

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 861**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

E04H 12/12 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2011 PCT/EP2011/059713**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO2011157659**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2011 E 11728210 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2580409**

54 Título: **Torre de una instalación de energía eólica así como procedimiento para la construcción de una torre de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

04.05.2011 WO PCT/EP2011/057088

26.08.2010 DE 102010039796

14.06.2010 DE 102010030047

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

02.06.2017

73 Titular/es:

MAX BÖGL STIFTUNG & CO. KG (100.0%)

Max-Bögl-Strasse 1

92369 Sengenthal , DE

72 Inventor/es:

BÖGL, STEFAN;

HIERL, MARTIN y

KNITL, JOSEF

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 614 861 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

Torre de una instalación de energía eólica así como procedimiento para la construcción de una torre de una instalación de energía eólica

5 El presente invento se refiere a un procedimiento para la construcción de una torre, en especial de una torre de una instalación de energía eólica, en el que al menos un tramo con forma de tubo de la torre se construye con elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo dispuestos uno encima de otro con dos superficies horizontales de contacto. El invento se refiere, además a una torre, en especial a una torre para una instalación de energía eólica, con al menos un tramo de torre con forma de tubo de hormigón configurado a partir de elementos hormigón prefabricados con forma anular dispuestos uno encima de otro con dos superficie horizontales de contacto.

10 Las torres para instalaciones de energía eólica se construyen con elementos prefabricados de hormigón prefabricados en un taller de elementos terminados. De acuerdo con un procedimiento usual del estado de la técnica se transportan los elementos prefabricados de hormigón después de su fabricación al lugar de montaje y se ensamblan allí por colocación de uno sobre otro para formar una torre, para lo que es preciso, que los elementos prefabricados de hormigón tienen que ser alineados en primer lugar entre sí. Para ello se introduce entre los
15 elementos prefabricados una masilla para compensar las grandes tolerancias de fabricación de los elementos prefabricados de hormigón, que en el caso de piezas grandes como el presente son generalmente de algunos milímetros. Además, es necesaria una masilla en las juntas de los elementos prefabricados, para crear una hermetización de la torre. El inconveniente es en este caso, que la construcción por alineamiento de los elementos así como la introducción y el fraguado de la masilla son costosos y requieren mucho tiempo. Además, la
20 construcción de la torre in situ sólo es posible bajo condiciones meteorológicas favorables.

El documento JP 9 248 745 A describe un procedimiento para la construcción de una torre, respectivamente de un recipiente con elementos prefabricados de hormigón con forma anular dispuestos uno encima de otro con dos superficies horizontales de contacto. Los elementos prefabricados de hormigón son colados en un encofrado, de
25 manera, que la superficie inferior de contacto posee una planicidad suficiente. Sin embargo, la superficie superior de contacto puede dar lugar a un tableteo y a dificultades en la construcción de la torre a causa de su planicidad deficiente. El documento propone por ello colocar los anillos de hormigón con su superficie inferior de contacto sobre una mesa giratoria y reparar la superficie superior de contacto, de manera, que esta también posea a continuación una planicidad suficiente para la aplicación prevista. En este caso no se obtiene necesariamente el paralelismo de las dos superficies de contacto.

30 El documento DE 10 2008 016 828 A1 propone un procedimiento mejorado para la fabricación de elementos prefabricados de hormigón para instalaciones de energía eólica. En él se fabrica el elemento prefabricado de hormigón en un molde de colada con un fondo plano, de manera, que el lado inferior del elemento prefabricado de hormigón puede ser fabricado con una gran exactitud. Sobre el lado superior del elemento prefabricado de hormigón se aplica una capa de resina de epóxido, que después del curado se fresa paralelamente al lado inferior. Es preciso,
35 que el molde de colada sea ya muy preciso para la fabricación del lado inferior plano, de manera, que la construcción del molde es comparativamente costosa. Además, la estación de fresado tiene que ofrecer un alojamiento preparado de manera exacta para el elemento prefabricado de hormigón.

El objeto del presente invento es proponer una torre así como un procedimiento para la fabricación de una torre con elementos prefabricados de hormigón, que de manera sencilla haga posible una construcción rápida de la torre.

40 El problema se soluciona con las características de las reivindicaciones independientes.

En un procedimiento para la construcción de una torre, en especial una torre de una instalación de energía eólica, se construye al menos un tramo de torre con forma de tubo a partir de elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo con dos superficies horizontales de contacto dispuestos uno encima de otro. Los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se fijan después de la colada en una estación de mecanización del taller de
45 fabricación y las dos superficies horizontales de contacto de los elementos prefabricados de hormigón se mecanizan en una posición de fijación de manera paralela y plana por arranque de material. Las superficies horizontales de contacto son mecanizadas en este caso directamente, de manera, que se puede prescindir de la aplicación adicional de una capa de compensación sobre las superficies de contacto. La laboriosa construcción de un molde de colada muy exacto tampoco es necesaria, ya que las superficies horizontales de contacto son mecanizadas exactamente después de finalizar el proceso de colada.
50

Una torre, en especial una torre de una instalación de energía eólica, posee al menos un tramo de hormigón con forma de tubo de la torre formado por elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo con dos superficies horizontales de contacto dispuestos uno encima del otro. Las dos superficies horizontales de contacto de los elementos prefabricados de hormigón son mecanizados según el invento de manera paralela y plana con un error de
55 paralelismo y con un error de planicidad de tan sólo unas pocas décimas de milímetro, con preferencia inferior a 0,2 mm. La configuración de elementos prefabricados de hormigón con tolerancias tan pequeñas hace posible una construcción rápida de la torre por medio de una sencilla superposición de elementos de construcción. Debido a las tolerancias pequeñas ya no son necesarios durante la construcción trabajos de alineamiento y de compensación

5 cualesquiera, siendo únicamente necesario, que se garantice el centrado de los elementos prefabricados de hormigón generalmente con forma de anillo superpuestos. El mantenimiento de tolerancias tan pequeñas en elementos prefabricados de hormigón con un peso de varias toneladas y dimensiones de varios metros es posible de una manera favorable debido a la mecanización de las dos superficie de contacto en una misma posición de fijación.

También es ventajoso, que los elementos prefabricados de hormigón se rectifiquen con un error de paralelismo y un error de planicidad de unas pocas décimas de milímetro, con preferencia inferior a 0,2 mm. Con un procedimiento de rectificado se pueden obtener especialmente bien las exactitudes deseadas, siendo posible alcanzar tolerancias en el margen de 0,1 mm a 0,2 mm.

10 Si se construye una torre con elementos prefabricados de hormigón rectificadas es posible establecer, debido a los errores de paralelismo y de planicidad muy pequeños, sin otras medidas y sin el uso de masillas juntas secas entre dos elementos prefabricados de hormigón superpuestos, que en el estado no afianzado de la torre poseen un ancho inferior a 0,5 mm. Si los elementos prefabricados de hormigón se rectifican de manera especialmente exacta con errores de tan sólo 0,1 mm, el ancho de las juntas es inferior a 0,2 mm en el estado no afianzado. Si a continuación se unen los elementos prefabricados de hormigón de la torre con medios de unión uno con relación al otro y se aplica a la torre un pretensado, se reduce adicionalmente el ancho de las juntas, respectivamente se pueden unir entre sí los elementos prefabricados de hormigón sin juntas.

15 En este caso es especialmente ventajoso, que los elementos prefabricados de hormigón se unan con elementos de fijación exteriores, que se extiendan en el interior de la torre. Con ello se simplifica la fabricación de los elementos prefabricados de hormigón, ya que no es preciso prever tubos envolventes para los medios de fijación. Además, los elementos de fijación quedan accesibles para fines de control y trabajos de mantenimiento.

20 Si las juntas se realizan en seco, es decir sin la aplicación de una masilla de relleno o de una masilla de compensación entre los elementos prefabricados de hormigón a pie de obra, se puede realizar la construcción de la torre de una manera especialmente sencilla y rápida. No es necesaria la hermetización de las juntas debido a la construcción de alta calidad de las superficies de contacto, ya que con la sujeción de los elementos prefabricados de hormigón se pueden eliminar completamente las juntas.

25 Para la construcción de los elementos prefabricados de hormigón con superficies horizontales de contacto exactamente planas y paralelas es ventajoso, que los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo sean girados durante la mecanización alrededor de su eje vertical. Con ello es posible de manera sencilla la mecanización de las superficies horizontales de contacto en la misma posición de fijación. En este caso es especialmente ventajoso, que incluso con un apoyo menos exacto del elemento prefabricado de hormigón se pueden obtener a pesar de ello superficies de contacto paralelas con una gran exactitud.

30 También es ventajoso, que los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se mecanicen en una posición de fijación tumbada sobre una mesa giratoria, es decir en su posición ulterior de montaje. En especial en el caso de elementos prefabricados de hormigón cónicos o con forma de parábola se puede realizar con ello de una manera sencilla la fijación de los elementos prefabricados de hormigón sobre la mesa giratoria.

35 Para la fijación de los elementos prefabricados de hormigón sobre una mesa giratoria poseen estos ventajosamente un dispositivo de fijación. Este hace posible un alojamiento seguro de los elementos prefabricados de hormigón y puede ser colocado en los elementos prefabricados de hormigón o ser formado por una escotadura en el hormigón. Como dispositivos de fijación se pueden encapsular por ejemplo tuercas en las que penetra una consola de acero.

40 Para la fabricación de elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo con un diámetro grande es ventajoso, que los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se compongan antes del rectificado de dos o más segmentos anulares y se afiancen. Los elementos prefabricados de hormigón se unen entre sí con preferencia con tornillos o con bulones. Después del rectificado se descomponen los elementos prefabricados de hormigón nuevamente en segmentos anulares para el transporte a pie de obra. Los segmentos anulares todavía pueden ser transportados sin problemas por carretera debido a su menor tamaño en comparación con los anillos completos.

45 En una torre de elementos prefabricados de hormigón se ensamblan nuevamente los diferentes segmentos anulares por medio de una masilla para formar un elemento prefabricado de hormigón con forma de anillo. Dado que la utilización de masilla se limita a una zona muy pequeña, es a pesar de ello posible, que los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se puedan ensamblar y montar muy rápidamente y de manera resistente a los agentes atmosféricos. Además, los segmentos de hormigón todavía pueden ser sujetados o atornillados entre sí.

50 Si los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se componen de dos o más segmentos anulares, es, además, ventajoso, que también se realicen de manera seca juntas de contacto verticales entre las superficies de contacto de los elementos prefabricados de hormigón con forma de segmentos anulares. Los segmentos anulares son pretensados en este caso en la dirección horizontal con preferencia por medio de elementos de sujeción dispuestos diagonalmente, por ejemplo por medio de tornillos. Sin embargo, la junta también puede ser configurada sin tornillos, siendo mantenida unida la junta vertical exclusivamente por la sujeción vertical del tramo de

torre de hormigón. Los segmentos anulares de un anillo se disponen en el caso de anillos sucesivos girados uno con relación al otro.

5 Para mejorar adicionalmente la hermetización de la torre también puede ser, sin embargo, ventajoso, que se prevea un perfil de hermetización entre las superficies horizontales de contacto de los elementos prefabricados de hormigón. Los elementos prefabricados de hormigón poseen para ello en su superficie horizontal superior de contacto una ranura anular para un perfil de hermetización. La ranura anular es mecanizada durante el rectificado en la misma posición de fijación en la superficie superior de contacto de los elementos prefabricados de hormigón. Con preferencia se realiza la ranura anular con una sierra.

10 De acuerdo con otro desarrollo ventajoso del invento poseen los elementos prefabricados de hormigón en sus superficies de contacto al menos una cavidad, con preferencia al menos un taladro. En este se puede alojar después un elemento para el seguro de la posición y/o de giro, por ejemplo un espárrago de material plástico. Con preferencia se reparten en este caso uniformemente varios taladros sobre el contorno.

Las cavidades, respectivamente los taladros de centrado se mecanizan después del rectificado, con preferencia en la misma posición de fijación, en las dos superficies horizontales de contacto.

15 De acuerdo con un desarrollo ventajoso de invento se miden los elementos prefabricados de hormigón después del rectificado y/o después de la mecanización de la ranura anular y/o de las cavidades con un sistema de medición sin contacto, con preferencia en la misma posición de fijación. Con el agrupamiento de varios pasos de mecanización en una estación de mecanización es posible fabricar los elementos prefabricados de hormigón con una precisión grande sin cambiarlos de posición, haciendo posible la colocación sobre una mesa giratoria de manera favorable la mecanización con varios útiles así como las medición.

20 Otras ventajas del invento se describirán en lo que sigue por medio de los ejemplos de ejecución representados. En el dibujo muestran:

La figura 1, una representación general de una torre según el invento con un tramo de hormigón, un tramo de acero así como con un elemento de adaptación.

25 La figura 2, una representación esquemática de una estación de mecanización y de la mecanización de los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo.

La figura 3, una representación en sección de un elemento de adaptación.

La figura 4, una representación de un elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo para una torre según el invento.

30 La figura 5, una vista en planta esquemática de un elemento prefabricado de hormigón para una torre según el invento.

35 La figura 1 muestra una torre 1, por ejemplo para una instalación de energía eólica, en una vista general en perspectiva. La torre 1 es una construcción híbrida en la que un tramo 2 inferior de la torre con forma de tubo es de hormigón y un tramo 3 superior con forma de tubo de la torre se prevé de acero. La torre 1 posee, además, un tramo 4 de pie, respectivamente una cimentación. En el tramo 3 de acero de la torre están dispuestos de manera en sí conocida una góndola con la maquinaria y un rotor, no representados aquí.

40 El tramo 2 de hormigón de la torre se construye en este caso con elementos 5 prefabricados de hormigón con forma de anillos individuales, que en el presente caso se componen a su vez de dos segmentos 6, como se desprende de la figura 4. Con ello también es posible construir de manera favorable con el método de elementos prefabricados torres muy altas, que en la zona del pie poseen un diámetro muy grande, ya que las diferentes piezas prefabricadas pueden ser transportadas sin problemas. El tramo 3 de acero de la torre puede ser prefabricado en una pieza y ser llevado al lugar de montaje o también se puede componer de varias piezas, que se ensamblan en un punto de fabricación. Para la unión sencilla y flexible del tramo 2 de hormigón de la torre y el tramo 3 de acero de la torre se prevé un elemento 7 de adaptación.

45 Los elementos 5 prefabricados de hormigón del tramo 2 de hormigón de la torre se superponen durante el montaje del tramo 2 de la torre en seco y se sujetan mutuamente. Los elementos 5 prefabricados de hormigón (véase la figura 4), que se componen cada uno en el presente caso de dos segmentos 6 anulares, poseen cada uno una superficie 21 horizontal de contacto superior y otra inferior.

50 La figura 2 muestra una estación 27 de mecanización, en la que en un taller de fabricación se repasan con arranque de material los elementos 5 prefabricados de hormigón colados y fraguados. La estación de mecanización posee una mesa 29 giratoria sobre la que se fijan los elementos 5 prefabricados de hormigón. La mecanización se realiza en el presente caso con una máquina 33 de rectificado con pie móvil, que se posiciona junto a una mesa 29 giratoria y que puede ser ajustada en las tres dimensiones del espacio. Por lo tanto, la cabeza 34 de rectificado puedes ser asentada tanto en la superficie 21 superior de contacto, como en la inferior sin que sea necesario un nuevo

posicionado del elemento 5 prefabricado de hormigón. La mesa 29 giratoria dispone de un accionamiento, de manera, que los elementos 5 prefabricados de hormigón pueden ser girados durante mecanización alrededor de su eje 28 vertical. Con ello es posible mecanizar en una sola posición de fijación las dos superficies 21 horizontales de contacto de manera exactamente plana y paralela entre sí.

- 5 El elemento 5 prefabricado de hormigón posee en el presente caso dispositivos 35 de fijación para la sujeción a la mesa 29 giratoria. Según sea la ejecución del alojamiento de la mesa 29 giratoria también es, sin embargo, posible, que en especial los elementos 5 prefabricados de hormigón cónicos sean colocados únicamente sobre un alojamiento configurado correspondientemente.

- 10 Debido a los pasos del procedimiento de colada del elemento 5 prefabricado de hormigón y a la obtención de las superficies 21 de contacto exactamente horizontales no es posible, que los errores, respectivamente las tolerancias del proceso de colada influyan en la configuración de las superficies 21 de contacto. Debido a que las dos superficies 21 horizontales de contacto se crean en un paso de fabricación y en la misma posición de fijación por mecanizado del elemento 5 prefabricado de hormigón, no es, además, necesario el laborioso posicionado del elemento 5 prefabricado de hormigón en la estación de mecanización, ya que el paralelismo entre las superficie 21 de contacto superior e inferior es garantizado en cualquier caso. Incluso los errores angulares de la fijación no influyen en la construcción de la torre 1 y en la configuración de las juntas, ya que incluso con una fijación oblicua del elemento 5 prefabricado de hormigón puede ser garantizado el paralelismo de las dos superficies 21 de contacto.

- 15 Debido a la mecanización con una máquina 33 de rectificado con pie móvil se pueden rectificar los elementos 5 prefabricados de hormigón con una exactitud hasta de 0,1 mm a 0,2 mm, de manera, que se obtienen errores mínimos desde el punto de vista de la planicidad y del paralelismo. Debido a la mecanización con gran exactitud de los elementos 5 prefabricados de hormigón por medio de un rectificado, el ancho de las juntas 32 entre los elementos 5 prefabricados de hormigón dispuestos uno encima de otro es inferior a 0,5 mm, con preferencia de tan sólo 0,2 mm. La torre 1 puede ser construida in situ sin laboriosas operaciones de ajuste y sin la necesidad de una masilla de compensación entre los diferentes elementos 5 prefabricados de hormigón por medio de una sencilla superposición de los elementos 5 prefabricados de hormigón. Una vez alcanzada la altura deseada de la torre se sujetan los elementos 5 prefabricados de hormigón dispuestos uno encima de otro con elementos de sujeción, de manera, que el ancho de las juntas es reducido adicionalmente. Por ello tampoco son necesarias, debido a la configuración mínima y exacta de las juntas, medidas para la hermetización de la torre 1. Sin embargo, para garantizar en cualquier caso la hermeticidad de la torre se puede prever un perfil 31 de hermetización (véase la figura 5) entre los diferentes elementos 5 prefabricados de hormigón.

- 20 Como se representa, además en la figura 4, los elementos 5, 6 prefabricados de hormigón pueden poseer en sus superficies 21 de contacto una o varias cavidades 24, en el presente caso taladros. En ellos se puede alojar un espárrago, por ejemplo de material plástico (no representado), que penetre en el elemento 5, 6 prefabricado de hormigón situado encima, de manera, que se impide un desplazamiento horizontal o un giro de los elementos 5, 6 prefabricados de hormigón. En lugar de un espárrago de material plástico también se puede utilizar otro elemento de los materiales más variados para el seguro de la posición o contra giro. Se puede obtener una fijación espacialmente buena de los diferentes elementos 5, 6 prefabricados de hormigón, cuando como se representa en el presente caso, se disponen varias cavidades 24 de manera repartida en el con torno de los elementos 5, 6 prefabricados de hormigón.

- 35 La figura 5 muestra un elemento 5 prefabricado de hormigón, que, además de las cavidades 24, posee una ranura 30 anular para un perfil 31 de hermetización. Con ello se facilita la superposición in situ de los diferentes elementos 5 prefabricados de hormigón. El perfil 31 de hermetización puede ser alojado y fijado en la ranura 30 anular en el taller de fabricación. Con ello se favorece adicionalmente el rápido montaje in situ de la torre 1.

- 40 Es especialmente ventajoso, que las cavidades 24, la ranura 30 anular y eventualmente otras mecanizaciones también se pueden realizar en la misma posición de fijación, pudiendo fabricar con ello elementos 5 prefabricados de hormigón con una gran exactitud. Debido a que todos los pasos de mecanización pueden ser realizados después de la colada en una sola estación 27 de mecanización, es posible fabricar los elementos 5 prefabricados de hormigón de una manera muy racional con gran exactitud a pesar de su ejecución. Como se desprende, además, de la figura 2 la estación 27 de mecanización comprende un sistema 36 de medición sin contacto, de manera, que los elementos 50 prefabricados de hormigón defectuosos ya pueden ser separados en el taller de fabricación.

- Si los elementos 5 prefabricados de hormigón con forma de anillo se componen de dos o más segmentos 6 anulares, como se representa en la figura 1 o en la figura 4, se ensamblan estos antes del proceso de rectificado para formar elementos anulares terminados y se mecanizan igual que estos. Después del rectificado de las superficies 21 de contacto y de otros pasos de mecanización eventuales se separan nuevamente entre sí los segmentos 6 anulares para obtener un tamaño admisible para el transporte por carretera.

- 55 Las juntas 23 de contacto verticales entre los diferentes segmentos 6 anulares se sellan finalmente a pie de otra sobre el suelo, de manera, que se obtengan elementos 5 prefabricados de hormigón con forma anular resistentes. Dado que sólo es preciso sellar una zona muy pequeña no se producen por ello retardos en el montaje de la torre. En caso necesario también es posible realizar las juntas 23 de contacto verticales de manera seca.

Para fijar los diferentes segmentos 6 anulares entre sí se pueden prever en las zonas de las juntas 23 de contacto verticales uniones roscadas (no representado) dispuestas diagonalmente. Sin embargo la fijación de los segmentos 6 anulares entre sí también puede ser obtenida sólo con la fuerza de pretensado de los elementos 13 de sujeción así como con un desplazamiento de los diferentes segmentos 6 anulares en cada anillo 5. Las juntas 23 de contacto verticales del anillo 5 siguiente están giradas en el presente caso 90° (véase la figura 1).

La figura 3 muestra en una representación en sección una ejecución de un elemento 7 de adaptación. El elemento 7 de adaptación comprende un elemento 8 interior de hormigón con forma anular y un elemento 9 exterior de acero con forma anular, que en su extremo superior en la posición montada posee una brida 9a con forma anular orientada hacia dentro. Es especialmente ventajoso, que, como se representa aquí, el elemento 9 de acero se configure esencialmente con forma de U en sección transversal, de modo, que rodee la parte superior del elemento 8 de hormigón. Con ello se puede establecer una unión especialmente buena entre el elemento 8 de hormigón y el elemento 9 de acero y crear una buena capacidad de carga del elemento 8 de hormigón.

Como se desprende, además de la figura 3, está recibida en el elemento 8 de hormigón del elemento 7 de adaptación una pluralidad de espárragos 11 de anclaje orientados verticalmente en el presente caso. Los espárragos 11 de anclaje pasan en el presente caso a través de taladros 10 correspondientes de la brida 9a y sobresalen de la superficie 14 superior del elemento de adaptación. Durante el montaje ulterior de la torre 1 sólo es necesario, que el tramo 3 de acero de la torre, que en la zona de su pie posee una brida 16 de fijación con una gran cantidad de taladros 17 de fijación repartidos sobre el contorno, se coloque sobre los espárragos de anclaje, pudiendo ser fijado después. Los espárragos 11 de anclaje pueden estar provistos de un medio de separación, de manera, que no se unan directamente con el elemento 8 de hormigón y puedan ser desmontados nuevamente. Con ello es posible el desmontaje posterior de la torre 1 o la sustitución de los espárragos 11 de anclaje durante el mantenimiento. Igualmente es posible recibir los espárragos 11 de anclaje en un tubo envolvente para hacer posible el desmontaje o la sustitución.

Como se desprende, además, de la figura 3, la brida 9a del elemento 7 de adaptación posee una gran cantidad de orificios 12 para la fijación de elementos 13 de sujeción. Además, en el elemento 8 de hormigón del elemento 7 de adaptación están recibidos tubos 19, de manera, que posteriormente se pueda realizar de modo favorable la sujeción de los elementos 6 prefabricados de hormigón. Los elementos 13 de sujeción se pasan para ello a través de los tubos 19 en el elemento 8 de hormigón y los orificios 12 en la brida 9a y se fijan al lado 14 superior de la brida 9a. En el presente caso se fijan los elementos 13 de sujeción directamente sobre la brida 9a sin placa de anclaje. Únicamente con una colocación oblicua de los elementos 13 de sujeción se coloca debajo, como se representa aquí, una placa 20. Con la configuración según el invento de la brida 9a, que está unida de modo especialmente buena con el elemento 8 de hormigón, puede asumir este al mismo tiempo la función de una placa distribuidora de la carga.

El elemento 7 de adaptación posee en su extremo inferior en el estado montado un receso 21, de manera, que los elementos de sujeción sólo se guían en la zona del elemento 7 de adaptación en el interior de la pared de la torre 1 y se extienden por lo demás en el interior de la torre exteriormente a la pared hasta el tramo 4 de pie de la torre 1, donde se anclan igualmente. Para conducción de los elementos 13 de sujeción también se puede prever sin embargo, que estos se fijen o al menos se guíen con determinadas separaciones a lo largo de la altura de la torre por medio de elementos de fijación o de elementos de guía adecuados. Como es obvio, en lugar de la sujeción con elementos 13 de sujeción exteriores representada aquí también se puede ejercer el pretensado sobre el tramo 2 de hormigón de la torre por medio de elementos 13 de sujeción situados en la sección transversal del hormigón.

El invento no está limitado a los ejemplos de ejecución representados. Las modificaciones y las combinaciones también caen bajo el invento.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la construcción de una torre (1), en especial una torre (1) de una instalación de energía eólica, en el que se fabrica al menos un tramo (2) de torre con forma de tubo con elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo con dos superficies (21) horizontales de contacto, caracterizado porque los elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo se fijan después de la colada en el taller de fabricación en una estación (27) de mecanización y las dos superficies (21) horizontales de contacto de los elementos (5) prefabricados de hormigón se mecanizan con arranque de material de manera plana y paralela en la misma posición de fijación y sin una nueva posición de fijación.
2. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque los elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo son girados durante la mecanización alrededor de su eje (28) vertical y de manera preferente se mecanizan sobre una mesa (29) giratoria en su ulterior posición de montaje.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las superficies (21) horizontales de contacto de los elementos prefabricados de hormigón con forma de anillo se rectifican con un error de paralelismo y un error de planicidad inferior a 0,2 mm.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo se ensamblan y aseguran antes del rectificado a partir de dos o más segmentos (6) anulares, con preferencia se unen entre sí con tornillos o espárragos, se descomponen después del rectificado nuevamente en segmentos circulares para el transporte hacia el lugar de instalación y los segmentos circulares se ensamblan nuevamente en el lugar de instalación para formar nuevamente elementos de hormigón prefabricados con forma de anillo y se unen entre sí por medio de una masilla y/o se atornillan.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque después del rectificado en la misma posición de fijación se mecaniza en la superficie (21) horizontal superior de contacto de los elementos (5) prefabricados de hormigón una ranura (30) anular para un perfil (31) de hermetización y/o se mecanizan cavidades (24), con preferencia taladros de centrado, en las dos superficies (21) horizontales de contacto.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque después del rectificado y/o después de la mecanización de la ranura (30) anular y/o de las cavidades (24) se miden los elementos (5) prefabricados de hormigón con un sistema de medición sin contacto, con preferencia en la misma posición de fijación.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en el lugar de instalación se superponen los elementos (5) prefabricados de hormigón y por medio de elementos de sujeción externos se sujetan en seco uno con relación cal otro.
8. Torre (1), en especial para una instalación de energía eólica, con al menos un tramo (2) de torre de hormigón configurado con elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo dispuestos uno encima de otro con dos superficies (21) horizontales de contacto, poseyendo las dos superficies (21) horizontales de contacto de los elementos (5) prefabricados de hormigón un error de paralelismo y un error de planicidad de unas pocas décimas de milímetro, caracterizado porque las dos superficies (21) horizontales de contacto de los elementos prefabricados de hormigón se mecanizan con arranque de material de manera plana y paralela y que los elementos (5) prefabricados de hormigón poseen un dispositivo de fijación encapsulado o formado por una cavidad en el hormigón.
9. Torre según la reivindicación precedente, caracterizada porque una junta (32) entre dos elementos (5) prefabricados de hormigón dispuestos uno encima del otro poseen en el estado no sujetado de la torre (1) un ancho inferior a 0,5 mm, con preferencia inferior a 0,2 mm y porque las juntas (32) entre dos elementos (5) prefabricados de hormigón dispuestos uno encima de otro se realizan con preferencia en seco.
10. Torre según una de las dos reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo están mecanizados con un error de paralelismo y un error de planicidad inferior a 0,2 mm.
11. Torre según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizada porque los elementos (5) prefabricados de hormigón poseen en su superficie (21) superior horizontal de contacto una ranura (30) anular para un perfil (31) de hermetización.
12. Torre según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada porque los elementos (5) prefabricados de hormigón poseen en sus superficies (21) horizontales de contacto al menos una cavidad (24), con preferencia al menos un taladro de centrado, en el que se puede alojar un elemento para el seguro de la posición y/o de giro, en especial un espárrago de material plástico.
13. Torre según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizada porque una junta (22) horizontal de contacto entre los elementos (5) prefabricados de hormigón se hermetiza por medio de un perfil (31) de hermetización.

14. Torre según una de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizada porque los elementos (5) prefabricados de hormigón con forma de anillo se componen de dos o más segmentos (6) anulares.

15. Torre según una de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizada porque los segmentos (6) anulares son pretensados en la dirección horizontal por medio de elementos de sujeción, con preferencia tornillos dispuestos diagonalmente.

5

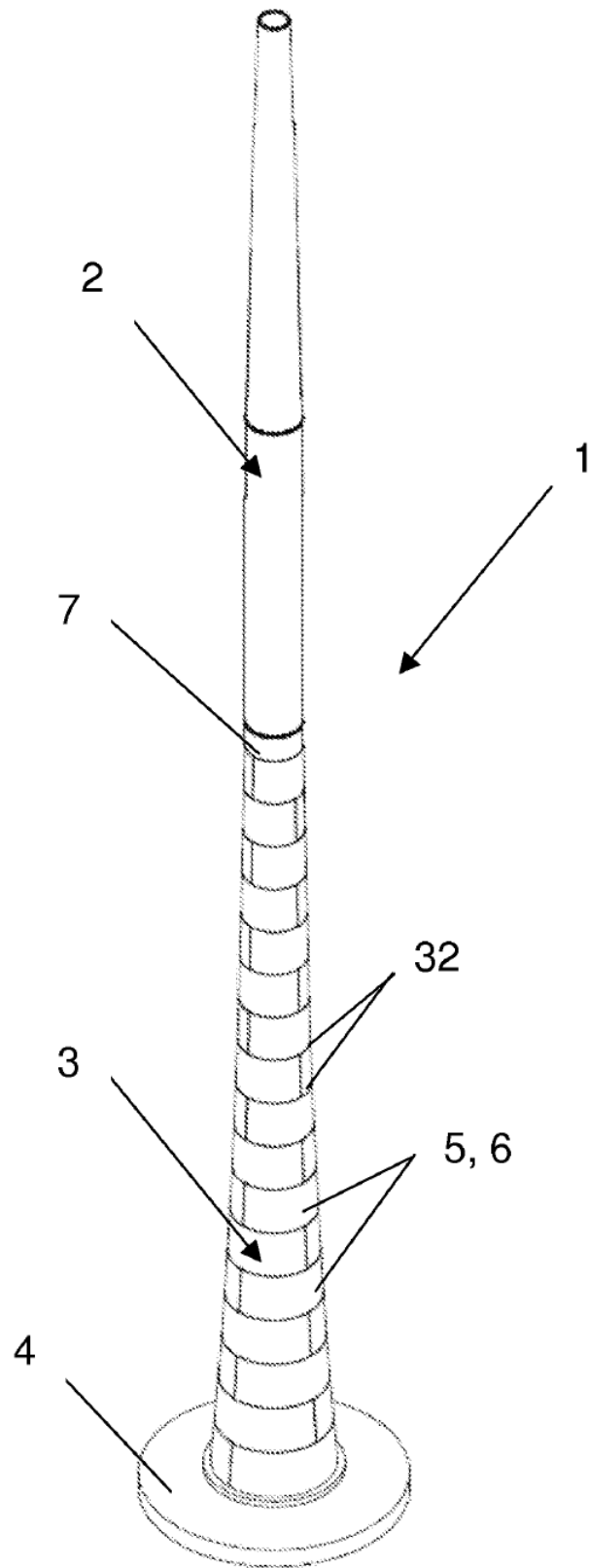


Fig. 1

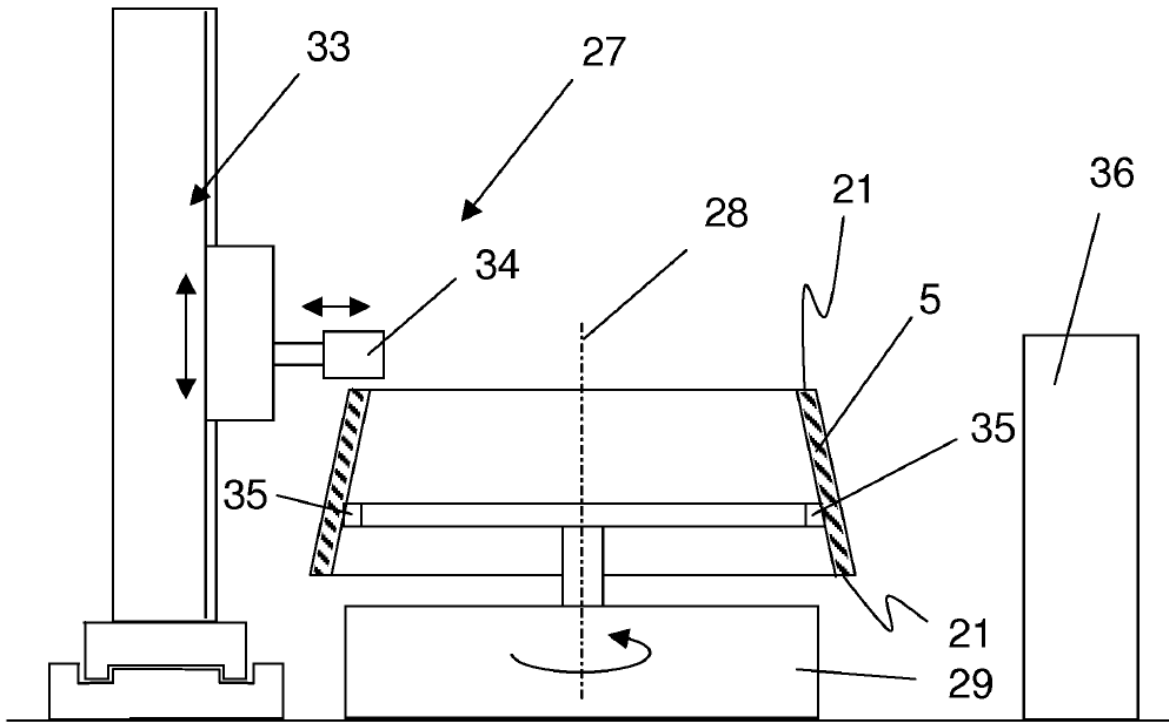


Fig. 2

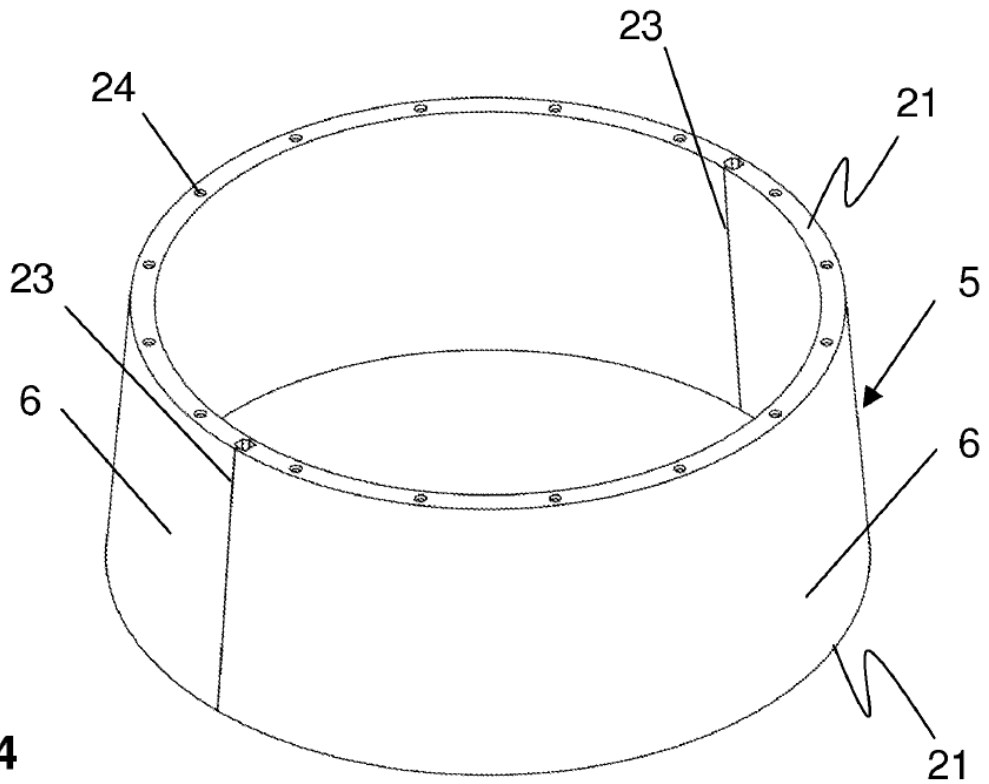


Fig. 4

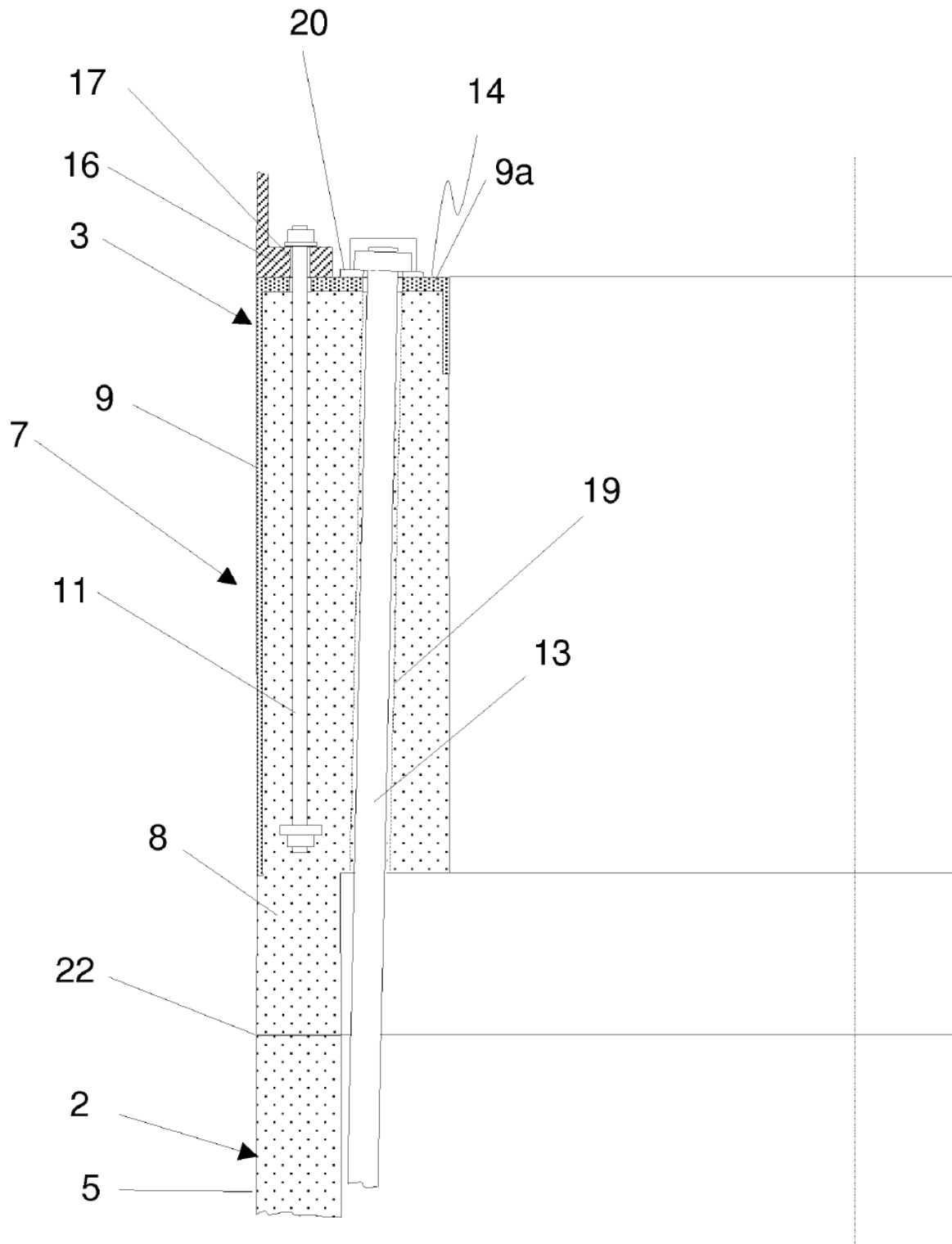


Fig. 3

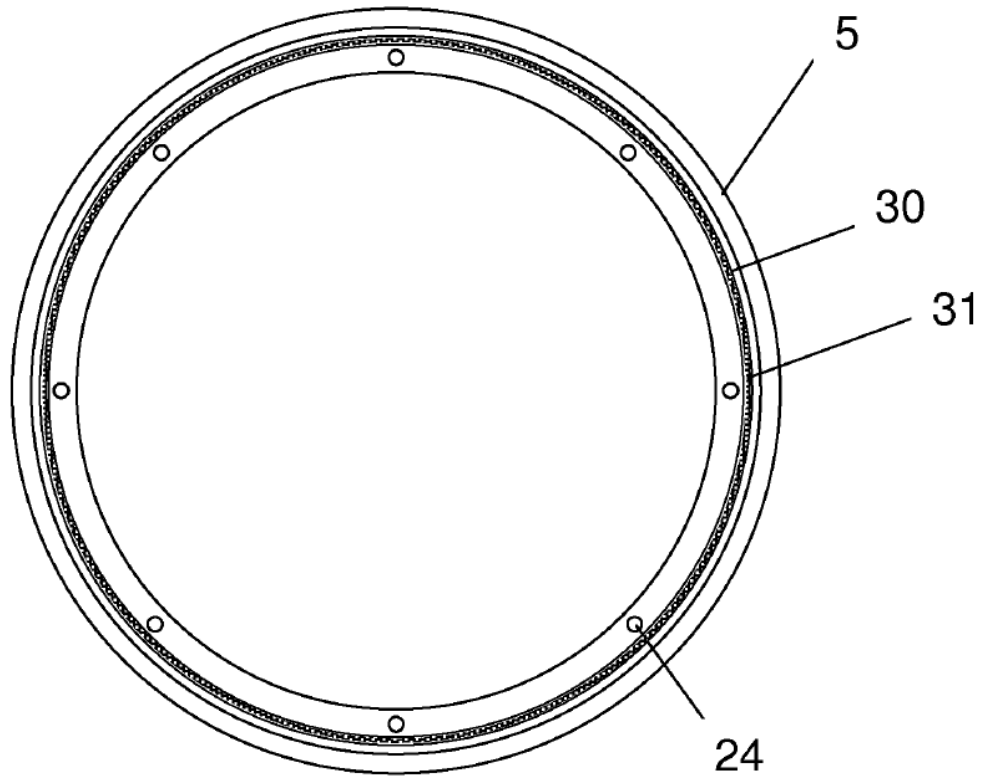


Fig. 5