

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 024 978**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

B29C 65/78 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2022** **E 22156668 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024** **EP 4227521**

54 Título: **Conjuntos de almas de larguero y conjuntos de fijadores adecuados y procedimientos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KHALAFAGHIAN, MGO MIKE

74 Agente/Representante:

DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 3 024 978 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

Conjuntos de almas de larguero y conjuntos de fijadores adecuados y procedimientos

5 Campo

[0001] La presente divulgación se refiere a conjuntos de fijadores, y más en particular a conjuntos de fijadores para conectar una primera alma con una segunda alma. La presente divulgación se refiere además a conjuntos de almas principales para palas de turbina eólica y a procedimientos para ensamblar y desmontar dos almas.

10 Antecedentes

[0002] Las turbinas eólicas modernas se usan comúnmente para suministrar electricidad a la red eléctrica. Las turbinas eólicas de este tipo 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 en 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 bien a través del uso de una caja de engranajes. De esta manera, el generador produce electricidad que se puede suministrar a la red eléctrica.

[0003] Para extraer más energía del viento, se incrementa el tamaño del diámetro de rotor incrementando las dimensiones de las palas de turbina eólica. Para reducir el peso global de las palas de turbina eólica, estas en general pueden comprender materiales compuestos y a menudo se fabrican con compuestos de fibra de vidrio infundidos con resina. La fabricación de conchas de pala de turbina eólica usando materiales compuestos les permite cumplir los requisitos con respecto a tamaño, geometría y peso. Además, las fibras se pueden alinear con caminos de carga, generando palas con propiedades mecánicas anisotrópicas y con propiedades mecánicas potenciadas. La posibilidad de alineación de fibras permite colocar las fibras en la posición y dirección exactas según sea necesario para proporcionar al componente la rigidez y resistencia requeridas.

[0004] Las conchas de las palas de turbina eólica soportan parte de la carga y mantienen una forma aerodinámica. Las principales estructuras de soporte de carga en las palas de turbina eólica se forman por largueros. Un larguero en una pala de turbina eólica puede comprender una tapa de larguero cerca del lado de succión de la pala y una tapa de larguero cerca del lado de presión de la pala, y un alma a cortante ("shear web") entre las tapas de larguero. El alma a cortante en general se forma como una placa configurada para someterse a cargas cortantes.

[0005] Dependiendo de la longitud y configuración de las palas, y dependiendo de las cargas de diseño, se pueden usar largueros con diferentes configuraciones. En algunos ejemplos, una pala puede incluir un conjunto de alma principal, que incluye un alma principal de borde de ataque y un alma principal de borde de salida, es decir, dos almas principales, de las que la primera se dispone más cerca del borde de ataque y estando dispuesta la segunda más cerca del borde de salida de la pala. El conjunto de alma principal se puede extender desde una raíz de una pala hasta cerca de una punta de la pala. La pala puede comprender además una tercera alma a cortante que se puede extender desde una raíz hacia aproximadamente la mitad o aproximadamente dos tercios de la pala, y también puede comprender un refuerzo en forma de C en una sección interior de la pala cerca del borde de salida.

[0006] Durante la fabricación, se puede formar una concha de la pala, por ejemplo, se pueden formar dos medias conchas, en particular una concha a sotavento (para el lado de succión de la pala) y una concha a barlovento (para el lado de presión de la pala). Las almas se pueden situar en un molde en una media concha y la otra media concha se puede situar encima, después de esto se unen las partes.

[0007] Es conocido que el conjunto de alma principal se debe ensamblar antes de posicionarlo en el molde. El alma de borde de ataque principal y el alma de borde de salida se conectan entre sí a través de una pluralidad de pernos de anclaje. Los pernos de anclaje comprenden un eje con partes roscadas en cada extremo. Un espaciador tubular se dispone alrededor del eje. Entre cada extremo del espaciador tubular y la correspondiente alma se puede disponer una arandela. En ambos extremos del eje, en el exterior del conjunto, se puede disponer una arandela adicional y se montan tuercas en los extremos del eje. Por tanto, cada una de las almas se retiene entre una arandela y un tubo en un interior del conjunto de alma, y una arandela y una tuerca en el exterior del conjunto de alma.

[0008] Dado que las almas se pueden disponer cerca entre sí (en particular para partes más cercanas a la punta de la pala), es un proceso manual complicado fijar las arandelas y los espaciadores tubulares de los diferentes pernos de anclaje en su lugar. Adicionalmente, después de que se haya unido el conjunto de alma principal a las conchas de pala, se deben retirar los pernos de anclaje, pero esto quiere decir que un operario se debe introducir en el espacio en el interior del conjunto de alma principal para retirar las arandelas y los espaciadores tubulares. Este es un proceso manual engorroso que plantea importantes problemas de seguridad y salud. En la práctica, no todos los espaciadores y arandelas en un interior del conjunto de alma principal se pueden retirar.

[0009] Los documentos EP2742234 B1, CN213331389 U, WO 2020/216924 A1 muestran diferentes ejemplos conocidos de un conjunto de fijador para conectar una primera alma a una segunda alma.

- 5 **[0010]** La presente divulgación proporciona ejemplos de sistemas y procedimientos que superan al menos parcialmente algunos de los inconvenientes de los procesos de fabricación de pala de turbina eólica existentes y, en particular, facilitan ensamblar y desmontar conjuntos de almas principales.

Breve explicación

10

[0011] En un primer aspecto, se divulga un conjunto de fijador para conectar una primera alma a una segunda alma. Se define un interior entre la primera y segunda almas, y una superficie interior de la primera alma está orientada hacia una superficie interior de la segunda alma, estando dispuesta una superficie exterior de la primera alma sobre un exterior de la primera alma, y estando dispuesta una superficie exterior de la segunda alma sobre un exterior de la segunda alma. El conjunto de fijador comprende un eje, un primer fijador y un segundo fijador.

15

[0012] El eje tiene un primer extremo configurado para disponerse con la primera alma, un segundo extremo configurado para disponerse en el exterior de la segunda alma, y una parte central configurada para disponerse entre la primera y segunda almas. La parte central incluye uno o más topes cerca del primer extremo, teniendo los topes una posición retraída en la que los topes sustancialmente no sobresalen más allá de una superficie exterior de la parte central y una posición desplegada en la que los topes sobresalen más allá de la superficie exterior de la parte central de modo que la primera alma se puede fijar entre los topes y el primer fijador cuando está montada en el primer extremo del eje.

20

[0013] La parte central tiene un área de sección transversal que es más grande que el área de sección transversal del segundo extremo de modo que la segunda alma se puede fijar entre el segundo fijador cuando está montada en el segundo extremo del eje y la parte central del eje, y los topes están configurados para desplegarse desde el exterior de la primera alma.

25

[0014] De acuerdo con este aspecto, se proporciona un conjunto de fijador que puede conectar dos almas entre sí, en el que el conjunto de las dos almas se puede montar y desmontar desde un exterior del conjunto. Es decir, un operario no tiene que llegar hasta el espacio entre las almas para montar o desmontar los fijadores. El conjunto de fijador se puede usar, por ejemplo, en el montaje de un conjunto de alma a cortante principal y en la fabricación de una pala de turbina eólica, pero también son posibles otras implementaciones.

30

35

[0015] En un extremo, se fija un alma entre un fijador en un exterior y una parte del eje del conjunto de fijador. Debido a un incremento en las dimensiones, por ejemplo diámetro, de la parte central del eje con respecto al segundo extremo del eje, el alma inevitablemente se acoplará y quedará encajada contra la parte del eje con tamaño incrementado. En el extremo opuesto, el alma también se fija y se retiene entre un fijador en el exterior y topes en un interior. El tope se puede desplegar para realizar su función de tope desde un exterior del conjunto de alma.

40

[0016] A lo largo de la presente divulgación, un alma se puede considerar cualquier forma de placa, es decir, cualquier pieza de material relativamente plana y delgada. En el presente documento, se puede entender que delgada quiere decir que la longitud y el ancho de la placa son órdenes de magnitud mayores que el grosor. Las almas se pueden fabricar de cualquier material estructural adecuado, en particular se pueden fabricar de material compuesto o material metálico. Las almas pueden formar parte de un conjunto que incluye tapas o rebordes en los extremos de las almas.

45

[0017] En otro aspecto, se divulga un conjunto de alma principal para una pala de turbina eólica. El conjunto de alma principal comprende una primera alma a cortante y una segunda alma a cortante. Se define un interior entre la primera y segunda almas a cortante, y una superficie interior de la primera alma está orientada hacia una superficie interior de la segunda alma, estando dispuesta una superficie exterior de la primera alma sobre un exterior de la primera alma, y estando dispuesta una superficie exterior de la segunda sobre un exterior de la segunda alma.

50

55

[0018] La primera y segunda almas a cortante están conectadas a través de una pluralidad de conjuntos de fijadores que comprenden un eje, un primer fijador y un segundo fijador. El eje tiene un primer extremo dispuesto con la primera alma a cortante, un segundo extremo dispuesto en el exterior de la segunda alma a cortante y una parte central dispuesta entre la primera y segunda almas a cortante. La parte central incluye uno o más topes cerca del primer extremo, teniendo los topes una posición retraída en la que los topes sustancialmente no sobresalen más allá de una superficie exterior de la parte central y una posición desplegada en la que los topes sobresalen más allá de la superficie exterior de la parte central de modo que la primera alma a cortante está fijada entre los topes y el primer fijador montado en el primer extremo del eje.

60

65

[0019] La parte central tiene un área de sección transversal que es más grande que un área de sección transversal del segundo extremo y la segunda alma a cortante está fijada entre el segundo fijador montado en el eje y la parte central del eje, y en la que los topes están configurados para desplegarse desde un exterior de la primera alma a cortante.

[0020] Aún en otro aspecto, se divulga un procedimiento para ensamblar un conjunto de alma principal de una pala de turbina eólica. El procedimiento comprende disponer un alma a cortante de borde de ataque con un alma a cortante de borde de salida de modo que una superficie interior del alma a cortante de borde de ataque se orienta hacia una superficie interior del alma a cortante de borde de salida, estando definido un interior del conjunto de alma principal entre el alma a cortante de borde de ataque y el alma a cortante de borde de salida. El procedimiento comprende además conectar el alma a cortante de borde de ataque al alma a cortante de borde de salida montando una pluralidad de conjuntos de fijadores.

[0021] El montaje de uno de los conjuntos de fijadores comprende introducir un eje desde un exterior del conjunto de alma principal a través de un orificio en una primera alma a cortante seleccionada de las almas a cortante de borde de ataque y de salida y posteriormente a través de un orificio en una segunda alma a cortante seleccionada de las almas a cortante de borde de ataque y de salida, hasta que un segundo extremo del eje se extiende a través de la segunda alma a cortante hasta un exterior del conjunto de alma principal, y una parte central del eje se acopla con la segunda alma a cortante.

[0022] El procedimiento comprende además desplegar uno o más topes en la parte central para sobresalir más allá de una superficie exterior de la parte central del eje y montar un primer fijador en el primer extremo del eje para retener la primera alma a cortante entre los topes y el primer fijador y montar un segundo fijador en el segundo extremo del eje para retener la segunda alma a cortante entre el segundo fijador y la parte central del eje, en el que los topes se despliegan desde un exterior del conjunto de alma principal.

Breve descripción de los dibujos

[0023] A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica de acuerdo con un ejemplo;

la figura 2A es un diagrama esquemático que ilustra una pala de turbina eólica de acuerdo con un ejemplo;

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 3A ilustra esquemáticamente un ejemplo de un conjunto de fijador que se puede usar para conectar una primera alma a una segunda alma;

la figura 3B muestra un alma y un fijador del ejemplo de la figura 3A con más detalle;

la figura 4A ilustra esquemáticamente un ejemplo de otro conjunto de alma; y

las figuras 4B y 4C ilustran esquemáticamente elementos del ejemplo de la figura 4A con más detalle.

Descripción detallada de los ejemplos

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] La fig. 2A muestra una vista esquemática de una pala de turbina eólica de ejemplo 10. La pala de turbina eólica 10 tiene la forma 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 30 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 30 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.

[0027] La región de perfil alar 34 (también llamada región perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a generar sustentación, mientras que la región de raíz 30 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 30 puede ser constante a lo largo de toda el área de raíz 30. La región de transición 32 tiene un perfil de transición que cambia gradualmente de la forma circular o elíptica de la región de raíz 30 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.

[0028] 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.

[0029] 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, doblada previamente), proporcionando por tanto el plano de cuerda con un curso correspondientemente torsionado y/o curvado, siendo este el caso más frecuente para compensar que la velocidad local de la pala dependa 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 o semiovalada.

[0030] La fig. 2B es un diagrama esquemático que ilustra una vista en sección transversal de una pala de turbina eólica de ejemplo 10, por ejemplo, una vista en sección transversal de la región de perfil alar 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.

[0031] La fig. 2C es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de molde de ejemplo 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 está configurado 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 (formando el lado de presión). El segundo molde 112 está configurado 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 turbina eólica (formando la superficie de succión).

[0032] La figura 3A ilustra esquemáticamente un ejemplo de un conjunto de fijador para conectar una primera alma 52 a una segunda alma 54. Cabe destacar que en las figuras solo se muestra una pequeña parte de las almas y solo un único conjunto de fijador. Debe quedar claro que las almas pueden ser significativamente más anchas y más largas que lo que se muestra en la figura esquemática. También se pueden usar típicamente una pluralidad de conjuntos de fijadores para conectar las almas.

[0033] Se define un interior entre la primera y segunda almas 52, 54, y una superficie interior 53 de la primera alma 52 se orienta hacia una superficie interior 55 de la segunda alma 54, estando dispuesta una superficie exterior 51 de la primera alma 52 sobre un exterior de la primera alma 52, y estando dispuesta una superficie exterior 56 de la segunda alma 54 sobre un exterior de la segunda alma 54.

[0034] El conjunto de fijador comprende un eje 90, un primer fijador 140 y un segundo fijador (no mostrado en la figura 3A). El eje tiene un primer extremo 91 configurado para disponerse con la primera alma 52, un segundo

extremo 93 configurado para disponerse en el exterior de la segunda alma 54, y una parte central 92 configurada para disponerse entre la primera y segunda almas 52, 54.

[0035] La parte central 92 incluye uno o más topes 64 cerca del primer extremo 91. Los topes tienen una posición retraída en la que los topes sustancialmente no sobresalen más allá de una superficie exterior de la parte central 92 y una posición desplegada (tal como se muestra en la figura 3A) en la que los topes 64 sobresalen más allá de la superficie exterior de la parte central 92 de modo que la primera alma 52 se puede fijar entre los topes 64 y el primer fijador 140 cuando está montada en el primer extremo 91 del eje 90.

[0036] La parte central 92 tiene un área de sección transversal que es mayor que el área de sección transversal del segundo extremo 93 de modo que la segunda alma 54 se puede fijar entre el segundo fijador (no mostrado en la figura 3A) cuando está montada en el segundo extremo 93 del eje 90 y la parte central 92 del eje 90.

[0037] Los topes 64 están configurados para desplegarse desde el exterior de la primera alma 52.

[0038] En ejemplos, el primer extremo 91 del eje 90 puede comprender una primera rosca configurada para engranarse con una rosca del primer fijador 140, y el segundo extremo 93 del eje 90 puede comprender una segunda rosca configurada para engranarse con una rosca del segundo fijador 150. Por ejemplo, el segundo elemento de fijación puede ser una tuerca 150 con una rosca interna. La tuerca 150 se puede montar alrededor del segundo extremo 93 del eje 90. En otros ejemplos, se pueden usar formas alternativas de acoplar los fijadores en el eje, por ejemplo, un acoplamiento de bayoneta.

[0039] En el ejemplo de la figura 3A, el primer fijador 140 está configurado para desplegar los topes 64. Los topes 64 en este ejemplo pueden estar formados por pasadores accionados por resorte 64 dispuestos en el interior de la parte central 92 del eje 90. Es decir, la posición predeterminada de los pasadores 64 puede ser una posición retraída en la que los pasadores no sobresalen significativamente más allá de la superficie exterior de la parte central 92. En la posición retraída, los pasadores 64 pueden estar sustancialmente en el interior del eje y no impiden el movimiento del eje 90 a través de un orificio en una de las almas.

[0040] El primer fijador 140 puede comprender una parte de cabeza 142, una parte roscada 144 y una parte estrechada distal 146, véase el ejemplo de la figura 3B. Se muestra que la parte de cabeza 142 está dispuesta proximalmente en este ejemplo, y la parte de cabeza 142 está configurada para acoplarse a la primera alma 52. La parte roscada 144 se puede engranar con una rosca interna en el interior del primer extremo 91 del eje 90. A medida que el primer fijador se enrosca en el eje 90, el primer fijador se desplaza lateralmente, en el ejemplo mostrado, de izquierda a derecha. A medida que se desplaza el primer fijador 140, la parte estrechada distal 146 sobresale además hacia el interior del eje 90 y se puede acoplar con los pasadores accionados por resorte 64. A medida que la parte estrechada 146 continúa desplazándose lateralmente, los pasadores accionados por resorte 64 se empujan progresivamente hacia su posición desplegada. La primera alma 52 se puede retener por tanto entre la parte de cabeza 142 y los pasadores accionados por resorte 64.

[0041] Aunque no se muestra en el ejemplo de la figura 3A, en uno o ambos exteriores de las almas se pueden disponer una o más arandelas. Es decir, la primera alma se puede sujetar o retener entre el primer fijador (en este ejemplo, la parte de cabeza 142 del fijador 140), una o más arandelas y los topes 64. La segunda alma se puede sujetar o retener entre el segundo fijador (por ejemplo, una tuerca roscada), una o más arandelas y la parte central 92 del eje 90. Las arandelas pueden ser arandelas simples.

[0042] Las figuras 4A-4C ilustran esquemáticamente otro ejemplo de un conjunto de fijador que se puede usar de manera similar. En la figura 4A, se ilustra un conjunto de alma 50. El conjunto de alma puede ser un conjunto de alma principal para una pala de turbina eólica. El conjunto de alma principal comprende una primera alma a cortante 52 y una segunda alma a cortante 54. Se define un interior entre la primera y segunda almas a cortante 52, 54, y una superficie interior 53 de la primera alma 52 está orientada hacia una superficie interior 55 de la segunda alma 54, estando dispuesta una superficie exterior 51 de la primera alma 52 sobre un exterior de la primera alma 52, y estando dispuesta una superficie exterior 56 de la segunda alma 54 sobre un exterior de la segunda alma 54, de forma similar a lo que se representó en el ejemplo de la figura 3A.

[0043] La primera y segunda almas a cortante 52, 54 se conectan a través de una pluralidad de conjuntos de fijadores. Cabe destacar que en ambos ejemplos solo se muestra un único conjunto de fijador; en realidad, se pueden usar una pluralidad de conjuntos de fijadores. El conjunto de fijador comprende un eje 90, un primer fijador 97 y un segundo fijador 96. El eje 90 tiene un primer extremo 91 dispuesto con la primera alma a cortante 52, un segundo extremo 93 dispuesto en el exterior de la segunda alma a cortante 54, y una parte central 92 dispuesta entre la primera y segunda almas a cortante 52, 54.

[0044] La parte central 92 incluye uno o más topes 84 cerca del primer extremo, teniendo los topes 84 una posición retraída en la que los topes sustancialmente no sobresalen más allá de una superficie exterior de la parte central 92 y una posición desplegada en la que los topes 84 sobresalen más allá de la superficie exterior de la

parte central 92 de modo que la primera alma a cortante está fijada entre los topes 84 y el primer fijador 94 montado en el primer extremo 91 del eje 90.

[0045] Como en el ejemplo de la figura 4A, la parte central 92 tiene un área de sección transversal que es mayor que un área de sección transversal del segundo extremo 93 y la segunda alma a cortante 54 está fijada entre el segundo fijador 96 montado en el eje 90 y la parte central 92 del eje 90. Los topes 84, 86 están configurados para desplegarse desde un exterior de la primera alma a cortante 52.

[0046] El primer extremo 91 en este ejemplo se extiende a través de la primera alma a cortante 52 y se dispone en un exterior de la primera alma 52. Tanto en el exterior de la primera alma a cortante 52 como en el exterior de la segunda alma a cortante 54 están dispuestas arandelas 94.

[0047] En el ejemplo de la figura 4B, un conjunto de fijador incluye un pasador partido 80 con púas elásticas 83, 85. Las púas 83, 85 comprenden una parte vertical 84, 86 en sus extremos distales 82. Un operario puede comprimir el pasador partido 80, empujando las púas elásticas 83, 85 una hacia la otra. En esa situación, se puede considerar que las partes verticales 84,86 están en una posición retraída. El pasador partido 80 tiene una altura reducida en sección transversal y se puede mover dentro del eje 90 o retirarse del eje.

[0048] Como se puede observar en la figura 4C, el primer extremo 91 del eje 90 comprende una hendidura 99. Las partes verticales 84, 86 están configuradas para extenderse a través de la hendidura 99 y formar los topes. En el ejemplo se proporcionan dos hendiduras 99 (una en la parte superior y otra en la parte inferior).

[0049] Las hendiduras 99 se extienden desde la primera parte 91 hasta la parte central 92. En el ejemplo mostrado, las hendiduras 99 tienen una abertura redondeada 87 en los extremos distales, a través de la que las partes verticales 84, 86 sobresalen hacia afuera hasta su posición desplegada.

[0050] Una de la primera y segunda almas a cortante 52, 54 puede ser un alma a cortante de borde de entrada, y la otra de la primera y segunda almas a cortante 52, 54 puede ser un alma a cortante de borde de salida. En otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona una pala de turbina eólica que comprende dicho conjunto de alma principal 50.

[0051] En el ejemplo de la figura 4A, el segundo extremo 93 del eje 90 comprende una rosca, y el segundo fijador 96 es una tuerca configurada para engranarse con esta rosca.

[0052] En otro aspecto, se proporciona un procedimiento para ensamblar un conjunto de alma, en particular para un conjunto de alma principal de una pala de turbina eólica. El procedimiento comprende disponer un alma a cortante de borde de ataque con un alma a cortante de borde de salida de modo que una superficie interior del alma a cortante de borde de ataque se orienta hacia una superficie interior del alma a cortante de borde de salida, estando definido un interior del conjunto de alma principal entre el alma a cortante de borde de ataque y el alma a cortante de borde de salida.

[0053] El procedimiento comprende además conectar el alma a cortante de borde de ataque al alma a cortante de borde de salida montando una pluralidad de conjuntos de fijadores. Se puede usar cualquiera de los ejemplos de las figuras 3A-3B y 4A-4C. El montaje de uno de los conjuntos de fijadores comprende introducir un eje 90 desde un exterior del conjunto de alma principal a través de un orificio en una primera alma a cortante 52 seleccionada de las almas a cortante de borde de ataque y de salida y posteriormente a través de un orificio en una segunda alma a cortante 54 seleccionada de las almas a cortante de borde de ataque y de salida, hasta que un segundo extremo 92 del eje 90 se extiende a través de la segunda alma a cortante 54 hasta un exterior del conjunto de alma principal, y una parte central 92 del eje 90 se acopla con la segunda alma a cortante 54. La primera alma puede ser el alma a cortante de borde de entrada y, en ese caso, la segunda alma es el alma a cortante de borde de salida. La primera alma puede ser el alma a cortante de borde de salida y, en ese caso, la segunda alma es el alma a cortante de borde de entrada.

[0054] El procedimiento comprende además desplegar uno o más topes (pasadores 64, o partes verticales 84, 86) en la parte central 92 para sobresalir más allá de una superficie exterior de la parte central 92 del eje 90 y montar un primer fijador 140, 97 en el primer extremo 91 del eje 90 para retener la primera alma a cortante 52 entre los topes 64, 84 y el primer fijador 140, 97.

[0055] Un segundo fijador 96 se monta en el segundo extremo 93 del eje 90 para retener la segunda alma a cortante 54 entre el segundo fijador 96 y la parte central 92 del eje 90, estando desplegados los topes 64, 84 desde un exterior del conjunto de alma principal.

[0056] Cabe destacar que los conjuntos de fijadores en los ejemplos de las figuras 3A-3B y 4A-4C se pueden montar desde el exterior del conjunto de alma. No se disponen arandelas ni otros fijadores en el interior del conjunto de alma principal. Ningún operario necesita acceder al espacio en el interior del conjunto de alma. Debe quedar claro que se puede cambiar el orden de las diversas etapas del procedimiento de este procedimiento.

- 5 **[0057]** En algunos ejemplos, el despliegue de los topes comprende introducir un pasador partido 80 desde un exterior del conjunto de alma principal a través del primer extremo 91 del eje 90, en el que el pasador partido comprende dos púas 83, 85 que comprenden una parte vertical 84, 86 en el extremo distal 82 de las púas 83, 85 para formar los topes. Un operario puede comprimir el pasador partido 80 para colocar los topes (partes verticales 84, 86) en una posición retraída para su introducción. En la posición retraída, las partes verticales 84, 86 no se extienden más allá de la superficie exterior del eje 90. Después de la introducción, las partes verticales 84, 86 se extienden a través de hendiduras 99 en la parte central del eje.
- 10 **[0058]** En otros ejemplos, la parte central 92 comprende dos pasadores accionados por resorte que forman los topes, estando desplegados los pasadores montando el primer fijador, como se ilustró con respecto a las figuras 3A-3B, comprendiendo el primer fijador una parte estrechada que se acopla a los pasadores accionados por resorte cuando el primer fijador se monta en el primer extremo del eje.
- 15 **[0059]** El procedimiento puede comprender además retirar los conjuntos de fijadores después de unir el conjunto de alma principal a una concha de pala a barlovento y a una concha de pala a sotavento, y en particular retirar los conjuntos de fijadores del exterior del conjunto de alma principal.
- 20 **[0060]** Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la presente enseñanza, incluyendo los modos de realización preferentes, y también para permitir que cualquier experto en la técnica la practique, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable se define por las reivindicaciones.
- 25 **[0061]** 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 conjunto de fijador para conectar una primera alma (52) a una segunda alma (54),
5 en el que se define un interior entre la primera (52) y segunda almas (54), y una superficie interior (53) de la primera alma (52) está orientada hacia una superficie interior (55) de la segunda alma (54), estando dispuesta una superficie exterior (51) de la primera alma (52) sobre un exterior de la primera alma (52), y estando dispuesta una superficie exterior (56) de la segunda alma (54) sobre un exterior de la segunda alma (54), comprendiendo el conjunto de fijador:
10 un eje (90), un primer fijador (97; 140) y un segundo fijador (96; 150),
teniendo el eje (90) un primer extremo (91) configurado para disponerse con la primera alma (52), un segundo extremo (93) configurado para disponerse en el exterior de la segunda alma (54), y una parte central (92) configurada para disponerse entre la primera (52) y segunda almas (54), en el que
15 la parte central (92) incluye uno o más topes (64; 84, 86) cerca del primer extremo, teniendo los topes (64; 84, 86) una posición retraída en la que los topes (54; 84, 86) sustancialmente no sobresalen más allá de una superficie exterior de la parte central (92) y una posición desplegada en la que los topes (64; 84, 86) sobresalen más allá de la superficie exterior de la parte central (92) de modo que la primera alma (52) se puede fijar entre los topes y el primer fijador (97; 140) cuando está montada en el primer extremo (91) del eje (90), en el que
20 la parte central (92) tiene un área de sección transversal que es mayor que el área de sección transversal del segundo extremo (93) de modo que la segunda alma (54) se puede fijar entre el segundo fijador (150; 96) cuando está montada en el segundo extremo (93) del eje (90) y la parte central (92) del eje, y
25 en el que los topes (64; 84, 86) están configurados para desplegarse desde el exterior de la primera alma (52).
30 2. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer extremo (91) del eje comprende una primera rosca configurada para engranarse con una rosca (144) del primer fijador (140; 97), y el segundo extremo (93) del eje (90) comprende una segunda rosca configurada para engranarse con una rosca del segundo fijador (150; 96).
35 3. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el primer fijador (140) está configurado para desplegar los topes (68).
40 4. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los topes son pasadores accionados por resorte (64) dispuestos en el interior de la parte central (92) del eje (90).
45 5. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primer fijador (140) comprende una parte de cabeza (142), una parte roscada (144) y una parte estrechada distal (146), y en el que la parte estrechada distal se configura para desplegar los topes (64).
50 6. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el primer extremo (91) del eje (90) tiene una rosca interna, y la parte roscada del primer fijador (140) está configurada para engranarse con la rosca interna.
55 7. El conjunto de fijador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el conjunto de fijador incluye un pasador partido (80) con púas elásticas (83, 85), comprendiendo las púas una parte vertical (84, 86) en sus extremos distales (82) y comprendiendo el primer extremo del eje una hendidura (99), y en el que las partes verticales (84, 86) están configuradas para extenderse a través de la hendidura y formar los topes.
60 8. El conjunto de fijador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, que comprende además una arandela (84; 94) entre el primer fijador y la primera alma y/o entre el segundo fijador y la segunda alma.
65 9. Un conjunto de alma principal (50) para una pala de turbina eólica, que comprende:
una primera alma a cortante (52); y
una segunda alma a cortante (54); en el que se define un interior entre la primera y segunda almas a cortante (52, 54), y una superficie interior (53) de la primera alma (52) está orientada hacia una superficie interior de la segunda alma (54), estando dispuesta una superficie exterior (51) de la primera alma (52) sobre un exterior de la primera alma, y estando dispuesta una superficie exterior de la segunda alma sobre un exterior de la segunda alma, y en el que

la primera y segunda almas a cortante (52, 54) están conectadas a través de una pluralidad de conjuntos de fijadores de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8.

- 5 10. El conjunto de alma principal de la reivindicación 9, en el que una de la primera y segunda almas a cortante (52, 54) es un alma a cortante de borde de entrada, y la otra de la primera y segunda almas a cortante es un alma a cortante de borde de salida.
- 10 13. Un procedimiento
- 10 14. Un procedimiento
- 15 15. Un procedimiento para ensamblar un conjunto de alma principal (50) de una pala de turbina eólica, que comprende:

15 disponer un alma a cortante de borde de ataque con un alma a cortante de borde de salida de modo que una superficie interior del alma a cortante de borde de ataque se orienta hacia una superficie interior del alma a cortante de borde de salida, estando definido un interior del conjunto de alma principal entre el alma a cortante de borde de ataque y el alma a cortante de borde de salida;

20 conectar el alma a cortante de borde de ataque con el alma a cortante de borde de salida montando una pluralidad de conjuntos de fijadores, en el que el montaje de uno de los conjuntos de fijadores comprende:

25 introducir un eje (90) desde un exterior del conjunto de alma principal a través de un orificio en una primera alma a cortante (52) seleccionada de las almas a cortante de borde de entrada y de salida y posteriormente a través de un orificio en una segunda alma a cortante (54) seleccionada de las almas a cortante de borde de entrada y de salida, hasta que un segundo extremo (93) del eje (90) se extiende a través de la segunda alma a cortante (54) hasta un exterior del conjunto de alma principal, y una parte central del eje (90) se acopla con la segunda alma a cortante (54);

30 desplegar uno o más topes (64; 84, 86) en la parte central (92) para sobresalir más allá de una superficie exterior de la parte central (92) del eje (90) y montar un primer fijador (97; 140) en el primer extremo (91) del eje para retener la primera alma a cortante (52) entre los topes y el primer fijador;

35 montar un segundo fijador (96; 150) en el segundo extremo (93) del eje (90) para retener la segunda alma a cortante (54) entre el segundo fijador (96; 150) y la parte central (92) del eje (90), en el que

40 los topes (64; 84, 86) se despliegan desde un exterior del conjunto de alma principal (50).
- 45 16. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el despliegue de los topes comprende introducir un pasador partido (80) desde un exterior del conjunto de alma principal a través del primer extremo (91) del eje (90), en el que el pasador partido (80) comprende dos púas (83, 85) que comprenden una parte vertical (84, 86) en el extremo distal (82) de las púas para formar los topes.
- 50 17. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la parte central (92) comprende dos pasadores accionados por resorte (64) que forman los topes, y en el que los pasadores (64) se despliegan montando el primer fijador (140).

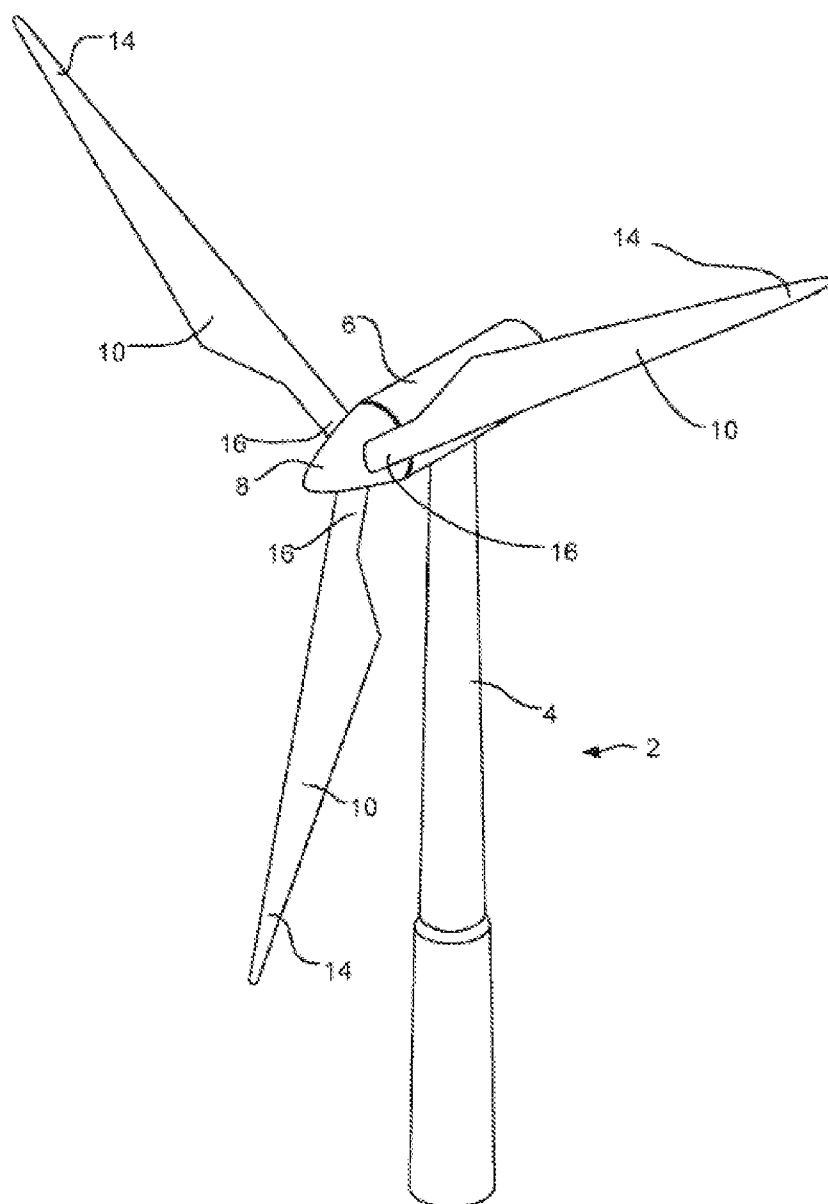


Fig. 1

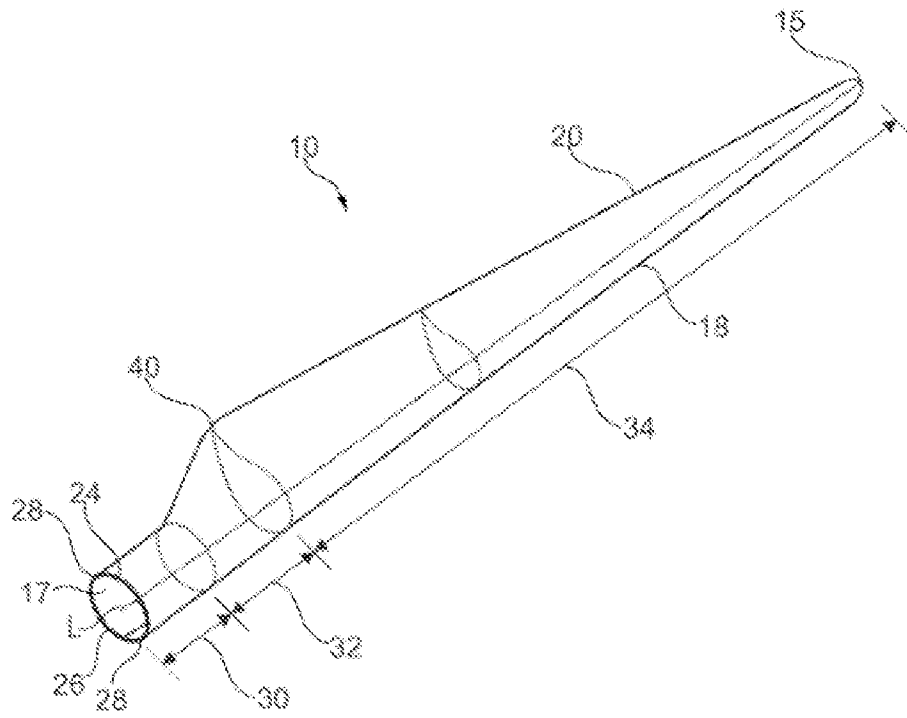


Fig. 2A

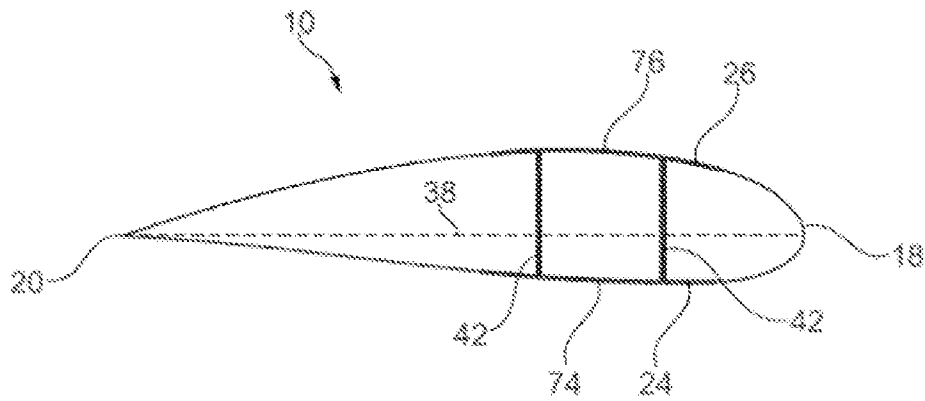


Fig. 2B

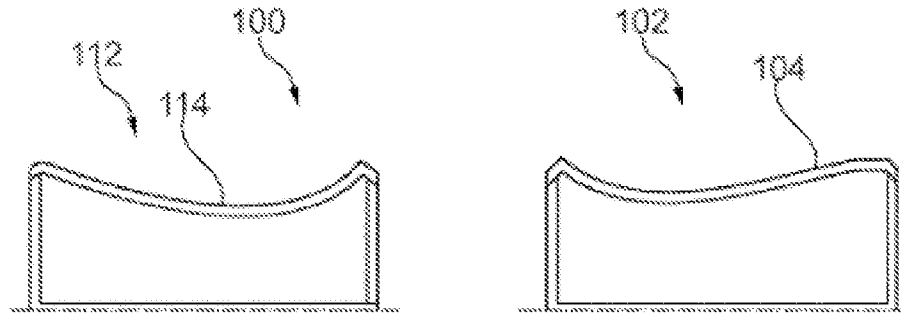


Fig. 2C

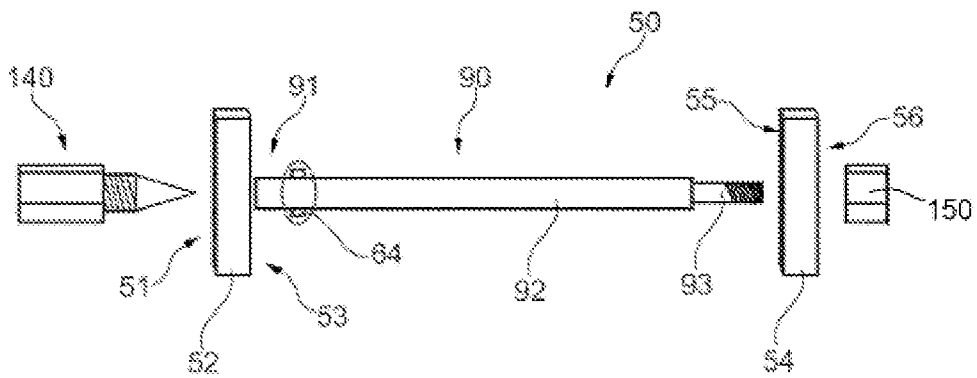


Fig. 3A

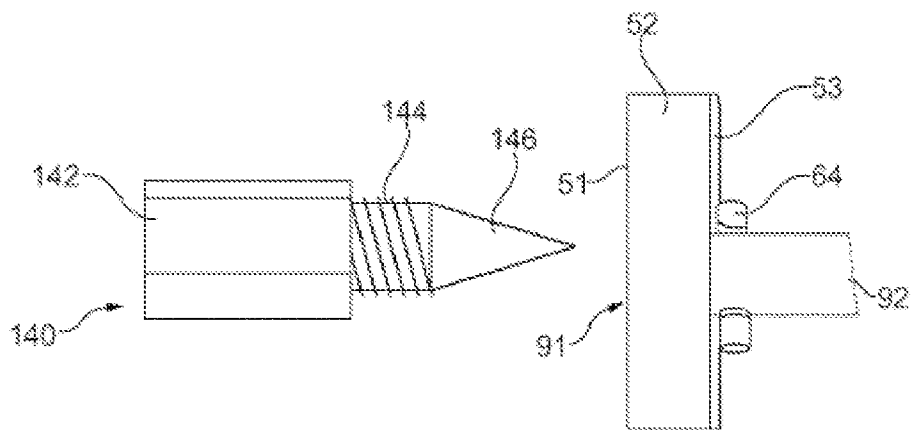


Fig. 3B

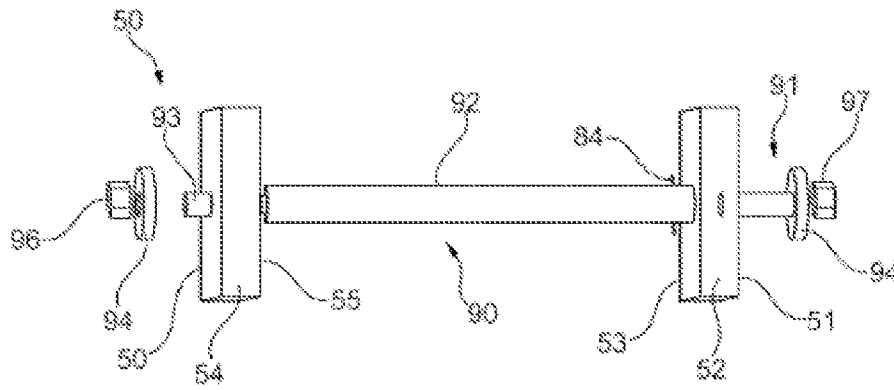


Fig. 4A

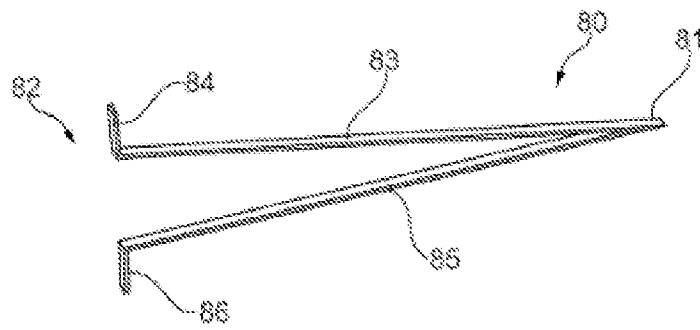


Fig. 4B

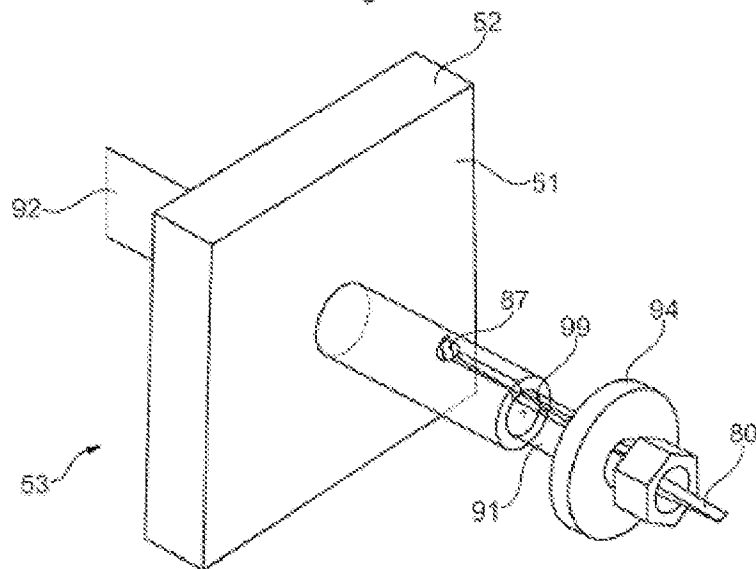


Fig. 4C