

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 319**

51 Int. Cl.:

B29C 70/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09728950 .8**

96 Fecha de presentación: **19.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2262636**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2010**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un artículo compuesto laminado mediante un procedimiento de enrollado, aparato y producto relacionados**

30 Prioridad:

31.03.2008 DK 200800470

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

07.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

07.12.2012

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 44
8200-AARHUS N, DK**

72 Inventor/es:

BECH, ANTON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 392 319 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

Procedimiento de fabricación de un artículo compuesto laminado mediante un procedimiento de enrollado, aparato y producto relacionados

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un artículo compuesto laminado y, en particular, a un procedimiento que comprende enrollar cinta de fibras impregnadas con resina sobre un mandril.

Antecedentes de la invención

10 Los artículos compuestos laminados que tienen una sección transversal no cóncava pueden fabricarse mediante un procedimiento de enrollado en el que una cinta de fibras que ha pasado un recipiente con una resina termoendurecible líquida se enrolla sobre un mandril. El artículo compuesto se construye mediante el enrollado de sucesivas convoluciones helicoidales superpuestas sobre el mandril giratorio mientras se avanza la cinta hacia atrás y adelante a lo largo del mandril mediante el uso de un conjunto de corredera. Un procedimiento de fabricación tal se utiliza típicamente para fabricar artículos alargados. Un ejemplo es largueros de palas de turbinas eólicas donde se obtiene una sección transversal variable del larguero invirtiendo la corredera que sostiene la cinta cada vez más
15 cerca del extremo de la raíz del larguero. El paso de la cinta significa que el extremo de la raíz del larguero debe hacerse con una cantidad en exceso de material que tiene que ser eliminada posteriormente para obtener un larguero de pala que tenga un espesor constante en la raíz. El material en exceso se forma como un anillo con una sección transversal triangular, una cinta de anchura larga y gruesa como el laminado. Para palas de 40-45 m de longitud, el material perdido por la eliminación del anillo de exceso está en el orden de 100-150 kg por pala. Esto
20 significa una pérdida de material y de tiempo gastados en aplicar el material en exceso y en retirarlo de nuevo.

El documento WO2007/010064 muestra un procedimiento de fabricación de un artículo compuesto laminado que comprende la etapa de enrollado sucesivo superponiendo convoluciones helicoidales de una cinta impregnada con resina sobre un mandril mientras que se avanza la cinta hacia atrás y adelante a lo largo del mandril, comprendiendo la cinta una o más capas de fibras.

25 Por lo tanto, un procedimiento de fabricación mejorado y más eficaz sería ventajoso.

Objeto de la invención

30 Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de fabricación de artículos laminados compuestos mediante enrollado sin necesidad de retirar cantidades significativas de material en exceso posteriormente. Todavía puede ser necesario mecanizar la superficie de extremo por ejemplo mediante molienda para obtener una calidad de superficie final deseada. Para largueros de palas de turbinas eólicas, la cantidad de material que se retira por este medio es típicamente del orden de unos pocos kilos.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de fabricación mediante el que se reduce la cantidad de material de desecho en comparación con los procedimientos de enrollado conocidos. Esto es ventajoso tanto por razones económicas como medioambientales.

35 Es otro objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de fabricación mediante el que se reduce el tiempo de producción en comparación con los procedimientos de enrollado conocidos.

Es un objeto de algunas realizaciones de la invención proporcionar un procedimiento de fabricación tal sin la necesidad de utilizar una cinta adicional cerca del extremo del artículo.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una alternativa a la técnica anterior.

40 **Sumario de la invención**

Por lo tanto, el objeto descrito anteriormente y varios otros objetos están destinados a obtenerse en un primer aspecto de la invención proporcionando un procedimiento de fabricar un artículo de material compuesto laminado, comprendiendo dicho procedimiento la etapa de enrollado de sucesivas convoluciones helicoidales superpuestas de cinta impregnada con resina sobre un mandril mientras se avanza la cinta hacia atrás y adelante a lo largo del
45 mandril, comprendiendo la cinta una o más capas de fibras, en el que las secciones de la cinta que se enrollan sobre el mandril cerca de un extremo del mandril se pliegan para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto.

Mediante plegado se quiere decir que una sección lateral de la cinta, es decir una sección que comprende un borde, se pliega preferentemente para quedar atrapada debajo de la cinta enrollada. Esto se ilustrará en las figuras. Por este medio se puede evitar que la cinta plegada se abra en el pliegue debido a la tensión elástica de retorno en las fibras. Mediante el plegado de la cinta utilizada para el resto del artículo compuesto, puede obtenerse una geometría sustancialmente final sin la necesidad de utilizar una cinta adicional. Esto puede ser ventajoso porque el aparato de enrollado no necesita correderas de cinta adicionales y porque debe iniciarse la aplicación de una sola bobina de

cinta.

El procedimiento se usa preferentemente para la fabricación de artículos alargados, pero en principio cualquier geometría no cóncava se puede hacer. La técnica de plegado puede aplicarse en uno o ambos extremos del artículo.

- 5 Las capas de fibras en una cinta forman preferentemente una cinta coherente. Esta coherencia se obtiene preferentemente mediante tejido o cosido, pero otros procedimientos de unión, tales como encolado también se pueden utilizar. Dentro de cada capa, las fibras están típicamente orientadas unidireccionalmente, pero también pueden tener diferentes orientaciones y pueden estar entretejidas.

- 10 La geometría final del artículo compuesto puede variar ligeramente a partir de la geometría en la terminación del enrollado por ejemplo debido a la contracción de curado, a molienda tal como se ha descrito anteriormente, o a perforación de orificios de montaje.

Una anchura de la cinta plegada perpendicular a una dirección longitudinal de la cinta puede disminuir desde donde se inicia un pliegue mientras la cinta se mueve hacia el extremo correspondiente del mandril y puede aumentar mientras la cinta se aleja de ese extremo.

- 15 La cinta puede plegarse mediante la utilización de una herramienta de plegado que tiene una sección transversal en forma de U al menos en un punto de suministro donde la cinta sale de la herramienta de plegado para enrollarse sobre el mandril. Esto significa que la cinta se guía en la forma final mediante la herramienta sin la necesidad de ninguna pieza móvil. Tales piezas móviles de otro modo podrían sujetar los extremos sueltos de fibras que causan daños a la cinta y/o causan interrupción del procedimiento de enrollado. Otros tipos de medios de guía también
20 pueden ser usados para obtener el plegado en lugar de o en combinación con una herramienta en forma de U. La guía es ventajosa debido a la tensión de retorno elástica en las fibras.

- 25 El punto de suministro puede estar en estrecha proximidad de, tal como dentro de 50 mm a partir de, un punto de contacto entre la cinta y el artículo enrollado. Así la cinta está soportada durante el mayor tiempo posible para disminuir el riesgo de desplegado debido a la tensión elástica de retorno de las fibras. La herramienta de plegado preferentemente no deberá aplicar ninguna presión sobre el artículo enrollado ya que sería probable que causara daño del material.

Dos o más cintas pueden enrollarse sobre el mandril al mismo tiempo. También se puede enrollar hilo de fibra sobre el mandril entre las capas de cinta, por ejemplo para ayudar en la compresión de las capas y para añadir resistencia al artículo compuesto en la dirección transversal.

- 30 El procedimiento puede comprender adicionalmente el enrollado de uno o más hilos de fibra sobre el artículo compuesto entre capas seleccionadas de la cinta plegada para comprimir el pliegue. Esto puede ser necesario si el material plegado se abriera de otra manera y provocara la distorsión de la estructura laminada del artículo enrollado.

Un procedimiento alternativo de fabricación de un material compuesto laminado comprende las etapas de

- 35 - enrollar sucesivas convoluciones helicoidales superpuestas de una primera cinta impregnada en resina sobre un mandril mientras se avanza la cinta hacia atrás y adelante a lo largo del mandril, comprendiendo la cinta una o más capas de fibras y

- enrollar las capas de una segunda cinta que tienen un borde recto y un borde dentado sobre una sección de extremo del mandril para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto.

- 40 Este procedimiento podría ser particularmente ventajoso para cintas que tienen tipos de fibras y/o un espesor que hace difícil plegarlas satisfactoriamente.

- 45 La distancia entre dos dientes de sierra sucesivos puede corresponder sustancialmente a una circunferencia del artículo compuesto enrollado. Por este medio el material aplicado por la cinta dentada corresponde más o menos al material que "falta" de las bobinas realizadas por la cinta utilizada para el resto del artículo, si las bobinas con esta cinta se devuelven cuando la cinta alcanza un extremo del mandril.

- 50 Alternativamente la distancia entre dos dientes de sierra sucesivos puede ser menor que una circunferencia del artículo compuesto enrollado, tal como la distancia que está entre un décimo parte y una mitad, tal como entre una décimo parte y una quinta parte o entre una quinta parte y un tercio de la circunferencia. Esto resultará en un patrón más aleatorio de dientes de sierra, de tal forma que se obtienen el espesor y la geometría deseados del artículo enrollado.

La segunda cinta puede comprender una banda de fibras unidireccionales orientadas en una dirección de la longitud de la segunda cinta. A medida que la cinta se aplica típicamente sometida a tensión, estas fibras unidireccionales ayudarán a sujetar las capas giradas en posición sometida a compresión.

Un procedimiento de acuerdo con la presente invención también puede comprender la etapa de calentar el artículo compuesto para curar la resina.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un aparato para fabricar un artículo compuesto laminado, comprendiendo el aparato

- 5 - un mandril sobre el que se enrolla una cinta,
- medios para hacer girar el mandril,
- un conjunto de corredera adaptado para avanzar la cinta hacia atrás y adelante a lo largo del mandril y
- una herramienta de plegado adaptada para plegar las secciones de la cinta que se enrolla sobre el mandril cerca de un extremo del mandril antes de que se enrolle sobre el mandril para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto.

10 En cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, al menos un extremo del mandril puede tener una pestaña de extremo con una circunferencia mayor que el mandril. Una pestaña de extremo tal se puede utilizar para ayudar en la colocación de la(s) cinta(s) para asegurar una longitud correcta del artículo laminado. La pestaña de extremo también se puede utilizar como referencia cuando se monitoriza el espesor del material aplicado y
15 contrarresta la resina que se drena fuera del material durante el curado a temperatura elevada. La pestaña puede colocarse sobre el mandril antes o después de los procedimientos de enrollado en función de los propósitos que tiene que satisfacer.

Un aparato de acuerdo con la presente invención también puede comprender

- 20 - uno o más recipientes para almacenar la resina a aplicarse a la cinta antes de que se enrolle sobre el mandril y
- un conjunto de corredera adaptado para hacer avanzar los uno o más recipientes hacia atrás y adelante a lo largo del mandril.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un larguero de pala de turbina eólica fabricado mediante un procedimiento o mediante el uso de un aparato tal como el descrito anteriormente.

25 El primero, segundo y tercer aspectos de la presente invención pueden cada uno combinarse con cualquiera de los otros aspectos. Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

Breve descripción de las figuras

30 El procedimiento de fabricación de un artículo compuesto laminado según la invención se describirá ahora en más detalle con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una manera de implementar la presente invención y no deben interpretarse como que son limitantes para otras posibles realizaciones incluidas dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjunto.

35 La figura 1.a muestra esquemáticamente un artículo alargado fabricado mediante un procedimiento conocido que resulta en material en exceso en un extremo del artículo después de su enrollado. La figura 1.b ilustra la relación entre la posición de la cinta en la dirección longitudinal del artículo (marcado con s) y el ángulo de rotación (α) del mandril sobre el que se enrolla la cinta.

La figura 2 muestra una vista en sección longitudinal de un artículo fabricado mediante un procedimiento de enrollado conocido.

40 La figura 3 muestra esquemáticamente el plegado de la cinta en un procedimiento de fabricación de acuerdo con la presente invención. La figura muestra cómo la anchura de la cinta plegada disminuye cuando la cinta se mueve hacia el extremo del mandril y se incrementa cuando la cinta se mueve alejándose del extremo del mandril.

La figura 4 muestra que el borde lateral de la cinta se pliega y se mantiene en posición mediante la cinta mientras se enrolla sobre el mandril

La figura 5 muestra esquemáticamente una forma en sección transversal de una herramienta de plegado vista en la dirección longitudinal de la cinta.

45 La figura 6 es una vista superior esquemática de una herramienta de plegado utilizada para enrollar la cinta sobre un artículo compuesto que se fabrica de acuerdo con la presente invención. Las figuras 6.a y 6.b muestran la situación justo antes y justo después de cambiar la dirección de la cinta.

La figura 7 es una vista de extremo esquemática del procedimiento en la figura 6.

La figura 8 es una etapa en un procedimiento de fabricación que comprende el uso de una segunda cinta. La

segunda cinta tiene un borde recto y un borde dentado.

La figura 9 muestra esquemáticamente una parte de un mandril con una pestaña de extremo.

Descripción detallada de una realización

5 Una manera de fabricar artículos compuestos laminados, alargados, tales como por ejemplo largueros de palas de turbinas eólicas, es mediante un procedimiento de enrollado en el que una cinta 2 hecha de capas coherentes de fibras se enrolla sobre un mandril 3. Antes de enrollarse sobre el mandril 3, la cinta 2 pasa típicamente por un recipiente (no mostrado) con una resina termoendurecible líquida. El artículo compuesto 1 se crea mediante el enrollado de convoluciones helicoidales sucesivas superpuestas de la cinta 2 sobre el mandril 3, mientras avanza la cinta 2 hacia atrás y adelante a lo largo del mandril 3 mediante el uso de un conjunto de corredera (no mostrado). Un procedimiento tal se conoce por un experto en la técnica y para centrarse en los aspectos inventivos de la presente invención, varias partes del equipo de fabricación se quedan fuera en las figuras; estas partes incluyen el recipiente de resina, el conjunto de accionamiento para hacer girar el mandril y el conjunto de corredera para mover la cinta 2.

15 Los antecedentes de la presente invención están relacionados con la fabricación de artículos que tienen una superficie de extremo que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del artículo y que tiene un espesor de laminado sustancialmente constante por lo menos en ese extremo. Para largueros de palas de turbinas eólicas, esta superficie de extremo está típicamente presente en el extremo de la raíz del larguero. Cuando un larguero de pala de turbina eólica se fabrica mediante procedimientos conocidos de enrollado, es necesario enrollar un larguero más largo que el espécimen acabado debido al paso de la cinta. De lo contrario el larguero no tendría la geometría y el espesor correctos en el extremo de la raíz.

20 La figura 1.a muestra esquemáticamente un artículo alargado 1 fabricado mediante un procedimiento conocido que resulta en material en exceso en un extremo del artículo después del enrollado. Este material en exceso, marcado E en la figura 2, debe retirarse después de que la resina se haya curado lo que resulta en un desperdicio tanto de material como de tiempo; gastándose el tiempo perdido añadiendo primero y retirando después el material. La figura 1.b muestra la relación entre la posición de la cinta en la dirección longitudinal del artículo (marcada con s) y el ángulo de rotación (α) del mandril sobre el que se enrolla la cinta. La posición angular de la parte de la cinta entre A y B, es decir, el exceso de material, típicamente varía de capa a capa resultando en una geometría en sección transversal del artículo enrollado tal como se muestra en la figura 2. El exceso de material tiene un espesor decreciente desde el espesor, t , del artículo compuesto 1.

30 La cinta utilizada para la fabricación de compuestos laminados mediante enrollado puede por ejemplo comprender capas de fibras transversales estando orientadas en orientaciones opuestas cerca de la perpendicular a la dirección longitudinal de la cinta 2 y las capas de fibras unidireccionales en la dirección longitudinal. Las capas pueden por ejemplo coserse juntas y/o las fibras en algunas de las capas en o todas las capas pueden estar entretejidas. Las fibras transversales proporcionan resistencia a la flexión en la dirección de la longitud del artículo fabricado 1 y las fibras longitudinales se utilizan para comprimir el material enrollado durante la fabricación así como para proporcionar resistencia en la dirección transversal del artículo fabricado.

40 La figura 3 muestra esquemáticamente cómo la cinta puede plegarse para obtener un artículo compuesto alargado 1 fabricado por enrollado de tal manera que no hay necesidad de retirar cantidades sustanciales de material en exceso posteriormente. Esto se obtiene plegando la cinta 2 cerca de un extremo del artículo 1 que está enrollándose de modo que la anchura, w , de la cinta plegada disminuye cuando la cinta se mueve hacia el extremo del mandril y aumenta cuando la cinta se mueve alejándose del extremo del mandril. La dirección de movimiento del conjunto de corredera que sujeta la cinta se muestra mediante flechas en la figura 3. El borde de la cinta 2 está preferentemente plegado hacia dentro de tal modo que el material plegado se sujeta entre la porción externa de la cinta 2 y el material aplicado previamente. Por este medio se puede evitar que la cinta plegada 2 se abra en el pliegue debido a la tensión elástica de retorno en las fibras. El principio se ilustra adicionalmente en la figura 4 que muestra que el borde lateral de la cinta se pliega y se mantiene en posición mediante la cinta mientras que se enrolla sobre el mandril. Las fibras unidireccionales en la dirección longitudinal de la cinta 2 tensarán la porción externa de la cinta 2 hacia la porción plegada de la cinta 2 lo que puede garantizar que el cuello plegado está suficientemente comprimido para permanecer plano. En caso de que el pliegue no esté suficientemente plano, uno o más hilos de fibra adicionales (no mostrados) pueden aplicarse sometidos a tensión para mantener el pliegue hacia abajo. Estos hilos de fibra pueden utilizarse a lo largo de toda la longitud del artículo 1 o únicamente cuando la cinta 2 está plegada.

50 El plegado de la cinta 2 puede por ejemplo obtenerse mediante el uso de una herramienta de plegado 5 que tiene una forma en sección transversal tal como se muestra esquemáticamente en la figura 5. La herramienta de plegado 5 se ve en la dirección longitudinal de la cinta 2. La figura 6 es una vista superior esquemática de la herramienta de plegado 5 de la figura 5 utilizada para enrollar la cinta 2 sobre un artículo compuesto 1 que se fabrica de acuerdo con la presente invención. Las figuras 6.a y 6.b muestran la orientación de la cinta 2 justo antes y justo después de cambiarse la dirección del conjunto de corredera que sujeta la cinta. El material plegado está indicado mediante línea discontinua. Durante el enrollado hacia el extremo derecho del mandril (con respecto a la figura 6), la cinta 2 se extiende cada vez más profunda en la herramienta de plegado 5 desde el lado. Cuando el borde lateral de la cinta 2 alcanza la curva en U 6 en la herramienta de plegado 5, sigue la curva 6 y sale en una forma de U. El punto de

suministro 7 de la herramienta de plegado 5 está cerca del punto tangencial de contacto entre la cinta 2 y el artículo enrollado 1 tal como se muestra en la figura 7, que es una vista de extremo esquemática del procedimiento que se muestra en la figura 6. Así el borde plegado queda atrapado debajo de la cinta 2 justo después de salir de la herramienta de formación 5. Esto impide el retorno elástico de la parte plegada de la cinta 2. La herramienta de plegado 5 se mueve solamente típicamente en la dirección radial del artículo enrollado. Sin embargo, también es posible dentro del alcance de la presente invención que la herramienta de plegado 5 se mueva hacia atrás y adelante a lo largo de la parte del mandril 3 donde se va a hacer el pliegue o que se pivota. La forma y la posición de la herramienta de plegado 5 con respecto al curso de la cinta 2 se seleccionan preferentemente de manera que solamente una cantidad insignificante de resina se retira de la cinta 2 mediante la herramienta de plegado 5. El tamaño y la forma de la herramienta de plegado 5 pueden diferir de los que se muestran en las figuras siempre y cuando se obtenga el objeto de la invención.

Cuando la cinta 2 alcanza el extremo del mandril 3 y el conjunto de corredera cambia la dirección, la anchura de la cinta plegada se incrementa hasta que la cinta 2 se despliega de nuevo y se puede utilizar para el resto del artículo 1; véase la figura 6.b. El pliegue se hace preferentemente cada vez que la cinta alcanza al extremo, pero también puede hacerse alternativamente solamente para un número predefinido de bobinados. En este caso el conjunto de corredera cambiaría preferentemente de dirección cuando el borde de los bobinados de la cinta 2 que no se pliega alcanza el extremo del mandril 3 para evitar que el exceso de material se retire posteriormente.

La figura 8 ilustra esquemáticamente una etapa en un procedimiento de fabricación alternativo en la que se obtiene una geometría sustancialmente final después del enrollado mediante el uso de una segunda cinta 8; es decir otra cinta que aquella utilizada para el enrollado del resto del artículo de material compuesto 1. La segunda cinta 8 preferentemente no se mueve a lo largo del mandril 3.

La segunda cinta 8 ilustrada tiene un borde recto 8a y un borde dentado 8b y comprende una banda 8c de fibras unidireccionales colocadas en el borde recto 8a. La banda 8 se aplica sometida a tensión y las fibras unidireccionales proporcionan así una compresión de la capa de giro que ayuda a mantener la segunda cinta 8 en posición. La aplicación de la primera cinta 2 utilizada para el resto del artículo se devuelve cuando esa cinta 2 alcanza el extremo 4 del mandril 3 y el material "faltante" está formado mediante la cinta dentada 8. En algunas realizaciones de la invención, la cinta dentada 8 está hecha del mismo tipo de fibras que la cinta 2 utilizada para el resto del artículo 1. En otras realizaciones, puede utilizarse una cinta dentada 8 más gruesa y puede ser posible aplicar solamente la cinta dentada 8 entre números predeterminados de las otras capas de la cinta 2. En contraste con las realizaciones con un pliegue descrito anteriormente, el uso de una segunda cinta dentada 8 hace necesario el uso de un rodillo adicional de cinta y un recipiente de resina correspondiente. Por el contrario, no se necesita una herramienta de plegado 5, y la elección del procedimiento de fabricación puede ser hasta en el sitio real de fabricación. La elección, por ejemplo, puede depender del tipo de cinta 2 utilizada, ya que algunas fibras y espesores son más fáciles de plegar que otros.

En algunas realizaciones de la invención, el mandril 3 sobre el que se enrolla la cinta 2, 8 comprende una pestaña de extremo 9 tal como se ilustra en la figura 9. Esta pestaña de extremo 9 se puede utilizar para ayudar en la colocación de la cinta para asegurar una longitud correcta del artículo laminado 1. En las realizaciones con una cinta plegada 2, se debe asegurar que el cuello del pliegue está justo frente a la pestaña de extremo 9 de modo que no haya demasiado material "atrapado" detrás de la pestaña de extremo 9. La pestaña de extremo 9 también se puede utilizar como referencia al monitorizar el espesor del material aplicado y contrarrestar la resina que se drena fuera del artículo 1. Una membrana semipermeable (no mostrada) puede aplicarse para cubrir la interfaz entre la pestaña y el laminado para reducir la resina que drena fuera del extremo laminado. La pestaña de extremo 9 debe ser preferentemente desplazable axialmente de tal manera que las abrazaderas de desmoldeado (no mostradas) puedan actuar sobre la pestaña del extremo 9 y presionar el artículo 1 fuera del mandril 3 después de curado.

En todas las realizaciones de la invención, cualquier tipo adecuado de fibras puede ser utilizado, tal como fibras de vidrio, de carbono o de aramida. Una cinta 2 también puede estar hecha de dos o más tipos de fibras y partes del artículo compuesto laminado 1 pueden estar hechas de un tipo adicional de cinta, tal como una cinta que tiene otro tipo de fibras que las que se utilizan para el resto del artículo. La resina es una resina termoendurecible y por ejemplo puede ser poliéster, éster de vinilo o epoxi. Después de la terminación del enrollado, el material se deja típicamente curar a temperatura elevada mientras que se hace girar en el mandril. La temperatura de curado real y el tiempo dependen del tipo de resina utilizada y del espesor del laminado.

La descripción anterior se relaciona con realizaciones en las que la cinta pasa por un recipiente con una resina termoendurecible líquida antes de que se enrolle sobre el mandril. Sin embargo, las realizaciones en las que se suministra la cinta desde un carrete de fibras preimpregnadas también están cubiertas por el alcance de la presente invención.

Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con las realizaciones especificadas, no debería interpretarse como que está limitada en modo alguno a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se establece por el conjunto de reivindicaciones adjunto. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. no debería interpretarse como excluyendo una pluralidad. El uso de signos

de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se interpretará como limitante del alcance de la invención. Además, las características individuales que se mencionan en diferentes reivindicaciones, pueden posiblemente combinarse ventajosamente y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de fabricación de un artículo laminado compuesto (1), comprendiendo dicho procedimiento la etapa de enrollar sucesivas convoluciones helicoidales superpuestas de cinta impregnada en resina (2) sobre un mandril (3) mientras se avanza la cinta (2) hacia atrás y adelante a lo largo del mandril (3), comprendiendo la cinta (2) una o más capas de fibras, caracterizado porque secciones de la cinta (2) que se enrollan sobre el mandril (3) cerca de un extremo del mandril (3) se pliegan para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto (1) que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto (1).
- 10 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la anchura de la cinta plegada (2) perpendicular a una dirección longitudinal de la cinta (2) disminuye desde donde se inicia un pliegue mientras la cinta (2) se mueve hacia el extremo correspondiente del mandril (3) y aumenta mientras la cinta (2) se mueve alejándose de ese extremo.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la cinta (2) se pliega mediante el uso de una herramienta de plegado (5) que tiene una sección transversal en forma de U al menos en un punto de suministro (7) donde la cinta (2) abandona la herramienta de plegado (5) para enrollarse sobre el mandril (3).
- 15 4. Un procedimiento según la reivindicación 3, en el que el punto de suministro (7) está en estrecha proximidad de, tal como dentro de 50 mm a partir de, un punto de contacto entre la cinta (2) y el artículo enrollado (1).
5. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que también comprende enrollar uno o más hilos de fibra alrededor del artículo compuesto (1) entre capas seleccionadas de la cinta plegada (2) para comprimir el pliegue.
- 20 6. Un procedimiento de fabricar un artículo laminado compuesto (1), comprendiendo dicho procedimiento las etapas de
 - enrollar sucesivas convoluciones helicoidales superpuestas de una primera cinta (2) impregnada en resina sobre un mandril (3), mientras avanza la cinta (2) hacia atrás y adelante a lo largo del mandril (3), comprendiendo la cinta (2) una o más capas de fibras y
 - 25 - enrollar capas de una segunda cinta (8) que tienen un borde recto (8a) y un borde dentado (8b) sobre una sección de extremo del mandril (3) para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto (1) que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto (1).
7. Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que la distancia entre dos dientes de sierra consecutivos corresponde sustancialmente a la circunferencia del artículo compuesto enrollado (1).
- 30 8. Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que la distancia entre dos dientes de sierra consecutivos es menor que una circunferencia del artículo compuesto enrollado (1), tal como la distancia que está entre una décima parte y una mitad, tal como entre una décima parte y una quinta parte o entre una quinta parte y un tercio de la circunferencia.
9. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la segunda cinta (8) comprende una banda (8c) de fibras unidireccionales orientadas en una dirección longitudinal de la segunda cinta (8).
- 35 10. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende adicionalmente la etapa de calentar el artículo de material compuesto (1) para curar la resina.
11. Un aparato para fabricar un artículo laminado compuesto (1), comprendiendo el aparato
 - un mandril (3) sobre el que se puede enrollar la cinta (2),
 - medios para hacer girar el mandril (3),
 - 40 - un conjunto de corredera adaptado para avanzar la cinta (2) hacia atrás y adelante a lo largo del mandril (3) y
 - una herramienta de plegado (5) adaptada para plegar secciones de la cinta (2) que se enrollan sobre el mandril (3) cerca de un extremo del mandril (3) antes de que se enrollen sobre el mandril (3) para obtener una superficie de extremo del artículo compuesto (1) que es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del artículo compuesto (1).
- 45 12. Un aparato según la reivindicación 11, en el que la herramienta de plegado (5) está adaptada para plegar la cinta (2) de tal manera que una anchura de la cinta plegada (2) perpendicular a una dirección longitudinal de la cinta (2) disminuye desde donde se inicia un pliegue mientras la cinta (2) se mueve hacia el extremo correspondiente del mandril (3) y aumenta mientras la cinta (2) se mueve alejándose de ese extremo.
- 50 13. Un aparato según la reivindicación 11 o 12, en el que la herramienta de plegado (5) tiene una sección transversal en forma de U al menos en un punto de suministro (7) donde la cinta (2) abandona la herramienta de plegado (5)

para enrollarse sobre el mandril (3).

14. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que al menos un extremo del mandril (3) tiene una pestaña de extremo (9) con una circunferencia mayor que el mandril (3).

5 15. Un larguero de pala de turbina eólica fabricado mediante un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 o mediante el uso de un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.

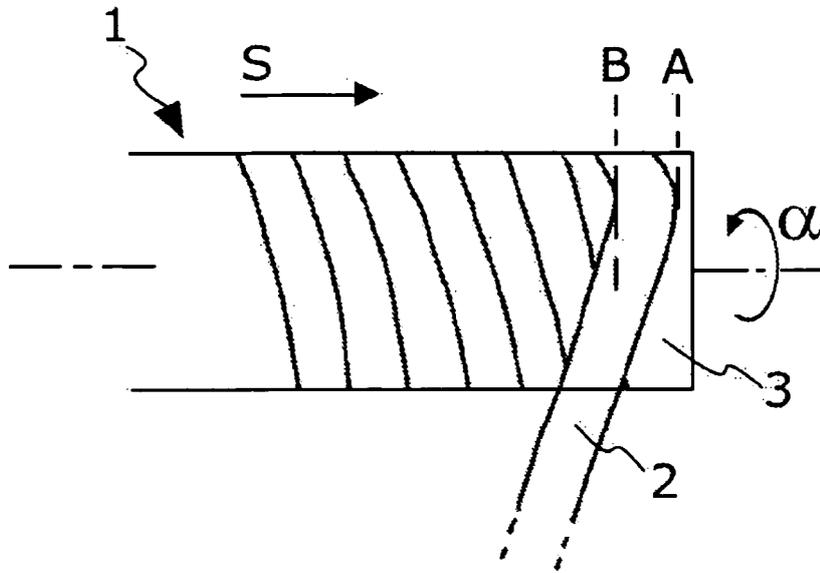


Fig. 1.a, técnica conocida

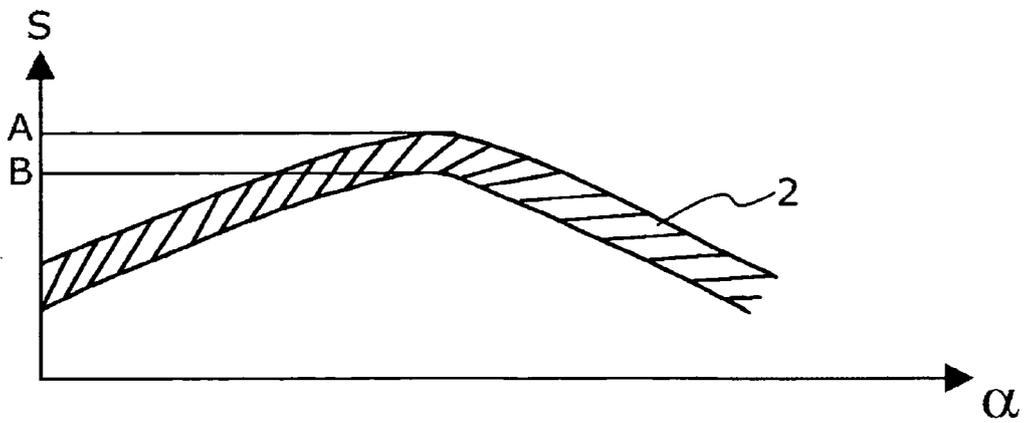


Fig. 1.b, técnica conocida

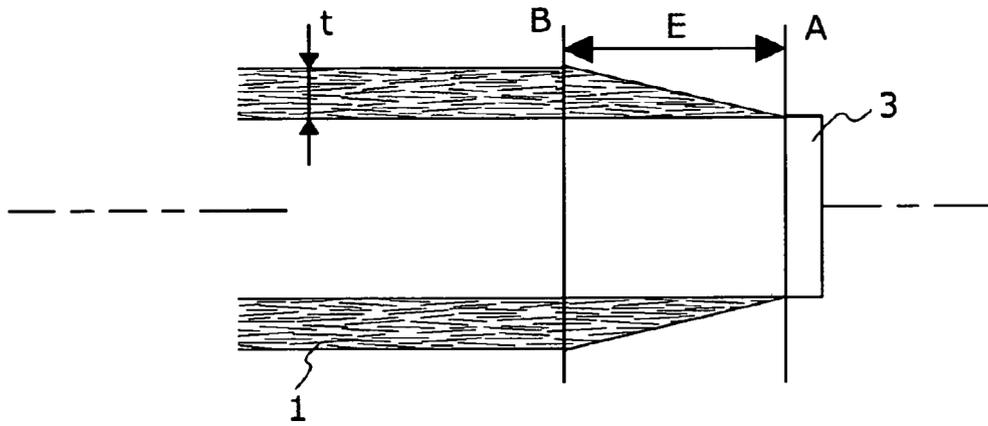


Fig. 2, técnica conocida

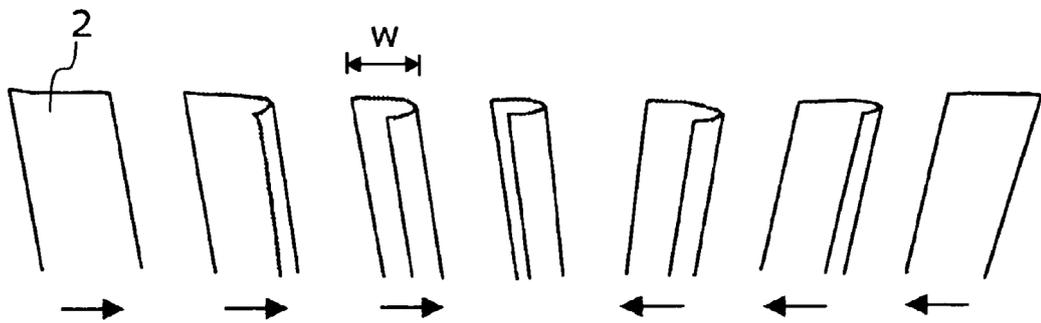


Fig. 3

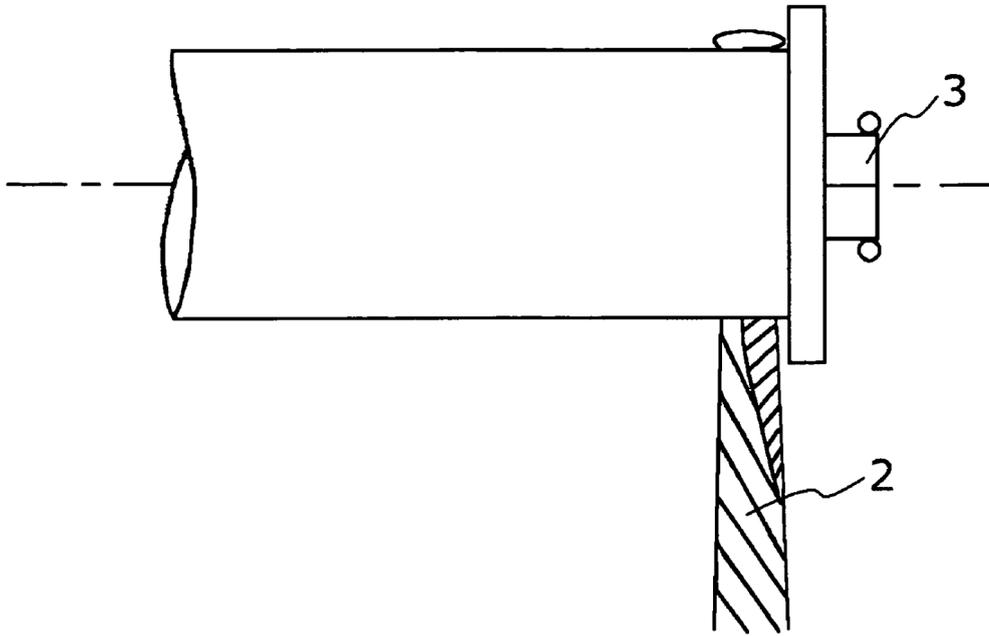


Fig. 4

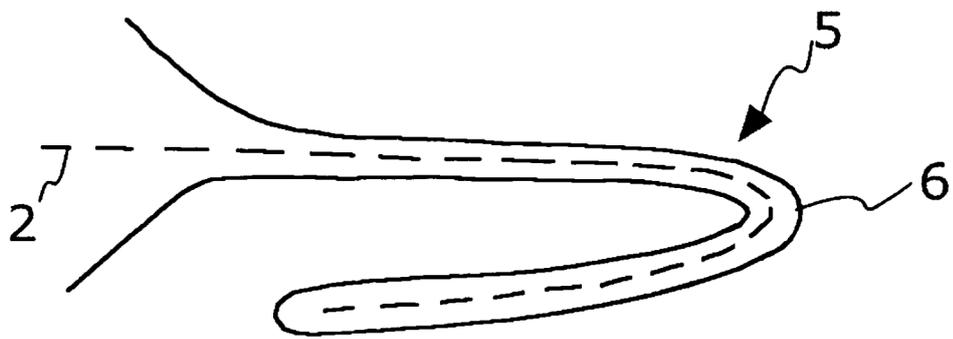


Fig. 5

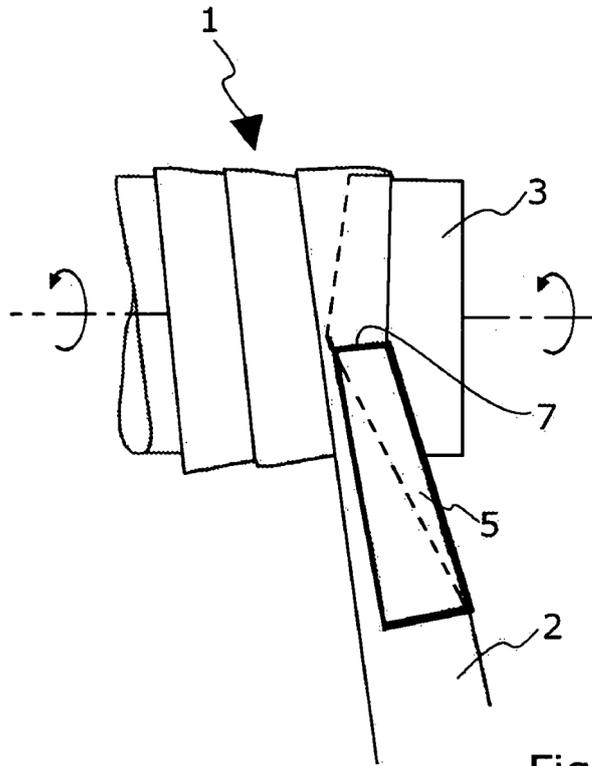


Fig. 6.a

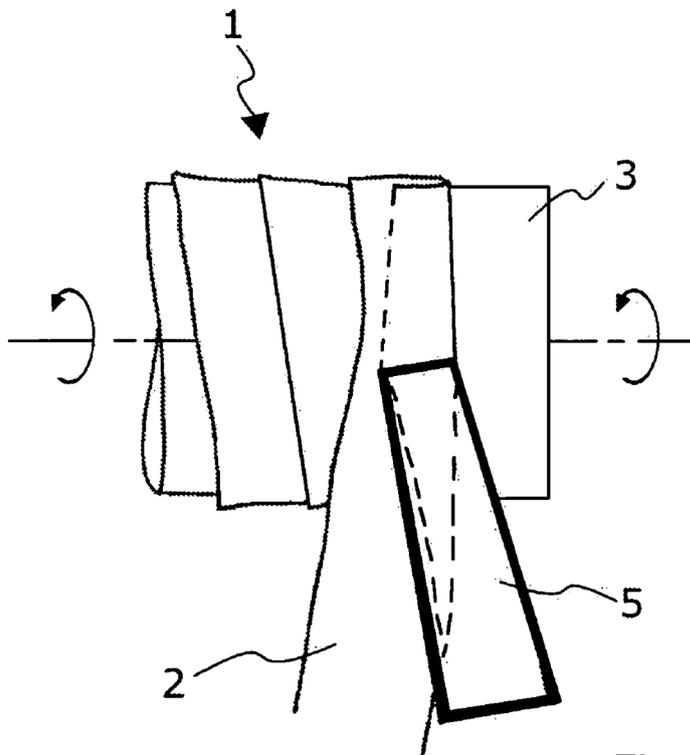


Fig. 6.b

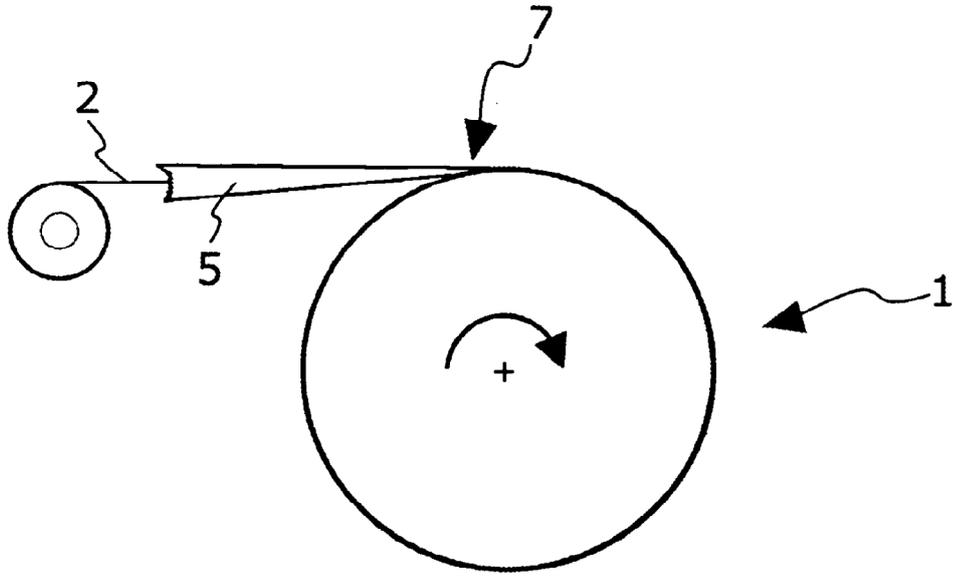


Fig. 7

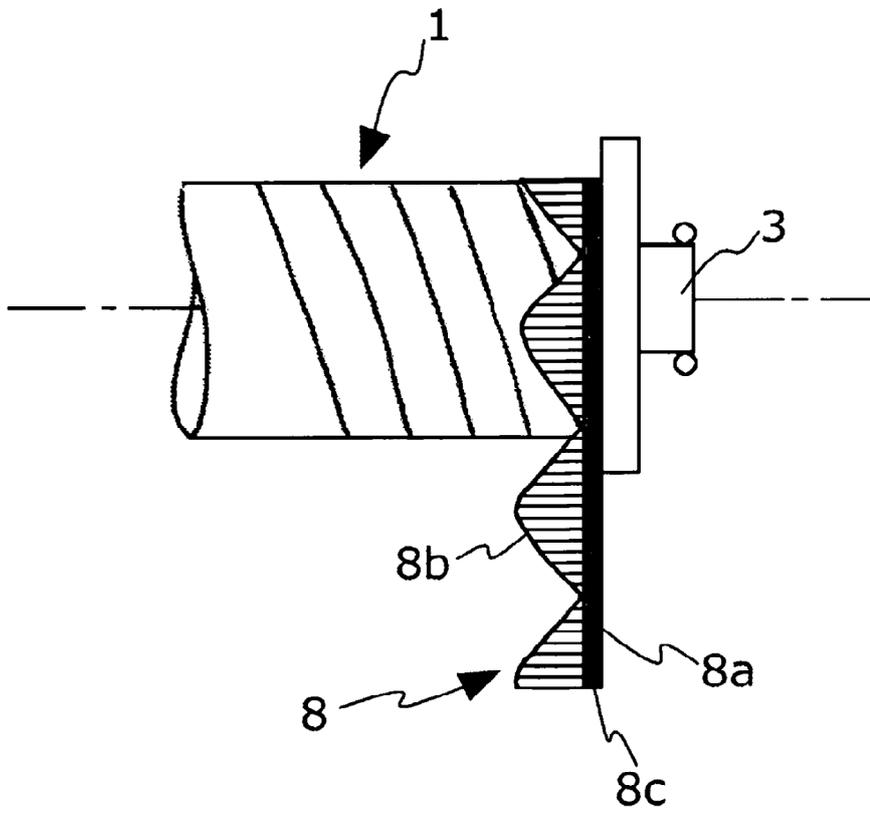


Fig. 8

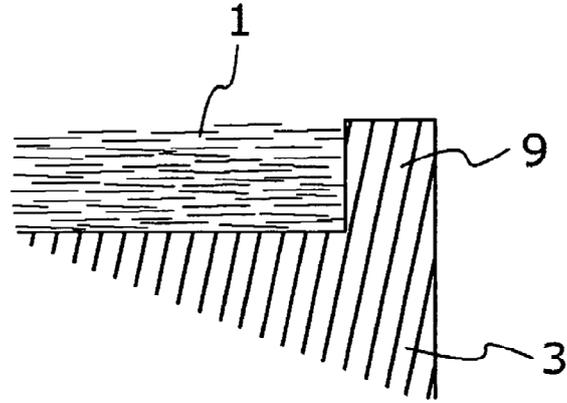


Fig. 9