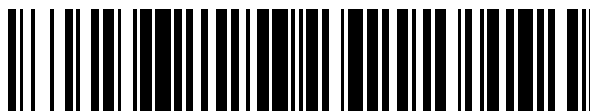


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 456**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 13/40 (2006.01)

B66C 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2016** **E 16172475 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019** **EP 3101271**

54 Título: **Sistema y método para transportar y elevar una pala de rotor de una turbina eólica**

30 Prioridad:

01.06.2015 DE 102015006778

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

14.05.2020

73 Titular/es:

SENVION GMBH (100.0%)

Überseering 10

22297 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

STECK, CHRISTIAN y

SINGER, FRANK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 760 456 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

Sistema y método para transportar y elevar una pala de rotor de una turbina eólica

- 5 La invención se refiere a un sistema para transportar y elevar una pala de rotor de una turbina eólica. El sistema comprende un bastidor de transporte, que está equipado con un apoyo de la pala para la pala de rotor, y un medio elevador para elevar la pala de rotor desde el apoyo de la pala. La invención se refiere, además, a un procedimiento correspondiente.
- 10 Especialmente durante el montaje de turbinas eólicas marinas se conectan las palas de rotor a menudo primero en el lugar con un cubo de rotor, en el que se eleva la turbina eólica. Las palas de rotor que descansan sobre un bastidor de transporte son transportadas con un buque hacia el lugar de la turbina eólica marina. Para elevar la pala de rotor desde el bastidor de transporte sirve un medio elevador, que se conecta con la pala de rotor. El medio elevador se aproxima con una grúa a la pala de rotor. Después de que el medio elevador ha sido conectado con el
- 15 rotor, la grúa eleva el medio elevador junto con el rotor y lo lleva a la posición adecuada para el montaje.
- Durante la retirada de la pala de rotor fuera del bastidor de transporte y durante el proceso de instalación pueden aparecer altas velocidades del viento con direcciones alternas del viento, que pueden dificultar considerablemente la manipulación de la pala de rotor.
- 20 Una etapa crítica es la colocación del medio elevador en la pala de rotor. Si no se consigue aproximar el medio elevador con precisión a la pala de rotor, se puede producir una colisión entre el medio elevador y la pala de rotor. En este caso se puede dañar la pala de rotor.
- 25 Se conocen en la técnica bastidores de transporte y medios elevadores en diferentes formas de realización. Para bastidores de transporte se remite, por ejemplo, a EP 2 796 709 A1, EP 2 669 506 A1 y EP 2 487 363 A1. Para medios elevadores se remite, por ejemplo, a EP 2 832 988 A1, WO 2012/062352 A1, DE 20 2010 003 033 U1 y WO 2008/061797 A1. Se conoce, además, un sistema formado de un bastidor de transporte y un medio elevador a partir de GB 2 482 707 A y US 2012 / 0192420 A1.
- 30 La invención tiene el cometido de presentar un sistema y un procedimiento para elevar y transportar una pala de rotor, en los que se reduce el riesgo de un daño de la pala de rotor. Partiendo del estado de la técnica mencionado, el cometido se soluciona con las características de la reivindicación 1. Las formas de realización ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes.
- 35 El sistema elevador y de transporte se caracteriza según la invención por que el bastidor de transporte presenta un carril de guía para el medio elevador.
- A través del carril de guía según la invención se consigue que el medio elevador se pueda engranar con el bastidor de transporte, mientras el medio elevador está todavía a distancia de la pala de rotor. Puesto que el medio elevador se mantiene engranado con el carril de guía durante la aproximación siguiente a la pala de rotor, es más fácil controlar el medio elevador y llevarlo a una posición precisa con relación a la pala de rotor.
- 40 Se reduce el riesgo de una colisión entre el medio elevador y la pala de rotor, en la que se daña la pala de rotor.
- 45 El medio elevador comprende un miembro de guía, que está diseñado para un engrane con el carril de guía del bastidor de transporte. El miembro de guía se puede mover a lo largo del carril de guía durante la aproximación del medio elevador a la pala de rotor. El miembro de guía puede estar dispuesto de tal forma que el medio elevador está a una distancia desde la pala de rotor, cuando se establece en engrane entre el miembro de guía y el carril de guía.
- 50 El carril de guía puede presentar un ensanchamiento en la sección transversal en su extremo de entrada, en el que se engrana el miembro de guía del medio elevador con el carril de guía. Desde el ensanchamiento se puede realizar una transición continua hasta el carril de guía, a lo largo de la cual se puede centrar el miembro de guía en el interior del carril de guía. El ensanchamiento se puede realizar en dirección longitudinal y/o en dirección transversal con respecto al eje longitudinal de la pala de rotor. Con respecto al carril de guía, el ensanchamiento puede ser simétrico. El área de la sección transversal del ensanchamiento es con preferencia al menos 10 %, más preferido al menos 50 %, más preferido al menos 100 % mayor que el área de la sección transversal del carril de guía. En una forma de realización preferida, el ensanchamiento es un ensanchamiento en forma de embudo en el extremo superior del carril de guía.
- 55 Para facilitar la inserción del miembro de guía en el carril de guía, el miembro de guía puede presentar una movilidad con respecto a la estructura de soporte del medio elevador. Por ejemplo, puede ser posible una desviación del miembro de guía fuera de una posición central. La suspensión del miembro de guía puede presentar un miembro de resorte, que actúa en la dirección de la posición central.
- 60

A través del carril de guía se define con preferencia una dirección lineal del movimiento del medio elevador con relación al bastidor de transporte. Con preferencia, el carril de guía está alineado verticalmente por que entonces es más fácil mover el medio elevador con una grúa a lo largo del carril de guía. En el carril de guía puede estar previsto un tope, que define una posición del medio elevador con relación a la pala de rotor, cuando el medio elevador se apoya en el tope. El tope puede ser regulable, de manera que el medio elevador se puede posicionar con relación a diferentes palas de rotor.

El carril de guía y/o el miembro de guía pueden estar equipados con un rodillo, que fomenta el movimiento del miembro de guía a lo largo del carril de guía. El eje del rodillo forma con preferencia un ángulo recto con la dirección del carril de guía. El rodillo puede estar dispuesto de tal forma que apoya el miembro de guía en dos direcciones diferentes frente al carril de guía.

En una forma de realización preferida, en el carril de guía y/o en el miembro de guía están dispuestos una pluralidad de rodillos, de manera que más preferido los ejes de todos los rodillos forman un ángulo recto con la dirección del carril de guía. La pluralidad de rodillos pueden estar diseñados de manera que apoyan al miembro de guía en diferentes direcciones frente al carril de guía. En particular, pueden estar dispuestos dos rodillos, de modo que la dirección del eje del primer rodillo forma un ángulo recto con la dirección del eje del segundo rodillo. En una forma de realización preferida, el miembro de guía está configurado con dos rodillos, cuyos ejes están desplazados 90° entre sí.

El bastidor de transporte puede comprender una pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala y una pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala. La pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala está diseñada para apoyar la pala de rotor cerca de la raíz de la pala. En particular, la pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala está dispuesta cerca del lado frontal de la pala de rotor, cuando la pala de rotor descansa sobre el bastidor de transporte. La pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala está dispuesta a una distancia de la raíz de la pala. Puesto que la pala de rotor debe doblarse lo menos posible cuando descansa sobre el bastidor de transporte, la pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala tiene una distancia regularmente también con respecto a la punta de la pala.

El bastidor de transporte está configurado según la invención de manera que se pueden transportar una pluralidad de palas de rotor superpuestas. En particular, el bastidor de transporte puede estar diseñado para transportar hasta cuatro palas de rotor superpuestas. El carril de guía está configurado según la invención para que pueda aproximar el medio elevador a cada una de las palas de rotor superpuestas. Independientemente de qué pala de rotor deba elevarse, el medio elevador puede introducirse siempre en el mismo lugar en el carril de guía, a saber, con preferencia en el extremo superior del carril de guía. El medio elevador se conduce entonces tanto más hacia abajo a lo largo del carril de guía cuanto más abajo se encuentra la pala de rotor a elevar. El carril de guía es para esta finalidad con preferencia más largo que el diámetro sencillo de una pala de rotor, con preferencia más largo que el doble del diámetro de una pala de rotor.

El diámetro se refiere al diámetro de la raíz de la pala. El carril de guía puede estar compuesto de varias secciones superpuestas, que están alineadas entre sí de tal manera que pueden ser recorridas sucesivamente por el medio elevador. En particular, a cada una de las palas de rotor puede estar asociada una sección del carril de guía. Las secciones pueden estar unidas con el bastidor de transporte de manera que es posible una compensación de tolerancias de fabricación y que las secciones son alineadas entre sí de manera adaptada a través del miembro de guía.

El bastidor de transporte puede estar diseñado, además, para transportar una pluralidad de tales pilas triples adyacente entre sí. En particular, el bastidor de transporte puede comprender tres pilas triples adyacentes entre sí, de manera que, en total, se pueden transportar al mismo tiempo nueve palas de rotor.

El carril de guía según la invención puede estar dispuesto en la pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala. El carril de guía puede presentar dos superficies de guía que actúan en la dirección longitudinal de la pala de rotor, que están diseñadas para formar entre sí el miembro de guía del medio elevador. El carril de guía puede comprender otra superficie de guía, que apoya al elemento de guía del medio elevador en dirección lateral. El carril de guía puede estar diseñado para que apoye al miembro de guía del medio elevador, además, también en la dirección lateral opuesta. También son posibles formas de realización, en las que el miembro de guía no tiene una guía fija en el carril de guía en la dirección opuesta.

La pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala puede presentar un primer carril de guía y un segundo carril de guía. El medio elevador puede presentar dos miembros de guía respectivos. Ambos carriles de guía y ambos miembros de guía pueden presentar las características que se han descrito en relación con un carril de guía / un miembro de guía. Los dos carriles de guía pueden estar alineados paralelos entre sí. Los carriles de guía pueden estar posicionados de manera que el medio elevador está dispuesto entre los carriles de guía, cuando los miembros de guía del miembro elevador están acoplados con ambos carriles de guía. Los dos carriles de guía pueden estar

diseñados de manera que ofrecen una guía en direcciones laterales opuestas, de manera que el medio elevador engranado con los dos carriles de guía está guiado en ambas direcciones laterales.

5 En particular, los carriles de guía pueden estar configurados de tal manera que no ofrecen, respectivamente, hacia fuera ninguna guía para el miembro de guía del medio elevador. El miembro de guía puede estar conectado a través de su superficie exterior con el bastidor del medio elevador, de manera que el miembro de guía rodea el carril de guía por decirlo así desde fuera.

10 La pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala puede estar configurado igualmente con uno o varios carriles de guía. Los carriles de guía de la pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala pueden presentar las mismas características que se han descrito en relación con carriles individuales o en relación con los carriles de guía de la pieza de bastidor en el lado de la raíz de la pala. El medio elevador comprende con preferencia miembros de guía, que están diseñados para encajar en los carriles de guía de la pieza de bastidor en el lado de la punta de la pala.

15 El bastidor de transporte puede comprender un apoyo de la pala, sobre el que descansa la pala de rotor durante el transporte. El apoyo de la pala debería presentar una superficie de apoyo adaptada al contorno de la pala de rotor. Con el medio elevador se eleva la pala de rotor hacia arriba desde el apoyo de la pala. Después de la elevación de la pala de rotor respectiva, se puede manipular el apoyo de la pala sin impedimentos durante la manipulación de las palas de rotor dispuestas debajo. Tanto durante la aproximación del medio elevado a la pala de rotor dispuesta debajo como también durante la elevación de la pala de rotor dispuesta debajo puede perturbar la punta de la pala de rotor superior dispuesta en la zona de elevación.

20 Para facilitar la manipulación de palas de rotor superpuestas, el apoyo de la pala puede ser móvil entre un estado activo y un estado pasivo. En el estado activo, el apoyo de la pala está dispuesto en la zona de elevación. Por lo tanto, una pala de rotor puede descansar sobre el apoyo de la pala, pero el apoyo de la pala perturba durante la manipulación de una pala de rotor dispuesta debajo. En el estado pasivo, el apoyo de la pala está retraído desde la zona de elevación. El apoyo de la pala no perturba de esta manera durante la manipulación de la pala de rotor dispuesta debajo. Un bastidor de transporte con un apoyo de la pala móvil de este tipo tiene la forma autónoma inventiva, que es independiente del medio elevador del sistema según la invención.

25 El movimiento del apoyo de la pala entre el estado activo y el estado pasivo se puede realizar, por ejemplo, a lo largo de una guía lineal. La guía lineal se puede extender en dirección horizontal. La guía lineal se puede extender paralela al eje longitudinal de la pala de rotor. La activación de la guía lineal se puede realizar, por ejemplo, a través de trenes de cadenas o husillos. La herramienta para la activación de la guía lineal puede ser la misma que se utiliza para asegurar las palas de rotor en el bastidor de transporte.

30 Los componentes colaboradores de la guía lineal pueden estar constituidos de metal. Entre los componentes colaboradores puede estar previsto un revestimiento reductor de la fricción, de manera que se reduce la fricción comparada con un contacto directo metal/metal.

35 El medio elevador comprende con preferencia una estructura de soporte que se extiende como unión rígida entre una primera sección elevadora y una segunda sección elevadora. En la zona de las secciones elevadoras se establece la unión entre el medio elevador y la pala de rotor, para poder elevar la pala de rotor. La estructura de soporte puede estar configurada, por ejemplo, como estructura de tubo de rejilla.

40 Con preferencia, en las secciones elevadoras está prevista, respectivamente, una instalación de unión, a través de la cual se puede conectar la pala de rotor con el medio elevador. La instalación de unión puede comprender una pieza de soporte, que descansa sobre la superficie de la pala de rotor cuando el medio elevador está posicionada adaptado a la pala de rotor. La pieza de soporte puede ser sustituible, para que la instalación de unión se pueda adaptar a diferentes contornos de palas de rotor. La instalación de unión puede comprender, además, un cinturón, que se extiende al menos por secciones sobre la periferia de la pala de rotor. Con preferencia, la pieza de soporte descansa arriba sobre la pala de rotor, mientras que el cinturón se extiende al menos por secciones alrededor de la pala de rotor, para fijar la pala de rotor con relación a la pieza de soporte. La unión por medio de un cinturón tiene la ventaja de que el medio elevador se puede desprender fácilmente desde la pala de rotor, después de que la pala de rotor ha sido unida con el cubo de rotor. La superficie del cinturón está realizada en este caso de tal manera que está presente una fuerza de fricción suficientemente alta durante la elevación de la pala de rotor para impedir una rotación relativa de la pala de rotor con respecto al medio elevador.

45 La pala de rotor está alojada con preferencia sobre el bastidor de transporte de tal manera que la posición del cojinete corresponde en la mayor medida posible a la posición de montaje posterior. Por lo tanto, si el eje longitudinal de la pala de rotor está alineado esencialmente horizontal, cuando la pala de rotor se encuentra sobre el bastidor de transporte, entonces se aproxima la pala de rotor con preferencia también con alineación esencialmente horizontal al cubo del rotor. También la alineación angular de la pala de rotor con respecto a su eje longitudinal permanecerá esencialmente entre la posición de transporte y la posición de montaje. La pala de rotor se puede

aproximar directamente al cubo del rotor, después de que ha sido conectado con el medio elevador, sin que sea necesaria una realización complicada de la pala de rotor.

Si se monta la pala de rotor con eje longitudinal esencialmente horizontal en el cubo del rotor, entonces la punta de la pala realiza un movimiento elástico considerable entre la posición, en la que está suspendida en el medio elevador, y la posición, en la que la pala de rotor se retiene sólo todavía sobre la raíz de la pala. Si se aflojase simplemente el medio elevador, después de que se ha establecido la conexión entre la pala de rotor y el cubo de rotor, se descargaría la tensión elástica, bajo la que la pala de rotor está descargada en un movimiento oscilante de la punta de la pala. En el caso de tal movimiento oscilante, existe un alto riesgo de que la pala de rotor sufra daños. Para evitarlo, puede estar previsto en el marco de la invención que la instalación de unión del medio elevador alejada de la raíz de la pala se expanda antes de que se suelte la pala de rotor desde la instalación de conexión.

Por lo tanto, el medio elevador puede presentar una instalación de conexión regulable en dirección vertical. De esta manera es posible soltar la instalación de unión hacia abajo antes de que la pala de rotor se suelte desde la instalación de unión. Sería posible bajar la instalación de unión suspendida de cable. No obstante, existe entonces el riesgo de que el medio elevador y la pala de rotor comiencen a oscilar a través de la actuación. Con preferencia, el medio elevador comprende una guía vertical, a lo largo de la cual se puede bajar la instalación de unión. La guía vertical significa que la instalación de unión sólo se puede mover en una dirección con relación a la estructura de soporte del medio elevador, mientras que la posición de la instalación de unión está claramente definida en un plano perpendicular a la guía vertical. Un medio elevador con una instalación de unión regulable verticalmente tiene, independientemente del bastidor de transporte del sistema, una forma inventiva autónoma.

El medio elevador está instalado con preferencia de tal forma que la regulación vertical de la instalación de unión se realiza a través de un mando a distancia. Igualmente, el desbloqueo de la instalación de unión, a través del cual se suelta la pala de rotor desde la instalación de unión, se puede activar con preferencia a través de un mando a distancia. Entonces no es necesario que una persona se mueva en esta zona del medio elevador, que sólo es accesible con dificultad después del montaje de la pala de rotor. Para el caso de un defecto del mando a distancia, la regulación vertical de la instalación de unión y/o el desbloqueo de la instalación de unión se pueden accionar adicionalmente también de manera puramente mecánica.

El medio elevador debería estar configurado de manera que en las condiciones que predominan durante el montaje marítimo, no se desplace a ser posible en oscilación. Se ha mostrado que el riesgo de oscilaciones se puede reducir considerablemente a través de una carga del medio elevador. Por ejemplo, el medio elevador se puede proveer con piezas de peso adicional, cuya masa puede estar, en suma, por ejemplo, entre 50 % y 400 %, con preferencia entre 100 % y 300 % en la masa de la estructura de soporte del medio elevador. Si el peso de la estructura de soporte está, por ejemplo, entre 40 t y 50 t, entonces la carga puede estar entre 50 t y 100 t. El peso del medio elevador puede estar un factor de 3 a 5 más alto que el peso de la pala de rotor a transportar. Las piezas de peso se pueden utilizar individualmente, de manera que el medio elevador se puede adaptar en cada caso individualmente a las condiciones durante el montaje.

El medio elevador puede estar diseñado, además, para la elevación de un bastidor de transporte, sobre el que están alojadas una o varias palas de rotor. Con preferencia, el medio elevador comprende para esta finalidad una estructura de unión, a través de la cual se puede conectar el medio elevador con el bastidor de transporte. El medio elevador se puede utilizar entonces en tierra para cargar también el bastidor de transporte junto con las palas de rotor sobre un buque. Con preferencia, se transporta también el medio elevador junto con el bastidor de transporte y las palas de rotor sobre el buque, de manera que durante el montaje en el lugar se puede emplear el mismo medio elevador. Para que el medio elevador se pueda utilizar para la bajada del bastidor de transporte, debe aproximarse entre los elementos del bastidor de transporte a la pala de rotor. A tal fin, es ventajoso que el medio elevador tenga una longitud reducida. Por lo tanto, en una forma de realización ventajosa, una pieza extrema del medio elevador es plegable. Con preferencia, al menos una de las piezas extremas plegables está provista con una estructura de unión, a través de la cual se puede unir el medio elevador con el bastidor de transporte, de manera que el bastidor de transporte se puede elevar con las palas de rotor. De manera más preferida, el medio elevador está provisto en cada uno de sus dos extremos con una pieza extrema plegable. También la segunda pieza extrema plegable puede estar provista con una estructura de unión para el establecimiento de una unión con el bastidor de transporte. De manera alternativa, por lo tanto, la segunda pieza extrema es plegable, para que el medio elevador se pueda mantener más fácilmente en equilibrio.

La invención se refiere, además, a un procedimiento según la reivindicación 13.

No se reivindica un procedimiento para soltar una pala de rotor desde un medio elevador. En el procedimiento se monta una pala de rotor, cuyo eje longitudinal está alineado esencialmente horizontal, en un cubo de rotor. Una instalación de unión distanciada de la raíz de la pala se baja con relación a una estructura de soporte del medio elevador. La instalación de unión se suelta de la pala de rotor.

Los procedimientos se pueden desarrollar con otras características, que se describen en conexión con el sistema según la invención. El sistema se puede desarrollar con otras características que se describen en conexión con el procedimiento según la invención.

- 5 A continuación, se describe de forma ejemplar la invención con referencia a los dibujos adjuntos con la ayuda de formas de realización ventajosas.

La figura 1 muestra una vista desde arriba sobre un bastidor de transporte con una pluralidad de palas de rotor.

- 10 La figura 2 muestra un fragmento de un bastidor de transporte con una pluralidad de palas de rotor en una vista lateral.

La figura 3 muestra un detalle de un bastidor de transporte según la invención con carril de guía.

- 15 La figura 4 muestra un detalle de un medio elevador según la invención con miembro de guía.

La figura 5 muestra un detalle de un sistema según la invención.

- 20 La figura 6 muestra un detalle de un medio elevador según la invención del alojamiento de la pala en el lado de la raíz.

La figura 7 muestra un detalle de un medio elevador según la invención del alojamiento de la pala en el lado de la punta.

- 25 La figura 8 muestra un medio elevador según la invención con una pala de rotor suspendida en él.

La figura 9 muestra un fragmento de un bastidor de transporte con una pluralidad de palas de rotor en una vista lateral.

- 30 La figura 10 muestra la vista según la figura 9 en otro estado del bastidor de transporte.

La figura 11 muestra un detalle del bastidor de transporte en representación ampliada.

La figura 12 muestra un detalle de la figura 11.

- 35 La figura 13 muestra un detalle de un medio elevador según la invención.

La figura 14 muestra el detalle según la figura 13 en otro estado del medio elevador; y

- 40 La figura 15 muestra otro detalle del medio elevador.

Un bastidor de transporte 16 mostrado en la figura 1 comprende una pieza de bastidor 14 en el lado de la raíz de la pala y una pieza de bastidor 15 en el lado de la punta de la pala. Sobre el bastidor de transporte 16 están dispuestas, en total, nueve palas de rotor 17, estando apiladas en cada caso tres palas de rotor 17 superpuestas y están dispuestas tres pilas de tres adyacentes entre sí. La pieza de bastidor 14 y la pieza de bastidor 15 comprenden, respectivamente, nueve apoyos de las palas 18, de manera que cada pala de rotor 17 descansa sobre un apoyo de la pala 18 de la pieza de bastidor 14 y sobre un apoyo de la pala 19 de la pieza de bastidor 15.

- 50 El bastidor de transporte 16 se equipa en tierra con hasta nueve palas de rotor 17 y está preparado entonces como una unidad para el otro transporte. Para cargar el bastidor de transporte 16 con nueve palas de rotor 17 sobre un buque, se conecta un medio elevador 20 con la pieza de bastidor 14 en el lado de la raíz de la pala y con la pieza de bastidor 15 en el lado de la punta de la pala. El medio elevador 20 comprende una estructura de soporte 24 del tipo de rejilla, que se extiende en longitud correspondiente. En la figura 2 se indica una estructura de unión 21, que forma una unión entre la pieza de bastidor 14 y el medio elevador 20. La estructura de unión 21 está dispuesta por encima del centro de las tres pilas de palas de rotor. Puesto que se incide con una grúa (no representada) en el medio elevador 20, se puede elevar el medio elevador 20 junto con el bastidor de transporte 16 y las palas de rotor 17 y se puede cargar sobre un buque. El medio elevador 20 se suelta a continuación de nuevo desde el bastidor de transporte 16 y se deposita igualmente sobre el buque.

- 60 La pieza de bastidor 14 en el lado de la raíz de la pala comprende para cada una de las pilas de tres palas de rotor 17 una pareja de carriles de guía 22, que se extienden en dirección vertical sobre la altura de la pieza de bastidor 14. En la figura 3 se muestra por secciones una de las parejas de carriles de guía 22. Los dos carriles de guía 22 incluyen entre sí en el centro el eje vertical de una pila de tres. Los carriles de guía 22 están delimitados en tres lados por superficies de guía que están en ángulo recto entre sí. Los lados dirigidos hacia fuera de los carriles de

guía 22 están abiertos. Por lo demás, los carriles de guía están unidos en el bastidor de transporte de manera que es posible una compensación, por ejemplo, de tolerancias de fabricación entre los bastidores de transporte individuales.

El medio elevador 20 comprende dos miembros de guía 23, que están diseñados para intervenir en los carriles de guía 22 de la pieza de bastidor 14. En la figura 4 se representa uno de los miembros de guía 23. El miembro de guía 23 está conectado con la estructura de soporte 24 del medio elevador 20 de tal manera que el miembro de guía 23 puede incidir desde fuera en el carril de guía 22 respectivo. En el miembro de guía 23 están configurados dos rodillos 25, que están diseñados para colaborar con las superficies de guía del carril de guía 22, para posibilitar un movimiento de poca resistencia de los miembros de guía 23 a lo largo de los carriles de guía 22.

Carriles de guía 22 correspondientes están configurados también en la pieza de bastidor 15 en el lado de la punta de la pala, de manera que se define claramente la alineación del medio elevador 20 con relación al bastidor de transporte 16, cuando todos los miembros de guía 23 del medio elevador engranan con los carriles de guía 22 correspondientes.

El medio elevador 20 es aproximado desde arriba al bastidor de transporte 16, de manera que los miembros de guía 23 del medio elevador 20 están dispuestos en la prolongación de los carriles de guía 22 del bastidor de transporte 16. El medio elevador 20 comprende dos piezas extremas plegables 33. Según la figura 2, la pieza extrema 33 descansa sobre la pieza de bastidor 14 en el lado de la raíz de la pala cuando el medio elevador 20 se utiliza para elevar el bastidor de transporte 16 con palas de rotor 17. La pieza extrema 33 se pliega para que la pieza extrema 33 no choque en la pieza de bastidor 14 durante la inserción del medio elevador 20 en los carriles de guía 22. Para que el medio elevador 20 permanezca en equilibrio, se pliega igualmente la pieza extrema 33 dispuesta en el extremo opuesto del medio elevador 20. Una pieza extrema 33 se representa en la figura 15 en el estado plegado.

Si se baja ahora lentamente el medio elevador 20, los miembros de guía 23 entran desde arriba en los carriles de guía 22.

Para facilitar la inserción de los miembros de guía 23, los carriles de guía 22 según la figura 5 pueden estar provistos en su extremo superior con un ensanchamiento 26 en forma de embudo. En los ensanchamientos 26 en forma de embudo pueden entrar los miembros de guía 23 también cuando el medio elevador 20 no está posicionado totalmente exacto con relación a los carriles de guía 22. A lo largo de las superficies inclinadas del ensanchamiento 26 en forma de embudo se centran los miembros de guía 23 durante la bajada siguiente del medio elevador 20. Para esta finalidad es útil que los miembros de guía 23 tengan una movilidad limitada con relación a la estructura de soporte 24 del medio elevador 20.

El medio elevador 20 se baja entonces hasta un tope (no mostrado) dispuesto en los carriles de guía 22. El tope está posicionado de tal manera que el medio elevador 20 está en la posición correcta para ser conectado con la pala de rotor 17.

Para la conexión con la pala de rotor 17, el medio elevador comprende una instalación de conexión 27 en el lado de la raíz de la pala y una instalación de conexión 28 en el lado de la punta de la pala. Las instalaciones de conexión 27, 28 comprenden, respectivamente, una pieza de soporte 29, que descansa sobre la superficie de la pala de rotor 17, de manera que el medio elevador 20 choca en el tope de los carriles de guía 22. La pieza de soporte 29 es sustituible, de manera que el medio elevador 20 se puede adaptar a palas de rotor 17 de diferente contorno. Partiendo de la pieza de soporte 29 se fija entonces un cinturón 30 alrededor de la pala de rotor 17 para fijar la pala de rotor 17 en el medio elevador 20. Junto con el medio elevador 20 se puede elevar la pala de rotor 17 ahora por los apoyos de la pala 18 del bastidor de transporte 16, ver la figura 8.

Al comienzo de la elevación, los miembros de guía 23 se deslizan todavía en los carriles de guía 22 hacia arriba. Tan pronto como los miembros de guía 23 llegan a la zona del ensanchamiento 26 en forma de embudo, se puede determinar en cuales de las superficies de guía del ensanchamiento 26 en forma de embudo se apoyan los miembros de guía 23. Para evitar que el medio elevador 20 se mueva después de la salida desde el ensanchamiento 26 en forma de embudo de repente en la dirección respectiva, se pueden colocar hilos de guía (no representados) en el medio elevador 20, que se tensan de tal manera que el medio elevador 20 se mueve verticalmente hacia arriba después de la salida desde el ensanchamiento 26 en forma de embudo.

Con la grúa se puede aproximar la pala de rotor 17 ahora al cubo de rotor (no se representa) y se puede conectar con el cubo de rotor. Para reducir el riesgo de que el medio elevador 20 oscile con la pala de rotor 17, el medio elevador 20 se carga con varias piezas de peso (no representadas). La estructura de soporte en forma de rejilla tiene un peso de aproximadamente 40 t a 50 t. Las piezas de peso pueden tener, en la suma, un peso de por ejemplo 100 t. El peso de la pala de rotor 17 puede estar, por ejemplo, en 25 t.

Para la liberación siguiente de la pala de rotor 17 desde el medio elevador 20 se baja la instalación de conexión 28

en el lado de la punta de la pala sobre una instalación de regulación vertical 31 hacia abajo, para relajar la pala de rotor 17. La instalación de regulación vertical 31 posibilita un movimiento lineal hacia abajo. En todas las otras direcciones, la instalación de regulación vertical está rígida.

- 5 La figura 13 muestra la instalación de conexión 28 en la posición de montaje, en la que la instalación de conexión 28 está dispuesta inmediatamente adyacente a la estructura de soporte 24 del medio elevador 20. En la figura 14, la instalación de conexión 28 se ha bajado hacia abajo a través de la instalación de regulación vertical 31. En esta posición, la pala de rotor 17 está relajada y el cinturón se puede soltar sin que oscile la pala de rotor 17.
- 10 En la figura 9 se muestra el estado del bastidor de transporte 16 después de la extracción de la pala de rotor más alta 17. El apoyo de la pala 18, sobre el que descansaba anteriormente la pala de rotor más alta 17, penetra en la zona de elevación, que se necesita para elevar la pala de rotor subyacente 17. El apoyo de la pala 18 está alojado en una guía de corredera horizontal 32. A lo largo de la guía de corredera 32 se lleva el apoyo de la pala 18 a una posición retraída en la que no se perjudica la zona de elevación, ver la figura 10.
- 15 El tope en el carril de guía 22, en el que se apoyaba el medio de elevación 20 para el alojamiento de la pala más alta del rotor 17, se retira y de esta manera se posiciona en el carril de guía 22, de manera que define una posición que se adapta a la pala de rotor 17 dispuesta debajo. El medio elevador 20 puede bajarse ahora a lo largo del carril de guía 22 hasta la segunda pala de rotor 17. La segunda pala de rotor 17 se puede bajar según el desarrollo descrito
- 20 desde el apoyo de la pala 18 y se puede montar en el cubo del rotor.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de transporte y elevación para una pala de rotor (17) de una turbina eólica con un bastidor de transporte (16), que comprende un apoyo de la pala (18) para una pala de rotor (17), y con un medio elevador (20) para la elevación de la pala de rotor (17) desde el apoyo de la pala (18), en el que el bastidor de transporte (16) está configurado para el transporte de una pluralidad de palas de rotor (17) superpuestas y presenta un carril de guía (22) para el medio elevador (20), en el que el carril de guía (22) está configurado para la conducción del medio elevador (20) a cada una de las palas de rotor (17) superpuestas, en el que el medio elevador (20) comprende un miembro de guía (23) que está diseñado para un engrane con el carril de guía (22) del bastidor de transporte (16).
2. Sistema de transporte y elevación según la reivindicación 1, caracterizado por que el miembro de guía (23) presenta una movilidad con relación a una estructura de soporte (24) del medio elevador (20).
3. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el carril de guía (22) y/o el miembro de guía (23) está configurado con un rodillo (25), que favorece el movimiento del miembro de guía (23) a lo largo del carril de guía (22).
4. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el carril de guía (22) presenta en su extremo de entrada un ensanchamiento (26) en la sección transversal.
5. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el carril de guía (22) comprende un tope para el medio elevador (20) y por que la posición del tope es ajustable.
6. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el carril de guía (22) es más largo que el diámetro sencillo de una pala de rotor (17), con preferencia más largo que el doble del diámetro de la pala de rotor (17).
7. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que un primer carril de guía (22) está colocado en una pieza del bastidor (14) del lado de la raíz de la pala del bastidor de transporte (16) y un segundo carril de guía (22) está colocado en una pieza del bastidor (15) del lado de la punta de la pala del bastidor de transporte (16).
8. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el bastidor de transporte (16) comprende un apoyo de la pala (18), que es móvil entre una posición activa y una posición pasiva.
9. Sistema de transporte y elevación según la reivindicación 8, caracterizado por que el apoyo de la pala (18) está guiado en una guía lineal (32).
10. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el medio elevador (22) presenta una instalación de conexión (28) para el establecimiento de una conexión con la pala de rotor (17) y por que la instalación de conexión (28) es móvil con relación a una estructura de soporte (24) del medio elevador (20).
11. Sistema de transporte y elevación según la reivindicación 10, caracterizado por un mando a distancia para la liberación de la instalación de conexión (28).
12. Sistema de transporte y elevación según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el medio elevador (20) presenta una pieza extrema plegable (33).
13. Procedimiento para elevar una pluralidad de palas de rotor superpuestas desde un bastidor de transporte, en el que una primera pala de rotor (17) dispuesta arriba es elevada desde un apoyo de la pala (18) del bastidor de transporte (16), en el que un medio elevador (20) es llevado a engrane con un carril de guía (22) del bastidor de transporte (16), en el que el medio elevador (20) se aproxima a lo largo del carril de guía (22) a la primera pala de rotor (17), en el que se establece una conexión entre el medio elevador (20) y la primera pala de rotor (17) y en el que el medio elevador (20) y la primera pala de rotor (17) se elevan en común, en el que el apoyo de la pala (18) se retrae desde la zona de elevación y en el que una segunda pala de rotor (17) dispuesta debajo de la primera pala de rotor (17) se eleva a la misma altura se través de la zona de elevación hacia arriba.

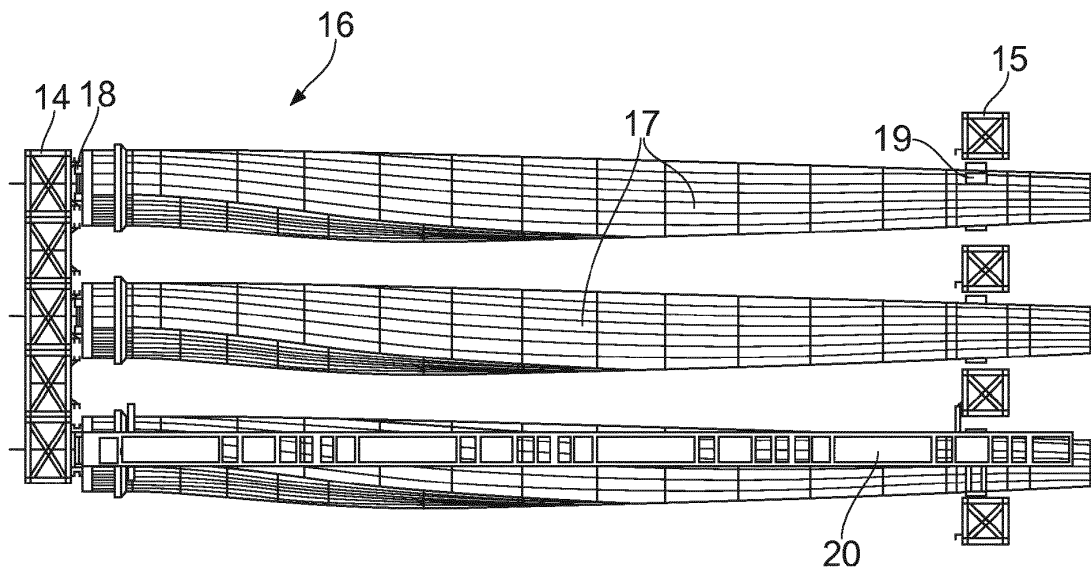


FIG. 1

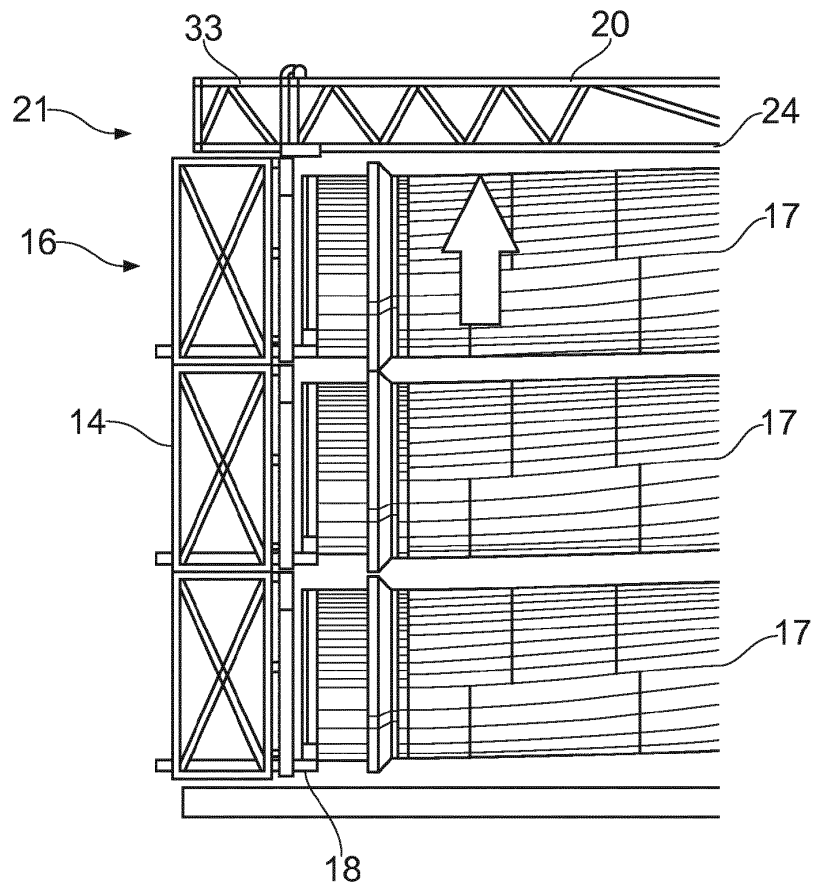
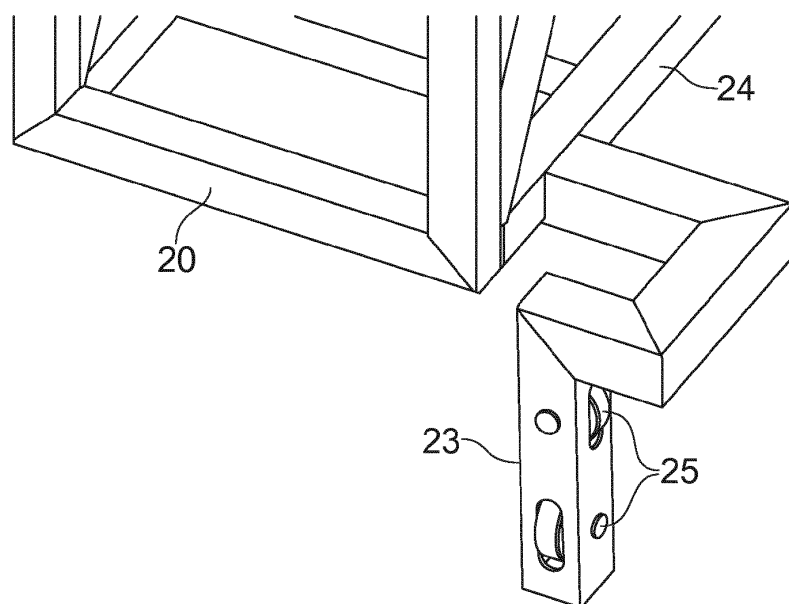
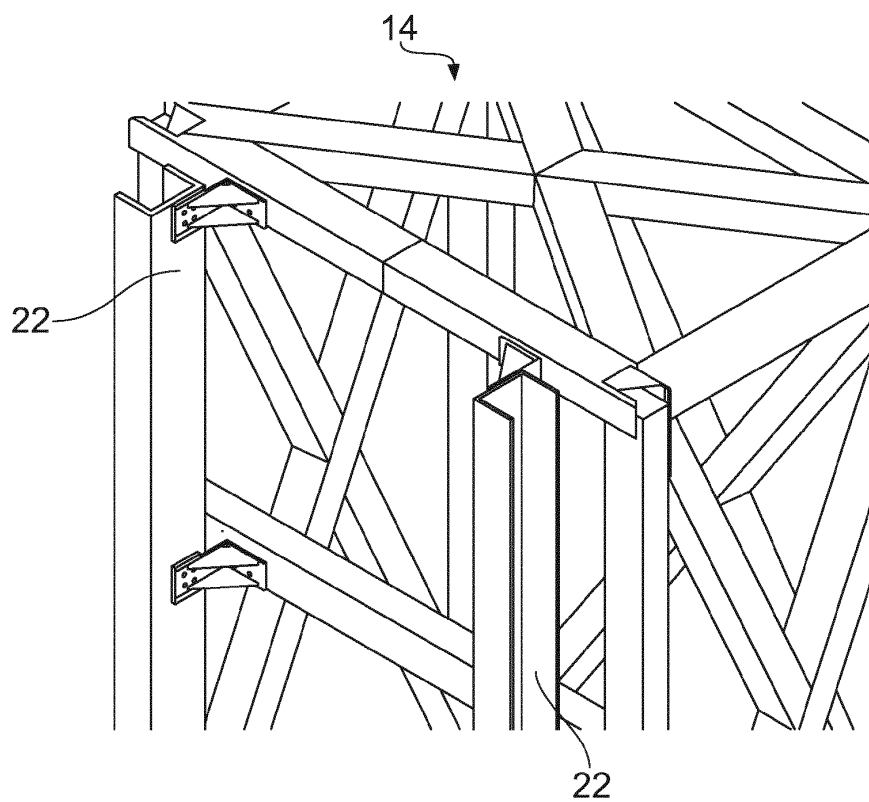


FIG. 2



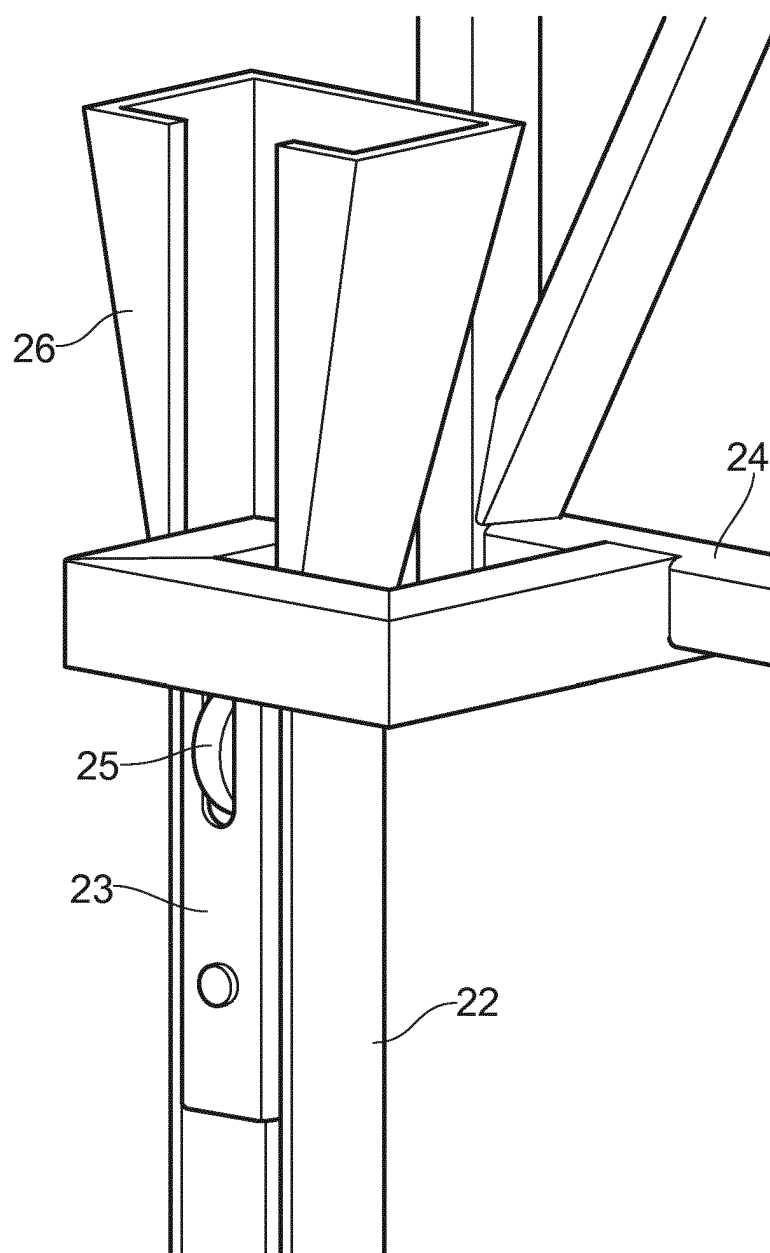


FIG. 5

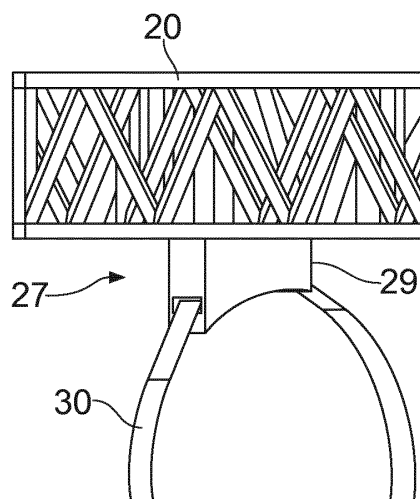


FIG. 6

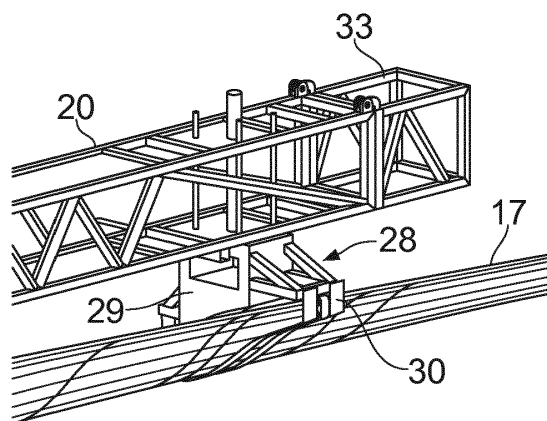


FIG. 7

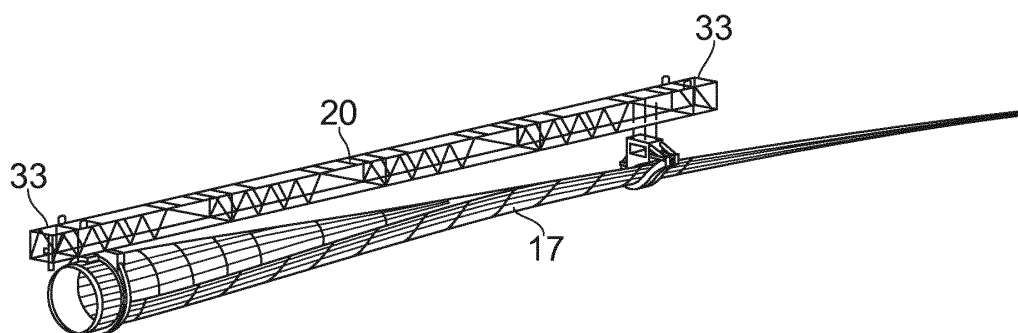


FIG. 8

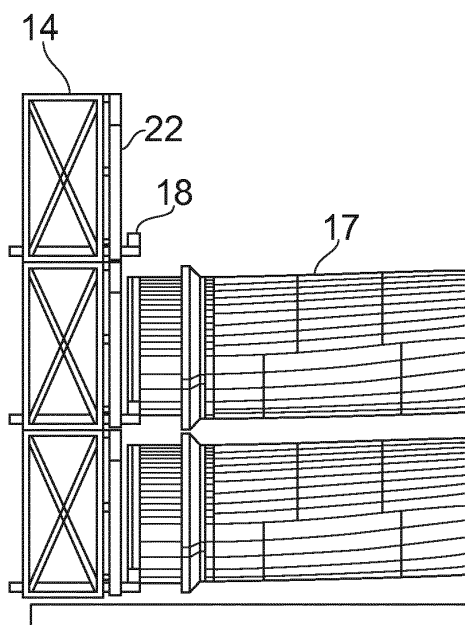


FIG. 9

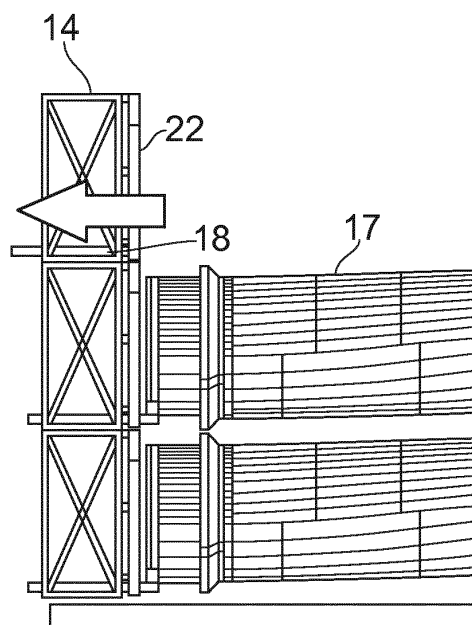


FIG. 10

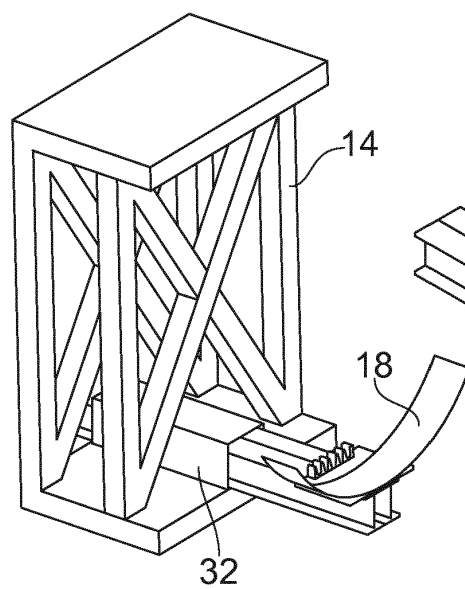


FIG. 11

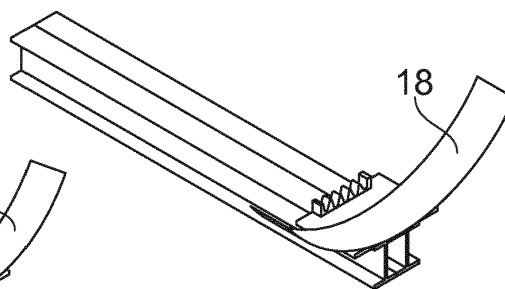


FIG. 12

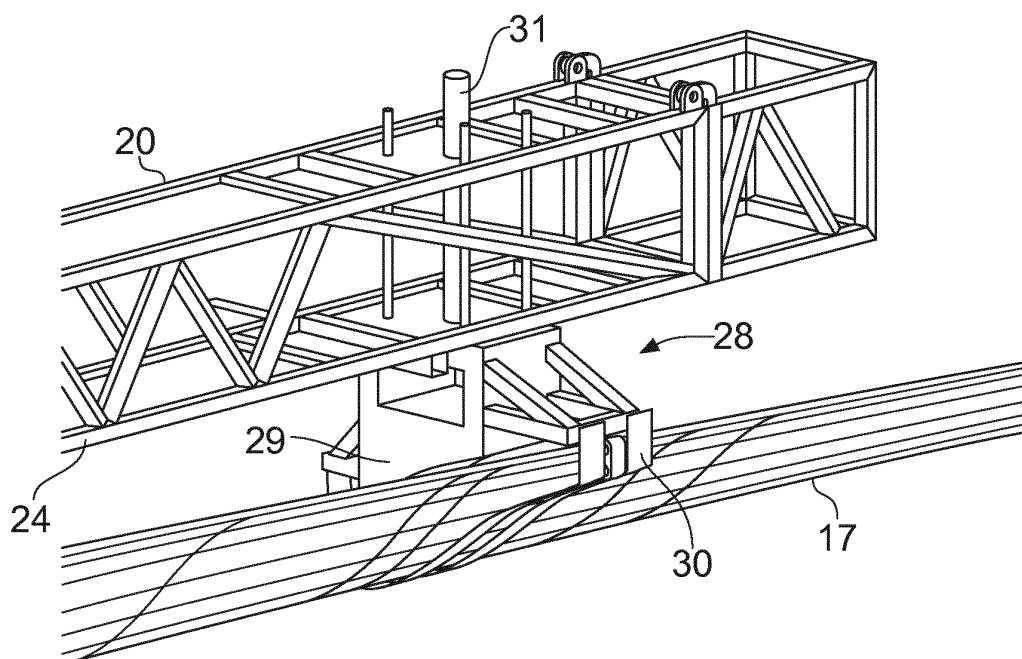


FIG. 13

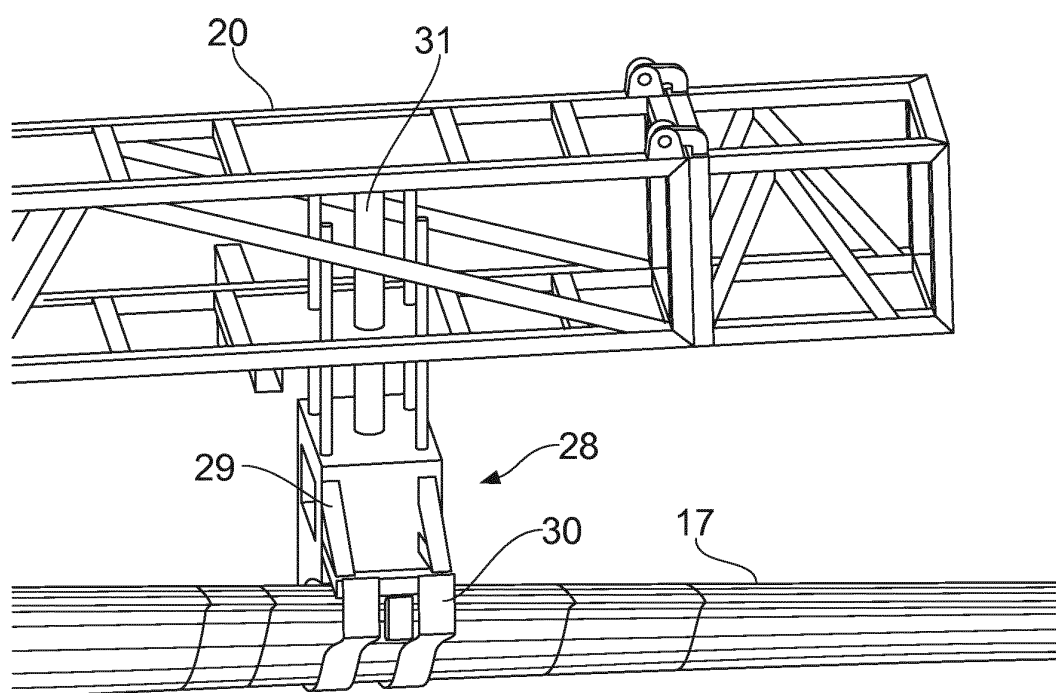


FIG. 14

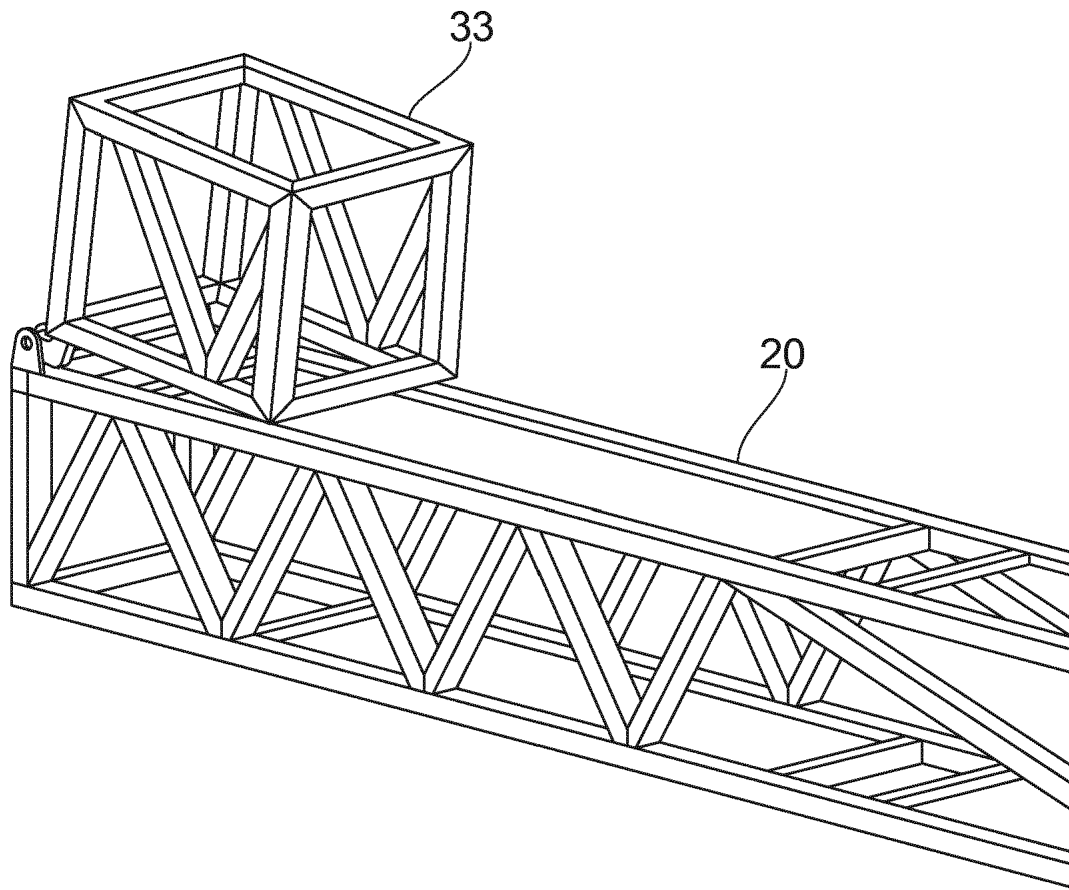


FIG. 15