

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 922**

51 Int. Cl.:

**E04H 12/08** (2006.01)

**F03D 13/20** (2006.01)

**E04H 12/12** (2006.01)

**E04H 12/16** (2006.01)

**E04H 12/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2014 PCT/EP2014/075541**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15090861**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2014 E 14806216 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3092357**

54 Título: **Disposición con una cimentación de hormigón y una torre y procedimiento para erigir una torre**

30 Prioridad:

**18.12.2013 DE 102013226536**

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

**12.11.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**COORDES, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 792 922 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

Disposición con una cimentación de hormigón y una torre y procedimiento para erigir una torre

- 5 La invención se refiere a una disposición con una cimentación de hormigón y una torre para portar una góndola de una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento para erigir de una torre de una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 13, así como una instalación de energía eólica que comprende una disposición según la reivindicación 14.
- 10 Las disposiciones con una cimentación de hormigón y una torre para una instalación de energía eólica se conocen básicamente por el estado de la técnica. Típicamente está prevista una cimentación de hormigón, sobre la que se disponen y conectan varios segmentos de torre, donde los segmentos de torre prefabricados habitualmente como anillos o segmentos anulares, se transportan a la obra y allí se conectan entre sí. Por ejemplo, se conoce arriostrar los segmentos de torre de hormigón individuales o atornillar los segmentos de torre de acero. En este caso se ha
- 15 mostrado que hay una necesidad muy elevada de medios de conexión, lo que conduce no solo a un uso de material elevado, sino que también es desfavorable desde el punto de vista estático.

Por tanto, sería deseable proporcionar una disposición con una cimentación de hormigón y una torre para una instalación de energía eólica, donde para la torre solo se usa un pequeño número de segmentos de torre y medios

20 tensores y la torre presenta simultáneamente buenas propiedades estáticas.

Por el estado de la técnica se conocen distintas soluciones para disposiciones de soporte o de torre para las instalaciones de energía eólica.

- 25 Por ejemplo, por el documento DE 10 2011 090 194 A1 se conoce una estructura en forma de torre con varios elementos de hormigón y un mástil de acero. Los varios elementos de hormigón se disponen unos sobre otros sobre una cimentación y se conectan, donde los elementos de hormigón inferiores se arriostran en primer lugar y a continuación se dispone el mástil de acero con la ayuda de tornillos sobre los elementos de hormigón arriostrados.
- 30 Por el documento DE 10 2010 015 075 A1 se conoce una torre de instalación de energía eólica, que se compone de una pluralidad de segmentos de torre de hormigón dispuestos unos sobre otros.

La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado los siguientes documentos: WO 2011/058158 A1, DE 102 30 273 B3, WO 2008/000265 A1, JP 2005180082A, WO 2010/006659 A1, EP 1262614 A2, JP 2009019550A y KR

35 1020120077650A.

El documento EP 1 262 614 A2 describe una disposición según el tipo mencionado al inicio, a saber, una construcción de torre de hormigón pretensado con una cimentación, al menos una pared de torre erigida sobre la cimentación con sección transversal anular y una cavidad interior, rodeada por ella y una corona de torre colocada sobre la pared de

40 torre, que puede estar formada por hormigón o acero. La corona de torre puede servir también como segmento adaptador, en el que se puede fijar un mástil de acero adicional. Además, la corona puede estar configurada como mástil de acero.

En la corona de torre sobre su circunferencia están dispuestos de forma distribuida una pluralidad de elementos de

45 apoyo superiores, en los que están anclados los órganos tensores. Los órganos tensores se extienden del elemento de apoyo superior en la corona de torre a lo largo del lado interior de la pared de torre hasta un así denominado sótano de tensado en la cimentación. Aquí están dispuestos una pluralidad de elementos de apoyo inferiores.

El documento DE 102 30 273 B3 describe la conexión de dos partes de una torre tubular de una instalación de energía

50 eólica. La parte inferior de la torre está hecha de hormigón pretensado y la parte superior de acero. La parte superior de acero, una pieza de conexión y la parte inferior de hormigón pretensado están configuradas en forma tubular. La pieza de conexión está provista de una brida, que forma una T con la pared. En el un lado de la brida, la pieza de conexión se conecta con la brida de la parte de acero superior mediante tornillos. En el otro lado de la brida referido a la pared se introducen las fuerzas de pretensado mediante miembros tensores, que se guían fuera de la pieza de

55 conexión en la pared de la parte de hormigón pretensado de la torre. Los miembros tensores se distribuyen horizontalmente a distancias iguales sobre la brida anular.

No obstante, en las soluciones conocidas por el estado de la técnica se usan un gran número de segmentos de torre y medios tensores, lo que conduce a elevados gastos y coste de material.

60 En este punto comienza la invención cuyo objeto es poner a disposición una disposición mejorada con una cimentación de hormigón y una torre para una instalación de energía eólica, que está mejorada con vistas al estado de la técnica,

pero al menos está dirigida a uno de los problemas arriba mencionados. En particular, el objetivo de la invención es proporcionar una disposición con una cimentación de hormigón y una torre para una instalación de energía eólica, así como un procedimiento para erigir una torre para una instalación de energía, en la que / el que se necesiten un pequeño número de segmentos de torre y elementos de conexión entre la cimentación y los segmentos de torre, donde la torre  
 5 presenta simultáneamente propiedades estáticas suficientemente buenas, a fin de portar una góndola de una instalación de energía eólica. Además, pero al menos el objeto de la invención es proponer una alternativa para una solución conocida por el estado de la técnica.

Este objeto se consigue según la invención con la disposición según la reivindicación 1 y un procedimiento para erigir  
 10 una torre según la reivindicación 13, así como una instalación de energía eólica según la reivindicación 14.

A este respecto, la invención comprende la idea de una disposición con una cimentación de hormigón y una torre para portar una góndola de una instalación de energía eólica, donde la torre comprende un número de segmentos de torre, que están dispuestos a lo largo de un eje de torre, y al menos un segmento de torre más superior comprende una  
 15 brida superior y una brida inferior, donde un segmento de torre más superior del número de segmentos de torre está formado como un elemento de acero; y un número de torones tensores o de tracción arriostra la cimentación de hormigón con la brida superior del segmento de torre más superior bajo tensión a tracción.

Además, la invención comprende la idea de un procedimiento para erigir una torre para portar una góndola de una  
 20 instalación de energía eólica, donde el procedimiento comprende las siguientes etapas, a saber una colocación de un primer segmento de un número de segmentos de torre sobre una cimentación de hormigón; conexión de la cimentación de hormigón y del primer segmento de torre por medio de medios de conexión separables; arriostrado de la cimentación de hormigón con un segmento de torre más superior del número de segmentos de torre por medio de un número de torones tensores o de tracción, donde los torones tensores o de tracción conectan la cimentación de  
 25 hormigón y la brida superior de la cimentación de torre más superior, y el segmento de torre más superior está formado como un elemento de acero.

Además, la invención comprende una instalación de energía eólica con una torre, una cimentación de hormigón y una góndola, donde en la góndola está dispuesto un rotor con tres palas de rotor, y el rotor realiza un movimiento de giro  
 30 durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica debido al viento y acciona un generador, donde la torre y la cimentación de hormigón forman una disposición según la invención.

El concepto de la invención se describe a continuación a modo de ejemplo, sin restringir esta a este respecto. La invención se refiere a una disposición, en particular una disposición de soporte hueca, cilíndrica y/o cónica, de tipo  
 35 torre con un número  $i$  de segmentos de torre, donde  $i$  puede adoptar los valores numéricos 1, 2, ...,  $n$ . A este respecto, los segmentos de torre, en particular el segmento de torre más superior, está arriostrado con una cimentación de hormigón de la disposición por medio de torones tensores o de tracción, donde el segmento de torre más superior es un elemento de acero y los torones tensores o de tracción conectan una brida en el extremo superior del segmento de torre con la cimentación de hormigón. Al contrario, a los segmentos de torre atornillados convencionalmente, en la  
 40 disposición según la invención se necesitan claramente menos medios de fijación o conexión, lo que conduce a un uso de material menor y por consiguiente a una ventaja respecto a los costes. Además, se ha reconocido que con la invención es posible proporcionar una disposición que presenta buenas propiedades estáticas, aunque un arriostramiento de este tipo también genera una carga adicional en la torre.

45 Básicamente se puede arriostrar un número de uno a varios segmentos de torre.

Preferentemente, una configuración prevé que la disposición, en particular el número de segmentos de torre, comprenda exclusivamente un único segmento de torre que está dispuesto con la brida inferior sobre la cimentación de hormigón. Para la formación de la torre, en esta realización se usa solo un único segmento de torre ( $i = 1$ ), que  
 50 entonces forma al mismo tiempo el segmento de torre (de acero) más superior y más inferior, que entonces está arriostrado con la cimentación a través de torones tensores o de tracción. Según la invención, en esta realización la torre se puede formar exclusivamente por un único segmento de torre de acero, de modo que la torre está hecha exclusivamente de acero (torre de acero), donde aquí al menos el único segmento de torre de acero está arriostrado con la cimentación de hormigón a través de torones tensores o de tracción. Bajo el segmento de torre se entiende un  
 55 anillo o segmento anular cilíndrico y/o cónico, que se dispone a lo largo del eje de torre para la formación de la torre. La góndola de la instalación de energía eólica no se entiende en cuestión expresamente como segmento de torre.

En una configuración conveniente puede estar previsto que la disposición comprenda varios segmentos de torre, que están dispuestos unos sobre otros sobre la cimentación de hormigón a lo largo del eje de torre. En esta realización, la  
 60 disposición comprende en conjunto un número  $i$  de segmentos de torre, donde  $i$  es  $i \geq 2$ . Preferentemente, la torre se forma por medio de dos, tres, cuatro o cinco segmentos de torre, donde entonces respectivamente el segmento de torre más superior en la dirección del eje de torre es un segmento de acero, que está arriostrado con la cimentación

de hormigón a través de los torones tensores o de tracción. Según la invención, la torre también se puede formar por varios segmentos de torre de acero, de modo que la torre esté hecha exclusivamente de acero (torre de acero), donde aquí al menos el segmento de torre de acero más superior está arriostrado con la cimentación de hormigón a través de torones tensores o de tracción. Bajo segmentos de torre se entienden anillos o segmentos anulares cilíndricos o cónicos, que se disponen unos sobre otros a lo largo del eje de torre para formar la torre. La góndola de la instalación de energía eólica no se entiende en cuestión expresamente como segmento de torre.

Esta y otras realizaciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes y precisan tanto la disposición, como también el procedimiento para la fabricación de una torre y para la fabricación de una instalación de energía eólica. En particular, perfeccionamientos preferidos son objeto de las reivindicaciones dependientes e indican en detalle posibilidades ventajosas, tal y como se puede implementar o configurar la disposición / el procedimiento explicados arriba en el marco del planteamiento del objeto, así como con vistas a otras ventajas.

Un perfeccionamiento preferido prevé que diez, preferentemente siete y todavía más preferentemente cinco torones tensores o de tracción arriostren la cimentación de hormigón con la brida superior del segmento de torre más superior bajo tensión a tracción y los respectivos torones tensores o de tracción estén distribuidos a distancias equidistantes entre sí. Al contrario, a los segmentos de torre convencionales, que están atomillados, es decir, en lugar de típicamente 150 tornillos, se necesitan claramente menos torones tensores o de tracción, es decir, un número de uno o dos dígitos de torones tensores o de tracción, a fin de arriostrar la torre. Los varios torones tensores o de tracción se distribuyen a este respecto de forma circunferencial a distancias equidistantes entre sí en la torre, de modo que se distribuye la carga de forma uniforme sobre el número respectivo de torones tensores o de tracción.

En una configuración ventajosa puede estar previsto que la brida superior y/o la brida inferior de al menos uno de los segmentos de torre comprenda orificios. En esta realización está previsto que los torones tensores o de tracción se guíen y arriostren a través de los orificios en la brida superior o inferior de los segmentos de torre. En de nuevo otra forma de configuración, por ejemplo, cuando la torre está formada por medio de varios segmentos de torre, también puede estar previsto que los torones tensores o de tracción solo se guíen a través de determinados orificios de los respectivos segmentos de torre, por ejemplo, solo a través de los orificios de la brida inferior del segmento de torre más inferior y los orificios en la brida superior del segmento de torre más superior. Los torones tensores o de tracción pasan por delante de los otros de los otros segmentos de torre. Entonces también puede estar previsto que solo el segmento de torre más superior y el más inferior presenten orificios de guiado semejantes. Sin limitación también pueden estar previstas otras combinaciones.

Un perfeccionamiento preferido prevé que el diámetro al menos de uno de los segmentos de torre se reduzca hacia arriba a lo largo del eje de torre, donde al menos una parte del lado exterior del segmento de torre forma un ángulo entre un grado (1°) y diez grados (10°) con el eje de torre. En este caso está previsto de manera especial, que la torre, en particular un segmento de torre, se estreche hacia arriba en dirección vertical a lo largo del eje de torre. Preferentemente, el lado exterior de un segmento de torre forma un ángulo de cinco grados (5°) y todavía más preferentemente un ángulo en el rango entre uno y dos grados (1° a 2°) con el eje de torre. En este caso puede estar previsto que un segmento de torre presente en primer lugar una sección cilíndrica y a continuación una sección cónica (doblada), donde a continuación solo la superficie de la sección de segmento de torre cónica forme uno de los ángulos mencionados arriba con el eje de torre. Asimismo, puede estar previsto, en particular cuando la torre esté formada con varios segmentos de torre, que los segmentos de torre individuales presenten distintos ángulos, por ejemplo, un segmento de torre más inferior un ángulo de cinco grados (5°) y el segmento de torre dispuesto por encima a lo largo del eje de torre un ángulo de dos grados (2°), de modo que esté presente un estrechamiento escalonado de la torre.

Una variante no perteneciente a la invención puede prever que al menos uno del número de los segmentos de torre, en particular el segmento de torre más inferior, que está dispuesto adyacente a la cimentación de hormigón, sea un segmento de hormigón. Esta realización es una así denominada torre híbrida, en la que por ejemplo un segmento de torre más inferior o varios segmentos de torre más inferiores está(n) configurado(s) como segmento(s) de hormigón y el segmento de torre más superior o varios segmentos de torre más superiores como un(os) segmento(s) de torre de acero, y el elemento de acero más superior, en particular la brida superior del elemento de acero más superior, está arriostrada con la cimentación de hormigón a través de varios torones tensores o de tracción.

Preferentemente, una configuración prevé que al menos la brida superior y/o la brida inferior del segmento de torre más superior estén formadas en forma de L o en forma de T. En este caso, de manera especial está previsto configurar la brida superior del segmento de torre más superior y/o la brida inferior del segmento de torre más inferior en forma de L o en forma de T, de modo que sea posible prever escotaduras, en particular orificios, a través de los que se pueden guiar los torones tensores o de tracción, en la sección horizontal de la brida. Alternativa o complementariamente los otros segmentos de torre -si están presentes- también pueden presentar bridas superiores y/o inferiores en forma de L. También puede estar previsto que algunos de los varios segmentos de torre, en particular los segmentos de torre de hormigón, en este caso no presenten bridas en forma de L y a este respecto estén

conectados con los segmentos de torre que presentan de nuevo bridas en forma de L.

Una realización preferida se refiere a una disposición, en la que la cimentación de hormigón y el segmento de torre más inferior y/o los segmentos de torre adyacentes están formados engranando en arrastre de forma. En este caso, por ejemplo, la cimentación de hormigón y el segmento de torre más inferior y/o los segmentos de torre adyacentes comprenden un tipo de ranura y una lengüeta, de modo que se pueden disponer unos en otros en arrastre de forma. Esto es ventajoso en particular cuando los segmentos de torre se disponen provisionalmente unos sobre otros, antes de que se arriostren definitivamente con los torones tensores o de tracción, donde solo el elemento de acero más superior, en particular la brida superior del elemento de acero más superior, está arriestrado con la cimentación de hormigón a través de torones tensores o de tracción.

Una realización ventajosa se refiere a una disposición, en la que la cimentación de hormigón y el segmento de torre más inferior y/o los segmentos de torre adyacentes se pueden conectar mediante medios de conexión separables. En este caso está previsto en particular conectar provisionalmente la cimentación de hormigón y/o los segmentos de torre, por ejemplo, por medio de tornillos, pernos, remaches, antes de que la torre, en particular la cimentación de hormigón y el segmento de torre más superior, se arriostren por medio de los torones tensores y/o de tracción.

Una realización especialmente ventajosa se refiere a una disposición en la que los torones tensores y/o de tracción comprenden respectivamente un anclaje tensor, que está dispuesto en la brida superior del segmento de torre más superior, y un anclaje fijo, que está dispuesto en la cimentación de hormigón, donde el anclaje tensor presenta medios de ataque, que en el caso de accionamiento solicitan con tensión a tracción los respectivos torones tensores o de tracción.

En una forma de configuración conveniente puede estar previsto que la torre presente una altura en el rango entre 20 a 150 metros, preferentemente de al menos 70 metros. En este caso, de manera especial está previsto que, por ejemplo, un único segmento de torre con una longitud de esencialmente 30 metros o dos segmentos de torre con una longitud de esencialmente 60 metros estén dispuestos a lo largo un eje de torre sobre la cimentación de hormigón para la formación de una torre. Pero preferentemente están dispuestos un número de segmentos de torre con respectivamente una dimensión de longitud de 10 a 40 metros, preferentemente de 20 a 30 metros, sobre la cimentación de hormigón. A este respecto, significa esencialmente que están comprendidas desviaciones de +/- 2 m.

Ejemplos de realización de la invención se describen ahora a continuación mediante las figuras en comparación con el estado de la técnica, que está representado igualmente en parte. Estas no deberán representar necesariamente a escala los ejemplos de realización, mejor dicho las figuras, donde es útil para la explicación, están realizadas de forma esquematizada y/o ligeramente distorsionada. Con vistas a complementos de las enseñanzas reconocibles directamente de las figuras se remite al estado de la técnica especializado. En este caso se debe tener en cuenta que se pueden efectuar numerosas modificaciones y cambios respecto a la forma y el detalle de una realización, sin desviarse de la idea general de la invención.

Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en las figuras y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente como en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, las figuras y/o las reivindicaciones caen dentro del alcance de la invención. La idea general de la invención no está limitada a la forma o el detalle exacto de la realización preferida mostrada y descrita a continuación, o está limitada a un objeto que estaría limitado en comparación con el objeto reivindicado en las reivindicaciones. Para los rangos de dimensionamiento dados, los valores que se encuentran dentro de los límites establecidos también deben divulgarse como valores límite y ser arbitrariamente utilizables y reivindicables. Las partes idénticas o similares o las partes de función idéntica o similar se proporcionan con los mismos números de referencia cuando sea apropiado por simplicidad.

Otras ventajas, características y particularidades de la invención se pueden deducir de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos y mediante las figuras.

Muestran en detalle:

Fig. 1: una representación esquemática de una realización preferida de una instalación de energía eólica;

Fig. 2: una representación esquemática de una realización preferida de una disposición con una torre y una cimentación;

Fig. 3: una representación esquemática de otra realización preferida para una disposición con una torre y una cimentación;

Fig. 4: de nuevo una representación esquemática de otra realización preferida para una disposición;

5 Fig. 5: una representación esquemática de un ejemplo de realización para una disposición no perteneciente a la invención;

Fig. 6: de nuevo una representación esquemática de otro ejemplo de realización preferido para una disposición; y

10 Fig. 7A a 7C: tres representaciones esquemáticas de realizaciones preferidas posibles para la cimentación de hormigón.

La fig. 1 muestra a modo de ejemplo una instalación de energía eólica 1 con una torre 2 y una cimentación, en particular una cimentación de hormigón 12 y una góndola 4. A este respecto, la cimentación de hormigón 12 está dispuesta por debajo de la tierra y termina a ras de suelo, pero no necesariamente con la base 11 o superficie del suelo. La torre 2 está formada con un único o varios segmento(s) 21, que está dispuesto sobre la cimentación de hormigón 12. El segmento de torre 21 está formado como un elemento de acero. El elemento de acero está formado como un segmento de torre hueco, cilíndrico o cónico y conectado desde dentro con la cimentación de hormigón 12.

20 En la góndola 4 está dispuesto un rotor 6 con tres palas de rotor 8 y un buje 10. El rotor 6 se pone en movimiento de giro durante el funcionamiento debido al viento y, de este modo, acciona un generador (no representado) en el interior de la góndola 4. Con la ayuda del generador, la energía mecánica del movimiento giratorio se convierte en energía eléctrica y a continuación se puede alimentar a la red eléctrica.

25 La fig. 2 muestra un ejemplo de realización para una disposición con una cimentación, en particular una cimentación de hormigón 12 y una torre 2 para portar una góndola 4 de una instalación de energía eólica 1. La torre 2 y la cimentación de hormigón 12 están mostradas en sección transversal y forman conjuntamente una disposición de soporte, en particular una construcción portante hueca, cónica y de tipo torre, para una góndola 4 (solo indica esquemáticamente) de una instalación de energía eólica 1.

30 En cuestión, la torre 2 comprende un único segmento de torre 21, que está dispuesto sobre la cimentación de hormigón 12 y a lo largo de un eje de torre 23. El segmento de torre 21 está formado como un elemento de acero cónico y comprende una brida superior 24 y una brida inferior 25, donde la brida inferior 25 está dispuesta adyacente a la cimentación de hormigón 12 y la brida superior 24 está dispuesta adyacente a la góndola 4. El segmento de torre 21, en particular la brida superior 24 del segmento de torre 21, está arriostrado con la cimentación de hormigón 12 a través de un número de torones tensores o de tracción 26. Por ejemplo, se usa un número de uno o dos dígitos de torones tensores o de tracción 26, a fin de arriostrar la cimentación de hormigón 12 con la brida superior 24 del segmento de torre 21 bajo tensión a tracción. El número de los torones tensores o de tracción se distribuyen a este respecto de forma circunferencial a distancias equidistantes entre sí en la torre, de modo que se distribuye la carga de forma uniforme sobre el número respectivo de torones tensores o de tracción.

40 Para ello, el segmento de torre 21 está formado en cuestión con una brida superior 24 en forma de L y una brida inferior 25 en forma de L, donde en una sección horizontal de la brida superior 24 y de la brida inferior 25 están previstos orificios 27, a través de los que se guían los torones tensores o de tracción. Los torones tensores y de tracción 26 están formados respectivamente con un anclaje tensor 26.2, que está dispuesto en la brida superior del segmento de torre 21, y con un anclaje fijo 26.1, que está dispuesto en la cimentación de hormigón 12. En este caso, el anclaje tensor presenta medios de ataque, por ejemplo, tornillos o cabezas de tornillos, que, en el caso de un accionamiento, en particular giro de los tornillos o cabezas de tornillos, solicitan con tensión a tracción los respectivos torones tensores o de tracción 26.

50 Además, el segmento de torre 21 está configurado en forma cónica, de manera que se reduzca hacia arriba un diámetro D a lo largo del eje de torre 23, donde un lado exterior 28 del segmento de torre cónico 21 forma un ángulo  $\beta$  entre  $1^\circ$  y  $10^\circ$  con el eje de torre 23. Preferentemente, en este caso está previsto un ángulo de  $\beta = 2^\circ$  y todavía más preferentemente de  $\beta = 1^\circ$ .

55 En conjunto, la torre presenta una altura H de al menos 30 metros. Por ejemplo, en este caso se usa un único segmento de torre 21 con una longitud de esencialmente 30 m. En otra realización, la torre también puede estar formada con dos o varios segmentos de torre, respectivamente con una longitud de esencialmente 30 m. En cuestión, significa esencialmente que están comprendidas desviaciones de +/- 2 m.

60 La fig. 3 muestra otra realización para una disposición con una cimentación, en particular una cimentación de hormigón 12, y una torre 2 para una góndola 4 (solo indicada esquemáticamente) de una instalación de energía eólica 1, donde las piezas o características idénticas o similares están provistas con las mismas referencias que en las figuras

anteriores.

Al contrario, a la disposición, según se muestra en la fig. 2, la disposición representada en la fig. 3, en particular la torre 2, está formada por más de un segmento de torre, en particular con un segmento de torre más inferior 22 y un  
5 segmento de torre más superior 21, donde ambos segmentos de torre 22 y 21, pero en particular el segmento de torre más superior 21, están formados como elemento de acero. Sin limitación de la invención también pueden estar previstos más de dos segmentos de torre, por ejemplo, tres, cuatro o cinco segmentos de torre de acero.

En cuestión, ambos segmentos de torre comprenden respectivamente una brida superior 24 y una brida inferior 25. El  
10 segmento de torre más inferior 22 está dispuesto con la brida inferior sobre la cimentación de hormigón 12. Los dos segmentos de torre 22 y 21 están dispuestos uno sobre otro a lo largo de un eje de torre 23, donde la brida inferior 25 del segmento de torre más superior 21 está dispuesta sobre la brida superior 24 del segmento de torre más inferior 22.

15 En cuestión, la cimentación de hormigón 12 está arriostrada con la brida superior del segmento de torre más superior 21 por medio de torones tensores o de tracción 26. Por ejemplo, se usa un número de uno o dos dígitos de torones tensores o de tracción 26, a fin de arriostrar la cimentación de hormigón 12 con la brida superior 24 del segmento de torre más superior 21 bajo tensión a tracción. Los torones tensores o de tracción 26 comprenden a este respecto respectivamente un anclaje tensor 26.2, que está dispuesto en la brida superior del segmento de torre 21, y un anclaje  
20 fijo, que está dispuesto en la cimentación de hormigón 12. Tanto el segmento de torre más superior como también el más inferior 21, 22 están formados a este respecto con una brida superior e inferior en forma de L, que presentan respectivamente orificios 27 a través de los que se pueden guiar los torones tensores o de tracción 26. En cuestión, los torones tensores o de tracción 26 están guiados solo a través de los orificios 27 de la brida superior 24 del segmento de torre más superior 21 y a través de la brida inferior 25 del segmento de torre más inferior 22. Alternativa o  
25 complementariamente, los torones tensores o de tracción 26 también se pueden guiar a través de orificios (no representado) en las respectivas otras bridas superiores y/o inferiores, por ejemplo, en el medio de la disposición.

Además, los dos segmentos de torre 21 y 22 y/o la cimentación de hormigón 12 se pueden conectar entre sí (provisionalmente) por medio de medios de conexión separables 29, como p. ej. tornillos, pernos, remaches, etc., de  
30 modo que al erigir la torre 2 para portar una góndola 4 de una instalación de energía eólica 1, los segmentos de torre 21 y 22 se puedan disponer provisionalmente sobre la cimentación de hormigón 12 y conectarse por medio de los medios de conexión separables 29. A continuación, la torre 2 se puede arriostrar a continuación con los torones tensores o de tracción 26. La cimentación de hormigón 12 también se puede conectar provisionalmente de forma complementaria con el segmento de torre más inferior 22 por medio de los medios de conexión 29. En cuestión, los  
35 medios de conexión 29 están dispuestos en paralelo respecto al eje de torre 23.

Alternativa o complementariamente también pueden estar previstos medios de conexión 29, que están dispuestos perpendicularmente al eje de torre 23.

40 La fig. 4 muestra de nuevo otro ejemplo de realización para una disposición con una cimentación de hormigón 12 y una torre 2 para una góndola 4 de una instalación de energía eólica 1. De nuevo, para las mismas características se usan las mismas referencias.

La disposición mostrada en la fig. 4 es similar a las disposiciones que están representadas y descritas ya en las fig. 2  
45 y 3. Al contrario a las disposiciones anteriores, no obstante, la disposición según la fig. 4 está formada con un segmento de torre superior y uno inferior, que engranan entre sí en arrastre de forma. El segmento de torre más superior 21 y el segmento de torre más inferior 22 se pueden conectar de nuevo a través de medios de conexión separables 29, en particular tornillos, pernos, remaches. En este caso, los dos segmentos de torre 21, 22 adyacentes también comprenden, por ejemplo, un tipo de ranura y lengüeta, de modo que se pueden disponer uno en otro en arrastre de  
50 forma. Esto es ventajoso en particular cuando los segmentos de torre se disponen provisionalmente unos sobre otros, antes de que se arriestren definitivamente con los torones tensores o de tracción.

La fig. 5 muestra otra realización para una disposición con una cimentación de hormigón 12 y una torre 2 para una  
55 góndola 4 de una instalación de energía eólica 1. De nuevo, para las mismas características se usan las mismas referencias.

La disposición mostrada en la fig. 5, no perteneciente a la invención, en particular la torre 2, está formada con en conjunto cuatro segmentos de torre. En este caso, en cuestión están dispuestos dos segmentos de torre de hormigón a lo largo del eje de torre 23 sobre la cimentación de hormigón 12. Sin limitación también pueden estar previstos más  
60 o menos segmentos de torre de hormigón. Sobre los dos segmentos de hormigón está dispuesto un segmento de torre más superior 21, que está formado como un elemento de acero. La cimentación de hormigón 12 está arriostrada con la brida superior del segmento de torre 21, a saber, el elemento de acero, a través de un número de torones tensores

o de tracción.

La fig. 6 muestra de nuevo otro ejemplo de realización para una disposición con una cimentación de hormigón 12 y una torre 2 para una góndola 4 de una instalación de energía eólica 1, donde aquí para las mismas características 5 también se usan las mismas referencias.

La realización representada en la fig. 6 se corresponde esencialmente con la realización que está representada y descrita en la fig. 1, a saber, una disposición, en particular una torre 2 con un único segmento de torre 61. Al contrario, a la disposición que está representada en la fig. 1, la realización representada en la fig. 6 está formada con un 10 segmento de torre 61, que está formado con una sección cilíndrica 61.1 y una sección cónica 61.2. En este caso, el segmento de torre «doblado» 61 está dispuesto con la sección cilíndrica 61.1 sobre la cimentación de hormigón 12 y con la sección cónica 61.2 de forma adyacente a la góndola 4. La sección cónica 61.2 del segmento de torre 61, en particular la superficie 28 de la sección cónica 61.2, forma un ángulo  $\beta$  con el eje de torre 23. El ángulo  $\beta$  entre el lado exterior 28 del segmento de torre 61 y el eje de torre 23 forma preferentemente un ángulo entre 1° y 10°, 15 preferentemente de 5° y todavía más preferentemente de 2°.

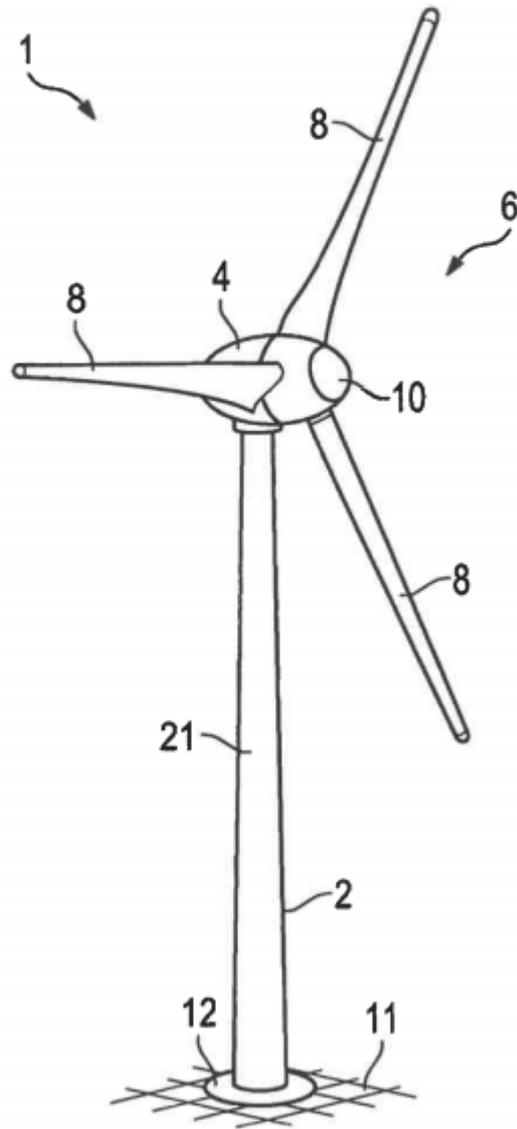
Las fig. 7A a 7C muestran tres realizaciones posibles para una cimentación de hormigón 12, donde en las fig. 7A a 7C se usan las mismas referencias para las mismas características. Respectivamente está representada una cimentación de hormigón 12 y una torre 2, en particular un segmento de torre más inferior. La cimentación de hormigón 12 está 20 arriostrada con la brida superior del segmento de torre más superior 21, un elemento de acero, por medio de torones tensores o de tracción.

La fig. 7A muestra una realización, en la que la cimentación de hormigón 12 está dispuesta por debajo de la base 11. Pero también puede estar previsto que la cimentación de hormigón 12 solo esté dispuesta parcialmente por debajo de 25 la base 11, es decir, por debajo de tierra, según se muestra esto por ejemplo en las fig. 7B y 7C. También puede estar previsto que el lado exterior 28' de la cimentación de hormigón 12 termine al ras con el lado exterior 28 de la torre 2, en particular con el segmento de torre más inferior, donde una parte del lado exterior 28' de la cimentación de hormigón 12 está formado entonces en forma cilíndrica (véase las fig. 7B y 7C) y/o cónica (véase la fig. 7C).

**REIVINDICACIONES**

1. Disposición con una cimentación de hormigón (12) y una torre (2) para portar una góndola (4) de una instalación de energía eólica (1), donde la torre (2) comprende un número ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) de segmentos de torre (21, 22, 61), que están dispuestos a lo largo de un eje de torre (23), y al menos un segmento de torre más superior (21, 61) comprende una brida inferior (25),
- 5
- caracterizada porque
- 10 - al menos el segmento de torre más superior (21, 61) comprende una brida superior (24), y
- el segmento de torre más superior (21, 61) del número de segmentos de torre (21, 22, 61) está formado como un elemento de acero, donde la torre (2) está formada exclusivamente por uno o varios elementos de acero respectivamente como segmento de torre de acero (21, 22, 61), de modo que está formada una torre de acero;
- 15 - un número ( $j$ ) de torones tensores o de tracción (26) arriostra la cimentación de hormigón (12) con la brida superior (24) del segmento de torre más superior (21, 61) bajo tensión de tracción.
2. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque el número de segmentos de torre comprende un único ( $i = 1$ ) segmento de torre (21, 61) que está dispuesto sobre la cimentación de hormigón (12) con la brida inferior (25).
- 20
3. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque el número de segmentos de torre comprende varios ( $i \geq 2$ ) segmentos de torre (21, 22) que están dispuestos unos sobre otros sobre la cimentación de hormigón (12) a lo largo del eje de torre (23).
- 25
4. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el número ( $j$ ) de torones tensores o de tracción (26) arriostran la cimentación de hormigón (12) con la brida superior (24) del segmento de torre más superior (21, 61) bajo tensión a tracción y los torones tensores o de tracción (26) están distribuidos a
- 30 distancias equidistantes entre sí.
5. Disposición según la reivindicación 4, caracterizada porque diez ( $j = 10$ ), preferentemente siete ( $j = 7$ ) y todavía más preferentemente cinco ( $j = 5$ ), torones tensores o de tracción (26) arriostran la cimentación de hormigón (12) con la brida superior (24) del segmento de torre más superior (21, 61) bajo tensión a tracción.
- 35
6. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la brida superior (24) y/o la brida inferior (25) al menos de uno de los segmentos de torre (21, 22, 61) comprende orificios (27).
7. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque un diámetro ( $D$ ) al menos de uno de los segmentos de torre (21, 22, 61) se reduce hacia arriba a lo largo del eje de torre (23), donde al menos una parte del lado exterior (28) del segmento de torre forma un ángulo ( $\beta$ ) entre  $1^\circ$  y  $10^\circ$  con el eje de torre (23).
- 40
8. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque al menos la brida superior (24) y/o la brida inferior (25) del segmento de torre más superior (21, 61) está formada en forma de L.
- 45
9. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque al menos la brida superior (24) y/o la brida inferior (25) del segmento de torre más superior (21, 61) está formada en forma de T.
- 50
10. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque
- la cimentación de hormigón (12) y el segmento de torre más inferior (21, 22, 61) y/o los segmentos de torre adyacentes (21, 22) están formados engranando entre sí en arrastre de forma y/o
- 55 - la cimentación de hormigón (12) y el segmento de torre más inferior (21, 22, 61) y/o los segmentos de torre adyacentes (21, 22) se pueden conectar provisionalmente por medio de medios de conexión separables (29).
11. Disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque los torones tensores o de tracción (26) comprenden respectivamente un anclaje tensor (26.2), que está dispuesto en la brida superior (24) del segmento de torre más superior (21, 22, 61), y un anclaje fijo (26.1), que está dispuesto en la cimentación de hormigón (12), donde el anclaje tensor (26.2) presenta medios de ataque, que en el caso de accionamiento solicitan con tensión a tracción los respectivos torones tensores o de tracción (26).
- 60

12. Disposición según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la torre (1) presenta una altura (H) de al menos 70 m.
- 5 13. Procedimiento para erigir una torre (2) para portar una góndola (4) de una instalación de energía eólica (1), que comprende las etapas siguientes:
- colocación de un primer segmento de torre de un número de segmentos de torre (21, 22, 61) sobre una cimentación de hormigón (12);
  - 10 - conexión provisional de la cimentación de hormigón (12) y del primer segmento de torre por medio de medios de conexión separables (29);
  - opcionalmente colocación al menos de otro segmento de torre sobre el primer segmento de torre y conexión provisional del primer segmento de torre por medio de medios de conexión separables (29) con el otro segmento de torre, antes de un arriostamiento;
  - 15 - arriostamiento de la cimentación de hormigón (12) con el segmento de torre más superior del número de segmentos de torre (21, 61) por medio de un número de torones tensores o de tracción (26), caracterizado porque
  - los torones tensores o de tracción conectan la cimentación de hormigón y la brida superior del segmento de torre más superior, y el segmento de torre más superior (21, 61) del número de segmentos de torre (21, 22, 61) está formado como un elemento de acero, donde la torre (2) está formada exclusivamente por uno o varios elementos
  - 20 de acero respectivamente como segmento de torre de acero (21, 22, 61), de modo que se forma una torre de acero.
14. Instalación de energía eólica (1) con una torre (2), una cimentación de hormigón (12) y una góndola (4), donde en la góndola está dispuesto un rotor (6) con tres palas de rotor (8), y el rotor (6) realiza un movimiento de giro
- 25 durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica (1) debido al viento y acciona un generador, caracterizada porque la torre (2) y la cimentación de hormigón (12) forman una disposición según al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, donde la torre (2) está formada exclusivamente por uno o varios elementos de acero respectivamente como segmento de torre de acero (21, 22, 61), de modo que está formada una torre de acero.



**Fig. 1**

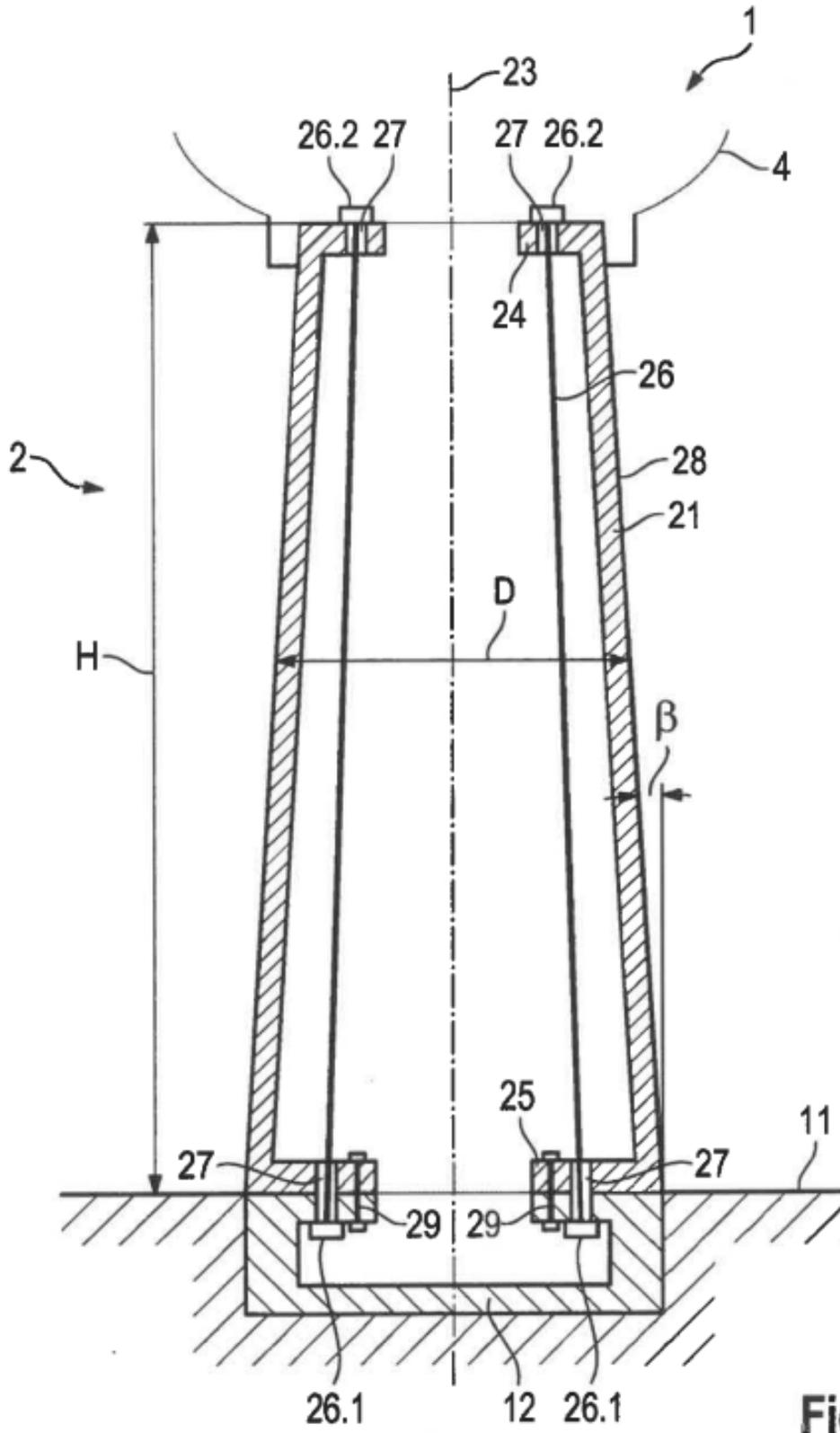
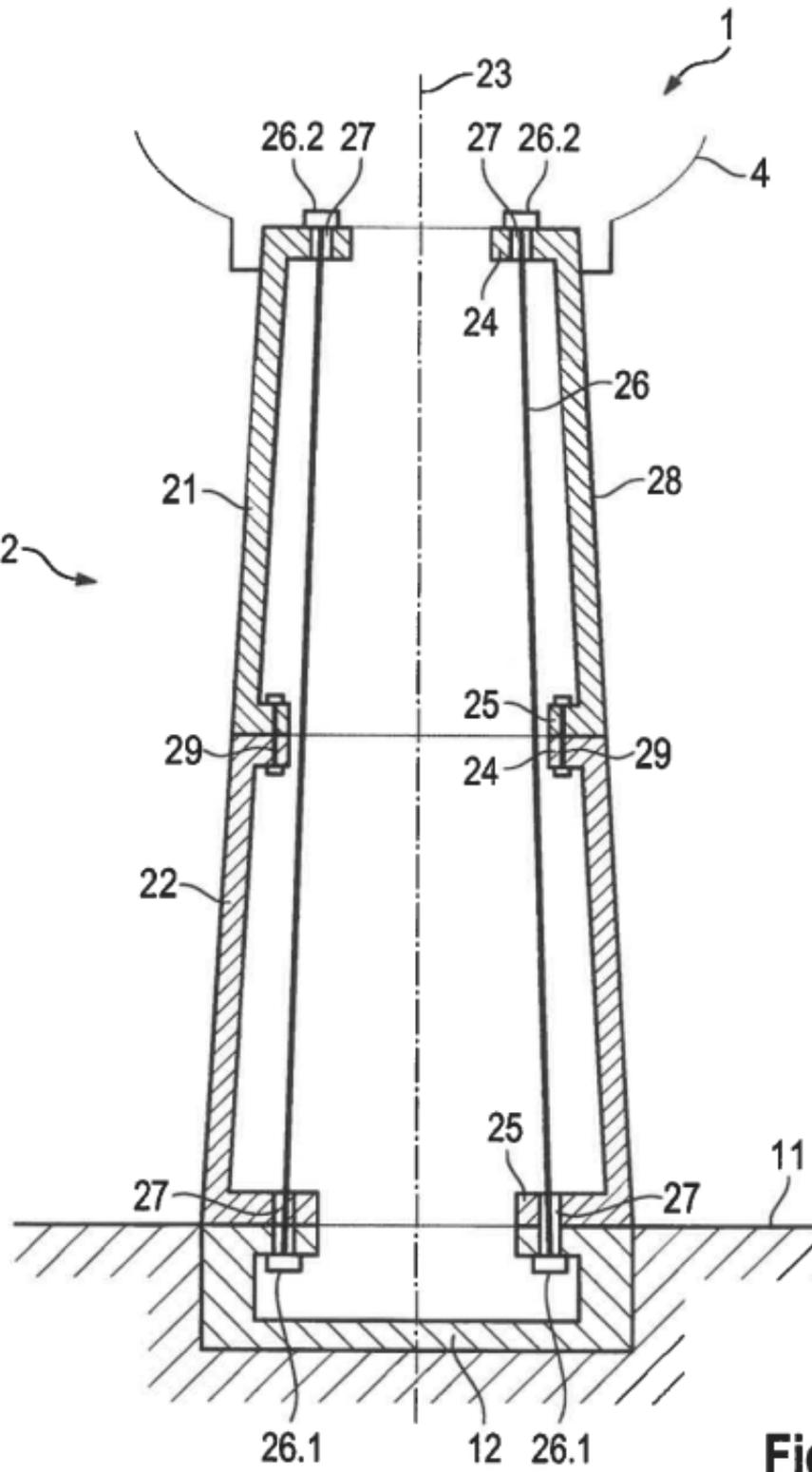


Fig. 2



**Fig. 3**

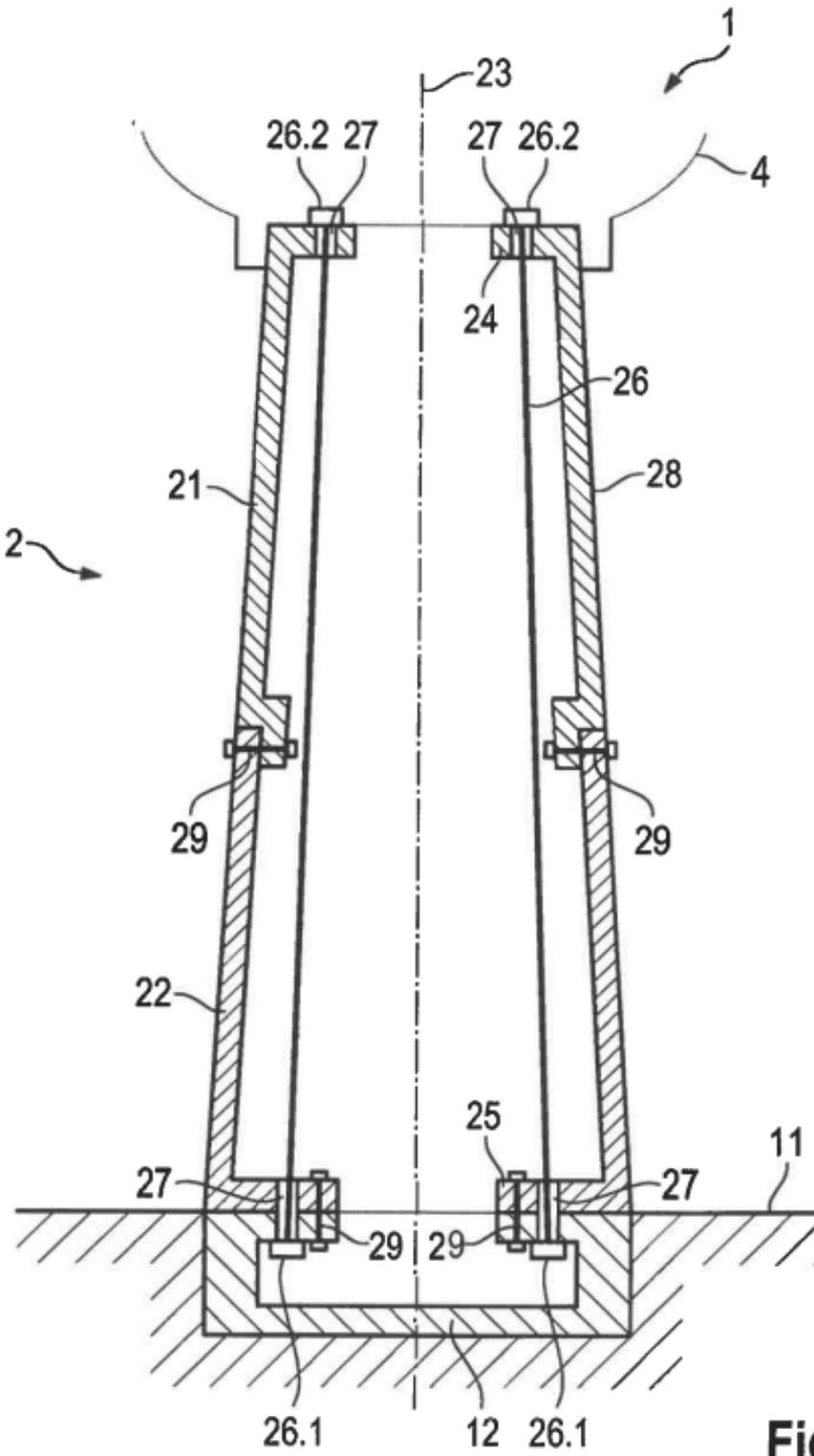
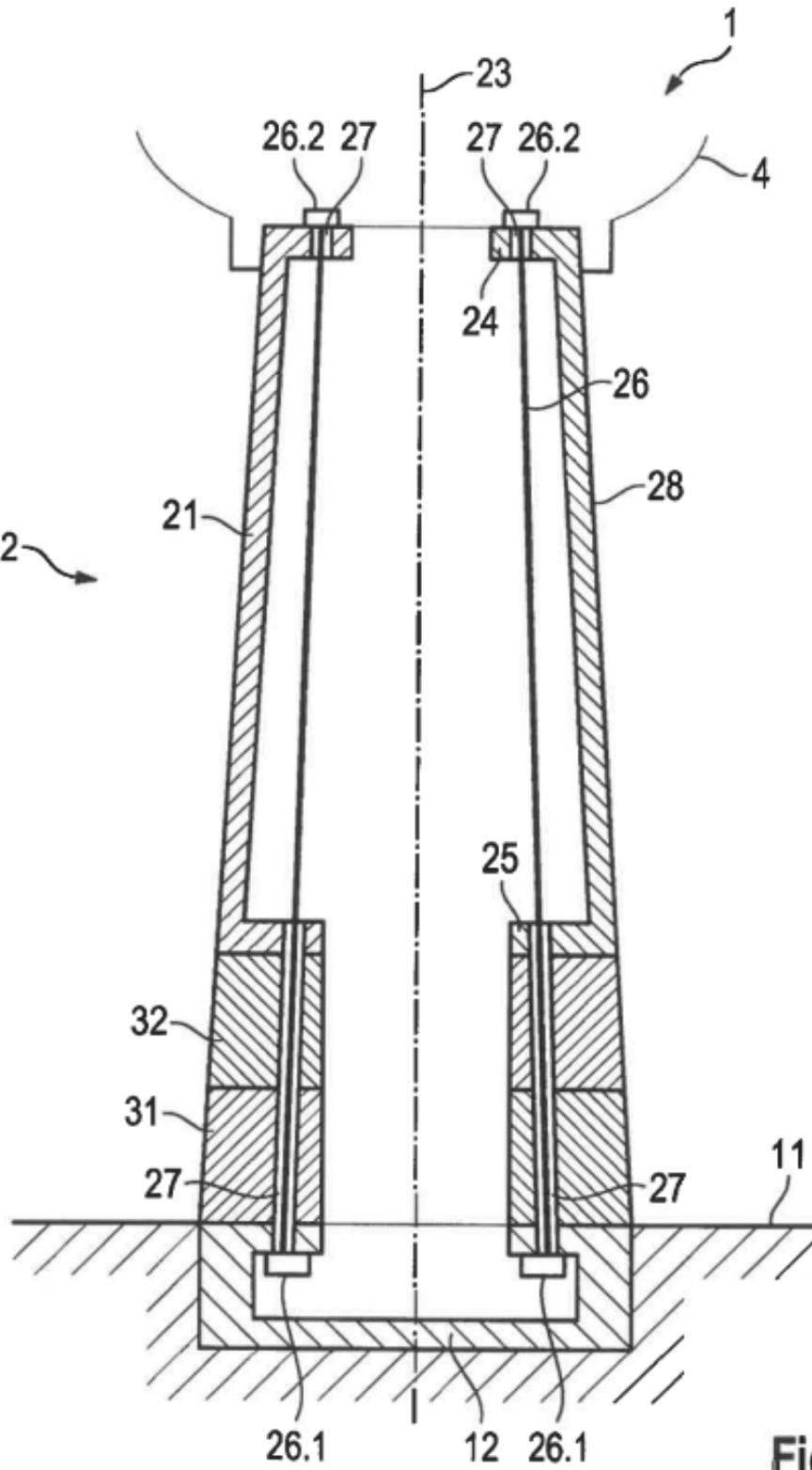
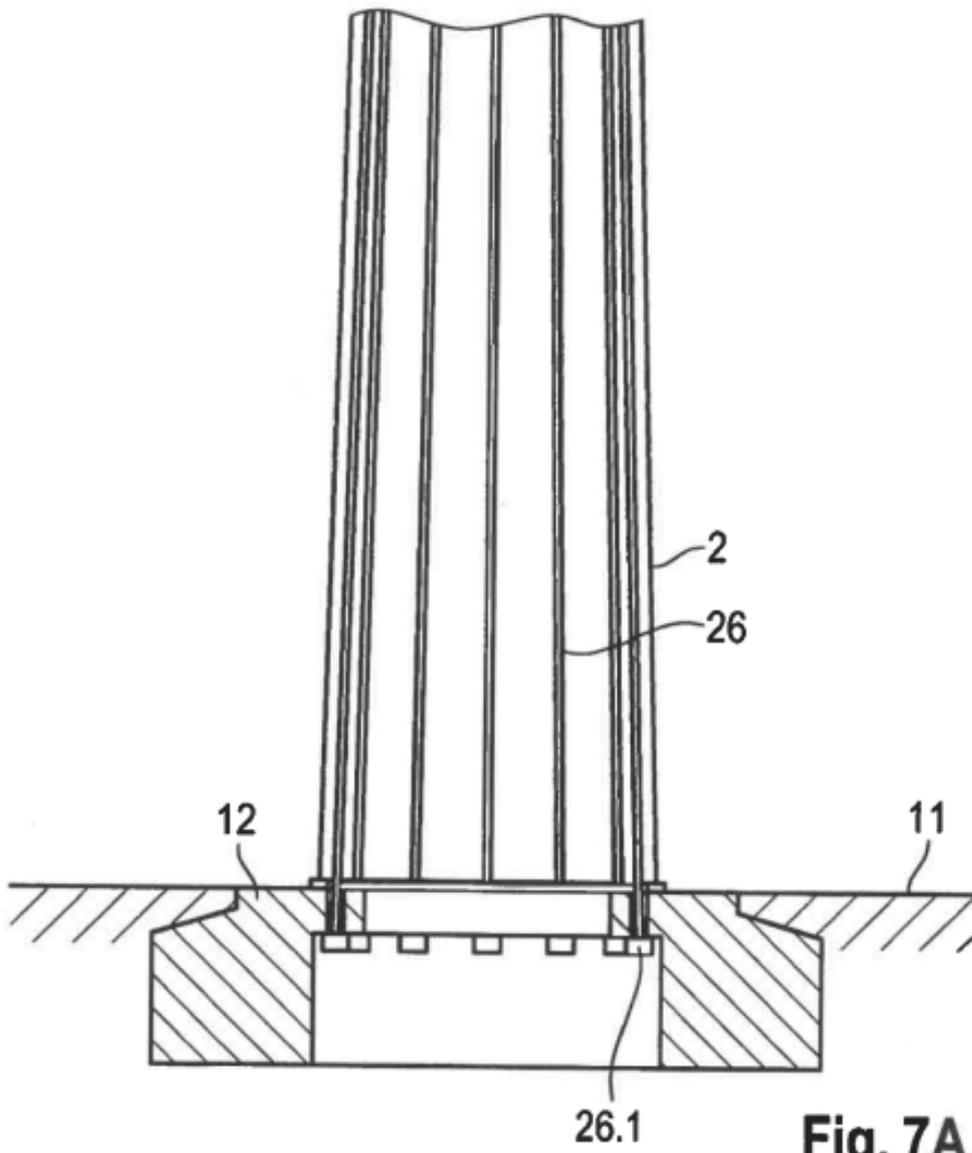


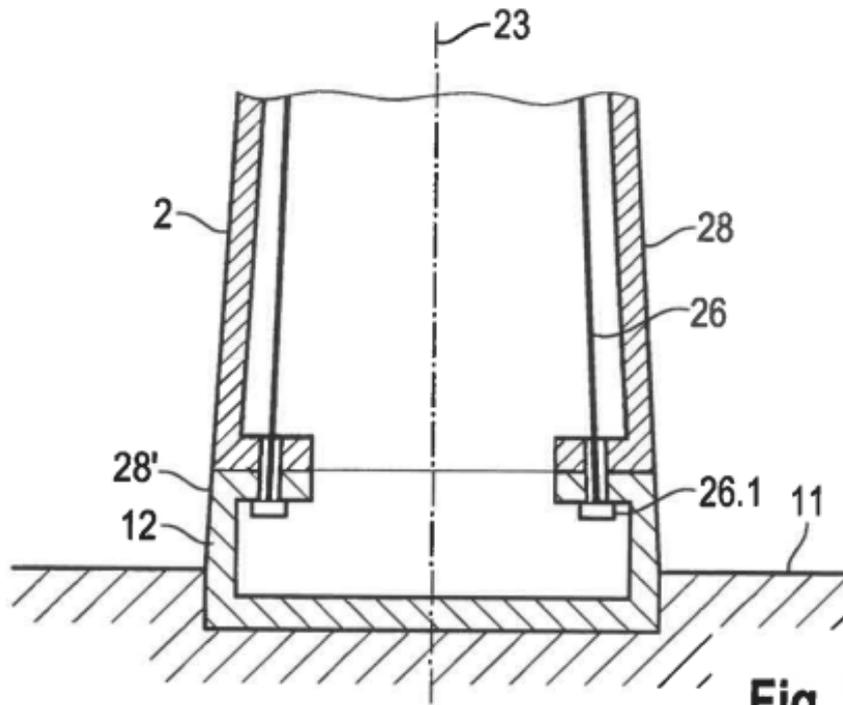
Fig. 4



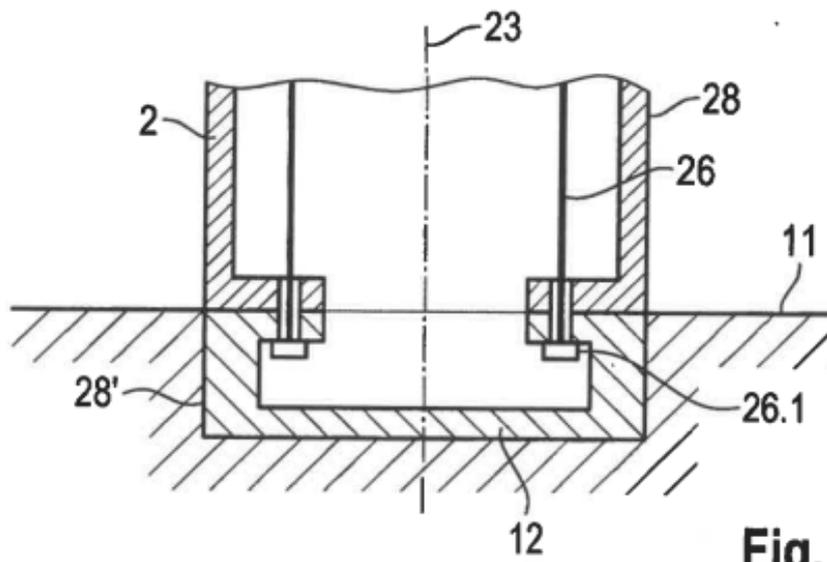
**Fig. 5**







**Fig. 7B**



**Fig. 7C**