

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 987**

51 Int. Cl.:

**B29C 53/56** (2006.01)  
**B29C 53/80** (2006.01)  
**B65H 49/00** (2006.01)  
**B65H 69/06** (2006.01)  
**B29C 70/38** (2006.01)  
**F03D 1/06** (2006.01)  
**B29L 31/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2013 PCT/EP2013/069938**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14072120**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2013 E 13766342 (3)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2917020**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la fabricación de productos semiacabados para palas de rotor de instalaciones de energía eólica**

30 Prioridad:

**08.11.2012 DE 102012021802**  
**15.03.2013 DE 102013204635**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.11.2017**

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**  
**Dreekamp 5**  
**26605 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**HOFFMANN, ALEXANDER;**  
**FRIEDE, PETER;**  
**GEBERS, JENS y**  
**KNOOP, FRANK**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 641 987 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**

Dispositivo y procedimiento para la fabricación de productos semiacabados para palas de rotor de instalaciones de energía eólica

5

La presente invención se refiere a un dispositivo para la fabricación de extremos de pala para palas de rotor de instalaciones de energía eólica, con un mandril de arrollamiento, que se puede rotar para el enrollamiento de material compuesto de fibras preferentemente en forma de banda.

- 10 Básicamente en el sector de la tecnología de palas de rotor, y en particular de manera especial en el sector de la tecnología de palas de rotor de instalaciones de energía eólica, se plantean requerimientos de estabilidad de los trozos finales en el lado de buje de las palas de rotor, dado que éstos son responsables de la introducción de fuerza de la pala en el buje, y están expuestos a sollicitaciones estáticas como también dinámicas especialmente elevadas. Por ello tiene una gran importancia que los extremos de pala de las palas de rotor para instalaciones de energía eólica se pueden fabricar con elevada exactitud de fabricación y manteniendo elevados estándares de calidad.

Los extremos de pala para las palas de rotor mencionadas anteriormente se compone con frecuencia de varios componentes, de los que al menos algunos están fabricados de materiales compuestos de fibras. Por el estado de la técnica se conoce el ensamblaje de varias piezas moldeadas de materiales compuestos de fibras en forma seca.

- 20 Las piezas moldeadas compuestas de fibras "secas" así ensambladas se cierran hasta ahora habitualmente de forma estanca a gases entre sí, se evacúan y a continuación en un así denominado procedimiento de inyección en vacío, o también procedimiento de infusión, se impregnan con un líquido (a continuación designado como "líquido de impregnación"). El líquido se endurece después de atravesar el material compuesto de fibras, por lo que le confiere a toda la estructura una unión y estabilidad.

25

En este procedimiento conocido, que proporciona en general resultados satisfactorios, no obstante, en casos individuales determinados puede ocurrir que el líquido de impregnación no avance a la misma velocidad en distintas zonas estructurales de las piezas moldeadas de material compuesto de fibras. Debido a esta configuración de un frente de fluencia irregular, en el caso extremo puede ocurrir que el material compuesto de fibras no se humedezca por todas partes de igual manera con el líquido de impregnación. En los puntos insuficientemente humedecidos se puede producir entonces una resistencia menor del componente en el estado endurecido, lo que aumenta el riesgo de fallos.

30

Además, en el estado de la técnica se considera como desventajoso con vistas a la economía de producción que, para la fabricación de combinaciones semejantes de piezas moldeadas individuales, hasta ahora se deben introducir o proporcionar medios adicionales, que posibiliten una evacuación y conducción del líquido de impregnación, por ejemplo, lámina de vacío y líneas de líquido.

35

Para la configuración de la estructura base de un extremo de pala se conoce, por ejemplo, por el documento DE 10 2010 026 018 A1 una tecnología de arrollamiento para palas de rotor de una instalación de energía eólica. Pero aquí no se transforman las desventajas halladas en el estado de la técnica.

40

Ante los antecedentes de las realizaciones anteriores, la presente invención tuvo el objetivo de mejorar un dispositivo para la fabricación de extremos de pala según el tipo designado al indicio, de manera que se subsanen lo más ampliamente posible las desventajas halladas en el estado de la técnica.

45

Por consiguiente la invención tuvo en particular el objetivo de especificar un dispositivo con el que los extremos de pala se puedan fabricar con menores oscilaciones en la resistencia. Además, la invención tuvo en particular el objetivo de proporcionar una economía de producción aumentada en un dispositivo del tipo mencionado al inicio.

50

La invención consigue el objetivo que le sirve de base con un dispositivo del tipo mencionado al inicio, en tanto que presenta un aparato de impregnación desplazable a lo largo de un mandril de arrollamiento para la impregnación del material compuesto de fibras antes del enrollado alrededor del mandril de arrollamiento, y presenta un aparato de depósito desplazable preferentemente de forma sincrónica con la dirección de impregnación a lo largo del mandril de arrollamiento para la facilitación del material compuesto de fibras.

55

La invención se basa en el conocimiento de que una humectación mejorada del material compuesto de fibras en su totalidad se puede obtener mediante un proceso de impregnación. Este proceso de impregnación hace innecesario instalar todavía otros elementos estructurales, como por ejemplo lámina de vacío o líneas de líquido, adicionalmente al material compuesto de fibras para el extremo de pala.

60

Además, la invención aprovecha en particular que el aparato de impregnación y el aparato de depósito, que proporciona el material compuesto de fibras, circulan, preferentemente de forma síncrona, a lo largo del mandril de arrollamiento rotativo, de modo que en un proceso continuo el material compuesto de fibras se puede enrollar sobre el mandril de arrollamiento y al mismo tiempo poco antes del proceso de enrollamiento mismo se provee de líquido de impregnación en el aparato de impregnación. Mediante el enrollamiento rápido a continuación de la impregnación se consigue una distribución uniforme extraordinariamente ventajosa del líquido de impregnación dentro de la estructura de material compuesto de fibras. Como líquido de impregnación viene al caso según la invención, por ejemplo, una resina (sintética). Como material compuesto de fibras entra en consideración según la invención, por ejemplo, PRFC o PRFV.

De que el mandril de arrollamiento se puede rotar de forma estacionaria y las unidades constructivas, claramente más pequeñas en comparación al mandril de arrollamiento, del aparato de impregnación y el aparato de depósito circulan a lo largo del mandril de arrollamiento, se proporciona además una estructura optimizada en aparatos.

La invención se perfecciona porque el aparato de depósito presenta una pluralidad de soportes de rollos montados de forma rotativa para la recepción de rollos de material compuesto de fibras. De estos rollos de material compuesto de fibras está activo preferentemente respectivamente un rollo primario para el desenrollado del material compuesto de fibras, transportándose el material compuesto de fibras a través del aparato de impregnación del dispositivo al mandril de arrollamiento y enrollándose mediante la rotación del mandril de arrollamiento sobre éste. Si es necesario un cambio de rollo se acciona preferentemente un rollo (secundario), que anteriormente permanecía en stand-by, antes de que el rollo anterior éste completamente desenrollado y con el retraso de tiempo más pequeño posible pueden alimentar y desenrollar material compuesto de fibras del siguiente rollo al recorrido de transporte.

Los rollos no activos, en cualquier caso restantes, sirven para el almacenamiento del material compuesto de fibras y garantizan que el proceso de arrollamiento se menoscabe por los tiempos de cambio más pequeños posibles para la sustitución de rollo. Mediante la facilitación de un aparato de depósito del tipo descrito anteriormente se pueden insertar nuevos rollos de material compuesto de fibras no consumidos en el lugar de los rollos de material compuesto de fibras desenrollados anteriormente, sin interrumpir el dispositivo y el proceso de enrollamiento.

En una forma de realización preferida de la presente invención, los soportes de rollos presentan un accionamiento motor. Además, el mandril de arrollamiento también presenta preferentemente un accionamiento motor.

De forma especialmente preferible, el accionamiento motor del soporte de rollos y el accionamiento motor del mandril de arrollamiento se pueden hacer funcionar en función uno de otro, preferentemente mediante una unidad de control electrónica. Preferentemente las fuerzas de accionamiento y las velocidades de desenrollado de los soportes de rollos están controladas de modo que, a pesar del diámetro de rollo decreciente, garantizan una velocidad de banda constante del material compuesto de fibras desenrollado. Lo mismo es válido preferentemente para el mandril de arrollamiento que, a pesar del aumento de diámetro de las capas de material compuesto de fibras enrolladas sucesivamente, conserva una velocidad de banda constante del material compuesto de fibras enrollado.

Preferentemente la unidad de control electrónica o una unidad de control electrónica adicional está establecida para controlar el avance del movimiento de desplazamiento del aparato de impregnación y aparato de depósito a lo largo del mandril de arrollamiento conforme a especificaciones definidas anteriormente.

Preferentemente en el dispositivo según la invención están previstos medios de medición, que están configurados para la detección de la velocidad de banda desenrollada en el aparato de depósito y/o para la detección de la velocidad de banda del material compuesto de fibras enrollado en el mandril de arrollamiento. Estos pueden ser, por ejemplo, medios de medición ópticos, que miden un aumento o disminución de grosor en los rollos correspondientes. En combinación con la velocidad de giro legible del accionamiento motor también se puede determinar así la velocidad de banda.

En otra forma de realización preferida de la invención, el aparato de depósito presenta una disposición de tipo revolver de los soportes de rollos. Dado que el aparato de depósito está configurado como revolver, los rollos individuales en los soportes de rollos se pueden llevar mediante rotación del depósito a la posición de funcionamiento correspondiente para el desenrollado. Preferentemente están activos dos rollos adyacentes, cuando se prepara un cambio de rollo. Preferentemente se prealimenta en este caso por los soportes de rollos puestos en funcionamiento como siguientes una cierta medida de material compuesto de fibras, para que éste se pueda transportar a ser posible sin retardo temporal, eventualmente de forma superpuesta con la sección final del rollo anterior del aparato de depósito en la dirección del aparato de impregnación.

Preferentemente la disposición de tipo revolver está montada de forma rotativa y accionada especialmente por motor. Por ejemplo, la pluralidad de soportes de rollos pueden estar dispuestos en forma de estrella en brazos convergentes o un anillo portante.

5

La capacidad de giro de la disposición de tipo revolver también garantiza que con coste especialmente bajo se pueda efectuar un cambio de rollo en el lado opuesto de los rollos activos.

Según una forma de realización especialmente preferida de la invención, el dispositivo presenta una máquina de coser montada en la zona del, preferentemente sobre el aparato de depósito, desplazable no en paralelo respecto a la dirección de desenrollado de los soportes de rollos para la conexión de una sección, en particular sección final, de un primer rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente completamente, de un primer soporte de rollos con una sección, preferentemente sección inicial, de un segundo rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente todavía no completamente, de un segundo soporte de rollos. Según esta forma de realización, durante el funcionamiento mediante la máquina de coser se cose el extremo de rollo del rollo consumido con el comienzo del rollo todavía no consumido, de modo que el nuevo rollo se arrastra por el extremo del rollo antiguo debido al proceso de arrollamiento del mandril de arrollamiento en el recorrido de transporte en la dirección del aparato de impregnación. Además, el uso de la máquina de coser posibilita una realización sin interrupción del cambio de rollo, lo que repercute de forma especialmente ventajosa en la economía de producción. Como máquina de coser se pueden usar, por ejemplo, una máquina de coser industrial, también designada como máquina de coser de sacos. Una distancia suficientemente grande de la puntada de costura garantiza que no se influye de forma inadmisiblemente en la impregnación con el líquido de impregnación.

En otra forma de realización preferida, en lugar de o adicionalmente a una máquina de coser se proporciona un aparato grapador y/o un aparato de pegado, para el grapado entre sí de las secciones de material compuesto de fibras.

Más preferiblemente, en el dispositivo según la invención, en una forma de realización preferida, el aparato de impregnación presenta una pluralidad de rodillos de desvío para el desvío reiterado del material compuesto de fibras que se extiende del aparato de depósito hacia el mandril de arrollamiento. Preferentemente los rodillos de desvío están dispuestos a una distancia igual o diferente respecto al fondo de la bandeja de impregnación. De este modo el material compuesto de fibras transportado por el aparato de impregnación se dobla reiteradamente en diferentes direcciones. Esto conduce respectivamente a que debido al estiramiento y recalado recíproco más allá de las fibras naturales de las bandas de material compuesto de fibras se consiga una distribución todavía más uniforme del líquido de impregnación dentro del material compuesto de fibras. Preferentemente durante el funcionamiento se llena la bandeja de impregnación con un líquido, de manera que el material compuesto de fibras se sumerge reiteradamente en el líquido de impregnación.

Según otra forma de realización preferida de la invención, el aparato de impregnación presenta una pluralidad de rodillos tensores, que se pueden poner en contacto con el material compuesto de fibras para el tensado de éste, estando dispuesto preferentemente entre dos rodillos de desvío adyacentes respectivamente al menos un rodillo tensor. Los rodillos tensores están configurados preferentemente para impedir un combado o resbalamiento del material compuesto de fibras en el aparato de impregnación, a fin de garantizar un tiempo de paso lo más uniforme posible del material compuesto de fibras a través del aparato de impregnación. De este modo se mejora la uniformidad de la aplicación y el nivel de oscilación en el grado de impregnación.

Preferentemente uno, varios o todos los rodillos tensores presentan medios de medición para la detección de la tensión de rollo. Éstos pueden ser, por ejemplo, instrumentos medidores de fuerza que detectan la fuerza de apriete perpendicularmente al movimiento de banda del material compuesto de fibras. Estos medios de medición cooperan preferentemente con el control electrónico del dispositivo o un control electrónico separado y eventualmente salidas de señales.

Preferentemente el aparato de impregnación presenta una calefacción que está configurada para mantener la temperatura del líquido de impregnación en un rango de valores predeterminado. La temperatura del líquido de impregnación influye en la viscosidad del líquido, en particular, si se selecciona una resina o resina sintética, y por ello se mantiene preferentemente por la calefacción en un rango de temperatura, en el que la viscosidad posibilita una impregnación fiable y lo más completa posible del líquido, pero simultáneamente no es muy líquido, de modo que el líquido fluye sencillamente a través del material compuesto de fibras, sin almacenarse en una medida suficiente por éste.

60

El mandril de arrollamiento del dispositivo según la invención está establecido preferentemente para la recepción de productos semiacabados, alrededor del que se enrolla el material compuesto de fibras, preferentemente de correas de larguero. Bajo correa de larguero se entienden aquellas piezas insertadas que están en contacto con la pared del mandril de arrollamiento y soportan y refuerzan el mandril de arrollamiento. También ha resultado ser ventajoso, usar en particular mandriles de arrollamiento de varias piezas, dado que éstos se pueden disponer alrededor del mandril de arrollamiento desde ambos lados con esfuerzo logístico disminuido.

La invención se refiere además a procedimiento para la fabricación de extremos de pala para palas de rotor de instalaciones de energía eólica, en particular mediante un dispositivo según una de los ejemplos de realización preferidos anteriores. El procedimiento según la invención consigue el objetivo formulado al inicio en referencia al dispositivo según la invención con las etapas: facilitación de material compuesto de fibras sobre un aparato de depósito, transporte del material compuesto de fibras desde el aparato de depósito a través de un aparato de impregnación a un mandril de arrollamiento, y enrollamiento del material compuesto de fibras alrededor del mandril de arrollamiento mediante la rotación del arrollamiento, preferentemente accionado por motor, en el que el aparato de impregnación y el aparato de depósito se mueven, preferentemente de forma síncrona entre sí, a lo largo del mandril de arrollamiento durante el enrollamiento.

El procedimiento según la invención aprovecha los mismos conocimientos y ventajas que el dispositivo según la invención, por lo que correspondientemente también se remite a las realizaciones anteriores. En el funcionamiento del dispositivo según la invención o en la realización del procedimiento según la invención también se muestra en particular que mediante un desplazamiento, preferentemente síncrono, del aparato de depósito y del aparato de impregnación a lo largo del mandril de arrollamiento se consigue una solución económica del objetivo que sirve de base. Dado que, por ejemplo, el aparato de impregnación con el aparato de depósito se puede desplazar a lo largo del mandril de arrollamiento, se puede usar un aparato de impregnación mucho más pequeño que cuando el aparato de impregnación permaneciese de forma estacionaria con el mandril de arrollamiento, y sólo se desplazase el aparato de depósito. Por consiguiente será suficiente un volumen menor de líquido de impregnación para mantener el nivel de llenado en el aparato de impregnación a una medida adecuada. En consecuencia los gastos de energía y costes para el calentamiento del líquido de impregnación también son claramente menores que en el caso de aparato de impregnación estacionario. Adicionalmente el material compuesto de fibras se mueve exclusivamente en la dirección de desenrollado a través del aparato de impregnación, cuando éste se mueve de forma síncrona con el aparato de depósito, de modo que se evita una "afluencia lateral" del material compuesto de fibras a través del líquido de impregnación. Por ello se hace realidad una impregnación todavía más uniforme en ambos lados de la banda de material compuesto de fibras, es decir, a la izquierda y a la derecha en referencia a la dirección de desenrollado.

El procedimiento según la invención se perfecciona preferentemente porque el material compuesto de fibras se proporciona en una pluralidad de soportes de rollos montados de forma rotativa y los soportes de rollos rotan durante el transporte, se accionan preferentemente por motor, de manera que se desenrolla el material compuesto de fibras.

Preferentemente el mandril de arrollamiento y los soportes de rollos presentan respectivamente un accionamiento motor y el accionamiento motor de los soportes de rollos y el accionamiento motor del mandril de arrollamiento se hacen funcionar en función uno de otro, preferentemente mediante una unidad de control electrónica, en la realización del procedimiento. Preferentemente el accionamiento es tal que una tensión de tracción ejercida por el mandril de arrollamiento sobre el material compuesto de fibras no se vuelve demasiado grande y que además las velocidades de desenrollado y enrollado, es decir, las velocidades de banda del material compuesto de fibras en ambos extremos del recorrido de transporte se desvían lo menos posible una de otra. La velocidad de banda del material compuesto de fibras desenrollado o enrollado se detecta preferentemente mediante medios de medición correspondientes.

Más preferiblemente el procedimiento según la invención comprende las etapas: conexión de una sección, en particular sección final, de un primer rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente completamente, de un primer soporte de rollos con una sección, preferentemente sección inicial, de un segundo rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente todavía no completamente, de un segundo soporte de rollos. Preferentemente la conexión se realiza mediante procedimientos, no en paralelo a la dirección de desenrollado del soporte de rodillos, de una máquina de coser y cosido de las dos secciones entre sí.

Más preferiblemente el procedimiento según la invención comprende la etapa del desvío reiterado del material compuesto de fibras que se extiende del aparato de depósito hacia el mandril de arrollamiento. El desvío se realiza preferentemente mediante varios rodillos de desvío a distancia igual o diferente respecto al fondo de la bandeja de

impregnación del aparato de impregnación.

Preferentemente el tensado del material compuesto de fibras se realiza entre dos rodillos de desvío adyacentes, en particular mediante puesta en contacto del material compuesto de fibras con una pluralidad de rodillos tensores.

5

La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que comprende un procedimiento según uno de los ejemplos de realización preferidos descritos anteriormente, y además que comprende las etapas:

- inserción del material compuesto de fibras arrollado en un molde para el endurecimiento,
- 10 - endurecimiento del líquido de impregnación a continuación del arrollamiento, de modo que se origina una pieza compuesta de fibras endurecida,
- retirada del mandril de arrollamiento de la pieza compuesta de fibras endurecida,
- preferentemente revestimiento de la pieza compuesta de fibras endurecida con una o varias otras capas de laminado, de modo que se origina un extremo de pala,
- 15 - conexión del extremo de pala a continuación del endurecimiento con una o varias piezas adosadas, como por ejemplo segmentos de borde posterior, puntas de pala, etc., en particular mediante atornillado o pegado, formando una pala de rotor.

La retirada del mandril de arrollamiento se realiza preferentemente después del endurecimiento del líquido de impregnación. Más preferiblemente la pieza compuesta de fibras endurecida, también designado cuerpo de arrollamiento, se inserta después de la retirada del mandril de arrollamiento como producto semiacabado en un molde de pala de rotor, en el que se añaden otras piezas de la pala de rotor.

La invención se refiere además a una instalación de energía eólica, con una torre, una góndola montada de forma giratoria en la torre, un rotor montado de forma giratoria en la góndola y una pluralidad de palas de rotor fijadas en el rotor, de los que al menos uno preferentemente varios o todos se ha(n) fabricado(s) según el procedimiento descrito anteriormente para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica.

La invención se describe a continuación más en detalle en referencia a los dibujos adjuntos mediante un ejemplo de realización. En este caso muestran

Figura 1 una vista en sección transversal esquemática de un dispositivo según el ejemplo de realización preferido,

Figura 2 una vista en sección transversal esquemática de un extremo de pala fabricado con el dispositivo según la invención según la figura 1,

Figura 3 una vista de sección transversal esquemática de una pala de rotor con un extremo de pala según el ejemplo de realización preferido,

Figura 4 una representación espacial de una parte del dispositivo según la figura 1,

Figura 5 una representación espacial de la parte según la figura 4 en otra orientación, y

Figura 6 una instalación de energía eólica con una pala de rotor según la presente invención.

45

En la figura 1 está reproducido esquemáticamente el dispositivo para la fabricación de un extremo de pala según el ejemplo de realización preferido de la invención. El dispositivo 1 presenta un mandril de arrollamiento 3a, que se puede accionar por motor. En el mandril de arrollamiento 3a está fijada una carcasa de arrollamiento 3b, alrededor de la que se enrolla un material compuesto de fibras 103 en bandas. El mandril de arrollamiento 3a está dispuesto de forma estacionaria.

50

El dispositivo 1 presenta además un aparato de impregnación 5. El aparato de impregnación 5 presenta una bandeja de impregnación 13 con un fondo 11. Están dispuestos varios rodillos de desvío 9a,b,c espaciados respecto al fondo en el aparato de impregnación 5. La distancia de los rodillos de desvío 9a-c respecto al fondo 11 puede estar seleccionada igual, según está representado esquemáticamente en la figura 1, o diferente, según lo que se desea para un ángulo de envoltura del material compuesto de fibras 103 alrededor de los rodillos de desvío 9a,b,c. Además, el aparato de impregnación 5 presenta una pluralidad de rodillos tensores 10a,b,c,d, que actúan mediante puesta en contacto de forma no paralela respecto a la dirección de transporte del material compuesto de fibras 103 sobre éste, a fin de aumentar o reducir la fuerza tensora en la dirección de los rodillos de desvío. De este modo también se puede influir en el ángulo de envoltura. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, los rodillos

60

tensores 10a,b provocan un tensado del material compuesto de fibras 103 en la dirección del rodillo de desvío 9a, mientras que los rodillos tensores 10c, d provocan un tensado del material compuesto de fibras 103 en la dirección del rodillo de desvío 9c. Configuraciones alternativas también pueden prever que los rodillos tensores 10b, c tensen el material compuesto de fibras 103 en la dirección del rodillo de desvío 9b.

5

El aparato de impregnación 5 está lleno hasta un nivel predeterminado con un líquido de impregnación 300. El nivel del líquido de impregnación 300 se selecciona preferentemente de modo que el material compuesto de fibras 103 se sumerge varias veces en el líquido de impregnación 300 durante el transporte a través del aparato de impregnación 5. Esto se garantiza preferentemente porque el material compuesto de fibras 103 se eleva fuera del líquido mediante el rodillo de desvío 9b y se sumerge en el líquido mediante los rodillos de desvío 9a,c.

10

El aparato de impregnación 5 se puede calentar mediante un control 15 en conexión con medios calefactores (no representados), de manera que el líquido de impregnación 300 proporciona en al aparato de impregnación 5 se mantiene dentro de un rango de temperatura predeterminado.

15

El aparato de impregnación 5 se puede desplazar en la dirección de la flecha A, es decir, en la figura 1 en el plano de observación o fuera de él, preferentemente sobre carriles.

El dispositivo 1 según la figura 1 presenta además un aparato de depósito 7. El aparato de depósito 7 sólo está representado esquemáticamente en la figura 1 como rollo individual. Respecto a una forma de realización preferida, detallada del aparato de depósito 7 se remite a las figuras 4 y 5. El aparato de depósito 7 proporciona el material compuesto de fibras 3. El material compuesto de fibras se desenrolla del aparato de depósito 7 en la dirección de la flecha B. El aparato de depósito 7 se puede desplazar, preferentemente de forma síncrona con el aparato de impregnación 5, en la dirección de la flecha A, preferentemente sobre carriles.

20

Durante el funcionamiento del dispositivo 1, el material compuesto de fibras se desenrolla del aparato de depósito 7 en la dirección de flecha B, y se alimenta al aparato de impregnación 5. En el aparato de impregnación 5, tensado por los rodillos tensores 10a-d, el material compuesto de fibras 103 se transporta en los rodillos de desvío 9a-c, sumergiéndose el material compuesto de fibras 103 varias veces en el líquido de impregnación 300, a saber respectivamente entre el rodillo de desvío 9a,c y el fondo 11 de la bandeja de impregnación 13.

25

A continuación del paso del aparato de impregnación 5, el material compuesto de fibras 103 se enrolla sobre la carcasa de arrollamiento rotativa 3b, que se gira alrededor de eje de giro del mandril de arrollamiento 3a, por lo que sobre la carcasa de arrollamiento 3b se reproduce la estructura del extremo de pala 101.

30

El líquido de impregnación 300 en primer lugar todavía líquido se endurece después el proceso terminado del enrollamiento alrededor de la carcasa de arrollamiento 3b. Después de la retirada de la carcasa de arrollamiento 3b está presente el extremo de pala 101 terminado.

En la figura 2 se ilustra la estructura del extremo de pala 101, y por consiguiente también esquemáticamente el proceso de arrollamiento, en una vista en sección transversal. La carcasa de arrollamiento 3b según la figura 2 está establecida para la recepción del material compuesto de fibras 103, así como adicionalmente para la recepción de productos semiacabados, representado según la figura 2 en forma de correas de larguero 105. Las correas de larguero 105 se envuelven con la carcasa de arrollamiento 3b conjuntamente por el material compuesto de fibras 103. Las correas de larguero 105 están preimpregnadas preferentemente con líquido de impregnación.

35

La carcasa de arrollamiento 3b, reproducida en la figura 2 como una pieza, también puede estar configurada en varias piezas, lo que facilita un montaje en el mandril de arrollamiento 3a (figura 1). Durante el funcionamiento del dispositivo 1 según la figura 1 se coloca preferentemente en primer lugar el número (unicidad o pluralidad) de productos semiacabados necesarios, por ejemplo, de correas de largueros 105 en la carcasa de arrollamiento 3b. A continuación mediante el funcionamiento del dispositivo 1 se enrolla el material compuesto de fibras 103 sobre la carcasa de arrollamiento 3b. De este modo se pueden aplicar el número deseado de capas mediante variación de empuje del aparato de impregnación 5 y aparato de depósito 7 con respecto al mandril de arrollamiento 3a y carcasa de arrollamiento 3b sobre la carcasa de arrollamiento 3b, hasta que se genera la estructura deseada.

40

A continuación de este proceso, así como a continuación del endurecimiento y otra terminación del extremo de pala 101, el extremo de pala se ensambla con otros componentes formando una pala de rotor, según está reproducido esquemáticamente en la figura 3. La pala de rotor 100 según la figura 3 presenta en el lado del buje el extremo de pala 101.

45

50

55

60

El extremo de pala como pieza compuesta de fibras después del endurecimiento ya forma esencialmente el contorno exterior de la pala de rotor. Todavía se pueden colocar capas de material compuesto de fibras adicionales para el perfeccionamiento de la forma, por ejemplo, para la configuración del segmento de borde posterior.

- 5 El extremo de pala 101 se conecta, preferentemente mediante pegado, en la interfaz 113 con un segmento de borde posterior 7. Además, el extremo de pala 101 se conecta en el lado opuesto al buje con la punta de pala 109, preferentemente mediante atornillado, indicado por la referencia 111.

El aparato de depósito 7 representado esquemáticamente en la figura 1 como rollo individual está representado más en detalle en las figuras 4 y 5. El aparato de depósito 7 presenta un armazón de marco 17. El armazón de marco se puede desplazar mediante varios rodillos 19 (en la dirección de la flecha A), preferentemente sobre carriles. Los rodillos 19 están accionados al menos parcialmente por motor. En el armazón de marco 17 está colocada montada de forma giratoria una rueda 21 en ambos lados. Las ruedas 21 están acopladas mediante un eje común. Las ruedas 21 se pueden mover además mediante un accionamiento 23 por motor.

- 15 En las ruedas 21 están montados de forma giratoria una pluralidad de soportes de rollos 25a-j en una disposición de tipo revolver. Los soportes de rollos 25a-j presentan respectivamente un acoplamiento 26 (provisto sólo uno con la referencia). El acoplamiento 26 se puede acoplar con un accionamiento motor 29b, 31a,b, que está dispuesto respectivamente en el armazón de marco 17. Los soportes de rollo 25 están establecidos para soportar los rollos de material compuesto de fibras. En este caso los soportes de rollos pueden soportar respectivamente individualmente un rollo o respectivamente por parejas en función del dimensionado de los rollos de material compuesto de fibras, recibiendo en la respectiva otra rueda 21 los pares opuestos entonces respectivamente una sección final del rollo de material compuesto de fibras correspondiente. Los soportes de rollos 25e-j, que no están acoplados precisamente con un accionamiento motor en la orientación mostrada en las figuras 4 y 5, permiten un cambio del rollo de material compuesto de fibras también durante el funcionamiento continuo de los accionamientos motores 29, 31 para el desenrollado del material compuesto de fibras de los soportes de rollos 25a-d.

- 20 Cuando durante el funcionamiento se desenrolla un rollo, mediante el desacoplamiento del rollo vacío del motor de accionamiento, rotación del aparato de depósito y acoplamiento del siguiente rollo se puede garantizar un funcionamiento casi continuo.

- 30 La figura 6 muestra una instalación de energía eólica 200 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 100 según el ejemplo de realización preferido y un carenado 110. El rotor 106 se pone en movimiento giratorio por el viento durante el funcionamiento y de este modo acciona un generador en la góndola 104.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1) para la fabricación de productos semiacabados de extremos de pala (101) para palas de rotor de instalaciones de energía eólica (100), con
- 5 - un mandril de arrollamiento (3a), que se puede rotar para el enrollamiento de material compuesto de fibras preferentemente en forma de banda,
- caracterizado porque**
- 10 - un aparato de impregnación (5) desplazable a lo largo del mandril de arrollamiento para la impregnación del material compuesto de fibras antes del enrollamiento alrededor del mandril de arrollamiento,
- un aparato de depósito (7) desplazable a lo largo del mandril de arrollamiento, preferentemente de forma síncrona con el aparato de impregnación, para la facilitación del material compuesto de fibras,
- 15 **caracterizado porque** el aparato de depósito presenta una pluralidad de soportes de rollos (25) montados de forma rotativa para la recepción de los rollos de material compuesto de fibras, en el que el aparato de depósito presenta una disposición de tipo revolver de la pluralidad de soportes de rollos.
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1,
- caracterizado porque** los soportes de rollos presentan un accionamiento motor (29, 31).
3. Dispositivo según la reivindicación 2,
- 25 **caracterizado porque** el mandril de arrollamiento presenta un accionamiento motor, y **porque** el accionamiento motor de los soportes de rollos y el accionamiento motor del mandril de arrollamiento se pueden hacer funcionar en función uno de otro, preferentemente mediante una unidad de control electrónica.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,
- en el que la disposición de tipo revolver está montada de forma rotativa y preferentemente se acciona por motor.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,
- 35 **caracterizado por** una máquina de coser montada en la zona del, preferentemente sobre el aparato de depósito, desplazable no en paralelo respecto a la dirección de desenrollado de los soportes de rollos para la conexión de una sección, en particular sección final, de un primer rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente completamente, de un primer soporte de rollos con una sección, preferentemente sección inicial, de un segundo rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente todavía no completamente, de un segundo soporte de rollos.
- 40 un segundo rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente todavía no completamente, de un segundo soporte de rollos.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,
- 45 **caracterizado porque** el aparato de impregnación (5) presenta una pluralidad de rodillo de desvío (9) para el desvío reiterado del material compuesto de fibras que se extiende del aparato de depósito (7) hacia el mandril de arrollamiento, que están dispuestos a distancia igual o diferente respecto al fondo (11) de una bandeja de impregnación (13).
- 50 7. Dispositivo según la reivindicación 6,
- caracterizado porque** el aparato de impregnación (5) presenta una pluralidad de rodillos tensores (10), que se pueden poner en contacto con el material compuesto de fibras para el tensado de éste, estando dispuesto preferentemente entre dos rodillos de desvío adyacentes respectivamente al menos un rodillo tensor.
- 55 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado porque** el mandril de arrollamiento está establecido para la recepción de productos semiacabados (105), alrededor de los que se enrolla el material compuesto de fibras.
- 60

9. Procedimiento para la fabricación de productos semiacabados de extremos de pala para palas de rotor de instalaciones de energía eólica, en particular mediante un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas:

- 5 - facilitación de material compuesto de fibras mediante un aparato de depósito,  
- transporte del material compuesto de fibras desde el aparato de depósito a través de un aparato de impregnación a un mandril de arrollamiento, y  
- enrollamiento del material compuesto de fibras alrededor del mandril de arrollamiento mediante la rotación del arrollamiento, preferentemente accionado por motor, en el que
- 10 el aparato de impregnación y el aparato de depósito se mueven, preferentemente de forma síncrona entre sí, a lo largo del mandril de arrollamiento durante el enrollamiento,  
en el que el material compuesto de fibras se proporciona sobre una pluralidad de soportes de rollos montados de forma rotativa en una disposición de tipo revolver del aparato de depósito, y  
los soportes de rollos rotan durante el transporte, preferentemente accionados por motor, de manera que se
- 15 desenrolla el material compuesto de fibras.

10. Procedimiento según la reivindicación 9,

- en el que el mandril de arrollamiento y los soportes de rollos presentan respectivamente un accionamiento motor, y
- 20 el accionamiento motor de los soportes de rollos y el accionamiento motor del mandril de arrollamiento se hacen funcionar en función uno de otro, preferentemente mediante una unidad de control electrónica.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10,

- 25 que comprende:  
conexión de una sección, en particular sección final, de un primer rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente completamente, de un primer soporte de rollos, con una sección, preferentemente sección inicial, de un segundo rollo de material compuesto de fibras, que está desenrollado, preferentemente todavía no completamente, de un segundo soporte de rollos.

30

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11,

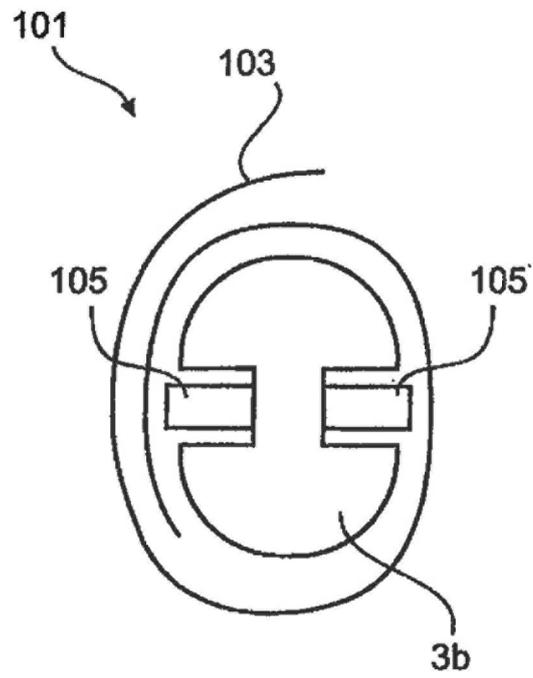
que comprende la etapa del desvío reiterado del material compuesto de fibras que se extiende del primer aparato de depósito hacia el mandril de arrollamiento.

35

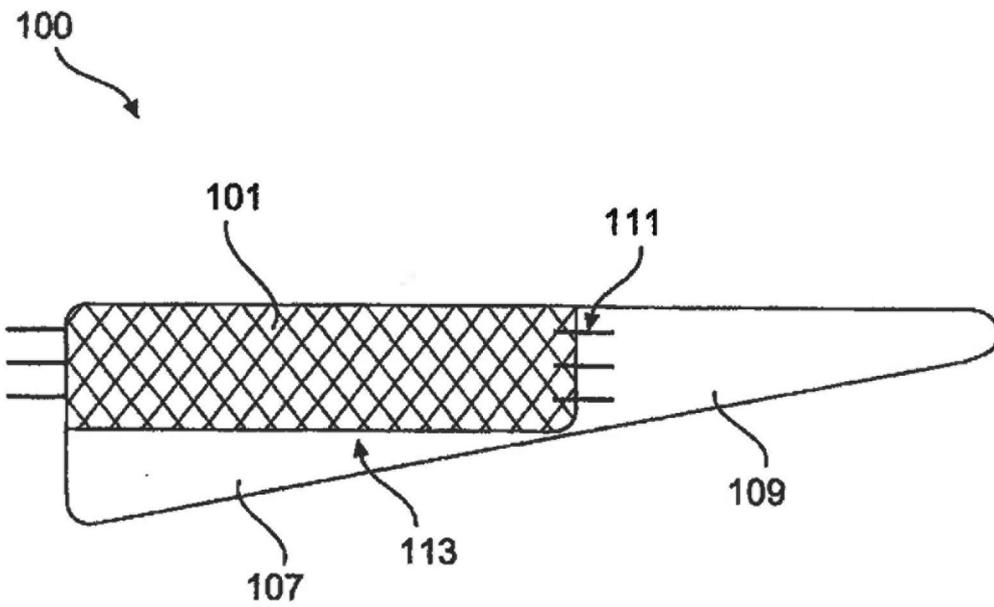
13. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que comprende un procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, y además que comprende las etapas:

- inserción del material compuesto de fibras arrollado en un molde para el endurecimiento,
- 40 - endurecimiento del líquido de impregnación a continuación del arrollamiento, de modo que se origina una pieza compuesta de fibras endurecida,  
- retirada del mandril de arrollamiento de la pieza compuesta de fibras endurecida,  
- preferentemente revestimiento de la pieza compuesta de fibras endurecida con una o varias otras capas de laminado, de modo que se origina un extremo de pala,
- 45 - conexión del extremo de pala a continuación del endurecimiento con una o varias piezas adosadas, como por ejemplo segmentos de borde posterior, puntas de pala, etc., en particular mediante atornillado o pegado, formando una pala de rotor.





**Fig. 2.**



**Fig. 3**

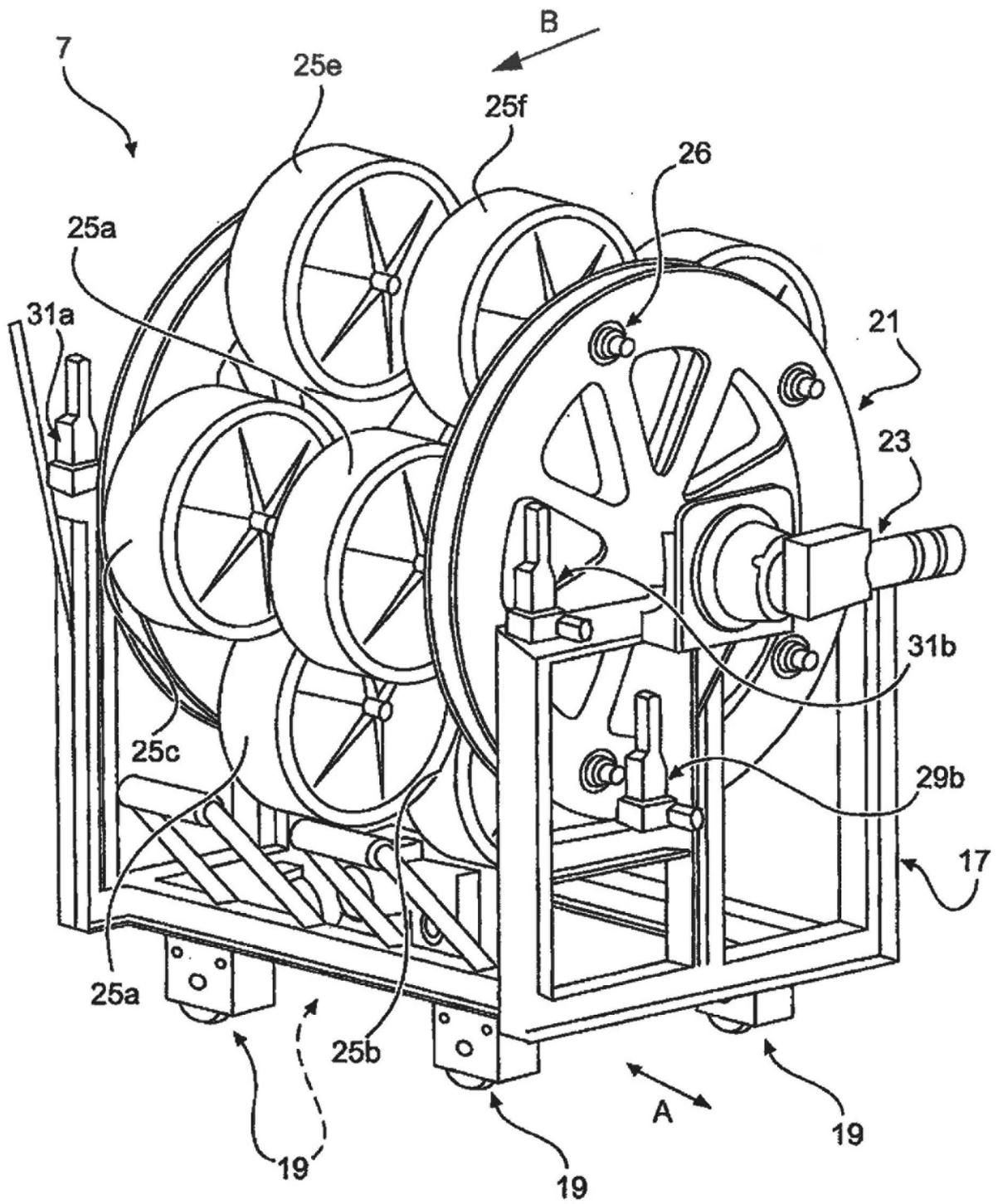
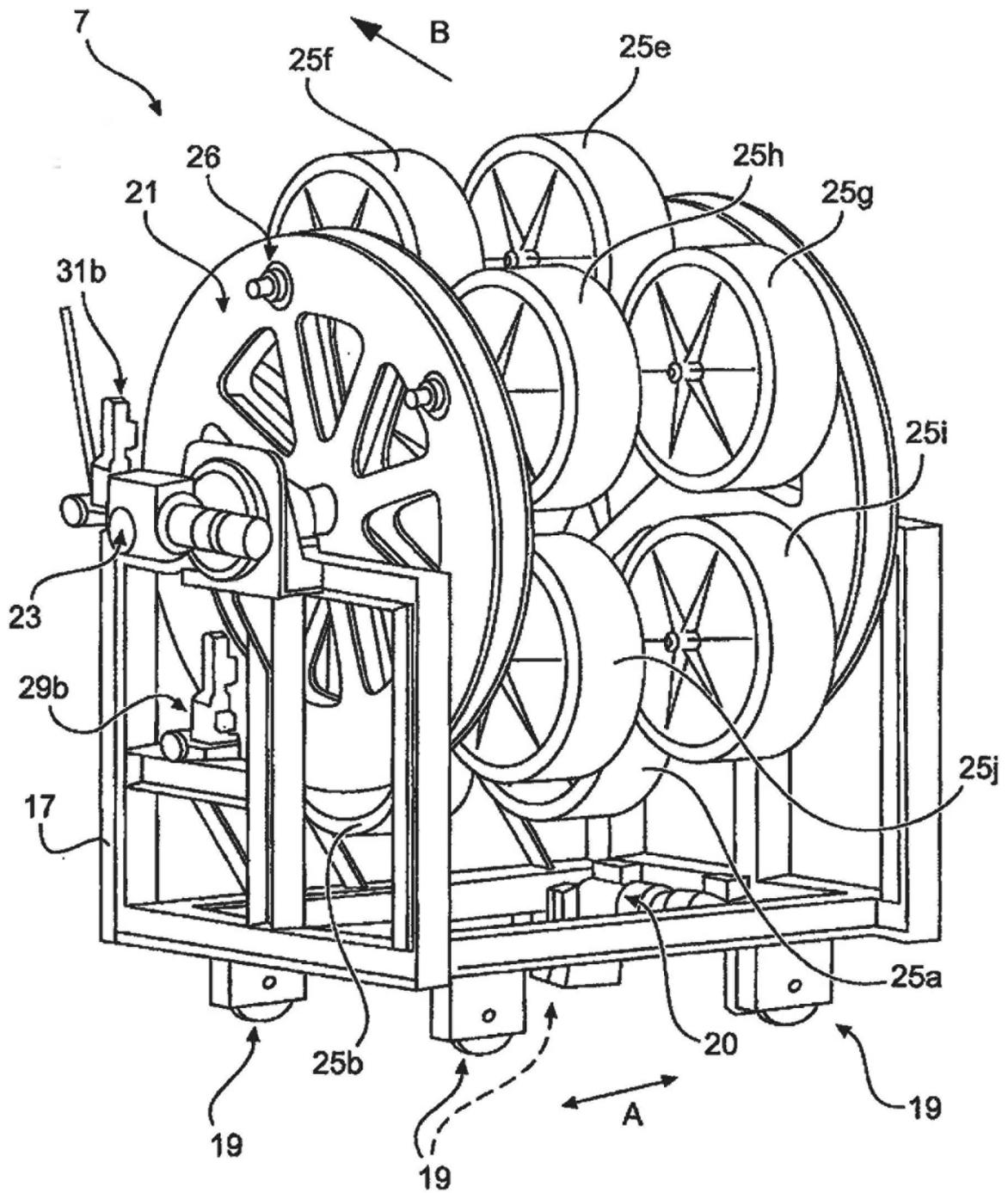
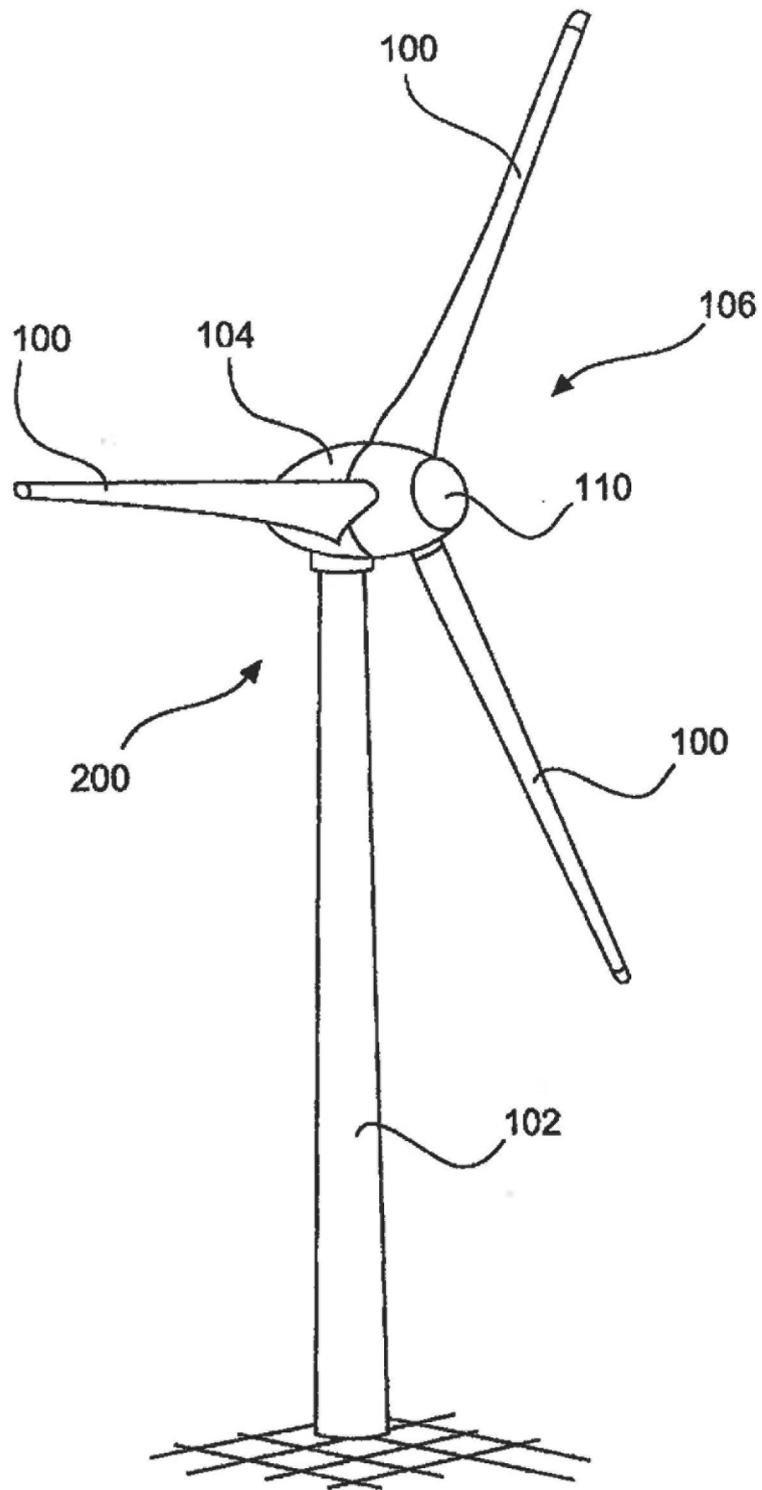


Fig. 4



**Fig. 5**



**Fig. 6**