(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 015 479**

(51) Int. Cl.:

B29C 73/24 (2006.01)
F03D 80/50 (2006.01)
B29B 17/02 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2022 E 22161175 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024 EP 4241971**

(54) Título: **Procedimientos para retirar elementos de tapa de larguero**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2025

(73) Titular/es:

LM WIND POWER A/S (100.00%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK

(72) Inventor/es:

REDMOND-GRAY, DYLAN;
RAZEGHI, RAMA y
HANRAHAN, KRISTEN

(74) Agente/Representante:

DE ROOIJ, Mathieu Julien

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

Procedimientos para retirar elementos de tapa de larguero

Campo

[0001] La presente divulgación se refiere a procedimientos para retirar elementos de tapa de larguero ("*spar cap elements*") de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica. La presente divulgación se refiere además a procedimientos para reparar una tapa de larguero para una pala de turbina eólica y a conjuntos relacionados.

Antecedentes

[0002] Las turbinas eólicas modernas se usan comúnmente para suministrar electricidad a la red eléctrica. Las turbinas eólicas de esta clase comprenden, en general, una torre y un rotor dispuesto en la torre. El rotor, que típicamente comprende un buje y una pluralidad de palas, se pone en rotación bajo la influencia del viento sobre las palas. Dicha rotación genera un par de torsión que se transmite normalmente a través de un eje de rotor a un generador, directamente ("directamente accionado" o "sin engranajes") o bien a través del uso de una caja de engranajes. De esta forma, el generador produce electricidad que se puede suministrar a la red eléctrica.

[0003] El buje de turbina eólica se puede acoplar de forma rotatoria a una parte frontal de la góndola. El buje de turbina eólica se puede conectar a un eje de rotor y a continuación el eje de rotor se puede montar de forma rotatoria en la góndola usando uno o más rodamientos de eje de rotor dispuestos en un bastidor en el interior de la góndola. La góndola es una carcasa dispuesta en la parte superior de una torre de turbina eólica que puede contener y proteger la caja de engranajes (si está presente) y el generador (si no está colocado en el exterior de la góndola) y, dependiendo de la turbina eólica, otros componentes, tales como un convertidor de potencia y sistemas auxiliares.

[0004] Para extraer más energía del viento, se incrementa el tamaño del diámetro de rotor incrementando las dimensiones de las palas de turbina eólica. El mayor tamaño de las palas introduce mayores cargas físicas en las palas y componentes relacionados. Las palas del rotor de turbina eólica en general comprenden una concha formada por dos mitades de concha de un material compuesto, por ejemplo, compuestos de fibra de vidrio. Las mitades de concha se fabrican en general usando procesos de moldeo y a continuación se acoplan conjuntamente a lo largo de los correspondientes bordes de la pala de rotor. La concha de cuerpo es relativamente ligera y tiene propiedades estructurales que no se diseñan para soportar todos los momentos de flexión y otras cargas que actúan sobre la pala durante la operación. Para mejorar las propiedades estructurales de la pala de rotor tales como rigidez, resistencia y resistencia al pandeo, la concha de cuerpo en general se refuerza con componentes estructurales, por ejemplo, tapas de larguero en los lados de succión y presión de la pala con una o más redes de cortante que las conectan. Las tapas de larguero también se pueden denominar "laminado principal" o "laminado de tapa de larguero" de la pala de turbina eólica.

[0005] Las tapas de larguero se pueden fabricar usando varios materiales tales como compuestos laminados de fibra de vidrio y compuestos laminados de fibra de carbono. Las tapas de larguero modernas se pueden fabricar usando compuestos pultruidos. Los compuestos fabricados por pultrusión pueden tener una sección transversal constante que se puede apilar fácilmente para formar una parte compuesta más grande. Por lo tanto, una pluralidad de placas pultruidas se pueden apilar e infundir conjuntamente en un molde para formar una parte compuesta más grande (es decir, más larga, más gruesa, más ancha), por ejemplo, una tapa de larguero.

[0006] La tapa de larguero se puede fabricar "fuera de línea", es decir, la tapa de larguero se puede fabricar por separado del resto de la pala. Se puede colocar una pila de placas pultruidas en un molde, que posteriormente se puede infundir con una resina termoestable. La pila infundida de placas forma la tapa de larguero que a continuación se va a unir a las conchas de la pala de turbina eólica.

[0007] Si una tapa de larguero se daña o es defectuosa, por ejemplo si tiene grietas o delaminaciones, o si no se cumplen las tolerancias, en general se descarta y se reemplaza por una tapa de larguero completamente nueva. Por tanto, se pierden recursos dedicados a la fabricación de la tapa de larguero, incluyendo tiempo y materiales, y se necesitan tiempo, materiales y horas-hombre adicionales para fabricar la nueva tapa de larguero.

[0008] Se puede producir un defecto durante el proceso de fabricación fuera de línea mencionado anteriormente de la tapa de larguero, o después de unir la tapa de larguero a las conchas de la pala. Incluso se puede producir un defecto durante el almacenamiento, transporte o uso de una pala de turbina eólica fabricada.

[0009] El documento EP 3 712 423 A1 divulga un procedimiento para retirar uno o más elementos de pultrusión.

[0010] La presente divulgación tiene como objetivo reducir la necesidad de reemplazar una tapa de larguero que se daña o es defectuosa.

Breve explicación

[0011] En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un procedimiento para retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica. La tapa de larguero comprende una pluralidad de elementos de pultrusión termoestables, estando rodeado cada uno de los elementos de pultrusión termoestables al menos parcialmente por un material termoplástico. El procedimiento comprende calentar una parte de material termoplástico que rodea, al menos en parte, un primer elemento de pultrusión termoestable. El procedimiento comprende además retirar parte o la totalidad de la parte calentada de material termoplástico; y retirar al menos una parte del primer elemento de pultrusión termoestable.

[0012] De acuerdo con este aspecto, uno o más elementos de pultrusión termoestables tales como placas pultruidas y pilas de placas pultruidas, o una o más partes de los mismos, se pueden retirar de una tapa de larguero calentando y retirando el material termoplástico que los rodea al menos en parte. Por lo tanto, los elementos de pultrusión termoestables deseados se pueden retirar de una tapa de larguero de una manera no destructiva, manteniendo al mismo tiempo la integridad estructural del resto de la tapa de larguero. A continuación, se pueden añadir elementos de pultrusión termoestables nuevos o iguales a la tapa de larguero para repararla. Se puede evitar desechar la tapa de larguero defectuosa y comenzar a construir una desde cero. Se pueden usar más eficazmente los recursos materiales, humanos y de tiempo. Se puede obtener un proceso de reparación relativamente rápido y sencillo.

[0013] En la técnica anterior, no es conocida dicha reparación y en general ni siquiera es posible porque la resina termoestable se usa en general para infundir una pila de placas pultruidas cuando se fabrica la tapa de larguero. Si se produce un defecto en cualquier momento durante o después del proceso de infusión de resina, la tapa de larguero en general siempre se debe descartar por completo.

[0014] A lo largo de esta divulgación, el término "placa pultruida termoestable" se usa en general para definir materiales reforzados, por ejemplo fibras o hebras ("*strands*") tejidas o trenzadas, que se impregnan con un material termoestable tal como una resina termoestable y se pasan a través de una matriz calentada de modo que el material termoestable se cura o sufre polimerización. Dichas placas pultruidas se pueden apilar para formar una "pila de placas pultruidas". Las placas pultruidas comprendidas en una pila de placas pultruidas pueden tener dimensiones iguales o diferentes. Por ejemplo, diferentes placas pultruidas pueden tener diferentes longitudes y/o anchos. Una placa pultruida y una pila de placas pultruidas se engloban en el presente documento por el término "elemento de pultrusión".

[0015] A lo largo de esta divulgación, un material termoestable en general engloba un material plástico o polímero que, una vez curado, no se puede remodelar fácilmente ni devolver a un estado líquido. Como tal, después de la formación inicial, los materiales termoestables en general son resistentes al calor, la corrosión y/o la deformación. Los ejemplos de materiales termoestables en general pueden incluir, pero no se limitan a, algunos poliésteres, ésteres o epoxis.

[0016] A lo largo de esta divulgación, un material termoplástico en general engloba un material plástico o polímero que típicamente se vuelve flexible o moldeable cuando se calienta a una determinada temperatura y se solidifica tras enfriarse. Además, los materiales termoplásticos pueden incluir materiales termoplásticos amorfos y/o materiales termoplásticos semicristalinos.

[0017] Por ejemplo, algunos materiales termoplásticos amorfos pueden incluir en general, pero no se limitan a, estirenos, vinilos, celulosas, poliésteres, acrílicos, polisulfonas y/o imidas. Más específicamente, los materiales termoplásticos amorfos ejemplares pueden incluir poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poli(tereftalato de etileno) glucolizado (PET-G), policarbonato, poli(acetato de vinilo), poliamida amorfa, poli(cloruros de vinilo) (PVC), poli(cloruro de vinilideno), poliuretano o cualquier otro material termoplástico amorfo adecuado. Además, los materiales termoplásticos semicristalinos ejemplares pueden incluir en general, pero no se limitan a, poliolefinas, poliamidas, fluoropolímero, acrilato de metilo y etilo, poliésteres, policarbonatos y/o acetales. Más específicamente, los materiales termoplásticos semicristalinos ejemplares pueden incluir poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(tereftalato de etileno) (PET), polipropileno, poli(sulfuro de fenilo), polietileno, poliamida (nailon), polietercetona o cualquier otro material termoplástico semicristalino adecuado.

[0018] En otro aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento para retirar una o más placas de pultrusión termoestables de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica. La tapa de larguero comprende una pluralidad de placas pultruidas termoestables, estando separadas las placas pultruidas termoestables por un material termoplástico. El procedimiento comprende retirar una placa pultruida termoestable superior; calentar y retirar el material termoplástico que rodea una placa pultruida termoestable debajo de la placa pultruida termoestable superior; y retirar la siguiente placa pultruida termoestable.

Breve descripción de los dibujos

[0019]

La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica;

la figura 2A ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de una pala de turbina eólica;

la figura 2B ilustra esquemáticamente una estructura interna de una pala de turbina eólica;

la figura 2C ilustra un sistema de moldeo que se puede usar en la fabricación de una pala de turbina eólica;

la figura 3 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica;

las figuras 4A a 6B ilustran esquemáticamente ejemplos de secciones transversales de diferentes tapas de larguero en las que se pueden usar los procedimientos divulgados en el presente documento; y

la figura 7 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para reparar una tapa de larguero de una pala de turbina eólica.

Descripción detallada de los ejemplos

[0020] Ahora se hará referencia en detalle a modos de realización de la presente divulgación, de los que uno o más ejemplos se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona solo a modo de explicación, no como limitación. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente divulgación. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización se pueden usar con otro modo de realización para proporcionar todavía otro modo de realización. Por tanto, se pretende que la presente divulgación cubra dichas modificaciones y variaciones como vienen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

[0021] La fig. 1 ilustra una turbina eólica a barlovento moderna convencional 2 de acuerdo con el llamado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un buje 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el buje 8, teniendo cada una una raíz de pala 16 más cercana al buje y una punta de pala 14 más alejada del buje 8.

[0022] La fig. 2A muestra una vista esquemática de una pala de turbina eólica ejemplar 10. La pala de turbina eólica 10 tiene la conformación de una pala de turbina eólica convencional con un extremo de raíz 17 y un extremo de punta 15 y comprende una región de raíz 16 lo más cercana al buje, una región perfilada o de perfil alar 34 lo más alejada del buje y una región de transición 32 entre la región de raíz 16 y la región de perfil alar 34. La pala 10 comprende un borde de ataque 18 orientado hacia la dirección de rotación de la pala 10, cuando la pala se monta en el buje, y un borde de salida 20 orientado hacia la dirección opuesta del borde de ataque 18.

[0023] La región de perfil alar 34, también llamada región perfilada, tiene una conformación de pala ideal o casi ideal con respecto a generar sustentación, mientras que la región de raíz 16 debido a consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica, lo que, por ejemplo, hace más fácil y más seguro montar la pala 10 en el buje. El diámetro (o la cuerda) de la región de raíz 16 puede ser constante a lo largo de toda el área de raíz 16. La región de transición 32 tiene un perfil de transición que cambia gradualmente de la conformación circular o elíptica de la región de raíz 16 al perfil de perfil alar de la región de perfil alar 34. La longitud de cuerda de la región de transición 32 típicamente se incrementa con el incremento de la distancia desde el buje. La región de perfil alar 34 tiene un perfil de perfil alar con una cuerda que se extiende entre el borde de ataque 18 y el borde de salida 20 de la pala 10. El ancho de la cuerda disminuye con el incremento de la distancia desde el buje.

[0024] Un hombro 40 de la pala 10 se define como la posición donde la pala 10 tiene su mayor longitud de cuerda. El hombro 40 se proporciona típicamente en el límite entre la región de transición 32 y la región de perfil alar 34.

[0025] Cabe destacar que las cuerdas de diferentes secciones de la pala normalmente no se encuentran en un plano común, puesto que la pala puede estar torsionada y/o curvada (es decir, flexionada previamente), proporcionando, por tanto, al plano de cuerda una trayectoria correspondientemente torsionada y/o curvada, siendo este el caso, lo más a menudo, para compensar que la velocidad local de la pala sea dependiente del radio desde el buje. La pala de turbina eólica 10 comprende una concha de pala que comprende dos partes de concha de pala o medias conchas, una primera parte de concha de pala 24 y una segunda parte de concha de pala 26, típicamente hechas de polímero reforzado con fibra. La pala de turbina eólica 10 puede comprender partes de concha adicionales, tales como una tercera parte de concha y/o una cuarta parte de concha. La primera parte de concha de pala 24 es típicamente un lado de presión o parte de concha de pala a barlovento. La segunda parte de concha de pala 26 es típicamente un lado de succión o parte de concha de pala a sotavento. La primera parte de concha

de pala 24 y la segunda parte de concha de pala 26 se fijan entre sí con adhesivo, tal como pegamento, a lo largo de líneas de unión o juntas de pegamento 28 que se extienden a lo largo del borde de salida 20 y el borde de ataque 18 de la pala 10. Típicamente, los extremos de raíz de las partes de concha de pala 24, 26 tienen una forma de sección transversal exterior semicircular.

[0026] La figura 2B es un diagrama esquemático que ilustra una vista en sección transversal de una pala de turbina eólica ejemplar 10, por ejemplo de la región de perfil alar 34 de la pala de turbina eólica 10. La pala de turbina eólica 10 comprende un borde de ataque 18, un borde de salida 20, un lado de presión 24, un lado de succión 26, una primera tapa de larguero 74 y una segunda tapa de larguero 76. La pala de turbina eólica 10 comprende una línea de cuerda 38 entre el borde de ataque 18 y el borde de salida 20. La pala de turbina eólica 10 comprende almas a cortante 42, tales como un alma a cortante de borde de ataque y un alma a cortante de borde de salida. Las almas a cortante 42 podrían ser de forma alternativa una caja de larguero con lados de larguero, tales como un lado de larguero de borde de salida y un lado de larguero de borde de ataque. Las tapas de larguero 74, 76 pueden comprender fibras de carbono mientras que el resto de las partes de concha 24, 26 pueden comprender fibras de vidrio.

[0027] La figura 2C es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de molde ejemplar para moldear una concha de pala de una pala de turbina eólica. El sistema de molde 100 comprende un primer molde 102 y un segundo molde 112. El primer molde 102 se configura para fabricar una primera parte de concha de pala de una pala de turbina eólica, tal como una parte de concha a barlovento de la pala de turbina eólica (que forma el lado de presión), y tiene una superficie de molde 104 para depositar fibras. El segundo molde 112 se configura para fabricar una segunda parte de concha de pala de la pala de turbina eólica, tal como una parte de concha a sotavento de la pala de la turbina eólica (que forma el lado de succión), y tiene una superficie de molde 114 para depositar fibras.

[0028] En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un procedimiento 100 para retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables 50 de una tapa de larguero 74, 76 para una pala de turbina eólica 10. La tapa de larguero 74, 76 comprende una pluralidad de elementos de pultrusión termoestables 50, en la que cada uno de los elementos de pultrusión termoestables 50 se rodea al menos parcialmente por un material termoplástico 55. El procedimiento 100 se muestra esquemáticamente en el diagrama de flujo de la figura 3.

[0029] El procedimiento comprende, en el bloque 110, calentar una parte de material termoplástico 55 que rodea, al menos en parte, un primer elemento de pultrusión termoestable 50. Se puede usar cualquier herramienta de calentamiento adecuada 45 que permita un calentamiento selectivo. Por ejemplo, se puede usar una antorcha o un calentador que se pueda mover sobre una tapa de larguero. De esta manera, se puede calentar de forma controlada una determinada región específica del material termoplástico. El procedimiento comprende además, en el bloque 120, retirar parte o la totalidad de la parte calentada del material termoplástico. El procedimiento comprende además, en el bloque 130, retirar al menos una parte del primer elemento de pultrusión termoestable 50. En algunos ejemplos, la tapa de larguero se puede disponer en un molde de tapa de larguero. En otros ejemplos, la tapa de larguero se puede soportar, sujetar y/o asegurar por cualquier elemento de soporte o sujeción adecuado, tal como grúas, bastidores, cintas transportadoras y otros. Se pueden usar elementos de elevación tales como grúas u otros para retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables.

[0030] Calentar la parte de material termoplástico puede comprender calentar una parte superior o inferior de la tapa de larguero 74. La figura 4A ilustra esquemáticamente una sección transversal de un ejemplo de una tapa de larguero 74. La tapa de larguero 74 se extendería longitudinalmente de forma perpendicular al plano de la figura. La tapa de larguero 74 comprende cuatro elementos de pultrusión termoestables 50, por ejemplo, elementos de pultrusión termoestables reforzados con fibra de carbono. En este ejemplo, los elementos de pultrusión termoestables 50 son placas pultruidas 51, por ejemplo, placas pultruidas reforzadas con fibra de carbono. Cada una de las placas pultruidas 51 se rodea totalmente, en sección transversal, por un material termoplástico 55. En este y otros ejemplos, el material termoplástico 55 puede comprender, por ejemplo, un preimpregnado reforzado con termoplástico. Específicamente, al menos una superficie superior y una superficie inferior de cada placa pultruida 51 se rodean por material termoplástico 55. Se usa una herramienta de calentamiento 45 para calentar la parte superior de la tapa de larguero. El material termoplástico que rodea la placa pultruida superior 61 se calienta y se retira al menos una parte del mismo. Esto permite el acceso a la placa pultruida superior 61, que también se retira. La retirada de la placa pultruida superior 61 se representa esquemáticamente en la figura 4B. La tapa de larguero restante mantiene su integridad estructural.

[0031] En otros ejemplos, una tapa de larguero puede comprender más o menos de cuatro placas pultruidas. Si es necesario, una o más de las placas pultruidas restantes 51 se pueden retirar de la misma manera, calentando y retirando una cantidad adecuada de material termoplástico 55, por ejemplo de arriba a abajo. En este y otros ejemplos, también puede ser posible retirar primero la placa pultruida inferior 64 y a continuación, si se requiere, retirar una o más de otras placas pultruidas 51 de abajo a arriba.

[0032] Aunque en todos los ejemplos representados, las placas pultruidas 51 se muestran como placas delgadas, anchas y largas, que se apilan una sobre otra, cabe destacar que esto se hace solo con propósitos ilustrativos. Es

decir, en cualquiera de los ejemplos representados, una única placa pultruida 51 puede comprender en realidad una pluralidad de "tiras" o placas pultruidas una junto a la otra. Cada tira o placa pultruida puede tener, en sección transversal, por ejemplo, un ancho entre 5 y 15 cm, y una altura entre 2 y 10 mm.

[0033] En el ejemplo de la figura 4A, en lugar de retirar toda la placa pultruida superior, puede ser posible retirar solo una parte de la placa pultruida superior. Un ejemplo de esto se ilustra esquemáticamente en la figura 4C. En este ejemplo, la placa pultruida superior 61, o una parte de la misma, se puede exponer calentando y retirando el material termoplástico 55. Una primera parte 611 de la placa pultruida, por ejemplo una parte dañada, se puede separar de la placa pultruida y retirar. La localización y tamaño de la parte 611 que se va a separar pueden depender, por ejemplo, de la extensión del daño de la placa pultruida superior 61. La separación se puede realizar por corte, aserrado u otro. Una segunda parte 612 de la placa pultruida puede permanecer como parte de la tapa de larguero 74. La retirada de una parte 611 de una placa pultruida 51 es aplicable en general a cualquier placa pultruida. Por ejemplo, se puede retirar una parte de la placa pultruida inferior 64 o de otra placa pultruida 51. En general, se puede retirar una parte de un elemento de pultrusión 50. Por ejemplo, se puede cortar y retirar una parte de una pila pultruida 52 de placas pultruidas.

[0034] La figura 4D ilustra esquemáticamente una sección transversal de otro ejemplo de una tapa de larguero 74. La tapa de larguero 74 comprende dos elementos de pultrusión 50. En este ejemplo, los elementos de pultrusión 50 son pilas de placas pultruidas 52. Cada pila 52 puede comprender una pluralidad de placas pultruidas que previamente se moldearon conjuntamente usando una resina termoestable.

[0035] Cada pila 52 se rodea completamente, en sección transversal, por un material termoplástico 55. En este ejemplo, cada pila de placas pultruidas 52 comprende cuatro placas pultruidas 51. Cada placa de la pila es contigua a al menos otra placa de la pila. El material termoplástico que rodea la pila superior de placas pultruidas 71 se puede calentar y se puede retirar al menos una parte del mismo. Esto permite el acceso a la pila superior de placas pultruidas 71, que se puede retirar. Una pila de placas pultruidas 52 puede comprender más o menos de cuatro placas pultruidas en otros ejemplos. En este y en otros ejemplos, una tapa de larguero 74 puede comprender pilas de placas pultruidas 52 con un número igual o diferente de placas. Todas las pilas 52 de la tapa de larguero 74 pueden comprender un mismo número de placas pultruidas, o una o más pilas pueden tener un número diferente de placas pultruidas. De manera similar al ejemplo de la figura 4A, puede ser posible retirar primero una pila inferior de placas pultruidas 72.

[0036] En algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender, antes de calentar la parte del material termoplástico, retirar un segundo elemento de pultrusión termoestable 50. El segundo elemento de pultrusión termoestable se puede retirar de diferentes maneras. En algunos ejemplos, véanse, por ejemplo, las figuras 4A y 5, el segundo elemento de pultrusión termoestable puede ser un elemento de pultrusión termoestable superior 61 o inferior 64 y el primer elemento termoestable puede estar debajo o encima, por ejemplo, inmediatamente debajo o encima, del segundo elemento de pultrusión termoestable 61, 64, respectivamente.

[0037] La figura 5 ilustra esquemáticamente una sección transversal de otro ejemplo de una tapa de larguero 74. La tapa de larguero 74 comprende cuatro elementos de pultrusión. En este ejemplo, los elementos de pultrusión son placas pultruidas 51. Una superficie superior y una superficie inferior de las placas pultruidas intermedias 62, 63, es decir, las placas pultruidas entre las placas pultruidas superior 61 e inferior 64, se rodean por material termoplástico 55. Una superficie superior de la placa pultruida superior 61 y una superficie inferior de la placa pultruida inferior 64 no se rodean por material termoplástico 55 en este ejemplo.

[0038] En el ejemplo de la figura 5, la retirada del segundo elemento de pultrusión termoestable 61 se puede realizar por desbarbado ("*scarfing*"). El desbarbado se puede entender en el presente documento como un proceso abrasivo en el que un elemento termoestable 50 se puede adelgazar y finalmente desintegrar. Las herramientas adecuadas para el desbarbado pueden incluir, por ejemplo, ruedas de grano, muelas abrasivas y papel de lija. Por lo tanto, la placa pultruida superior 61 se puede desbarbar, por ejemplo, pulir, y la siguiente placa pultruida 62 se puede retirar después de calentar y retirar al menos parte del material termoplástico 55 que rodea la placa 62. En otros ejemplos, las placas pultruidas de la figura 5 pueden ser pilas de placas pultruidas. El desbarbado de un elemento pultruido termoestable externo tal como la placa pultruida superior 61 de la figura 5 también se puede realizar en otros ejemplos. En algunos de estos ejemplos, se puede realizar tanto el desbarbado como el calentamiento de un material termoplástico 55 para retirar un elemento de pultrusión termoestable externo.

[0039] Como los elementos de pultrusión termoestables externos 61, 64 son más fáciles de acceder que los elementos de pultrusión termoestables intermedios 62, 63, usar un material termoplástico 55 para cubrir las superficies superior e inferior de los elementos de pultrusión termoestables intermedios 62, 63 puede ayudar a retirarlos más rápido y más fácilmente. Usar un material termoplástico 55 para cubrir también las superficies superior e inferior de un elemento de pultrusión externo 61, 64 puede ayudar además a facilitar y acelerar el proceso de separación de uno o más elementos de pultrusión termoestables externos 61, 64 de una tapa de larguero 74, 76, ya que se pueden evitar procesos tales como el pulido.

[0040] El segundo elemento de pultrusión termoestable también se puede retirar de manera similar al primer

elemento de pultrusión termoestable. En el ejemplo de la figura 4A, el primer y segundo elementos de pultrusión termoestables pueden ser, por ejemplo, cualquiera de dos placas pultruidas 51 una al lado de la otra. Es decir, el primer elemento termoestable puede estar por encima o por debajo del segundo elemento de pultrusión termoestable. El segundo elemento de pultrusión termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida superior 61 y el primer elemento de pultrusión termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida intermedia superior 62. Por lo tanto, retirar el segundo elemento de pultrusión puede comprender calentar una parte de material termoplástico que rodea, al menos en parte, el segundo elemento de pultrusión termoestable, y retirar parte o la totalidad de la parte calentada del material termoplástico 55.

[0041] En algunos ejemplos, la pluralidad de elementos termoestables 50 se puede disponer en dos o más columnas. En algunos de estos ejemplos, el primer elemento termoestable se puede retirar de una primera columna y el segundo elemento termoestable se puede retirar de la misma primera columna. La figura 6A ilustra esquemáticamente otro ejemplo de una sección transversal de una tapa de larguero 74 que comprende una pluralidad de placas pultruidas 51. En este ejemplo, las placas pultruidas se disponen en dos columnas 66, 67 y en una pluralidad de filas (existen 10 filas en el ejemplo de la figura 6A). El primer elemento termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida de la segunda fila (empezando desde arriba) y la columna izquierda 66, y el segundo elemento termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida superior de la columna izquierda 66.

[0042] En otros ejemplos, el primer elemento de pultrusión termoestable se puede retirar de una primera columna, y el segundo elemento de pultrusión termoestable se puede retirar de una segunda columna diferente. Por ejemplo, en la figura 6A, el primer elemento de pultrusión termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida superior de la columna izquierda 66 y el segundo elemento de pultrusión termoestable puede ser, por ejemplo, la placa pultruida superior de la columna derecha 67.

[0043] En general, el primer y segundo elementos de pultrusión termoestables pueden ser cualquiera de dos elementos de pultrusión termoestables de una tapa de larguero que se vayan a retirar. Pueden estar uno al lado del otro, por ejemplo verticalmente o lateralmente, o puede haber uno o más de otros elementos de pultrusión termoestables entre ellos.

[0044] La figura 6B ilustra esquemáticamente otro ejemplo de una sección transversal de una tapa de larguero 74. En este ejemplo, los elementos de pultrusión termoestables 50 son pilas 52 de placas pultruidas. La tapa de larguero 74 comprende dos filas 86, 87 y tres columnas 66, 67, 68 de pilas 52 de placas pultruidas.

[0045] En los ejemplos donde la pluralidad de elementos de pultrusión termoestables 50 se dispone en dos o más columnas, por ejemplo en las figuras 6A y 6B, la primera columna, por ejemplo la columna 66 en la figura 6A, se puede retirar en una sola operación. Esto puede significar que una determinada columna, por ejemplo una columna externa, se retira de una vez, en lugar de retirar los elementos de pultrusión termoestables 50 de la columna en diferentes momentos. Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 6B, la columna izquierda 66 se puede retirar por completo antes de comenzar a retirar una pila 52 de las otras columnas. La retirada de elementos de pultrusión termoestables se puede realizar columna por columna de elementos de pultrusión termoestables en algunos ejemplos. Esto puede acelerar el proceso de retirada. Si el primer y segundo elementos de pultrusión termoestables están en una misma columna, esta columna se puede retirar en una sola operación. Si el primer y segundo elementos de pultrusión termoestables están en una columna diferente, cada una de las columnas se puede retirar en una sola operación, o si las columnas son adyacentes, ambas columnas se pueden retirar a la vez, en una sola operación.

[0046] En ejemplos donde la pluralidad de elementos de pultrusión termoestables 50 se dispone en dos o más filas, por ejemplo en las figuras 4A-6B, una o más filas se pueden retirar en una sola operación. Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 6A, la fila superior se puede retirar por completo antes de comenzar a retirar una placa pultruida 51 de las otras filas o a retirar otra fila. El primer y segundo elementos de pultrusión termoestables 50 pueden estar en la misma fila o en filas diferentes. La fila que comprende el primer elemento de pultrusión termoestable se puede retirar en una sola operación, y la fila que comprende el segundo elemento de pultrusión termoestable se puede retirar en una sola operación. Si ambas filas son contiguas, las dos filas se pueden retirar juntas en una sola operación. La retirada de elementos de pultrusión termoestables se puede realizar fila por fila de elementos de pultrusión termoestables. Dependiendo de la configuración, por ejemplo, número y disposición, de los elementos de pultrusión termoestables, puede ser apropiado retirar fila por fila o columna por columna. En otros ejemplos, se pueden usar diferentes estrategias para retirar el elemento de pultrusión termoestable.

[0047] En algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender además añadir uno o más elementos de pultrusión termoestables 50 y/o una o más partes de elementos de pultrusión termoestables a la tapa de larguero 74, 76, y unirlos a la tapa de larguero usando un material termoplástico. Si se añade una parte de un elemento de pultrusión termoestable, se puede unir además a una correspondiente parte de un elemento de pultrusión termoestable de la tapa de larguero, por ejemplo por pegado o de cualquier manera adecuada. De esta manera, después de retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables 50 o partes de los mismos, los mismos y/o nuevos elementos de pultrusión termoestables se pueden añadir y unir a la tapa de larguero para fabricar una tapa de larguero con las especificaciones y propiedades deseadas. Si un elemento de pultrusión termoestable o una

parte del mismo se daña, se puede reemplazar. Si existen elementos de pultrusión termoestables que no se dañan, pero es necesario retirarlos, por ejemplo, para acceder a elementos de pultrusión termoestables dañados o para ajustar su posición, se pueden usar los mismos elementos de pultrusión termoestables. De esta manera, al menos una parte de la tapa de larguero existente todavía se puede usar y se pueden desperdiciar menos materiales y tiempo que si fuera necesario construir una tapa de larguero nueva.

[0048] Dependiendo del tipo de tapa de larguero, esta etapa se puede realizar de diferentes maneras. Por ejemplo, los elementos de pultrusión termoestables 50 y el material termoplástico 55 se pueden añadir a un molde de tapa de larguero y curar. En otros ejemplos, un elemento de pultrusión termoestable se puede rodear al menos parcialmente por el material termoplástico, formando de este modo un bloque, y se puede unir a otro bloque por medio de soldadura termoplástica. Es posible usar otras formas de añadir y unir elementos de pultrusión termoestables y material termoplástico a la tapa de larguero.

[0049] El procedimiento 100 se puede usar mientras se fabrica una tapa de larguero 74, 76, por ejemplo, si se detecta un defecto o problema ya antes de terminar la tapa de larguero, o después de su fabricación, por ejemplo, después de que se detecta un defecto o problema una vez que la tapa de larguero se ha retirado de su molde. El procedimiento 100 también se puede usar después de que la tapa de larguero se haya ensamblado con una concha de una pala de turbina eólica, por ejemplo después de que una pala de turbina eólica 10 de una turbina eólica se haya dañado. Se pueden recuperar una o más tapas de larguero de la pala de turbina eólica dañada y se pueden procesar reacondicionamientos como se explica en el presente documento para usarlos en palas de turbina eólica. El procedimiento puede comprender además retirar una parte de la concha de la pala de turbina eólica.

[0050] En algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender además determinar que la tapa de larguero 74, 76 incluye uno o más defectos antes de comenzar a retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables 50 de la tapa de larguero. Determinar la presencia de uno o más defectos puede incluir detectar grietas, delaminaciones, erosión, distorsión, posicionamiento inadecuado de uno o más elementos de pultrusión termoestables u otros. La determinación se puede producir en uno o más de un sitio de fabricación, un sitio de parque eólico y durante el transporte.

[0051] Por lo tanto, aunque en los ejemplos ilustrados en las figuras 4A-6B la tapa de larguero se ha mostrado como una unidad separada, es decir, no unida a otros componentes de pala de turbina eólica tales como una concha de la pala de turbina eólica, debería quedar claro que se pueden usar procedimientos similares en fases posteriores. Por ejemplo, si se produce o se detecta un defecto después de unir la tapa de larguero a una concha de una pala de turbina eólica, en la técnica anterior normalmente se descartaría todo el conjunto. Sin embargo, usando ejemplos de los procedimientos y sistemas divulgados en el presente documento, se puede recuperar parte de la tapa de larguero o conjunto de pala. Un defecto incluso se puede producir o detectarse después del almacenamiento o durante el transporte. En algunos ejemplos, la reparación puede requerir retirar parte de una concha de pala o sustituir parte de una concha de pala.

[0052] En otro aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento 200 para retirar una o más placas pultruidas termoestables 51 de una tapa de larguero 74, 76 para una pala de turbina eólica 10. La tapa de larguero comprende una pluralidad de placas pultruidas termoestables 51 separadas por un material termoplástico 55. El procedimiento 200 se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 7. Este procedimiento se puede aplicar, por ejemplo, a las tapas de larguero de las figuras 4A, 4B, 5 y 6A. La descripción y explicaciones de las tapas de larguero 74, 76 y las placas pultruidas 51 con respecto al procedimiento 100 también se aplican al procedimiento 200, y viceversa.

[0053] El procedimiento comprende, en el bloque 210, retirar una placa pultruida termoestable superior. En algunos ejemplos, la placa pultruida termoestable superior se puede retirar por pulido. Si la placa pultruida superior se rodea por un material termoplástico 55, la placa pultruida termoestable superior se puede retirar calentando y retirando el material termoplástico 55 que rodea la placa pultruida termoestable superior.

[0054] El procedimiento comprende además, en el bloque 220, calentar y retirar el material termoplástico que rodea una placa pultruida termoestable debajo de la placa pultruida termoestable superior. El procedimiento comprende además, en el bloque 230, retirar la siguiente placa pultruida termoestable, es decir, la placa que estaba debajo de la placa pultruida termoestable superior.

[0055] Una vez que se han retirado las placas pultruidas termoestables necesarias, se pueden añadir las placas pultruidas termoestables necesarias, por ejemplo, nuevas placas pultruidas termoestables, a la tapa de larguero. El procedimiento puede comprender además completar la tapa de larguero uniendo las placas pultruidas termoestables faltantes a la tapa de larguero usando material termoplástico 55.

[0056] La tapa de larguero 74, 76 se puede reparar después de haber detectado un defecto en la tapa de larguero durante su fabricación.

[0057] Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar una enseñanza, incluyendo los modos de realización

preferentes, y también para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la enseñanza, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Se pretende que dichos otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no sustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones. Los aspectos de los diversos modos de realización descritos, así como otros equivalentes conocidos para cada uno de dichos aspectos, se pueden mezclar y equiparar por un experto en la técnica para construir modos de realización y técnicas adicionales de acuerdo con los principios de esta solicitud. Si los signos de referencia relacionados con los dibujos se colocan entre paréntesis en una reivindicación, son únicamente para intentar incrementar la inteligibilidad de la reivindicación y no se interpretarán como limitantes del alcance de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (100) para retirar uno o más elementos de pultrusión termoestables (50) de una tapa de larguero (74, 76) para una pala de turbina eólica (10), comprendiendo la tapa de larguero (74, 76) una pluralidad de elementos de pultrusión termoestables (50) en la que cada uno de los elementos de pultrusión termoestables se rodea al menos parcialmente por un material termoplástico (55), comprendiendo el procedimiento:

   calentar (110) una parte de material termoplástico (55) que rodea, al menos en parte, un primer elemento de pultrusión termoestable (50);

   retirar (120) parte o la totalidad de la parte calentada de material termoplástico (55); y

   retirar (130) al menos una parte del primer elemento de pultrusión termoestable (50).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que calentar (110) la parte de material termoplástico (55) comprende calentar una parte superior o inferior de la tapa de larguero (74, 76).

3. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además, antes de calentar (110) la parte de material termoplástico (55), retirar un segundo elemento de pultrusión termoestable (50).

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la retirada del segundo elemento de pultrusión termoestable (50) se realiza por desbarbado.

5. El procedimiento de la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que el segundo elemento de pultrusión termoestable (50) es un elemento de pultrusión termoestable superior (61, 71) o inferior (64, 74) y el primer elemento termoestable está por debajo o por encima del segundo elemento de pultrusión termoestable, respectivamente.

6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en el que retirar el segundo elemento de pultrusión comprende calentar una parte de material termoplástico (55) que rodea, al menos en parte, el segundo elemento de pultrusión termoestable, y retirar parte o la totalidad de la parte calentada de material termoplástico (55).

7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que el material termoplástico (55) comprende un preimpregnado reforzado con termoplástico.

8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en el que el elemento de pultrusión termoestable (50) es un elemento de pultrusión termoestable reforzado con fibra de carbono.

9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, en el que la tapa de larguero (74, 76) se ha ensamblado con una concha de una pala de turbina eólica (10).

10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además retirar al menos una parte de la carcasa.

11. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en el que la pluralidad de elementos de pultrusión termoestables (50) se dispone en dos o más columnas (66, 67, 68), y una primera columna se retira en una sola operación.

12. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, que comprende además añadir uno o más elementos de pultrusión termoestables (50) y/o una o más partes de elementos de pultrusión termoestables a la tapa de larguero (74, 76), y unirlos a la tapa de larguero (74, 76) usando un material termoplástico (55).

13. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12, en el que la pluralidad de elementos de pultrusión termoestables (50) es una pluralidad de placas pultruidas termoestables (51) o una pluralidad de pilas de placas pultruidas termoestables (52).

14. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 13, que comprende además determinar que la tapa de larguero (74, 76) incluye uno o más defectos.

15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el que la determinación se produce en uno o más de un sitio de fabricación, un sitio de parque eólico y durante el transporte.

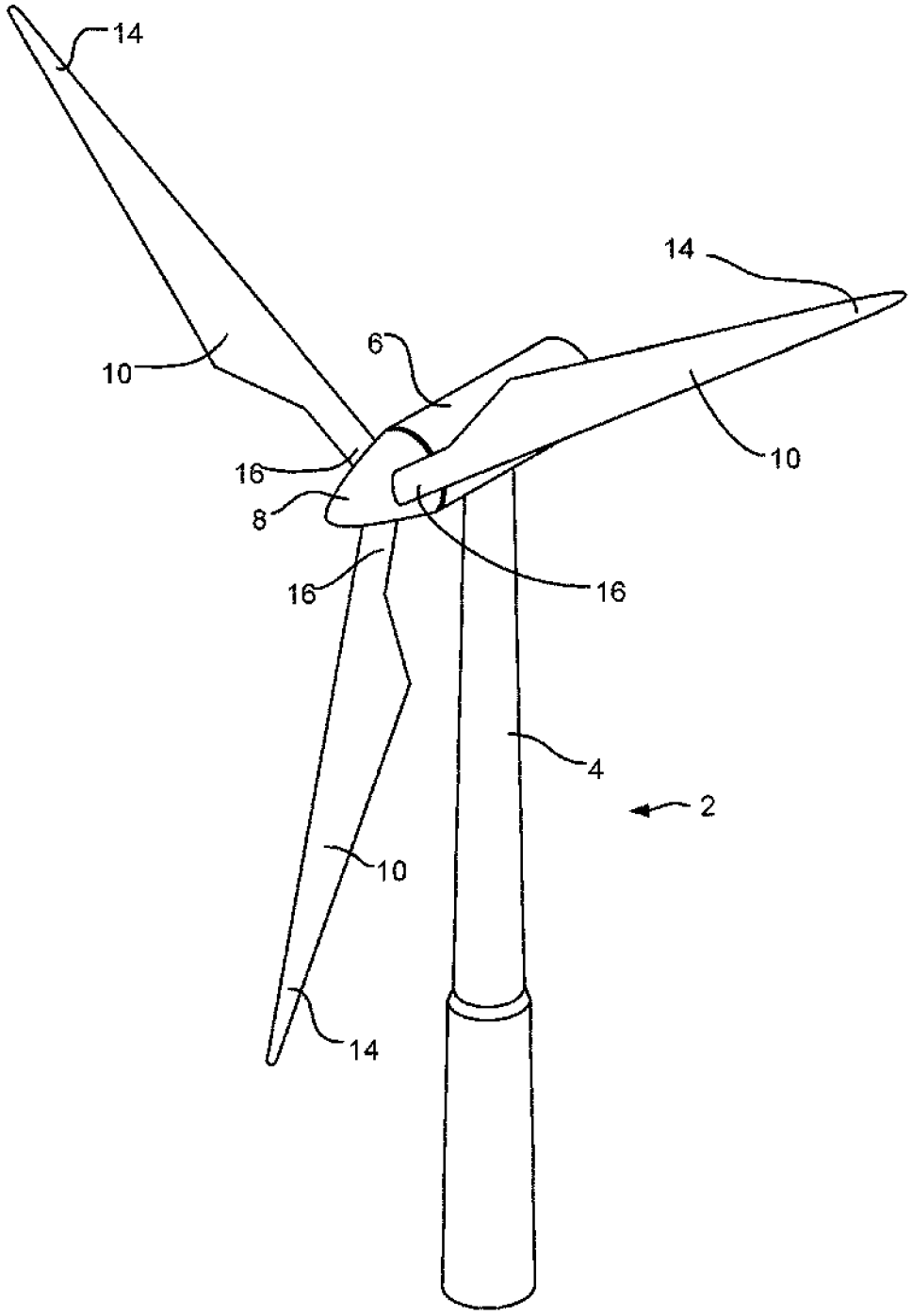

Fig. 1

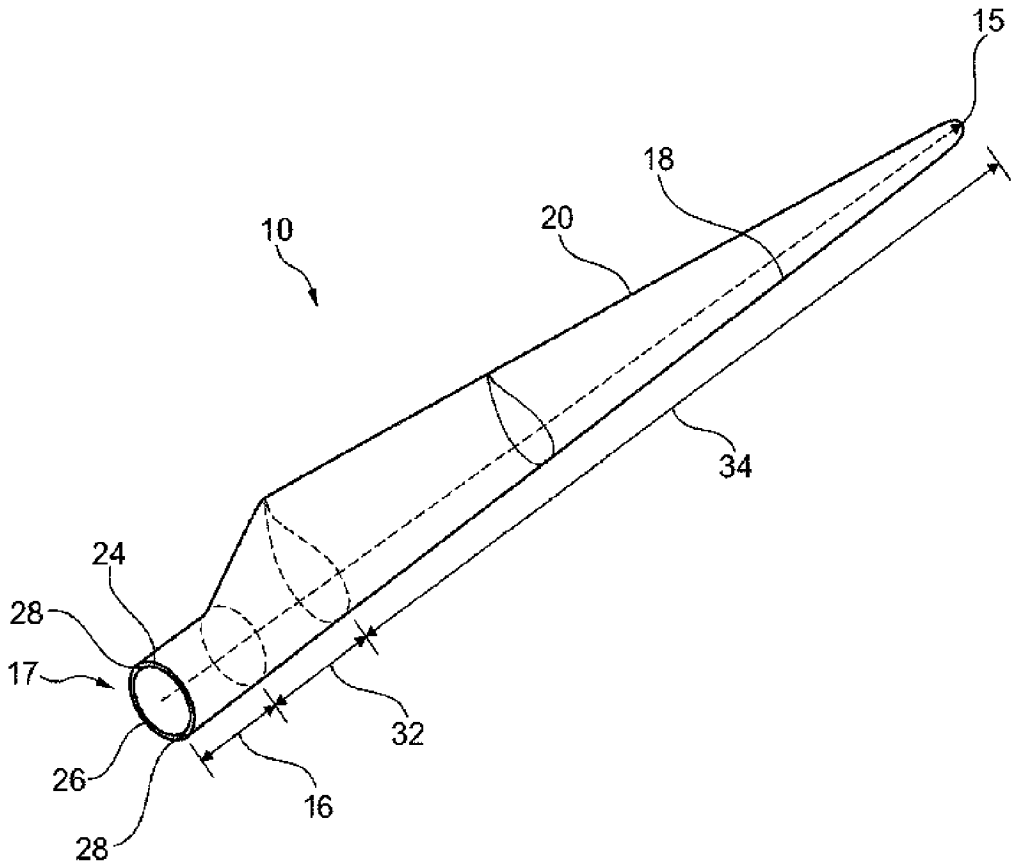

Fig. 2A

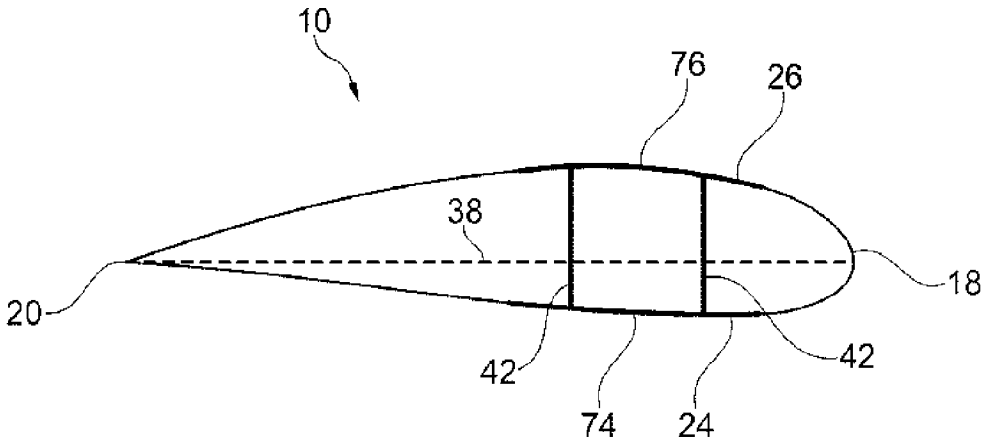

Fig. 2B

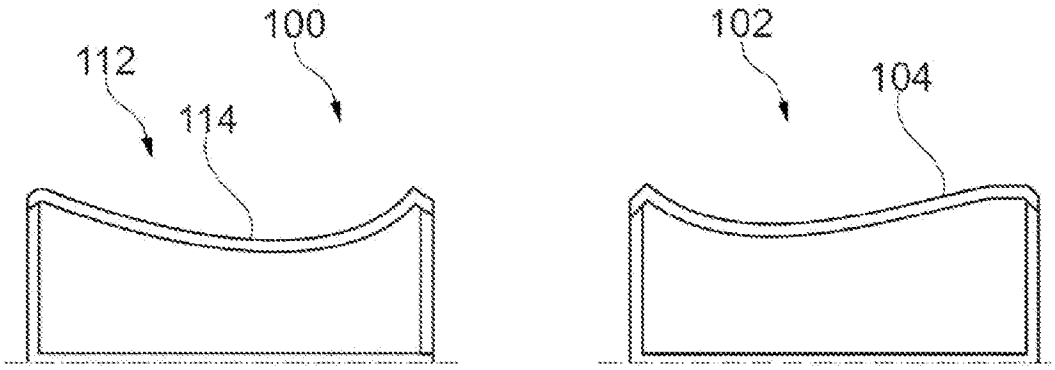

Fig. 2C

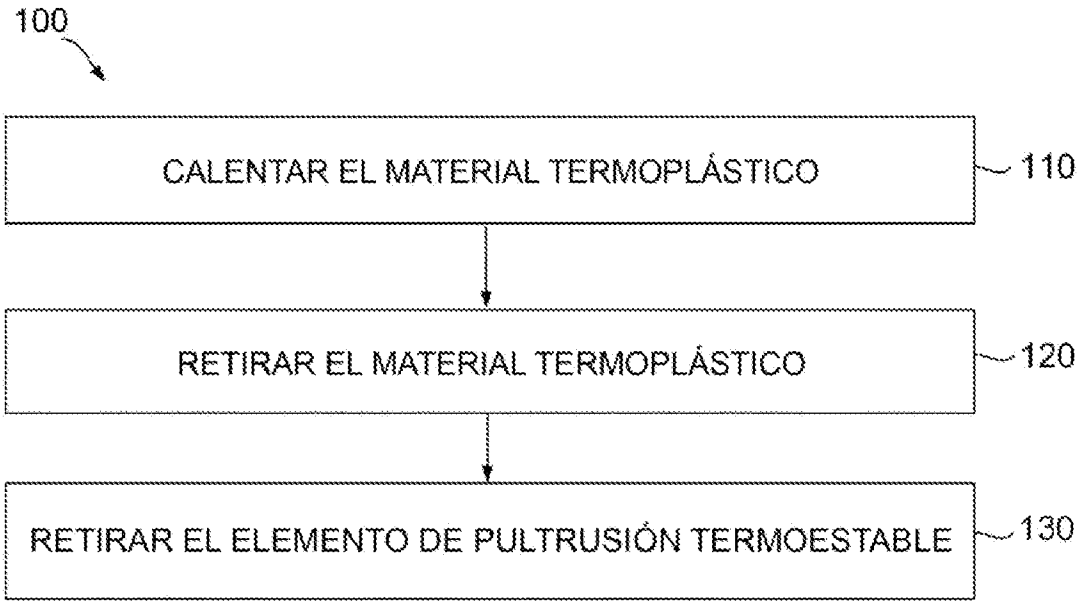

Fig. 3

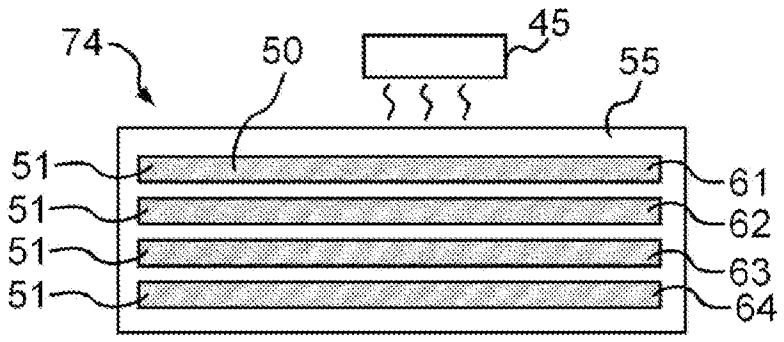

Fig. 4A

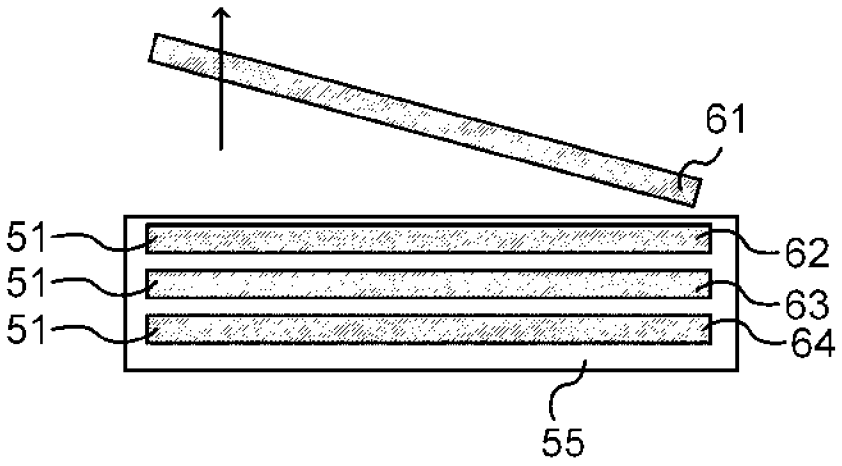

Fig. 4B

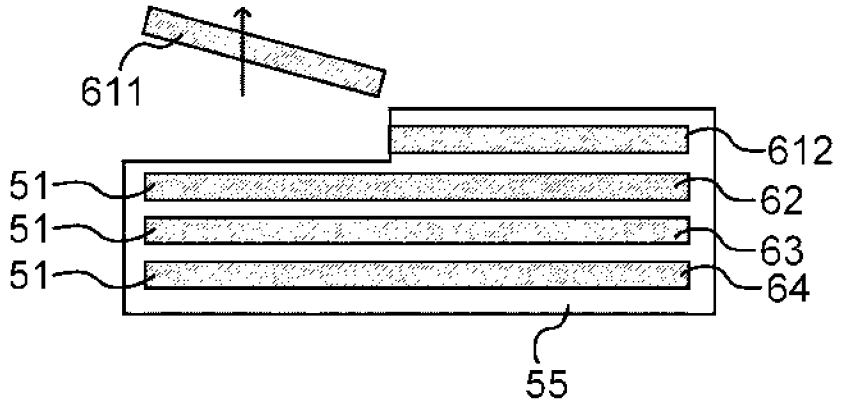

Fig. 4C

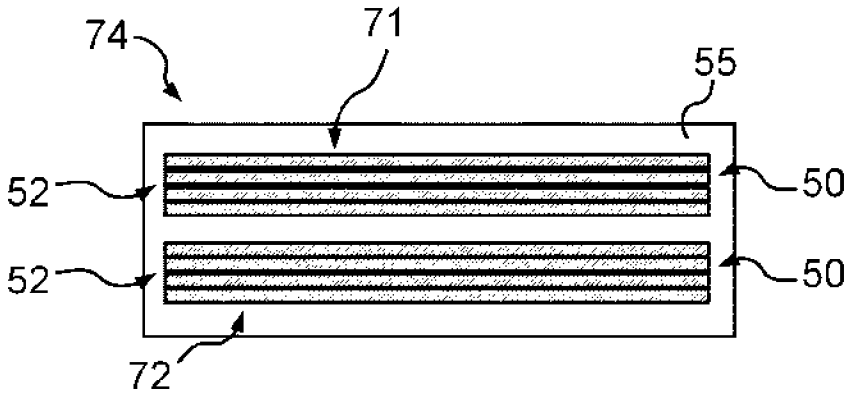

Fig. 4D

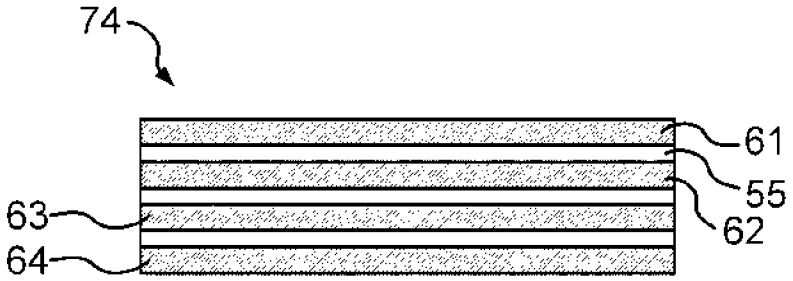

Fig. 5

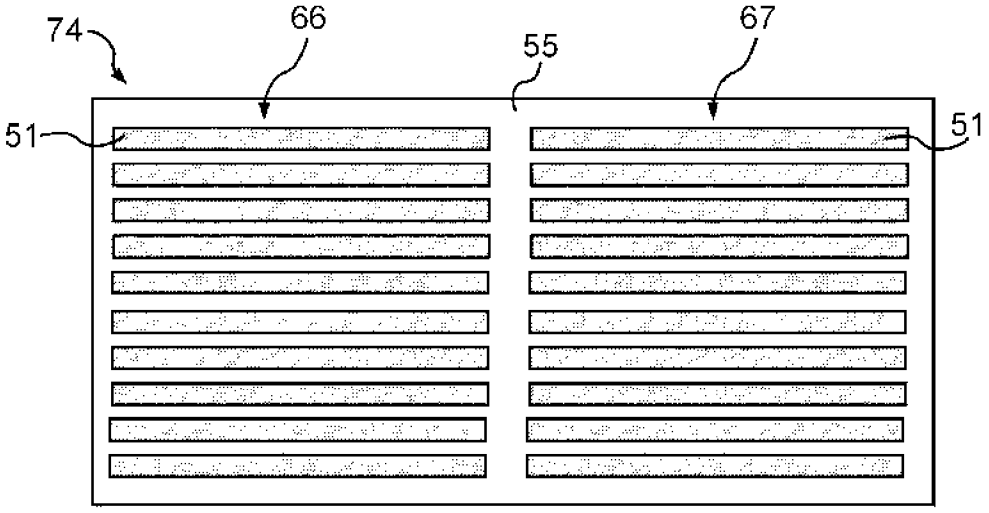

Fig. 6A

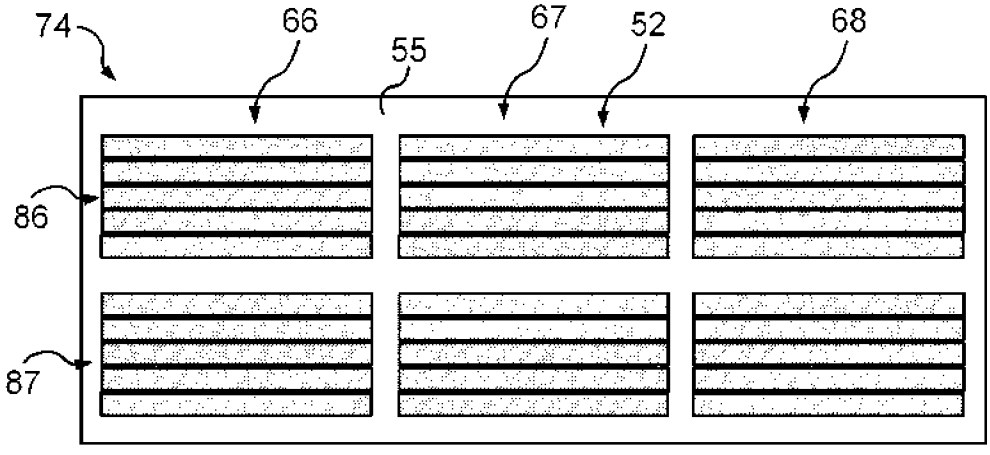

Fig. 6B

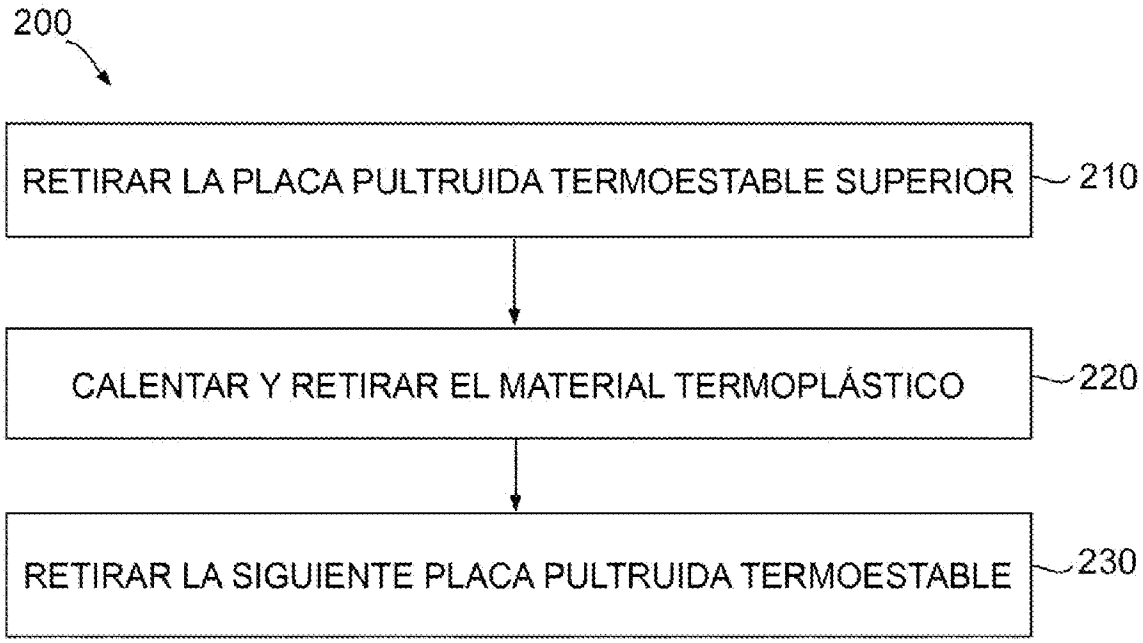
200
RETIRAR LA PLACA PULTRUIDA TERMOESTABLE SUPERIOR
210
CALENTAR Y RETIRAR EL MATERIAL TERMOPLÁSTICO
220
RETIRAR LA SIGUIENTE PLACA PULTRUIDA TERMOESTABLE
230

Fig. 7