir de una combinación de la carga del casquete de extremo de presión interna y el peso autosoportado de la tubería flexible. Esto puede provocar fallas en la tubería flexible ya que tales condiciones se experimentan durante períodos prolongados de tiempo.

35 Se ha usado tubería flexible sin uniones para desarrollos en aguas profundas (menos de 3300 pies (1005.84 metros)) y aguas ultraprofundas (mayor de 3300 pies). Es el aumento de la demanda de petróleo lo que provoca que la exploración se produzca a profundidades cada vez mayores donde los factores ambientales son más extremos. Por ejemplo, en tales entornos de aguas profundas y ultraprofundas, la temperatura del suelo del océano aumenta el riesgo de enfriamiento de los fluidos de producción a una temperatura que puede conducir a la obstrucción de tuberías. El aumento de las profundidades además aumenta la presión asociada con el ambiente en que la tubería flexible debe operar. Por ejemplo, puede requerirse una tubería flexible para operar con presiones externas que varían de 0,1 MPa a 30 MPa que actúan sobre la tubería. Igualmente, el transporte de petróleo, gas o agua puede dar lugar a altas presiones que actúan sobre la tubería flexible desde dentro, por ejemplo, con presiones internas que varían de cero a 140 MPa desde el fluido del taladro que actúa sobre la tubería. Como resultado, aumenta la necesidad de niveles altos de desempeño de las capas de protección de tensión y de protección de presión del cuerpo de tubería flexible.

40 También puede usarse la tubería flexible para aplicaciones en aguas de poca profundidad (por ejemplo, menos de alrededor de 500 metros de profundidad) o incluso en aplicaciones costeras (sobre tierra).

45 Una forma de mejorar la respuesta de la carga y por lo tanto el rendimiento de las capas de protección es la fabricación de capas de materiales más gruesos y más fuertes y por lo tanto más robustos. Por ejemplo, para las capas de protección de presión en que las capas se forman a menudo de alambres enrollados con devanados adyacentes en el entrelazado de capa, la fabricación de los alambres a partir de materiales más gruesos resulta en que la resistencia aumenta adecuadamente. Sin embargo, como se usa más material, aumenta el peso de la tubería flexible. Al final el peso de la tubería flexible puede convertirse en un factor limitante en el uso de la tubería flexible. Además, la fabricación de la tubería flexible mediante el uso de un material más grueso aumenta apreciablemente los costes del material, lo que también es una desventaja.

50 Los alambres de protección metálicos pueden agregar un peso considerable al cuerpo de tubería flexible a lo largo de la tubería. El material compuesto puede usarse como una alternativa al metal para proporcionar suficiente resistencia al cuerpo de una tubería sin aumentar significativamente el peso.

65

Una técnica que se ha usado en el pasado para aliviar de algún modo el problema mencionado anteriormente es el uso de material polimérico reforzado con fibras (o materiales compuestos) como elementos estructurales en tuberías flexibles. Los materiales compuestos proporcionan una resistencia y rigidez específicas altas y pueden permitir un peso reducido de la tubería (al reducir la tensión superior) y aumentar la resistencia química de la tubería en comparación con los materiales metálicos conocidos. El material compuesto puede proporcionarse inicialmente como un "preimpregnado", es decir, preimpregnado con fibras.

Los materiales compuestos termoestables que emplean fibras de alta resistencia y alta rigidez no son dúctiles y no se pueden deformar plásticamente como los metales y tienen una tensión final limitada del orden del 2% o menos. Por lo tanto, los materiales compuestos para hacer secciones con dimensiones razonables presentan dificultades en el proceso de fabricación. Un material termoendurecible se define como un material que no puede volver a fundirse después de curar. Un material termoendurecible es el material en su estado no curado o parcialmente curado. Un material compuesto termoendurecible que se ha curado se define en la presente como termoestable. Un material compuesto termoestable puede formarse en una cinta y calentarse para curar el material. Sin embargo, cuando la cinta formada se enrolla para crear una capa de un cuerpo tubular de tubería, se introduce tensión en el material, lo que afecta el rendimiento. Durante el enrollado en una base cilíndrica, una cinta se dobla en dos planos, lo que puede provocar deformación.

El documento WO2012/131315 describe un método para producir un cuerpo de tubería flexible donde un material compuesto preimpregnado se alimenta bajo tensión constante y se enrolla helicoidalmente sobre una capa que retiene fluido. Luego, la capa enrollada ingresa a un horno donde se cura el preimpregnado. El documento US 6,491,779 describe un método para producir un cuerpo de tubería flexible donde los haces de filamentos no curados se enrollan helicoidalmente alrededor de una capa de cuerpo de tubería flexible antes de que se curen.

El documento US6,165,586 describe una tira plana para conductos de refuerzo que incluye una capa de mechas filamentosas. El documento WO99/49259 describe una armadura compuesta de fibra de carbono para tuberías flexibles que incluye astillas de filamentos de carbono.

Sería útil proporcionar una mejora o un método alternativo para formar un cuerpo de tubería flexible.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un método para fabricar un cuerpo de tubería flexible como se describe en la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un cuerpo de tubería flexible para transportar fluidos desde ubicaciones submarinas como se describe en la reivindicación 3.

Ciertas modalidades de la invención proporcionan la ventaja de que un haz trenzado es más flexible en comparación con una sección pultruida sólida, lo que permite envolver los filamentos sustancialmente sin tensión y también permite que los filamentos encuentren su posición natural o preferida entre sí y sobre el objeto al que se superponen.

Ciertas modalidades de la invención proporcionan la ventaja de que la capa de protección se forma sustancial o completamente libre de deformación residual, porque la longitud del material se cura "in situ", es decir, no se forma en una nueva posición después de la etapa de curado. Ciertas modalidades de la invención proporcionan una tubería flexible formada con peso reducido y mejoran el rendimiento en comparación con tuberías con capas estándar de armadura. El material compuesto proporciona alta resistencia en un peso controlado. Se pueden elegir materiales específicos para la aplicación requerida. Sin embargo, se apreciará que la presente invención será particularmente adecuada para la operación en aguas profundas y ultraprofundas, donde la presión en una tubería es mayor debido al peso de la longitud de la tubería larga, así como al agua circundante en sí misma, y es primordial un material de alta resistencia por unidad de peso.

Las modalidades de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:
 Las Figuras 1a y 1b ilustran un cuerpo de tubería flexible;
 la Figura 2 ilustra un conjunto elevador;
 la Figura 3 ilustra una máquina de trenzado;
 la Figura 4 ilustra un haz trenzado para formar una capa de protección de acuerdo con la presente invención;
 la Figura 5 ilustra un aparato para producir una tubería flexible;
 la Figura 6 ilustra un haz adicional trenzado de la presente invención;
 la Figura 7 ilustra otro haz adicional trenzado de la presente invención; y
 la Figura 8 ilustra otro haz adicional trenzado de la presente invención.

En las figuras los mismos números de referencia se refieren a las partes similares.

A lo largo de esta descripción, se hará referencia a una tubería flexible. Debe entenderse que una tubería flexible es un conjunto de una porción de un cuerpo de tubería y uno o más elementos de extremo en cada uno de los cuales se termina un extremo respectivo del cuerpo de tubería. La Figura 1 ilustra cómo se forma el cuerpo de tubería 100 de acuerdo con una modalidad de la presente invención a partir de una combinación de materiales en capas que forman un conducto que contiene presión. Aunque se ilustra un número de capas particulares en la Figura 1a, debe entenderse que la presente

5 invención puede aplicarse ampliamente a las estructuras de cuerpo de tubería coaxiales que incluyen dos o más capas fabricadas a partir de una variedad de posibles materiales. Por ejemplo, el cuerpo de la tubería puede formarse a partir de capas de polímero, capas metálicas, capas compuestas o una combinación de diferentes materiales. Debe notarse además que los grosores de la capa se muestran para propósitos ilustrativos solamente. Como se usa en la presente descripción, el término "material compuesto" se usa para referirse ampliamente a un material que se forma a partir de dos o más materiales diferentes, por ejemplo, un material formado a partir de un material de matriz y fibras de refuerzo.

10 Como se ilustra en la Figura 1a, un cuerpo de tubería incluye una capa de carcasa más interna opcional 101. La carcasa proporciona una construcción entrelazada que puede usarse como la capa más interna para evitar el colapso, total o parcial, de una cubierta interna de presión 102 debido a la descompresión de la tubería, a la presión externa y a la presión de la capa de protección de tensión y cargas mecánicas de compresión. Se apreciará que ciertas modalidades de la presente invención pueden aplicarse a las operaciones de "agujero liso" (es decir, sin una carcasa) así como también las aplicaciones de "agujero áspero" (con una carcasa).

15 La cubierta de presión interna 102 funciona como una capa de retención de fluidos y comprende una capa de polímero que garantiza la integridad de los fluidos internos. Debe entenderse que esta capa puede comprender en sí misma un número de subcapas. Se apreciará que cuando se usa la capa de carcasa opcional, la cubierta de presión interna se menciona frecuentemente por los expertos en la técnica como una capa de barrera. Durante el funcionamiento sin tal carcasa (llamada operación de agujero liso) la cubierta de presión interna puede mencionarse como un revestimiento.

20 Una capa opcional de protección de presión 103 es una capa estructural que aumenta la resistencia de la tubería flexible a la presión interna y externa y a las cargas mecánicas de compresión. Además, la capa soporta estructuralmente la cubierta de presión interna y típicamente consiste en una construcción entrelazada de cables con un ángulo de disposición cercano a los 90°.

25 El cuerpo de tubería flexible incluye, además, una primera capa opcional de armadura de tensión 105 y una segunda capa opcional de armadura de tensión 106. Cada capa de protección de tensión se usa para soportar las cargas de tensión y la presión interna. La capa de protección de tensión a menudo se forma a partir de una pluralidad de alambres (para impartir resistencia a la capa) que se sitúan sobre una capa interna y se enrollan helicoidalmente a lo largo de la tubería en un ángulo típico de disposición entre aproximadamente 10° y 55°. Las capas de protección de tensión a menudo se contra enrollan en pares. Las capas de protección de tensión a menudo son capas metálicas, formadas de acero al carbono, por ejemplo. Las capas de protección de tensión pueden formarse además a partir de material compuesto, polímero u otro material, o una combinación de materiales.

35 El cuerpo de tubería flexible mostrado incluye además las capas opcionales de la cinta 104 que ayudan a contener las capas subyacentes y en cierta medida evitar la abrasión entre las capas adyacentes. La capa de cinta puede ser un polímero o compuesto o una combinación de materiales.

40 El cuerpo de tubería flexible también incluye típicamente capas opcionales de aislamiento 107 y una cubierta externa 108, que comprende una capa de polímero que se usa para proteger la tubería contra la penetración del agua de mar y otros entornos externos, corrosión, abrasión y daños mecánicos.

45 La Figura 1b muestra otro cuerpo de tubería 100' que ilustra un posible ángulo de disposición de los alambres de la armadura de tracción 105, 106.

50 Cada tubería flexible comprende al menos una porción, algunas veces mencionada como un segmento o sección del cuerpo de la tubería 100 junto con un elemento de extremo ubicado en al menos un extremo de la tubería flexible. Un elemento de extremo proporciona un dispositivo mecánico que forma la transición entre el cuerpo de la tubería flexible y un conector. Las diferentes capas de tubería como se muestran, por ejemplo, en la Figura 1a o 1b, se terminan en el elemento de extremo de forma que se transfiera la carga entre la tubería flexible y el conector.

55 La Figura 2 ilustra un conjunto elevador 200 adecuado para transportar el fluido de producción tal como petróleo y/o gas y/o agua desde una ubicación submarina 201 a una instalación flotante 202. Por ejemplo, en la Figura 2 la ubicación submarina 201 incluye una línea submarina de flujo. La línea de flujo flexible 205 comprende una tubería flexible que descansa, totalmente o en parte, en el fondo marino 204 o enterrada debajo del fondo marino y que se usa en una aplicación estática. La instalación flotante puede proporcionarse por medio de una plataforma y/o boya o, como se ilustra en la Figura 2, un barco. El conjunto elevador 200 se proporciona como un elevador flexible, es decir una tubería flexible 203 que conecta el barco con la instalación del fondo del mar. La tubería flexible puede estar en segmentos de cuerpo de tubería flexible con los elementos de extremo de conexión.

60 Se apreciará que existen diferentes tipos de elevadores, como se conoce bien por los expertos en la técnica. Las modalidades de la presente invención pueden usarse con cualquier tipo de elevador, tal como uno libremente suspendido (elevador catenario, libre), un elevador restringido de cierta manera (boyas, cadenas), elevador totalmente restringido o encerrado en una tubería (tuberías I o J).

65

La Figura 2 también ilustra cómo las porciones de tubería flexible pueden usarse como una línea de flujo 205 o puente 206.

Las Figuras 3 y 4 ilustran un alambre de protección de tensión 300 formado por un método de la presente invención. El alambre de protección 300 incluye uno o más filamentos compuestos 302. Aquí hay una pluralidad de filamentos 302, aunque para los fines de la descripción aquí, un solo filamento compuesto puede denominarse haz de filamentos.

Más específicamente, un filamento compuesto puede ser una longitud (fibra, varilla, barra, prisma, por ejemplo) de material compuesto y puede incluir una fibra compuesta unidireccional (por ejemplo, un material compuesto de matriz más fibras de refuerzo). En este ejemplo, el filamento compuesto es una resina epóxica con fibras de carbono unidireccionales como elementos de refuerzo. El compuesto de material de matriz y fibras puede obtenerse en forma de preimpregnado de Zoltek Companies, Inc. Este preimpregnado está disponible en un estado parcialmente curado, con el curado químicamente retardado para permitir un fácil manejo, un material preimpregnado continuo con una distribución de tensiones uniforme y mínima sobre el material. La relación de matriz a fibra (fracción de volumen de fibras) es de alrededor del 50%. Sin embargo, muchos materiales preimpregnados termoendurecibles pueden ser adecuados tales como termoendurecibles, poliimididas, bismaleimididas, compuestos fenólicos y epóxicos modificados. Las fibras de refuerzo podrían ser cualquier fibra adecuada tal como vidrio, cerámica, metal, fibras poliméricas tales como aramida o mezclas de estas. La fracción de volumen de las fibras podría ser cualquier cantidad de alrededor de 40% a alrededor de 75%, acertadamente alrededor de 40% a 65%. El material compuesto puede incluir, además, otros modificadores tales como pigmentos o plastificantes. De manera acertada, la mayoría de las fibras de refuerzo se orientan longitudinalmente a lo largo del eje longitudinal del elemento de armadura de tensión. Algunas fibras transversales o en ángulo pueden incluirse para ayudar a estabilizar la estructura. Por ejemplo, más de 50%, o 60%, o 70%, u 80% o 90%, de las fibras pueden alinearse en una dirección sustancialmente axial con la longitud del material. Tal orientación puede ayudar a estabilizar el elemento de protección durante el uso.

La pluralidad de filamentos 302 se agrupan longitudinalmente como el haz de filamentos.

Se aplica un elemento de trenza 304 alrededor del haz de filamentos para formar un haz trenzado 310, como se muestra en la Figura 3. La máquina de trenzado 306 se usa para aplicar una trenza de hilos sobre el haz de filamentos. La máquina de trenzado se conoce *per se* en la técnica y no se describirá adicionalmente por razones de brevedad. Sin embargo, el tejido o densidad específica del trenzado puede predeterminarse para adaptarse al tipo y la cantidad de filamentos que se van a agrupar.

El trenzado funciona como retén de los filamentos compuestos 302 en su lugar como un haz 310. El elemento trenzado también puede proteger y/o reforzar los filamentos compuestos en ciertas modalidades. En este ejemplo, el elemento de trenzado (fibras) 304 es una cinta de polipropileno, aunque el elemento trenzado puede ser o incluir una cinta de polímero, fibras de polímero, un polietileno, un PVDF, un dyneema®, una cinta de polímero reforzado, un hilo de fibra, material termoplástico, material termoestable, cinta compuesta de fibra de vidrio, hilo de fibra de aramida, cintas o fibras con encapsulación termoplástica, cintas o fibras con impregnación de matriz termoestable parcial, o una combinación de las mismas.

A continuación, el haz trenzado 310 se enrolla helicoidalmente alrededor de una capa de tubería interna flexible radialmente para formar una capa de protección. En el uso típico, los elementos de protección se enrollan en un ángulo de disposición de aproximadamente 20 a 88 grados con respecto al eje de la tubería. Se proporcionan al menos dos haces trenzados y se aplican como enrollados adyacentes para formar una capa.

La Figura 5 muestra un aparato para enrollar un haz trenzado 310 sobre una capa radialmente interna 502 del cuerpo de tubería flexible. La capa interna 502 se coloca usando una guía 508 y se mueve lateralmente a una velocidad predeterminada mientras que el haz trenzado gira alrededor de la capa interna del cuerpo de tubería flexible para enrollar helicoidalmente el haz alrededor de la capa interna. El haz 310 se alimenta hacia la capa interna 502 a un ángulo y velocidad predeterminados para enrollarse alrededor de la capa interna. Los elementos de guía 504, 506, 508 ayudan a posicionar el haz trenzado con mayor precisión en una formación precisa de enrollado helicoidal y pueden usarse para preformar el haz trenzado en una curva helicoidal y dirigir la forma del haz antes de enrollarse en la capa interna. Es decir, el haz 310 se aplica a la capa 502, enrollándose alrededor de la capa 502 en virtud de la rotación del equipo que incluye las guías 504, 506 y 508 y la alimentación del haz 310 y la traslación lineal de la capa 502.

Por supuesto, alternativamente, la capa interna 502 podría girarse mientras que la alimentación del haz 310 y las guías 504, 506 y 508 permanecen en una posición fija. El haz trenzado enrollado conforma la forma de la capa de protección extensible.

Aunque se muestra solamente una alimentación 310, pueden usarse otras alimentaciones para permitir que otros alambres de protección, que forman parte de la invención, se enrollen en el cuerpo de la tubería. Los alambres de protección adicionales aumentarán el número (y la densidad relativa) de los alambres de protección en la capa. Se elige un número adecuado de elementos (al menos dos haces trenzados) de modo que los elementos se configuren para poder moverse entre sí, pero aun así proporcionar soporte suficiente a las capas internas de la tubería y a la tubería flexible como un todo.

5 Se apreciará que puede proporcionarse una capa adicional de elementos de protección sobre la primera capa de elementos de protección mediante elementos de contra enrollado en la dirección opuesta a la primera capa o enrollando en la misma dirección helicoidal. Por ejemplo, para equilibrar el torque inducido cuando la tubería se presuriza o se somete a una carga de tensión, puede desearse enrollar la capa adicional en la dirección helicoidal opuesta a la primera capa. Sin embargo, si la capa adicional se configura para interactuar y entrelazarse continuamente con la primera capa, puede desearse enrollar la capa adicional en la misma orientación que la primera capa.

10 También se apreciará que la capa adicional de elementos de protección podría proporcionarse sobre la primera capa de elementos de protección en serie con la primera capa, en un proceso continuo, haciendo por lo tanto que el proceso de fabricación sea más eficiente para proporcionar múltiples capas en una tubería flexible.

15 Después de la envoltura helicoidal del haz trenzado, los filamentos compuestos 302 se curan entonces calentando el cuerpo de la tubería en un horno 510 para cambiar de ese modo una o más propiedades físicas y/o mecánicas de los filamentos compuestos 302. Debido al movimiento lateral del cuerpo de la tubería, el cuerpo de la tubería se alimenta a través del horno 510 y recibe calor durante un tiempo predeterminado.

20 En la modalidad actual, el horno 510 se ajusta a 220 °C para iniciar el curado de la resina epóxica del elemento de protección 310, aunque quedará claro que podrían elegirse otras temperaturas, lo que afectará el tiempo de curado de la resina epóxica, y, por lo tanto, la velocidad a la que el cuerpo de la tubería debe viajar a través del horno.

25 En esta modalidad, la resina epóxica se cura en la región de calentamiento por el horno. Será evidente que el material podría curarse alternativamente de otras maneras, tal como mediante la aplicación de otras formas de radiación, o químicamente curado. El curado puede incluir tratar los filamentos de material compuesto 302 con calor o productos químicos o una combinación de ambos para cambiar al menos una propiedad física y/o mecánica, por ejemplo, la resistencia o el módulo de Young. Se apreciará que la estructura de trenzado también puede estar sujeta a dicho calor y/o a productos químicos y, en consecuencia, también puede curarse.

30 La capa de protección 300 como se describió anteriormente puede usarse como parte de un cuerpo de tubería flexible, en combinación con una o más capas diferentes a las descritas anteriormente con referencia a la Figura 1. Por ejemplo, un cuerpo de tubería flexible puede incluir una capa interna, por ejemplo, una capa de retención de fluido (revestimiento) y una capa de protección, por ejemplo, una capa de protección de tensión, la capa de protección de tensión proporcionada sobre la capa interna. Cualquier capa de protección puede formarse por el método descrito anteriormente.

35 Varias modificaciones a los diseños detallados como se describió anteriormente son posibles. Por ejemplo, aunque una capa de protección se ha descrito anteriormente, se pueden aplicar las mismas técnicas para formar cualquier otra capa de resistencia de un cuerpo de tubería flexible.

40 Aunque la totalidad de la capa de tubería anterior se calentó para curar los filamentos, alternativamente puede usarse una fuente de calor selectivo o de curado selectivo para curar solo los filamentos (y no afectar a los otros elementos tales como el trenzado u otras capas de tubería. Un ejemplo de un medio de calentamiento alternativo es el uso de calentamiento por inducción.

45 Aunque se han descrito anteriormente una pluralidad de filamentos para formar el haz de filamentos, el haz puede consistir en un único filamento 602, 702, como se muestra en la Figura 6 o 7. El filamento puede estar sujeto al trenzado para formar una trenza externa 604, 704. El filamento puede tener cualquier sección transversal, por ejemplo, redonda o rectangular, como se muestra.

50 Aunque la pluralidad de filamentos descritos anteriormente es de un solo tipo, puede hacerse una combinación de tipos de materiales para proporcionar al haz trenzado un conjunto específico de propiedades. Una modalidad de esto es incluir uno o más alambres metálicos o hebras en el haz como un elemento de refuerzo que podría actuar como soporte para los otros filamentos y la trenza antes de la consolidación y el curado, podría alentar la retención de al menos un grado de cualquier preformado ofrecido por las guías 504, 506 y 508, y podría actuar como elementos de calentamiento dentro de la estructura cuando se usa la inducción para curar con calor el haz trenzado. Tal alambre metálico solo proporcionaría resistencia y soporte limitados en el cuerpo de tubería flexible una vez que los filamentos se curan.

55 Además de las etapas descritas, se puede aplicar opcionalmente al haz de filamentos un lubricante o resina no curada antes de aplicar el elemento de trenzado.

60 El material del trenzado en sí mismo puede adaptarse para proporcionar resistencia al desgaste o bajo coeficiente de fricción entre haces y entre capas en la tubería flexible. Tal material puede seleccionarse de hilos o fibras revestidas de materiales de propiedades de fricción intrínsecamente bajas. El tipo de tejido y las combinaciones de fibras tejidas juntas en combinación también pueden seleccionarse para proporcionar la forma y el rendimiento deseados de la trenza externa.

65 La trenza externa también puede ser de materiales seleccionados de modo que cualquier forma de preforma impartida por las guías 504, 506 y 508 se mantenga hasta que se complete el curado de la resina en el haz trenzado. Dichas formas

preformadas pueden incluir formas rectangulares, redondas, S o Z, forma T, forma C o haces con forma de X. Las combinaciones de tales formas pueden usarse juntas en la misma capa de la tubería lo que proporciona soporte mutuo e interacción.

5 El material de trenzado también puede actuar como una barrera a la resina antes y durante el curado y así asegurar que los haces trenzados adyacentes en la estructura del cuerpo de tubería flexible no se unan como resultado del proceso de curado y proporciona una estructura mucho más flexible para la tubería flexible terminada.

10 La Figura 8 muestra otra alternativa en la que los filamentos rectangulares planos se agrupan juntos a lo largo de sus lados más amplios, y luego se aplica un elemento de trenzado 804 para formar un haz trenzado.

Con la disposición descrita anteriormente, un cuerpo de tubería producido por el método puede tener una mayor flexibilidad, resistencia y protección contra el daño en comparación con otras disposiciones conocidas.

15 Con la disposición descrita anteriormente, se minimiza cualquier deformación por flexión sobre los filamentos del material compuesto que forma la capa de protección.

20 Tal curado 'in situ' del material compuesto de la capa de protección permite que se forme una capa de protección sustancial o completamente libre de deformación residual dentro del material, debido a que el material no se dobla ni se reforma posteriormente después de curar. El radio de curvatura y la torsión se producen cuando el material está en su estado pre curado (lo que no afecta el material) y no se aplica deformación por flexión o torsión al material después de curar, excepto las anticipadas durante el servicio de la tubería. Esto proporciona un producto de mayor calidad en comparación con las capas de protección conocidas, ya que el elemento de protección contiene más resistencia utilizable que los elementos de protección conocidos que contienen cierta tensión residual. El producto es más eficiente que las capas de protección conocidas en términos de resistencia por cantidad de material y, por lo tanto, es posible una tubería más larga para una aplicación más profunda.

30 Será evidente para una persona experta en la técnica que las características descritas con relación a cualquiera de las modalidades descritas anteriormente pueden aplicarse de manera intercambiable entre las diferentes modalidades. Las modalidades descritas anteriormente son ejemplos para ilustrar diversas características de la invención.

35 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, los términos "comprende" y "contiene" y sus variaciones, significan "que incluye, pero no se limita a", y no pretenden excluir (y no lo hacen) otras partes, aditivos, componentes, enteros o etapas.

Reivindicaciones

1. Un método para fabricar un cuerpo de una tubería flexible que comprende: proporcionar uno o más filamentos de material compuesto (302) como un haz de filamentos; aplicar un elemento trenzado (304) alrededor del haz de filamentos como un haz trenzado (310); proporcionar un haz de filamentos adicional; aplicar un elemento trenzado alrededor del haz de filamentos adicional como un haz adicional trenzado; enrollar helicoidalmente el haz trenzado (310) y el haz adicional trenzado alrededor de una capa de cuerpo de tubería flexible (502); y luego curar los filamentos de material compuesto.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de aplicar un lubricante o resina no curada al haz de filamentos antes de aplicar el elemento trenzado (304); y/u opcionalmente en donde el haz de filamentos comprende dos o más filamentos de material compuesto (302), y el método comprende además la etapa de aplicar un material compuesto de matriz entre los dos o más filamentos de material compuesto (302); y/u opcionalmente en donde, uno o más filamentos de material compuesto (302) comprenden una fibra de material compuesto unidireccional.
3. Cuerpo de tubería flexible para transportar fluidos desde una ubicación submarina, que comprende: una capa interna (502); y una capa de protección provista sobre la capa interna, caracterizada porque el cuerpo de tubería flexible se produce con el método definido en una de las reivindicaciones 1 o 2.
4. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con la reivindicación 3, en donde uno o más filamentos de material compuesto (302) comprenden una fibra de material compuesto unidireccional.
5. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en donde uno o más filamentos de material compuesto (302) comprenden un material termoendurecible o termoplástico; y opcionalmente en donde uno o más filamentos de material compuesto (302) comprenden fibras de refuerzo; y opcionalmente en donde las fibras de refuerzo son fibras de vidrio, fibras de carbono, un polipropileno, un polietileno, un poliéster, una poliamida, un fluoropolímero, un PVDF, un dyneema®, una cinta de polímero, fibras de polímero, una cinta de polímero reforzado, un hilo de fibra, un material termoplástico, un material termoestable, cinta compuesta de fibra de vidrio, hilo de fibra de aramida, alambres metálicos, cintas o fibras con encapsulación termoplástica, cintas o fibras con impregnación de matriz termoestable parcial, o una combinación de las mismas.
6. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde el elemento trenzado (304) comprende una cinta de polímero, fibras de polímero, fibras de vidrio, fibras de carbono, un polipropileno, un polietileno, un poliéster, una poliamida, un fluoropolímero, un PVDF, un dyneema®, una cinta de polímero reforzado, un hilo de fibra, un material termoplástico, un material termoestable, una cinta compuesta de fibra de vidrio, un hilo de fibra de aramida, alambres metálicos, cintas o fibras con encapsulación termoplástica, cintas o fibras con impregnación de matriz termoestable parcial, cualquiera de las fibras o cintas anteriores combinadas o revestidas con PTFE, o una combinación de las mismas; y/u opcionalmente en donde el o cada filamento compuesto (302) tiene una sección transversal sustancialmente rectangular o una sección transversal sustancialmente circular, o una sección transversal sustancialmente en forma de Z, o una sección transversal sustancialmente en forma de T, de una sección transversal sustancialmente en forma de C o una sección transversal X.
7. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde el o cada uno de los haces trenzados (310) se preforma en una hélice mediante guías.
8. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el o cada uno de los preformados retiene su forma helicoidal preformada antes de curar de la matriz del haz como resultado de comprender elementos de refuerzo.
9. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en donde se usa una combinación de formas en la misma capa del cuerpo de tubería.
10. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, en donde se previene la unión entre los elementos de trenzado (304) durante el proceso de curado de los filamentos de material compuesto (302) mediante los elementos de trenzado (304).
11. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, en donde el proceso de curado para los filamentos de material compuesto (302) se consigue o ayuda mediante el calentamiento directo de elementos dentro del haz de filamentos mediante inducción.

12. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, en donde el proceso de curado para los filamentos de material compuesto (302) se logra o ayuda mediante el uso de calentamiento infrarrojo o por microondas o por calentamiento directo, conducido o convección.
- 5 13. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, en donde uno o más filamentos de material compuesto (302) comprenden un lubricante de aceite, cera o resina no curada.
- 10 14. Un cuerpo de tubería flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 13, en donde la capa de protección se puede obtener mediante el proceso de proporcionar un haz de filamento adicional, aplicar un elemento trenzado alrededor del haz de filamento como un haz trenzado adicional, antes de las etapas de enrollar helicoidalmente el haz trenzado y el haz trenzado adicional y curar los filamentos de material compuesto.
- 15 15. Una tubería flexible que comprende el cuerpo de tubería flexible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 3 a 13 y uno o más elementos de extremo conectados a la misma.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

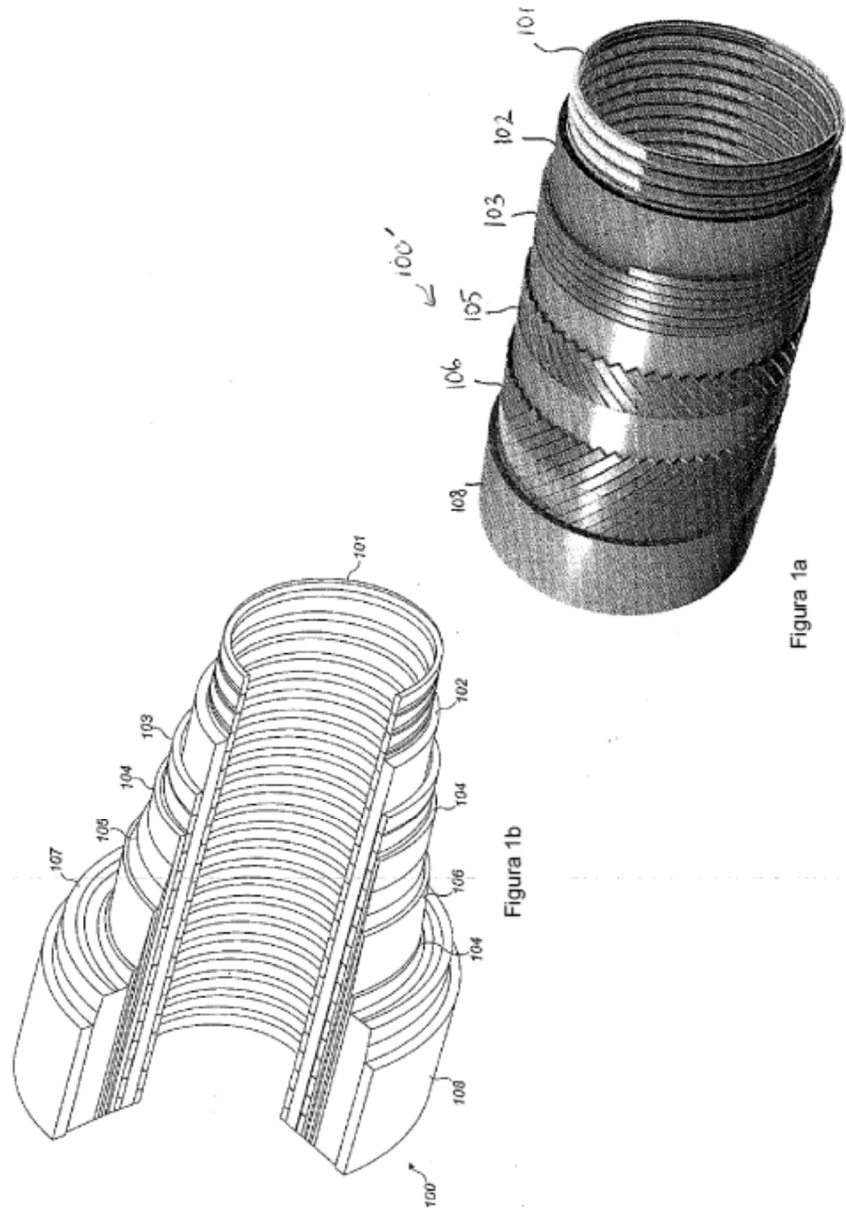


Figure 1a

Figure 1b

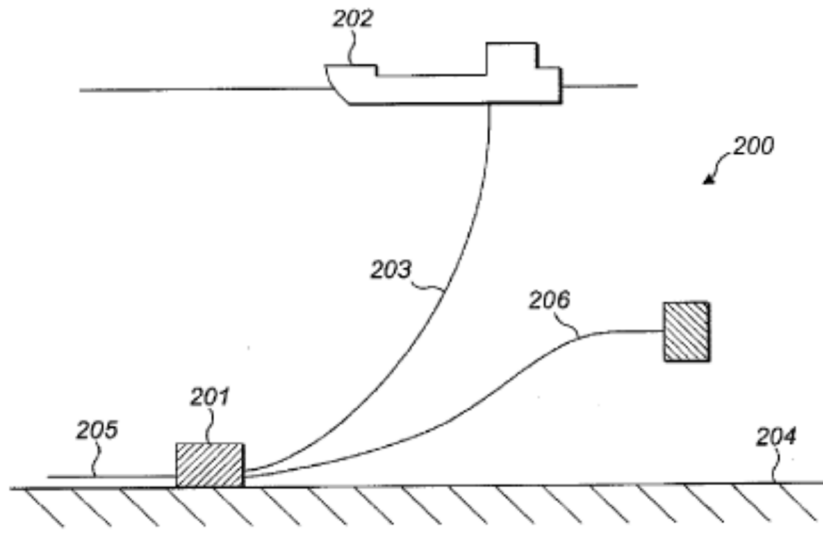


Figura 2

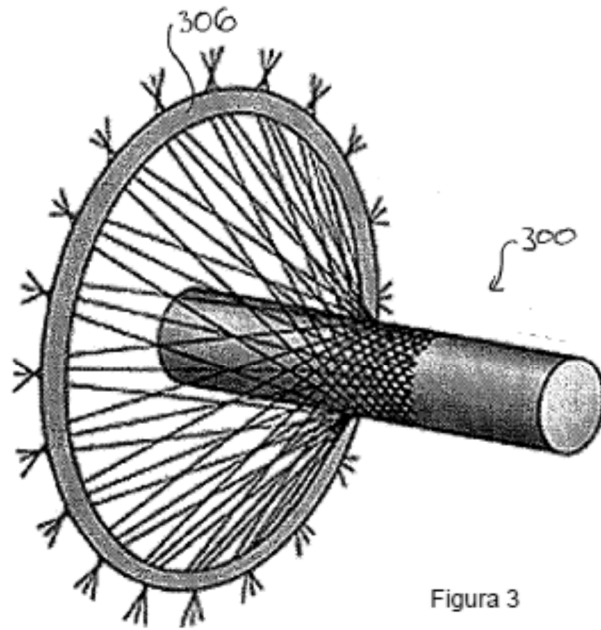


Figura 3

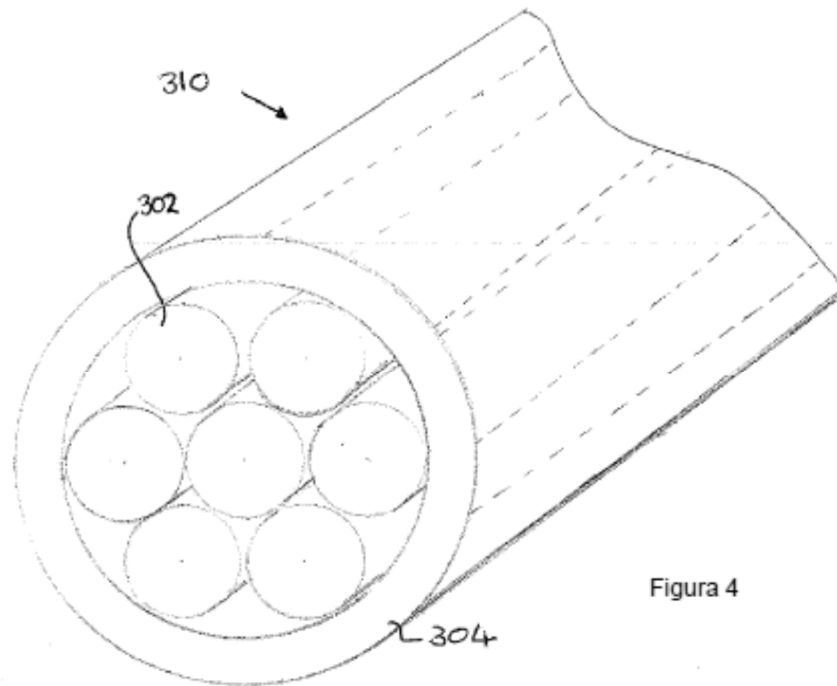


Figura 4

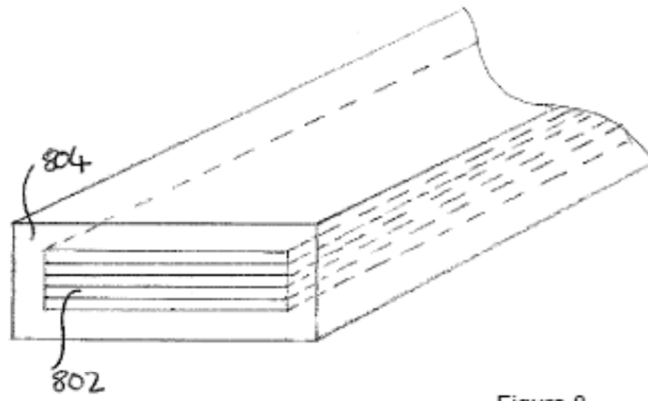


Figura 8

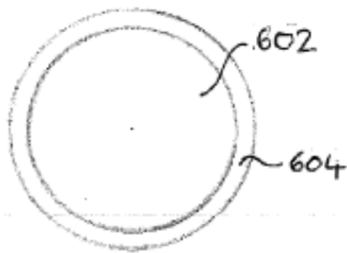


Figura 6

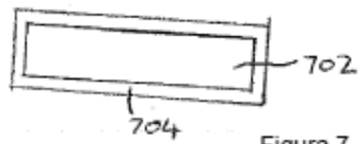


Figura 7

