

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 200**

51 Int. Cl.:

B60P 3/40 (2006.01)

F03D 13/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2014** **E 14169673 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 2947311**

54 Título: **Disposición de fijación de punta de pala**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**MASTRUP, AAGE;
SVINTH, KENNETH HELLIGSOE y
HANSEN, STEEN MATTRUP**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 713 200 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

Disposición de fijación de punta de pala

5 La invención describe una disposición de fijación de punta de pala; una disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor; y un método de manipulación de una pala de rotor de turbina eólica durante el transporte y el almacenamiento.

10 Después de fabricar una pala de rotor de turbina eólica, puede que sea necesario transportar la pala hasta un local de almacenamiento a corto plazo o a largo plazo, y por último la pala se transportará hasta un sitio de instalación, por ejemplo en un parque eólico marino. Los modos de transporte pueden incluir transporte por barco o transporte por carretera o ferrocarril por tierra. Para una turbina eólica con una salida de potencia nominal de varios megavatios, una pala de rotor puede tener una longitud de más de 75 m, y puede pesar varias toneladas.

15 Generalmente, una pala de rotor de turbina eólica comprende un extremo de raíz circular para su montaje en una interfaz de paso de un buje. El extremo de raíz de una pala para una turbina eólica tan grande puede tener un diámetro en el intervalo de 2,0 a 4,0 m o más. La forma circular del extremo de raíz experimenta una transición hacia la porción de perfil aerodinámico de pala, que representa la mayor parte de la longitud de pala. La porción de perfil aerodinámico generalmente es más ancha cerca del extremo de raíz, y presenta una sección decreciente hasta un extremo estrecho o punta. La sección de perfil aerodinámico de la pala tiene un borde de ataque redondeado y un borde de salida relativamente afilado. Entre el borde de ataque y el borde de salida, la sección de perfil aerodinámico tiene una superficie superior convexa curva (el lado de "succión"), y una superficie inferior cóncava curva (el lado de "presión"). La forma y las dimensiones poco manejables de una pala de rotor de turbina eólica hacen que el transporte sea difícil. Además, la pala es bastante vulnerable a daños y, por tanto, debe tratarse con

20 cuidado en todas las fases de transporte y manipulación para garantizar que la superficie permanece lisa e intacta. Se dan a conocer sistemas de transporte por carretera conocidos en los documentos WO 03/057528 A1 y WO 2006/000230 A1, que describen un soporte de extremo de raíz para unir el extremo de raíz de una pala de rotor de turbina eólica a un camión de transporte por carretera, y una plataforma rodante para soportar la porción de perfil aerodinámico de la pala. El documento WO 2009/141018 A2 da a conocer un soporte que puede montarse en una

25 plataforma rodante de este tipo.

El propio peso de una pala de rotor puede presentar un problema durante una maniobra de elevación. Por este motivo, generalmente se prefiere llevar la pala hasta una posición "erguida", es decir una posición en la que el perfil aerodinámico está esencialmente "vertical" o erguido con el borde de ataque de la pala abajo y el borde de salida arriba, mientras que la propia pala está suspendida horizontalmente desde el extremo de raíz hasta el extremo de

35 punta. Esta orientación de pala también ayuda a garantizar que el borde de salida vulnerable de la pala se protege frente a daños, mientras que el borde de ataque relativamente recto tiene la suficiente resistencia estructural como para impedir que la pala se combe mientras está suspendida en el aire.

40 Durante una fase de almacenamiento o transporte, pueden disponerse varias palas de rotor en una serie de armazones apilados. Para colocar muchas palas en un volumen relativamente pequeño, las palas pueden "intercalarse" con los extremos de punta de algunas palas orientados hacia los extremos de raíz de otras palas. Una disposición de apilamiento de este tipo debe tener en cuenta la diferencia de altura entre la porción de raíz de una pala y la porción de perfil aerodinámico relativamente plana y estrecha cerca del extremo de punta. Además, una

45 pala debe almacenarse de modo que no se deforme por su propio peso.

Entre la fabricación y la instalación de una pala de rotor, debe trasladarse y manipularse varias veces, por ejemplo desde un local de fabricación hasta un local de almacenamiento, desde el almacenamiento hasta un camión, desde el camión hasta un barco, etc. Cada fase de manipulación puede implicar un cambio en la orientación de la pala por los motivos indicados anteriormente. Además, la pala debe estar conectada de manera segura en todo momento a cualquier medio de sujeción, elevación, izado o transporte. Esto puede implicar una transferencia entre diferentes medios de sujeción, por ejemplo a causa de diferentes estructuras de montaje o interfaces de conexión de unos

50 medios de almacenamiento y/o unos medios de transporte. Tales procedimientos de conexión requieren mucho tiempo y son costosos y pueden incrementar significativamente los costes globales de una turbina eólica.

55 Por tanto, un objeto de la invención es proporcionar una manera mejorada de manipular palas de rotor de turbina eólica durante el transporte y el almacenamiento.

60 Este objeto se logra mediante la disposición de fijación de punta de pala de la reivindicación 1; mediante la disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor de la reivindicación 13; y mediante el método de la reivindicación 14 de manipulación de una pala de rotor de turbina eólica durante el transporte y el almacenamiento.

Según la invención, la disposición de fijación de punta de pala se realiza para soportar una pala de rotor de turbina eólica y comprende al menos un conjunto de fijación de punta realizado para fijarse alrededor del borde de ataque de la pala de rotor a lo largo de una porción de perfil aerodinámico de la pala de rotor; y una interfaz de conexión de pivote realizada para conectar de manera pivotante el conjunto de fijación de punta a unos medios de transporte con

65

5 ruedas. La disposición de fijación de punta de pala según la invención está caracterizada por un pie de soporte realizado para soportar el conjunto de fijación de punta en una primera orientación de pala y/o una segunda orientación de pala durante el almacenamiento y el transporte de la pala de rotor, y en la que el pie de soporte y el conjunto de fijación de punta comprenden unidades físicamente independientes realizadas para conectarse entre sí en la primera orientación de pala o la segunda orientación de pala.

10 En el contexto de la invención, debe entenderse que la expresión "sujetar la pala de rotor a lo largo de una porción de perfil aerodinámico" significa que el conjunto de fijación de punta agarra o sujeta de manera segura de otro modo la pala de rotor en un punto, o a lo largo de una longitud, de la porción de perfil aerodinámico de la pala, que, tal como se describió anteriormente, es la parte de la pala que tiene una forma de perfil aerodinámico en sección transversal. La pala puede soportarse en uno o más puntos adicionales durante el transporte y el almacenamiento. Por ejemplo, una pala también se sujeta habitualmente en el extremo de raíz de la pala mediante una estructura de soporte de extremo de raíz apropiada.

15 Una ventaja de la disposición de fijación de punta de pala según la invención es que se pueden simplificar en gran medida el transporte y el almacenamiento de la pala. La conexión de pivote permite que la disposición de fijación de punta de pala se conecte fácilmente a los medios de transporte con ruedas, que pueden ser cualquiera de una plataforma rodante, un remolque, un camión, un automotor, etc. Tal como se mencionó anteriormente, la longitud de una pala de rotor para una instalación marina puede superar 70 m, y los métodos de transporte y almacenamiento de la técnica anterior resultan costosos y requieren mucho tiempo por la dificultad de maniobrar una pala tan larga. El conjunto de fijación de punta según la invención está caracterizado por la conexión de pivote, que permite que los medios de transporte con ruedas modifiquen su trayectoria de desplazamiento independientemente de la pala. Esto hace que sea más fácil trasladar la pala de una ubicación a otra, por ejemplo desde un local de almacenamiento hasta un buque de transporte, mientras que al mismo tiempo garantiza que la pala siempre se sujeta de manera segura mediante el conjunto de fijación de punta.

20 Según la invención, la disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor se realiza para el almacenamiento y el transporte de una pala de rotor de turbina eólica y comprende una disposición de fijación de punta de pala según la invención para soportar la pala de rotor a lo largo de una porción de perfil aerodinámico de la pala de rotor; y un soporte de extremo de raíz para soportar el extremo de raíz de pala de rotor.

25 Una ventaja de la disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención es que la disposición de fijación de punta de pala, usada para ayudar a trasladar la pala de rotor de una ubicación a otra, también puede usarse para soportar la porción de perfil aerodinámico durante el almacenamiento a corto plazo o a largo plazo. El soporte de extremo de raíz de la disposición de transporte y almacenamiento según la invención también puede usarse durante las fases tanto de almacenamiento como de transporte. Esto significa que se requiere relativamente poca manipulación directa de la pala, dado que el conjunto de fijación de punta y el soporte de extremo de raíz pueden montarse en la pala de rotor una vez durante una etapa de preparación inicial, y pueden permanecer en su estado montado hasta una fase final, por ejemplo hasta que la pala ha llegado al sitio de instalación.

30 Según la invención, el método de manipulación de una pala de rotor de turbina eólica durante el transporte y el almacenamiento comprende las etapas de fijar un conjunto de fijación de punta de una disposición de fijación de punta de pala según la invención alrededor de una porción de perfil aerodinámico de la pala de rotor; montar el conjunto de fijación de punta en un pie de soporte del conjunto de fijación de punta en una primera orientación de pala para el almacenamiento de pala y/o el transporte de pala; y/o montar el conjunto de fijación de punta en el pie de soporte en una segunda orientación de pala para el almacenamiento y/o el transporte; y/o conectar la interfaz de conexión de pivote de la disposición de fijación de punta de pala a unos medios de transporte con ruedas para una maniobra de transporte.

35 Una ventaja del método según la invención es que, con relativamente poco esfuerzo, la pala de rotor puede maniobrarse sin riesgo y de manera segura durante diferentes fases de transporte, y puede sujetarse sin riesgo y de manera segura durante las fases de almacenamiento. A lo largo de estas fases de transporte y almacenamiento, no es necesario modificar la posición del conjunto de fijación de punta con respecto a la pala; ni tampoco es necesario retirarla o volver a unirla, aunque puede que sea necesario sujetar la pala en dos posiciones diferentes, por ejemplo en una primera posición con un perfil aerodinámico esencialmente "plano", y una segunda posición con un perfil aerodinámico esencialmente "erguido". Por tanto, el método según la invención puede ofrecer un ahorro considerable en el coste de manipulación y almacenamiento de palas de rotor de turbina eólica, particularmente cuando deben cargarse muchas palas, previstas para un sitio de parque eólico marino, desde un local de almacenamiento inicial sobre un vehículo para su transporte por carretera o ferrocarril hasta otro local de almacenamiento, y luego transferirse de nuevo a un buque de instalación para su transporte hasta el sitio marino. Durante todas estas fases, la disposición de fijación de punta de pala sujeta de manera segura la porción de perfil aerodinámico de la pala y la protege frente a daños.

60 Las reivindicaciones dependientes facilitan realizaciones y características particularmente ventajosas de la invención, tal como se revela en la siguiente descripción. Pueden combinarse características de diferentes

categorías de reivindicación según sea apropiado para facilitar realizaciones adicionales no descritas en el presente documento.

5 A continuación, sin restringir la invención de ninguna manera, puede suponerse que los medios de transporte con
 10 ruedas son un vehículo tal como un remolque o una plataforma rodante que puede colocarse bajo la pala de rotor en
 la sección de perfil aerodinámico, y que puede usarse para soportar la pala mientras esta se está trasladando de
 una ubicación a otra. Una plataforma rodante o un remolque puede autopropulsarse y puede tener sus propios
 medios de accionamiento, y puede controlarse de manera directa o remota por un operario. A continuación, los
 términos “medios de transporte con ruedas” y “plataforma rodante” pueden usarse de manera intercambiable según
 sea apropiado.

15 Tal como se mencionó anteriormente, puede ser necesario o ventajoso poder orientar una pala de rotor en diferentes
 posiciones durante las diversas fases de almacenamiento y transporte entre la fabricación y la instalación. Por
 ejemplo, una orientación horizontal o “plana” puede ser más factible durante el almacenamiento, mientras que una
 orientación vertical o “erguida” puede ser deseable durante el transporte. Por tanto, en una realización preferida de
 la invención, se realiza una disposición de fijación de punta de pala para su uso en al menos una primera orientación
 de pala (“erguida” o esencialmente vertical) y una segunda orientación de pala (“plana” o esencialmente horizontal).
 Debe entenderse que no es necesario retirar la pala de la disposición de fijación de punta de pala con el fin de
 20 modificar su posición; en cambio, la orientación de la disposición de fijación de punta de pala puede modificarse
 mientras sujeta la pala.

25 En cualquiera de las posiciones u orientaciones, puede realizarse la disposición de fijación de punta de pala para
 que se apoye de manera segura sobre una superficie tal como el suelo, una plataforma de camión, etc. Por ejemplo,
 la disposición de fijación de punta de pala puede tener una estructura de soporte conectada a la disposición de
 fijación de punta, y con suficiente altura como para garantizar que el eje longitudinal de la pala sea esencialmente
 horizontal cuando la pala se soporta mediante la disposición de fijación de punta de pala. Dado que la disposición de
 fijación de punta de pala se realiza preferiblemente para soportar la pala en dos orientaciones diferenciadas, pueden
 ser preferibles dos estructuras de soporte de este tipo, dispuestas formando ángulos de 90° una con respecto a otra.
 Sin embargo, cuando la pala se está sujetando en una primera orientación, la estructura de soporte correspondiente
 30 a la segunda orientación puede sobresalir hacia fuera una distancia considerable. Por tanto, en una realización
 particularmente preferida de la invención, la disposición de fijación de punta de pala comprende un pie de soporte
 independiente realizado para soportar el conjunto de fijación de punta en la orientación de pala primera y/o segunda.
 El pie de soporte y el conjunto de fijación de punta se realizan como unidades físicamente independientes que
 pueden conectarse entre sí para al menos dos orientaciones de pala diferenciadas. De esta manera, las
 35 dimensiones globales de la disposición de fijación de punta de pala pueden mantenerse compactas de manera
 favorable. Para garantizar que la pala siempre se sujete de manera segura mediante la disposición de fijación de
 punta de pala sin ningún riesgo de que el conjunto de fijación de punta se desprenda del pie de soporte, en una
 realización preferida de la invención el conjunto de fijación de punta comprende una primera interfaz de montaje de
 pie de soporte para montar el conjunto de fijación de punta en el pie de soporte en la primera orientación de pala, y
 40 una segunda interfaz de montaje de pie de soporte para montar el conjunto de fijación de punta en el pie de soporte
 en la segunda orientación de pala. Puede realizarse una interfaz de montaje como mecanismo de bloqueo para
 bloquear el conjunto de fijación de punta al pie de soporte.

45 En una realización preferida de la invención, la interfaz de conexión de pivote con los medios de transporte con
 ruedas se realiza para permitir una rotación libre (en un plano horizontal) de la pala de rotor con respecto a los
 medios de transporte con ruedas. Debe entenderse que esto significa que si cambia la posición de uno de la pala o
 los medios de transporte con ruedas, el otro permanece estacionario. Por ejemplo, la pala puede permanecer
 estacionaria con respecto a los medios de transporte con ruedas a medida que estos cambian su orientación. De
 esta manera, pueden dirigirse los medios de transporte con ruedas para modificar su rumbo durante una maniobra
 50 de transferencia de pala. Preferiblemente, la interfaz de conexión de pivote se realiza para permitir una rotación de la
 pala de rotor de al menos 20°, preferiblemente al menos 30° en el plano horizontal. Esta rotación es preferiblemente
 con respecto a un eje longitudinal de los medios de transporte con ruedas de modo que, por ejemplo, un eje
 longitudinal de la pala puede “pivotar” alrededor de un conector de clavija maestra a ambos lados del eje longitudinal
 de una plataforma rodante.

55 La interfaz de conexión de pivote puede realizarse de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, pueden
 considerarse disposiciones de junta flexible tales como una junta universal, un cardán u otras. Sin embargo, en una
 realización particularmente preferida de la invención, se usa un conector de clavija maestra dado que es
 relativamente sencillo en su construcción, es muy robusto y es comparativamente económico. La clavija maestra
 60 puede disponerse en cualquier parte adecuada de la disposición de fijación de punta de pala. Por ejemplo, puede
 disponerse un conector de clavija maestra en un lado del conjunto de fijación de punta. Puede preferirse tener dos
 conectores de clavija maestra de este tipo en el conjunto de fijación de punta, dispuestos esencialmente formando
 un ángulo de 90° uno con respecto a otro, de modo que la disposición de fijación de punta de pala puede
 interconectarse con una plataforma rodante o un remolque en las dos orientaciones diferenciadas mencionadas
 65 anteriormente. Una clavija maestra de este tipo puede interconectarse con una parte de conexión adecuada en los
 medios de transporte con ruedas. Por ejemplo, la clavija maestra puede encajar en una “quinta rueda” dispuesta en

una plataforma rodante, una unidad tractora, etc.

5 Puede preferirse conectar la disposición de fijación de punta de pala a un vehículo de transporte con ruedas con o sin un pie de soporte conectado al conjunto de fijación de punta. Por tanto, en una realización preferida de la invención, la disposición de fijación de punta de pala comprende una o más interfaces de conexión de pivote dispuestas en el conjunto de fijación de punta y/o una o más interfaces de conexión de pivote dispuestas en el pie de soporte. De esta manera, son posibles diversas disposiciones de montaje de modo que puede simplificarse de manera favorable la transferencia de una pala de una ubicación a otra y/o de una orientación a otra.

10 El soporte de extremo de raíz de la disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención puede comprender también un conector de pivote de este tipo, de modo que el soporte de extremo de raíz puede conectarse también a unos medios de transporte con ruedas. De esta manera, puede obtenerse una disposición muy maniobrable, de modo que pueden llevarse a cabo rápidamente y sin riesgo operaciones de transferencia incluso en una zona relativamente reducida tal como una zona de puerto, por ejemplo cuando una pala debe transferirse a un barco para su transporte a un sitio de instalación.

15 El conjunto de fijación de punta puede realizarse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, el conjunto de fijación de punta puede realizarse como un elemento de fijación que se extiende alrededor de la pala para rodear una sección de la pala en una disposición de sujeción. Sin embargo, puede ser complicado y requerir mucho tiempo poner una disposición de sujeción de este tipo en su sitio y/o liberar de nuevo una disposición de sujeción de este tipo. Por tanto, en una realización particularmente preferida de la invención, el conjunto de fijación de punta comprende varios elementos de fijación de borde de ataque, por lo cual un elemento de fijación de borde de ataque debe entenderse como un dispositivo de fijación que se coloca sólo alrededor del borde de ataque, y no se extiende hacia el lado de borde de salida de la pala.

20 Un elemento de fijación de borde de ataque puede realizarse para "conectarse" a la pala de cualquier manera adecuada. En una realización particularmente preferida de la invención, un elemento de fijación de borde de ataque comprende un par de almohadillas de fricción montadas de manera pivotante, en la que una almohadilla de fricción se conforma según la forma de la pala de rotor alrededor del borde de ataque, y en la que el elemento de fijación de borde de ataque se realiza para presionar las almohadillas de fricción contra caras opuestas de la pala de rotor a ambos lados del borde de ataque. Por ejemplo, las almohadillas de fricción pueden tener una forma cóncava poco profunda para colocarse sobre la superficie exterior curva de la pala. En el contexto de un elemento de fijación de borde de ataque, debe entenderse que un montaje de pivote significa que las almohadillas de fricción de un par están articuladas de modo que pueden ajustar su posición con respecto a la curvatura de la superficie de pala. Las almohadillas de fricción pueden estar compuestas por un material de alta fricción adecuado que no dañará la superficie de pala. Ejemplos de materiales adecuados son elastómeros, caucho sintético, caucho de etileno-propileno-monómero de dieno (EPDM), etc. Se prefiere un material de caucho de alta fricción, pretensado con 0,2 MPa. Un elemento de fijación de borde de ataque puede conectarse a unos medios de control de presión, por ejemplo a una unidad de accionamiento hidráulica que puede realizarse para presionar un par de almohadillas de fricción contra la superficie de pala alrededor del borde de ataque, y la presión puede ajustarse según sea necesario. Por ejemplo, la presión puede aumentarse antes de una operación de elevación o transferencia, y puede disminuirse cuando la pala va a dejarse almacenada durante un tiempo.

45 Preferiblemente, un elemento de fijación de borde de ataque se realiza para fijarse alrededor del borde de ataque de la pala a lo largo de una distancia que se extiende por cómo máximo el 33%, más preferiblemente cómo máximo el 25% de la distancia entre el borde de ataque y el borde de salida. Por ejemplo, si la distancia entre el borde de ataque y el borde de salida comprende 1,85 m en el lado de succión y 1,80 m en el lado de presión, puede situarse un elemento de fijación de borde de ataque de manera que cada almohadilla de fricción de un par de almohadillas de fricción cubre una porción de la superficie de pala que empieza en un punto hacia fuera desde el borde de ataque, y se extiende hasta una distancia de aproximadamente 0,62 m en dirección al borde de salida.

50 Un único elemento de fijación de borde de ataque largo puede ser suficiente para sujetar la pala, por ejemplo un elemento de fijación de borde de ataque con un par de almohadillas de fricción, cada una de aproximadamente 1,0 m de longitud. Sin embargo, en una realización particularmente preferida de la invención, el conjunto de fijación de punta comprende una pluralidad de elementos de fijación de borde de ataque que pueden accionarse individualmente. Preferiblemente, el conjunto de fijación de punta comprende al menos tres elementos de fijación de borde de ataque de este tipo. De esta manera, los elementos de fijación de borde de ataque que pueden accionarse independientemente pueden ajustarse conforme a ligeros cambios en la curvatura de la pala a lo largo de la sección soportada por la disposición de fijación de punta de pala. Preferiblemente, los elementos de fijación de borde de ataque están dispuestos esencialmente en línea a lo largo de una sección del borde de ataque de la pala de rotor. Por ejemplo, en una realización preferida, la articulación o el pivote compartido sobre el que se montan las almohadillas de fricción está en línea con el borde de ataque de la pala, es decir dispuesto en una línea que es esencialmente paralela (pero desplazada con respecto) al borde de ataque. De esta manera, cuando la pala se sujeta en la orientación erguida, el peso de la pala se contrarresta de manera óptima por las almohadillas de fricción de los elementos de fijación de borde de ataque.

Tal como se indicó anteriormente, la pala de rotor puede trasladarse desde un local de almacenamiento hasta unos medios de transporte, y viceversa. Esto puede implicar el uso de diversos medios de elevación de carga de servicio pesado. Por ejemplo, pueden usarse uno o más elevadores de horquilla de servicio pesado para soportar la pala y también para subir o hacer descender la pala según sea apropiado. Por tanto, en una realización adicional preferida de la invención, la disposición de fijación de punta de pala comprende al menos una interfaz con un vehículo de elevación de carga. Por ejemplo, la interfaz puede comprender un par de elementos de retención espaciados para corresponder a la distancia entre las horquillas, y para encajarse estrechamente alrededor de las horquillas. La disposición de fijación de punta de pala puede comprender uno o más pares de elementos de retención de este tipo. Por ejemplo, puede incorporarse un par de elementos de retención en el conjunto de fijación de punta y/o puede incorporarse un par de elementos de retención en el pie de soporte.

El traslado de la pala de un lugar a otro puede llevarse a cabo usando un aparato tal como un elevador de horquilla tal como se describió anteriormente, pero también puede ser ventajoso usar una grúa para izar la pala o para ayudar a trasladar la pala junto con un elevador de horquilla. Por tanto, en otra realización preferida de la invención, la disposición de fijación de punta de pala también comprende varios ojales para conectarse a un cable de izado de grúa. Pueden incorporarse ojales en la estructura de la disposición de fijación de punta de pala de modo que cuando la pala está suspendida de la grúa, la pala adopta una posición horizontal o una posición "erguida".

Equipando la disposición de fijación de punta de pala con tales interfaces de conexión con medios de elevación/izado, puede lograrse fácilmente un cambio de orientación de pala usando el método según la invención. Preferiblemente, el conjunto de fijación de punta se conecta a una grúa y luego se eleva para extraerlo del pie de soporte de la disposición de fijación de punta de pala. Luego se acciona la grúa para efectuar una rotación de un cuarto de vuelta de la pala, es decir una rotación de aproximadamente 90°, que da como resultado un cambio entre las orientaciones de pala primera y segunda. Posteriormente, se hace descender el conjunto de fijación de punta para volver a colocarlo sobre el pie de soporte.

Otros objetos y características de la presente invención resultarán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas junto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados únicamente con fines de ilustración y no como definición de los límites de la invención.

La figura 1 es una representación esquemática de una primera realización de una disposición de fijación de punta de pala según la invención;

la figura 2 muestra una vista lateral de la disposición de fijación de punta de pala de la figura 1;

la figura 3 muestra la disposición de fijación de punta de pala de la figura 1 montada en una plataforma rodante;

la figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de un pie de soporte de una realización de una disposición de fijación de punta de pala según la invención;

la figura 5 es una vista detallada adicional de la realización del pie de soporte de la figura 4;

la figura 6 es una representación esquemática de una pala sujeta por una realización de una disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención;

la figura 7 muestra una realización de un soporte de extremo de raíz de una disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención;

la figura 8 es una representación esquemática de otra realización de una disposición de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención durante una operación de transporte por carretera.

En los diagramas, números iguales se refieren a objetos iguales en su totalidad. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

La figura 1 es una representación esquemática de una primera realización de una disposición 1 de fijación de punta de pala según la invención colocada alrededor de una pala 2 de rotor. Por motivos de claridad, sólo se muestra la porción de longitud fijada de la pala 2 de rotor. La disposición 1 de fijación de punta de pala comprende un conjunto 10 de fijación de punta que se monta de manera desprendible en un pie 12 de soporte.

El conjunto 10 de fijación de punta usa varios elementos 100 de fijación de borde de ataque para presionar de manera segura contra las superficies de lado 20P de presión y lado 20S de succión de pala de rotor, en una región cerca del borde 2L de ataque de la pala 2. La pala 2 se está sujetando en una orientación vertical V, de modo que el borde 2T de salida está arriba, y el borde 2L de ataque está abajo. Los elementos 100 de fijación de borde de ataque pueden accionarse independientemente uno de otro. Cada elemento 100 de fijación de borde de ataque usa un par de almohadillas 101 de fricción opuestas para presionar contra la superficie de la pala 2. Un conector de clavija maestra (no visible en el diagrama) está dispuesto dentro de una placa 110 de clavija maestra, que se realiza

para apoyarse contra una superficie de un vehículo de transporte con ruedas tal como se explicará a continuación.

El pie 12 de soporte se conforma para portar de manera segura el peso de la pala 2 cuando está sujeta en el conjunto 10 de fijación de punta. En este caso, la forma curva del cuerpo principal del pie 12 de soporte puede ofrecer un grado de flexibilidad mientras que al mismo tiempo es lo suficientemente resistente desde el punto de vista estructural como para portar el peso de la pala.

La disposición 1 de fijación de punta de pala puede apoyarse en el suelo usando un par de placas 122 de apoyo, y puede elevarse en su conjunto, por ejemplo mediante una carretilla elevadora de horquilla, con la ayuda de un par de elementos 13 de retención. En esta realización, el pie 12 de soporte tiene un par de elementos 13 de retención, y el conjunto 10 de fijación de punta desprendible también tiene un par de elementos de retención para elevador de horquilla. Por tanto, estos elementos 10, 12 pueden manipularse por separado o como una sola unidad.

La figura 2 muestra una vista lateral de la disposición 1 de fijación de punta de pala de la figura 1, dispuesta alrededor de la porción 20 de perfil aerodinámico de pala. El perfil 20 aerodinámico se muestra en sección transversal. El diagrama muestra con más claridad la forma del cuerpo principal del conjunto de fijación de punta, y también muestra ojales 14 de elevación con los que puede izarse el conjunto de fijación de punta 1 (solo o como parte de una disposición de fijación de punta de pala) mediante una grúa. El diagrama también muestra dos disposiciones 108 de conector independientes para conectarse a un pie de soporte. Estas permiten que el conjunto 10 de fijación de punta se monte, en una de dos orientaciones diferentes, sobre un pie de soporte.

El diagrama también muestra con claridad la manera en la que las almohadillas 101 de fricción opuestas de los elementos 100 de fijación de borde de ataque actúan para agarrar la porción 20 de perfil aerodinámico de una pala 2 de rotor. Cada almohadilla 101 de fricción se monta en el extremo de un brazo 105 de almohadilla, que a su vez se monta de manera pivotante alrededor de un pivote 102. En esta realización, los brazos 105 de almohadilla a cada lado de la pala 2 se montan de manera pivotante alrededor de un pivote 102 compartido. Para presionar las almohadillas 101 de fricción de un par contra la superficie de pala de rotor, por ejemplo para preparar una operación de elevación o transferencia, puede apretarse un husillo 103. Cuando se aprieta, el husillo 103 actúa para empujar los extremos inferiores de dos brazos 105 de almohadilla opuestos hacia fuera, forzando así las almohadillas 101 de fricción hacia dentro contra la superficie de la pala 2 de rotor. El diagrama muestra que una almohadilla 101 de fricción del conjunto 10 de fijación de punta sólo se fija en la pala 2 hasta aproximadamente el 25% - 30% de la distancia entre el borde 2L de ataque y el borde 2T de salida. Antes de retirar la pala 2, o antes de dejar la pala 2 en un almacenamiento a corto plazo, puede aflojarse el husillo 103 para relajar la presión. Cada par de almohadillas de fricción pueden ajustarse mediante su propio husillo dedicado.

El diagrama muestra la pala 2 en una orientación erguida V con su borde 2T de salida arriba. La ilustración muestra que los elementos 100 de fijación de borde de ataque están inclinados en un ángulo α . En esta realización, el ángulo α corresponde a un ángulo entre la horizontal, y una perpendicular a través de la cuerda de perfil aerodinámico en esa parte de la pala 2. Como medida de precaución adicional durante una operación de transporte, cada par de almohadillas de fricción pueden conectarse mediante una correa 104 dispuesta para estar situada contra el borde 2L de ataque de la pala 2. Un movimiento hacia abajo de la pala 2 hará que la correa 104 tire de las almohadillas 101 de fricción correspondientes hacia dentro, presionándolas contra la superficie de pala, incluso si por algún motivo el husillo 103 se rompiera o se aflojara.

La figura 3 muestra la disposición 1 de fijación de punta de pala de la figura 1 montada en una plataforma 3 rodante. Esto se logra insertando el conector de clavija maestra de la disposición 1 de fijación de punta de pala en un componente 30 correspondiente en la plataforma 3 rodante, en este caso en una "quinta rueda" 30 montada en el extremo de una disposición 31 de elevación hidráulica. La placa 110 de clavija maestra de la disposición 1 de fijación de punta de pala se apoya en la quinta rueda 30, de modo que la disposición 1 de fijación de punta de pala puede rotar libremente con respecto a la plataforma 3 rodante, al menos dentro de una determinada región angular tal como se explicará a continuación. Puede usarse una carretilla elevadora de horquilla (no mostrada) para elevar la disposición 1 de fijación de punta de pala (usando un par de elementos de retención tal como se describió anteriormente) y para hacerla descender de modo que el conector de clavija maestra encaja en la quinta rueda 30, que también actúa como dispositivo de bloqueo automático. La plataforma 3 rodante se realiza como un vehículo 3 autopropulsado con un motor de accionamiento y una unidad 32 de control, por ejemplo con una unidad de control remota para recibir órdenes enviadas por un operario (no mostrado). La plataforma 3 rodante puede estar equipada con sensores (no mostrados) para detectar una trayectoria de desplazamiento y/o cualquier obstáculo que pueda estar presente.

La figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de un pie 12 de soporte de una realización de una disposición 1 de fijación de punta de pala según la invención. En este caso, la vista es desde "debajo" del pie 12 de soporte, y muestra el conector 11 de clavija maestra y la placa 110 de clavija maestra. En esta realización, el cuerpo principal del pie 12 de soporte se monta de manera rotatoria entre el par de elementos 13 de retención. Un par de placas 122 de apoyo permiten que todo el pie 12 de soporte se apoye de manera segura en el suelo. Se usa un mecanismo 128 de bloqueo para bloquear los conectores 108 (tal como se muestra en la figura 2) del conjunto 10 de fijación de punta al pie 12 de soporte en una de dos orientaciones diferenciadas.

5 La figura 5 es un dibujo esquemático adicional del pie 12 de soporte de un conjunto de fijación de punta de pala, que muestra cómo puede realizarse el pie 12 de soporte como dos partes 12A, 12B (una parte 12A superior y una parte 12B inferior) que pueden ensamblarse o desensamblarse según se requiera. La parte 12A superior comprende el cuerpo 121 principal, la clavija maestra y la placa 110 de clavija maestra, los elementos 128 de bloqueo de conjunto de fijación de punta, etc. La parte 12B inferior comprende los elementos 13 de retención para elevador de horquilla y las placas 122 de apoyo. Por ejemplo, cuando la pala se está sujetando en el almacenamiento, la parte 12A superior del pie 12 de soporte puede conectarse a la parte 12B inferior y asegurarse usando varios pernos u otros medios de amarre. Cuando va a trasladarse la pala usando un vehículo de traslado de pala o una plataforma rodante, en un procedimiento de transporte que implica giros, puede desconectarse la parte 12B inferior. Esto permite más libertad de movimiento entre la pala y la plataforma rodante, dado que estas pueden pivotar una con respecto a otra alrededor de la clavija maestra, y el movimiento no se ve obstaculizado por las placas 122 de apoyo o los elementos 13 de retención. Para una operación de transporte que no implica giros, las dos partes 12A, 12B pueden permanecer conectadas.

10

15 La figura 6 es una representación esquemática de una pala 2 sujeta por una realización de una disposición 5 de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención. El diagrama muestra toda la pala 2, con un extremo 21 de raíz sujeta en un soporte 6 de extremo de raíz, y la porción 20 de perfil aerodinámico sujeta por una disposición 1 de fijación de punta de pala. El soporte 6 de raíz y el pie 12 de soporte de la disposición 1 de fijación de punta de pala se muestran apoyados en el suelo. El conjunto 10 de fijación de punta se muestra conectado a un cable de izado de grúa para preparar, o después de completar, una maniobra de elevación (por ejemplo para cambiar la orientación de la pala 2 de “erguida” a “plana” o viceversa). En el diagrama, se muestra que la pala 2 está sujeta en la posición vertical o “erguida”, con el borde 2T de salida arriba y el borde 2L de ataque abajo.

20

25 La figura 7 es un esquema más detallado del soporte 6 de extremo de raíz, que muestra un anclaje 60 realizado para encajarse sobre algunos de los pernos de argolla que sobresalen del extremo 21 de raíz circular. Se muestra que el anclaje 61 tiene varios conectores 63 de transporte para conectarse a una disposición de sujeción hidráulica de un camión, tal como se explicará a continuación. El anclaje 60 se realiza para colocarse sobre un pie 61 de soporte de extremo de raíz, de modo que el extremo 21 de raíz de la pala 2 puede soportarse durante el almacenamiento a corto plazo o a largo plazo. Este pie 61 de soporte puede desengancharse según se requiera para una operación de transferencia o transporte. Se muestra que una brida 62 de soporte multipiezas adicional está dispuesta alrededor del extremo 21 de raíz, y su propósito es impedir una deformación del extremo 21 de raíz mientras se transporta y/o almacena la pala 2.

30

35 La figura 8 es una representación esquemática de otra realización de una disposición 5 de transporte y almacenamiento de pala de rotor según la invención durante una operación de transporte por carretera. En este caso, el extremo 21 de raíz se sujeta en un soporte 6 de extremo de raíz, que a su vez se asegura a un camión 41 o un tractor 41 de carretera. La porción 20 de perfil aerodinámico de la pala 2 se sujeta por una disposición 1 de fijación de punta de pala que a su vez se monta en una plataforma 3 rodante o un remolque 3 autopropulsado. En el diagrama, se muestra que la pala 2 está sujeta en la posición horizontal o “plana”, con el lado 20S de succión arriba y el lado de presión 20P abajo. Una porción de la pala 2 cerca del extremo de punta se fija por el conjunto 10 de fijación de punta de la disposición 1 de fijación de punta de pala. Dado que el conjunto 10 de fijación de punta se monta de manera rotatoria en la plataforma 3 rodante por medio de la conexión pivotante o clavija maestra, la plataforma 3 rodante puede cambiar su dirección de rumbo con respecto a un eje longitudinal de la pala 2 con una determinada región angular. Esto se indica en el diagrama como la porción angular sombreada β alrededor de un eje longitudinal L_3 de la plataforma 3 rodante. De esta manera, se facilita el transporte por carretera dado que la plataforma rodante no se ve obligada a seguir una línea recta según el eje longitudinal de la pala 2 sino que puede “virar” esencialmente de manera libre para tomar curvas en la carretera, por ejemplo.

40

45

50 Aunque la presente invención se ha dado a conocer en forma de realizaciones preferidas y variaciones de la misma, se entenderá que pueden realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales en la misma sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por motivos de claridad, debe entenderse que el uso de “uno” o “una” a lo largo de esta solicitud no excluye una pluralidad, y “que comprende” no excluye otras etapas o elementos. La mención de una “unidad” o un “módulo” no excluye el uso de más de una

55

REIVINDICACIONES

1. Disposición (1) de fijación de punta de pala realizado para soportar una pala (2) de rotor de turbina eólica, disposición (1) de fijación de punta de pala que comprende al menos
- 5 - un conjunto (10) de fijación de punta realizado para sujetar la pala (2) de rotor a lo largo de una porción (20) de perfil aerodinámico de la pala (2) de rotor; y
- 10 - una interfaz (11) de conexión de pivote realizada para conectar de manera pivotante el conjunto (10) de fijación de punta a unos medios (3) de transporte con ruedas;
- 15 disposición (1) de fijación de punta de pala que está caracterizada por un pie (12) de soporte realizado para soportar el conjunto (10) de fijación de punta en una primera orientación de pala (V) y/o una segunda orientación de pala (H) durante el almacenamiento y el transporte de la pala (2) de rotor, y en la que el pie (12) de soporte y el conjunto (10) de fijación de punta comprenden unidades (10, 12) físicamente independientes realizadas para conectarse entre sí en la primera orientación de pala (V) o la segunda orientación de pala (H).
2. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 1, en la que la interfaz (11) de conexión de pivote con los medios (3) de transporte con ruedas se realiza para permitir una rotación libre de la pala (2) de rotor con respecto a los medios (3) de transporte con ruedas.
3. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que la interfaz (11) de conexión de pivote comprende un conector (11) de clavija maestra.
4. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en la que la interfaz (11) de conexión de pivote se realiza para permitir una rotación de la pala (2) de rotor de al menos 20°, preferiblemente al menos 30° con respecto a un eje longitudinal (L₃) de los medios (3) de transporte con ruedas.
5. Disposición de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el borde (2T) de salida de la pala (2) de rotor está arriba cuando la pala 2 se está sujetando en la primera orientación de pala (V); y en la que el lado (20S) de succión de la pala (2) de rotor está arriba cuando la pala (2) de rotor se sujeta en la segunda orientación de pala (H).
6. Disposición de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conjunto (10) de fijación de punta comprende una primera interfaz (108, 128) de montaje de pie de soporte para montar el conjunto (10) de fijación de punta en el pie (12) de soporte en la primera orientación de pala (H), y una segunda interfaz (108, 128) de montaje de pie de soporte para montar el conjunto (10) de fijación de punta en el pie (12) de soporte en la segunda orientación de pala (V).
7. Disposición de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una interfaz (11) de conexión de pivote dispuesta en el conjunto (10) de fijación de punta y/o una interfaz (11) de conexión de pivote dispuesta en el pie (12) de soporte.
8. Disposición de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conjunto (10) de fijación de punta comprende varios elementos (100) de fijación de borde de ataque.
9. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 7, en la que un elemento (100) de fijación de borde de ataque comprende un par de almohadillas (101) de fricción montadas de manera pivotante, en la que una almohadilla (101) de fricción se conforma según la forma de la pala (2) de rotor alrededor del borde (2L) de ataque, y en la que el elemento (100) de fijación de borde de ataque se realiza para presionar las almohadillas (101) de fricción contra caras (20P, 20S) opuestas de la pala (2) de rotor a ambos lados del borde (2L) de ataque.
10. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 8, en la que el conjunto (10) de fijación de punta comprende una pluralidad de elementos (100) de fijación de borde de ataque que pueden accionarse individualmente.
11. Disposición de fijación de punta de pala según la reivindicación 9, en la que los elementos (100) de fijación de borde de ataque están dispuestos en línea a lo largo de una sección del borde (2L) de ataque de la pala (2) de rotor.
12. Disposición de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la disposición (1) de fijación de punta de pala comprende al menos una interfaz (13, 14) con un aparato (4) de elevación de carga.

13. Disposición (5) de transporte y almacenamiento de pala de rotor realizada para el almacenamiento y el transporte de una pala (2) de rotor de turbina eólica, que comprende
- 5 - una disposición (1) de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para soportar la pala (2) de rotor a lo largo de una porción (20) de perfil aerodinámico de la pala (2) de rotor; y
- un soporte de extremo de raíz (6) para soportar una porción (21) de raíz de pala de rotor.
- 10 14. Método de manipulación de una pala (2) de rotor de turbina eólica durante el transporte y el almacenamiento, método que comprende
- 15 - fijar un conjunto (10) de fijación de punta de una disposición (1) de fijación de punta de pala según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 alrededor de una porción (20) de perfil aerodinámico de la pala (2) de rotor;
- 20 - montar el conjunto (10) de fijación de punta en un pie (12) de soporte de la disposición (1) de fijación de punta de pala en una primera orientación de pala (V) para el almacenamiento de pala y/o el transporte de pala; y/o
- 25 - montar el conjunto (10) de fijación de punta en el pie (12) de soporte en una segunda orientación de pala (V) para el almacenamiento de pala y/o el transporte de pala; y/o
- conectar la interfaz (11) de conexión de pivote de la disposición (1) de fijación de punta de pala a unos medios (3) de transporte con ruedas para una maniobra de transporte.
15. Método según la reivindicación 14, que comprende las etapas de
- 30 - elevar el conjunto (10) de fijación de punta para extraerlo del pie (12) de soporte;
- hacer rotar el conjunto (10) de fijación de punta un cuarto de vuelta para efectuar un cambio entre las orientaciones de pala primera y segunda (H, V); y
- 35 - hacer descender el conjunto (10) de fijación de punta para volver a colocarlo sobre el pie (12) de soporte.

FIG 1

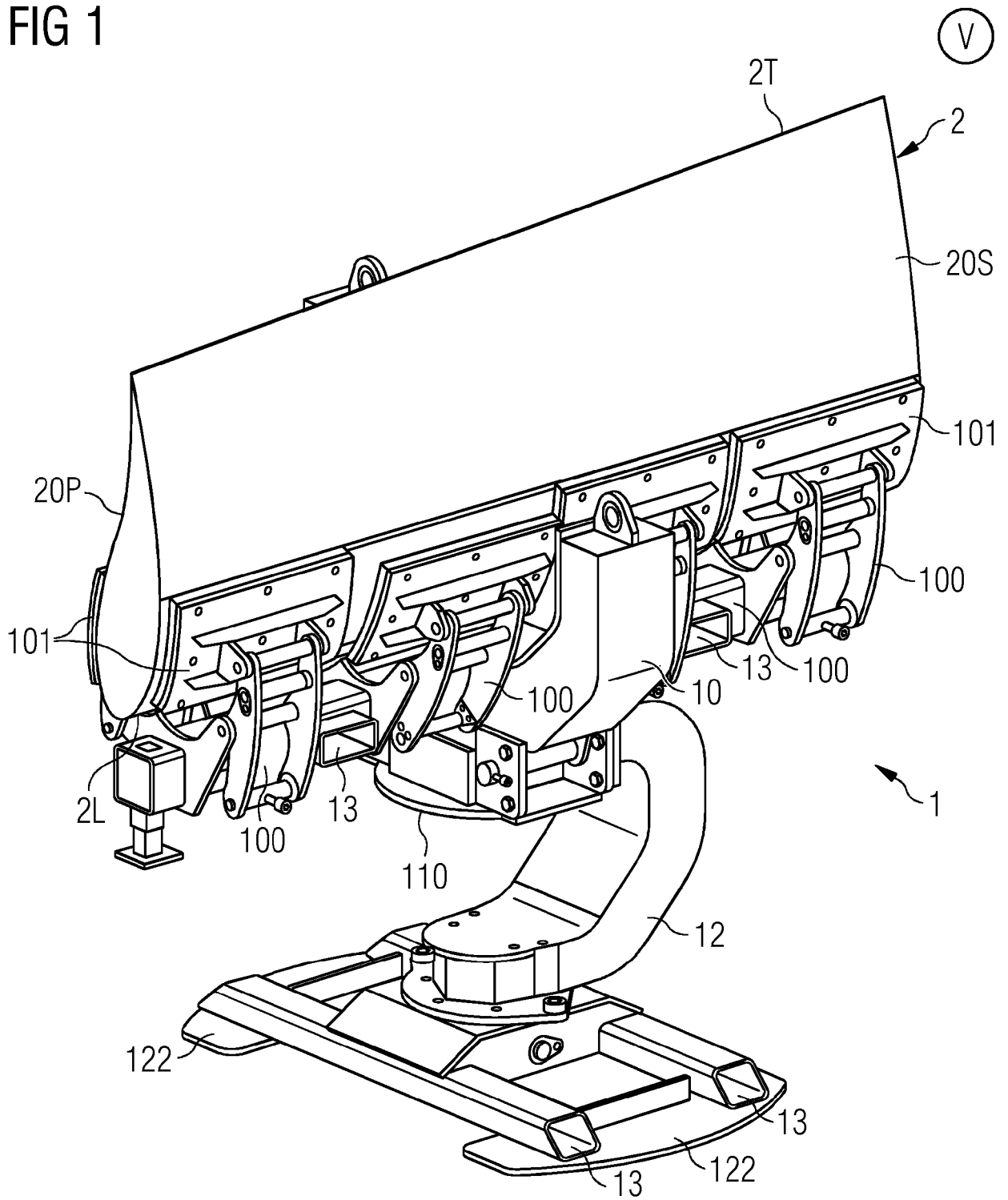
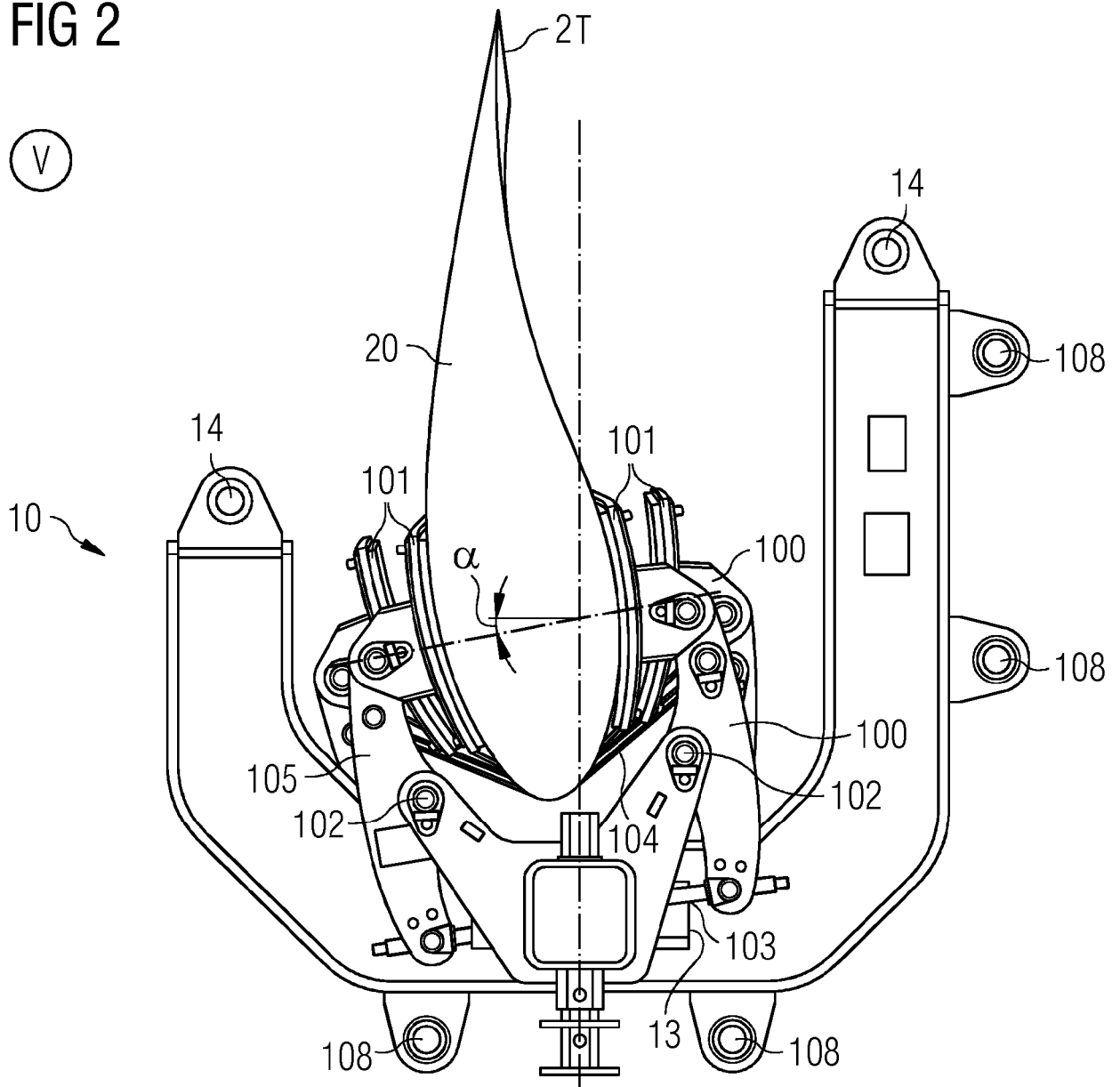


FIG 2

(V)



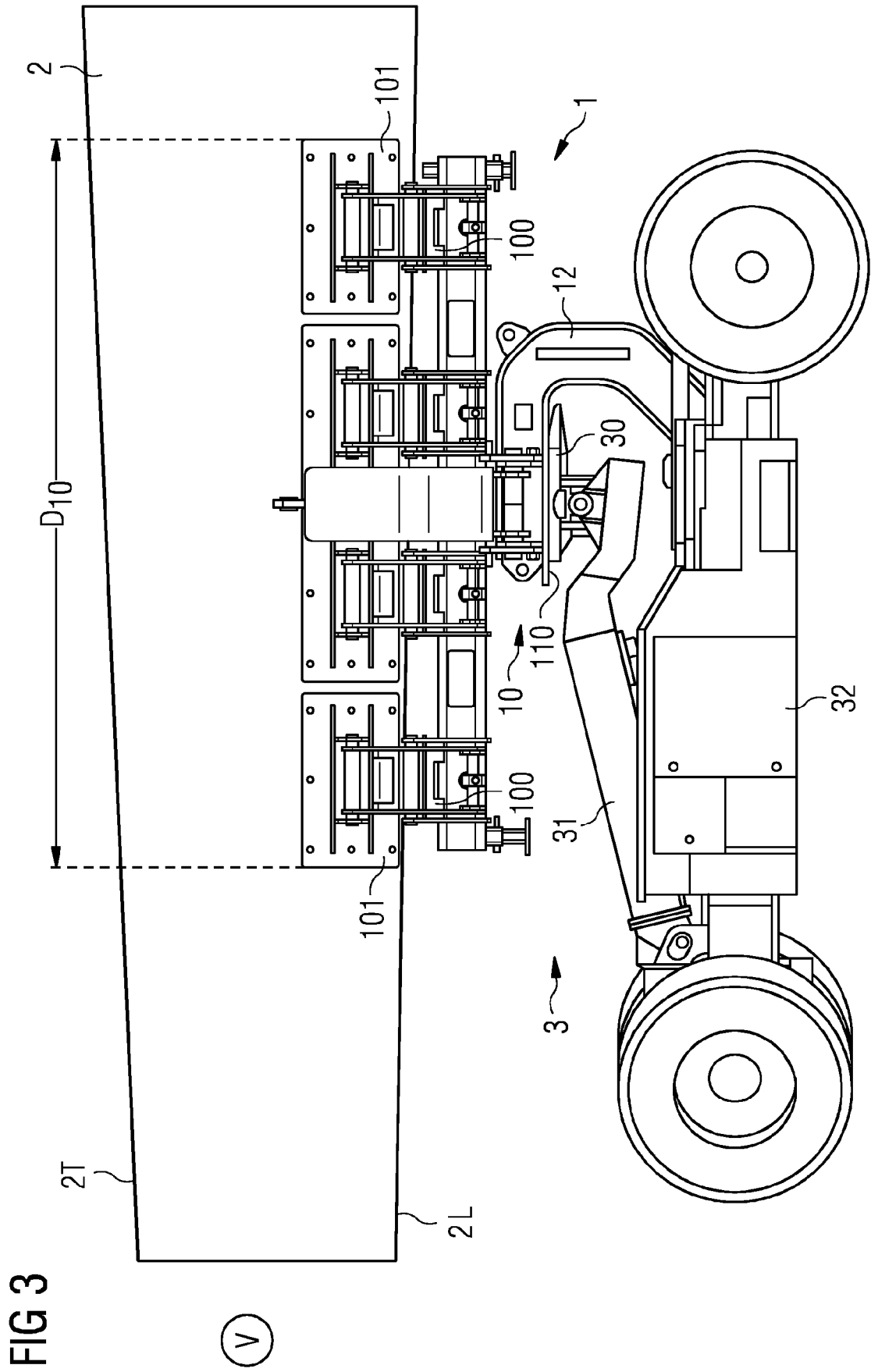


FIG 4

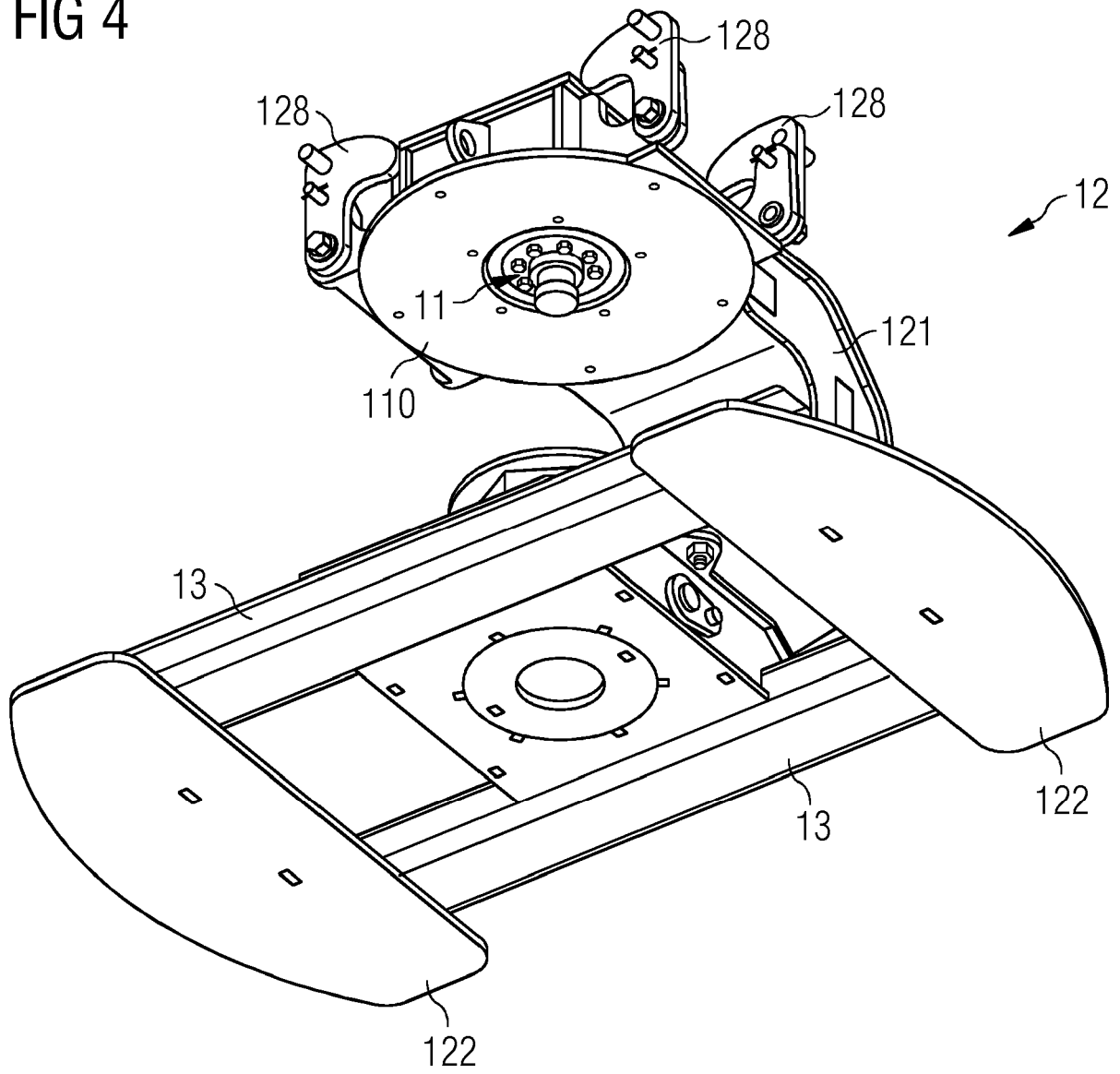
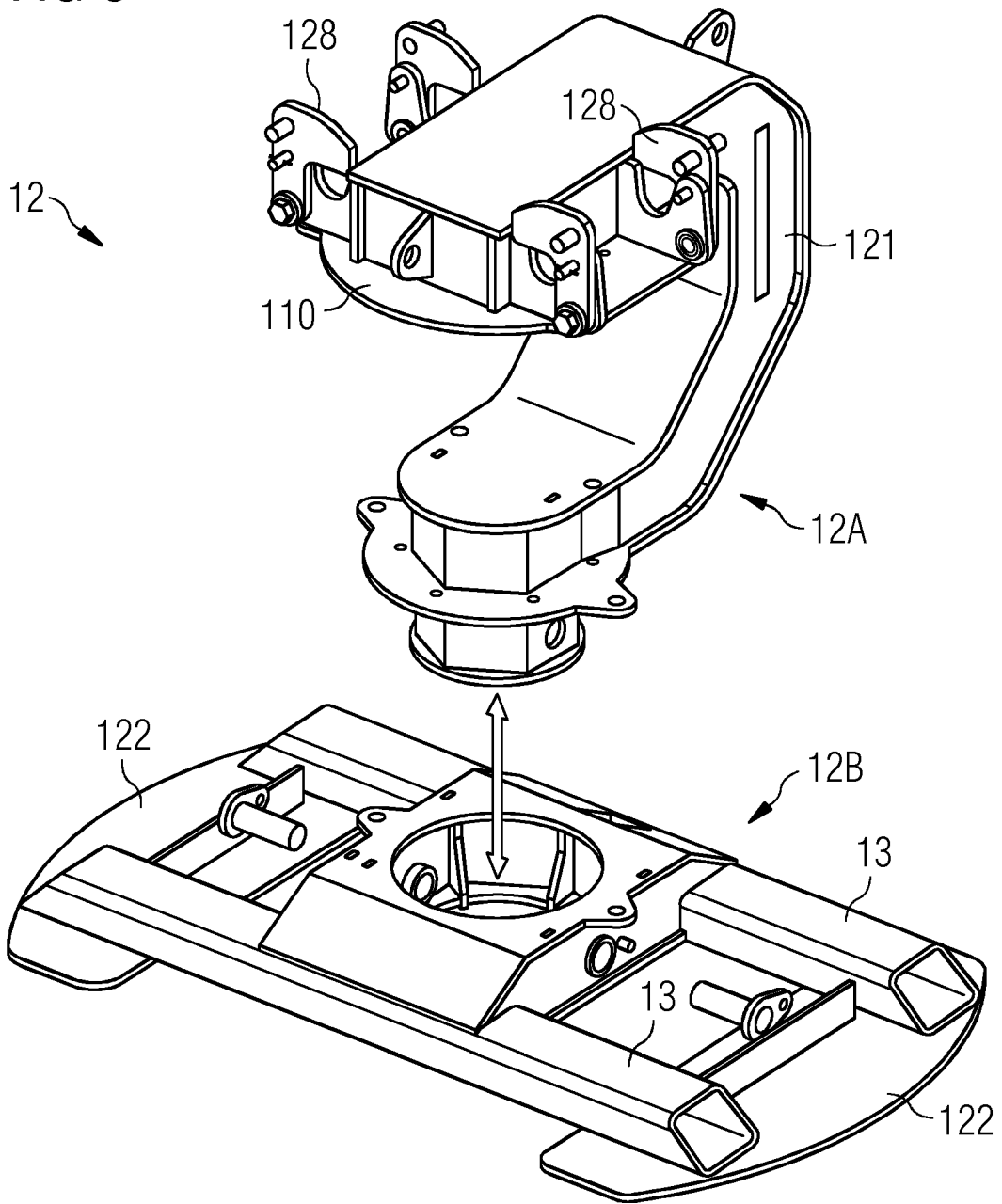


FIG 5



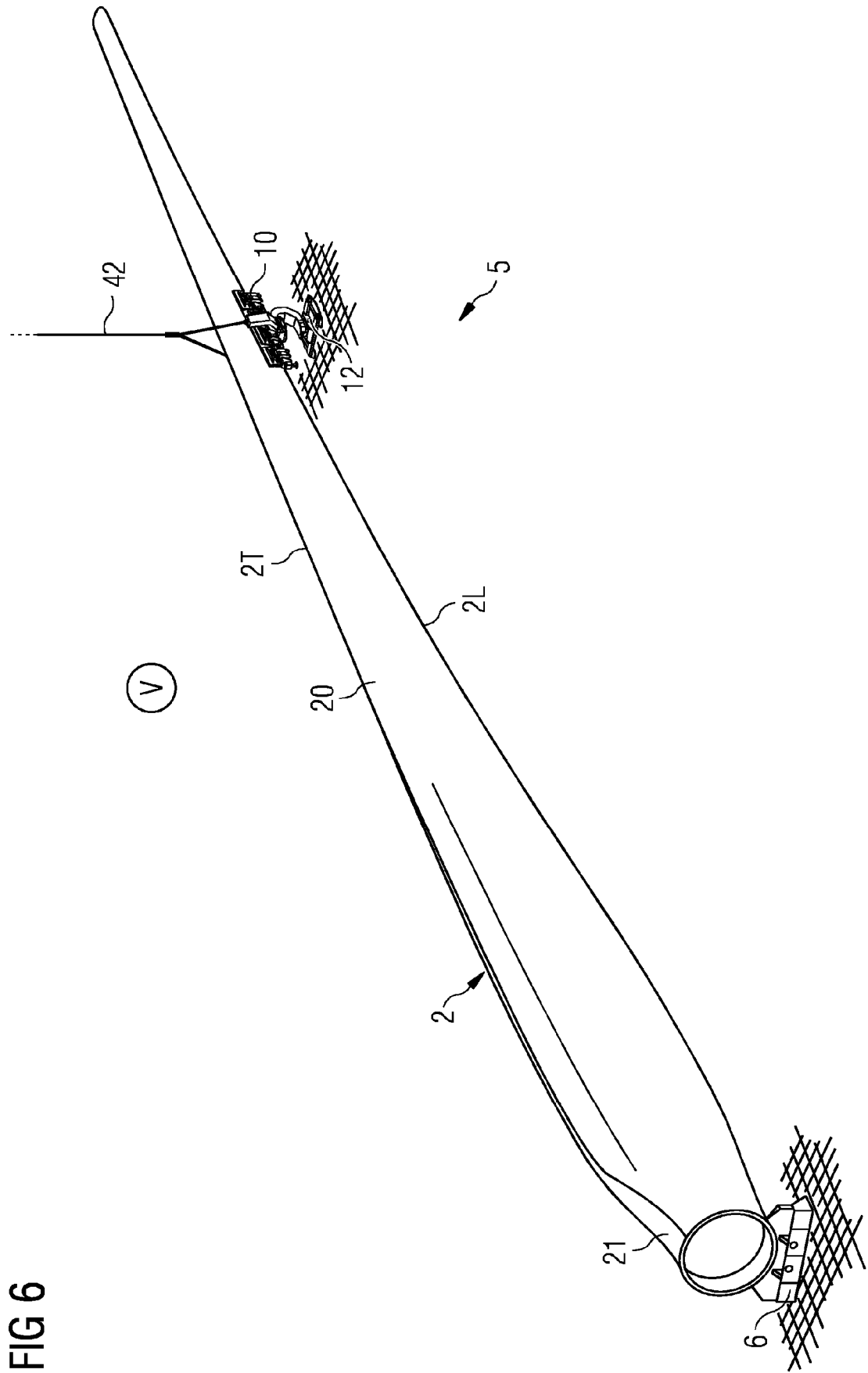
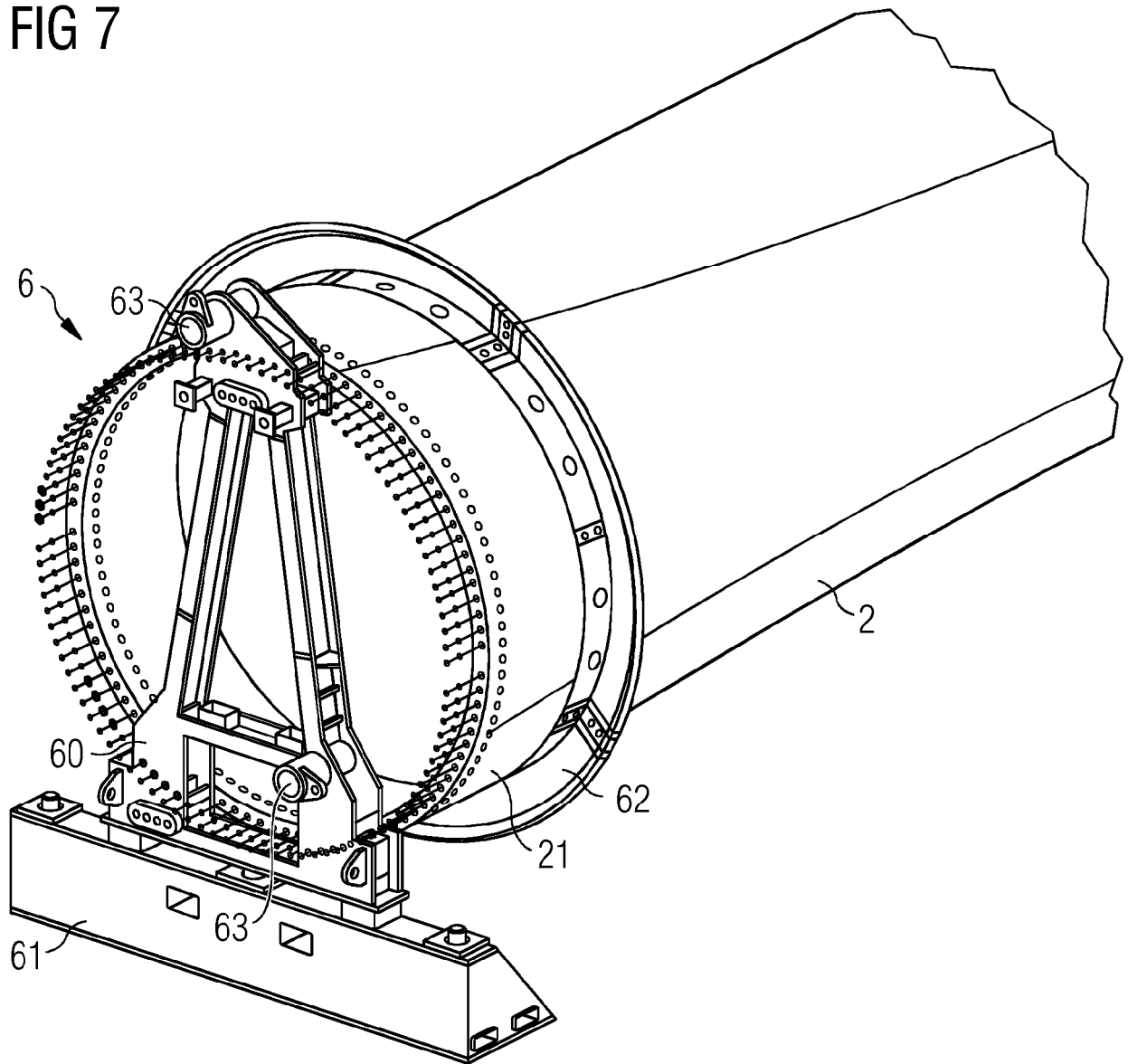


FIG 7



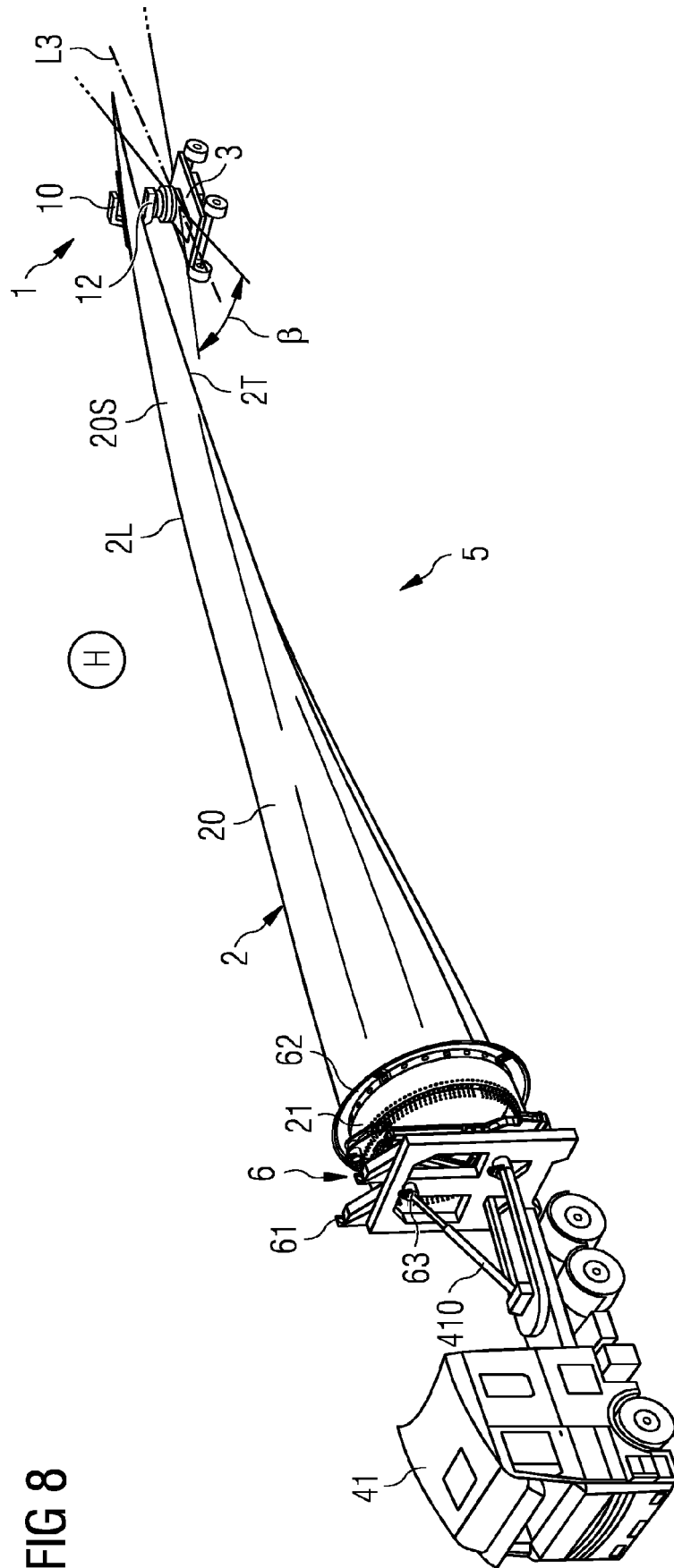


FIG 8