

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 281**

51 Int. Cl.:

**F16L 55/165** (2006.01)  
**B32B 5/02** (2006.01)  
**B32B 5/08** (2006.01)  
**B32B 5/10** (2006.01)  
**B32B 5/22** (2006.01)  
**B32B 5/26** (2006.01)  
**B32B 7/02** (2009.01)  
**B32B 7/04** (2009.01)  
**B32B 3/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2014 E 14382418 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3012503**

54 Título: **Composición de tejidos asimétricos para aplicaciones de bobinado para volver a revestir tuberías**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.11.2019**

73 Titular/es:  
**OCV INTELLECTUAL CAPITAL, LLC (100.0%)  
One Owens Corning Parkway  
Toledo, OH 43659, US**

72 Inventor/es:  
**SERAROLS BELTRAN, ANTONI**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 732 281 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**

Composición de tejidos asimétricos para aplicaciones de bobinado para volver a revestir tuberías

**5 Antecedentes**

Las tuberías tienen fugas o fallan estructuralmente con el tiempo y requieren periódicamente sustitución o reparación. La sustitución de ciertas tuberías, especialmente las subterráneas, tales como tuberías de drenaje o tuberías de alcantarillado, puede ser extremadamente difícil y cara. Por consiguiente, se han desarrollado tecnologías para reparar tuberías en localizaciones que son de difícil acceso, en lugar de reemplazar físicamente la tubería.

Una tecnología de reparación implica el uso de revestimientos de tubería curados en el sitio que pueden insertarse dentro de las tuberías antiguas para reemplazar esencialmente las tuberías antiguas. Específicamente, se conocen revestimientos de tubería curados en el sitio en los que un tubo flexible, o manga, se usa para revestir el diámetro interno de una tubería antigua. El revestimiento puede construirse de un revestimiento reforzado con resina, o se puede aplicar una resina al mismo durante la instalación inicial. El revestimiento puede instalarse desde un punto de entrada a otro mediante una o varias técnicas. Con el revestimiento en su sitio dentro de la tubería, la resina se cura y el revestimiento se convierte esencialmente en una nueva tubería dentro de la antigua tubería. La resina puede curarse mediante una de las diversas técnicas conocidas, incluyendo curado por UV. Los revestimientos de tubería curados en el sitio son rentables por diversas razones, incluyendo porque el acceso solo es necesario en los extremos aguas arriba y aguas abajo del segmento de tubería que se quiere revestir, que normalmente son fácilmente accesibles a través de arquetas.

Un tipo de tubería curada en el sitio se fabrica a partir de un tejido de vidrio en un proceso de bobinado en un mandril, tal como por ejemplo, como se divulga en el documento U.S. 6.360.780 expedido el 26 de marzo, de 2002 y el documento U.S. 6.615.875 expedido el 9 de septiembre, de 2003, cada uno de los cuales se incorpora en su totalidad. También se conoce un método para fabricar una tubería termoplástica continua hecha con fibras de vidrio unidas, como se divulga en la solicitud de patente U.S. 2012/048455 A1.

**30 Sumario**

La presente solicitud describe un tejido continuo y un método para usar el tejido continuo para formar un revestimiento de reparación para reforzar una tubería.

En una realización ejemplar, el tejido incluye una capa superior, y una o más capas inferiores. La anchura de la capa superior es menor que la anchura del tejido continuo. La densidad de la capa superior puede ser menor que la densidad de la una o más capas inferiores.

Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada realizada con referencia a los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

Las características y ventajas de los conceptos inventivos generales resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada realizada con referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1a es una vista en sección transversal de un tejido continuo, que muestra una porción del tejido más gruesa que otra porción del tejido;

La Figura 1b es una vista en sección transversal de otro tejido continuo, que muestra porciones del tejido que tienen un espesor reducido a lo largo de los bordes;

La Figura 1c es una vista en perspectiva de un rollo de tejido continuo de la Figura 1a;

La Figura 2a es una vista en sección transversal de otro tejido continuo;

La Figura 2b es una vista en perspectiva de un rollo del tejido continuo de la Figura 2a;

La Figura 3 es una vista en sección transversal de otro tejido continuo, que muestra porciones del tejido que tienen un espesor reducido a lo largo de los bordes;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de otro tejido continuo;

La Figura 5a es una vista en sección transversal de otro tejido continuo; que muestra un tejido con múltiples capas;

La Figura 5b es una vista en planta del tejido continuo de la Figura 5a;

La Figura 5c es una vista en sección transversal de otro tejido continuo;

5 La Figura 5d es una vista en sección transversal de otro tejido continuo;

La Figura 6 es una vista en perspectiva de la aplicación del tejido continuo de la Figura 5a a un mandril;

10 La Figura 7 es una vista en perspectiva de otra aplicación del tejido continuo de la Figura 5a a un mandril;

La Figura 8 es una vista frontal de la aplicación mostrada en la Figura 7;

15 La Figura 9 es una vista en sección parcial de un bobinado desde un tejido continuo que se muestra en una orientación de aplicación; y

La Figura 10 es una vista en sección parcial de una vista en sección parcial de otro bobinado a partir de un tejido continuo que se muestra en una orientación de aplicación;

### 20 Descripción detallada

Esta Descripción Detallada describe simplemente realizaciones ejemplares de acuerdo con los conceptos inventivos generales y no pretende limitar el alcance de la invención de ninguna manera. De hecho, la invención como se describe mediante las reivindicaciones es más amplia y no está limitada por las realizaciones ejemplares expuestas en el presente documento, y los términos usados en el presente documento tienen su significado ordinario completo.

25 Los conceptos inventivos generales se describirán ahora con referencia ocasional a las realizaciones ejemplares de la invención. Este concepto inventivo general puede, sin embargo, encarnarse en diferentes formas y no debe considerarse limitado a las realizaciones expuestas en el presente documento. No obstante, estas realizaciones se proporcionan de manera que la divulgación sea minuciosa y completa, y que transmita plenamente el alcance de los conceptos inventivos generales a los expertos en la materia.

30 Salvo que se defina de otra forma, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por un experto habitual en la materia que abarca los conceptos inventivos generales. La terminología expuesta en esta descripción detallada es para describir realizaciones particulares y no pretende ser limitante de los conceptos inventivos generales. Como se usa en esta descripción detallada y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente otra cosa.

35 Salvo que se indique de otra forma, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, propiedades tales como peso molecular, condiciones de reacción, y similares como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, deben entenderse como modificadas en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, salvo que se indique de otra forma, las propiedades numéricas expuestas en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades adecuadas que se pretende obtener en las realizaciones de la presente invención. Independientemente de que los intervalos numéricos y parámetros que exponen el amplio alcance de los conceptos inventivos generales son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se presentan de una forma tan precisa como sea posible. Cualquier valor numérico, sin embargo, contiene inherentemente ciertos errores resultantes necesariamente del error encontrado en sus mediciones respectivas.

40 El bobinado de un revestimiento para su uso posterior en una instalación de tubería curada en el sitio supone diversos desafíos. Por ejemplo, las propiedades ventajosas para el interior de la tubería curada en el sitio difieren de las propiedades ventajosas del exterior de la tubería curada en el sitio. En general, las propiedades mecánicas son importantes hacia el centro y hacia el exterior de la tubería, y las propiedades de acabado superficial son importantes en el interior de la tubería. El centro y el exterior de la tubería pueden estar sometidos a fuerzas mecánicas, tales como raíces de árboles o excavaciones no autorizadas. El interior de la tubería puede estar sometido a fuerzas altamente abrasivas.

45 El revestimiento de tejido puede incluir dos o más capas. Cada capa puede incluir cualquier tipo de fibra adecuada para proporcionar las calidades estructurales deseadas. Las fibras de refuerzo dentro de cada capa pueden ser cualquier tipo de fibras orgánicas o sintéticas. En algunas realizaciones ejemplares, las fibras de refuerzo incluyen uno cualquiera o más de vidrio, carbono, poliésteres, poliolefinas, nailones, aramidias, sulfuro de poli(fenileno), polisulfona (PS), poliéter sulfona (PES), poliacrilonitrilo (PAN), carburo de silicio (SiC), nitruro de boro, y similares. En algunas realizaciones ejemplares, el tejido (o capa) puede ser un tejido híbrido (o capa) que incluye múltiples tipos diferentes de fibras.

65

Al menos una ventaja de la presente invención respecto a la técnica anterior es la de las propiedades asimétricas del tejido. El tejido es asimétrico tanto en la colocación del tejido, o densidad, como en su dimensión estructural. Las fibras se distribuyen dentro del tejido para aprovechar tanto las propiedades mecánicas en el exterior de la tubería curada en el sitio como las propiedades de acabado superficial del interior de la tubería curada en el sitio. El tejido se dimensiona físicamente para permitir un proceso de bobinado que se usa para destacar la distribución asimétrica del tejido.

Las propiedades asimétricas pueden describirse adicionalmente en referencia al peso de la fibra. Después del proceso de impregnación, existen diferentes niveles de resina en la tubería compuesta debido a las calidades de fibra asimétrica del revestimiento de vidrio. El tejido inventivo tiene una mayor cantidad de velo o fibras de malla fina en el lado del tejido que se expondrá al interior de la tubería, y se someterá a operaciones de abrasión y alta presión, así como ensayado. Cuanto mayor es la cantidad de fibras más aumenta el contenido de resina durante la impregnación. Una cantidad más pequeña de velo o fibras de malla fina está localizada en el centro y hacia el exterior de la tubería, para aumentar las propiedades mecánicas de la tubería en esas porciones.

La invención se define por las reivindicaciones independientes, las características preferidas se definen por las reivindicaciones dependientes.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en la Figura 1a se muestra una vista en sección transversal de un tejido continuo. El tejido continuo ejemplar 10 se ilustra en forma descriptiva. Un experto en la materia interpretará el tejido 10 como cualquier tejido continuo para su uso en la formación de un revestimiento de reparación para reforzar una tubería. El tejido 10 generalmente puede incluir fibras. El tejido puede tener cualquier número de capas en el tejido. El tejido puede fabricarse con capas fabricadas a partir de diversos métodos de fabricación de fibra de vidrio y capas que tienen diversas variedades de densidad de vidrio.

El tejido continuo se fabrica para el almacenamiento temporal en forma de rollo en cantidades relativamente grandes. Como se ve en la Figura 1c, se muestra una vista en perspectiva de un rollo del tejido continuo; El rollo continuo 10 se muestra desenrollado de un rollo 30. El tejido 10 se fabricará, se enrollará, se desenrollará y se envolverá de manera que el revestimiento en una posición no instalada tenga el escalón orientado hacia fuera.

El tejido continuo 10 incluye una primera porción continua 12 y una segunda porción continua 14. Cada porción 12, 14 discurre esencialmente a lo largo de la longitud del tejido 10. La Figura 1 es una vista en sección típica en cualquier punto a lo largo de la longitud del tejido continuo 10. Como se muestra, una porción del tejido es más gruesa que otra porción del tejido. En la Figura 1a, se muestra que el espesor a través de toda la anchura de la primera porción 12 y la segunda porción 14 es constante, pero el espesor puede variar, lo que se analiza en el presente documento. Varíe o no el espesor, el espesor máximo de la segunda porción será mayor que el espesor máximo de la primera porción. Respecto al tejido 10, la primera porción 12 tiene un espesor  $H_2$  y la segunda porción 14 tiene un espesor  $H_1$ . Como se muestra, el espesor  $H_2$  de la primera porción 12 es menor que el espesor  $H_1$  de la segunda porción 14. Por ejemplo, el espesor  $H_1$  puede ser de 850 mm.

La diferencia en el espesor entre las dos porciones del tejido crea un saliente o escalón. Este escalón puede servir como guía para bobinar el tejido en un diseño de solapamiento alrededor de un mandril de manera que esencialmente solo la segunda porción sea visible al bobinar el tejido. Específicamente, el tejido se enrolla alrededor del material de manera que la siguiente envoltura se anida esencialmente en una posición contigua aguas arriba del escalón y sobre la cara superior de la primera porción. Esta técnica de envoltura se analiza con mayor detalle en el presente documento.

No se pretende que la diferencia en el espesor entre la primera porción y la segunda porción sea drástica. Como se analiza en el presente documento, se pretende que la diferencia, entre otras características, cree un escalón suave para su uso en la envoltura del tejido alrededor de un mandril. En referencia a la Figura 1a, un escalón 22 tiene una altura  $H_3$ . La altura de este escalón puede variar. Por ejemplo, la diferencia cuantitativa en el espesor entre la primera porción y la segunda porción puede ser de un 1 mm. La altura del escalón puede evaluarse indirectamente por la diferencia en el espesor entre las dos porciones. Una realización ejemplar tiene un espesor máximo de la primera porción entre el 75 % y el 95 % del espesor máximo de la segunda porción. Se entenderá por un experto en la materia que la diferencia de espesor cuantitativa entre las dos porciones puede variar en la práctica de la invención.

El espesor puede variar en cualquier porción, y mediante una o más técnicas. Por ejemplo, las secciones de una o más áreas dentro de una porción pueden incluir una menor densidad de fibra que otras secciones de la porción. Por ejemplo, parte o toda la sección de borde 16 de la primera porción 12 y parte o toda la sección de borde 18 de la segunda porción 14 se fabrican con menos fibra que el resto de la primera porción 12 y la segunda porción 14, respectivamente. De esta manera, las secciones 16, 18 pueden comprimirse más durante una aplicación de envoltura, que en proporción a la primera porción 12 y la segunda porción 14, respectivamente.

La primera porción y la segunda porción pueden tener también diferente anchura. En una realización, la primera porción puede ser dos o más veces más ancha que la segunda porción. En referencia a la Figura 1a, el tejido

continuo 10 tiene una anchura total  $W_1$ . La primera porción 12 tiene una anchura  $W_3$  y la segunda porción 14 tiene una anchura  $W_2$ . Como se muestra, la anchura  $W_3$  de la primera porción 12 es mayor que la anchura  $W_2$  de la segunda porción 14.

5 La anchura real de la primera porción o la segunda porción, o la relación entre ellas, variará en la práctica de esta invención. Por ejemplo, la anchura de la primera porción puede variar. Una anchura ejemplar de la primera porción es entre 300 mm y 1.300 mm. La relación de la anchura de la primera porción a la segunda porción puede variar. Por ejemplo, la anchura de la primera porción puede ser entre el 30 % y el 90 % de la anchura total del tejido continuo. Una segunda porción ejemplar puede tener una anchura entre 100 mm y 500 mm. La anchura de la  
10 segunda porción puede ser entre el 10 % y el 50 % de la anchura total del tejido continuo. Como se analiza, un experto en la materia entenderá que la diferencia en las dimensiones físicas de las dos porciones puede variar en la práctica de la invención.

15 Como se analiza en el presente documento, el espesor de cualquiera o ambas porciones puede variar de un borde a otro borde del tejido continuo. En una realización, cada porción se hace más fina cerca del borde externo del tejido. Este adelgazamiento es ventajoso para que el diseño de envoltura minimice que el diseño de escalón se repita del tejido al revestimiento envuelto final. En otras palabras, sin el adelgazamiento cerca del borde externo, cada bucle posterior de tejido se dispondría en una posición "elevada" respecto al bucle aguas arriba adyacente. De esta manera, el bucle final del revestimiento sería la superficie superior de cada bucle de la segunda porción expuesta,  
20 que estaría elevada o que tendría un borde afilado que la separa del siguiente bucle. El adelgazamiento permite que los bucles posteriores se aniden hacia abajo, de manera que la superficie externa del revestimiento sea más suave. Esta técnica de envoltura se analiza con más detalle en el presente documento.

25 En referencia ahora a la Figura 1b, se muestra una vista en sección transversal de otro tejido continuo. El tejido ejemplar 20 tiene un espesor reducido a lo largo de los bordes. Específicamente, el espesor tanto de la primera porción como de la segunda porción es menor en el borde externo del tejido continuo. Como se muestra, se muestra que los espesores son menores con una "pérdida de espesor" a lo largo del borde externo inferior del tejido, pero esta ilustración es solo para ejemplo. En la práctica de la invención, parte o toda la sección de borde 16 de la primera porción 12 y parte o toda la sección de borde 18 de la segunda porción 14 se fabrican con menos densidad  
30 de fibra que el resto de la primera porción 12 y la segunda porción 14, respectivamente. La sección de borde 16, 18, en consecuencia, se comprime más durante una aplicación de envoltura en proporción a la primera porción 12 y la segunda porción 14, respectivamente. La compresión tendrá lugar en la capa o capas en las que la fibra está ausente. Un experto en la materia entenderá que la diferencia en el espesor hacia el borde externo no será dimensionalmente exacta y variará a través de la longitud de la envoltura cuando el método es la reducción en la  
35 fibra.

40 El tejido inventivo puede estudiarse desde perspectivas distintas del espesor. Por ejemplo, la densidad del tejido puede variar en diferentes porciones del tejido. Por ejemplo, el tejido puede incluir una capa superior, y una o más capas inferiores. La densidad de la capa superior puede ser menor que la densidad de al menos una de las al menos una o más capas inferiores. Se cree que el cambio en la densidad tiene efectos ventajosos sobre las propiedades estructurales del revestimiento acabado. Estas propiedades se analizan con mayor detalle en el presente documento.

45 En la Figura 2a se muestra una vista en sección transversal de otro tejido continuo. El tejido 40 incluye una primera porción 12 y una segunda porción 14. La segunda porción incluye una capa superior 26 que no está en la primera porción 12. La primera porción está formada de una o más capas que forman una base 24. La capa superior 26 tiene una densidad que es menor que la densidad global de la una o más capas que forman la base 24. En tal caso, la densidad de la primera porción es mayor que la densidad de la segunda porción. En la Figura 2a se muestra una  
50 vista en perspectiva de un rollo 30 del tejido continuo 40.

55 Como se analiza en el presente documento, el espesor del tejido puede variar en puntos a través de la anchura del tejido. Las Figuras 3 y 4 son vistas en sección transversal de otros tejidos continuos. Cada tejido tiene una o más porciones de espesores reducidos a lo largo de los bordes. Las porciones se ilustran para proporcionar ejemplos de diversos espesores y anchuras. Las figuras son únicamente como ejemplo, y cualquier adelgazamiento cerca de los bordes, respecto al espesor del tejido, puede ser de otras formas, tal como por ejemplo, un espesor reducido en la parte superior e inferior del tejido y cerca del borde.

60 En referencia ahora a la Figura 3, se muestra una vista en sección transversal de otro tejido continuo. El tejido 50 incluye dos secciones de espesor reducido, una sección en la primera porción 12 que tiene una anchura  $W_4$  y una altura  $H_5$ , y una sección en la segunda porción 14 que tiene una anchura  $W_{13}$  y una altura  $H_4$ . En tal caso, la primera porción tiene un espesor  $T_2$  en el borde externo y una segunda porción tiene un espesor  $T_1$  en el borde externo. La Figura 4 muestra otro tejido continuo que tiene espesor reducido cerca del borde externo. El tejido 60 incluye dos secciones de espesor reducido, una sección en la primera porción 12 que tiene una anchura  $W_6$  y una altura  $H_7$ , y una sección en la segunda porción 14 que tiene una anchura  $W_5$  y una altura  $H_6$ . En tal caso, la primera porción  
65 tiene un espesor  $T_4$  en el borde externo y una segunda porción tiene un espesor  $T_3$  en el borde externo.

Se entenderá por un experto en la materia que el espesor del borde externo de la fibra puede variar en la práctica de esta invención. Por ejemplo, la capa base puede ser menor de 40 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo. En otro tejido ejemplar, la capa base puede ser menor de 5 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo. En otro tejido ejemplar, la capa base es menor de 2 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo. En otro tejido ejemplar, la capa base es menor de 1 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo.

La distancia desde el borde externo sobre el cual la capa base aumenta gradualmente hasta que alcanza el espesor convencional, o el espesor máximo, también varía en la práctica de esta invención. Por ejemplo, la capa base puede variar de espesor desde el borde externo hasta una distancia de 50 mm. En otro tejido ejemplar, la capa base varía de espesor desde el borde externo hasta una distancia de menos de 25 mm. En otro tejido ejemplar, la capa base varía de espesor desde el borde externo hasta una distancia de menos de 10 mm.

En referencia ahora a la Figura 5a, se muestra una vista en sección transversal del tejido continuo que tiene múltiples capas. El tejido tiene un total de cuatro capas. El tejido multicapa incluye una capa superior, una capa intermedia superior, una capa intermedia inferior, y una capa inferior. La anchura de la capa superior es menor que la anchura del tejido continuo. Hay tres capas que cubren toda la anchura del tejido y una capa superior cubre solo una porción de la superficie superior del tejido. Como se analiza en el presente documento, la capa superior se designa con referencia a la superficie que está orientada hacia arriba durante la orientación del bobinado. Después de invertirla en la instalación, esta superficie queda orientada hacia el interior en la orientación de instalación. Un experto en la materia entenderá que el número de capas en el tejido puede variar en la práctica de esta invención.

El tejido ejemplar 100 mostrado en la Figura 5a incluye una capa superior 102 que tiene una anchura  $W_{22}$ . En la Figura 5b se muestra una vista en planta del tejido ejemplar 100. Como se analiza, la anchura que se muestra es menor que un tercio de la anchura total  $W_{20}$  del tejido. La capa superior puede ser una capa denominada de velo e incluir fibras orientadas aleatoriamente. Por ejemplo, la capa superior puede tener una densidad de fibra entre 10-80 g/m<sup>2</sup>. Esta densidad de fibra relativamente baja tiene propiedades beneficiosas en la capa superior expuesta del bobinado, como se analiza en el presente documento.

La siguiente capa, o capa superior de las capas base, es la capa intermedia superior 104. La capa intermedia superior puede ser también una capa de velo e incluir fibras orientadas aleatoriamente. Sin embargo, la capa intermedia superior puede que no tenga el mismo peso de fibra que la capa superior. La capa intermedia superior 104 puede tener también una densidad de fibra entre 10-50 g/m<sup>2</sup>. Como se analiza en el presente documento, esta capa intermedia superior 104 generalmente queda cubierta al completarse la operación de bobinado. Sin embargo, la capa de velo 104 proporciona un refuerzo para la capa superior 102 que se cree que tiene propiedades beneficiosas.

La diferencia en anchura entre la capa superior y la capa intermedia superior crea un escalón a lo largo de la superficie superior del tejido. Como se analiza en el presente documento, se forma un escalón 22 en el lado hacia el interior de la capa superior 102. La altura del escalón, o la diferencia en el espesor entre la primera porción y la segunda porción, no se pretende que sea drástica. Como se analiza en el presente documento, se pretende que la diferencia, entre otras características, cree un escalón suave para su uso en la envoltura del tejido alrededor de un mandril.

La tercera capa del tejido ejemplar 100 tiene diferentes características de fibra. La capa intermedia inferior 106 generalmente tiene una densidad mayor que la capa superior 102 o la capa intermedia superior 104. Por ejemplo, la capa intermedia inferior 106 puede incluir fibras troceadas orientadas largas. La capa puede tener una densidad de fibra de 300-600 g/m<sup>2</sup> a través de la mayor parte o de toda su anchura. Como se muestra, la capa intermedia inferior 106 incluye secciones de borde 110, 112 a lo largo de los bordes externos del tejido continuo que tienen un menor contenido de fibra. De esta manera, el tejido 100 se hará más fino durante la aplicación de bobinado a lo largo de los bordes externos del tejido continuo que a lo largo del centro del tejido continuo.

Se analizará ahora el espesor del borde externo después del bobinado. Un experto en la materia entenderá que el espesor del borde externo del tejido después de bobinar el tejido puede variar en la práctica de esta invención. Por ejemplo, la capa intermedia inferior 106 puede ser un 10 % más fina a lo largo de los bordes externos del tejido continuo 100 en comparación con la capa intermedia inferior 106 a lo largo de la línea central del tejido continuo 100. Desde un punto de vista cuantitativo, la capa intermedia inferior 106 puede ser menor de 5 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo. En otro ejemplo, la capa intermedia inferior 106 puede ser menor de 2 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo. En otro ejemplo, la capa intermedia inferior 106 puede ser menor de 1 mm de espesor a lo largo de los bordes externos del tejido continuo.

La capa inferior del tejido estará más alejada del mandril cuando está envuelta, y más cercana a la tubería cuando está instalada. La capa inferior 108 en el tejido ejemplar 100 cubre la anchura total del tejido, y generalmente tiene el mismo contenido de fibra de un borde a otro. La capa inferior 108 puede incluir fibras troceadas aleatorias. La densidad de fibra de la capa inferior 108 puede ser entre 100-400 g/m<sup>2</sup>. En otra realización, la capa inferior 108 puede incluir fibras de trama continuas, y la densidad de fibra de la capa inferior 108 puede ser entre 35 g/m<sup>2</sup> y

700 g/m<sup>2</sup>, tal como por ejemplo, 55 g/m<sup>2</sup>.

En referencia ahora a la Figura 5c, se muestra una vista en sección transversal del tejido continuo que tiene múltiples capas. El tejido 200 tiene un espesor que es esencialmente constante de un borde a otro. Por ejemplo, el espesor T<sub>20</sub> puede ser entre 75 y 100 mm. El tejido 200 incluye una primera porción 12 y una segunda porción 14. La primera porción es más ancha que la segunda porción. La capa superior 14 tiene una densidad que es menor que la densidad de cualquiera de la primera porción intermedia 212 o la porción intermedia inferior 112. De esta manera, al menos una porción de la primera porción 12 tiene una densidad que es mayor que una densidad de al menos una porción de la segunda porción 14.

En la Figura 5d se muestra una realización similar. El tejido 220 tiene un espesor más fino en un borde, como se muestra. El tejido 220 incluye una primera porción 12 y una segunda porción 14. La primera porción es más ancha que la segunda porción. La capa superior 14 tiene una densidad que es menor que la densidad de la porción intermedia 112. De esta manera, al menos una porción de la primera porción 12 tiene una densidad que es mayor que una densidad de al menos una porción de la segunda porción 14.

Se analizarán ahora las propiedades materiales de los revestimientos de vidrio ejemplares. Las propiedades se analizarán en referencia a la Tabla 1.

**Tabla 1 - Propiedades materiales del tejido y datos de ensayo**

	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D
Capa superior				
Capa intermedia superior		30 g/m <sup>2</sup>	30 g/m <sup>2</sup>	50 g/m <sup>2</sup>
Capa intermedia/inferior	725 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)	695 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)	695 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)	675 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)
% de fibras orientadas	55	55	55	55
Flexión Módulo E (MPa)	15400	15300	14167	11254
flexión Resistencia a la (MPa)	385	395	347	317
Contenido de fibra (%)	50	49	46,1	45,0

La Tabla 1 incluye datos para laminados enrollados y curados con cada uno de los cuatro tejidos de ejemplo. Cada tejido puede incluir hasta tres o más capas, tal como por ejemplo, la capa superior, la capa intermedia superior, y la capa intermedia inferior, tal como por ejemplo, el tejido 100 en la Figura 5b. Durante el ensayo, uno o más rollos de cada Muestra A, B, C, D se usó para producir un laminado enrollado. El laminado se produjo usando una resina CIPP curable por UV convencional, tal como por ejemplo, basada en ácido ortoftálico y neopentilglicol (orto/npg) - Composición y Propiedades de acuerdo con DIN18820 gr. 3 o EN 13121 gr. 4.

La primera Muestra A es un producto de la técnica anterior. No se incluye una capa superior y no se incluye una capa intermedia superior en la Muestra A. Los datos de ensayo incluidos en la Tabla 1 incluyen el Módulo de Flexión E y la Resistencia a la Flexión para un laminado producido a partir del tejido de la Muestra A.

Las Muestras B, C y D se incluyen también en la Tabla 1. Las Muestras B y C se construyen con una capa intermedia superior a partir de un velo de 30 g/m<sup>2</sup>. Se cree que esta capa intermedia superior es demasiado fina para garantizar una resistencia a largo plazo a la abrasión en la capa interior de una tubería curada. En contraste, la Muestra D tiene un mayor espesor de la capa intermedia superior de 50 g/m<sup>2</sup>. Sin embargo, como se ve en la Tabla 1, el mayor espesor tiene un impacto inmediato y negativo sobre las propiedades mecánicas, y también sobre los costes, respecto a las Muestras B y C.

Se analizarán a continuación las propiedades materiales de varios revestimientos de vidrio construidos de acuerdo con la invención. Las propiedades se analizarán en referencia a la Tabla 2.

**Tabla 2 - Propiedades Materiales del Tejido**

	Muestra E	Muestra F
Capa superior		25 g/m <sup>2</sup>
Capa intermedia superior	25 g/m <sup>2</sup>	25 g/m <sup>2</sup>
Capa intermedia/inferior	700 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)	600 g/m <sup>2</sup> (combinación de fibras aleatorias y orientadas)
% de fibras orientadas	69	69
Contenido de fibra (%)	50	50

5 La presente invención se refiere a un tejido con una capa gruesa, con propiedades robustas, en el interior del revestimiento y una capa intermedia superior fina. Como resultado, el tejido puede enrollarse y curarse en un laminado con altas propiedades mecánicas, tal como por ejemplo, como ofrecen las Muestras B y C, sin sacrificar la robustez de la capa interior, como ofrece la Muestra D.

10 La Muestra E es un tejido inventivo que tiene una construcción similar a las Muestras B y C, pero se cree que tiene mejores propiedades debido a un aumento en el contenido de fibra orientada. Por ejemplo, la fibra orientada puede ser tan alta como el 69 %. Se cree que un tejido que tiene las propiedades de la Muestra E, una vez bobinado y curado en un laminado, tendría propiedades mecánicas y robustez mejoradas respecto a las Muestras A-D, de tal manera que, por ejemplo, el laminado puede tener un Módulo de Flexión E de 18800 MPa y una Resistencia a la Flexión de 460 MPa.

15 Las características de otro tejido propuesto e inventivo se describen en la Tabla 2 como Muestra F. Esta muestra tiene una construcción similar a la Muestra E, pero además del mayor contenido de fibra orientada, la Muestra F añade una capa superior (25 g/m<sup>2</sup>) encima de la capa intermedia superior (25 g/m<sup>2</sup>) para garantizar la calidad de la superficie interna sin afectar a las propiedades mecánicas. Se cree que un tejido que tiene las propiedades de la Muestra F, una vez bobinado y curado en un laminado, puede tener propiedades mecánicas y robustez mejoradas respecto a las Muestras A-D, de manera que, por ejemplo, el laminado puede tener un Módulo de Flexión E de 18500 MPa y una Resistencia a la Flexión de 440 MPa.

20 Se analizará un método de uso del tejido de la invención. El tejido se aplicará a un mandril en un diseño de sobreenvolvura para formar un revestimiento. El proceso general de bobinado de tejido se conoce en la técnica, y un experto en la materia entenderá que puede usarse cualquier máquina de bobinado con mandril conocida aceptable en la práctica de esta invención. Por ejemplo, La Figura 6 es una vista en perspectiva de la aplicación del tejido continuo 100 de la Figura 5a a un mandril. Una bolsa laminar, o manga (no mostrada), se coloca sobre el mandril antes de que comience el bobinado. A medida que el tejido 100 se aplica alrededor del mandril 120 en una dirección A<sub>2</sub>, el mandril gira y la manga se mueve, o se tira de ella, en una dirección axial A<sub>1</sub>.

25 En la Figura 7 se muestra otro método ejemplar. En esta vista en perspectiva, el tejido continuo se aplica a un mandril 120. En este método, se selecciona un tejido continuo 100 que tiene una capa superior, una capa intermedia superior, y una capa intermedia inferior. Como se analiza en el presente documento con referencia a la Figura 5a, la anchura de la capa superior es menor que la anchura del tejido continuo y la densidad de fibra de la capa superior es menor que la densidad de fibra de la capa intermedia inferior. Adicionalmente, es posible la aplicación con el tejido en la dirección opuesta A<sub>1</sub> cambiando la dirección circular del eje del mandril.

30 Como se sabe en la técnica, puede usarse una pluralidad de rollos en el proceso de bobinado. En este proceso de bobinado, se usan dos rollos de tejido de vidrio. Con el tejido en un primer rollo montado 132, el tejido continuo 100 se envuelve alrededor de un mandril 120 en una orientación con la capa superior hacia fuera y en un diseño de solapamiento con la capa superior cubriendo esencialmente la longitud del revestimiento. Aguas abajo del tejido, se aplica una segunda capa sobre la manga. Como se muestra, el tejido continuo 136 se envuelve desde un segundo rollo montado 134 y se aplica al mandril 120. El segundo tejido continuo 136 forma bucles 138 alrededor de la circunferencia del mandril. Se muestran también bucles ejemplares 130 del primer tejido continuo 100. En la Figura 8 se muestra una vista frontal de la aplicación.

35 El método tiene varios aspectos que se adaptan a las características estructurales del tejido inventivo. El método puede incluir las etapas de mover el mandril en una dirección ascendente a una velocidad axial predeterminada, girar el mandril en una dirección que se aleja del tejido continuo a una velocidad rotacional predeterminada, y formar bucles repetitivos de tejido alrededor de la circunferencia del mandril. Como se muestra en la Figura 8, los bucles 130 son repetitivos en ángulo respecto al eje del mandril y cubren una porción del bucle aguas arriba previo. De esta

manera, la longitud axial entre dos bucles adyacentes en el revestimiento es constante, y, en esta realización, es la misma que la anchura de la capa superior del tejido. En otras palabras, el bucle aguas abajo posterior deja sin cubrir un bucle aguas arriba 130. Con referencia a la Figura 5a, la anchura del bucle 130 es esencialmente la anchura  $W_{22}$  de la capa superior 102. Con este diseño, la capa superior no está solapada sobre sí misma a lo largo de la longitud axial del revestimiento.

5 El método de envoltura puede estudiarse también a partir de las vistas en sección del revestimiento en el mandril. Cada una de las Figuras 9 y 10 es una vista en sección de varios bobinados de un tejido continuo mostrado en una orientación de aplicación. En referencia ahora a la Figura 9, una vista en sección transversal parcial de un bobinado muestra un tejido con espesor constante de borde a borde. El tejido 100 se describirá en referencia a la Figura 5. Se muestran tres bucles de tejido A, B, C, con la superficie superior 102 en una dirección que se aleja desde el mandril (no mostrado). El bucle central B tiene solo la capa superior 102 expuesta, y, de esta manera, la distancia entre el bucle A y el bucle C en el exterior del revestimiento es la anchura de la superficie superior en el bucle B. Un experto en la materia apreciará que, dada una velocidad axial predeterminada del mandril y una velocidad rotacional predeterminada para el mandril, este diseño de solapamiento se repetirá a lo largo de la longitud del revestimiento.

10 En referencia aún a la Figura 9, se muestran la capa intermedia superior 104 y la capa intermedia inferior 106. La densidad de la capa intermedia inferior 106 puede ser constante de un borde a otro borde y, de esta manera, puede aparecer un saliente 150 en un diseño repetitivo en la parte superior del revestimiento. Este saliente reduce la suavidad superficial de la superficie interior de la tubería curada en el sitio después de la impregnación.

15 En referencia ahora a la Figura 10, se muestra una vista en sección transversal parcial de otro bobinado. Se muestran los bucles de tejido D, E, con la superficie superior 102 en una dirección hacia el mandril (no mostrado). El bucle inferior D tiene solo la capa superior 102 expuesta, y, de esta manera, la distancia entre los bucles a cualquiera de los lados del bucle D es la anchura de la superficie superior en el bucle B. Un experto en la materia apreciará que, dada una velocidad axial del mandril y una velocidad rotacional predeterminada para el mandril, este diseño de solapamiento se repetirá a lo largo de la longitud del revestimiento.

20 La Figura 10 ilustra un tejido que no tiene un espesor constante de borde a borde. Como se analiza en el presente documento, el tejido continuo 100 incluye una sección de borde 112 que tiene un área de densidad de fibra reducida. Con la aplicación de sobre-envoltura del bucle E sobre el bucle D, la sección de borde 112 se reduce de espesor de manera que disminuye la distancia entre la capa superior del bucle E y la capa superior del bucle D, respecto al bobinado mostrado en la Figura 9. La reducción del tamaño del saliente 150 aumenta la suavidad superficial de la superficie exterior del revestimiento, y finalmente, la superficie interna de la tubería curada en el sitio.

25 30 35

**REIVINDICACIONES**

1. Un tejido continuo asimétrico (10) que comprende una pluralidad de fibras, para su uso en la formación de un revestimiento de reparación para reforzar una tubería, que comprende el tejido (10):
- 5           - una primera porción continua (12) que tiene una primera anchura ( $W_3$ ); y  
               - una segunda porción continua (14) que tiene una segunda anchura ( $W_2$ );
- donde la primera anchura es más grande que la segunda anchura,
- 10 **caracterizado por que** un espesor máximo ( $H_2$ ) de la primera porción (12) es menor que un espesor máximo ( $H_1$ ) de la segunda porción (14), y una primera densidad de fibra de la primera porción (12) es mayor que una segunda densidad de fibra de la segunda porción (14).
2. El tejido continuo asimétrico (10) de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el espesor ( $H_2$ ) de la primera porción (12) en el borde exterior del tejido continuo asimétrico (10) es menor que el espesor máximo de la primera parte (12).
- 15
3. El tejido continuo asimétrico (10) de la reivindicación 1, **caracterizada por que** el espesor ( $H_1$ ) de la segunda porción (14) en el borde exterior del tejido continuo asimétrico (10) es menor que el espesor máximo de la segunda porción (14).
- 20
4. El tejido continuo asimétrico (10) de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el primer ancho ( $W_3$ ) está entre el 30 % y el 90 % del ancho total ( $W_1$ ) del tejido continuo (10).
- 25
5. Tejido continuo asimétrico (10) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la primera anchura ( $W_3$ ) está comprendida entre 300 mm y 1300 mm.
6. El tejido continuo asimétrico (10) de la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda anchura ( $W_2$ ) está entre el 10 % y el 50 % de la anchura total ( $W_1$ ) del tejido continuo asimétrico (10).
- 30
7. El tejido continuo asimétrico de la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda anchura ( $W_2$ ) está entre 100 mm y 500 mm.
8. El tejido continuo asimétrico (10) de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el espesor máximo ( $H_2$ ) de la primera porción (12) está entre el 75 % y el 95 % del espesor máximo del tejido continuo (10).
- 35
9. Un procedimiento para fabricar un revestimiento de reparación para reforzar una tubería, que comprende:
- 40           - seleccionar un tejido continuo asimétrico (100) que comprende una pluralidad de fibras, el tejido continuo asimétrico que tiene una capa superior, una capa intermedia superior y una capa intermedia inferior, en el que el ancho de la capa superior es menor que el ancho de la capa asimétrica el tejido continuo y la densidad de la fibra de la capa superior es menor que la densidad de la fibra de la capa intermedia inferior; y  
               - envolver el tejido continuo asimétrico alrededor de un mandril (120) en una orientación con la capa superior hacia afuera y en un patrón superpuesto con la capa superior cubriendo esencialmente la longitud del forro.
- 45
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente:
- 50           - mover el mandril (120) en sentido ascendente a una velocidad axial predeterminada;  
               - girar el mandril (120) en una dirección alejada del tejido continuo asimétrico (100) y a una velocidad de rotación predeterminada; y  
               - formar bucles repetitivos de tejido alrededor de la circunferencia del mandril;  
               - donde la longitud axial entre dos bucles adyacentes en el forro es la misma que la anchura de la capa superior del tejido.
- 55
11. El procedimiento de la reivindicación 9, **caracterizado por que** la capa superior no se solapa sobre sí misma a lo largo de la longitud axial del revestimiento.

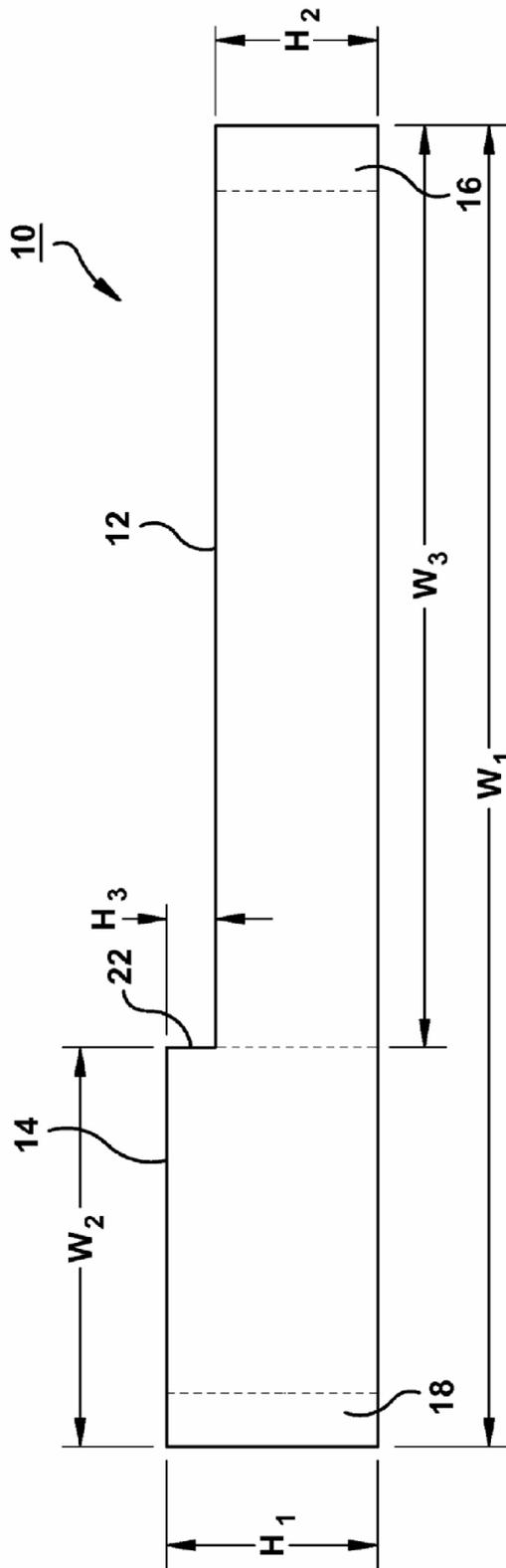


Fig. 1a

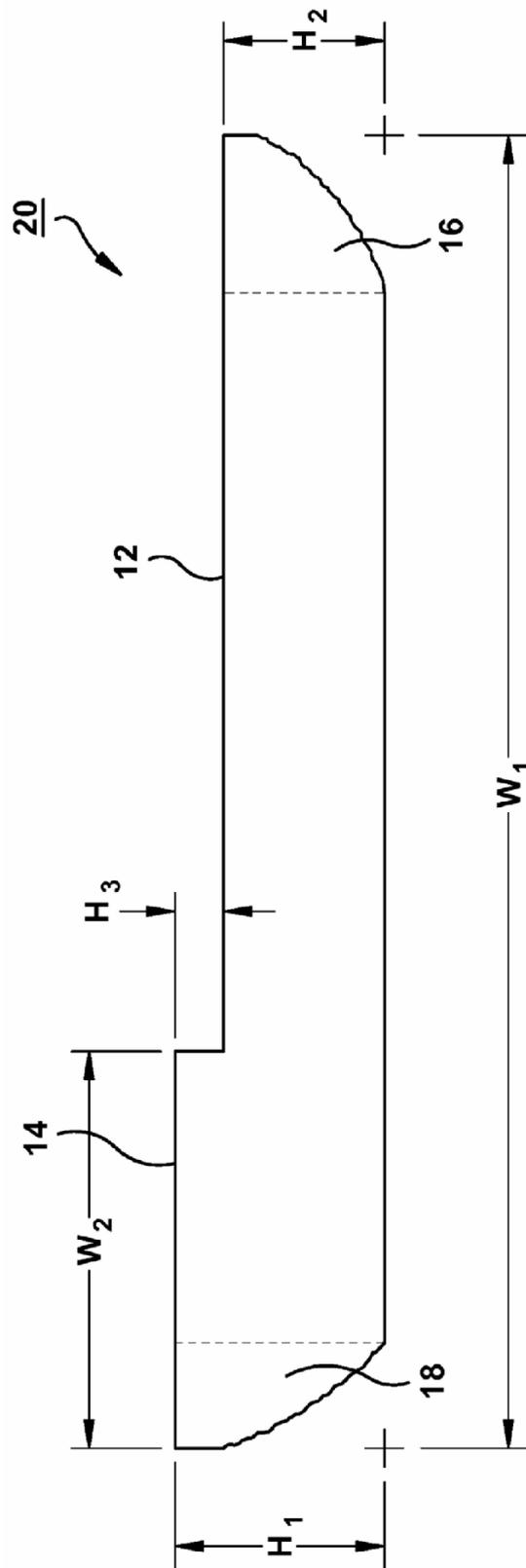
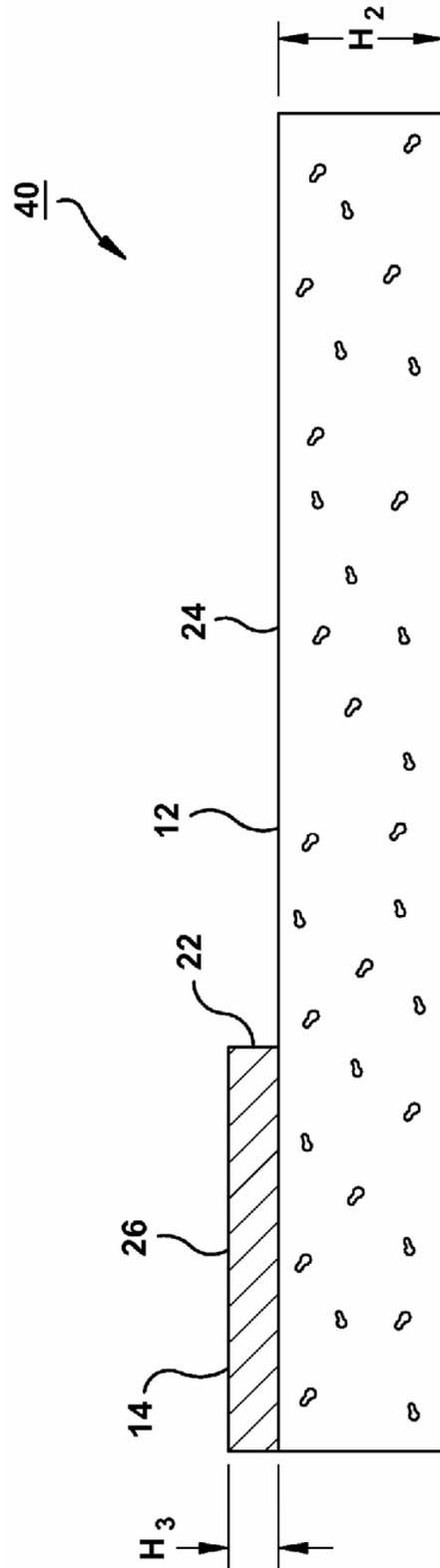
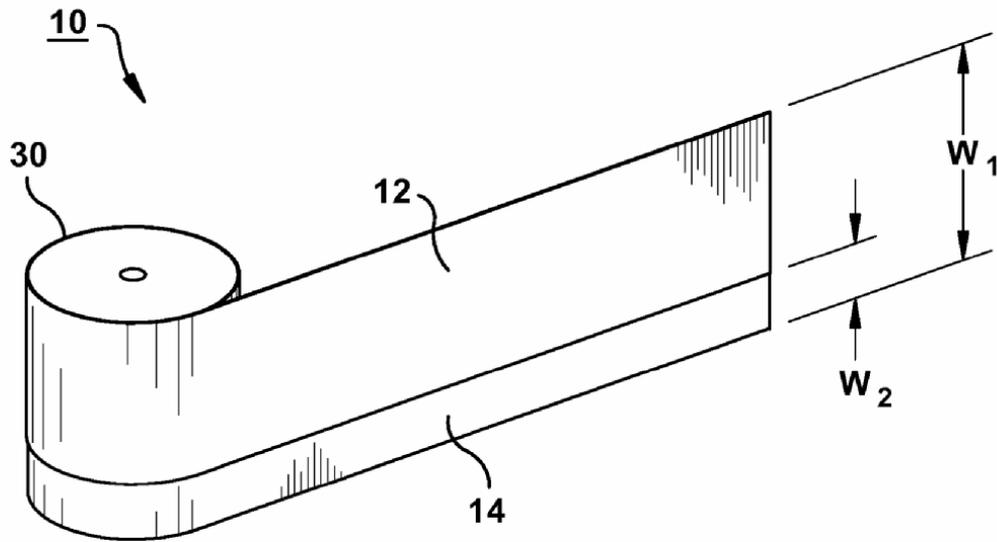


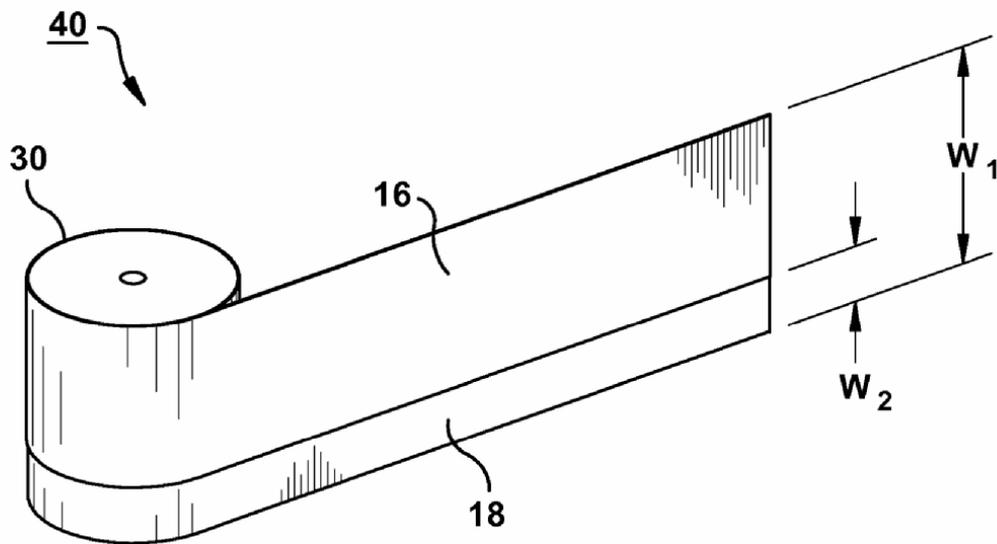
Fig. 1b



**Fig. 2a**



**Fig. 1c**



**Fig. 2b**

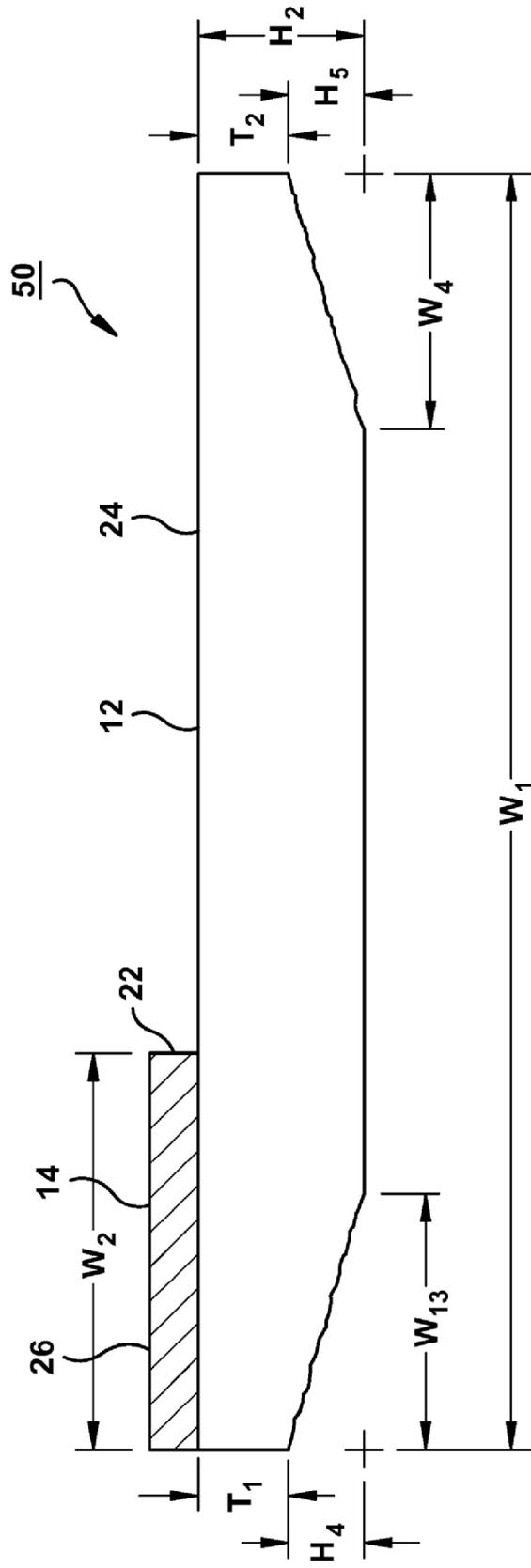


Fig. 3

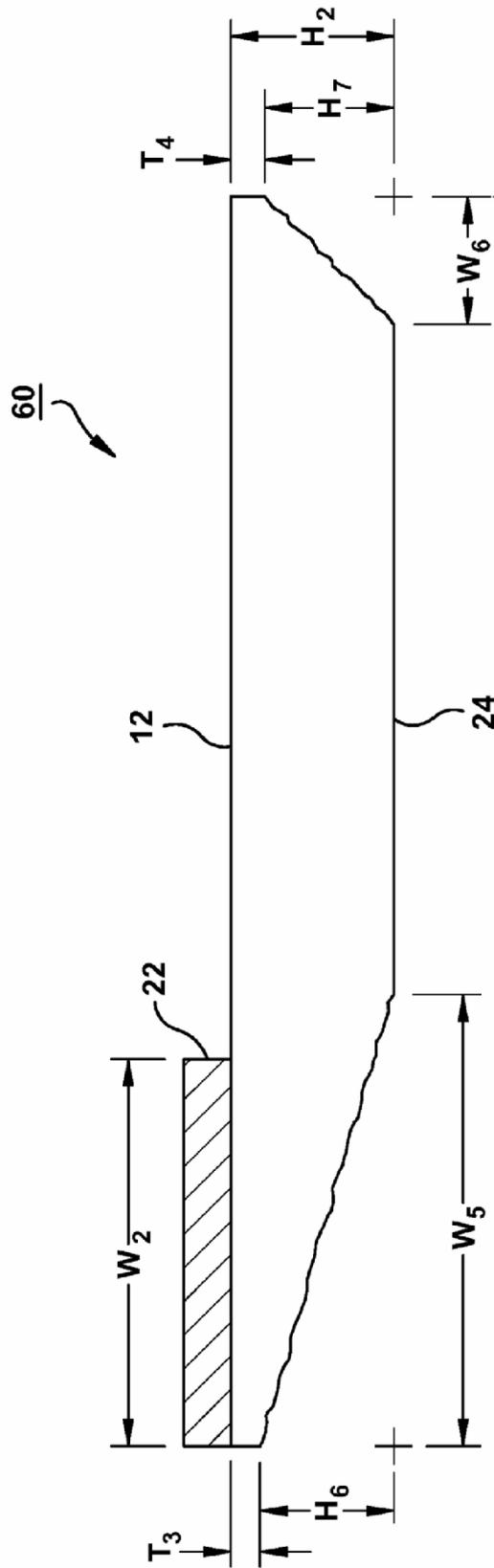


Fig. 4

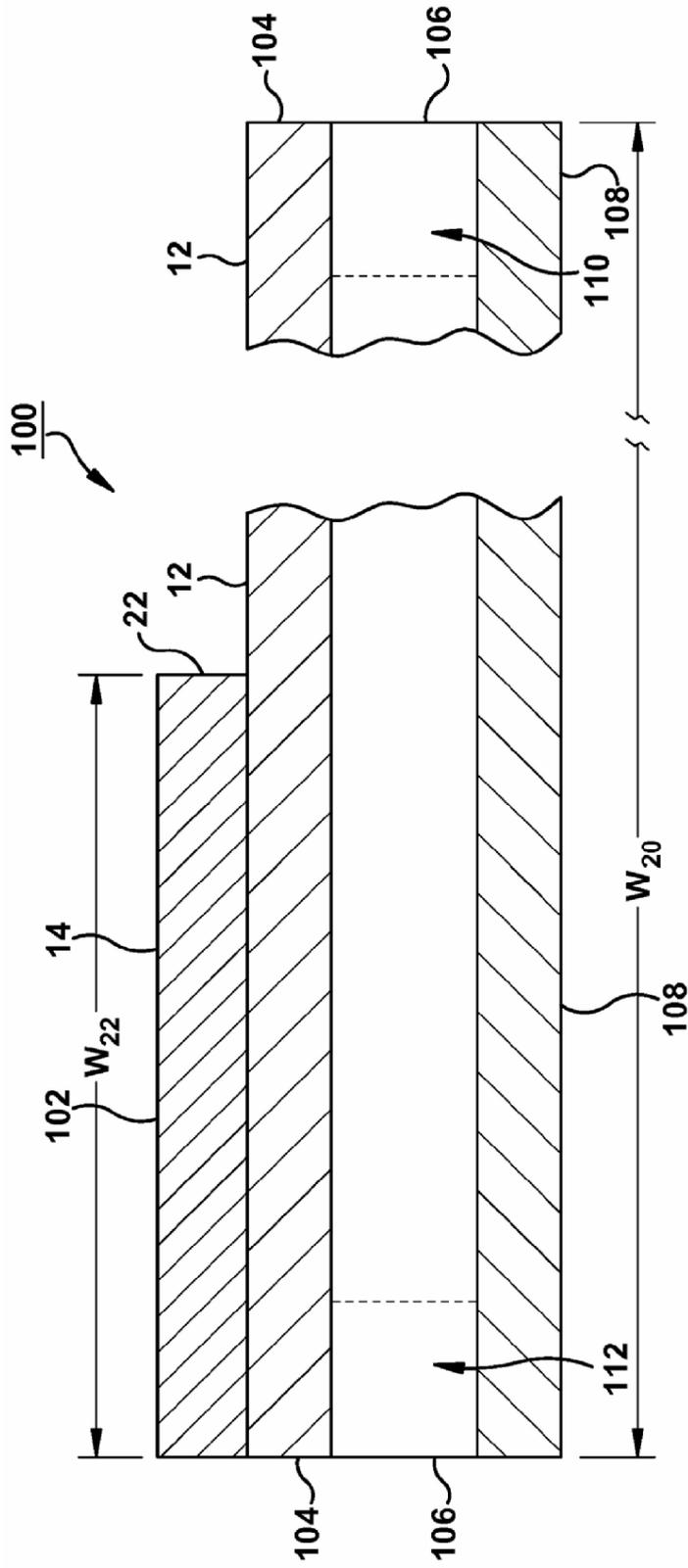
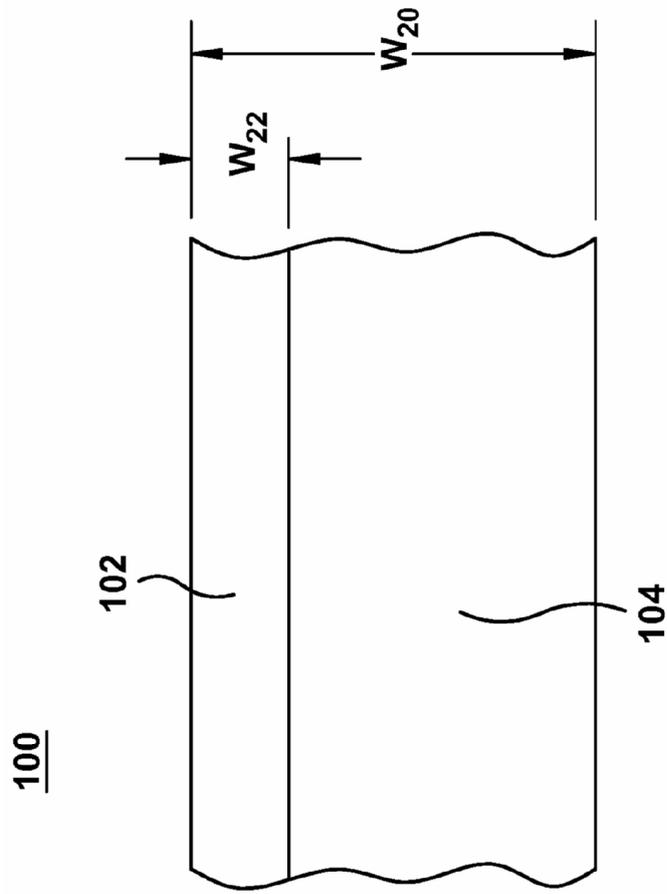


Fig. 5a



**Fig. 5b**

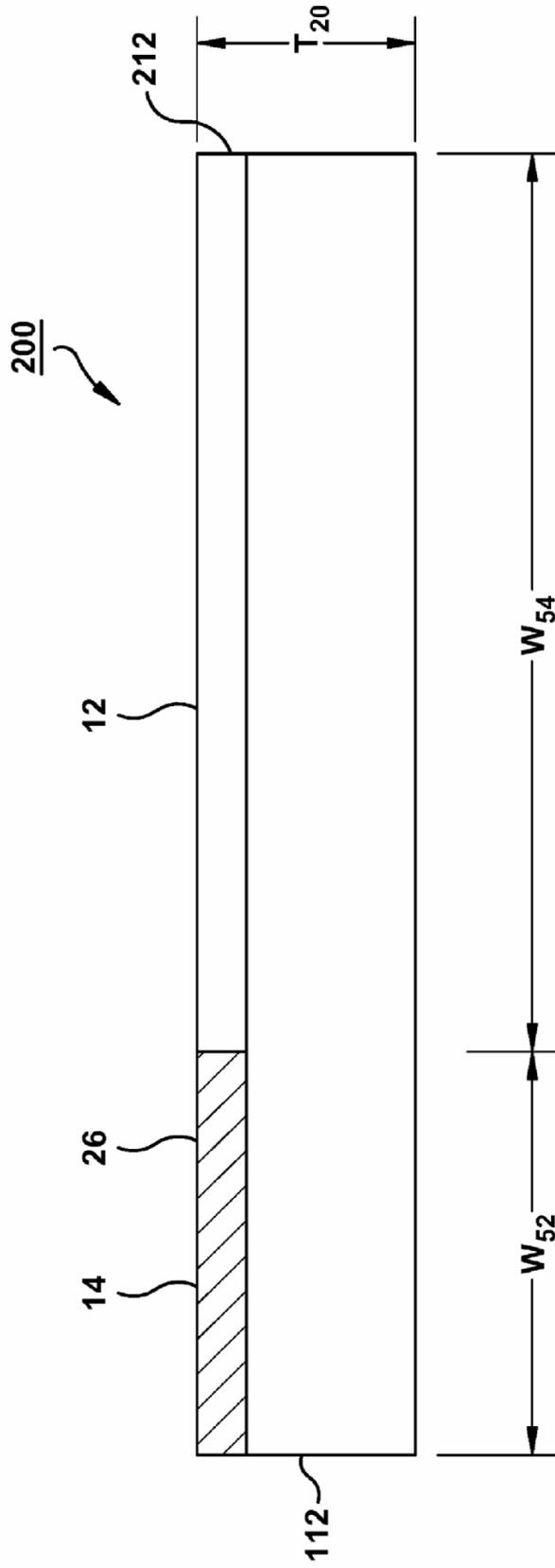
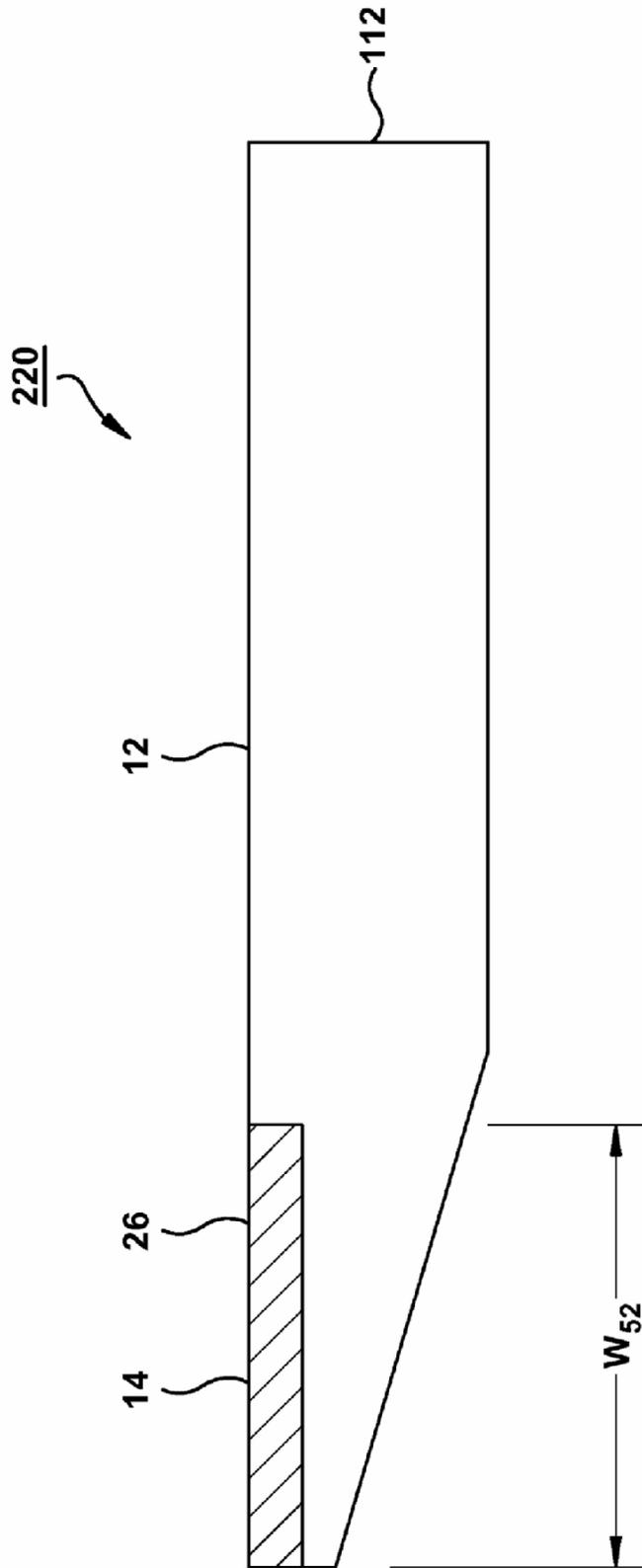


Fig. 5c



**Fig. 5d**

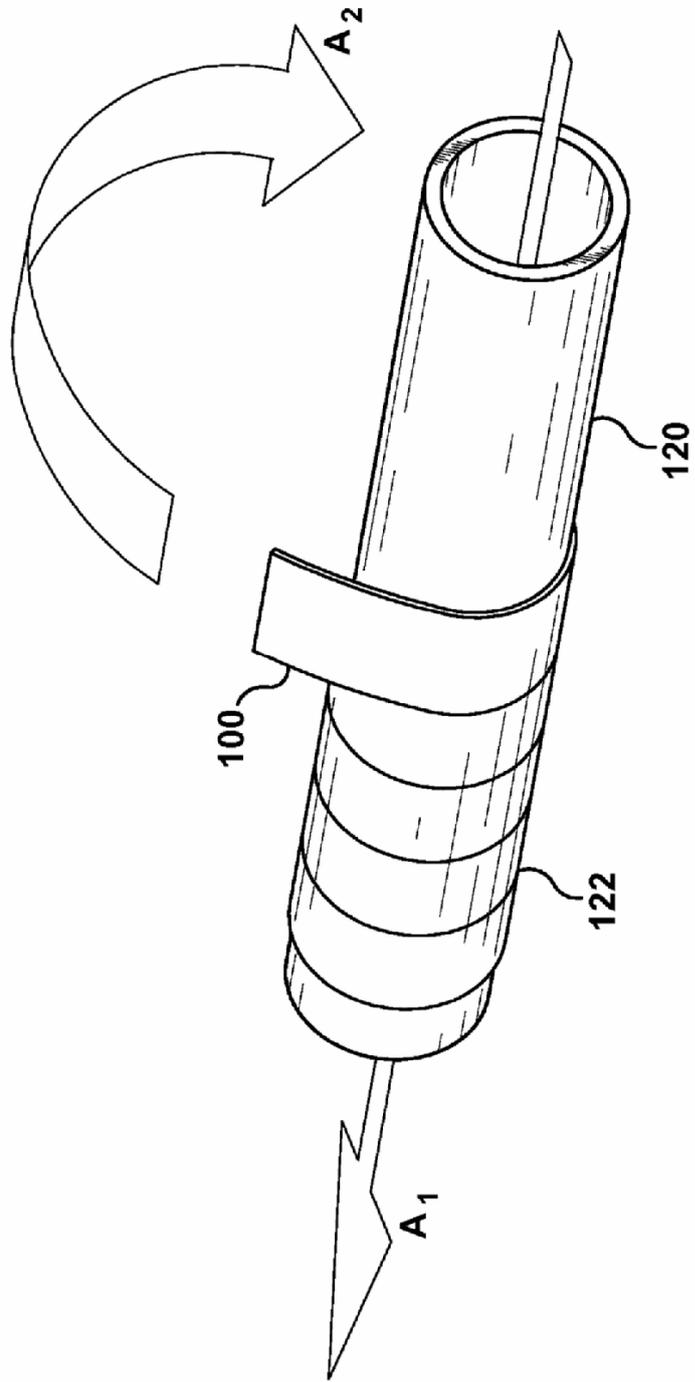


Fig. 6

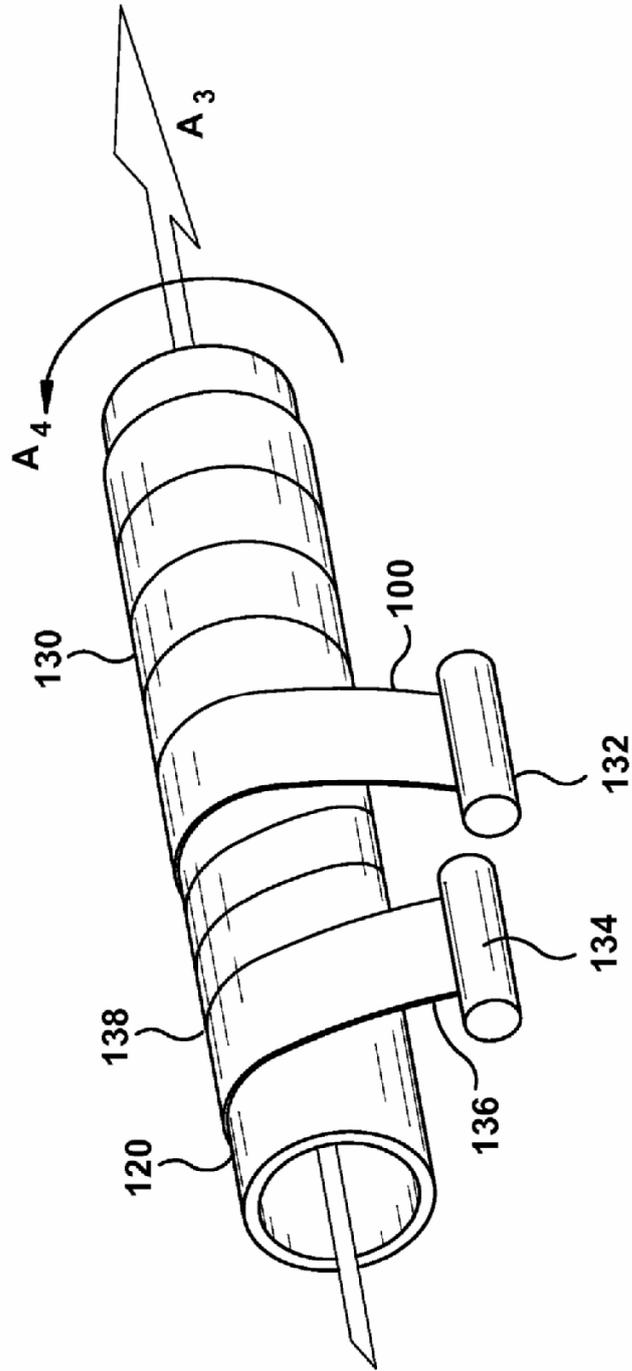


Fig. 7

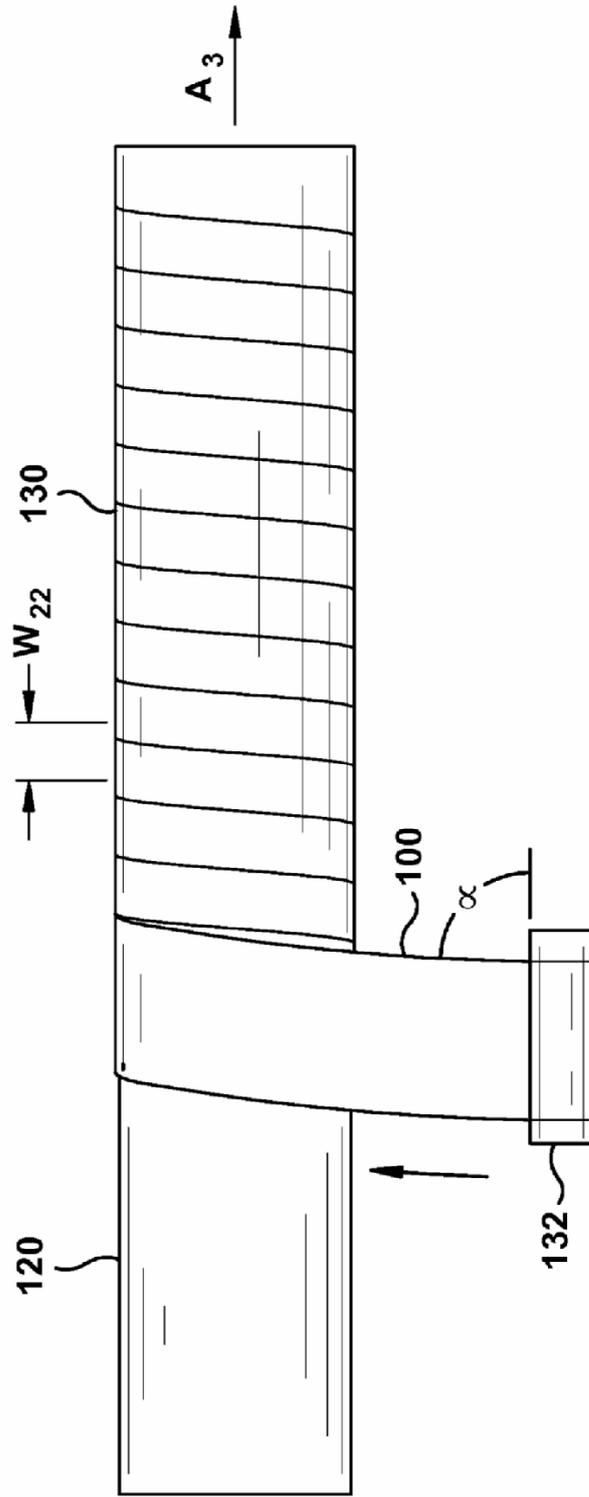
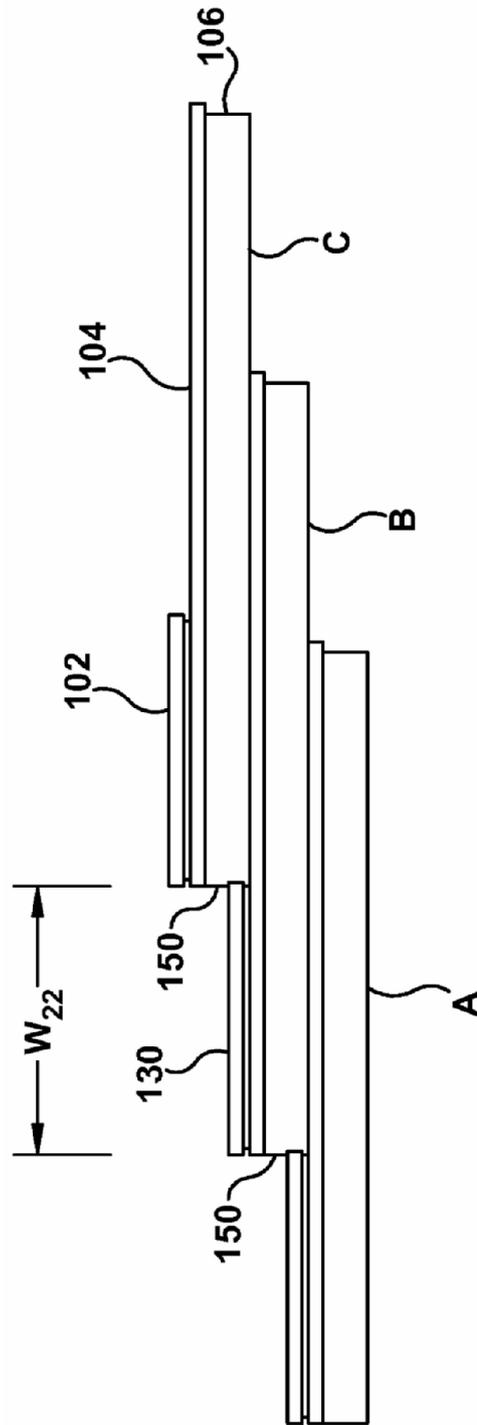


Fig. 8



**Fig. 9**

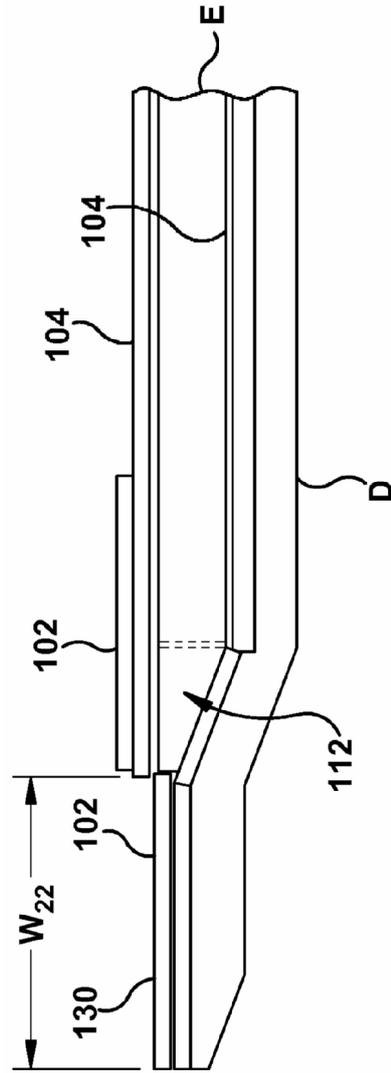


Fig. 10