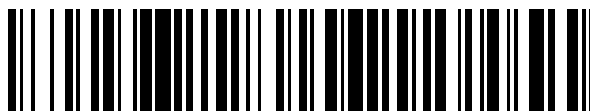


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 496**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2016 E 16192842 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3163075**

54 Título: **Planta de energía eólica, sistema de distribución de cargas de una planta de energía eólica y método de montaje de una torre de una planta de energía eólica**

30 Prioridad:

30.10.2015 DE 102015014070

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

13.07.2020

73 Titular/es:

SENVION GMBH (100.0%)

Überseering 10

22297 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

FROST, BERND

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 773 496 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

Planta de energía eólica, sistema de distribución de cargas de una planta de energía eólica y método de montaje de una torre de una planta de energía eólica

5

La invención se refiere a una planta de energía eólica con una torre y una cimentación, en donde la torre tiene una brida de unión inferior con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación tiene una pluralidad de elementos de unión que se proyectan desde una parte superior de la cimentación y, en el estado ensamblado de la torre, pasan a través de al menos algunos de los orificios de la brida de unión. La invención se refiere además a un sistema de distribución de cargas de tal planta de energía eólica. Finalmente, la invención se refiere a un método de montaje de una torre de una planta de energía eólica sobre una cimentación.

10

Al montar la torre de una planta de energía eólica, que comprende una pluralidad de segmentos de la torre, el segmento más bajo de la torre se coloca sobre una cimentación construida previamente. Los elementos de unión que se proyectan desde la cimentación pasan a través de los orificios existentes en una brida de unión inferior del segmento de la torre. El segmento más bajo de la torre se alinea y se fija temporalmente en esta posición. En muchos casos, este método crea una ranura entre la brida de unión inferior y la parte superior de la cimentación. Esta se rellena con un compuesto de relleno. Para ello, se utiliza, por ejemplo, un mortero fluido de baja viscosidad correspondiente. El mortero debe fraguar antes de cargar el segmento más bajo de la torre y de continuar ensamblando el resto de la torre. El fraguado del compuesto de relleno tarda hasta 24 horas.

15

20

Para manejar los grandes y pesados segmentos de la torre se necesita una grúa correspondientemente grande y potente, que también puede llamarse grúa principal. Dado que esta grúa no es necesaria durante el período de fraguado del compuesto de relleno, y debido a que la reubicación de la grúa a menudo no es económica, al erigir la torre la grúa permanece inactiva aproximadamente un día.

25

Para evitar una interrupción de los trabajos de construcción, de la patente europea núm. EP 1 735 533 B1 se conoce un método para montar la torre de una planta de energía eólica, en donde se coloca un anillo de nivelación sobre la parte superior de la cimentación. Este se alinea y se fija sobre la parte superior de la cimentación. La ranura resultante de la nivelación se rellena con un compuesto de relleno. Después que el compuesto de relleno haya fraguado, tiene lugar el montaje real de la torre, empezando por el segmento más bajo de la torre, que se coloca en el anillo de nivelación. El anillo nivelador circular se extiende completamente a lo largo de la circunferencia de la brida inferior de la torre y se fabrica en una sola pieza.

30

La patente alemana núm. DE 10 2013 109 765 A1 proporciona un dispositivo de anillo de la base de la torre para fijar una torre de una planta de energía eólica a una cimentación. Para ello, se coloca un anillo superior para fijarlo a la torre de una planta de energía eólica. Un anillo inferior tiene un centro abierto y una pluralidad de hendiduras alineadas radialmente distribuidas alrededor del centro abierto, cada una de las cuales tiene un extremo exterior. El anillo superior y el anillo inferior son desmontables entre sí y el dispositivo de anillo de la base de la torre se puede unir a la cimentación.

35

40

La patente europea núm. EP 2 871 289 B1 se refiere a un dispositivo de nivelación para una torre, que comprende un anillo de nivelación adaptado para colocarse entre la cimentación de la torre y la torre y un dispositivo de nivelación que comprende: medios de unión para unir de manera desmontable el dispositivo de nivelación al anillo de nivelación durante una operación de nivelación y una pluralidad de patas de ajuste, en donde una pata de ajuste se dispone para provocar el desplazamiento del anillo de nivelación con respecto a la cimentación de la torre durante la operación de nivelación

45

El objetivo de la invención consiste en proporcionar una planta de energía eólica, un sistema de distribución de cargas de una planta de energía eólica, así como también un método de montaje de una torre de una planta de energía eólica, en donde el montaje de la torre de la planta de energía eólica sea más factible desde el punto de vista económico.

50

El objetivo se logra con una planta de energía eólica que comprende una torre y una cimentación, en donde la torre comprende una brida de unión inferior con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación comprende una pluralidad de elementos de unión que se proyectan desde un lado superior de la cimentación y, en el estado ensamblado de la torre, atraviesan al menos algunos de los orificios de la brida de unión, que comprende un sistema de distribución de cargas con un primer anillo de distribución de cargas y con un segundo anillo de distribución de cargas, en donde los elementos de unión pasan a través de los anillos de distribución de cargas en el estado ensamblado de la torre, en donde el primer anillo de distribución de cargas se coloca al menos indirectamente sobre el lado superior de la cimentación, en donde el segundo anillo de distribución de cargas se dispone inmediatamente adyacente a la brida de unión de la torre y los dos anillos de distribución de cargas se disponen inmediatamente adyacentes entre sí.

55

60

Ventajosamente, solo se requiere una pequeña grúa de montaje de bajo costo para instalar el primer anillo de distribución de cargas. La grúa principal, más grande y potente, que se requiere posteriormente para montar la torre de la planta de energía eólica, no se requiere montar el primer anillo de distribución de cargas. Lo mismo se aplica al montaje del segundo anillo de distribución de cargas separado, que puede fijarse temporalmente a la brida de unión de la torre o colocarse en el primer anillo de distribución de cargas. Por lo tanto, los costos de la grúa principal son bajos, ya que se necesita para un período de tiempo más corto. Además, como el sistema de distribución de cargas tiene un primer y un segundo anillo

65

de distribución de cargas, es decir, está formado por dos unidades separadas, es posible fabricar los anillos de distribución de cargas con un grosor de material comparativamente bajo. En comparación con un sistema que utiliza un solo anillo de distribución de cargas, el primer y el segundo anillos de distribución de cargas tienen, en correspondencia, un menor peso. No obstante, el sistema en su conjunto tiene la capacidad de carga requerida.

De acuerdo con otras modalidades, también se planea proporcionar más anillos de distribución de cargas además del primer y el segundo anillos de distribución de cargas. Por ejemplo, se puede proporcionar un tercer anillo de distribución de cargas entre el primer y el segundo anillos de distribución de cargas. El peso y el grosor del material de los anillos de distribución de cargas se reducen aún más con esta modalidad.

Además, las placas con menor grosor de material son más fáciles de conseguir que las de mayor grosor de material. Por lo tanto, un diseño del sistema de distribución de cargas con un primer y segundo anillos de distribución de cargas es más económico que un sistema que utiliza solo un anillo de distribución de cargas. Esta ventaja va más allá de los costos de fabricación del sistema de distribución de cargas. El transporte, la manipulación y el montaje son también particularmente económicos, principalmente debido a que se requiere una grúa comparativamente más pequeña.

La torre de la planta de energía eólica comprende preferentemente de una pluralidad de segmentos de la torre. Un segmento más bajo de la torre de la pluralidad de segmentos de la torre comprende la brida de unión inferior. Además, la sección transversal de la torre o de los segmentos de la torre es preferentemente al menos casi redondeada. Lo mismo se aplica a la brida de unión.

El sistema de distribución de cargas facilita el montaje, es decir, el ensamblaje, de la torre de la planta de energía eólica, pero también sirve para transferir las cargas concentradas en la base de la torre, especialmente en la brida de unión inferior de la torre, a una superficie o un volumen de la cimentación lo más grande posible.

De acuerdo con una modalidad ventajosa, la planta de energía eólica se perfecciona por el hecho de que el primer anillo de distribución de cargas y el segundo anillo de distribución de cargas están cada uno segmentado en la dirección circunferencial, es decir, están formados por una pluralidad de segmentos individuales.

Los segmentos individuales son preferentemente segmentos de un anillo circular. En el caso de un anillo de distribución de cargas segmentado existe la ventaja de que la grúa tiene que manejar los segmentos individuales de los anillos de distribución de cargas y no el anillo de distribución de cargas en su conjunto. Por consiguiente, se puede utilizar una grúa más pequeña con una menor capacidad de carga. Por ejemplo, la grúa presente en un vehículo de carga se utiliza para montar los anillos de distribución de cargas, es decir, los segmentos.

Además, se prevé en particular que los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se disponen de forma desplazada uno respecto al otro en la dirección circunferencial, de tal manera que las primeras juntas entre los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y las segundas juntas entre los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se compensan entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas.

En las transiciones entre los segmentos individuales de los anillos de distribución de cargas, no se pueden transmitir momentos de flexión en la dirección circunferencial por razones de diseño. Sin embargo, para permitir la distribución de cargas en la dirección circunferencial, de modo que, por ejemplo, en caso de una imperfección de la brida de unión inferior, las fuerzas se transmitan uniformemente a la cimentación, los anillos de distribución de cargas se colocan con juntas escalonadas. Preferentemente la junta se encuentra en cada caso en el centro del segmento del correspondiente anillo de distribución de cargas. En otras palabras, por ejemplo, las juntas entre los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas están situadas al menos aproximadamente en el centro entre los extremos libres de los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas y viceversa. Esto asegura la transmisión de la carga en la dirección circunferencial y las fuerzas que ocurren en la base de la torre se "corren". La distribución de cargas en la cimentación es más homogénea en comparación con una situación en donde no se utiliza ningún anillo de distribución de cargas.

El primer y el segundo anillos de distribución de cargas pueden tener cada uno una pluralidad de orificios pasantes dispuestos en un patrón de orificios que está diseñado para introducir la perforadora pasante a través de los elementos de unión dispuestos en la parte superior de la cimentación. En otras palabras, el patrón de los orificios pasantes se corresponde exactamente con la disposición de los elementos de unión en la parte superior de la cimentación. Para ello, por ejemplo, se prevé que exactamente un elemento de unión se introduzca por un orificio pasante del primer y el segundo anillos de distribución de cargas. También es posible que el patrón de orificios se adapte a diferentes arreglos de elementos de unión en la parte superior de la cimentación de diferentes tipos. Esto permite utilizar el primer y el segundo anillos de distribución de cargas para diferentes tipos de cimentación.

Además, la planta de energía eólica se perfecciona en particular de tal manera que se proporcionan más anillos de distribución de cargas además de un primer y un segundo anillo de distribución de cargas. Así, en particular, se proporcionan tres o más anillos de distribución de cargas apilados uno encima del otro, que están compuestos cada uno de ellos por segmentos individuales. Como se describe en relación con el primer y el segundo anillos de distribución de cargas, incluso con un número mayor de anillos de distribución de cargas, en particular, se proporciona una disposición

descentrada de los segmentos individuales de los anillos de distribución de cargas y, por ejemplo, un ancho escalonado de los anillos de distribución de cargas. En el caso, por ejemplo, de tres anillos de distribución de cargas, un primer ancho del primer anillo de distribución de cargas sería, por tanto, mayor que el ancho del segundo anillo de distribución de cargas, que a su vez sería mayor que el ancho de un tercer anillo de distribución de cargas que estaría dispuesto inmediatamente adyacente a la brida de la torre. En consecuencia, el primer anillo de distribución de cargas se situaría inmediatamente adyacente a la parte superior de la cimentación y el segundo anillo de distribución de cargas se situaría entre el primer y el segundo anillos de distribución de cargas.

Preferentemente, la planta de energía eólica se diseña además de tal manera que la cimentación una cesta de cimentación con barras de anclaje, en donde los extremos libres de las barras de anclaje se proyectan como elementos de unión desde la parte superior de la cimentación.

En otras palabras, los anillos de distribución de cargas tienen un patrón de orificios que se corresponde con la disposición de las barras de anclaje de la cesta de cimentación en la superficie de la misma. Además, el primer y el segundo anillos de distribución de cargas tienen preferentemente un número adecuado de orificios pasantes, de modo que un elemento de unión de la cimentación pase por cada orificio pasante. Además, el primer y el segundo anillos de distribución de cargas tienen preferentemente un número adecuado de orificios pasantes, de modo que un elemento de unión de la cimentación pase por cada orificio pasante.

De acuerdo con otra modalidad ventajosa, se prevé que un primer ancho del primer anillo de distribución de cargas sea mayor que o igual a un segundo ancho del segundo anillo de distribución de cargas, en donde el primer y el segundo ancho se pueden determinar en una dirección radial del respectivo anillo de distribución de cargas.

En una sección transversal, que se extiende en dirección radial y también perpendicular a las superficies cargadas, dicha construcción tiene forma de escalera. El segundo superior anillo de distribución de cargas es más estrecho en esta sección transversal que el primero e inferior anillo de distribución de cargas. Esta construcción permite una distribución amplia y uniforme de la carga o la transmisión de la fuerza en la cimentación y también permite ahorrar material. Dado que se prevé un menor ancho para el segundo anillo de distribución de cargas, requiere menos material. En particular, el segundo anillo de distribución de cargas es al menos tan ancho como la brida de unión inferior de la torre. El ancho de la brida de unión también se considera en la sección transversal descrita. Además, es preferible que el grosor del material del primer anillo sea menor que el grosor del material del segundo anillo.

De acuerdo con una modalidad ventajosa, la planta de energía eólica se perfecciona por el hecho de que entre el primer anillo de distribución de cargas y la parte superior de la cimentación hay un compuesto de nivelación para nivelar la torre de la planta de energía eólica. Preferentemente se utiliza como compuesto de relleno un mortero fluido de baja viscosidad.

Es particularmente ventajoso que el primer anillo de distribución de cargas, comparativamente más delgado y por tanto relativamente ligero, pueda ser nivelado con menos esfuerzo. Por ejemplo, se pueden utilizar tuercas de plástico baratas para fijar el primer anillo de distribución de cargas en la posición nivelada. Estas apenas influyen en el sistema estático final. Una vez alineado y nivelado el primer anillo de distribución de cargas, el montaje de la torre de la planta de energía eólica con la grúa principal se realiza en una sola fase de trabajo ininterrumpida, de modo que la grúa principal se utiliza de manera muy eficiente.

El objetivo se logra, además, con un sistema de distribución de cargas de una planta de energía eólica que comprende una torre y una cimentación, en donde la torre comprende una brida de unión inferior con una pluralidad orificios, y en donde la cimentación comprende una pluralidad elementos de unión que se proyectan desde un lado superior de la cimentación y que, en el estado ensamblado de la torre, pasa por al menos algunos de los orificios de la brida de unión, en donde el sistema de distribución de cargas comprende un primer anillo de distribución de cargas y un segundo anillo de distribución de cargas, en donde los anillos de distribución de cargas se disponen de tal manera que, en el estado ensamblado de la torre, los elementos de unión pueden pasar a través de ellos, en donde los anillos de distribución de carga se disponen de tal manera que el primer anillo de distribución de carga puede ser colocado al menos indirectamente sobre el lado superior de la cimentación, que el segundo anillo de distribución de cargas puede disponerse inmediatamente adyacente a la brida de unión y que los dos anillos de distribución de cargas pueden disponerse inmediatamente adyacentes entre sí.

De acuerdo con una modalidad ventajosa, el sistema de distribución de cargas se perfecciona por el hecho de el primer anillo de distribución de cargas y el segundo anillo de distribución de cargas están cada uno segmentado en la dirección circunferencial, es decir, están formados por una pluralidad de segmentos individuales.

Además, se prevé preferentemente que los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas del sistema de distribución de cargas se dispongan desplazados unos de otros en la dirección circunferencial cuando se utilice el sistema de distribución de cargas en una planta de energía eólica. El sistema de distribución de cargas se dispone así de tal manera que las primeras juntas entre los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y las segundas juntas entre los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se compensan entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas.

El sistema de distribución de cargas se dispone así de tal manera que las primeras juntas entre los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y las segundas juntas entre los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se compensan entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas. Los orificios pasantes son, por ejemplo, orificios redondos.

5

De acuerdo con otra modalidad, el sistema de distribución de cargas se perfecciona por el hecho de que un primer ancho del primer anillo de distribución de cargas es mayor que o igual a un segundo ancho del segundo anillo de distribución de cargas, en donde el primer y el segundo anchos se pueden determinar en una dirección radial del respectivo anillo de distribución de cargas.

10

Además, se prevé en particular que el grosor del material del primer anillo de distribución de cargas sea menor que el grosor del material del segundo anillo de distribución de cargas.

15

El sistema de distribución de cargas se utiliza preferentemente montar la torre de una planta de energía eólica.

El sistema de distribución de cargas y su utilización tienen las mismas o similares ventajas y aspectos relativos a su perfeccionamiento que los mencionados anteriormente con respecto a la planta de energía eólica.

20

El objetivo se logra, además, con un método de montaje de una torre de una planta de energía eólica sobre una cimentación, en donde la torre comprende una brida de unión inferior con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación comprende una pluralidad de elementos de unión que se proyectan desde una parte superior de la cimentación, en donde, para montar la torre, los elementos de unión pasan por al menos algunos de los orificios de la brida de unión, en donde el método tiene las siguientes etapas:

25

- Proporcionar un sistema de distribución de cargas que comprende un primer anillo de distribución de cargas y un segundo anillo de distribución de cargas,
- Disponer el primer anillo de distribución de carga sobre la cimentación, en donde los elementos de unión pasan a través del primer anillo de distribución de carga,
- Nivelar el primer anillo de distribución de carga sobre el lado superior de la cimentación,
- Disponer el segundo anillo de distribución de carga inmediatamente adyacente a la brida de unión de la torre, y
- Disponer los dos anillos de distribución de carga inmediatamente adyacentes entre sí.

30

El método de montaje de una torre de una planta de energía eólica también tiene las mismas o similares ventajas que las ya mencionadas con respecto a la planta de energía eólica, por lo que no es necesario volver a presentarlas.

35

El primer anillo de distribución de cargas se coloca preferentemente al menos indirectamente sobre la parte superior de la cimentación. La disposición del segundo anillo de distribución de cargas, así como de los dos anillos de distribución de cargas inmediatamente adyacentes entre sí, se realiza, por ejemplo, en el orden mencionado anteriormente. También se prevé una colocación simultánea de los anillos de distribución de cargas.

40

De acuerdo con una modalidad ventajosa, el método se perfecciona por el hecho de que, durante la nivelación, el primer anillo de distribución de cargas se alinea sobre el lado superior de la cimentación y se forma un vacío, al menos en secciones, entre una parte inferior del primer anillo de distribución de cargas y el lado superior de la cimentación, y posteriormente el vacío que se ha formado se rellena, al menos predominantemente, con un compuesto de nivelación. En particular, se utiliza como compuesto de nivelación un compuesto de relleno, por ejemplo, un mortero fluido.

45

Además, para la prueba de calidad del compuesto de relleno, se prevé preferentemente que después de rellenar el vacío resultante con el compuesto de nivelación y de endurecer el compuesto de nivelación, se realiza un control de calidad, apoyado acústicamente, de la unión entre el primer anillo de distribución de cargas y el compuesto de nivelación.

50

Por ejemplo, el primer anillo de distribución de cargas se separa después de que el compuesto de nivelación se ha endurecido. De esta manera, se pueden detectar las cavidades en el compuesto de nivelación. Como el primer anillo de distribución de cargas es relativamente ligero, solo es necesario retirarlo del compuesto de relleno endurecido y volver a recuperar el compuesto de nivelación en el lugar apropiado. En este contexto, es particularmente ventajoso que el primer anillo de distribución de cargas esté segmentado. En el caso ideal, solo es necesario levantar un único segmento para recuperar el compuesto de relleno subyacente.

55

De acuerdo con un perfeccionamiento alternativo, se prevé que durante la nivelación se proporcione una sección de cimentación alineada de un compuesto de nivelación y se coloque el primer anillo de distribución de cargas sobre esta sección de cimentación alineada.

60

Por ejemplo, en la parte superior de la cimentación se construye un encofrado. Este encofrado se rellena con un compuesto de nivelación, que es tan fluido, que se nivela horizontalmente bajo la influencia de la fuerza de gravedad y forma una superficie lisa y alineada horizontalmente. El compuesto de nivelación endurecido forma la sección de la cimentación.

65

Además, el método de montaje de una torre de una planta de energía eólica comprende en particular la fijación de la torre de la planta de energía eólica a la brida de unión mediante la unión con los elementos de unión. Por ejemplo, los elementos de unión provistos de roscas externas se conectan a la brida de unión colocando en ellos tuercas y apretándolas. El método también incluye, en particular, la etapa de endurecer el compuesto de nivelación. Esta etapa se realiza preferentemente antes de fijar la brida de la torre y después de que se haya introducido el compuesto de nivelación en el vacío.

De acuerdo con otra modalidad, el método se perfecciona por el hecho de que el primer anillo de distribución de cargas y el segundo anillo de distribución de cargas están cada uno segmentado en la dirección circunferencial, es decir, están formados por una pluralidad de segmentos individuales, y el primer anillo de distribución de cargas se dispone por segmentos sobre la cimentación.

Para la colocación por segmentos del anillo de distribución de cargas, cuyo costo es muy bajo en comparación con el de la grúa principal necesaria para el posicionamiento de la torre de la planta de energía eólica, puede utilizarse ventajosamente una grúa pequeña y eficaz en función de los costos. Por esta razón, el método de montaje de la torre de la planta de energía eólica es particularmente económico.

Además, se prevé en particular que los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se dispongan de forma desplazada uno respecto al otro en la dirección circunferencial, de tal manera que las primeras juntas entre los primeros segmentos del primer anillo de distribución de cargas y las segundas juntas entre los segundos segmentos del segundo anillo de distribución de cargas se compensen entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas.

La disposición escalonada de los segmentos de los anillos de distribución de cargas provoca una distribución de cargas en la dirección circunferencial. Los segmentos se alinean preferentemente de manera que las uniones de los segmentos de un anillo se dispongan al menos aproximadamente en el medio entre los extremos libres de los segmentos del otro anillo correspondiente.

Además, se prevé en particular que el primer anillo de distribución de cargas comprende orificios pasantes que se disponen en un patrón de orificios, en donde la cimentación comprende una cesta de cimentación con barras de anclaje, y en donde los extremos libres de las barras de anclaje se proporcionan como elementos de unión, y en donde, para la construcción de la cimentación con una disposición predeterminada de los elementos de unión sobre el lado superior de la cimentación, se coloca el primer anillo de distribución de cargas en las barras de anclaje, y posteriormente se fija la cesta de la cimentación y en particular las barras de anclaje en la cimentación, en donde el primer elemento de unión sirve de plantilla para la cesta de anclaje.

Ventajosamente, el primer anillo de distribución de cargas cumple una doble función. Por un lado, cumple su tarea dentro del sistema de distribución de cargas y al mismo tiempo actúa como plantilla para la jaula de anclaje. Puede cumplir esta segunda función porque el primer anillo de distribución de cargas puede hacerse de un material comparativamente fino y en correspondencia es ligero. De esta manera, la estructura no se vuelve innecesariamente "pesada en la parte superior" antes de construir la cimentación. Esto podría dar lugar a inestabilidad de la jaula de anclaje que aún no se ha sellado y requeriría nuevas medidas para asegurar la jaula de anclaje. Ventajosamente, se puede prescindir de ellas, lo que hace que el método sea aún más eficiente.

Los anillos de distribución de cargas, por ejemplo, tienen un grosor de material entre 20 mm y 60 mm. El primer y el segundo anchos de los anillos de distribución de cargas, por ejemplo, están entre 400 mm y 600 mm. Los anillos de distribución de cargas son preferentemente redondos. El diámetro medio de los anillos de distribución de cargas se corresponde, al menos de forma aproximada, con el diámetro medio de la brida de unión en el segmento más bajo de la torre, es decir, en la base de la torre. Este es, por ejemplo, 6 m.

Otras características de la invención se desprenden de la descripción de las modalidades de la invención junto con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos. Las modalidades de la invención pueden cumplir con características individuales o con una combinación de una pluralidad de características.

A continuación, se describe la invención sin limitar la idea general de la invención sobre la base de ejemplos de modalidades con referencia a los dibujos, en los que se hace referencia explícita a los dibujos con respecto a todos los detalles relacionados con la invención que no se explican con más detalle en el texto.

Se muestran:
 En la Figura 1
 una representación simplificada y esquemática de una planta de energía eólica,
 En la Figura 2
 una vista transversal esquemática y simplificada a través de la base de la torre y la cimentación de la planta de energía eólica,
 En la Figura 3

una vista detallada esquemática simplificada de la sección transversal mostrada en la Figura 2 en el área de la base de la torre y

En las Figuras 4a), b)

5 vistas esquemáticas simplificadas del primer anillo de distribución de cargas (Figura 4b) y del segundo anillo de distribución de cargas (Figura 4a).

Los dibujos muestran elementos y/o partes idénticas o similares con los mismos números de referencia, por lo que no es necesaria una nueva presentación.

10 La Figura 1 muestra una vista esquemática simplificada de una planta de energía eólica 2 con una torre 4 y una cimentación 6, que soporta la torre 4. La torre 4 comprende una pluralidad de segmentos de la torre 41, 42, 43, por ejemplo, un segmento de torre inferior 41, un segmento de torre medio 42 y un segmento de torre superior 43. La torre 4 lleva una góndola o barquilla de la planta de energía eólica 2, que no es visible en la Figura 1. Las paletas del rotor 10 de la planta de energía eólica 2 están conectadas en la raíz de sus paletas a un cubo del rotor 8e impulsan un eje principal de la planta de energía eólica 2 a través del cubo del rotor 8.

15 La Figura 2 muestra una vista transversal esquemáticamente simplificada de parte del segmento más bajo de la torre 41 de la torre 4 y parte de la cimentación 6. La torre 4, por ejemplo, el segmento más bajo de la torre 41, comprende una brida de unión inferior 12, que tiene una pluralidad de orificios. La cimentación 6 comprende un número particularmente igual de elementos de unión 14, que solo se muestran en secciones en la Figura 2. Por razones de claridad, solo un elemento de unión 14 está provisto de signos de referencia. La cimentación 6 comprende una cesta de cimentación con barras de anclaje no mostradas, con los extremos libres de las barras de anclaje que se proyectan desde la parte superior 16 de la cimentación 6 como elementos de unión 14. En estado montado de la torre 4, los elementos de unión 14 pasan por los orificios de la brida de unión 12. La torre 4 o sus segmentos de la torre 41, 42, 43 así como la brida de unión 12 son particularmente redondos en su sección transversal.

20 La Figura 3 muestra el área de unión entre la cimentación 6 y la torre 4 en el área de la brida de unión inferior 12 en una vista esquemática detallada y ampliada en comparación con la Figura 2.

30 La planta de energía eólica 2 tiene un sistema de distribución de cargas, que a su vez tiene un primer anillo de distribución de cargas 18 y un segundo anillo de distribución de cargas 20.

35 Los elementos de unión 14 pasan a través de los anillos de distribución de cargas 18, 20 cuando la torre 4 está ensamblada. El primer anillo de distribución de cargas 18 se coloca, al menos indirectamente, en la parte superior 16 de la cimentación 6. El segundo anillo de distribución de cargas 20 se coloca inmediatamente adyacente a la brida de unión 12 de la torre 4. Los dos anillos de distribución de cargas 18, 20 también se disponen directamente adyacentes entre sí. Entre el lado superior 16 de la cimentación 6 y el primer anillo de distribución de cargas 18, es decir, su parte inferior, hay un compuesto de nivelación 22 para nivelar la torre 4 de la planta de energía eólica 2.

40 El primer y el segundo anillos de distribución de cargas 18, 20 están segmentados cada uno en dirección circunferencial. En otras palabras, el primer y el segundo anillos de distribución de cargas 18, 20 están cada uno compuesto de una pluralidad de segmentos individuales. Esto se muestra en las Figuras 4a) y 4b) en una vista superior esquemáticamente simplificada. La Figura 4b) muestra el primer anillo de distribución de cargas 18 y la Figura 4a) el segundo anillo de distribución de cargas 20.

45 El primer anillo de distribución de cargas 18 comprende una pluralidad de primeros segmentos 18a ... 18h. El segundo anillo de distribución de cargas 20 comprende una pluralidad de segundos segmentos 20a ... 20h. El primer y el segundo anillo de distribución de cargas 18, 20 se disponen uno encima del otro en la orientación mostrada en las Figuras 4a) y 4b). En consecuencia, los anillos de distribución de cargas 18, 20 segmentados en dirección circunferencial R se disponen desplazados entre sí.

50 Entre los primeros segmentos 18a ... 18h se encuentra primeras juntas 18x donde los primeros segmentos 18a ... 18h chocan entre sí. En la Figura 4b), por razones de claridad, solo algunas juntas 18x están provistas de marcas de referencia. Entre los segundos segmentos 20a ... 20h se encuentran segundas juntas 20x donde chocan los segundos segmentos 20a ... 20h. En la Figura 4a) solo algunas juntas 20x están marcadas con marcas de referencia por razones de claridad.

55 Las primeras juntas 18x y las segundas juntas 20x se disponen desplazadas entre sí en la dirección circunferencial R. La primera y segunda juntas 18x y 20x se encuentran entre los extremos libres del segundo y el primer segmento 20a ... 20h, 18a ... 18h. Preferentemente, las juntas 18x, 20x se disponen de tal manera que las juntas 18x, 20x de un anillo de distribución de cargas 18, 20 descansan en el centro entre los extremos libres de los segmentos 18a ... 18h, 20a ... 20h del otro anillo de distribución de cargas 18, 20. Por ejemplo, la primera junta 18x, que se encuentra entre los primeros segmentos designados con los signos de referencia 18a y 18b, está situada en el centro entre los extremos libres del segundo segmento del segundo anillo de distribución de cargas 20 designado con el signo de referencia 20b. La disposición escalonada de los segmentos 18a ... 18h, 20a ... 20h asegura que, a pesar del diseño segmentado de los anillos de distribución de cargas 18, 20, las cargas se transmitan en la dirección circunferencial R del sistema de distribución de cargas.

Los orificios pasantes 24 en los anillos de distribución de cargas 18, 20, que se muestran en las Figuras 4 a) y b), que son en particular orificios redondos, se disponen en un patrón de orificios que se corresponde al menos aproximadamente a una disposición de los elementos de unión 14 en la parte superior 16 de la cimentación 6. En particular, cada elemento de unión 14 pasa por un orificio asociado 24.

5

Además, se prevé que un primer ancho B1 del primer anillo de distribución de cargas 18 sea mayor que o igual a un segundo ancho B2 del segundo anillo de distribución de cargas 20.

10

El primer ancho B1 y el segundo ancho B2 se determinan en dirección radial T, a partir del centro M del respectivo anillo de distribución de cargas 18, 20. Si se observa el sistema de distribución de cargas en una sección transversal orientada en la dirección radial T y también perpendicular a las superficies cargadas de los anillos de distribución de cargas 18, 20 visibles en la Figura 4, se obtiene una estructura similar a una escalera. La Figura 3 muestra un ejemplo de dicha sección transversal. En ese caso, el segundo ancho B2 del segundo anillo de distribución de cargas 20 es al menos tan grande como el ancho Bx de la brida de unión 12. El ancho Bx de la brida de unión 12 también se mide en dirección radial T, en este caso estrictamente hablando, en dirección radial de la torre 4 o del segmento de torre inferior 41.

15

20

En un método de montaje de la torre 4 de la planta de energía eólica 2 sobre la cimentación 6, se proporciona primero el sistema de distribución de cargas que comprende el primer anillo de distribución de cargas 18 y el segundo anillo de distribución de cargas 20. El primer anillo de distribución de cargas 18, más precisamente sus primeros segmentos 18a ... 18h, se colocan sobre la cimentación 6, en donde los elementos de unión 14 de la cimentación 6 pasan por los orificios pasantes 24 del primer anillo de distribución de cargas 18. El primer anillo de distribución de cargas 18 se alinea o se nivela sobre la parte superior 16 de la cimentación 6. Al nivelar el primer anillo de distribución de cargas 18, en muchos casos se crea, al menos en secciones, un vacío entre el lado superior 16 de la cimentación 6 y un lado inferior del primer anillo de distribución de cargas 18 opuesto a esta. Este vacío se rellena entonces al menos de forma predominante con el compuesto de nivelación 20. Para ello se utiliza, por ejemplo, un compuesto de relleno o un mortero fluido. Después de rellenar el vacío, el compuesto de nivelación 20 se endurece. Este proceso requiere varias horas, a menudo 24 horas hasta varios días, dependiendo de las condiciones ambientales y del tipo de compuesto de nivelación.

25

30

Es ventajoso que para instalar los primeros segmentos 18a ... 18h del primer anillo de distribución de cargas 18 solo se requiere una grúa pequeña y económica de baja capacidad de carga. La grúa principal, que se necesita para montar los segmentos individuales de la torre 41, 42, 43, no es necesaria para esto. Por ejemplo, los primeros segmentos 18a ... 18h del primer anillo de distribución de cargas 18 se colocan sobre la cimentación 6 con una grúa móvil, como la de un vehículo de carga, que suministra los primeros segmentos 18a ... 18h. Por tanto, durante el tiempo de curado del compuesto de nivelación 22, la grúa principal necesaria para montar la torre 4 de la planta de energía eólica 2 no permanece sin utilizar en la obra.

35

40

Tras el curado del compuesto de nivelación 22, también se prevé en particular realizar una inspección de calidad con apoyo acústico de la unión entre el primer anillo de distribución de cargas 18 y el compuesto de nivelación 22. Para ello, por ejemplo, se separa el primer anillo de distribución de cargas 18. Si se descubre que se han formado cavidades en el compuesto de nivelación 22, esto puede determinarse mediante la prueba acústica. En tal caso, el primer anillo de distribución de cargas 18 o el primer segmento relevante 18a ... 18h se separan del compuesto de nivelación 22 y reelabora el compuesto de nivelación 22.

45

Alternativamente, es posible proporcionar una sección de cimentación de compuesto de nivelación 22 y colocar el primer anillo de distribución de cargas 18 sobre esta sección de cimentación alineada. Para ello, por ejemplo, se construye un encofrado sobre la superficie 16 de la cimentación 6, que se rellena con un compuesto de nivelación de baja viscosidad y, por tanto, fluido 22. Debido a su fluidez, el compuesto de nivelación 22 se alinea a sí mismo horizontalmente en el encofrado, de modo que el primer anillo de distribución de cargas 18 se coloca entonces sobre la sección de cimentación alineada.

50

55

Después de que el primer anillo de distribución de cargas 18 se nivela, el segundo anillo de distribución de cargas 20 o sus segundos segmentos 20a ... 20h se colocan sobre el primer anillo de distribución de cargas 18. En particular, el primer y el segundo segmento 18a ... 18h, 20a ... 20h se colocan desplazadas entre sí en la dirección circunferencial R, como se explica en relación con las Figuras 4a) y 4b).

60

Posteriormente, se monta la torre 4 de la planta de energía eólica 2, por ejemplo, colocando el segmento más bajo de la torre 41 con su brida de unión 12 sobre un lado superior del segundo anillo de distribución de cargas 20. La torre 4 se fija a la cimentación 6 uniendo los elementos de unión 14 que pasan por la brida de unión 12 con la brida de unión inferior 12. Para ello, por ejemplo, se colocan las tuercas adecuadas 26 (véase la Figura 3) en una rosca exterior de los elementos de unión 14 y se aprietan con la torsión especificada.

65

Para construir la cimentación 6, también se prevé en particular que el primer anillo de distribución de cargas 18 se utilice como plantilla para las barras de anclaje de la cesta de cimentación. Con este fin, las barras de anclaje, que posteriormente actúan como elementos de unión 14, son guiadas a través de los orificios pasantes 24 del primer anillo de distribución de cargas 18 antes de que la jaula de anclaje esté completamente colada. Esto asegura que el patrón de orificios de los

orificios pasantes 24 de los anillos de distribución de cargas 18, 20 se ajuste perfectamente a la disposición de los elementos de unión 14 en la parte superior 16 de la cimentación 6.

5 Todos los elementos mencionados, incluidos los que solo pueden verse en los dibujos, así como los elementos individuales que se describen en combinación con otros elementos, se consideran, por sí solos y en combinación, esenciales para la invención. Las modalidades de acuerdo con la invención pueden lograrse con características marcadas con "en particular" o "preferentemente" deben entenderse como características opcionales. El alcance de la protección está definido por las reivindicaciones. Sin embargo, la descripción y los dibujos se utilizarán para interpretar las reivindicaciones.

Lista de referencia de los dibujos

15	2	Planta de energía eólica
	4	Torre
	6	Cimentación
	8	Cubo del rotor
	10	Paletas del motor
	12	Brida de unión
20	14	Elemento de unión
	16	Lado superior
	18	Primer anillo de distribución de cargas
	18a ... 18h	Primer segmento
	20	Segundo anillo de distribución de cargas
25	20a ... 20h	Segundo segmento
	22	Compuesto de nivelación
	24	Orificios pasantes
	26	Tuerca
	41	Segmento inferior de la torre
30	42	Segmento inferior de la torre
	43	Segmento superior de la torre
	R	Dirección circunferencial
	T	Dirección radial
	M	Centro
35	B1	Primer ancho
	B2	Segundo ancho
	Bx	Ancho de la brida de unión

REIVINDICACIONES

1. Una planta de energía eólica (2) que comprende una torre (4) y una cimentación (6), en donde la torre (4) comprende una brida de unión inferior (12) con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación (6) comprende una pluralidad de elementos de unión (14) que se proyectan desde un lado superior (16) de la cimentación (6) y, en el estado ensamblado de la torre (4), atraviesan al menos algunos de los orificios de la brida de unión (12), que comprende un sistema de distribución de cargas con un primer anillo de distribución de cargas (18) y con un segundo anillo de distribución de cargas (20), en donde los elementos de unión (14) pasan a través de los anillos de distribución de cargas (18, 20) en el estado ensamblado de la torre (4), en donde el primer anillo de distribución de cargas (18) se coloca al menos indirectamente sobre el lado superior (16) de la cimentación (6), en donde el segundo anillo de distribución de cargas (20) se dispone inmediatamente adyacente a la brida de unión (12) de la torre (4) y los dos anillos de distribución de cargas (18, 20) se disponen inmediatamente adyacentes entre sí, y en donde el primer anillo de distribución de cargas (18) y el segundo anillo de distribución de cargas (20) están cada uno segmentado en la dirección circunferencial (R), es decir, están formados por una pluralidad de segmentos individuales (18a 18h, 20a ... 20h), en donde la brida de unión inferior (12) es una brida en T y/o los primeros segmentos (18a ... 18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y los segundos segmentos (20a ... 20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) se disponen de forma desplazada uno respecto al otro en la dirección circunferencial (R), de tal manera que las primeras juntas (18x) entre los primeros segmentos (18a18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y las segundas juntas (20x) entre los segundos segmentos (20a ...20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) se compensan entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas (18, 20).
2. Planta de energía eólica (2) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la cimentación (6) está formada por una cesta de cimentación con barras de anclaje, en donde los extremos libres de las barras de anclaje se proyectan como elementos de unión (14) desde la parte superior (16) de la cimentación (6).
3. Planta de energía eólica (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque un primer ancho (B1) del primer anillo de distribución de cargas (18) es mayor que o igual a un segundo ancho (B2) del segundo anillo de distribución de cargas (20), en donde el primer y el segundo ancho (B1, B2) se pueden determinar en una dirección radial del respectivo anillo de distribución de cargas (18, 20).
4. Planta de energía eólica (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque entre el primer anillo de distribución de cargas (18) y la parte superior (16) de la cimentación (6) hay un compuesto de nivelación (22) para nivelar la torre (4) de la planta de energía eólica (2).
5. Sistema de distribución de cargas de una planta de energía eólica (2) que comprende una torre (4) y una cimentación (6), en donde la torre (4) comprende una brida de unión inferior (12) con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación (6) comprende una pluralidad de elementos de unión (14) que se proyectan desde un lado superior (16) de la cimentación (6) y que, en el estado ensamblado de la torre (4), pasa por al menos algunos de los orificios de la brida de unión (12), en donde el sistema de distribución de cargas comprende un primer anillo de distribución de cargas (18) y un segundo anillo de distribución de cargas (20), en donde los anillos de distribución de cargas (18, 20) se disponen de tal manera que, en el estado ensamblado de la torre (4), los elementos de unión (14) pueden pasar a través de ellos, en donde los anillos de distribución de cargas (18, 20) se disponen de tal manera que el primer anillo de distribución de cargas (18) puede ser colocado al menos indirectamente sobre el lado superior (16) de la cimentación (6), que el segundo anillo de distribución de cargas (20) puede disponerse inmediatamente adyacente a la brida de unión (12) y que los dos anillos de distribución de cargas (18, 20) pueden disponerse inmediatamente adyacentes entre sí, en donde el primer anillo de distribución de cargas (18) y el segundo anillo de distribución de cargas (20) están cada uno segmentado en la dirección circunferencial (R), es decir, están formados por una pluralidad de segmentos individuales (18a 18h, 20a ... 20h), y en donde la brida de unión inferior (12) es una brida en T y/o los primeros segmentos (18a ... 18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y los segundos segmentos (20a ... 20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) pueden disponerse desplazados entre sí en la dirección circunferencial (R) de tal manera que las primeras juntas (18x) entre los primeros segmentos (18a ... 18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y las segundas juntas (20x) entre los segundos segmentos (20a ... 20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) se compensan entre sí a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas (18, 20).
6. Método de montaje de una torre (4) de una planta de energía eólica (2) sobre una cimentación (6), en donde la torre (4) comprende una brida de unión inferior (12) con una pluralidad de orificios, y en donde la cimentación (6) comprende una pluralidad de elementos de unión (14) que se proyectan desde una parte superior (16) de la cimentación (6), en donde, para montar la torre (4), los elementos de unión (14) pasan por al menos algunos de los orificios de la brida de unión (12), caracterizado porque tiene las siguientes etapas:
 - proporcionar un sistema de distribución de cargas que comprende un primer anillo de distribución de cargas (18) y un segundo anillo de distribución de cargas (20), en donde el primer anillo de distribución de cargas (18) y el segundo anillo de distribución de cargas (20) están cada uno segmentado en la dirección circunferencial (R), es decir, están constituidos por una pluralidad de segmentos individuales (18a 18h, 20a ... 20h),

- disponer el primer anillo de distribución de cargas (18) sobre la cimentación (6), en donde los elementos de unión (14) pasan a través del primer anillo de distribución de cargas (18),
 - nivelar el primer anillo de distribución de cargas (18) sobre el lado superior (16) de la cimentación (6),
 - disponer el segundo anillo de distribución de cargas (20) inmediatamente adyacente a la brida de unión (12) de la torre (4), y
 - disponer los dos anillos de distribución de cargas (18, 20) inmediatamente adyacentes entre sí,
- en donde la brida de unión inferior (12) es una brida en T y/o los primeros segmentos (18a ... 18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y los segundos segmentos (20a ... 20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) se disponen desplazados entre sí en la dirección circunferencial (R) de tal manera que las primeras juntas (18x) entre los primeros segmentos (18a ... 18h) del primer anillo de distribución de cargas (18) y las segundas juntas (20x) entre los segundos segmentos (20a ... 20h) del segundo anillo de distribución de cargas (20) se disponen de forma desplazada una respecto a la otra a lo largo de la circunferencia de los anillos de distribución de cargas (18, 20).
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque, durante la nivelación, el primer anillo de distribución de cargas (18) se alinea sobre el lado superior (16) de la cimentación (6) y se forma un vacío, al menos en secciones, entre una parte inferior del primer anillo de distribución de cargas (18) y el lado superior de la cimentación (6), y posteriormente el vacío que se ha formado se rellena, al menos predominantemente, con un compuesto de nivelación (22).
 8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque, después de rellenar el vacío resultante con el compuesto de nivelación (22) y de endurecer el compuesto de nivelación (22), se realiza un control de calidad, apoyado acústicamente, de la unión entre el primer anillo de distribución de cargas (18) y el compuesto de nivelación (22).
 9. Método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque, mientras se realiza la nivelación, se proporciona una sección de cimentación alineada a partir de un compuesto de nivelación (22) y se coloca el primer anillo de distribución de cargas (18) sobre esta sección de cimentación alineada.
 10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque el primer anillo de distribución de cargas (18) comprende orificios pasantes (24) que se disponen en un patrón de orificios, en donde la cimentación (6) comprende una cesta de cimentación con barras de anclaje, y en donde los extremos libres de las barras de anclaje se proporcionan como elementos de unión (14), y en donde, para la construcción de la cimentación (6) con una disposición predeterminada de los elementos de unión (14) sobre el lado superior (16) de la cimentación (6), se coloca el primer anillo de distribución de cargas (18) en las barras de anclaje, y posteriormente se fija la cesta de la cimentación y en particular las barras de anclaje en la cimentación (6), en donde el primer elemento de unión (14) sirve de plantilla para la cesta de anclaje.

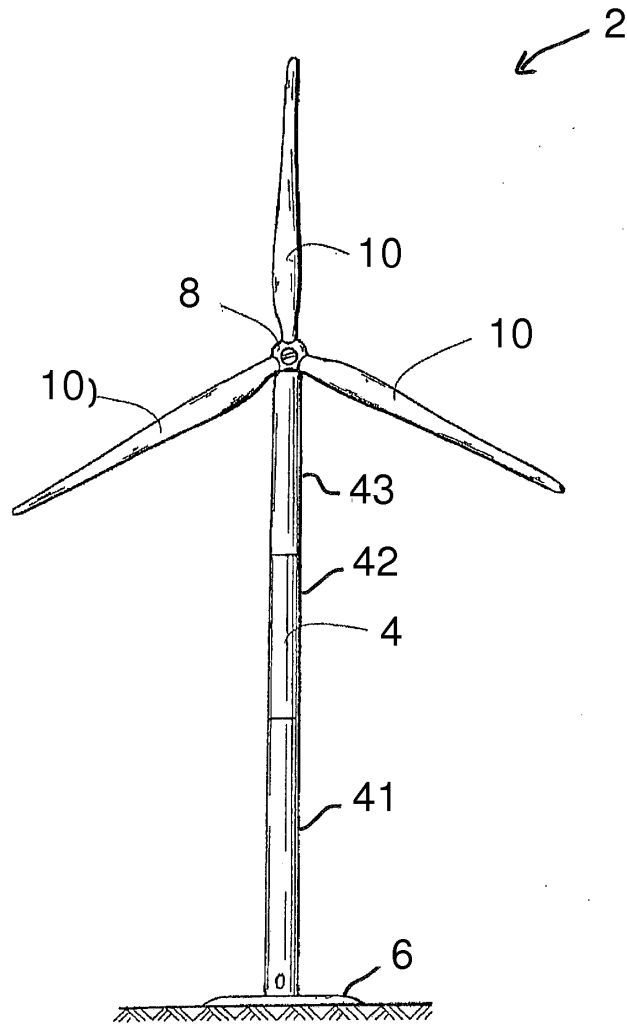


FIG. 1

Fig. 2

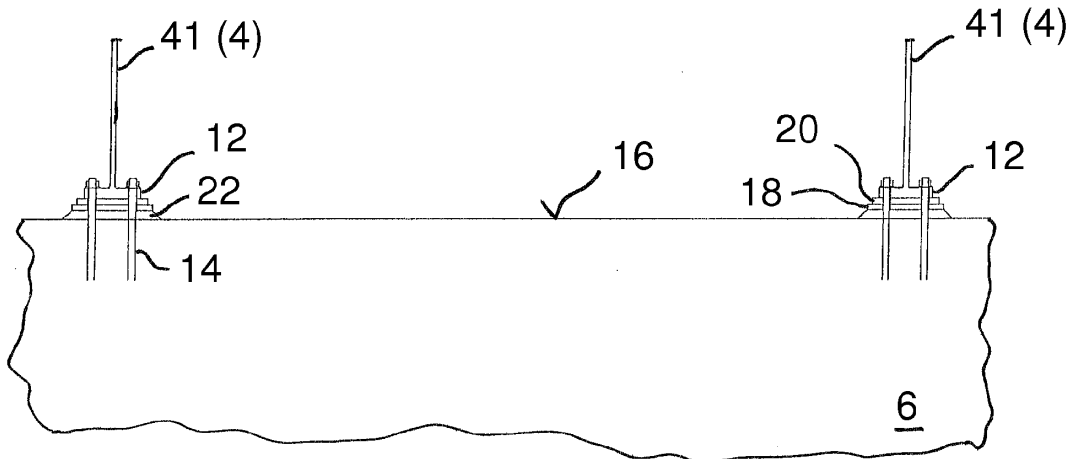


Fig. 3

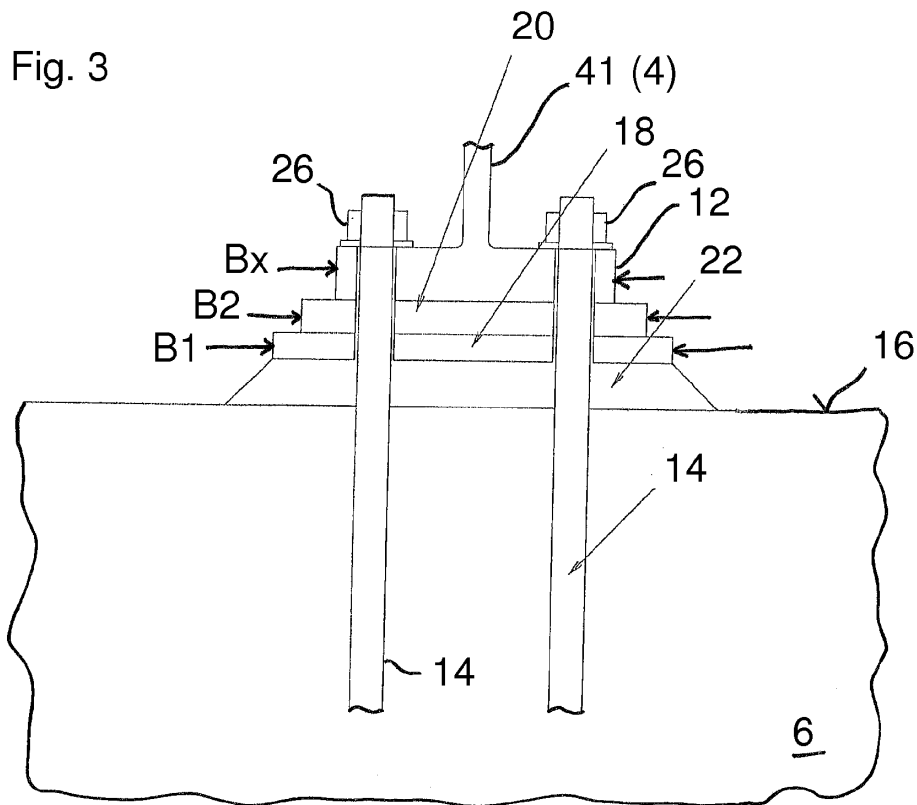


Fig. 4

