

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 280**

51 Int. Cl.:

E04H 12/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2017** **PCT/EP2017/084672**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.05.2019** **WO19086137**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2017** **E 17828928 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3704333**

54 Título: **Procedimiento para erigir una torre con una sección de torre de varias partes**

30 Prioridad:

03.11.2017 DE 102017125716

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.02.2024

73 Titular/es:

ENO ENERGY SYSTEMS GMBH (100.0%)
Kempowski-Ufer 1
18055 Rostock, DE

72 Inventor/es:

PORM, KARSTEN;
BOCKHOLT, STEFAN;
AHRENS, ROBIN;
HEIN, ROBERT y
BULL, MICHAEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 959 280 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

Procedimiento para erigir una torre con una sección de torre de varias partes

5 Campo técnico

Ejemplos de realización tratan de procedimientos para erigir una torre con una sección de torre de varias partes.

Antecedentes

10

Las grandes alturas de cubos (p. ej., >130 m) necesarias para el funcionamiento rentable de las turbinas eólicas WEA (por sus siglas en alemán) terrestres requieren diámetros de base de torre grandes para las torres de construcción de acero de estas WEAs. Las condiciones marco para el transporte (p. ej., alturas de tránsito) en tierra limitan el diámetro máximo posible de las secciones de torre a 4,4 m. Las secciones de torre con diseño dividido longitudinalmente representan una posibilidad. Estas secciones posibilitan diámetros de base de torre superiores a 4,4 m sin exceder las condiciones marco existentes para el transporte. Junto a los desafíos de fabricación y verificación que surgen al dividir longitudinalmente las secciones de torre, surgen nuevos desafíos al ensamblar y erigir estas secciones.

15

20

La publicación EP 3208404 A1 describe un procedimiento para ensamblar un segmento de torre tubular y la publicación DE 102015211269 A1 da a conocer una torre de turbina eólica. Además, la publicación DE 102015115645 A1 describe un procedimiento para fabricar y montar una estructura de torre tubular.

Sumario

25

Existe la necesidad de crear un concepto para torres con secciones de torre de varias partes que permita una construcción más rentable y/o más rápida de una torre.

Esta necesidad podría satisfacerse mediante el objeto de una de las presentes reivindicaciones.

30

Algunos ejemplos de realización se refieren a procedimientos para erigir una torre con una sección de torre de varias partes. La sección de torre de varias partes presenta al menos dos secciones parciales y las secciones parciales están configuradas como un segmento de cono truncado o con forma de segmento cilíndrico. El procedimiento comprende colocar una primera sección parcial de la sección de torre de varias partes en una posición prevista para la primera sección parcial y conectar una brida transversal de la primera sección parcial a una base de la torre o una sección de torre situada más abajo. Además, el procedimiento comprende colocar una segunda sección parcial de la sección de torre de varias partes junto a la primera sección parcial después de conectar la brida transversal y conectar una brida longitudinal de la primera sección parcial a una brida longitudinal de la segunda sección parcial después de colocar la segunda sección parcial.

35

40

Se da a conocer una sección parcial no reivindicada de una sección de torre de varias partes de una torre.

La sección parcial comprende un segmento de carcasa de la sección parcial y una primera brida longitudinal fijada a un primer borde longitudinal del segmento de carcasa. Además, la sección parcial comprende una segunda brida longitudinal fijada a una segunda brida longitudinal opuesta del segmento de carcasa y una estructura de apuntalamiento que está conectada a una zona cercana a la primera brida longitudinal y una zona cercana a la segunda brida longitudinal. La estructura de apuntalamiento está diseñada para adaptarse a una tensión de tracción para reducir la deformación.

45

50

Se da a conocer también otra sección parcial no reivindicada de una sección de torre de varias partes de una torre.

La sección parcial comprende un segmento de carcasa de acero de la sección parcial. El segmento de carcasa de acero forma una media carcasa de la sección de torre de varias partes. Además, el segmento de carcasa de acero presenta un espesor de más de 45 mm. Adicionalmente, la sección parcial comprende al menos una brida longitudinal fijada a un borde longitudinal del segmento de carcasa de acero para conectarse con una brida longitudinal de otra sección parcial de la sección de torre de varias partes, que forma la segunda media carcasa de la sección de torre de varias partes.

55

Breve descripción de las Figuras

60

Algunos ejemplos de dispositivos y/o procedimientos se explican con más detalle a continuación con referencia a las figuras adjuntas, simplemente a modo de ejemplo. Muestran:

la Fig. 1, muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para erigir una torre con una sección de torre de varias partes;

65

la Fig. 2, muestra una representación esquemática de una sección parcial con una estructura de apuntalamiento,

la Fig. 3, muestra una representación esquemática de una sección parcial que forma una media carcasa de una sección de torre de varias partes;

la Fig. 4, muestra una representación esquemática de una sección parcial; y

la Fig. 5, muestra una sección transversal esquemática de una turbina eólica.

Descripción

A continuación se describirán con más detalle varios ejemplos con referencia a las figuras adjuntas, en las que están representados algunos ejemplos. En las figuras, los espesores de líneas, capas y/o zonas pueden estar exagerados para mayor claridad.

Por consiguiente, aunque otros ejemplos se prestan a diversas modificaciones y formas alternativas, en las figuras se muestran algunos ejemplos específicos de los mismos y se describirán en detalle a continuación. No obstante, esta descripción detallada no limita otros ejemplos a las formas específicas descritas. Ejemplos adicionales pueden cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la divulgación. Los números de referencia iguales a lo largo de la descripción de las figuras se refieren a elementos iguales o similares, que cuando se comparan entre sí pueden ser idénticos o implementarse en forma modificada al mismo tiempo que proporcionan la misma función o similar.

Debe entenderse que cuando se hace referencia a un elemento como "unido" o "acoplado" a otro elemento, los elementos pueden estar unidos o acoplados directamente, o mediante uno o más elementos intermedios. Cuando se combinan dos elementos A y B utilizando una "o", se debe entender que se describen todas las combinaciones posibles, es decir, solo A, solo B, así como A y B. Una redacción alternativa para las mismas combinaciones es "al menos uno de A y B". Lo mismo se aplica a combinaciones de más de 2 elementos.

La terminología utilizada en el presente documento para describir ejemplos particulares no pretende limitar otros ejemplos. Si se utiliza una forma en singular, p. ej., "uno, una" y "el, la", y el uso de un solo elemento no se define explícita ni implícitamente como obligatorio, otros ejemplos también pueden usar elementos plurales para implementar la misma función. Cuando en lo sucesivo se describe que una función se implementa usando varios elementos, otros ejemplos pueden implementar la misma función usando un elemento individual o una entidad de procesamiento individual. Se entiende además que el término "comprende", la expresión "que comprende", el término "presenta" y/o la expresión "que presenta", cuando se usan, significan la presencia de las características, números enteros, pasos, operaciones, procesos, elementos, componentes y/o un grupo de los mismos especifican, pero no excluyen, la presencia o adición de una o más características, números enteros, pasos, operaciones, procesos, elementos, componentes y/un grupo de los mismos.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos y expresiones (incluidos los términos y expresiones técnicos y científicos) se utilizan aquí con su significado habitual en el campo al que pertenecen los ejemplos.

La Fig.1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 100 para erigir una torre con una sección de torre de varias partes de manera correspondiente a un ejemplo de realización. La sección de torre de varias partes presenta al menos dos secciones parciales y las secciones parciales están configuradas como un segmento de cono truncado o con forma de segmento cilíndrico. El procedimiento 100 comprende colocar 110 una primera sección parcial de la sección de torre de varias partes en una posición prevista para la primera sección parcial y conectar 120 una brida transversal de la primera sección parcial a una base de la torre o una sección de torre situada más abajo. Además, el procedimiento 100 comprende colocar 130 una segunda sección parcial de la sección de torre de varias partes junto a la primera sección parcial después de conectar 120 la brida transversal de la primera sección parcial y conectar 140 una brida longitudinal de la primera sección parcial a una brida longitudinal de la segunda sección parcial después de colocar 130 la segunda sección parcial de la segunda sección parcial.

Al configurar sucesivamente las secciones parciales en las posiciones designadas antes de conectar las secciones parciales entre sí, se puede reducir claramente el peso máximo a levantar, en comparación con colocar toda la sección de torre de varias partes después de conectar las secciones parciales. Esto significa, p. ej., que se pueden utilizar grúas más económicas y/o que se necesita menos tiempo para adaptar las grúas. Además, por ejemplo, se puede posicionar una sección parcial mientras otra todavía se está preparando o suministrando para su posicionamiento. Con ello se puede trabajar en varias secciones parciales al mismo tiempo. En general, esto permite erigir la torre de forma más económica y/o más rápida.

El posicionamiento 110 de la primera sección parcial se lleva a cabo, por ejemplo, levantando y moviendo la primera sección parcial con la ayuda de un dispositivo de elevación tal como, p. ej., una grúa, desde un medio de transporte (p. ej., camión de transporte) o un lugar de almacenamiento cerca del lugar previsto para erigir la torre hasta la posición

prevista para la primera sección parcial. La posición prevista para la primera sección parcial es, por ejemplo, aquel punto de la torre a erigir en el que debe disponerse la primera sección parcial en el estado terminado de la torre. Por ejemplo, la primera sección parcial se puede llevar a la posición vertical mediante medios de tope unidos a una brida anular parcial de la primera sección parcial.

A continuación, la primera sección parcial se conecta 120 a una base de la torre o a una sección de torre situada más abajo (p. ej., una sección de torre de acero o una sección de torre de hormigón), de modo que la grúa se pueda separar después de la primera sección parcial y, por consiguiente, pueda usarse para mover otras partes.

Además, por ejemplo, se puede utilizar una grúa para posicionar la primera sección parcial, que tiene una capacidad de carga máxima que es menor que un peso de la sección de torre de varias partes (o menos del 60 % del peso de la torre de varias partes). Esto puede ser posible no ensamblando primero la sección de torre de varias partes y luego elevándola en su totalidad a la posición prevista de la torre, sino elevando una sección parcial tras otra hasta las posiciones previstas para ello.

Adicional o alternativamente, también se puede utilizar una grúa para posicionar secciones parciales de secciones de torre inferiores de la torre, que tiene una altura de elevación máxima que es suficiente para erigir toda la torre, incluyendo, p. ej., un conjunto de palas de rotor de una turbina eólica, sin tener que adaptar la grúa a diferentes alturas máximas de elevación. Por ejemplo, para erigir una turbina eólica completa, la grúa puede presentar una altura del gancho, p. ej., para el montaje de las palas del rotor, de aprox. 15-20 m más que la que sería necesaria solo para erigir la torre. P. ej., la grúa utilizada para posicionar la primera sección parcial puede tener una altura máxima de elevación superior a una altura máxima de la torre a erigir o de la turbina eólica a erigir. Por ejemplo, durante el posicionamiento 110 de la primera sección parcial, la grúa puede tener una altura máxima de elevación superior a 120 m (o más de 150 m o más de 180 m) y la posición prevista (p. ej., el borde superior o el borde inferior) de la primera sección parcial puede estar a una altura inferior a 60 m (o inferior a 40 m). Esto puede ser posible, por ejemplo, porque el peso de cada uno de los distintos sectores parciales es claramente menor que el peso de toda la sección de la torre. Con ello, por ejemplo, se puede evitar una adaptación de la grúa desde una altura de elevación máxima baja a una altura de elevación máxima mayor y/o se puede evitar la necesidad de dos grúas diferentes. De esta manera se pueden reducir claramente los costes y/o el tiempo de erigir la torre.

La unión 120 de la brida transversal de la primera sección parcial con la base de la torre o una sección inferior de la torre se realiza, por ejemplo, mediante uniones roscadas o una unión soldada. Si la sección de torre de varias partes con la primera sección parcial forma, p. ej., una sección de torre más baja de la torre, la primera sección parcial se puede elevar sobre una base preparada de la torre, de modo que las barras de anclaje o barras roscadas que sobresalen de la base son guiadas a través de los agujeros perforados en la brida transversal cuando se coloca la primera sección parcial. A continuación, la primera sección parcial se puede conectar a la base mediante barras de anclaje y tornillos. Alternativamente, la primera sección parcial se puede colocar sobre una brida transversal de una sección de torre inferior y la brida transversal de la primera sección parcial se puede conectar con una brida transversal de la sección de torre inferior, p. ej., mediante uniones roscadas o una unión soldada.

El posicionamiento 130 de la segunda sección parcial se lleva a cabo, por ejemplo, levantando y moviendo la segunda sección parcial con la ayuda de un dispositivo de elevación tal como, p. ej., una grúa, desde un medio de transporte (p. ej., camión de transporte) o un lugar de almacenamiento cerca del lugar previsto para erigir la torre hasta la posición prevista para la segunda sección parcial, junto a la primera sección parcial. La posición prevista para la segunda sección parcial es, por ejemplo, aquel punto de la torre a erigir en el que debe disponerse la segunda sección parcial en el estado terminado de la torre. Por ejemplo, la segunda sección parcial se puede llevar a la posición vertical mediante medios de tope unidos a una brida anular parcial de la segunda sección parcial.

Opcionalmente, la segunda sección parcial se puede preposicionar en una posición inclinada junto a la primera sección parcial y luego la segunda sección parcial se puede alinear con la primera sección parcial. Por ejemplo, la posición inclinada de la segunda sección parcial puede ser tal que un ángulo entre la brida longitudinal de la primera sección parcial y la brida longitudinal de la segunda sección parcial sea mayor que 0,1° (o mayor que 0,5° o mayor que 1°) y/o menor que 5° (o menor que 2° o menor que 1°). De este modo, la segunda sección parcial solo se puede alinear y bajar por el lado inferior, antes de alinear también la segunda sección parcial por arriba, de modo que se pueden reducir o evitar daños en las bridas longitudinales al depositarla.

Por ejemplo, si la grúa se separa de la primera sección parcial después de posicionar 110 la primera sección parcial y conectar 120 la brida transversal de la primera sección parcial con una base de la torre o una sección de la torre situada más abajo, la misma grúa ya se puede utilizar para la segunda sección, aunque todavía se trabaje en la primera sección ya colocada. En otras palabras, posicionar 130 la segunda sección parcial puede comprender levantar la segunda sección parcial con la misma grúa. Esto puede reducir, p. ej., el tiempo necesario para erigir la torre y/o el número de grúas necesarias o el tiempo de grúa necesario.

Opcionalmente, el procedimiento 100 puede incluir unir una estructura de ayuda para subir a una brida transversal superior de la primera sección parcial y/o una brida transversal superior de la segunda sección parcial. Al posicionar 130 la segunda sección parcial, la segunda sección parcial se puede alinear con la primera sección parcial con ayuda

de la estructura de ayuda de posicionamiento. Alternativa o adicionalmente, se puede unir una estructura de ayuda al posicionamiento a una brida transversal inferior de la primera sección parcial y/o a una brida transversal inferior de la segunda sección parcial. La estructura de ayuda al posicionamiento puede ser, por ejemplo, una estructura metálica que presenta un patrón de agujeros en una primera zona extrema, tal como un patrón de agujeros en la región extrema de la brida transversal de la primera sección parcial, y que tiene un patrón de agujeros en una segunda región extrema, tal como un patrón de agujeros en la zona extrema de la brida transversal de la segunda sección parcial. Por ejemplo, mediante pernos que se guían a través de los agujeros de la estructura de ayuda al posicionamiento y una de las bridas transversales se puede reconocer fácilmente cuando las secciones parciales están alineadas entre sí. La estructura de ayuda al posicionamiento se puede fijar temporalmente y retirar de nuevo después de conectar 140 las bridas longitudinales.

La conexión 140 de la brida longitudinal de la primera sección parcial con la brida longitudinal de la segunda sección parcial después del posicionamiento 130 de la segunda sección parcial se puede realizar, por ejemplo, mediante uniones roscadas o una unión soldada.

Adicionalmente, una brida transversal de la segunda sección parcial puede estar unida a una base de la torre o a una sección situada más abajo de la torre. La unión de la brida transversal de la segunda sección parcial con la base de la torre o una sección situada más abajo de la torre tiene lugar, por ejemplo, mediante uniones roscadas o una unión soldada. Si la sección de torre de varias partes con la segunda sección parcial forma, p. ej., una sección de torre más baja de la torre, la segunda sección parcial se puede elevar sobre una base preparada de la torre, de modo que las barras de anclaje o barras roscadas que sobresalen de la base son guiadas a través de los agujeros perforados en la brida transversal cuando se coloca la segunda sección parcial. A continuación, la segunda sección parcial se puede conectar a la base mediante barras de anclaje y tuercas. Alternativamente, la segunda sección parcial se puede colocar sobre una brida transversal de una sección de torre situada más abajo y la brida transversal de la segunda sección parcial se puede conectar con la brida transversal de la sección de torre situada más abajo con uniones roscadas o una unión soldada.

La primera sección parcial y/o la segunda sección parcial pueden presentar opcionalmente al menos una ayuda para subir o plataforma ya antes del posicionamiento de la primera sección parcial y/o la segunda sección parcial. Por ejemplo, la ayuda para subir y/o la plataforma se pueden fijar en fábrica a la primera sección parcial y/o a la segunda sección parcial antes del transporte al lugar de instalación. Por ejemplo, a lo largo de la brida longitudinal de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial puede estar dispuesta una ayuda para subir (p. ej., una escalera).

El procedimiento 100 comprende, además, generar una pluralidad de estructuras de compensación de la altura antes del posicionamiento 110 de la primera sección parcial.

Por ejemplo, la sección de torre de varias partes es una sección de torre más baja de la torre, cuyas secciones parciales están colocadas sobre las estructuras de compensación de la altura. Las estructuras de compensación de la altura están distribuidas, distanciadas entre sí, a lo largo de un perímetro de una zona de soporte de la sección de torre de varias partes.

Las estructuras de compensación de la altura pueden presentar, por ejemplo, placas de carga niveladas entre sí. Las placas de carga se pueden empotrar, p. ej., en pilotes de hormigón húmedos sobre la base. Los pilotes de hormigón se pueden endurecer antes del posicionamiento 110 de la primera sección parcial, de modo que las placas de carga mantengan su altura cuando se coloquen las secciones parciales encima. Por ejemplo, la primera sección parcial se coloca sobre al menos tres estructuras de compensación de la altura y luego se une a través de la brida transversal con la base (p. ej., mediante barras de anclaje).

Por ejemplo, las estructuras de compensación de la altura se pueden dimensionar de modo que las estructuras de compensación de la altura puedan soportar más peso que el peso de la sección de torre de varias partes, de modo que se pueda iniciar con una segunda sección de torre antes de que se llenen o fraguen los espacios entre las estructuras de compensación de la altura. P. ej., la primera sección parcial puede colocarse en un subconjunto de la pluralidad de estructuras de compensación de la altura y el subconjunto de las estructuras de compensación de la altura puede diseñarse para soportar un peso de más del doble (o más de tres veces) un peso de la primera sección parcial.

Adicionalmente, el procedimiento 100 también puede comprender llenar grietas entre las estructuras de compensación de la altura después de colocar la segunda sección parcial con material de relleno. Como se mencionó, al menos una sección parcial de una segunda sección de torre o una sección de torre completa (p. ej., una sección de torre completa, de varias partes o una sección de torre completa, no dividida tal como, p. ej., una sección de tubo de acero cilíndrica, cónica o no dividida) podría colocarse sobre la primera sección de la torre de varias partes mientras se endurece el material de relleno.

Adicionalmente a las estructuras de compensación de la altura, se puede apuntalar temporalmente una sección parcial erigida verticalmente mediante arriostramiento.

Opcionalmente, el procedimiento 100 puede incluir, además, aplicar un material sellador (p. ej., cinta selladora) a lo largo de la brida longitudinal de la primera sección parcial y/o de la brida longitudinal de la segunda sección parcial antes del posicionamiento 110 de la primera sección parcial o antes del posicionamiento 130 de la segunda sección parcial. El material de sellado solo puede fabricarse, por ejemplo, después de que la primera y/o la segunda sección parcial hayan sido entregadas de fábrica al lugar de instalación, para evitar daños al material de sellado durante el transporte.

Opcionalmente, el procedimiento 100 también puede incluir establecer una estructura de soporte para componentes eléctricos (p. ej., transformador y/o aparatos de control) en la base dentro de la torre o dentro de la sección de torre de varias partes, si la sección de torre de varias partes es la sección de torre más baja. Por ejemplo, la primera sección parcial se puede conectar a la base de la torre y después o antes de esto la estructura de soporte para componentes eléctricos se puede colocar sobre la base antes de que una última sección parcial de la sección de torre de varias partes se coloque sobre la base.

La torre a erigir se compone, por ejemplo, de una pluralidad de secciones de torre, de las cuales al menos una sección de torre o al menos dos secciones de torre a disponer una encima de otra están formadas por varias partes. Por ejemplo, una sección de torre es una parte de una torre que forma un tramo de altura de la torre. Una sección de torre es, p. ej., una parte de una torre que presenta simetría con respecto a un eje de la torre sustancialmente vertical. Por ejemplo, la sección de torre (p. ej., la carcasa de la sección de torre) puede presentar una geometría en forma de revestimiento cilíndrico o en forma de cono truncado.

La sección de torre de varias partes de la torre a erigir presenta al menos dos secciones parciales. Además, la sección de torre de varias partes comprende, por ejemplo, menos de 9 o menos de 5 secciones parciales. Por ejemplo, un diámetro de la sección de torre de varias partes puede ser mayor que 4 m (o mayor que 5 m, mayor que 6 m o mayor que 8 m). La sección de torre de varias partes puede presentar una división simétrica en secciones parciales o una separación asimétrica. Por ejemplo, dos secciones parciales pueden presentar segmentos de carcasa con la misma longitud de arco circular o dos carcasas parciales con diferentes longitudes de arco circular o cuerdas circulares parciales.

Las secciones parciales de la sección de torre de varias partes se crean, por ejemplo, al dividir un armazón de la sección de torre en partes más pequeñas. Por ejemplo, la primera sección parcial y la segunda sección parcial comprenden cada una un segmento de la carcasa de la sección de torre. Los segmentos de la carcasa tienen, por ejemplo, la forma de un segmento de armazón truncado (geometría de una parte de una superficie lateral de un cono truncado) o en forma de un segmento de armazón cilíndrico (geometría de una parte de una superficie lateral de un cilindro). Además, los segmentos de la carcasa de la primera sección parcial y de la segunda sección parcial son, p. ej., segmentos de carcasa de acero.

El segmento de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial comprende, por ejemplo, dos lados transversales o bordes transversales que se extienden esencialmente horizontalmente (u ortogonalmente a un eje de la torre o eje de simetría de la sección de la torre) y dos lados transversales que se extienden esencialmente ortogonalmente a los lados transversales (p. ej., en esencia verticalmente o en la dirección del eje de la torre) que se extienden por lados largos o bordes longitudinales. P. ej., para secciones de torre cilíndricas huecas, los lados largos pueden ser esencialmente paralelos al eje de la torre o pueden desviarse ligeramente de la dirección paralela para secciones de torre huecas en forma de tronco de cono (p. ej., menos de 5°, menos de 3° o menos de 1°). El segmento de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial forma parte, por ejemplo, de la carcasa exterior de la torre y puede estar fabricado, p. ej., de acero. Un borde transversal de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial y/o un borde transversal del segmento de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial puede tener, por ejemplo, una longitud de más de 2,5 m (o más de 5 m o más de 8 m). El borde transversal corresponde, por ejemplo, al borde en forma de arco circular en el extremo superior o inferior de una sección parcial y/o en el extremo superior o inferior del segmento de armazón de una sección parcial, y la longitud del borde transversal corresponde, por ejemplo, a una longitud del borde en forma de arco circular. El borde longitudinal del segmento de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial puede presentar, p. ej., una longitud de más de 5 m (o más de 10 m o más de 20 m). De manera correspondiente, por ejemplo, la primera sección parcial y/o la segunda sección parcial pueden presentar una altura de más de 5 m (o más de 10 m o más de 20 m). El segmento de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial puede presentar, por ejemplo, un grosor de más de 45 mm (o más de 50 mm o más de 55 mm).

La primera sección parcial y/o la segunda sección parcial comprenden cada una, por ejemplo, una brida longitudinal a lo largo de los bordes longitudinales de los segmentos de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial. Las bridas longitudinales están fijados, por ejemplo, a lo largo de los bordes longitudinales, p. ej., adyacentes a los bordes longitudinales (p. ej., mediante al menos una costura de soldadura). Las bridas longitudinales pueden estar fijadas en el lado exterior o en el lado interior de los segmentos de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial.

Por ejemplo, las bridas longitudinales de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial pueden extenderse por todos los bordes longitudinales de los segmentos de carcasa de la primera sección parcial y/o de la

segunda sección parcial. Alternativamente, una brida longitudinal puede ser más corta que el borde longitudinal de un segmento de carcasa, de modo que ninguna brida longitudinal se extienda al menos en los extremos del borde longitudinal (p. ej., a lo largo de al menos los últimos 10 cm, al menos los últimos 30 cm o al menos los últimos 50 cm). Con ello se puede facilitar, p. ej., la fijación de una brida transversal a lo largo de un borde transversal del segmento de carcasa de las secciones parciales.

La primera sección parcial y/o la segunda sección parcial comprenden cada una, por ejemplo, una brida transversal a lo largo de los bordes transversales de los segmentos de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial. Las bridas transversales tienen, por ejemplo, forma de segmentos circulares y están fijadas a lo largo de los bordes transversales de los segmentos de carcasa de la primera sección parcial y/o de la segunda sección parcial. Por ejemplo, se puede fijar una brida transversal superior a un borde transversal superior del segmento de carcasa y se puede unir una brida transversal inferior a un borde transversal inferior del segmento de carcasa. La brida transversal se puede utilizar para unir la sección parcial con otra sección de torre, una sección parcial de otra sección de torre o una base de la torre (p. ej., mediante uniones atornilladas).

Como torre se denomina, p. ej., una estructura alineada verticalmente, por ejemplo para una turbina eólica. La definición de torre incluye estructuras tanto arriostradas como independientes y, por lo tanto, también tiene en cuenta estructuras a las que a veces se hace referencia como mástil. Por ejemplo, la torre puede ser una torre de una turbina eólica.

La Fig. 2 muestra una representación esquemática de una sección parcial con una estructura de apuntalamiento según un ejemplo de realización. La sección parcial 200 es una sección parcial de una sección de torre de varias partes de una torre. La sección parcial 200 comprende un segmento de carcasa 210 de la sección parcial 200 y una primera brida longitudinal 220 fijada a una primera brida longitudinal del segmento de carcasa 210. Además, la sección parcial 200 comprende una segunda brida longitudinal 230 fijada a una segunda brida 210 longitudinal opuesta del segmento de carcasa y una estructura de apuntalamiento 240 que está unida con una zona cercana a la primera brida longitudinal 220 y una zona cercana a la segunda brida longitudinal 230. La estructura de apuntalamiento 240 está diseñada para absorber a una tensión de tracción para reducir la deformación.

La estructura de apuntalamiento puede impedir, por ejemplo, que la sección parcial se desvíe demasiado de su forma ideal, especialmente en la posición de cubeta de la sección parcial. Mediante la estructura de apuntalamiento, la deformación durante el transporte y el montaje de la sección parcial se puede mantener al mínimo. Con ello, se puede facilitar, por ejemplo, el montaje de la torre y/o reducir o evitar daños a las estructuras internas ya fijadas a la sección parcial.

La estructura de apuntalamiento puede ser, por ejemplo, una barra metálica sometida a tracción que está conectada al segmento de carcasa o a las bridas longitudinales cerca de los dos bordes longitudinales del segmento de carcasa de la sección parcial. Por ejemplo, la estructura de apuntalamiento puede estar conectada a estructuras de fijación de apuntalamiento que están unidas (p. ej., soldadas) al segmento de carcasa o a las bridas longitudinales. Las estructuras de fijación por apuntalamiento están fijadas, por ejemplo, al segmento de carcasa o a las bridas longitudinales a menos de 50 cm (o menos de 30 cm) de los bordes longitudinales del segmento de carcasa de la sección parcial.

La estructura de apuntalamiento, por ejemplo, solo puede instalarse temporalmente. Por ejemplo, la estructura de apuntalamiento puede instalarse en fábrica durante la fabricación de la sección parcial y retirarse nuevamente después de colocar la sección parcial en la ubicación prevista de la torre que se va a erigir y después de unir las bridas longitudinales 140.

La primera brida longitudinal se puede utilizar para unir la (primera) sección parcial con una brida longitudinal de una segunda sección parcial de la sección de torre de varias partes, y la segunda brida longitudinal se puede utilizar para unir la (primera) sección parcial a una brida longitudinal adicional de la segunda sección parcial o una brida longitudinal de una tercera sección parcial de la sección de torre de varias partes.

Opcionalmente, la sección parcial puede comprender adicionalmente una ayuda para subir y/o una plataforma (p. ej., como soporte para que los trabajadores erijan la torre), que está fijada al segmento de carcasa.

Por ejemplo, el segmento de carcasa de la sección parcial puede ser una media carcasa de la sección de torre de varias partes. Alternativamente, la sección de torre de varias partes también puede presentar más de dos secciones parciales.

Se describen más particularidades y aspectos opcionales de la sección parcial 200 en relación con el concepto propuesto o uno o más de los ejemplos descritos anteriormente o que figuran a continuación.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de una sección parcial que forma una media carcasa de una sección de torre de varias partes, según un ejemplo de realización. La sección parcial 300 es una sección parcial de una sección de torre de varias partes de una torre. La sección parcial 300 comprende un segmento de carcasa de

acero 310 de la sección parcial 300. El segmento de carcasa de acero 310 forma una media carcasa de la sección de torre de varias partes 300. Además, el segmento de carcasa de acero 310 presenta un grosor 312 de más de 45 mm (o más de 50 mm o más de 55 mm). Adicionalmente, la sección parcial 300 comprende al menos una brida longitudinal 320 fijada a un borde longitudinal del segmento de carcasa de acero 310 para conectarse con una brida longitudinal de otra sección parcial de la sección de torre de varias partes, que forma la segunda media carcasa de la sección de torre de varias partes.

Mediante el uso de segmentos de carcasa de acero con grosores de más de 45 mm en combinación con la construcción de una media carcasa, es posible garantizar que haya poca deformación durante la fabricación y el transporte de la sección parcial, de modo que la sección de la torre pueda ser colocada y fijada con poco esfuerzo sobre la base de la torre (p. ej., sobre barras de anclaje) o se puede colocar y fijar en una sección situada más abajo de la torre. Por ejemplo, las medias carcasas pueden presentar un momento de resistencia a la flexión sobre el lado abierto que es aproximadamente 8 veces mayor que el de las carcasas de carcasas de un tercio. Esto puede permitir una alta estabilidad dimensional durante el montaje vertical, especialmente al montar las partes de la sección. Además, la forma de media carcasa puede tener un efecto positivo sobre la sollicitación por el viento en el estado de montaje parcial. El momento de resistencia a la torsión de la media carcasa puede ser, por ejemplo, mayor en aproximadamente un factor de 1,5 que en el caso de las carcasas de un tercio, lo que podría reducir la torsión de las piezas de la sección. Con ello, p. ej., se puede permitir o mejorar la capacidad de montaje en estado vertical. Además, los grosores de pared a partir de 45 mm, p. ej., en la zona inferior de la sección dividida, permiten instalar una abertura de puerta y lograr una mayor estabilidad dimensional frente a las secciones que se despliegan alrededor del eje longitudinal. Además, podría reducirse o evitarse la deformación de las estructuras internas (p. ej., plataformas) y podría mejorarse la capacidad de montaje de la brida longitudinal y colocarla sobre pernos de anclaje.

Opcionalmente, la sección parcial 300 puede comprender una ayuda para subir o plataforma que está fijada al segmento de carcasa de acero. Mediante el uso de segmentos de carcasa de acero con grosores de más de 45 mm en combinación con la construcción de una media carcasa, por ejemplo, se pueden reducir o evitar daños a las estructuras internas ya fijadas a la sección parcial durante el transporte o durante el montaje de la torre.

La construcción de media carcasa puede posibilitar, por ejemplo, con respecto a un diámetro de 5 m y los grosores de chapa de revestimiento resultantes, así como las dimensiones de las bridas en la zona de la base de la torre, una rigidez suficiente (sin elementos de refuerzo adicionales) y/o una precisión dimensional suficiente para que la media carcasa se puede enroscar sobre la barra de anclaje.

El segmento de carcasa de acero 310 con un grosor 312 de más de 45 mm se utiliza, por ejemplo, en la zona de conexión de la base. P. ej., la sección de torre de varias partes puede ser, por ejemplo, una sección de torre de acero más baja de la torre, que debe unirse con una base de la torre o una sección de la torre de hormigón.

Se describen más particularidades y aspectos opcionales de la sección parcial 300 en relación con el concepto propuesto o uno o más de los ejemplos descritos anteriormente o que figuran a continuación.

La Fig. 4 muestra una representación esquemática de una sección parcial según un ejemplo.

La sección parcial 400 se puede implementar de manera similar a la sección parcial de la Fig. 2. La sección parcial 400 comprende una brida transversal inferior 410 para conectarse a una base de la torre o una sección de torre situada más abajo y una brida transversal superior 420 para conectarse a una sección de torre situada más alta. Además, la sección parcial 400 comprende varias estructuras de apuntalamiento 240, plataformas 430 y ayudas para subir en forma de escaleras 440.

Se describen más particularidades y aspectos opcionales de la sección parcial 400 en relación con el concepto propuesto o uno o más de los ejemplos descritos anteriormente o que figuran a continuación.

Algunos ejemplos se refieren a una turbina eólica con una torre con al menos una sección de torre de varias partes con una sección parcial según uno de los ejemplos descritos anteriormente o en lo que sigue y/o está erigida según uno de los procedimientos para erigir una torre descritos anteriormente o en lo que sigue.

La Fig. 5 muestra una sección transversal esquemática de una turbina eólica 500 de manera correspondiente a un ejemplo.

La turbina eólica 500 incluye una torre y una góndola 530 con un rotor 540 conectado. La torre comprende una sección de torre inferior 510 con forma de cono truncado hueco y tres secciones de torre superiores 520 cilíndricas huecas. Al menos la sección de torre inferior 510 comprende al menos dos secciones parciales, como se describieron en relación con el concepto descrito o en conexión con uno o más de los ejemplos descritos anteriormente o en lo que sigue (p. ej., Figs. 1-4).

Algunos ejemplos se refieren a la construcción vertical de secciones divididas para turbinas eólicas WEA.

Según un procedimiento no reivindicado, las partes individuales se pueden premontar primero para formar una sección completa en la obra y, a continuación, elevarlas sobre la base por medio de una grúa. Las partes de la sección se pueden unir mediante bridas longitudinales y uniones por tornillos. Dependiendo del tipo de división, para el premontaje pueden ser necesarios dispositivos adicionales, así como espacio adicional en la obra. Además, durante el premontaje, la capacidad de la grúa puede verse limitada mientras dure el montaje, ya que las partes de la sección deben estar alineadas y mantenidas en su posición. El montaje posterior de la sección montada requiere, por norma general, ya grandes capacidades de grúa con alturas de gancho bajas, ya que los diámetros de base más grandes también aumentan el peso de la sección en estado montado. Para montar las secciones restantes, así como la góndola y las palas del rotor, puede ser necesario adaptar la grúa a alturas de gancho mayores. La adaptación de una grúa, p. ej., tarda hasta 2 días.

Utilizando el concepto propuesto, se pueden lograr menores espacios de trabajo y grúa y se pueden lograr ahorros significativos en el tiempo de construcción al erigir verticalmente las distintas partes de las secciones divididas además de dispositivos adicionales. Por ejemplo, el tiempo de construcción de la torre se puede reducir de 4 a 2 días. En primer lugar, en este caso se puede elevar una parte individual sobre la base con una grúa, alinearla y fijarla con los pernos de anclaje. Para ello se pueden prever placas especiales de distribución de la carga a la altura de la junta de moldeo posterior. A continuación, las siguientes distintas partes se pueden fijar a la grúa y elevarlas también sobre la base, alinearlas con las partes que ya están en pie y bajarlas sobre las barras de anclaje. Ahora las distintas partes individuales que se encuentran sobre la base se pueden unir mediante uniones atornilladas a través de las bridas longitudinales. Dado que las distintas partes ya están unidas con la base a través de las barras de anclaje, al montar las bridas longitudinales se puede garantizar una estabilidad suficiente, por lo que se liberan capacidades de la grúa. El alineamiento de las bridas longitudinales necesarias para el montaje se puede realizar a través de los agujeros de las bridas longitudinales mediante pernos y/o la ayuda para el posicionamiento de las bridas longitudinales. Durante el montaje de las bridas longitudinales, se puede comenzar ya la construcción de la junta de moldeo de la base y se pueden completar las escaleras, el refrigerador externo y otras partes adicionales en la primera sección. Después de atornillar las bridas longitudinales se puede continuar inmediatamente con la construcción de la siguiente sección. Gracias a las placas de distribución de carga se pueden construir hasta 3 secciones sin que la junta de moldeo de la base tenga que endurecerse. P. ej., después de 24 horas, esto puede alcanzar una resistencia que permita continuar con la construcción del resto de la torre.

Debido al menor peso de las distintas partes en comparación con la sección premontada, toda la torre se puede montar con una grúa ya montada a la altura del gancho necesaria para la futura góndola, con lo que se pueden ahorrar, p. ej., 2 días en la adaptación de la grúa. Debido al menor peso a levantar, también se pueden premontar varias secciones hasta una altura de aprox. 60 m con una grúa móvil más pequeña y claramente más económica. Con ello, es posible un mayor ahorro durante el período total de construcción.

Algunos ejemplos se refieren a un procedimiento para el montaje vertical de secciones de torre previamente divididas dos o más en una construcción de acero con bridas horizontales y longitudinales, mediante el cual las secciones parciales se elevan individualmente a una posición vertical y se colocan sobre una base con barras de anclaje, se alinean y, a continuación, se montan de tal manera que los medios de elevación utilizados se puedan retirar después del montaje.

Opcionalmente, en la base se pueden disponer placas de distribución de la carga que garantizan la transferencia de carga a la base, así como la altura de la junta de moldeo subsiguiente.

Además, las secciones parciales se pueden elevar individualmente a una posición vertical y colocarse sobre un adaptador de la base en una construcción de acero, alinearse y, a continuación, montarse de tal manera que los medios de elevación utilizados se puedan retirar después del montaje.

Adicionalmente, las secciones parciales se pueden elevar individualmente a una posición vertical y colocarse sobre una sección de torre dividida o no dividida ya montada en una construcción de acero u hormigón, alinearse y, a continuación, montarse de tal manera que los medios de elevación utilizados se puedan retirar después del montaje.

Además, las secciones parciales a erigir ya se pueden equipar previamente con estructuras internas y partes de las estructuras internas se pueden utilizar como plataformas para la construcción.

Opcionalmente, las secciones parciales a erigir pueden estar equipadas con al menos un apuntalamiento para aumentar la estabilidad dimensional.

Por ejemplo, la sección parcial a erigir o ya erigida puede estar equipada con un dispositivo o guía en la brida superior o cerca de la brida superior, que permite posicionar y alinear las secciones parciales entre sí.

Además, la sección parcial a erigir o ya erigida puede estar equipada con un dispositivo o guía en la brida inferior o en las proximidades de la brida inferior, dispositivo o guía que permite posicionar y alinear las secciones parciales entre sí, así como con el componente situado debajo.

Opcionalmente, las secciones parciales a erigir pueden estar equipadas con plataformas autoportantes que están firmemente unidas a las secciones parciales para el montaje de las bridas longitudinales. El montaje de las bridas longitudinales se pueden montar, p. ej., mediante plataformas móviles.

- 5 Adicionalmente, se puede aplicar o instalar una junta en la zona de la brida longitudinal de las secciones parciales a erigir antes de la construcción.

Opcionalmente, la orientación de las bridas longitudinales puede tener lugar a través de los agujeros de las bridas longitudinales mediante una ayuda de posicionamiento de bridas longitudinales o pernos.

- 10 Además, la sección parcial a erigir o ya erigida puede estar equipada con un dispositivo o guía en la brida inferior o en las proximidades de la brida inferior, dispositivo o guía que permite posicionar y alinear las secciones parciales entre sí, así como con el componente situado debajo.

- 15 Adicionalmente, las secciones parciales se pueden alinear antes de la fundición mediante troqueles hidráulicos.

Opcionalmente, las juntas longitudinales de las secciones parciales a erigir pueden estar dispuestas giradas al menos 5° con respecto a las juntas longitudinales de la sección de torre ya en pie. Además, al menos una sección parcial puede estar apuntalada al suelo al menos temporalmente.

- 20 Las partes de sección se pueden levantar individualmente y colocar sobre la base. Durante el montaje de las bridas longitudinales puede tener lugar la construcción de la junta de moldeo, así como el montaje de otros accesorios y la preparación de la siguiente sección.

- 25 La descripción y los dibujos representan solo los principios de la divulgación. Además, todos los ejemplos enumerados aquí están destinados expresamente a fines educativos únicamente para ayudar al lector a comprender los principios de la divulgación y los conceptos aportados por el (los) inventor(es) al desarrollo posterior de la técnica. Todas las declaraciones aquí sobre principios, aspectos y ejemplos de la divulgación, así como ejemplos concretos de la misma, pueden comprender sus equivalentes.

- 30 Los procedimientos descritos en la descripción o las reivindicaciones pueden implementarse mediante un dispositivo que presente medios para llevar a cabo cada una de las etapas respectivas de estos procedimientos.

- 35 Debe entenderse que la divulgación de varias etapas, procesos, operaciones o funciones divulgadas en la descripción o las reivindicaciones no debe interpretarse como si estuvieran en el orden particular a menos que se indique explícita o implícitamente lo contrario, p. ej., por razones técnicas. Por lo tanto, la divulgación de múltiples pasos o funciones no los limita a un orden particular, a menos que estos pasos o funciones no sean intercambiables por razones técnicas. Además, en algunos ejemplos, una única etapa, función, proceso u operación puede incluir y/o dividirse en múltiples subetapas, subfunciones, subprocesos o suboperaciones. Dichas subetapas pueden incluirse y ser parte de la divulgación de esa etapa individual a menos que estén explícitamente excluidas.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (100) para erigir una torre con una sección de torre de varias partes, teniendo la sección de torre de varias partes al menos dos secciones parciales, teniendo las secciones parciales la forma de un segmento de cono truncado o la forma de segmento cilíndrico, en donde el procedimiento comprende:
5 colocar (110) una primera sección parcial de la sección de torre de varias partes en una posición prevista para la primera sección parcial;
conectar (120) una brida transversal de la primera sección parcial con una base de la torre o una sección situada más abajo de la torre;
10 colocar (130) una segunda sección parcial de la sección de torre de varias partes adyacente a la primera sección parcial después de conectar (120) la brida transversal de la primera sección parcial;
conectar (140) una brida longitudinal de la primera sección parcial a una brida longitudinal de la segunda sección parcial después del posicionamiento (130) de la segunda sección parcial; **caracterizado por**
generar una pluralidad de estructuras de compensación de altura antes de la colocación (110) de la primera sección parcial, en donde las estructuras de compensación de la altura están dispuestas distribuidas por una circunferencia de una zona de soporte de la sección de torre de varias partes.
15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la colocación (110) de la primera sección parcial comprende levantar la primera sección parcial a la posición prevista con una grúa, comprendiendo además el procedimiento liberar la grúa de la primera sección parcial antes de posicionar (130) la segunda sección parcial.
20
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que posicionar (130) la segunda sección parcial comprende levantar la segunda sección parcial con la misma grúa.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, en el que la grúa tiene una capacidad de carga máxima inferior al peso de la sección de torre de varias partes.
5. Procedimiento según la reivindicación 2, 3 o 4, en el que la grúa tiene una altura máxima de elevación superior a 120 m durante la colocación (110) de la primera sección parcial, estando la posición prevista de la primera sección parcial a una altura inferior a 60 m.
30
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, fijar temporalmente una estructura de ayuda al posicionamiento a una brida transversal de la primera sección parcial o una brida transversal de la segunda sección parcial, en el que al posicionar (130) la segunda sección parcial, la segunda sección parcial está alineada con la primera sección parcial con ayuda de la estructura de ayuda al posicionamiento.
35
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera sección parcial presenta antes del posicionamiento de la primera sección parcial al menos una ayuda para subir o una plataforma.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera sección parcial se coloca en un subconjunto de la pluralidad de estructuras de compensación de la altura y el subconjunto de las estructuras de compensación de la altura está diseñado para soportar un peso de más del doble de un peso de la primera sección parcial.
- 45 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, rellenar las grietas entre las estructuras de compensación de la altura después del posicionamiento (130) de la segunda sección parcial con material de relleno.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende, además, colocar al menos una sección parcial de una segunda sección de torre o una sección de torre completa en la primera sección de torre de varias partes durante el endurecimiento del material de relleno.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera sección parcial se conecta con la base de la torre, comprendiendo el procedimiento, además, colocar una estructura de soporte para componentes eléctricos en la base antes de que una última sección parcial de la sección de torre de varias partes se coloque sobre la base.
55
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda sección parcial se coloca previamente en una posición inclinada junto a la primera sección parcial y luego la segunda sección parcial se alinea con la primera sección parcial.
60

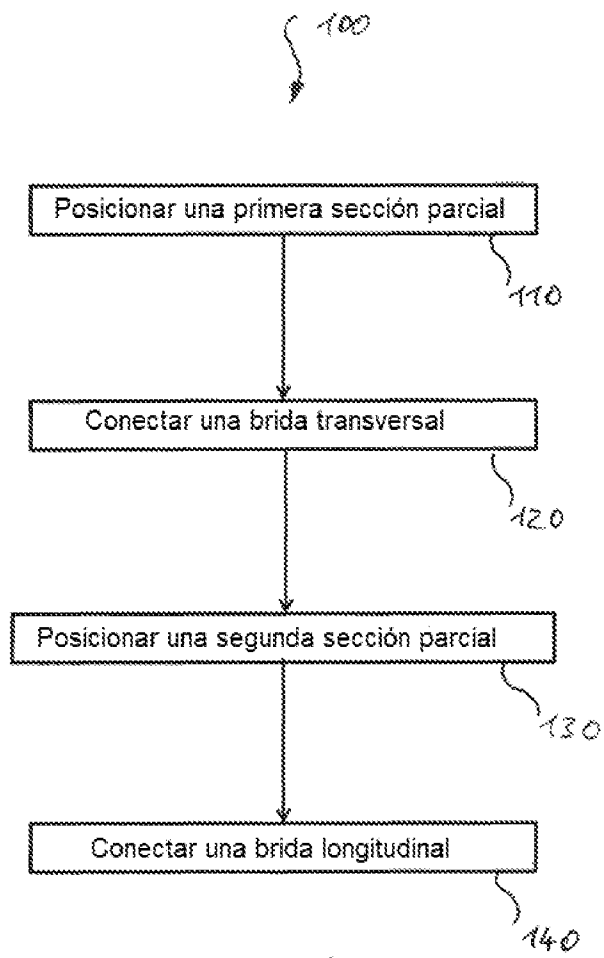


FIG. 1

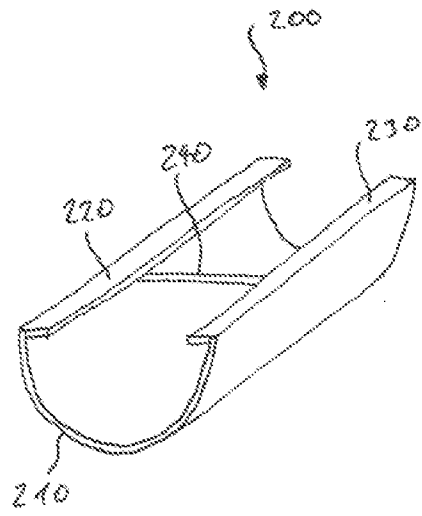


FIG. 2

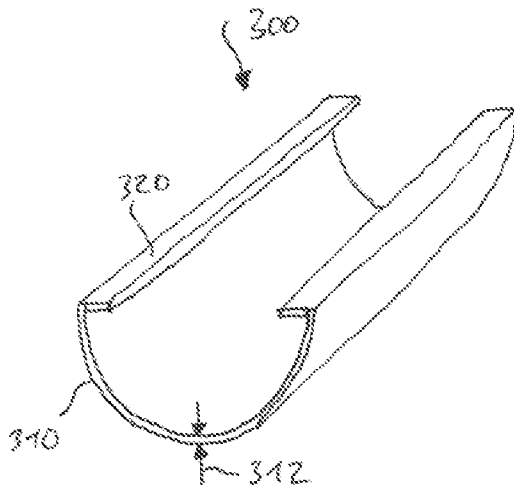


FIG. 3

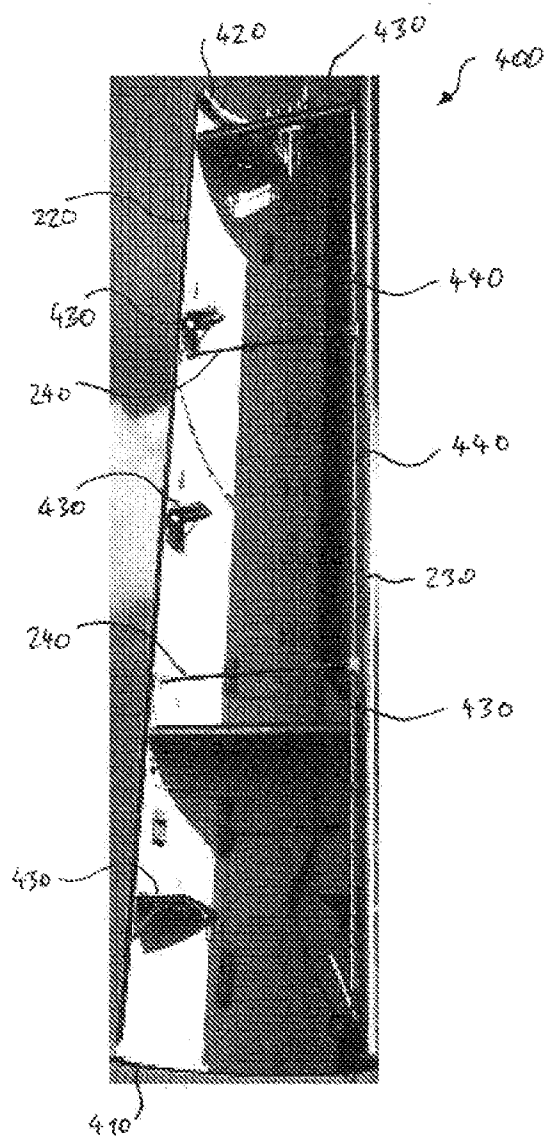


FIG. 4

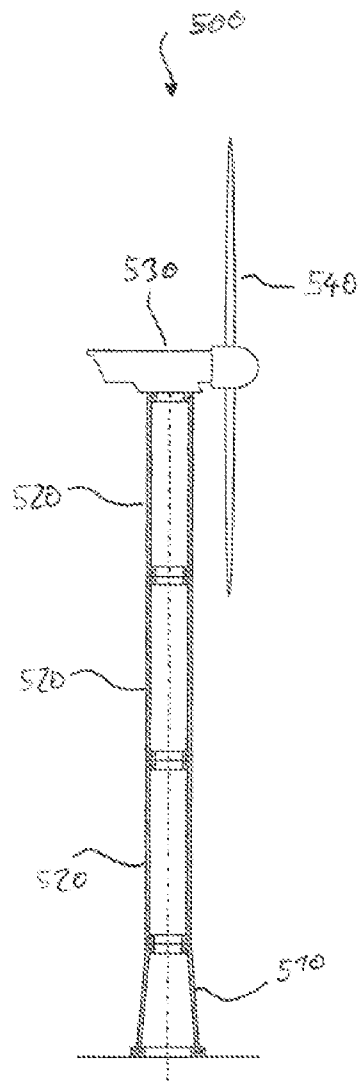


FIG. 5