

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 064**

51 Int. Cl.:

**E02D 27/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12786940 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2776637**

54 Título: **Cimiento de una planta de energía eólica**

30 Prioridad:

**08.11.2011 DE 102011085947**

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

**27.04.2016**

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)  
Borsigstrasse 26  
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**COORDES, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 568 064 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**

Cimiento de una planta de energía eólica

- 5 La presente invención se refiere a una sección de base de torre para el montaje de una planta de energía eólica sobre la misma. La presente invención se refiere también a una disposición de base de torre con una sección de base de torre. La presente invención se refiere además a una torre de una planta de energía eólica, así como a un procedimiento para el montaje de una torre de una planta de energía eólica.
- 10 Las plantas de energía eólica son conocidas generalmente y se montan con frecuencia sobre una torre, como ocurre también en el caso de la planta de energía eólica mostrada en la figura 1. A tal efecto, esta torre de una planta de energía eólica, específicamente una torre de planta de energía eólica, se monta sobre un cimiento adecuado. En este sentido se ha de garantizar también una orientación o nivelación perpendicular de la torre.
- 15 Para la preparación del montaje de una torre de planta de energía eólica es conocido empotrar parcialmente una sección de base de torre en el cimiento de hormigón con el fin de montar la otra torre sobre la misma. Tal sección de base de torre está configurada como envoltura cilíndrica o envoltura troncocónica con una brida anular periférica superior y se empotra en hormigón de modo que esta brida anular superior se mantiene por fuera del cimiento de hormigón para montar la torre sobre la misma, en particular una torre de acero. Esta sección de base de torre se puede sujetar mediante un dispositivo de sujeción en una posición alineada o nivelada al construirse el cimiento de hormigón. Tan pronto se fragua el hormigón, tal sección de base de torre se puede separar del dispositivo de sujeción. Sin embargo, tal procedimiento está previsto en particular para torres más pequeñas y hace necesaria, dado el caso, una nivelación posterior en su brida anular superior. En este caso resulta también desfavorable que esta sección de base de torre tenga que ser sujeta por el dispositivo de sujeción durante el hormigonado y el fraguado. Este tipo de sección de base de torre puede ser problemático también para el montaje y, por tanto, el anclaje de torres de plantas de energía eólica muy grandes.
- 20
- 25 Otro método consiste en empotrar en hormigón una jaula de cimentación con un anclaje de segmento circular inferior y una pluralidad de barras de unión perpendiculares, dispuestas de manera circular, sobresaliendo hacia arriba las barras de unión del anclaje de segmento inferior, con el que están unidas, a través del hormigón y de la superficie del hormigón y formando aquí la superficie del hormigón o del cimiento una zona de fijación circular, y estando provistas las barras en este caso de un anillo de nivelación periférico. Este anillo de nivelación se puede disponer y nivelar después de fraguar el hormigón para a continuación disponer y fijar sobre el mismo un primer segmento de torre alineado. Las barras de unión sobresalen con secciones roscadas a través de taladros correspondientes de una brida inferior del segmento de torre inferior y se pueden proveer aquí de tuercas para la fijación.
- 30
- 35 El problema aquí radica en que durante el vertido del hormigón, las barras de unión se han de orientar con ayuda de una plantilla en la zona de la superficie de hormigón o la superficie de cimentación, que se va a fabricar, para que queden dispuestas correctamente después de fraguar el hormigón y se puedan extender sin problemas a través de la gran cantidad de taladros del anillo de nivelación a disponer y de la brida del segmento de torre inferior que se va a colocar. Por tanto, tal procedimiento resulta costoso, ya que esta plantilla se ha de colocar primero y se ha de sustituir por el anillo de nivelación después de fraguar el hormigón. A tal efecto, es necesario quitar la tuerca de cada barra de unión para poder retirar la plantilla y volver a ponerla después de colocarse el anillo de nivelación y el segmento de torre inferior. Una disposición con un anillo de nivelación se puede encontrar en la solicitud de patente alemana DE102004017006A1. El documento EP1849920A2 muestra un adaptador de torre que se coloca y se fija sobre un cimiento con pernos de anclaje empotrados en hormigón.
- 40
- 45 El problema de esta utilización de una jaula de cimentación con anclaje de segmento inferior y nivelación radica además en que la construcción incorrecta o imprecisa de la jaula de cimentación puede dar como resultado barras de unión inclinadas, posibles de identificar también como pernos. Esto puede resultar problemático al unirse posteriormente el anillo de nivelación y el primer segmento de torre que se va a colocar. Una causa puede ser una utilización errónea de una plantilla superior para la orientación de los pernos.
- 50
- 55 Por tanto, la presente invención tiene el objetivo de solucionar al menos uno de los problemas mencionados arriba. En particular se debe proponer una solución para mejorar una cimentación de base de torre de una torre de planta de energía eólica. De manera adicional o alternativa se debe simplificar la estructura y la disposición de una jaula de cimentación y/o hacerla menos propensa a fallos. Se debe proponer al menos una solución alternativa.
- 60 Según la invención se propone una sección de base de torre de acuerdo con la reivindicación 1. Tal sección de base de torre está preparada para la disposición y la fijación sobre un cimiento y para el montaje de una torre de una planta de energía eólica sobre la misma. La sección de base de torre comprende una brida anular inferior exterior para la colocación sobre el cimiento y para la fijación en el cimiento. Está prevista también una brida anular superior interior para colocar y fijar sobre la misma un segmento de torre con brida de torre inferior correspondiente. En particular, esta brida anular superior interior (que se identifica a continuación también como brida anular superior para simplificar) corresponde esencialmente a una respectiva brida de torre inferior en relación con el tamaño, el tipo
- 65

y la cantidad de taladros para el paso de pernos de fijación.

La sección de base de torre presenta además una brida de apoyo inferior interior para la colocación sobre el cimientado, estando configurada también esta brida de apoyo inferior interior como brida anular e identificándose como brida de apoyo, en particular para una mejor comprensión. En particular, la brida anular inferior exterior y la brida de apoyo inferior interior están dispuestas de manera contigua entre sí y presentan una superficie circular común para su disposición y colocación sobre el cimientado o sobre una capa de nivelación sobre el cimientado. Por colocación sobre el cimientado se ha de entender que la sección de base de torre queda situada en particular en el estado terminado sobre el cimientado. La colocación sobre el cimientado no se ha de entender de manera tan restrictiva, porque la sección de base de torre se dispone y se monta sobre el cimientado solo después de completarse su construcción. Más bien, se explica posteriormente en detalle cómo la sección de base de torre se coloca de manera preferente sobre el cimientado.

Están previstos también elementos de apoyo interiores, en particular puntales de apoyo para apoyar la brida anular superior en la brida de apoyo inferior. Estos elementos de apoyo se encuentran dispuestos, por tanto, entre la brida anular superior y la brida de apoyo inferior y están preparados para transmitir una fuerza, que actúa sobre la brida anular superior, en particular debido a la torre que aplica una carga sobre la misma, al menos parcialmente a la brida de apoyo inferior y, por consiguiente, al cimientado. De manera adicional o alternativa, estos elementos de apoyo están previstos y son adecuados para absorber una fuerza de sujeción por medio de elementos de fijación correspondientes que pueden actuar entre la brida anular superior interior y la brida de apoyo inferior, si las mismas se sujetan directa o indirectamente entre sí.

Según una forma de realización, la sección de base de torre está caracterizada por una sección de envoltura anular que une la brida anular inferior y la brida de apoyo inferior con la brida anular superior. En particular, la sección de envoltura define una zona exterior y una zona interior. La zona exterior y la zona interior corresponden básicamente a una zona de torre exterior o interior de la torre de planta de energía eólica que se va a montar. La brida anular exterior inferior está dispuesta en este caso en la zona exterior y, por tanto, es visible y accesible también desde el exterior de la torre que se va a montar. En cambio, la brida anular superior, la brida de apoyo inferior y los elementos de apoyo están dispuestos en la zona interior, o sea, en el interior de la torre después de montarse una torre de planta de energía eólica. La altura de la sección de envoltura es preferentemente de 0,2 m a 2 m, preferentemente 0,5 m a 1,5 m y en particular preferentemente 0,75 m. Esto proporciona de manera correspondiente una distancia entre la brida anular superior y la brida de apoyo inferior con este valor respectivo. Al disponerse la sección de base de torre sobre el cimientado, la brida anular superior interior queda dispuesta entonces a esta altura aproximadamente, o sea, en el intervalo de 0,2 m a 2 m o 0,5 m a 1,5 m o 0,75 m. De este modo, esta brida anular superior interior queda dispuesta también a una altura de trabajo cómoda y practicable para un miembro de un equipo de construcción que se encuentra sobre el cimientado.

Otra configuración prevé una sección de base de torre, caracterizada por que los elementos de apoyo están configurados como nervios de apoyo verticales y en particular la brida anular superior y la brida de apoyo inferior presentan varios taladros para el paso de tornillos de fijación o pernos de fijación y cada nervio de apoyo está fijado respectivamente en la brida anular superior entre dos de los taladros y en la brida de apoyo inferior asimismo entre dos taladros que corresponden específicamente a los dos taladros superiores respectivos. Por tanto, cuando los tornillos de fijación o los pernos de fijación están guiados adecuadamente a través de un taladro de la brida de apoyo inferior y de la brida anular superior, al menos un tornillo de fijación o un perno de fijación queda dispuesto entre dos nervios de apoyo. Si los tornillos de fijación o los pernos de fijación se aprietan ahora y ejercen una fuerza de tracción, que da lugar también a una fuerza de tracción entre la brida de apoyo inferior y la brida anular superior, los nervios de apoyo pueden contrarrestar esta fuerza y, por consiguiente, una deformación de las dos bridas.

Según una configuración, entre algunos nervios de apoyo no hay taladros. En particular puede haber más nervios de apoyo que taladros correspondientes.

Según la invención se propone también una disposición de base de torre que presenta una sección de base de torre, en particular una sección de base de torre, según la invención, como se describe arriba. La disposición de base de torre comprende también una jaula de cimentación con pernos de fijación interiores y exteriores para el anclaje con un lado respectivamente en un cimientado y para la fijación con el otro lado respectivamente en la sección de base de torre. En este caso, los pernos de fijación interiores son más largos que los pernos de fijación exteriores aproximadamente en la altura de la sección de base de torre. Los pernos de fijación interiores son al menos más largos con respecto a su longitud activa en la altura de la sección de base de torre que los pernos de fijación exteriores. Por consiguiente, en particular los pernos de fijación deben estar dispuestos a la misma altura en el cimientado y, por tanto, deben quedar fijados después de fraguar el hormigón, a saber, en particular en un anclaje de segmento periférico circular, dispuesto aproximadamente en horizontal. En este caso, los pernos de fijación exteriores se extienden desde el anclaje de segmento hacia y a través de la brida anular inferior exterior. Los pernos de fijación interiores se extienden desde el anclaje de segmento hacia y a través de la brida de apoyo inferior interior y también hacia y a través de la brida anular superior interior. Después de colocarse un segmento de torre inferior sobre la sección de base de torre con una brida de torre inferior, los pernos de fijación interiores sobresalen también a través de esta brida de torre inferior del segmento de torre inferior. La longitud activa de los pernos de unión es

aquella que resulta necesaria para crear una unión entre el anclaje de segmento y la brida anular inferior exterior o entre el anclaje de segmento y la brida anular superior interior. Al analizarse muy detalladamente, en el último caso, o sea, para los pernos de unión interiores, se añade además el grosor de la brida de torre inferior del segmento de torre inferior que se va a colocar.

5 Según una forma de realización de la disposición de base de torre, los pernos de fijación exteriores se pasan para la fijación con la sección de base de torre a través de taladros de la brida anular inferior exterior y los pernos de fijación interiores se pasan a través de taladros de la brida de apoyo inferior interior y a través de taladros de la brida anular interior superior. A este respecto, los pernos de fijación interiores deben estar preparados para la fijación de un  
10 segmento de torre que se va a colocar con una brida de torre inferior sobre la brida anular superior interior con el fin de pasar específicamente a través de taladros de la brida de torre inferior.

Otra configuración de una disposición de base de torre, según la invención, prevé varios pernos de unión para unir la sección de base de torre con un segmento de torre inferior colocado sobre la sección de base de torre. En este caso,  
15 los pernos de unión se extienden a través de la brida anular superior interior y de la brida de torre inferior correspondiente del segmento de torre colocado. Los pernos de unión no se extienden en particular hasta el interior del cimientto. Tal disposición de base de torre presenta, por tanto, pernos de fijación exteriores que se extienden hasta el interior del cimientto para el anclaje de la brida anular inferior exterior. Asimismo, están previstos pernos de fijación interiores que se extienden desde la brida de torre inferior del segmento de torre colocado a través de la  
20 brida anular superior interior y desde aquí se extienden a través de la brida de apoyo inferior interior hasta el interior del cimientto. De manera adicional a estos pernos de fijación interiores y exteriores están previstos pernos de unión que unen solo la brida anular superior interior con la brida de torre inferior y presentan preferentemente también una configuración corta correspondiente. Estos pernos de unión se extienden entonces en principio solo a través de estas dos bridas yuxtapuestas, específicamente la brida anular superior interior y la brida de torre inferior, y  
25 presentan aún en ambos extremos espacio suficiente para disponer en cada caso un medio de sujeción, tal como una tuerca de sujeción. Tal tuerca de sujeción se puede identificar también como tuerca para simplificar.

De manera preferente se alternan pernos de unión y pernos de fijación que se extienden respectivamente a través de la brida anular superior interior y la brida de torre inferior. Visto en dirección circunferencial, la brida de torre inferior del segmento de torre inferior colocado está anclada de manera alterna en el cimientto o sujeta al mismo,  
30 por una parte, con un perno de fijación interior y está fijada solo en la brida anular superior interior o sujeta a la misma, por la otra parte, con un perno de unión. En otras palabras, en el interior de la disposición de base de torre se alternan pernos de fijación interiores largos y pernos de unión cortos.

Asimismo, pueden estar previstos más pernos de fijación interiores que pernos de unión o viceversa. De manera adicional o alternativa pueden estar dispuestos por pares también pernos de fijación interiores, por una parte, y pernos de unión, por la otra parte, de modo que en dirección circunferencial, a dos pernos de fijación interiores les siguen dos pernos de unión y a estos dos pernos de unión les siguen a su vez dos pernos de fijación interiores, etc., para mencionar solo otro ejemplo.

40 En caso de utilizarse también pernos de unión, que no se extienden a través de la brida de apoyo inferior interior, se puede utilizar una sección de base de torre prevista también para una disposición de base de torre sin pernos de unión. En otras palabras, se puede utilizar también en esta forma de realización de una disposición de base de torre, que utiliza pernos de unión, una sección de base de torre que en su brida anular superior interior presenta la misma cantidad de pernos que en su brida de apoyo inferior interior. Por tanto, algunos taladros en la brida de apoyo inferior interior no presentarán pernos que pasen a través de los mismos y se mantendrán vacíos. Naturalmente, estos taladros vacíos pueden estar llenos, sin embargo, de una masa de relleno, si así se desea.

De manera alternativa se puede utilizar una sección de base de torre diseñada y adaptada especialmente a una  
50 disposición de base de torre que utiliza pernos de unión.

Una disposición de base de torre, que utiliza pernos de unión, puede conseguir así de dos maneras una transmisión de fuerza desde la torre, en particular el segmento de torre inferior, hasta el cimientto. La transmisión de fuerza, en particular fuerzas de tracción, puede tener lugar, por una parte, desde el segmento de torre inferior directamente mediante los pernos de fijación interiores hasta el cimientto. Asimismo, tales fuerzas se pueden transmitir parcialmente mediante los pernos de unión a la sección de base de torre y desde aquí mediante los pernos de fijación exteriores al cimientto. A este respecto, es posible un anclaje en el cimientto con un coste de material comparativamente pequeño, en particular en relación con la cantidad de pernos y medios de sujeción, tales como tuercas de sujeción. Una cantidad comparativamente pequeña de medios de sujeción, tales como tuercas de sujeción, puede reducir además el coste de montaje de tal disposición de base de torre.

Una disposición de base de torre presenta preferentemente la misma cantidad de pernos de fijación exteriores que de pernos de fijación interiores y/o presenta la misma cantidad de pernos de fijación exteriores que pernos de fijación interiores y pernos de unión juntos.

65 Se propone también una torre de una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 7. Ésta presenta un

cimiento con una jaula de cimentación con pernos de fijación exteriores e interiores y con una sección de base de torre de acuerdo con una de las formas de realización, según la invención, que se describen arriba. La torre presenta además un segmento de torre inferior, en particular un segmento de torre de acero, con una brida de torre inferior. El segmento de torre inferior está dispuesto aquí con su brida de torre sobre la sección de base de torre. Algunos de los pernos de fijación, en particular los pernos de fijación interiores, están guiados desde el cimiento a través de la brida de apoyo inferior interior y a través de la brida anular superior interior de la sección de base de torre y a través de la brida de torre inferior con el fin de disponer así la brida de torre inferior sobre la sección de base de torre y fijarla en el cimiento. La fijación se lleva a cabo en particular mediante el enroscado y el apriete de tuercas de fijación en los pernos de fijación que sobresalen hacia arriba a través de la brida de torre inferior.

Los pernos de fijación interiores crean, por tanto, una fijación o una sujeción directa del segmento de torre inferior con el cimiento, en particular un anclaje de segmento previsto en el cimiento. En este caso, la sección de base de torre está dispuesta entre el cimiento y el segmento de torre y los pernos de unión interiores se extienden entonces completamente más allá de la sección de base de torre.

Según la invención se propone un procedimiento para el montaje de una torre de una planta de energía eólica, en particular una torre de acero, de acuerdo con la reivindicación 8. En correspondencia con la misma, una jaula de cimentación, unida a una sección de base de torre, se coloca primero en un pozo de cimentación preparado para la construcción de un cimiento. A continuación, el hormigón se puede verter en el pozo de cimentación para empotrar en hormigón parcialmente la jaula de cimentación. El vertido se realiza preferentemente en lo posible de modo que una superficie de hormigón, o sea, una superficie de cimentación, se construya ligeramente por debajo de la sección de base de torre, a saber, ligeramente por debajo de las bridas inferiores de la sección de base de torre. Entre la superficie de hormigón y el lado inferior de la sección de base de torre deberá quedar preferentemente un espacio tal que permita realizar aún una nivelación mediante una masa de nivelación o una masa de compensación.

El hormigón se deja fraguar a continuación y después de fraguar el hormigón, la construcción de la torre podrá continuar o iniciarse, dependiendo del punto de vista. Una de las etapas próximas de la construcción de la torre es la colocación y la fijación de un segmento de torre inferior. En dependencia del tamaño de la torre, el segmento de torre inferior podrá ser también el único segmento de torre, sobre el que se colocará a continuación una góndola de planta de energía eólica o al menos un rodamiento acimutal.

En el caso del procedimiento para el montaje de una torre de una planta de energía eólica se utiliza preferentemente una sección de base de torre, según la invención, de acuerdo con una de las formas de realización descritas. La jaula de cimentación está unida preferentemente con la sección de base de torre durante la colocación mediante pernos de fijación. A tal efecto, se pasan pernos de fijación interiores a través de taladros de la brida anular inferior superior y se fijan aquí con medios de fijación, en particular con tuercas correspondientes.

Durante el vertido del hormigón, la sección de base de torre se sujeta preferentemente por medio de una grúa o un bastidor portante, colocado en el pozo de cimentación, lo que permite sujetar además la jaula de cimentación fijada en la sección de base de torre. En este caso, la jaula de cimentación está suspendida básicamente de la sección de base de torre.

La sección de base de torre se nivela preferentemente después de fraguar el hormigón. La sección de base de torre se alinea así para posibilitar una construcción vertical lo más exacta posible de la torre. A tal efecto, se puede aplicar, por ejemplo, una masa autoniveladora sobre el cimiento por debajo de las dos bridas inferiores de la sección de base de torre y después de endurecerse la masa de nivelación autoniveladora, la sección de base de torre se puede colocar encima de la misma. Alternativamente, la sección de base de torre se puede nivelar como tal y la posición nivelada de la sección de base de torre se puede fijar mediante una masa de compensación correspondiente. A este respecto, tal masa de compensación se debe disponer también en la zona situada entre el cimiento y las bridas inferiores de la sección de base de torre para endurecerse aquí en la posición nivelada. Dado el caso, es posible prescindir también de la operación de nivelación en dependencia del cimiento de hormigón o es posible realizar la nivelación sin masa de compensación o nivelación. La sección de base de torre se encuentra aquí directamente sobre el cimiento. Los pernos de fijación exteriores se pueden apretar ahora fijamente, en particular con tuercas colocadas de manera correspondiente. En el caso de los pernos de fijación interiores se pueden separar ahora tuercas superiores y colocar una sección de torre inferior con una brida de torre inferior sobre la sección de base de torre, pudiéndose pasar los pernos de fijación interiores a través de taladros de la brida de torre inferior y apretar a continuación mediante tuercas correspondientes.

De este modo se logra que las tuercas exteriores, específicamente las tuercas de los pernos de fijación exteriores, no se tengan que separar más en ningún caso después de verterse el hormigón y después de la nivelación, sino que solo se tengan que apretar. Por tanto, se puede evitar la operación de sustitución de una plantilla. La sección de base de torre se puede sujetar sin grúa durante el hormigonado o necesita solo una grúa muy pequeña, lo que permite reducir los costes correspondientes de los tiempos de grúa. Entre el cimiento y el segmento de torre inferior se dispone una sección de base de torre que se fija, en particular se sujeta firmemente, junto con el segmento de torre inferior en el cimiento en cualquier caso en la zona interior. La solución propuesta evita en cualquier caso en la zona interior una fijación de la sección de base de torre con el cimiento, por una parte, y una fijación de la sección de

torre inferior en la sección de base de torre, por la otra parte. Se pueden ahorrar así dos juegos de tuercas y el tiempo de trabajo correspondiente para colocarlas y apretarlas. Al menos se puede conseguir una reducción de costes y material.

- 5 En particular, un segmento de torre inferior se coloca y se fija de modo que los medios de fijación, en particular las tuercas, se retiran de los pernos de fijación interiores, el segmento de torre inferior con una brida de torre inferior se coloca sobre la brida anular superior interior de la sección de base de torre y los pernos de fijación interiores se pasan en este caso a través de taladros de la brida de torre inferior. A continuación, los medios de fijación, en particular las tuercas de fijación, se enroscan en los pernos de fijación interiores, que sobresalen a través de la brida de torre, para apretar fijamente la brida de torre contra la brida anular interior superior de la sección de base de torre.

La invención se explica detalladamente a continuación a modo de ejemplo por medio de ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

- 15 Fig. 1 una planta de energía eólica en una vista en perspectiva;  
 Fig. 2 una vista en corte a través de una parte de una disposición de base de torre según la invención;  
 Fig. 3 esquemáticamente, una sección de base de torre sin torre, sin cimiento y sin jaula de cimentación en una vista en perspectiva;  
 20 Fig. 4 esquemáticamente, una sección de base de torre con jaula de cimentación y con una brida de torre en una vista en perspectiva;  
 Fig. 5 esquemáticamente, una sección de base de torre con jaula de cimentación y una capa de compensación periférica para la nivelación, no mostrándose el hormigón, sobre el que está dispuesta la capa de compensación;  
 Fig. 6 esquemáticamente, una sección de base de torre, dispuesta adecuadamente sobre un cimiento y una capa de compensación, en una representación en perspectiva; y  
 25 Fig. 7 una vista en corte a través de una parte de una disposición de base de torre según otra forma de realización.

A continuación se utilizan en determinadas circunstancias los mismos números de referencia para características similares, pero no idénticas, para una mejor comprensión de la funcionalidad de los respectivos elementos.

La figura 1 muestra una planta de energía eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y con una cabeza de rotor 110. El rotor 106 gira a causa del viento durante el funcionamiento y acciona así un generador en la góndola 104.

La disposición de base de torre 2 de la figura 2 comprende una sección de base de torre 1 y una jaula de cimentación 4, que se puede identificar también como jaula de perno.

La sección de base de torre 1 comprende una brida anular inferior exterior 6, una brida anular superior interior 8 y una brida de apoyo interior inferior 10 que está configurada asimismo en forma de una brida anular. La brida anular inferior exterior 6 y la brida de apoyo interior inferior 10 forman juntas básicamente una sección de base anular inferior 12. Esta sección de base anular inferior 12 puede estar fabricada a partir de una pieza, en particular de acero, y presenta una superficie de soporte inferior 14, mediante la que la sección de base de torre 1 se sitúa sobre una capa de compensación 16 situada de forma anular y dispuesta a su vez sobre un cimiento 18.

La sección de base anular inferior 12 está unida con la brida anular interior superior 8 mediante una sección de envoltura anular 20. La sección de envoltura anular 20 está configurada casi en forma de una envoltura cilíndrica, pero se diferencia de la misma por una configuración cónica y corresponde, por tanto, a una envoltura troncocónica. La sección de base anular inferior 12, la sección de envoltura anular 20 y la brida anular interior superior 8 están provistas en la figura 2 de sombreados diferentes en la vista en corte mostrada. Sin embargo, estas tres secciones 12, 20 y 8 se encuentran unidas fijamente entre sí, en particular soldadas una a otra. Las tres secciones mencionadas 12, 20 y 8 pueden estar fabricadas de acero y configuradas como una pieza fundida común.

La sección de base de torre 1 de la figura 2 presenta además elementos de apoyo 22, de los que se muestran cinco elementos de apoyo 22 en la figura 2. Los elementos de apoyo 22 se pueden identificar también como puntales de apoyo o chapas de refuerzo. Los elementos de apoyo 22 se encuentran dispuestos entre la brida anular interior superior 8 y la brida de apoyo interior inferior 10 y unidos fijamente, en particular soldados, con ambas, así como con la sección de envoltura anular 20 o están fabricados conjuntamente como una pieza fundida. Las fuerzas, que actúan sobre la brida anular interior superior 8, se pueden transmitir mediante estos elementos de apoyo 22 y también mediante la sección de envoltura anular 20 a la sección de base anular inferior. En particular, tales fuerzas se transmiten de los elementos de apoyo 22 a la brida de apoyo interior inferior 10 y también de la sección de envoltura anular 20 a la sección de base anular inferior o la brida anular inferior exterior.

La jaula de cimentación 4 comprende una pluralidad de pernos interiores 24 y pernos exteriores 26. Los pernos interiores 24 y los pernos exteriores 26 están dispuestos respectivamente en una hilera anular en el cimiento 18 y están fijados en un lado interior con un anclaje de segmento 28 que se extiende en el cimiento 18 asimismo de

forma correspondientemente anular en un plano casi horizontal y que se puede identificar también como anillo de anclaje. Sobre la brida anular interior superior 8 y, por tanto, sobre la sección de base de torre 1 está dispuesta una brida de torre inferior 30 que forma una parte inferior de una sección de torre inferior indicada 32.

5 La jaula de cimentación 4 está configurada de modo que los pernos interiores 24 se extienden desde el anclaje de segmento 28 a través del cimientado 18 hacia arriba a través de la capa de compensación 16, la brida de apoyo inferior interior 10, la brida anular interior superior 8 y, por último, a través de la brida de torre inferior 30. Estos pernos interiores 24, configurados como pernos roscados, están fijados mediante tuercas 34 en el anclaje de segmento 28. La brida de torre inferior 30 se sujeta al anclaje de segmento 28 por medio de otras tuercas 36 que pueden ser idénticas a las tuercas 34. De esta manera, una torre, de la que se muestra la sección de torre inferior 32 en la figura 2, se une fijamente también con el anclaje de segmento y, por tanto, con el cimientado.

10 Los pernos exteriores 26 están fijados asimismo con tuercas 34 en el anclaje de segmento 28 y sobresalen del cimientado 18 hacia arriba a través de la capa de compensación 16 y a través de la brida anular inferior exterior 6, en la que están fijados mediante tuercas 36.

15 La figura 3 muestra en perspectiva y esquemáticamente una sección de base de torre 1. Esta sección de base de torre 1 corresponde esencialmente a la sección de base de torre 1, mostrada en la sección en corte en la figura 2. En la figura 3 se puede observar que los elementos de apoyo 22 están configurados como puntales de apoyo o chapas de refuerzo y se encuentran dispuestos en cada caso en la zona de la brida de apoyo inferior interior 10 y de la brida anular interior superior 8 entre dos taladros 38 respectivamente. Dos taladros 38 respectivamente están dispuestos en la brida de apoyo inferior interior 10 o en la brida anular interior superior 8 entre dos elementos de apoyo 22. En otras palabras, un elemento de apoyo 22 está situado cada dos taladros 38. La sección de base de torre puede estar fabricada también como una pieza fundida, en particular una pieza fundida de acero.

20 Las figuras 4 a 6 muestran en principio la misma disposición de base de torre 2 en una representación en perspectiva, estando fundida la misma adecuadamente en un cimientado de hormigón 18 según la figura 6 y descansando con su sección de base anular inferior 12 sobre una capa de compensación 16.

25 El hormigón no se muestra en la figura 5, a diferencia de la representación de la figura 6. En la figura 4 se ha ocultado además la capa de compensación 16.

30 Cada una de las figuras 4 a 6 muestra además una brida de torre inferior 30 con la inserción de una sección de torre inferior 32. La mayor parte de la sección de torre 32 se ha eliminado para poder identificar mejor los detalles de la disposición de base de torre 2.

35 Por tanto, la invención descrita proporciona una construcción más simple y segura de las jaulas de cimentación y permite acortar los tiempos de montaje. Se puede conseguir un montaje previo de la jaula de cimentación con segmento de acero sin plantillas, de modo que es posible eliminar la operación de retirada de las plantillas. Una construcción de la jaula de cimentación, que resulta más simple y segura y que debido a esto se puede reproducir mejor, permite evitar daños en el cimientado y, por tanto, trabajos de restauración en el cimientado.

40 La figura 7 muestra un corte a través de una disposición de base de torre 70 según otra forma de realización. Esta vista en corte de la figura 7 corresponde esencialmente a la vista en corte de la figura 2. Los elementos mostrados son también completamente similares o incluso idénticos y, por consiguiente, se utilizan aquí los mismos números de referencia para elementos similares o incluso idénticos, aunque la disposición de base 70 se diferencia como tal de la disposición de base 2 de la figura 2 de la siguiente manera.

45 En vez del perno de fijación interior 24 de la figura 2, la figura 7 muestra un perno de unión 72. Este perno de unión 72 es claramente más corto que el perno de fijación interior 24 según la figura 2. Este perno de unión 72 se extiende esencialmente solo a través de la brida de torre inferior 30 y la brida anular interior superior 8. Por tanto, estas dos bridas quedan unidas fijamente entre sí o sujetadas una a otra mediante estos pernos de unión 72. A tal efecto, el perno de unión 72 presenta dos tuercas roscadas o tuercas de sujeción 36. Una fuerza de tracción de la sección de torre inferior 32 se puede transmitir en la zona mostrada a través de la brida de torre inferior 30, el perno de unión 72, la brida anular interior superior, la sección de envoltura anular 20 de la sección de base de torre 1 hacia la brida anular inferior exterior 6 y desde aquí hacia el cimientado 18 mediante el perno exterior 26.

50 La figura 7 muestra en la vista en corte un perno de unión 72. Tales pernos de unión 72 se alternan con pernos interiores 24 según la disposición de base de torre mostrada 70. Por tanto, la vista en corte de la figura 2 muestra también una disposición de base de torre 70, a la que se refiere la figura 7, específicamente para todos los cortes que se realizan en la zona de un perno interior 24.

55 En los puntos, en los que se utiliza un perno de unión 72 según la disposición de base de torre 70, un taladro tanto en la brida de apoyo inferior interior 10 como en el anclaje de segmento 28 se puede mantener inutilizado o se puede rellenar, o la brida de apoyo inferior interior 10 y/o el anclaje de segmento 28 pueden estar previstos de manera correspondiente sin taladro.

**REIVINDICACIONES**

1. Sección de base de torre (1) para la disposición y la fijación sobre un cimiento (18) y para el montaje de una torre de una planta de energía eólica (100) sobre la misma, que comprende
- 5 una brida anular inferior exterior (6) para la colocación sobre el cimiento (18) y la fijación en el cimiento (18),
- una brida anular superior interior (8) para la colocación y la fijación de un segmento de torre (32) con brida de torre (30) inferior correspondiente sobre la misma,
- 10 una brida de apoyo inferior interior (10) para la colocación sobre el cimiento (18) y
- elementos de apoyo interiores (22), en particular puntales de apoyo (22), para el apoyo de la brida anular superior (8) en la brida de apoyo inferior (10).
- 15 2. Sección de base de torre (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por** una sección de envoltura anular (20) que une la brida anular inferior (6) y la brida de apoyo inferior (10) con la brida anular superior (8), definiendo en particular la sección de envoltura (20) una zona exterior y una zona interior y estando dispuesta la brida anular inferior (6) en la zona exterior y/o estando dispuestos los elementos de apoyo (22), la brida anular superior (8) y la brida de apoyo inferior (10) en la zona interior.
- 20 3. Sección de base de torre (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** la altura de la sección de envoltura (20) es de 0,2 m a 2 m, preferentemente 0,5 a 1,5 m, en particular 0,75 m aproximadamente.
- 25 4. Sección de base de torre (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** los elementos de apoyo (22) están configurados como nervios de apoyo verticales (22), presentando en particular la brida anular superior (8) y la brida de apoyo inferior (10) varios taladros para el paso de tornillos de fijación (24) o pernos de fijación (24) y estando fijado cada nervio de apoyo (22) respectivamente en la brida anular superior (8) entre dos de los taladros y en la brida de apoyo inferior (10) entre dos de los taladros.
- 30 5. Disposición de base de torre (2) que comprende:
- una sección de base de torre (1), en particular de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- 35 una jaula de cimentación (4) con pernos de fijación interiores y exteriores (24, 26) para el anclaje con un lado respectivamente en un cimiento (18) para la fijación con el otro lado respectivamente en la sección de base de torre (1), siendo los pernos de fijación interiores (24) más largos que los pernos de fijación exteriores (26) aproximadamente en la altura de la sección de base de torre (1).
- 40 6. Disposición de base de torre (2) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que
- los pernos de fijación exteriores (26) se pasan a través de taladros de la brida anular inferior exterior (6) para la fijación con la sección de torre (1) y
- 45 los pernos de fijación interiores (24) se pasan a través de taladros de la brida de apoyo inferior interior (10) y a través de taladros de la brida anular interior superior (8) para estar preparados para la fijación de un segmento de torre (32) que se va a colocar con una brida de torre inferior (30) sobre la brida anular superior interior (8) con el fin de pasar a través de taladros de la brida de torre inferior (30).
- 50 7. Disposición de base de torre (2) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, que comprende además
- varios pernos de unión para unir la sección de base de torre con un segmento de torre inferior, colocado sobre la sección de base de torre, extendiéndose los pernos de unión a través de la brida anular superior interior (8) y la brida de torre inferior (30) correspondiente del segmento de torre colocado (32) y no extendiéndose en particular
- 55 hasta el interior del cimiento.
8. Disposición de base de torre (2) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** los pernos de unión están provistos para la sujeción respectivamente de dos medios de sujeción, en particular tuercas de sujeción, con el fin de sujetar entre sí la brida anular superior interior (8) y la brida de torre inferior correspondiente (30) del segmento de torre colocado (32).
- 60 9. Disposición de base de torre de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en la que los pernos de fijación interiores (24) y los pernos de unión se extienden respectivamente a través de la brida anular superior interior (8) y la brida de torre inferior (30) del segmento de torre colocado (32) y se alternan aquí en particular.
- 65 10. Torre de una planta de energía eólica (100) que comprende



un cimientado (18) con una jaula de cimentación (4) con pernos de fijación exteriores e interiores (24, 26) y con una sección de base de torre (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, y

5 un segmento de torre inferior (32), en particular un segmento de torre de acero (32), con una brida de torre inferior (30),

10 estando dispuesto el segmento de torre inferior (32) con su brida de torre (30) sobre la sección de base de torre (1) y estando pasados algunos de los pernos de fijación (24), en particular los pernos de fijación interiores (24), desde el cimientado (18) a través de la brida de apoyo inferior interior (10) y a través de la brida anular superior interior (8) de la sección de base de torre (1) y a través de la brida de torre inferior con el fin de fijar así la brida de torre inferior sobre la sección de base de torre, en particular mediante el enroscado y el apriete de tuercas de fijación (36) en los pernos de fijación (24) que sobresalen hacia arriba a través de la brida de torre inferior (30).

15 11. Torre de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende una disposición de base de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9.

12. Procedimiento para el montaje de una torre de una planta de energía eólica (100), en particular una torre de acero, que comprende las etapas

20 colocar una jaula de cimentación (4), unida a una sección de base de torre (1), en un pozo de cimentación preparado para la construcción de un cimientado (18),

verter hormigón en el pozo de cimentación para empotrar parcialmente en hormigón la jaula de cimentación (4),

25 dejar fraguar el hormigón vertido (18) y

colocar y fijar un segmento de torre inferior (32).

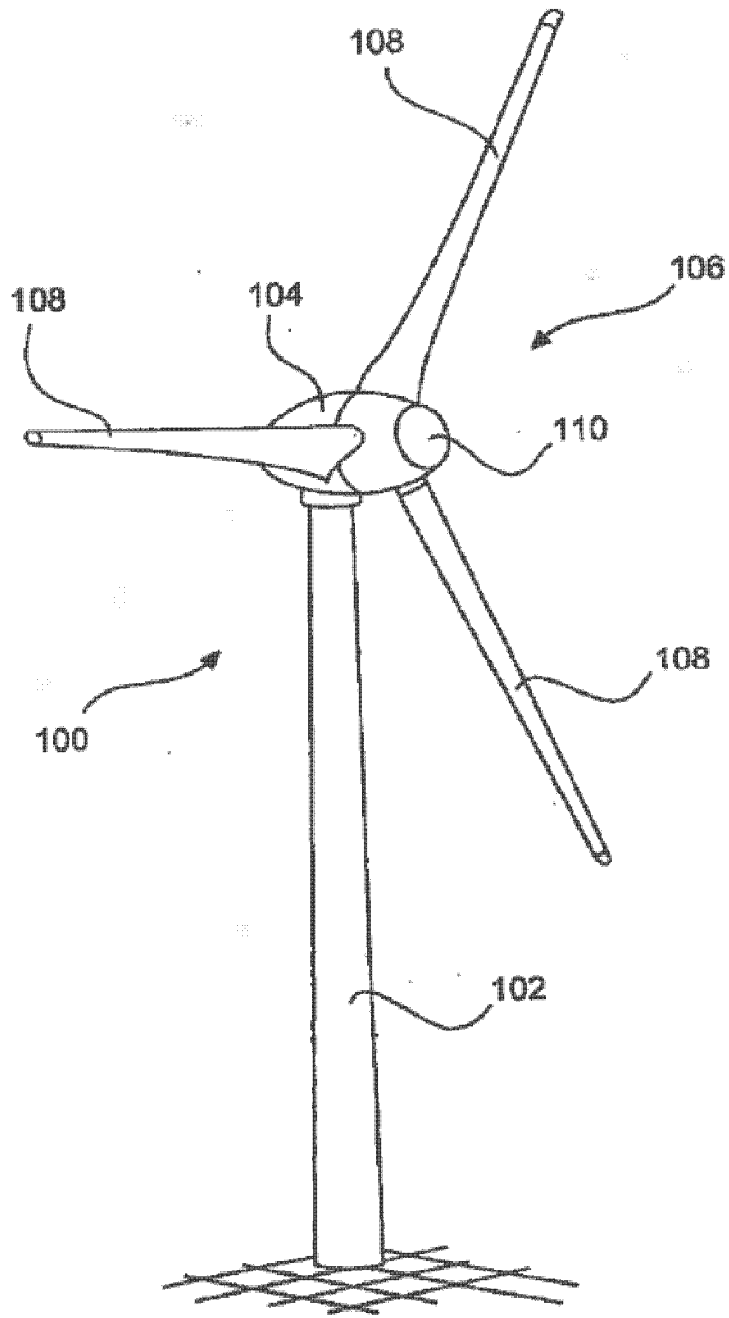
30 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se utiliza una sección de torre (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 y/o una disposición de base de torre de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9 y por que

35 al colocarse la jaula de cimentación (4), la misma está unida con la sección de base de torre (1) mediante los pernos de fijación (24, 26), pasándose los pernos de fijación interiores (24) a través de taladros de la brida anular superior interior (8) y fijándose aquí con medios de fijación (36), en particular con tuercas correspondientes (36),

durante el vertido del hormigón, la sección de base de torre (1) se sujeta por medio de una grúa o un bastidor portante, colocado en el pozo de cimentación, lo que permite sujetar además la jaula de cimentación (4) fijada en la sección de torre (1),

40 después del fraguado se nivela la sección de base de torre y/o

45 un segmento de torre inferior (32) se coloca y se fija de modo que los medios de fijación (36) se retiran de los pernos de fijación interiores (24), el segmento de torre inferior (32) con una brida de torre inferior (30) se coloca sobre la brida anular superior interior (8) y los pernos de fijación interiores (24) se pasan a través de taladros de la brida de torre inferior (30), y los medios de fijación (36), en particular las tuercas de fijación (36), se enroscan en los pernos de fijación interiores (24), que sobresalen a través de la brida de torre (30), para apretar fijamente la brida de torre (30) contra la brida de torre inferior superior (30) de la sección de torre (32).



**Fig. 1**

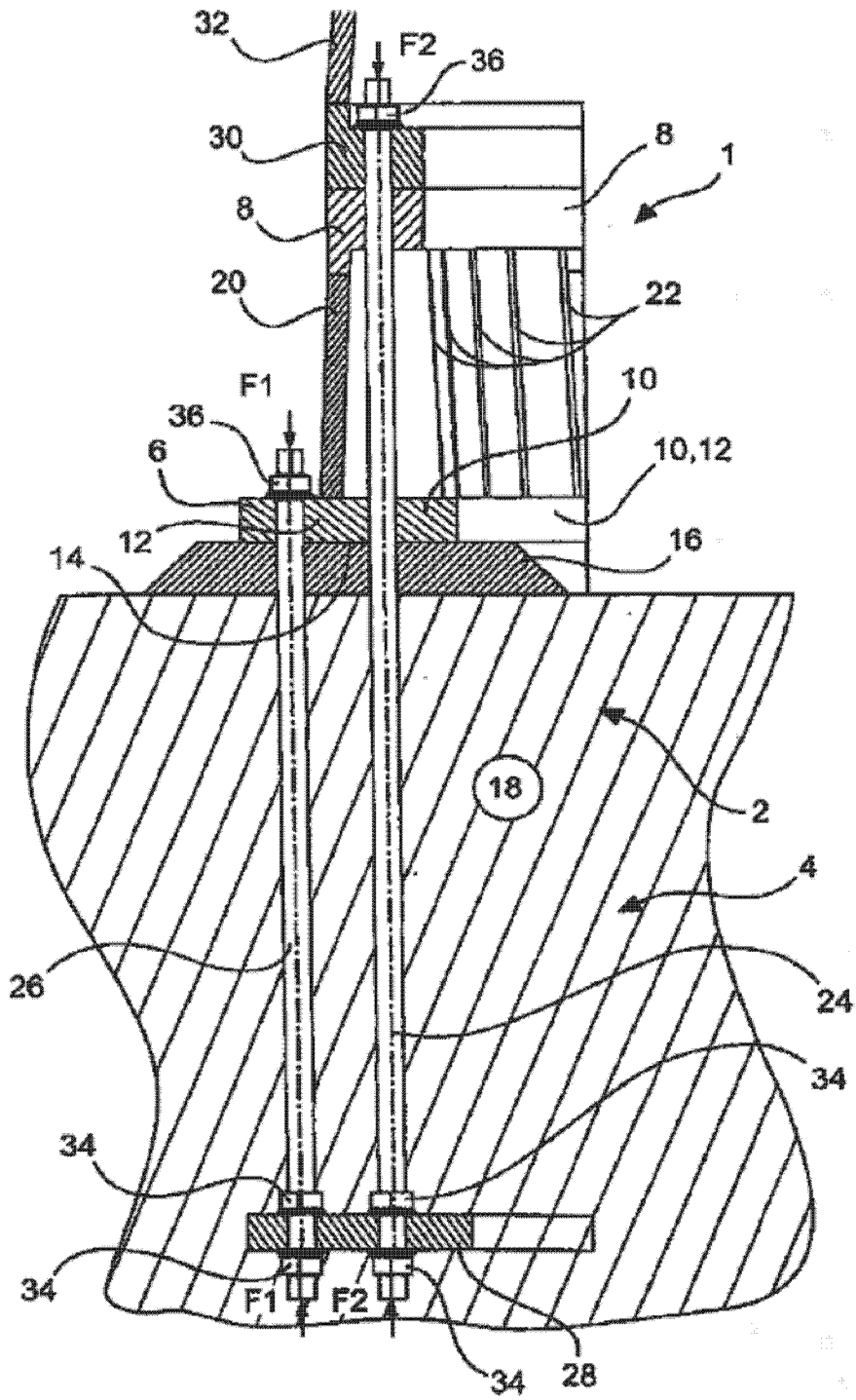


Fig. 2

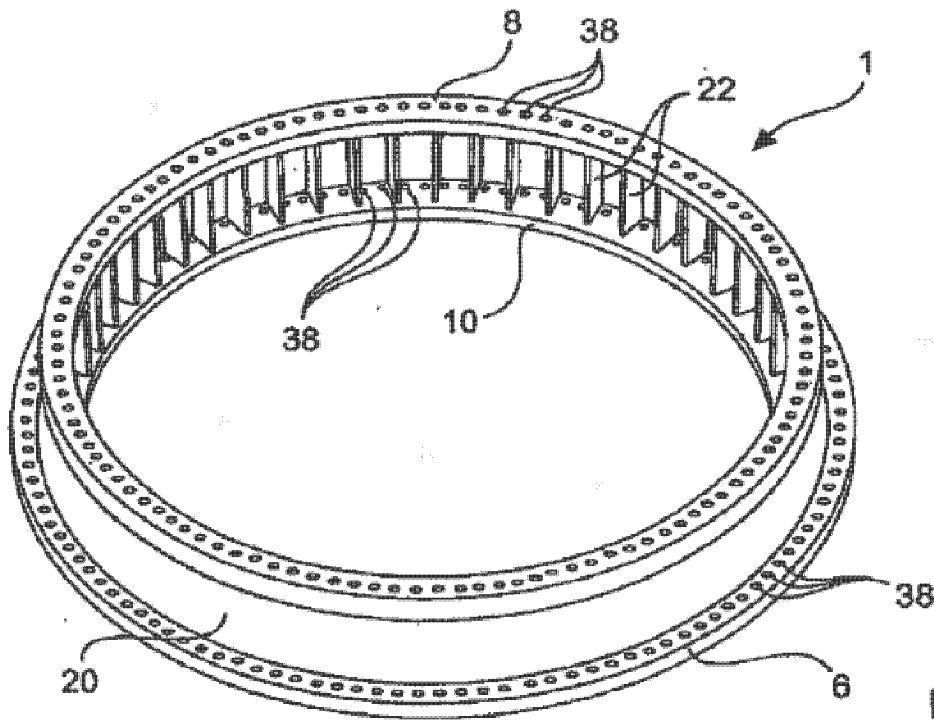


Fig. 3

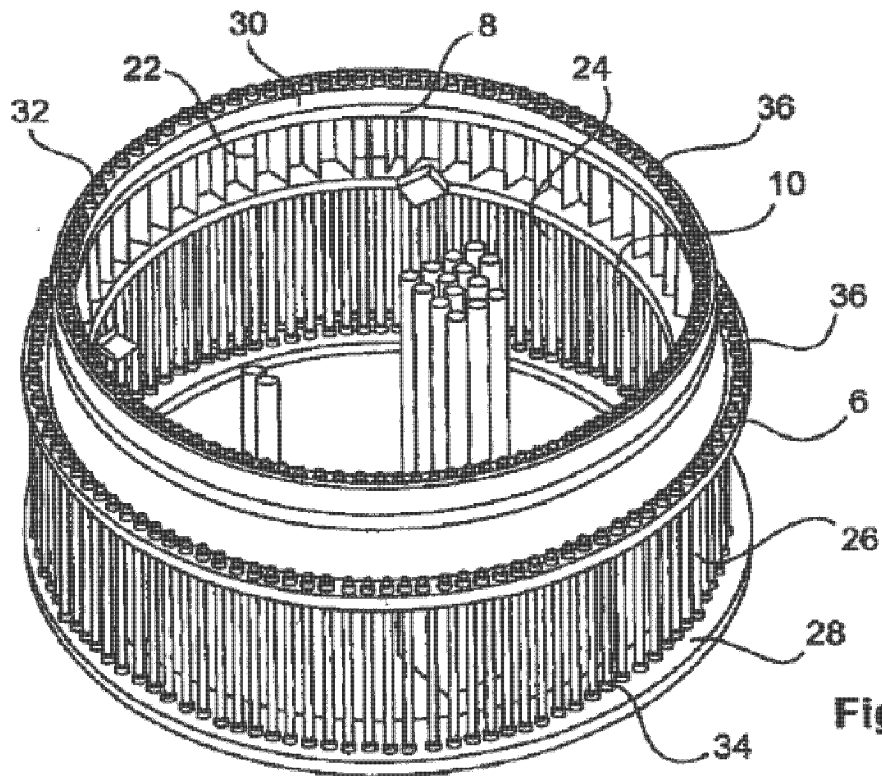


Fig. 4

