

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 922 319**

51 Int. Cl.:

F16L 55/165

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2019** **E 19163265 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2022** **EP 3543582**

54 Título: **Revestimiento de tuberías y método para su fabricación e instalación**

30 Prioridad:

20.03.2018 US 201815926325

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

13.09.2022

73 Titular/es:

**INA ACQUISITION CORP. (100.0%)
2711 Centerville Road Suite 400
Wilmington, Delaware 19808, US**

72 Inventor/es:

**FREE, CHARLES;
ABRAHAM, ABU y
ZALTSMAN, YEVGENY EUGENE**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 922 319 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

Revestimiento de tuberías y método para su fabricación e instalación

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] De manera general, la presente invención se refiere a un revestimiento de tubería curado 'in situ' y, más específicamente, se refiere a un revestimiento de tubería curado 'in situ' que comprende fibras de refuerzo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Con el paso del tiempo, o a causa de un acontecimiento o circunstancia particular (por ejemplo, la actividad sísmica, la exposición a cargas o momentos excesivos o desiguales, la mala compactación, la corrosión de la corona, un suelo corrosivo, etc.), la integridad estructural o la capacidad de las tuberías de carga principales y de otras tuberías y estructuras similares pueden disminuir. Por ejemplo, estos elementos pueden agrietarse, corroerse, deteriorarse, etc. Los daños en una cañería o tubería resultan especialmente problemáticos cuando esta se utiliza para transportar un fluido a alta presión, ya que el fluido presurizado puede ejercer fuerzas significativas sobre la tubería, especialmente en una 'dirección de aro' o dirección circunferencial. Se conocen diversos métodos para reparar o reforzar de otro modo las tuberías y otros elementos dañados. Por ejemplo, los revestimientos de tejido reforzado pueden unirse o fijarse a una o más partes del interior de una tubería. En las aplicaciones de revestimientos de 'tuberías curadas in situ' (o CIPPs), los revestimientos se impregnan con una resina curable o epoxi, se colocan a lo largo de la superficie interior de una tubería huésped o tubería anfitriona y se dejan curar, de manera que forman una barrera hermética entre la tubería huésped y el interior de la tubería. Se conocen diversas técnicas para colocar un revestimiento de CIPP en el interior de una tubería huésped (por ejemplo, eversión, retracción e inflado, etc.) y para curar el revestimiento (por ejemplo, curado con vapor, curado con luz ultravioleta, etc.). Asimismo, se utilizan revestimientos CIPP formados por diversos materiales fabricados de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, se sabe cómo formar revestimientos que soportan la presión a partir de esteras y tejidos saturados de fibras de refuerzo, como fibras de vidrio, etc.

[0003] El documento US 2005 / 028 881 A1 desvela un revestimiento reforzado que se usa para la rehabilitación CIPP ('cured-in-place pipe') de una tubería existente que tiene diversos haces de fibras de alta resistencia y baja elongación dispuestos circunferencialmente alrededor del revestimiento tubular en las superficies interior y exterior de una capa de resina absorbente del revestimiento. Los haces de fibras de refuerzo son tramos o fragmentos continuos de fibras de alto módulo dispuestas circunferencialmente y que tienen la capacidad de estirarse para adaptarse a las variaciones del diámetro de la tubería huésped. Los extremos de las fibras de refuerzo de las capas de refuerzo interior y exterior se solapan o superponen, de tal manera que los extremos se deslizan entre sí a medida que el revestimiento se expande antes del curado. Las fibras de refuerzo pueden fijarse a una malla porosa para formar una capa de refuerzo tubular interior. Una capa exterior de haces de fibras de refuerzo forma un tubo alrededor de la capa absorbente. Una capa exterior tubular e impermeable envuelve las capas interiores. La capa de refuerzo puede incluir fibras de refuerzo longitudinales en una o ambas capas de refuerzo a fin de aumentar la fuerza o resistencia longitudinal del revestimiento.

[0004] El documento US 2017 / 082 220 A1 desvela un tubo de revestimiento para revestir una tubería y también desvela un método de revestimiento de tuberías. El material de revestimiento, que incluye una capa resistente y una capa de refuerzo de fieltro, forma el tubo de revestimiento. La capa resistente incluye hebras o filamentos de fibra cortados y orientados generalmente en paralelo y distribuidos a lo largo de la capa resistente. La capa de refuerzo de fieltro puede punzonarse o perforarse con agujas hasta la capa resistente. Una estructura de empalme puede conectar los bordes o márgenes longitudinales opuestos del material de revestimiento para formar un tubo. El tubo de revestimiento se impregna con un polímero curable, se coloca en la tubería y se cura para formar el revestimiento. El revestimiento se estira o expande radialmente cuando se coloca en la tubería. A medida que el revestimiento se estira, la capa resistente permanece fijada al refuerzo o soporte de fieltro y la anchura de los bordes superpuestos no disminuye.

55 RESUMEN DE LA INVENCION

[0005] En un aspecto, la presente invención consiste en un forro o revestimiento de eversión que se usa para revestir una tubería tal y como se especifica en la reivindicación 1.

[0006] En otro aspecto, la invención consiste en un método de fabricación de un revestimiento que se usa para revestir una tubería tal y como se especifica en la reivindicación 10.

[0007] Más adelante se explicarán otros objetivos y características de la invención, mientras que otros resultarán evidentes.

65

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

[0008]

- 5 La Figura 1 (FIG. 1) es una perspectiva parcial o fragmentaria de un revestimiento;
La Figura 2 es una sección transversal esquemática del revestimiento; y
La Figura 3 es una vista en planta superior fragmentaria y esquemática de una lámina de material que se usa para formar una capa resistente del revestimiento.
- 10 **[0009]** Los números y caracteres de referencia correspondientes indican las partes correspondientes en todas las ilustraciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 15 **[0010]** Refiriéndonos a la Figura 1, la realización de un forro o revestimiento que se cura 'in situ' dentro de una tubería huésped o tubería anfitriona (no se muestra) se indica generalmente con el número de referencia 10. El revestimiento que se ilustra 10 está diseñado para instalarse mediante eversión o inversión. Se entiende que los aspectos de la divulgación pueden adaptarse para su uso con revestimientos que se instalan por medio de otros métodos sin apartarse por ello del alcance de la presente invención. El forro o revestimiento 10 tiene un primer extremo y un segundo extremo separados por una distancia o longitud L del revestimiento. Tal y como se explicará con más detalle más adelante, el revestimiento 10 comprende una parte o sección exterior 12, una sección de resistencia exterior 14 encajada o alojada en la sección exterior, una sección intermedia 16 alojada en la sección de resistencia exterior, y una sección de resistencia interior 18 alojada en la sección intermedia. En la realización que se ilustra, la sección exterior 12, la sección de resistencia exterior 14, la sección intermedia 16 y la sección de resistencia interior 18 comprenden, todas ellas, uno o más tubos flexibles. Los tubos están encajados en una disposición concéntrica para formar el revestimiento 10. Antes de la instalación, la sección de resistencia interior 18 delimita el interior del revestimiento 10, pero después de evertir el revestimiento en una tubería huésped, la sección exterior 12 define o delimita el paso del flujo de líquido del revestimiento instalado. A lo largo de esta divulgación, los términos 'interior' y 'exterior' (así como otros términos similares) se usan en referencia a la disposición del revestimiento 10 antes de la eversión y tal como se muestra en las ilustraciones. Tal y como se describirá con más detalle más adelante, el revestimiento 10 que se ilustra está diseñado de tal manera que las partes o secciones discretas 12, 14, 18, 16 están conectadas entre sí para que el revestimiento pueda evertirse o invertirse de manera fiable como una sola unidad en una tubería huésped. Asimismo, tal y como se explica más adelante, las secciones de refuerzo 14, 18 del revestimiento 10 están diseñadas para proporcionar al revestimiento instalado una capacidad independiente para soportar la presión, además de hacerlo básicamente sin crear surcos o arrugas en el revestimiento instalado.

- 40 **[0011]** Refiriéndonos a la Figura 2, la sección externa 12 tiene una longitud que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo del revestimiento 10 y comprende un fieltro revestido que forma un tubo que se extiende a lo largo de la longitud de la sección exterior. La sección exterior 12 comprende una capa interior de fieltro 12A (por ejemplo, hilos no tejidos perforados con agujas, enmarañados, condensados o prensados de otro modo) y un revestimiento 12B impermeable a los fluidos. El revestimiento 12B puede formarse con un polímero que se aplica al fieltro 12A en forma fluida y después se cura para que se adhiera permanentemente al fieltro. De manera alternativa, el revestimiento 12B puede formarse con una película de polímero impermeable que se une de forma permanente al fieltro 12A mediante un adhesivo, calor, etc., de tal manera que existe una unión entre el revestimiento y el fieltro que es básicamente continua a lo largo de prácticamente toda la superficie del fieltro. El fieltro 12A comprende un material impregnable con resina, por ejemplo fieltro de poliéster. El revestimiento impermeable 12B puede comprender un polímero, por ejemplo una poliolefina, como el polietileno o el polipropileno; un polímero de vinilo, como el cloruro de polivinilo; o un poliuretano. En las patentes de EE. UU. n^{os} 7,857,932, 7,261,788 y 7,238,251 se describen métodos ejemplares para formar una sección exterior de fieltro revestida 12.

- 55 **[0012]** Para formar una sección exterior 12 con la longitud deseada, se disponen de extremo a extremo múltiples capas o láminas de fieltro revestido y se unen en los márgenes de los extremos adyacentes. La lámina de fieltro revestido se pliega en forma de tubo, de tal manera que los márgenes laterales de la lámina se unen o acoplan entre sí, la capa de fieltro 12A delimita el interior del tubo, y el revestimiento impermeable 12B delimita el exterior del tubo. Los márgenes laterales se unen en una junta o juntura 19 (por ejemplo, una junta a tope, una junta de solapamiento, etc.) por medio de una estructura de unión como costuras o puntadas, una unión adhesiva, una unión o adhesión por llama, etc. En la realización que se ilustra, la juntura 19 se extiende longitudinalmente por la sección exterior 12. Se aplica una cinta impermeable a los fluidos 20 a la superficie exterior de la sección exterior 12 a lo largo de la longitud de la juntura 19. En algunas realizaciones, la cinta 20 puede unirse o adherirse químicamente o mediante calor a la superficie exterior de la sección exterior 12. La cinta 20 sella la costura 19 de tal manera que la sección exterior 12 proporciona una barrera impermeable a los fluidos.

- 65 **[0013]** Preferiblemente, el revestimiento 12B de la sección exterior 12 es hermético y la cinta 20 proporciona un sellado de fluidos a la juntura 19, de tal manera que el revestimiento puede evertirse y expandirse hasta entrar en contacto con la tubería por la presión del fluido. Convenientemente, el fieltro revestido que forma la sección exterior

12 está diseñado para estirarse circunferencialmente cuando el revestimiento 10 se expande radialmente desde un primer diámetro hasta un segundo diámetro mayor. Cuando el revestimiento 10 se expande radialmente durante la instalación, el fieltro revestido se estira circunferencialmente, mientras que la junta 19 permanece intacta y sellada por la cinta 20. Después de evertirse en una tubería huésped, el revestimiento 12B define una superficie básicamente lisa y estanca que se extiende de forma continua a lo largo del interior del revestimiento 10 instalado.

[0014] En la realización que se ilustra, cada una de las secciones de resistencia 14, 18 está formada por el mismo tipo de material y se ensambla de la misma manera general. Debe entenderse que, en otras realizaciones, las secciones de resistencia pueden tener otras configuraciones diferentes sin apartarse por ello del alcance de la invención tal y como se especifica en las reivindicaciones anexas.

[0015] Cada sección de resistencia 14, 18 tiene una longitud que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo del revestimiento 10 y comprende un material compuesto multicapa que forma un tubo que se extiende a lo largo de la longitud de la respectiva sección de resistencia. La sección de resistencia exterior 14 se extiende longitudinalmente por el interior de la sección exterior 12 y define o delimita su propio interior longitudinal. La sección intermedia 16 se extiende longitudinalmente por el interior de la sección de resistencia exterior 14, y la sección de resistencia interior 18 se extiende longitudinalmente por el interior de la sección intermedia. El revestimiento 10 que se ilustra incluye, por tanto, una sección de resistencia exterior 14 dispuesta concéntricamente entre una sección exterior 12 y una sección intermedia 16, y una sección de resistencia interior 18 alojada dentro de la sección intermedia 16.

[0016] Refiriéndonos a la Figura 3, cada porción o sección de resistencia 14, 18 está formada por una lámina 30 de un tejido compuesto multicapa. La Figura 3 se ha separado en partes para ilustrar las capas que la conforman. Debe entenderse que, para obtener la longitud total deseada, cada sección de resistencia 14, 18 también puede estar formada por múltiples láminas que se conectan entre sí en una disposición de extremo a extremo. Cada lámina 30 tiene un primer margen extremo y un segundo margen extremo que están separados por una longitud LS. En el revestimiento ensamblado 10, la longitud LS de la lámina 30 se extiende a lo largo de una longitud L del revestimiento. Cada lámina 30 también tiene un primer margen lateral y un segundo margen lateral que están separados por una anchura W. En el revestimiento ensamblado 10, la anchura W de cada lámina se extiende en una 'dirección de aro' o dirección circunferencial (es decir, alrededor de la circunferencia) del revestimiento. Para formar cada una de las secciones de resistencia 14, 18, la lámina respectiva se pliega formando un tubo, de tal manera que los márgenes laterales se acoplan y se unen en la junta respectiva 52, 54 (Figura 2) que está circunferencialmente desviada o desplazada respecto a la otra junta y respecto a la junta 19 de la sección exterior 12.

[0017] La lámina multicapa 30 comprende una primera capa de impregnación 32 formada por material impregnable con resina, una segunda capa de impregnación 34 formada por material impregnable con resina, y una capa de resistencia 36 que incluye fibras de refuerzo que se alojan entre las capas de impregnación. En la realización que se ilustra, la capa de resistencia 36 también está diseñada para impregnarse con resina u otro polímero curable. Otras secciones de resistencia no abarcadas por las reivindicaciones pueden comprender otros materiales multicapa (por ejemplo, un material multicapa que comprende una sola capa de impregnación y una o más capas de resistencia; dos o más capas de resistencia y capas de impregnación; etc.) o un material de una sola capa.

[0018] Cada una de las capas de impregnación 32, 34 está formada por un fieltro impregnable con resina, por ejemplo un fieltro de poliéster, que se extiende de forma continua a lo largo de la longitud LS y la anchura W de la lámina 30. Las fibras no tejidas de las capas de fieltro 32, 36 se cosen a la capa de resistencia 36 para asegurar la capa de resistencia entre las capas de fieltro. Coser o punzonar las capas de fieltro 32, 34 a la capa de resistencia 36 permite tratar o manipular el tejido compuesto 30 como una lámina unitaria de material cuando se ensambla el forro o revestimiento 10. Las capas de fieltro 32, 34 proporcionan unas propiedades adecuadas de impregnación con resina y también proporcionan una estructura que es adecuada para manipularse con máquinas de coser industriales al transformar el tejido compuesto 30 en el tubo respectivo 14, 18. Uno de los materiales ejemplares para las capas de fieltro 32, 34 es el fieltro de poliéster. Aegion Corporation, de San Luis, Misuri, Estados Unidos, utiliza estos fieltros en diversos productos de revestimientos CIPP, como, por ejemplo, los revestimientos de tuberías InsituMain®. También pueden usarse otros tipos de fieltros u otros materiales impregnables con resina para formar la(s) capa(s) de impregnación de las secciones de resistencia sin apartarse por ello del alcance de la invención.

[0019] La capa de resistencia 36 comprende fibras de refuerzo, como fibras de vidrio, fibras de carbono, etc. La capa de resistencia 36 se extiende de forma continua a lo largo de la longitud LS y la anchura W de la lámina de tejido 30. En la realización que se ilustra, la capa de resistencia 36 está formada por la primera, la segunda y la tercera subcapas 36i, 36ii, 36iii, y cada una de las subcapas se extiende a lo largo de la longitud LS y la anchura W de la lámina de tejido 30. En la realización que se ilustra, la primera subcapa 36i es una estera formada por fibras cortadas orientadas aleatoriamente 42 y distribuidas por toda la capa de resistencia 36. La segunda subcapa 36ii está formada por fibras continuas 44 orientadas generalmente en paralelo a la longitud LS y distribuidas por toda la capa de resistencia 36, y la tercera subcapa 36iii está formada por un material cortado y orientado a lo largo que contiene fibras largas 46 que están orientadas generalmente en paralelo unas respecto a otras y que son transversales a las fibras continuas y están distribuidas por toda la capa de resistencia. En la realización que se ilustra, la subcapa de fibras cortadas orientadas a lo largo 46 está intercalada entre las subcapas de fibras

orientadas aleatoriamente 42 y de fibras continuas 46; sin embargo, también son posibles otras disposiciones para las subcapas sin apartarse por ello del alcance de la invención. En las Figuras 2 y 3 se ilustran esquemáticamente los diferentes tipos de fibras 42, 44, 46. Debe entenderse que las capas de resistencia pueden tener otras configuraciones en otras realizaciones.

[0020] Las fibras cortadas 42 se unen o enmarañan en orientaciones aleatorias para formar la subcapa 36i de la capa de resistencia 36. Las fibras cortadas orientadas aleatoriamente 42 se mantienen unidas de forma holgada en una estera, de tal manera que pueden intercambiarse o desplazarse unas respecto a otras y permitir que la subcapa 36i se estire circunferencialmente a medida que el revestimiento 10 se expande radialmente. Las fibras orientadas aleatoriamente 42 están diseñadas para aumentar la fuerza o resistencia de la respectiva sección de resistencia 14, 18 de manera no direccional (por ejemplo, las fibras orientadas aleatoriamente refuerzan el revestimiento 10 en dirección circunferencial y también en otras direcciones). Asimismo, tal y como se describe con más detalle más adelante, la estera de fibras orientadas aleatoriamente 42 proporciona una estructura de apoyo a la que se fijan los haces de fibras 44, 46 para formar la capa de resistencia 36. Fijar o asegurar los haces de fibras 44, 46 a la subcapa 36i de fibras orientadas aleatoriamente 42 permite manipular de forma independiente el material de la lámina -que incluye las tres subcapas 36i, 36ii, 36iii de fibras de refuerzo- durante su fabricación antes de coserlo o punzonarlo a las dos capas de fieltro 32, 34.

[0021] En la realización que se ilustra, las fibras continuas 44 están dispuestas en haces que se extienden de forma continua a lo largo de la longitud LS de cada lámina 30. Los haces de fibras continuas 44 están separados a lo largo de la anchura W de la lámina 30. Cuando la lámina se transforma en las respectivas secciones de resistencia exterior e interior 14, 18, los haces de fibras continuas 44 están separados alrededor de la circunferencia de la respectiva sección de resistencia. Los haces de fibras continuas 44 pueden moverse a lo largo de la anchura W de la lámina 30 y alrededor de la circunferencia de la respectiva sección de resistencia 14, 18, de tal manera que cada sección de resistencia puede estirarse circunferencialmente cuando el revestimiento 10 se expande radialmente. Las fibras continuas 44 que se ilustran forman una subcapa de fibras 36ii de un haz de grosor, pero en otras realizaciones los haces de fibras continuas pueden apilarse para formar una subcapa de fibras continuas de más de un haz de grosor. Las fibras continuas 44 proporcionan un refuerzo longitudinal a la lámina 30 y, de este modo, proporcionan un refuerzo longitudinal al revestimiento 10.

[0022] Las fibras largas 46 de la subcapa 36iii de la capa de resistencia 36 que se ilustra se extienden generalmente en paralelo a la anchura W de la lámina 30. Más concretamente, las fibras largas 46 están dispuestas en haces que se extienden generalmente en paralelo a la anchura de la lámina. Por consiguiente, las fibras largas individuales 46 se extienden generalmente en paralelo a los haces de los que forman parte. Los haces de fibras largas cortadas y orientadas 46 están separados entre sí a lo largo de la longitud LS de la lámina 30 para formar la subcapa intermedia 36iii de la capa de resistencia 36. Las fibras largas 46 que se ilustran forman una subcapa de fibras 36iii de un haz de grosor, pero en otras realizaciones los haces de fibras cortadas pueden apilarse para formar una subcapa de más de un haz de grosor. Los haces de fibras largas 46 que se ilustran están orientados generalmente en perpendicular a los haces de fibras continuas 44. En cada una de las secciones de resistencia ensambladas 14, 18, los haces de fibras largas 46 están separados a lo largo de la longitud de la respectiva sección de resistencia y se extienden en dirección circunferencial (alrededor de la circunferencia de la respectiva sección de resistencia) para reforzar circunferencialmente el revestimiento 10. En la realización que se ilustra, cada haz de fibras largas 46 se extiende alrededor de toda la circunferencia de la respectiva sección de resistencia 14, 18. Cada fibra larga 46 tiene una longitud que es larga en comparación con las fibras orientadas aleatoriamente 42, pero es menor que la anchura W de la lámina 30 y la circunferencia de la respectiva sección de resistencia 14, 18. Todas las fibras 46 pueden tener la misma longitud o tener longitudes diferentes sin apartarse por ello del alcance de la invención. Si bien en la realización que se ilustra las fibras cortadas 46 están dispuestas en haces, en otras realizaciones las fibras cortadas orientadas circunferencialmente también pueden sujetarse o incluirse en la capa de resistencia sin estar dispuestas en haces.

[0023] Refiriéndonos a la Figura 2, puesto que los haces de cada subcapa 36iii están formados por fibras largas 46 en lugar de fibras continuas, cada una de las secciones de resistencia 14, 18 puede estirarse circunferencialmente cuando el revestimiento 10 se expande radialmente. En cada capa de resistencia 36, las fibras largas 46 se mantienen unidas de forma holgada, de tal manera que pueden moverse unas respecto a otras dentro de su haz respectivo en direcciones paralelas a sus longitudes, a lo largo de la circunferencia del revestimiento 10. Dado que las fibras largas 46 pueden moverse unas respecto a otras a lo largo de su longitud, la subcapa intermedia 36iii de la capa de resistencia 36 de cada sección de resistencia 14, 18 puede estirarse circunferencialmente cuando el revestimiento 10 se expande radialmente. Dado que las capas de fieltro 32, 34 y las subcapas interior y exterior 36i, 36ii de la capa de resistencia 36 también están formadas por material que puede estirarse circunferencialmente, tal y como se ha explicado anteriormente, cada sección de resistencia 14, 18 está diseñada para estirarse circunferencialmente a medida que el diámetro del revestimiento 10 aumenta cuando este se expande durante la eversión.

[0024] En la realización que se ilustra, la costura 50 asegura de forma holgada las fibras largas agrupadas (en haces) 46 y las fibras continuas agrupadas 44 a la estera de fibras orientadas aleatoriamente 42 para formar la capa de resistencia 36. Sin embargo, en otras realizaciones pueden usarse otras maneras de asegurar de forma holgada

las fibras de refuerzo sin apartarse por ello del alcance de la invención. La costura 50 es lo suficientemente holgada como para permitir que las fibras largas 46 dentro de cada haz circunferencial se muevan unas respecto a otras a lo largo de la circunferencia de la capa de resistencia 36, pero es lo suficientemente fuerte y resistente como para mantener unidas las fibras 42, 44, 46 de la capa de resistencia durante el proceso de fabricación. La costura 50 también está diseñada para permitir que las fibras orientadas aleatoriamente 42 se desplacen y los haces de fibras continuas 44 se muevan circunferencialmente respecto al revestimiento 10 durante la instalación. Por consiguiente, la costura 50 está diseñada para conservar la disposición general de las fibras de refuerzo 42, 44, 46 durante la instalación, al tiempo que permite que las fibras de refuerzo se muevan según sea necesario para facilitar el estiramiento circunferencial de la capa de resistencia 36 cuando el revestimiento 10 se expande radialmente.

[0025] En cada sección de resistencia 14, 18, la lámina de tejido compuesto 30 se pliega de tal manera que los márgenes laterales de la lámina de tejido se solapan o superponen uno con otro en la juntura respectiva 52, 54. Por lo tanto, cada juntura comprende una sección de solapamiento o superposición que se extiende generalmente a lo largo de la longitud L del revestimiento 10. En la realización que se ilustra, las costuras de solapamiento o superposición 56, 58 aseguran entre sí los márgenes laterales superpuestos de la lámina respectiva 30 en cada sección de resistencia 14, 18. En otras realizaciones, los márgenes laterales superpuestos pueden asegurarse entre sí mediante otros tipos de estructura de unión, por ejemplo, una unión por calor, una unión adhesiva, etc.

[0026] Cada sección de solapamiento 52, 54 tiene una anchura WO1, WO2. En algunas realizaciones, cada anchura WO1, WO2 se encuentra en un rango o intervalo inclusivo de entre aproximadamente 1,5 pulgadas (3,8 cm) y aproximadamente 2,5 pulgadas (6,46 cm). Las anchuras en este rango pueden ser adecuadas para utilizar una máquina de coser industrial para coser la sección de solapamiento 52, 54. Sin embargo, debe entenderse que en otras realizaciones también pueden usarse secciones de solapamiento con otras anchuras. Las costuras 56, 58 permiten que el tubo se expanda circunferencialmente sin romper la juntura respectiva 52, 54. Dado que las capas de impregnación 32, 34 y la capa de resistencia 36 están diseñadas para estirarse circunferencialmente, cuando cada capa de resistencia 14, 18 se expande desde un primer diámetro hasta un segundo diámetro mayor durante la instalación, la anchura WO1, WO2 de la respectiva sección longitudinal de solapamiento 52, 54 no disminuye. En lugar de ello, la anchura WO1, WO2 de la respectiva sección longitudinal de solapamiento 52, 54 permanece igual o bien aumenta, aumentando proporcionalmente con el aumento de la circunferencia de la respectiva sección de resistencia 14, 18. Las costuras 56, 58 mantienen unidos los márgenes laterales longitudinales de la lámina 30 en cada juntura 52, 54 incluso después de que aumente el diámetro de la respectiva sección de resistencia 14, 18.

[0027] En una o más realizaciones, cada sección de solapamiento 52, 54 está reforzada con una tira de refuerzo 60, 62. Las tiras de refuerzo 60, 62 pueden comprender cualquier material de refuerzo adecuado. En algunas realizaciones, cada tira de refuerzo 60, 62 comprende un material de dos capas que comprende una capa de fieltro y una capa fibrosa que se punzona o se asegura de otra manera a la capa de fieltro. En una realización, la tira de refuerzo 60, 62 se une o fija a la capa de fieltro exterior 34 de la respectiva sección de resistencia 14, 18 en puntos situados en lados opuestos de la juntura de solapamiento 52, 54, por ejemplo mediante uniones o adhesiones por llama, uniones adhesivas, costuras, etc. En algunas realizaciones, cada tira de refuerzo 60, 62 se extiende de forma continua por la longitud de la respectiva sección de resistencia 14, 18. Cada tira de refuerzo 60, 62 puede estar unida a la capa de fieltro exterior 34 de la respectiva sección de resistencia 14, 18 en lados opuestos de la juntura 52, 54 y de forma continua a lo largo de la longitud de la respectiva sección de resistencia, o bien en puntos separados situados a lo largo de la misma.

[0028] La sección intermedia 16 tiene una longitud que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo del revestimiento 10 y comprende fieltro que forma un tubo que tiene un interior. Tal y como se ha explicado anteriormente, la sección intermedia 16 se extiende longitudinalmente por el interior de la capa de resistencia exterior 14, y la capa de resistencia interior 18 se extiende longitudinalmente por el interior de la sección intermedia. La sección intermedia 16 comprende una o más capas de fieltro discretas 16A, 16B, y cada una de ellas forma un tubo de fieltro discreto. Los tubos de fieltro 16A, 16B están diseñados para impregnarse con un polímero curable, por ejemplo resina. En la realización que se ilustra, la sección intermedia 16 comprende dos tubos de fieltro discretos 16A, 16B que están dispuestos concéntricamente. Debe entenderse que la sección intermedia de otros revestimientos puede tener otros números o cantidades de tubos de fieltro (por ejemplo, cero o más tubos de fieltro, por ejemplo un número de tubos de fieltro en un rango inclusivo de 1 a 5, etc.).

[0029] Cada capa de fieltro discreta 16A, 16B comprende una lámina de fieltro (o diversas láminas de fieltro dispuestas de extremo a extremo) que tiene un primer margen extremo y un segundo margen extremo separados por una longitud que se extiende a lo largo de la longitud de la sección intermedia 16 y un primer margen lateral y un segundo margen lateral separados por una anchura que se extiende alrededor de una circunferencia de la sección intermedia. Cada lámina de fieltro 16A, 16B se pliega formando un tubo, de tal manera que los márgenes laterales de la lámina se acoplan unos con otros y quedan unidos en la respectiva juntura 66, 68. En la realización que se ilustra, los márgenes laterales se unen en una juntura a tope cosida, pero los márgenes laterales pueden unirse de otras maneras sin apartarse por ello del alcance de la invención. De manera conveniente, cada juntura 66, 68 está diseñada para soportar el estiramiento circunferencial de la sección intermedia 16 cuando el revestimiento 10 se expande radialmente durante la instalación. En una o más realizaciones, todas las juntas o costuras 19, 52, 54, 66, 68 del revestimiento 10 están desviadas o desplazadas circunferencialmente unas respecto a otras.

[0030] En la realización que se ilustra, la sección exterior 12, la sección de resistencia exterior 14, cada uno de los tubos de fieltro centrales o intermedios 16A, 16B y la sección de resistencia interior 18 comprenden, cada uno de ellos, un tubo respectivo del revestimiento 10. Los tubos individuales 12, 14, 16A, 16B, 18 incluidos en el revestimiento 10 están unidos entre sí en las uniones 70A-70D. En una o más realizaciones, cada una de las uniones 70A-70D se extiende de forma continua o intermitente a lo largo de la longitud L del revestimiento 10. La sección exterior 12 del revestimiento está unida a la capa de fieltro exterior 32 de la sección de resistencia exterior 14 en una unión 70A; la capa de fieltro interior 34 de la sección de resistencia exterior está unida al tubo de fieltro exterior 16A en una unión 70B; el tubo de fieltro exterior está unido al tubo de fieltro interior 16B en una unión 70C; y el tubo de fieltro interior está unido a la capa de fieltro exterior 32 de la capa de resistencia interior 18 en una unión 70D. Dado que todas las superficies opuestas de los tubos 12, 14, 16A, 16B, 18 están formadas por material de fieltro, las uniones 70A-70D pueden comprender uniones o adhesiones por llama. En otras palabras, en la realización que se ilustra, cada tubo discreto 12, 14, 16A, 16B, 18 se une por llama a un tubo adyacente para formar un revestimiento unitario 10. Debe entenderse que, en otras realizaciones, también pueden usarse otros tipos de uniones o empalmes (por ejemplo, uniones adhesivas, una mezcla de uniones por llama y uniones adhesivas, etc.) para asegurar dos o más tubos de un revestimiento.

[0031] En un método ejemplar de fabricación del revestimiento 10, el fabricante pliega una lámina de tejido compuesto 30 para formar un tubo de resistencia interior 18, de tal manera que los márgenes laterales longitudinales se superponen unos con otros en una junta de solapamiento 54. El fabricante conduce el tubo de resistencia interior 18 a través de una máquina de coser para coser entre sí los márgenes laterales a lo largo de la junta de solapamiento 54. A continuación, el fabricante une la tira de refuerzo 62 a la sección de solapamiento 54 mediante una unión adhesiva, una unión por llama, etc.

[0032] Después de formar el tubo de resistencia interior 18, el fabricante lo envuelve o rodea con una o más láminas de fieltro 16A, 16B para formar la sección intermedia 16. En una realización, el fabricante conduce cada lámina de fieltro a través de una máquina de coser para coser entre sí los márgenes laterales longitudinales en las juntas 66, 68. De manera conveniente, el fabricante envuelve cada lámina de fieltro de manera que las juntas 66, 68 estén separadas circunferencialmente de la junta 54 del tubo de resistencia interior 18. Cada tubo de fieltro 16A, 16B también se une con llama al tubo que recibe o aloja en su interior. Por ejemplo, en la realización que se ilustra, el fabricante une con llama el tubo de fieltro 16B a la sección de resistencia interior 18 en la unión con llama 70D y une con llama el tubo de fieltro 16A al otro tubo de fieltro en la unión con llama 70C.

[0033] Después de formar el número deseado de tubos de fieltro y unirlos con llama a la sección de resistencia interior 18, el fabricante coloca otra lámina de tejido compuesto 30 alrededor de la sección intermedia 16 para formar el tubo de resistencia exterior 14. El fabricante pliega la lámina 30 alrededor de la sección intermedia 16, de tal manera que los márgenes laterales longitudinales de la lámina se superponen unos con otros en una junta de solapamiento 52. De manera conveniente, el fabricante envuelve la lámina de tejido compuesto 30, de tal manera que la junta de solapamiento 52 está separada circunferencialmente de la junta de solapamiento 54 y de cada una de las juntas 66, 68. El fabricante conduce el tubo de resistencia exterior 14 a través de una máquina de coser para coser entre sí los márgenes laterales longitudinales de la lámina de tejido compuesto 30 a lo largo de la junta de solapamiento 52. A continuación, el fabricante une la tira de refuerzo 60 a la junta de solapamiento 52 por medio de una unión adhesiva, una unión con llama, etc. El tubo de resistencia exterior 14 también se une con llama al tubo de fieltro exterior 16A en una unión con llama 70B.

[0034] Posteriormente, el fabricante coloca una hoja de fieltro revestido alrededor del tubo de resistencia exterior 14 para formar el tubo exterior 12. Más específicamente, el fabricante pliega el fieltro revestido alrededor del tubo de resistencia exterior 14, de tal manera que los márgenes laterales longitudinales se unen unos con otros y el revestimiento 12B delimita el exterior del tubo. El fabricante conduce el tubo de fieltro revestido 12 a través de una máquina de coser para coser entre sí los márgenes laterales del material en la junta 19. A continuación, el fabricante aplica una cinta impermeable 20 a lo largo de la junta 19 para sellar la junta.

[0035] Para instalar el revestimiento 10 en una tubería huésped (no se muestra), el revestimiento se impregna inicialmente con un polímero curable como la resina. Se conocen o pueden conocerse diversas técnicas para impregnar un revestimiento con un polímero curable, de manera que puede usarse cualquier técnica adecuada sin apartarse por ello del alcance de la invención. Por ejemplo, en la patente de EE. UU. nº 7,238,251, que se incorpora mediante referencia en su totalidad al presente documento, se desvela un sistema de impregnación con resina. En una realización, el paso de impregnar el revestimiento 10 con resina se lleva a cabo en una fábrica apartada o alejada de la tubería huésped y el revestimiento impregnado se transporta a la ubicación de la tubería huésped en un camión correctamente climatizado. En otras realizaciones, el equipo de trabajo puede impregnar el revestimiento 10 en la propia ubicación de la tubería huésped sin apartarse por ello del alcance de la invención. De manera conveniente, el paso de impregnar el revestimiento 10 con resina distribuye la resina por toda la capa de fieltro 12A del tubo exterior 12, por cada una de las capas 32, 34, 36 del tubo de resistencia exterior 14, por cada uno de los tubos de fieltro 16A, 16B y por cada una de las capas 32, 34, 36 del tubo de resistencia interior 18, y también por cada una de las tiras de refuerzo 60, 62.

[0036] Después de impregnar el revestimiento 10 con resina, el equipo de trabajo instala el revestimiento dentro de

la tubería huésped mediante la eversión o inversión del revestimiento. Durante el proceso de eversión, el revestimiento 10 se vuelve del revés, avanzando por la tubería huésped a medida que se evertir más revestimiento. El proceso de eversión empuja o presiona la sección de resistencia interior 18 contra la superficie interior de la tubería huésped y hace que el revestimiento 12B de la sección exterior 12 se convierta en la superficie interior de la tubería revestida. Así, una vez completada la eversión, el revestimiento impermeable 12B proporciona una barrera de resina que impide que la resina del revestimiento 10 se filtre al interior de la tubería. Durante el proceso de eversión, las uniones con llama 70A-70D aseguran las conexiones entre los tubos discretos 12, 14, 16A, 16B, 18, de tal manera que el revestimiento conserva su estructura y puede evertirse como una sola unidad. Se conocen o pueden conocerse diversas técnicas para evertir el revestimiento 10, de manera que puede usarse cualquier técnica adecuada sin apartarse por ello del alcance de la invención. Por ejemplo, en las patentes de EE. UU. n^{os} 9,453,597, 8,066,499, 7,866,968 y 7,766,048, cada una de las cuales se incorpora en su totalidad mediante referencia al presente documento, se desvelan sistemas para evertir un revestimiento.

[0037] Antes de la eversión, el revestimiento 10 y cada uno de los tubos 12, 14, 16A, 16B, 18 tienen su respectivo diámetro inicial. El proceso de eversión estira el revestimiento 10 y cada tubo 12, 14, 16A, 16B, 18 desde su diámetro inicial hasta un segundo diámetro mayor. Tal y como se ha explicado anteriormente, la disposición de las fibras de refuerzo 42, 44, 46 dentro de cada una de las secciones de resistencia 14, 18 permite que la sección de resistencia se estire circunferencialmente sin reducir la anchura WO1, WO2 de la respectiva sección de solapamiento 52, 54. El estiramiento del revestimiento 10 ayuda a evitar que se formen surcos o arrugas a medida que el revestimiento entra en contacto con la superficie interior del tubo anfitrión o tubo huésped 10. Así, una vez completada la eversión, el revestimiento impermeable 12B forma una superficie lisa a lo largo de la cual el líquido puede fluir con un arrastre mínimo. Las fibras continuas 44 resisten el alargamiento del revestimiento 10.

[0038] Una vez que el revestimiento 10 está en contacto continuo con la superficie interior de la tubería huésped, la resina del revestimiento se cura para formar un revestimiento curado 'in situ' a lo largo de la superficie interior de la tubería huésped. En algunas realizaciones, la resina se cura en condiciones ambientales. En otras realizaciones, el equipo de trabajo cura la resina dirigiendo una forma adecuada de energía de curado, por ejemplo calor, radiación ultravioleta, etc., hacia el revestimiento 10 impregnado con resina. Se conocen o pueden conocerse diversas técnicas para curar un revestimiento impregnado con resina, de manera que puede usarse cualquier técnica adecuada sin apartarse por ello del alcance de la invención. Por ejemplo, se desvelan diversos sistemas de curado en varias de las patentes de EE. UU. incorporadas mediante referencia anteriormente, y también en la patente de EE. UU. n^o 7,360,559, de manera que cada una de ellas se incorpora en su totalidad mediante referencia al presente documento.

[0039] La resina curada une firmemente cada uno de los tubos 12, 14, 16A, 16B, 18 tras la puesta en servicio del revestimiento instalado 10. Además, las capas de resistencia 36 (en particular, las fibras orientadas circunferencialmente 46) de los tubos de resistencia interior y exterior 14, 18 refuerzan circunferencialmente la tubería huésped para que soporte cargas internas (por ejemplo, presiones internas de fluidos, etc.) y/o cargas externas (por ejemplo, cargas sísmicas, etc.). Por consiguiente, como puede apreciarse, el revestimiento 10 puede instalarse mediante eversión y proporcionar una nueva tubería de alta resistencia dentro de una tubería huésped que define o delimita un paso de flujo básicamente liso y hermético.

[0040] Una vez descrita la invención al detalle, resulta evidente que es posible realizar variaciones y modificaciones sin apartarse por ello del alcance de la invención que se especifica en las reivindicaciones anexas.

[0041] Dado que es posible realizar diversos cambios en las estructuras y métodos anteriores sin apartarse por ello del alcance de la invención, se pretende que todo el contenido incluido en la descripción anterior y mostrado en las ilustraciones adjuntas se interprete como meramente ilustrativo y no con un sentido limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Un revestimiento de eversión (10) que se usa para revestir una tubería, de manera que el revestimiento comprende una parte o sección impermeable exterior (12) que tiene un interior, de manera que la sección impermeable exterior comprende un material impermeable a los fluidos (12B), y de manera que el material impermeable a los fluidos forma un tubo que se extiende longitudinalmente;
de manera que hay una sección de resistencia interior y una sección de resistencia exterior (18, 14), de manera que la sección de resistencia exterior se ubica en el interior de la sección impermeable exterior, de manera que tanto la sección de resistencia interior como la sección de resistencia exterior tienen un interior, y de manera que tanto la sección interior como la sección exterior están dispuestas para formar un tubo respectivo que se extiende longitudinalmente y que comprende fibras de refuerzo; y de manera que hay una sección intermedia (16) que tiene un interior, de manera que la sección intermedia comprende un fieltro, de manera que el fieltro forma un tubo que se extiende longitudinalmente, de manera que la sección intermedia está situada en el interior de la sección de resistencia exterior, y de manera que la sección de resistencia interior está situada en el interior de la sección intermedia; de manera que:
la sección de resistencia exterior comprende una lámina unitaria de material de resistencia (30); la lámina de material de resistencia tiene una longitud (LS) y una anchura (W) y un primer margen longitudinal y un segundo margen longitudinal opuestos y separados por la anchura (W); la lámina de material de resistencia comprende una primera capa de impregnación (32) formada por un fieltro impregnable con resina, una segunda capa de impregnación (34) formada por un fieltro impregnable con resina, y una capa de resistencia (36), que incluye hebras o filamentos de fibra cortados (46), que se recibe o aloja entre las capas de impregnación; las fibras no tejidas de la primera capa de impregnación y de la segunda capa de impregnación se cosen a la capa de resistencia; los filamentos de fibra cortados (46) están orientados generalmente en paralelo y se distribuyen a lo largo de la lámina de material de resistencia; el primer margen longitudinal y el segundo margen longitudinal de la lámina de material de resistencia están acoplados uno con otro; la lámina de material de resistencia comprende una estructura de unión (56) que conecta entre sí el primer margen longitudinal y el segundo margen longitudinal de la lámina de material de resistencia - formando una relación conjunta- para formar así una costura o juntura longitudinal (52) que se extiende en paralelo a la longitud de la sección de resistencia interior y/o la sección de resistencia exterior; la sección impermeable exterior (12) del revestimiento está unida a la primera capa de impregnación (32) de la sección de resistencia exterior en una unión (70A); la segunda capa de impregnación (34) de la sección de resistencia exterior está unida a la sección intermedia (16) en una unión (70B); las uniones comprenden uniones o adhesiones con llama.
2. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que los filamentos de fibra cortados (46) están dispuestos para reforzar el revestimiento en una dirección circunferencial del mismo.
3. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que los filamentos de fibra cortados (46) se extienden generalmente en paralelo a la anchura (W) de la lámina de material de resistencia (30).
4. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que la capa de resistencia (36) también comprende filamentos de fibra continuos (44) distribuidos a lo largo de la lámina de material de resistencia (30), de manera que los filamentos de fibra continuos están orientados en paralelo unos respecto a otros y transversalmente respecto a los filamentos de fibra cortados.
5. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que la capa de resistencia también comprende una estera de fibras cortadas orientadas aleatoriamente (42).
6. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que la juntura (52) tiene una anchura (WO1), de manera que el revestimiento de eversión está diseñado para evertirse en una tubería huésped o tubería anfitriona, de tal manera que la sección de resistencia exterior (14) se expande desde un primer diámetro hasta un segundo diámetro mayor sin disminuir la anchura de la juntura.
7. Un revestimiento de eversión (10) tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que la estructura de unión comprende una costura (56).
8. Un revestimiento de eversión tal y como se especifica en la reivindicación 1, de manera que la sección intermedia (16) comprende diversas capas de fieltro discretas (16A, 16B).

9. Un revestimiento de eversión tal y como se especifica en la reivindicación 8, de manera que cada una de las capas de fieltro discretas (16A, 16B) se une con llama a una capa adyacente del resto de capas de fieltro discretas.

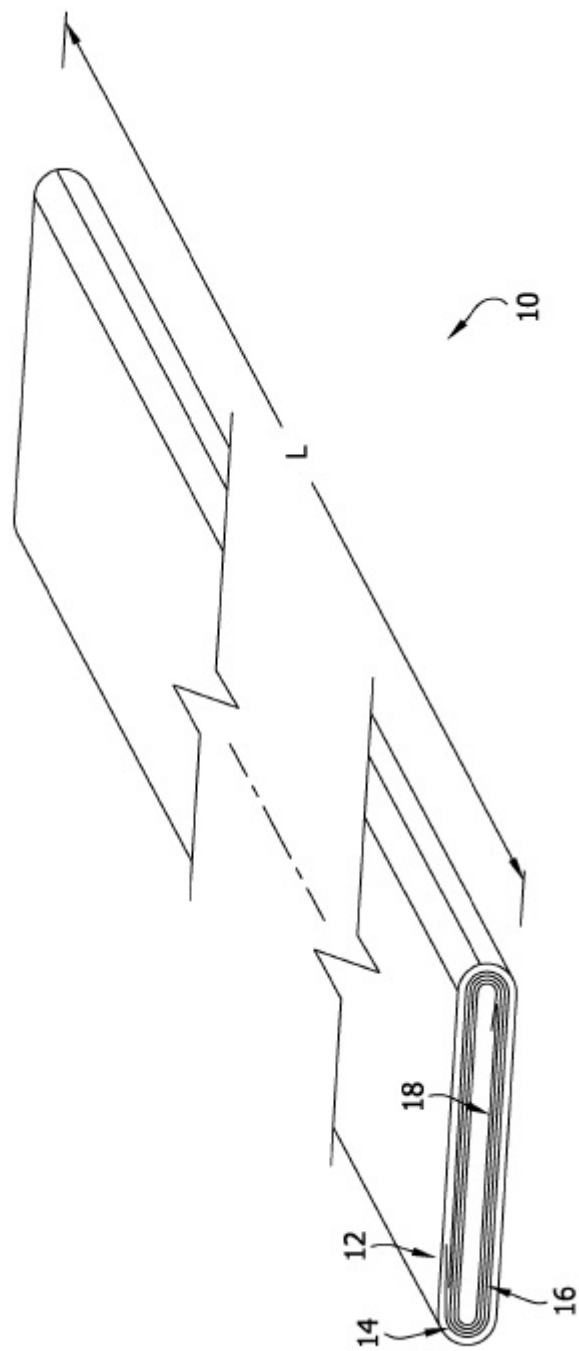
10. Un método de fabricación de un revestimiento que se usa para revestir una tubería, de manera que el método incluye:

formar un primer tubo de resistencia (18) que comprende fibras de refuerzo;
 formar al menos un tubo de fieltro (16A, 16B) alrededor del primer tubo de resistencia;
 formar un segundo tubo de resistencia (14), que comprende fibras de refuerzo, alrededor del -al menos un- tubo de fieltro; y
 formar un tubo impermeable (12) alrededor del segundo tubo de resistencia;
 de manera que formar el segundo tubo de resistencia incluye:

disponer una lámina unitaria de material de resistencia (30) de tal manera que la anchura (W) de la lámina se extienda en una dirección circunferencial del segundo tubo de resistencia; y
 unir y acoplar el primer margen longitudinal y el segundo margen longitudinal de la lámina para formar una juntura (52) que se extiende en paralelo a la longitud del segundo tubo de resistencia;
 de manera que:

la lámina de material de resistencia comprende una primera capa de impregnación (32) formada por fieltro impregnable con resina, una segunda capa de impregnación (34) formada por fieltro impregnable con resina, y una capa de resistencia (36), que incluye filamentos de fibra cortados (46), que se aloja entre las capas de impregnación;
 las fibras no tejidas de la primera capa de impregnación y de la segunda capa de impregnación se cosen a la capa de resistencia; y
 los filamentos de fibra cortados (46) se orientan generalmente en paralelo y se distribuyen a lo largo de la lámina de material de resistencia; y
 el método también comprende la unión con llama de la segunda capa de impregnación (34) con el -al menos un- tubo de fieltro (16A, 16B) y la unión con llama de la primera capa de impregnación (32) con el tubo impermeable (12).

FIG. 1



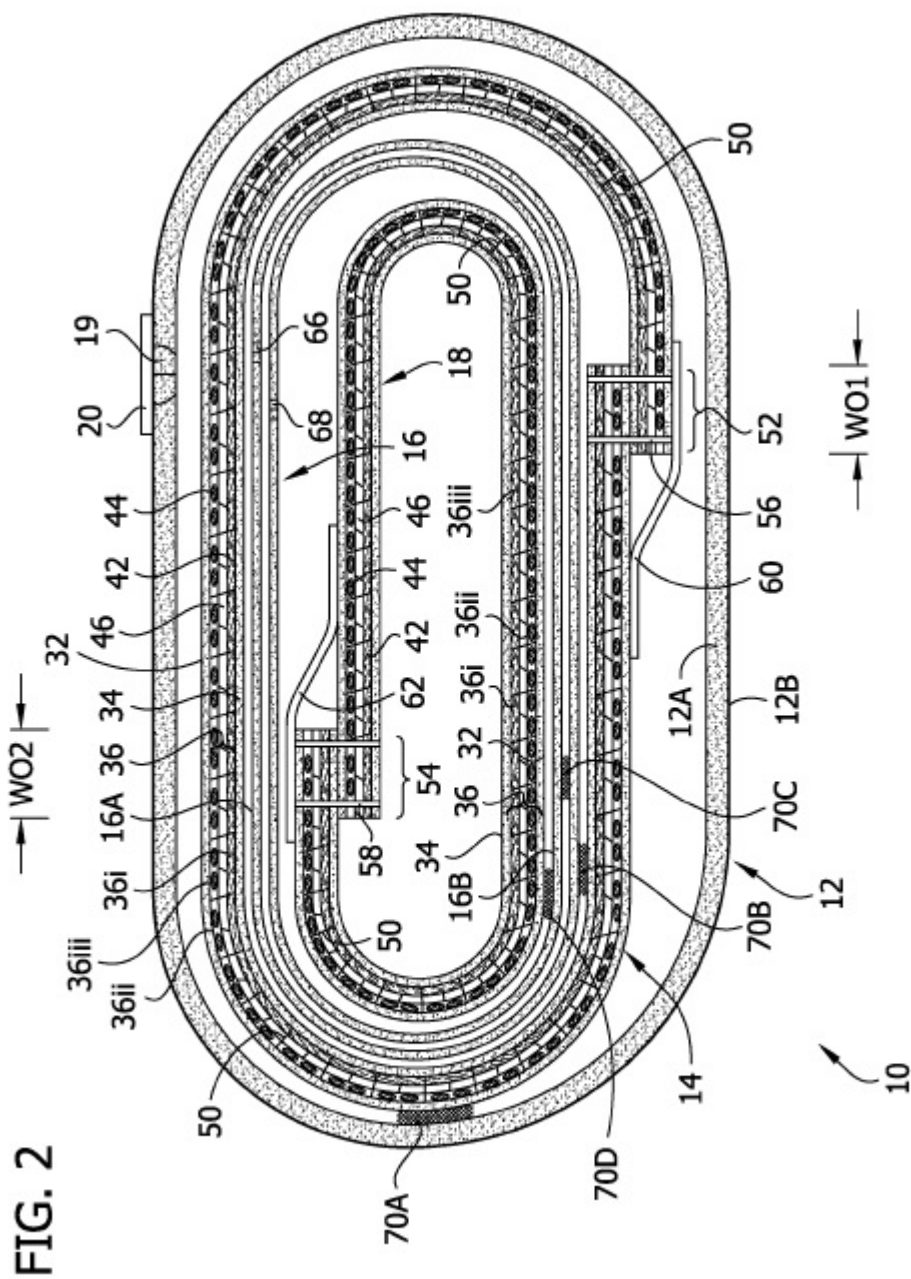


FIG. 3

