

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 559**

51 Int. Cl.:

E04H 12/12 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2019** **E 19305666 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2022** **EP 3744928**

54 Título: **Torre de aerogenerador y método de fabricación y montaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2023

73 Titular/es:

SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

LEBON, JEAN-DANIEL y
LAURENT, ERIC

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 933 559 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 aerogenerador y método de fabricación y montaje

5 La presente invención se refiere a torres para sostener aerogeneradores y, más particularmente, pero no exclusivamente, a torres de aerogeneradores terrestres.

Se ha propuesto realizar torres de aerogeneradores en elementos prefabricados de hormigón, que se transportan al sitio donde se va a elevar la torre, y allí se montan.

10 Hasta ahora, estos elementos son problemáticos, lo que requiere vehículos especiales de transporte.

El documento US 8 505 244 describe una torre fabricada de segmentos anulares montados, cada uno fabricado por una pluralidad de sectores.

15 Los sectores se montan con mortero o mediante bridas que tienen aberturas a través de las que pasan las barras metálicas.

20 Las aberturas son más grandes que las barras y la holgura, junto con las tolerancias de fabricación, puede dar como resultado dificultades para montar los sectores con la precisión requerida.

El documento US 8 950 149 divulga una estructura de hormigón poligonal tal como una torre de aerogenerador, de elementos prefabricados de hormigón.

25 El documento KR101677673 divulga una estructura fabricada de elementos prefabricados de hormigón.

El documento CN207297238U divulga una torre fabricada de elementos prefabricados de hormigón.

30 Existe la necesidad de una torre de aerogenerador que pueda fabricarse y montarse fácilmente y que supere al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior, relacionadas con el transporte de los elementos, entre otras cosas.

35 Las realizaciones ilustrativas de la invención se refieren a una torre de aerogenerador que comprende una pluralidad de segmentos anulares alineados axialmente entre sí, comprendiendo al menos uno de los segmentos anulares una pluralidad de sectores montados de hormigón prefabricado, estando montados los sectores adyacentes de este segmento mediante dispositivos de sujeción, preferentemente sistemas de empernado, y comprendiendo el segmento en la interfaz de sectores adyacentes juntas dentadas fundidas con los sectores.

Las juntas dentadas contribuyen a la transmisión de fuerzas verticales entre los sectores.

40 Gracias a la invención, la torre puede estar fabricada de un número relativamente alto de sectores, fáciles de fabricar y montar, con la resistencia mecánica requerida y precisión de montaje. Los sectores pueden estar fabricados de un tamaño fácil de transportar con vehículos convencionales, y se reduce el coste de transporte. Cada sector tiene preferentemente una altura y una anchura menor que 4,5 m (altura) y 8 m (anchura) respectivamente.

45 La torre puede comprender más de la mitad de sus segmentos que están fabricados con tales sectores proporcionados con juntas dentadas. Todos los sectores de la torre pueden comprender juntas dentadas.

La altura total de la torre (sin el aerogenerador) puede superar los 100 m.

50 El diámetro exterior de la torre puede variar entre 4 m a 15 m.

El número de segmentos de la torre puede variar de 20 a 150.

55 El número de sectores por segmento puede variar de 2 a 10.

La torre puede comprender una primera sección fabricada de segmentos que tienen un número n_1 dado de sectores por segmento y una segunda porción fabricada de segmentos que tienen un número diferente n_2 de sectores por segmento. Estas dos secciones pueden estar fabricadas de segmentos que tienen diámetros externos diferentes. Los segmentos de menor diámetro pueden tener un número menor de sectores que los segmentos de mayor diámetro.

60 La mayoría de los segmentos pueden tener forma cilíndrica, pero algunos segmentos pueden tener forma troncocónica. Estos segmentos troncocónicos pueden usarse en la transición de dos secciones de la torre fabricada por segmentos que tienen diferentes diámetros.

65 Los rebajes para alojar las juntas dentadas desembocan en el intradós de los sectores. Esto facilita el montaje de los sectores, ya que los sectores solo necesitan insertarse con un movimiento radial entre sectores ya colocados. Estos

- rebajes pueden estar cerrados en el otro extremo radial y, como tal, no se abren al extradós de los sectores. Esto ayuda a darle a la torre una superficie externa suave. El número de juntas dentadas en una misma cara de extremo lateral de un sector puede variar entre 1 a 10. Preferentemente, la cara de extremo lateral tiene tres juntas dentadas, estando dos de ellos cerca de una cara de extremo axial respectiva del sector, y estando la tercera sustancialmente a media altura.
- Cada junta dentada puede tener una dimensión mayor menor que 400 cm. El espesor de la junta dentada, es decir, la distancia máxima que sobresale de la correspondiente cara de extremo lateral del sector, puede variar de 1 a 20 cm.
- Cada cara de extremo lateral o cara de extremo axial de un sector puede ser plana, a excepción de las correspondientes juntas dentadas o rebajes usados para el enclavamiento con un sector adyacente y/o para recibir pasadores de centrado o componentes de un sistema de empernado.
- Cada sector puede comprender nervaduras axiales que sobresalen hacia adentro adyacentes a las caras de extremo del sector, teniendo preferentemente las nervaduras una sección transversal triangular. Estas nervaduras ayudan a que el hormigón fluya y favorecen la evacuación de las burbujas que, de lo contrario, podrían permanecer en las caras de extremo lateral de los segmentos durante la operación de fundición. Estas nervaduras miran hacia arriba cuando se funde el segmento. Los dispositivos de sujeción pueden comprender pernos que se extienden a través de una nervadura correspondiente, preferentemente en su base. Los pernos se extienden preferentemente cada uno en un plano horizontal.
- Los sectores comprenden preferentemente casquillos para recibir pernos de los dispositivos de sujeción, estando integrados ventajosamente los casquillos en el sector durante la fundición del mismo.
- Cada sector puede comprender al menos un orificio axial que se extiende desde cada extremo axial del sector a lo largo de al menos parte de la altura del sector. Preferentemente, al menos uno de los orificios desemboca en un rebaje formado en la superficie interna del sector. Estos orificios sirven para introducir barras que se extienden entre dos segmentos consecutivos y ayudan a sujetar los segmentos entre sí.
- Algunos de los sectores de al menos un segmento comprenden preferentemente orificios que desembocan en la superficie externa (extradós) del segmento, para izar una sección de la torre y/o para el anclaje a una máquina autoelevadora usada para erigir la torre.
- Preferentemente, los pasadores de centrado se acoplan entre sectores de dos segmentos adyacentes. Estos pasadores de centrado son preferentemente bicónicos. Estos pasadores ayudan a posicionar con precisión los segmentos uno encima del otro y también pueden contribuir a transmitir fuerzas de cizalla horizontales entre los segmentos.
- La invención también se refiere a un método para la producción de sectores de una torre, como se ha definido anteriormente, que comprende transferir al menos un molde entre diferentes estaciones de trabajo, que incluye:
- Una estación de trabajo donde el molde está abierto,
 - una estación de trabajo donde se extrae un sector de fundición del molde,
 - una estación de trabajo donde se limpia el molde,
 - una estación de trabajo donde se coloca la barra de refuerzo en el molde,
 - una estación de trabajo donde se cierra el molde,
 - una estación de trabajo donde se inyecta hormigón en el molde, y
 - una estación de trabajo donde se deja fraguar el hormigón en el molde.
- Un método de este tipo es diferente de la técnica anterior donde los encofrados usados para fundir los elementos de la torre son estáticos. El método de acuerdo con la invención ofrece una mayor productividad, lo que compensa el mayor número de sectores a realizar debido a sus menores dimensiones.
- El método implica preferentemente una pluralidad de moldes que se mueven a lo largo de las diferentes estaciones de trabajo, preferentemente en un circuito cerrado.
- Se puede procesar uno o más de un molde en cada estación de trabajo.
- Preferentemente, cada molde se mecaniza para proporcionar tolerancias de fabricación no mayores que 5 mm, mejor 3 mm, incluso mejor 1 mm o 0,5 mm, en caras de un sector destinadas a entrar en contacto con otros sectores. Una alta precisión de fabricación de los sectores da como resultado un montaje más fácil de los sectores y los segmentos, y permite tener juntas secas entre los sectores y los segmentos.
- El molde tiene preferentemente una superficie orientada hacia arriba y que está configurada para fundir el extradós del sector, de manera que el extradós del sector mira hacia abajo cuando se funde el sector.

El número de sectores realizados cada día por un método de este tipo en una misma línea de producción puede superar 200.

5 La invención también se refiere a un método para construir una torre, como se ha definido anteriormente, que comprende el transporte de sectores desde una planta donde se fabrican los sectores hasta un sitio de construcción para la torre, realizándose el transporte con camiones de plataforma baja o normales y más de un sector por camión, montar los sectores para formar los segmentos, y a continuación montar los segmentos.

10 Los sectores de un segmento se montan ventajosamente sobre una plataforma giratoria.

Cada sector puede transportarse durante el montaje por un extremo de un brazo manipulador de un camión con ruedas, sin izar. Sin embargo, también es posible el izado.

15 Se puede aplicar un revestimiento de un aglutinante polimérico (por ejemplo, una resina epoxi) en las juntas dentadas antes de montar los sectores, para lubricar la interfaz y mejorar la transmisión de fuerzas.

20 La plataforma giratoria preferentemente comprende pistas para la transferencia de un segmento completo fuera de la plataforma, gatos para levantar el segmento para colocar debajo de él los miembros de transporte, y al menos un brazo para sujetar un primer sector en la plataforma mientras se espera que se monten otros sectores sobre el mismo. La plataforma se puede girar $360/n$, donde n es el número de sectores en el segmento, después de que se monta cada sector, hasta el penúltimo. Los miembros de transporte pueden ser rodillos y/o patines deslizantes fabricados de PTFE o material de baja fricción similar.

25 La invención también se refiere a un sector fabricado de acuerdo con la invención y a una planta para realizar el método como se ha definido anteriormente, así como a una plataforma giratoria para el montaje de los sectores.

30 Esta plataforma comprende preferentemente una base fija y una mesa giratoria. Esta última puede comprender una pista circular, y al menos un brazo que se extiende radialmente para posicionar un sector antes de su montaje a otros sectores colocados posteriormente sobre la mesa. La mesa puede comprender vigas paralelas que forman una pista para descargar el segmento montado de la mesa. Esta pista puede alinearse girando la plataforma con una pista externa que sirve para transportar los segmentos a un elevador u otro equipo usado para montar los segmentos.

35 Características y ventajas adicionales de la invención se harán evidentes con la lectura de la descripción detallada que sigue, y en vista del dibujo adjunto, en el que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de torre de aerogenerador fabricada de acuerdo con la invención,
- La Figura 2 muestra la torre de la Figura 1 en alzado,
- La Figura 3 es una vista superior de la torre de acuerdo con la flecha III de la Figura 2,
- 40 - La Figura 4 muestra el elemento de extremo superior de la torre, para fijar al mismo el aerogenerador,
- La Figura 5 muestra un segmento de tres sectores,
- La Figura 6 ilustra el bloqueo de un sector con respecto a los otros sectores,
- La Figura 7 muestra un detalle de la interfaz entre sectores,
- La Figura 8 muestra dos sectores adyacentes antes de empernar,
- 45 - La Figura 9 muestra un sector en alzado,
- La Figura 10 muestra un sector en perspectiva,
- La Figura 11 muestra el detalle XI de la Figura 10,
- La Figura 12 muestra el detalle XII de la Figura 10,
- La Figura 13 muestra el sector de la Figura 9 en su configuración de fundición,
- 50 - La Figura 14 muestra una variante de un sector,
- La Figura 15 es una sección a través de XV-XV de la Figura 14,
- La Figura 16 muestra el sector de la Figura 14 en su configuración de fundición,
- La Figura 17 muestra otra variante de un sector,
- La Figura 18 es una vista esquemática de una planta para producir los sectores,
- 55 - La Figura 19 es una vista esquemática de una plataforma para montar los sectores,
- La Figura 20 es una vista en perspectiva de la plataforma,
- La Figura 21 es una vista superior de la plataforma,
- La Figura 22 muestra aisladamente un dispositivo de sujeción.
- La Figura 23 muestra un pasador de centrado y un rebaje correspondiente en la cara de extremo axial de un sector,
- 60 - La Figura 24 es una vista en perspectiva que muestra en transparencia los rebajes internos de un ejemplo de un sector, y
- La Figura 25 es una vista similar a la Figura 24 de otro ejemplo de un sector.

Descripción detallada

65 Las Figuras 1 y 2 muestran una torre de aerogenerador 1 fabricada de acuerdo con la presente invención.

La torre 1 comprende una pluralidad de segmentos 10 que se montan verticalmente a lo largo del eje longitudinal Z de la torre.

5 El aerogenerador (no mostrado) se fija en la parte superior de la torre 1 gracias a un elemento de extremo 11 mostrado aislado en la Figura 4.

Cada segmento 10 tiene forma de anillo y está compuesto por sectores 12, preferentemente en forma de arco, como se muestra.

10 El número de sectores 12 por segmento 10 puede variar de acuerdo con la posición del segmento a lo largo de la torre 1.

15 En la realización ilustrada, la torre 1 comprende una porción inferior 3 que se inicia desde la parte inferior de la torre, fabricada por cuatro segmentos de sector, a continuación, una porción superior compuesta por dos secciones 4a y 4b fabricadas por tres segmentos de sector, estando separadas las dos secciones 4a y 4b en 4c por un segmento intermedio de cuatro sectores 10.

20 La sección inferior 3 puede estar constituida principalmente por segmentos cilíndricos 10 y puede comprender, como se muestra, una porción superior fabricada de al menos un segmento troncocónico, para reducir el diámetro exterior de la torre al de la sección 4a.

Las Figuras 5 a 13 muestran uno de los tres segmentos de sector 10.

25 Cada sector 12 está fabricado de hormigón armado y tiene las caras de extremo lateral 13 y 14 proporcionadas con juntas dentadas 15 y sus correspondientes rebajes 16, respectivamente. Estas caras de extremo lateral están orientadas verticalmente en la torre.

30 Cada sector 12 comprende protuberancias 17 y 18 que sobresalen hacia dentro adyacentes a las caras de extremo lateral 14 y 13 respectivamente.

Los rebajes 16 desembocan en el intradós de los sectores, como puede observarse en la Figura 7, y se extienden a lo largo de parte de la protuberancia 17 adyacente.

35 Como se muestra en la Figura 8, hay preferentemente tres juntas dentadas 15 por sector 12.

La parte inferior 20 de cada rebaje 16 puede tener una forma sustancialmente complementaria a la del extremo más radialmente hacia afuera 21 de la junta dentada 15, como se muestra en la Figura 7.

40 Los sectores 12 se montan preferentemente mediante dispositivos de sujeción tales como sistemas de pernos que comprenden, como se muestra en la Figura 22, los pernos 30 y casquillos asociados 31, roscados internamente y en los que se pueden atornillar los pernos.

45 Los pernos 30 se extienden a través de los orificios 32 de los sectores 12 mientras que los casquillos 31 se integran en los sectores 12 durante la fundición de los mismos.

Los orificios 32 desembocan en una cara trasera 34 de la protuberancia 18, como se muestra en la Figura 8.

50 Puede haber dos sistemas de empernado 30, 31 por interfaz entre dos sectores adyacentes 12 de un mismo segmento 10, como se muestra en la Figura 8. Los pernos 30 están orientados sustancialmente de forma horizontal en la torre 1.

Las juntas dentadas 15 y los rebajes 16 ayudan a posicionar un sector con respecto a otro para completar un segmento, como se muestra en la Figura 6, y se detallará adicionalmente más adelante.

55 Los sectores 12 pueden proporcionarse con características adicionales, que ahora se describen en relación con las Figuras 14 a 17, 24 y 25.

60 Las juntas dentadas 15 y los rebajes correspondientes 16 de los sectores no se muestran en las Figuras 14 a 17, para ilustrar que no todos los sectores de la torre necesitan mostrar estas características.

Las Figuras 24 y 25 muestran ejemplos de sectores 12 que abarcan ambas juntas dentadas como se describe con referencia a las Figuras 5 a 13 y las características adicionales.

65 Al menos alguno de los sectores 12 puede comprender orificios axiales 40 que desembocan en las caras de extremo axial 35 de los sectores 12. Estas caras de extremo axial están orientadas horizontalmente en la torre. Se pueden

ES 2 933 559 T3

formar algunos rebajes 41 en el intradós de los sectores 12 para proporcionar acceso a un extremo de al menos alguno de los orificios 40, para apretar las barras.

Estos orificios 40 sirven para recibir barras usadas para montar segmentos adyacentes.

5 Las caras de extremo de los sectores 12 pueden proporcionarse con rebajes 45 para recibir pasadores de centrado bicónicos 46 como se muestra en la Figura 23. Estos rebajes 45 pueden estar presentes en las caras de extremo lateral, así como en las caras de extremo axial.

10 Algunos sectores 12 pueden comprender ventanas 50, como se muestra en la Figura 17 y en la Figura 25.

Estas ventanas 50 pueden usarse para la inserción de brazos de agarre de una máquina conocida de por sí, que sirve para erigir la torre.

15 En el ejemplo mostrado en las Figuras 1 y 2, la torre 1 también comprende en su base una apertura de puerta 52, que da acceso al interior de la torre 1.

Los sectores 12 son de dimensiones relativamente pequeñas y se fabrican preferentemente en una planta en moldes que se mueven entre diferentes estaciones de trabajo.

20 La anchura W de un sector 12 es preferentemente menor que 8 m y su altura H es preferentemente menor que 4,5 m.

25 Cada molde que sirve para fundir un sector se mecaniza preferentemente con una precisión relativamente alta, de modo que las tolerancias de fabricación en al menos algunas superficies del sector están dentro de un valor relativamente bajo, que es menor que 5 mm, mejor 2 mm, e incluso mejor 1 mm o 0,5 mm.

En particular, las tolerancias de fabricación de las caras de extremo lateral 13 y 14, y de las caras de extremo axial 35, son mejores que este valor.

30 Cada sector 12 se funde en su correspondiente molde con su extradós 55 hacia abajo, como se ilustra en la Figura 13 o 16. La superficie del molde que sirve para moldear el extradós constituye por lo tanto la parte inferior del molde. Esto permite llenar el molde por vertido por gravedad del hormigón en el molde.

35 Se usa una pluralidad de moldes simultáneamente en una línea de producción, y los moldes se desplazan mediante cualquier medio de transporte adecuado, tal como un carrusel, de una estación de trabajo a otra.

Los moldes se transportan preferentemente en un circuito cerrado entre las diferentes estaciones de trabajo.

40 La línea de producción permite la producción en forma continua de los sectores.

La línea de producción comprende una estación de trabajo 60, como se ilustra en la Figura 18, donde el molde está abierto.

45 El molde una vez en su estado abierto se transporta a la siguiente estación de trabajo 61, donde se extrae del molde el sector fundido 12.

El molde vacío a continuación llega a una estación de trabajo 62 donde se limpia el molde, se instala la barra de refuerzo en el molde y el molde se cierra.

50 A continuación, el molde cerrado se transporta a la siguiente estación de trabajo 63 donde se llena de hormigón.

A continuación, el molde puede transportarse a una estación de trabajo 64 donde se realiza una limpieza externa y a una estación de trabajo 65 que constituye una estufa o túnel de secado, donde tendrá lugar el fraguado del hormigón.

55 Los moldes que salen de la estación de trabajo 65 llegan a continuación a la estación de trabajo 60 y se repite el proceso.

Los sectores 12 que salen de la línea de fabricación se transportan al sitio de montaje, donde se erigirá la torre.

60 Debido al tamaño de los sectores, puede transportarse una pluralidad de sectores simultáneamente en un camión de plataforma convencional.

En el sitio de montaje de la torre, los sectores 12 se montan para formar los segmentos 10.

65 De acuerdo con un aspecto de la invención, se usa una plataforma giratoria 70 para facilitar el montaje de los sectores, como se ilustra en las Figuras 19 a 21.

ES 2 933 559 T3

La plataforma 70 comprende una base fija 71, que está provista con pies ajustables 72. La base puede recibir lastre 73 para ayudar a estabilizarla.

5 La base 71 comprende un eje central vertical 74 sobre el que se articula una mesa de montaje 75.

Los rodamientos 96 están interpuestos entre la base 71 y la mesa 75.

10 La mesa 75 comprende un conjunto de dos vigas paralelas 76 que forman una pista que se puede alinear con una pista 80 externa a la plataforma 70, lo que permite que un segmento montado abandone la plataforma 70 rodando sobre las vigas 76 y sobre la pista 80, sin necesidad de equipos de izado.

Las vigas 76 están conectadas por una pista circular 87, sobre la que se apoyan los rodamientos 96.

15 La mesa 75 comprende una viga transversal 77 que se extiende más allá de la pista circular 87 y dos brazos oblicuos 78 y 79 que se extienden radialmente desde el centro de la mesa 75 más allá de la pista circular 87.

La viga 77 y los brazos 78 y 79 se unen en el centro de la mesa 75.

20 Una viga mediana 82 se extiende paralela a las vigas 76, y las vigas transversales 83 conectan las vigas 76 y 82 entre sí.

El brazo 78 es más largo que el brazo 79, como se puede ver en la Figura 21.

25 Los sectores 12 son manipulados por un brazo articulado 85 de un vehículo de ruedas 106 cuando están instalados sobre la mesa 75, como se muestra en las Figuras 19 y 21. Los sectores se pueden introducir desde un mismo lado de la plataforma, y la mesa se gira para la introducción del siguiente sector. Esto hace que el montaje sea conveniente.

30 Se puede aplicar un revestimiento de un aglutinante polimérico en las juntas dentadas antes de montar los sectores 12, para lubricar la interfaz y mejorar la transmisión de fuerzas.

Cuando todos los sectores 12 menos uno estén montados, puede introducirse el último sector 12 por un movimiento radial, como se ilustra en la Figura 21.

35 Los sectores 12 ya presentes en la mesa 75 pueden mantenerse mediante barras (no mostradas) instaladas en la viga 77 y los brazos 78 y 79, antes de empernarse entre sí usando los sistemas de empernado 30, 31.

La plataforma 70 comprende gatos elevadores 86 para levantar los sectores 12 a cierta altura por encima de la mesa 75, para permitir la colocación por debajo del segmento 10 de los miembros rodantes.

40 Los segmentos 10 una vez formados se montan para formar la torre 1.

Durante el montaje de los segmentos 10, pueden introducirse barras (no mostradas) en los orificios axiales 40 que desembocan en las caras de extremo axial 35 de los sectores 12.

45 Incluso si las caras de extremo axial 35 pueden comprender rebajes cónicos 45 en los que se insertan los pasadores de centrado 46, como se ha mencionado anteriormente, la torre se construye preferentemente de tal manera que las cargas mecánicas nominales se soporten sin necesidad de la resistencia adicional que aporta la presencia de estos pasadores de centrado 46.

50 Los segmentos 10 pueden montarse por una unión seca, sin hormigón ni aglomerante de resina insertado entre dos segmentos consecutivos 10.

55 Preferentemente, como puede observarse en las Figuras 1 y 2, los segmentos 10 están desplazados angularmente de modo que la unión vertical entre los sectores de un segmento se coloca sustancialmente en el medio de los sectores de los segmentos adyacentes 10.

Gracias a la precisión con la que se fabrican los sectores 12, no existe una desalineación significativa de las caras de extremo axial 35 de los sectores 12 de un mismo segmento 10 (es decir, la unión horizontal de un segmento).

60 Pueden usarse tendones de postensado para pretensar los segmentos 10.

Pueden usarse algunos tendones durante el levantamiento de la torre y anclarse en segmentos intermedios.

65 Pueden tensarse algunos otros tendones solo después de que se complete el levantamiento de la torre.

ES 2 933 559 T3

Estos tendones pueden anclarse por un extremo en el elemento anular superior 11 gracias a los anclajes 90, y por el otro extremo en la cimentación de la torre.

5 Estos tendones están fabricados preferentemente de cables que se extienden dentro del espacio interno de la torre 1, fuera del muro de hormigón de los sectores 12.

La invención no está limitada a la realización divulgada y se pueden introducir diversas modificaciones a esta última sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

10 Por ejemplo, los tendones tensores pueden extenderse a través de pasajes internos a los sectores.

Los segmentos pueden tener una forma de anillo que no sea circular, por ejemplo, poligonal, en particular hexagonal.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una torre de aerogenerador que comprende una pluralidad de segmentos anulares (10) alineados axialmente entre sí, comprendiendo al menos uno de los segmentos anulares (10) una pluralidad de sectores montados (12) de hormigón prefabricado, estando montados los sectores adyacentes (12) de este segmento (10) mediante dispositivos de sujeción (30) y comprendiendo cada segmento en la interfaz de los sectores adyacentes juntas dentadas (15) fundidas con los sectores, comprendiendo los sectores (12) rebajes (16) para alojar las juntas dentadas (15), caracterizada por que estos rebajes (16) desembocan en el intradós (134) de los sectores en estado montado.
- 10 2. La torre de la reivindicación 1, comprendiendo cada sector (12) nervaduras axiales (17, 18) que sobresalen hacia dentro adyacentes a las caras de extremo lateral (13, 14) del sector, teniendo preferentemente las nervaduras una sección transversal triangular.
- 15 3. La torre de la reivindicación 2, comprendiendo los dispositivos de sujeción pernos (30) que se extienden a través de una nervadura correspondiente (18).
- 20 4. La torre de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo los sectores casquillos (31) para recibir pernos (30) de los dispositivos de sujeción, estando integrados los casquillos (31) en los sectores (12) durante la fundición de los mismos.
- 25 5. La torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo cada sector (12) al menos un orificio axial (40) que se extiende desde cada extremo axial (35) del sector a lo largo de al menos parte de la altura del sector, desembocando preferentemente al menos uno de los orificios (40) en un rebaje (41) formado en la superficie interna del sector.
- 30 6. La torre de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo al menos alguno de los sectores de al menos un segmento ventanas (50) que desembocan en el extradós del segmento, para izar el segmento o para el anclaje a una máquina usada para elevar la torre.
- 35 7. La torre de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende pasadores de centrado bicónicos (46) encajados entre los sectores de dos segmentos adyacentes (10).
- 40 8. La torre de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, teniendo cada sector una altura y una anchura menor que 4,5 m y 8 m respectivamente cada una.
- 45 9. Un método para la producción de sectores (12) de una torre como se define en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende transferir un molde de un sector de este tipo entre diferentes estaciones de trabajo, que incluyen
- una estación de trabajo (60) donde se abre el molde del sector,
 - una estación de trabajo (61) donde se extrae del molde un sector fundido,
 - una estación de trabajo (62) donde se limpia el molde,
 - una estación de trabajo (62) donde se coloca la barra de refuerzo en el molde,
 - una estación de trabajo (62) donde se cierra el molde,
 - una estación de trabajo (63) donde se inyecta hormigón en el molde,
 - una estación de trabajo (65) donde se deja fraguar el hormigón en el molde.
- 50 10. El método de la reivindicación 9, estando mecanizado el molde para proporcionar una tolerancia de fabricación no mayor que 5 mm, mejor 3 mm, incluso mejor 1 mm o 0,5 mm, sobre caras (13, 14, 35) de un sector destinado a entrar en contacto con otros sectores.
- 55 11. El método de la reivindicación 9 o 10, teniendo el molde una superficie configurada para fundir el extradós (55) que está orientada de manera que el extradós del sector mire hacia abajo cuando se funde el sector.
- 60 12. Un método para construir una torre como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende transportar los sectores desde una planta donde se fabrican los sectores hasta un sitio de construcción para la torre, realizándose el transporte con camiones normales o de plataforma baja y más de un sector (12) por camión, montar los sectores para formar los segmentos y, a continuación, montar los segmentos (10).
- 65 13. El método de la reivindicación 12, montándose los sectores (12) de un segmento (10) sobre una plataforma giratoria (70), llevándose cada sector durante el montaje por un extremo de un brazo manipulador (85) de un vehículo de ruedas (106), sin izar.
14. El método de la reivindicación 13, comprendiendo la plataforma giratoria una pista para la transferencia de un segmento completo fuera de la plataforma, gatos (86) para levantar el segmento para colocar debajo de él los miembros de transporte, y al menos un brazo (78) para sujetar un primer sector en la plataforma mientras se espera

que se monten otros sectores sobre el mismo.

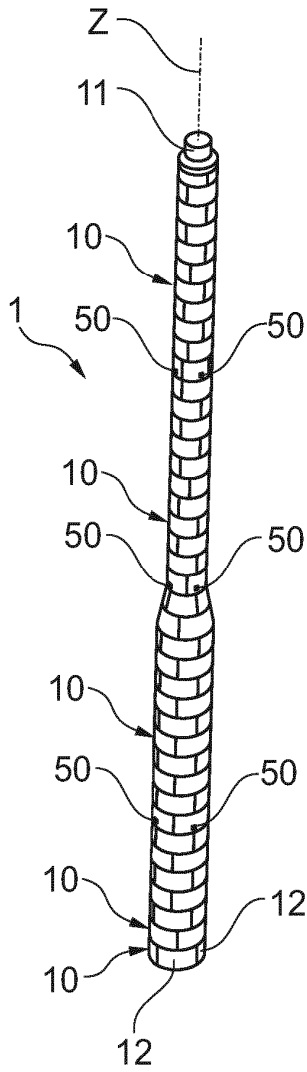


Fig. 1

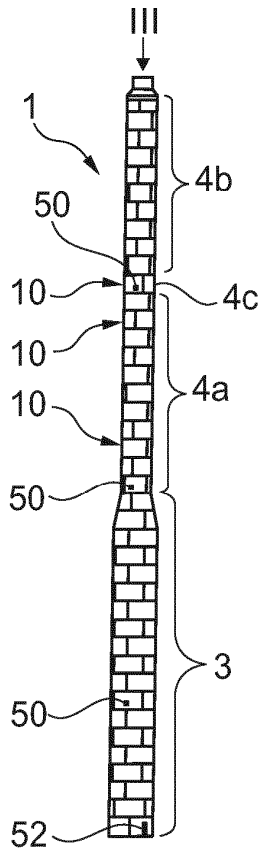


Fig. 2

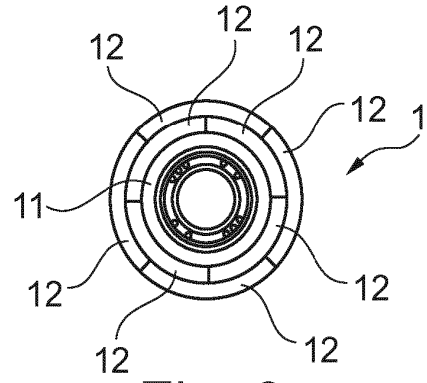


Fig. 3

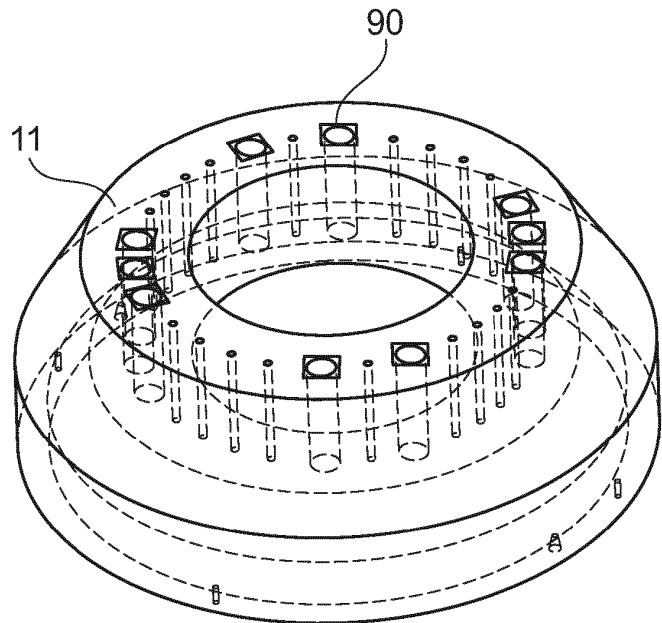


Fig. 4

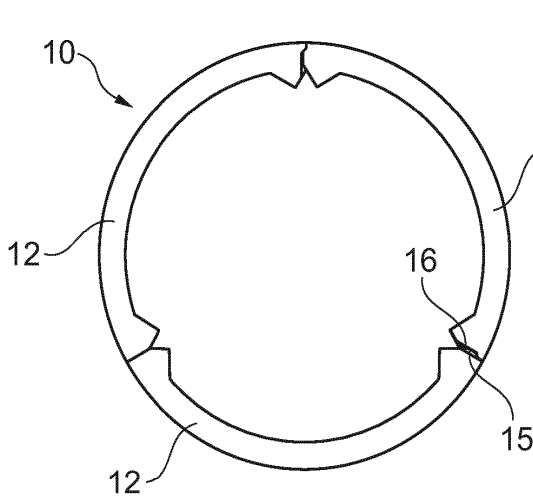


Fig. 5

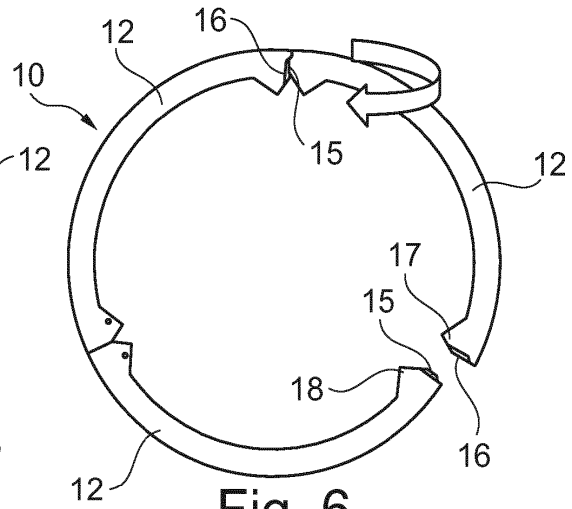


Fig. 6

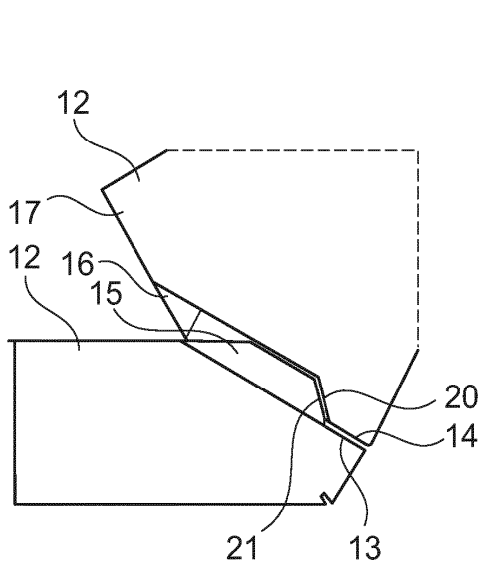


Fig. 7

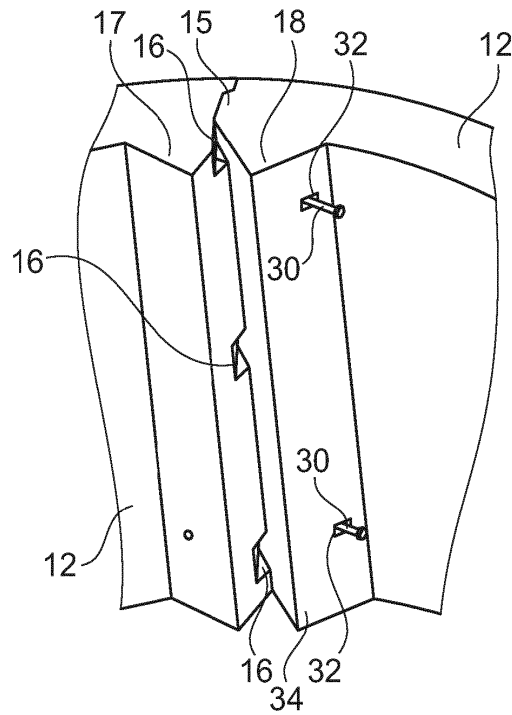


Fig. 8

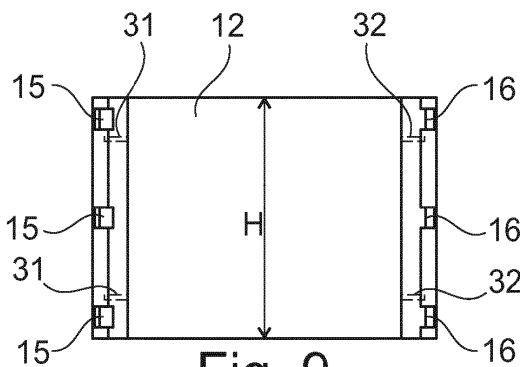


Fig. 9

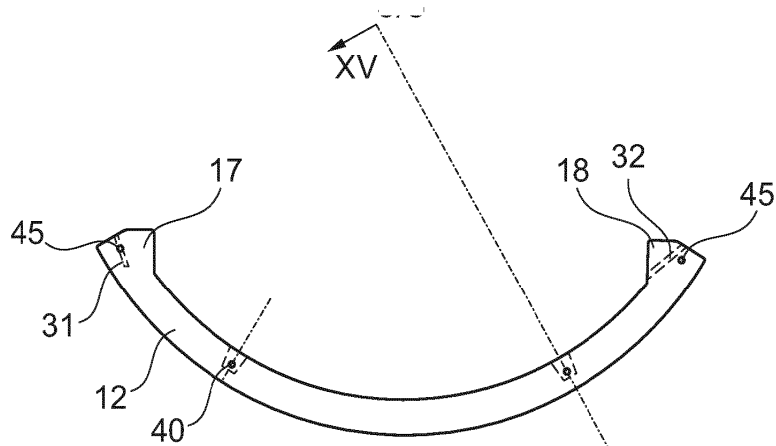


Fig. 14

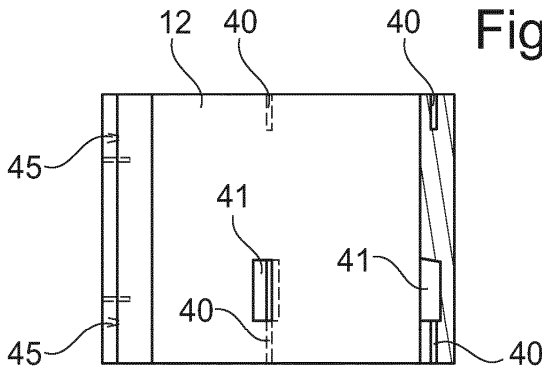


Fig. 15

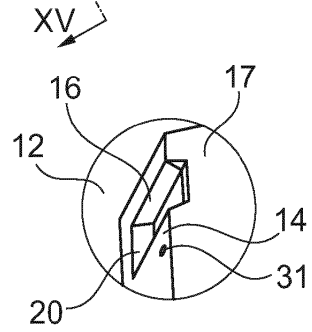


Fig. 12

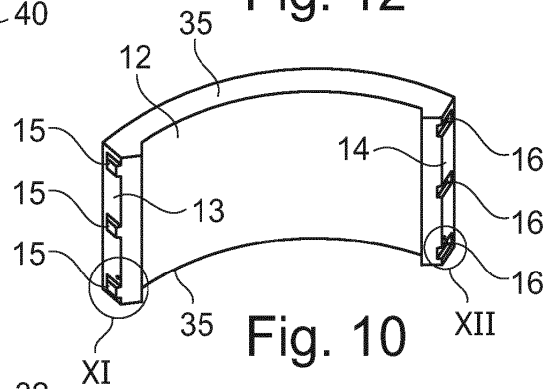


Fig. 10

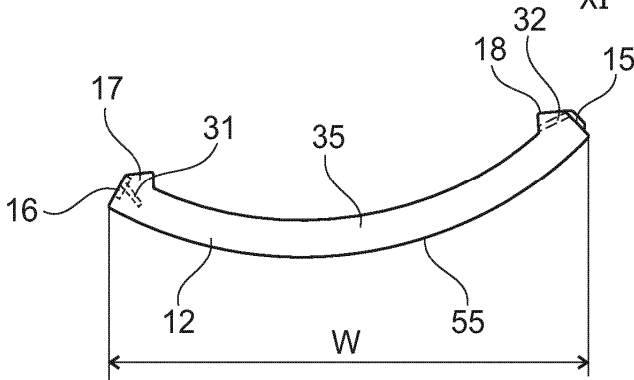


Fig. 13

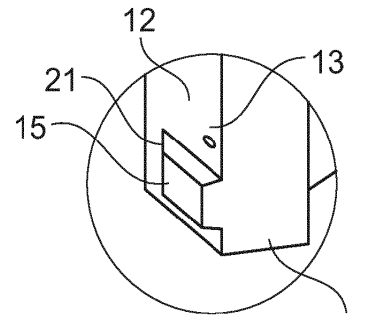


Fig. 11



Fig. 16

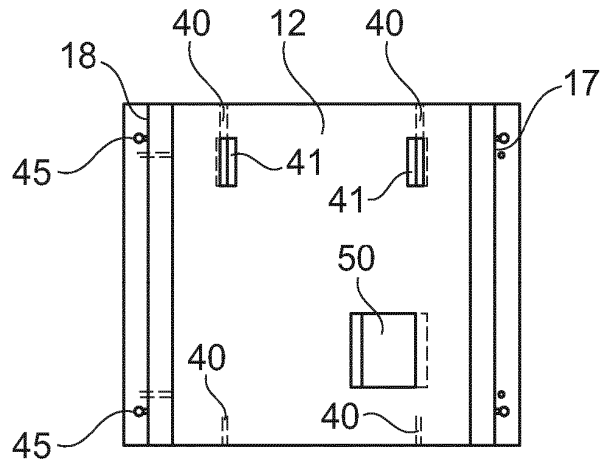


Fig. 17

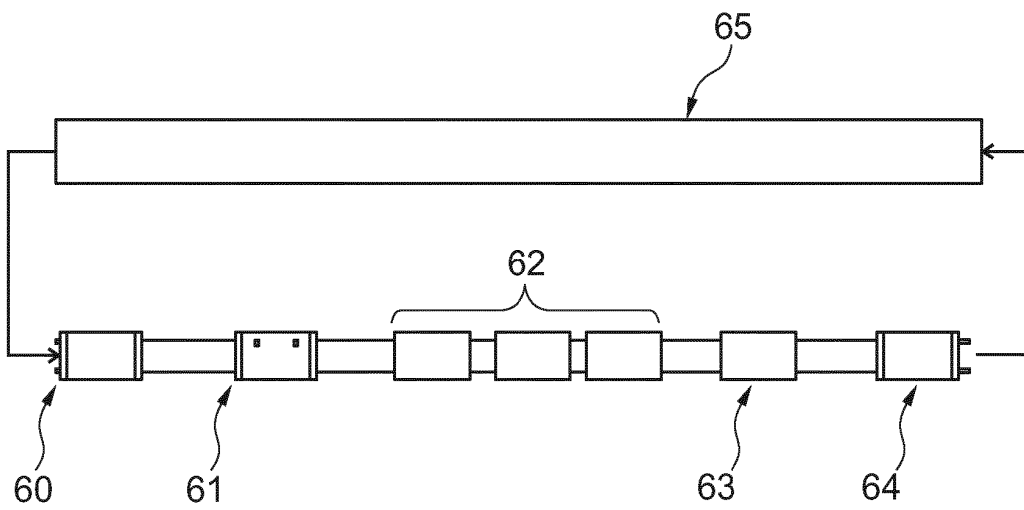


Fig. 18

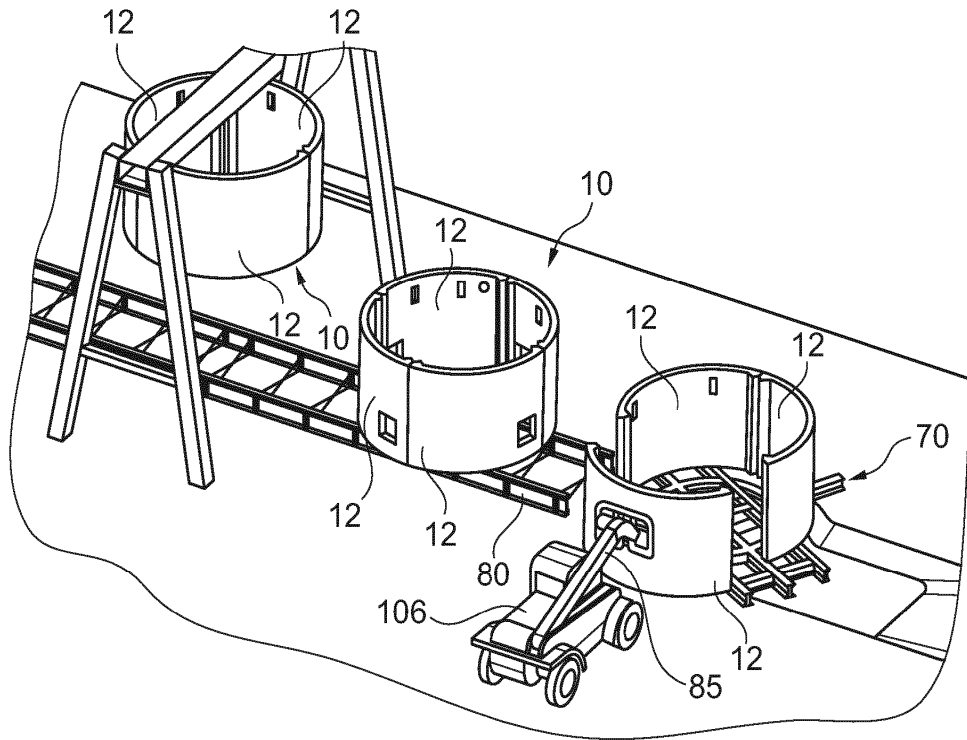


Fig. 19

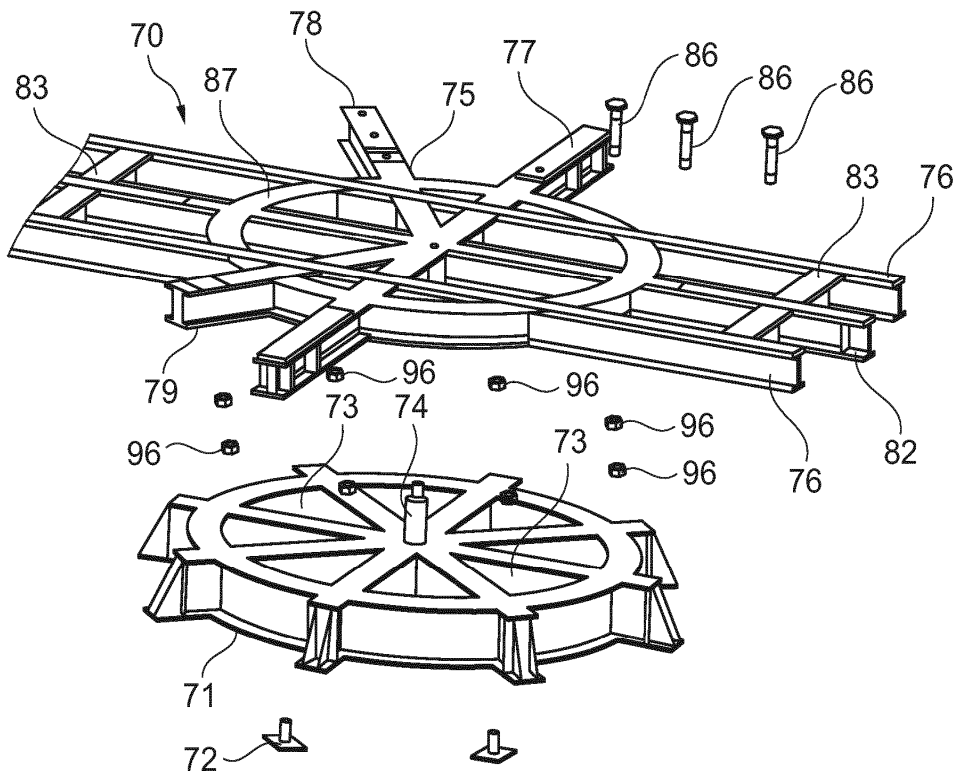


Fig. 20

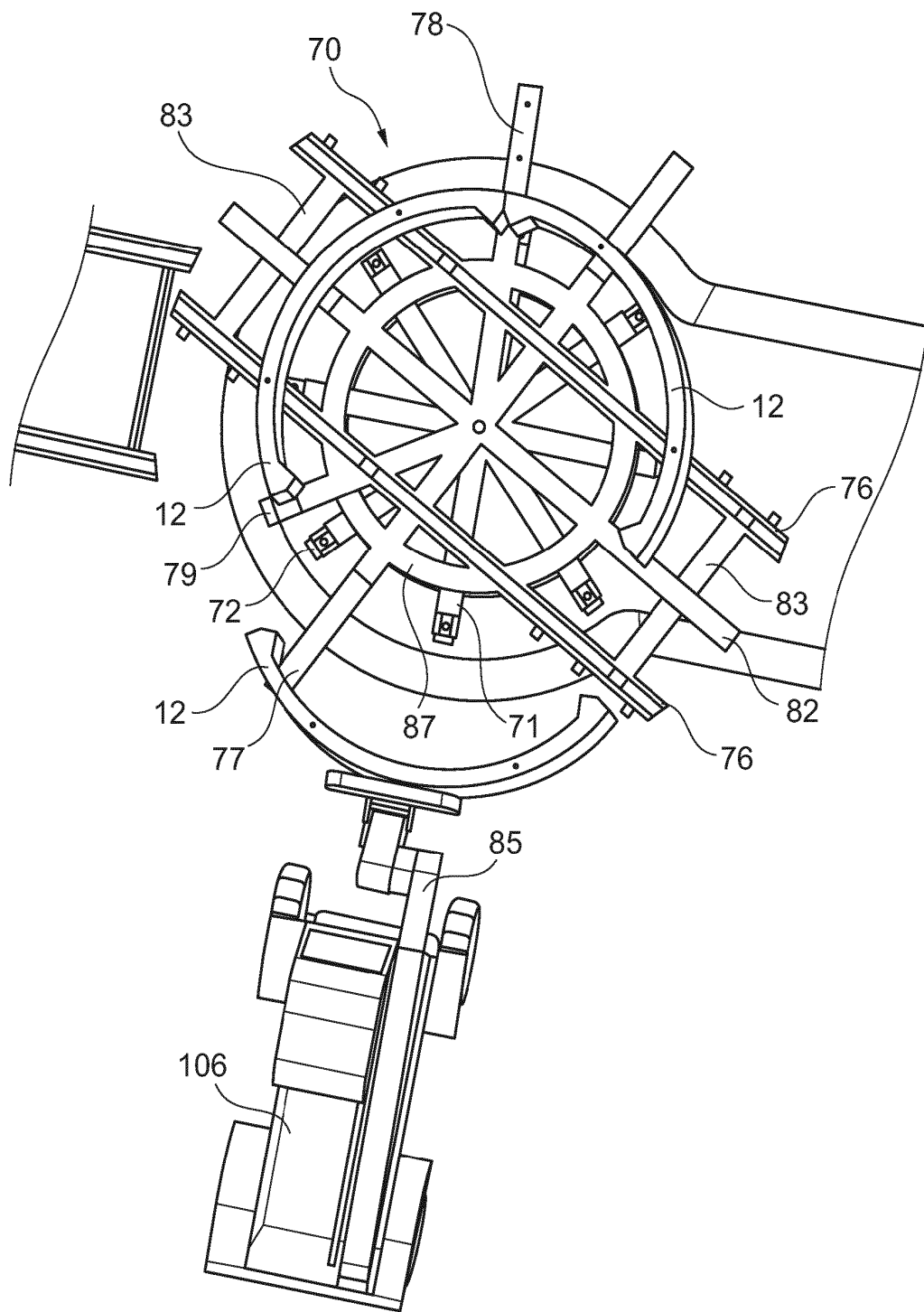


Fig. 21

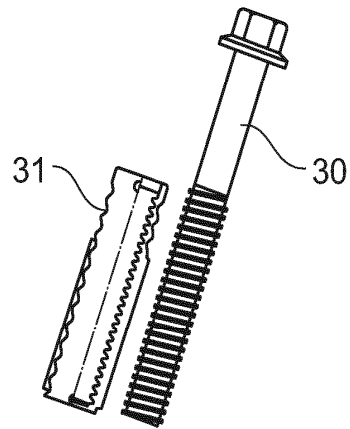


Fig. 22

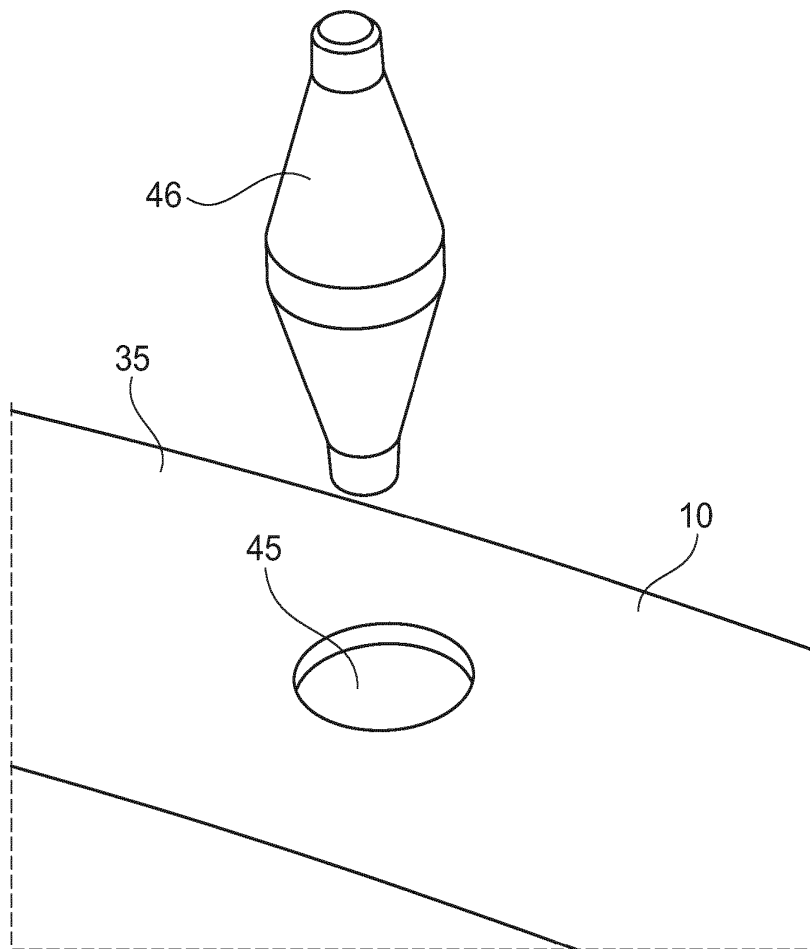


Fig. 23

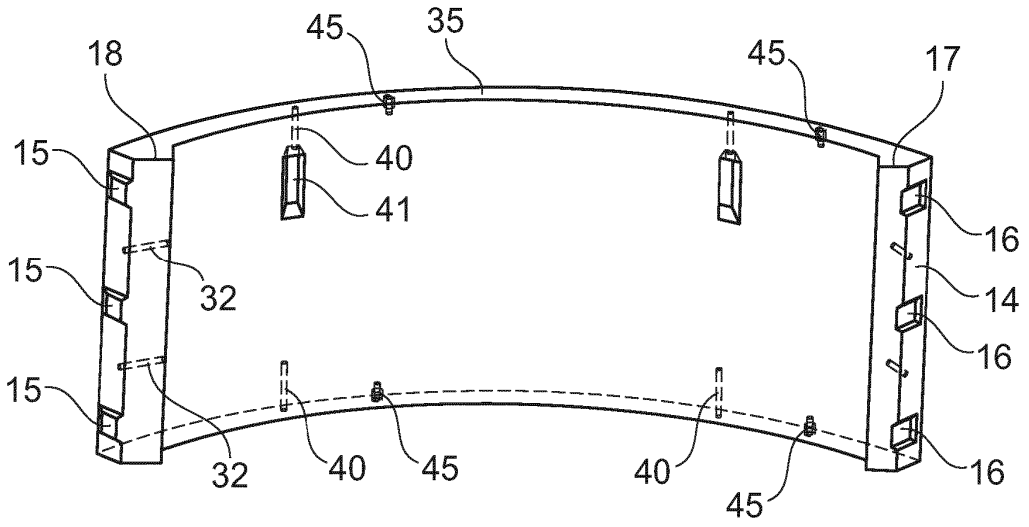


Fig. 24

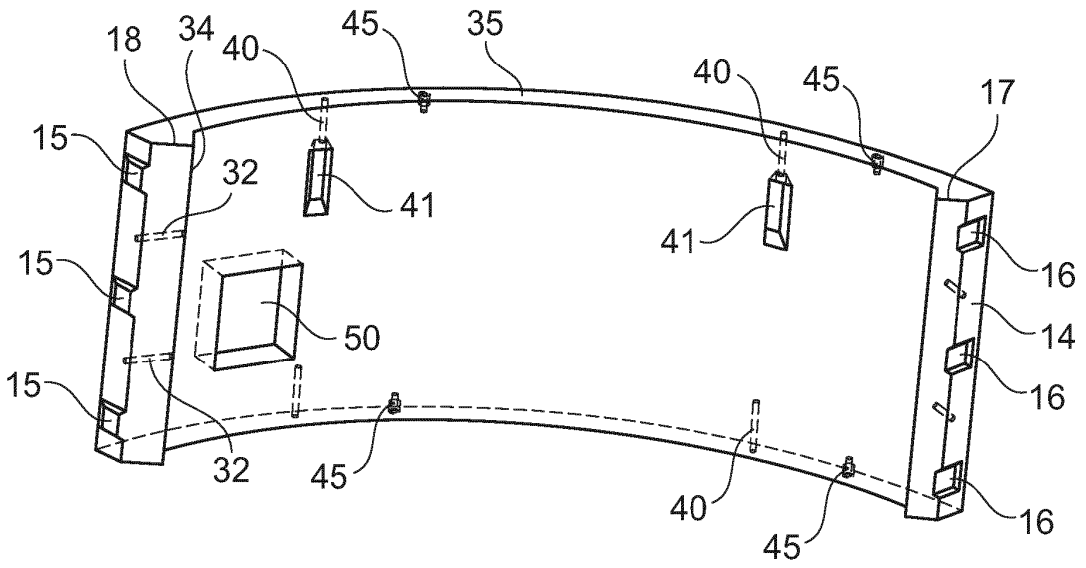


Fig. 25