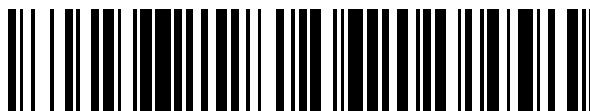


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 522**

51 Int. Cl.:

**E04H 12/08** (2006.01)

**E04H 12/24** (2006.01)

**E04H 12/34** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

**F03D 13/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2017 E 17156622 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3208404**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el montaje de un segmento de torre tubular**

30 Prioridad:

**19.02.2016 DE 102016002372**

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

**21.07.2020**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (50.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE y  
SIAG INDUSTRIE GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**EDELMANN, ULF y  
PETERSEN, JENS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 774 522 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**

Procedimiento y dispositivo para el montaje de un segmento de torre tubular

La invención se refiere a un procedimiento para el montaje de un segmento de torre tubular anular a partir de al menos tres paneles en forma de segmento de anillo, así como a un medio auxiliar de montaje especialmente adecuado para ello.

Ya se conocen estructuras de torre tubular compuestas por varios segmentos de torre tubular. A menudo, las torres correspondientes se utilizan en particular como torres para turbinas eólicas, estando dispuesta en la cabeza de la torre la góndola con el rotor de la turbina eólica alojado de forma giratoria dentro de la misma.

Ya se conoce el método consistente en prefabricar componentes tubulares de tal modo que en el lugar de erección solo se han de colocar sobre unos cimientos o sobre un segmento de torre tubular ya levantado previamente y unir con los mismos. Para la unión, los segmentos de torre tubular se pueden soldar entre sí o atornillar entre sí en bridas previstas para ello.

El diámetro máximo de segmentos de torre tubular prefabricados como componentes tubulares está limitado por los requisitos de transportabilidad. El diámetro de segmentos de torre tubular correspondientes para un transporte por carretera ha de ser regularmente menor de 4,5 m para poder mantener la altura libre de, por ejemplo, puentes. Sin embargo, un diámetro máximo correspondiente impone limitaciones estáticas a una estructura de torre tubular consistente en segmentos de torre tubular correspondientes en lo que respecta a la altura máxima de la torre y/o el peso máximo que ha de ser soportado en la cabeza de la torre, por ejemplo el peso de la góndola y del rotor de una turbina eólica.

En particular para posibilitar torres más altas para turbinas eólicas con el fin de aprovechar el viento reinante en capas más altas, se conoce el método consistente en configurar al menos una parte de los segmentos de torre tubular de una estructura de torre tubular correspondiente a partir de cubiertas orientadas longitudinalmente, que se transportan individualmente hasta el lugar de instalación de la turbina eólica, donde se ensamblan formando un segmento tubular anular. Dado que las cubiertas se transportan individualmente, el diámetro de la estructura de torre tubular ensamblada ya no está limitado por ejemplo por la altura libre de puentes, sino que puede ser considerablemente más grande. Únicamente es necesario configurar las cubiertas individuales de tal modo que puedan ser transportadas sin problemas hasta el lugar de instalación. En particular, la cantidad de cubiertas para la formación del segmento de torre tubular completo también se puede elegir de tal modo que las dimensiones de las cubiertas individuales permitan un transporte sin problemas.

En el estado actual de la técnica se conocen diferentes procedimientos para ensamblar las cubiertas formando un segmento de torre tubular. Además del montaje del segmento de torre tubular en posición tumbada, en el que las cubiertas individuales se ensamblan sucesivamente mientras el segmento de torre tubular o sus cubiertas ya instaladas están depositados de forma giratoria sobre un armazón auxiliar, de modo que el segmento de torre tubular todavía se ha de enderezar a continuación para el montaje propiamente dicho, también se conocen procedimientos en los que el segmento de torre tubular se monta directamente en posición vertical. Sin embargo, los procedimientos correspondientes requieren una plataforma de instalación complicada y costosa (véase, por ejemplo, el documento WO 2012/007226 A2), o la orientación mutua de las cubiertas individuales de modo que se puedan unir entre sí es difícil. El documento US 2015/0176299 A1 describe un procedimiento para la erección de una torre de una turbina eólica, en la que los segmentos de torre individuales están compuestos por paneles en forma de segmento anular. En primer lugar, dos paneles opuestos de un segmento de torre se unen mediante una estructura de unión formando una unidad, que después se levanta en su conjunto sobre los cimientos de torre tubular o sobre un segmento de torre tubular ya erigido. A continuación se completan los paneles que todavía faltan, levantándolos y uniéndolos directamente con los paneles adyacentes ya erigidos. Una desventaja de este procedimiento consiste en la necesidad de una estructura de unión costosa, que ha de estar diseñada para el alzamiento y levantamiento de dos paneles unidos a través de la misma.

El objetivo de la presente invención consiste en crear un procedimiento para el montaje de un segmento de torre tubular anular a partir de al menos tres paneles en forma de segmento anular, así como un medio auxiliar de montaje especialmente adecuado para ello, con los que al menos se puedan reducir las desventajas del estado actual de la técnica.

Este objetivo se resuelve mediante un procedimiento según la reivindicación principal, así como un medio auxiliar de montaje según la reivindicación de la misma categoría. Las reivindicaciones subordinadas tienen por objeto perfeccionamientos ventajosos.

Por lo tanto, la invención se refiere a un procedimiento para el montaje de un segmento de torre tubular anular a partir de al menos tres paneles en forma de segmento anular sobre un medio auxiliar de levantamiento anular orientado horizontalmente, que está configurado para recibir el extremo inferior del segmento de torre tubular, con las etapas consistentes en:

- a) levantar un primer panel en forma de segmento anular con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento;
- b) levantar un segundo panel en forma de segmento anular con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento;
- 5 c) unir las partes superiores del primer y el segundo paneles con un soporte de montaje, de modo que los dos paneles se apoyen entre sí a través del soporte de montaje;
- d) levantar otro panel adyacente al panel ya levantado, con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento;
- 10 e) unir el otro panel por su parte superior con el soporte de montaje a través de un medio auxiliar de orientación, consistiendo el medio auxiliar de orientación en brazos de posicionamiento basculantes sujetos en el soporte de montaje;
- f) unir el otro panel con el panel o los paneles adyacente(s);
- g) repetir las etapas (d) y (e) hasta completar el segmento de torre tubular; y
- h) retirar el soporte de montaje.

15 La invención se refiere además a un medio auxiliar de montaje para utilizarlo en el procedimiento de montaje según la invención, con un soporte de montaje con al menos un par de puntos de conexión separados entre sí para sujetarlos en la parte superior del primer y el segundo paneles de un segmento de torre tubular anular que ha de ser construido a partir de más de tres paneles en forma de segmento anular, y un área central situada entre los mismos, estando previstos en el área central unos brazos de apoyo basculantes como medio auxiliar de orientación para los otros paneles.

20 En el procedimiento según la invención, el segmento de torre tubular anular se ensambla a partir de varios paneles directamente en la posición levantada, es decir, con el eje de la torre orientado verticalmente. Además de un medio auxiliar de levantamiento solo se requiere un soporte de montaje, que por ejemplo puede estar configurado como medio auxiliar de montaje según la invención.

25 El medio auxiliar de levantamiento está configurado para recibir el extremo inferior del segmento de torre tubular que ha de ser montado. Para ello, el medio auxiliar de levantamiento presenta por ejemplo un alojamiento adaptado a la forma del extremo inferior del segmento de torre tubular que ha de ser montado, estando conformado el alojamiento como una cavidad correspondientemente vaciada o presentando el mismo salientes o espárragos (con o sin rosca) configurados para acoplarse en aberturas (por ejemplo agujeros pasantes en una brida) situadas en la parte inferior del segmento de torre tubular o de sus paneles. Alternativa o adicionalmente también es posible que el medio auxiliar de levantamiento para la recepción del extremo inferior del segmento de torre tubular o de sus paneles esté configurado para que los paneles se puedan sujetar de forma desmontable en el medio auxiliar de levantamiento, por ejemplo mediante una conexión atornillada. El medio auxiliar de levantamiento puede estar conformado como una plantilla de montaje especial correspondientemente configurada. No obstante, debido al requisito estructural descrito del medio auxiliar de levantamiento, para el segmento de torre tubular inferior de la estructura de torre que ha de ser erigida también es posible utilizar directamente los cimientos de la torre tubular como medio auxiliar de levantamiento, con lo que se puede omitir un desplazamiento hasta los cimientos después del montaje del segmento de torre tubular. En los demás segmentos de torre tubular, el segmento de torre tubular ya montado situado en cada caso debajo del segmento de torre tubular que ha de ser montado se puede utilizar como medio auxiliar de levantamiento, en cuyo caso por ejemplo una brida de conexión en la parte superior del segmento de torre tubular inferior ya montado, o un elemento de conexión (como por ejemplo un anillo de torsión o un adaptador de brida anular) dispuesto sobre éste para la conexión con el segmento de torre tubular situado encima, constituyen el medio auxiliar de levantamiento propiamente dicho.

45 En una primera etapa, un primer panel en forma de segmento anular se levanta con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento. Dependiendo de la configuración del medio auxiliar de levantamiento, el primer panel también se puede unir al medio auxiliar de levantamiento. En función de la configuración del panel y/o del medio auxiliar de levantamiento o de una eventual unión entre el panel y el medio auxiliar de levantamiento, el primer panel ya se mantiene en la posición que también presenta el primer panel en el segmento de torre tubular ya montado. No obstante, en caso necesario también se puede prever para ello un apuntalamiento y/o arriostramiento especial.

50 A continuación, un segundo panel anular se levanta con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento. En caso necesario, este panel también se puede mantener en la posición deseada por medio de un apuntalamiento y/o arriostramiento. El segundo panel consiste preferiblemente en un panel esencialmente opuesto al primer panel, es decir, la cantidad de los otros paneles requeridos respectivamente para los dos espacios intermedios entre el primer y el segundo paneles solo se diferencia en una unidad o es idéntica. El primer caso es aplicable en particular cuando el segmento de torre tubular se forma mediante un número impar de paneles, mientras que el último caso es aplicable a un segmento de torre tubular con un número par de paneles.

Los dos paneles, es decir, el primer y el segundo paneles, se unen a continuación con un soporte de montaje, de modo que los dos paneles se apoyan a través del soporte de montaje. Después de la instalación del soporte de montaje previsto según la invención, ya no es necesario un apuntalamiento y/o arriostramiento especial del primer y/o el segundo paneles.

5 Los paneles del segmento de torre tubular pueden presentar bridas de conexión tanto en su parte superior como en su parte inferior. El soporte de montaje puede estar unido a las partes superiores de los dos paneles con las bridas de conexión. En este contexto, el soporte de montaje puede estar unido directamente a las bridas de conexión, por ejemplo a través de una conexión atornillada. No obstante también es posible que entre las bridas de conexión en las partes superiores del primer y el segundo paneles y el soporte de montaje estén dispuestos en cada caso segmentos de adaptador de brida anular. Estos segmentos de adaptador de brida anular ya pueden estar fijados en el primer y el  
10 segundo paneles antes del levantamiento de los mismos. Después del montaje de todos los paneles del segmento de torre tubular, los segmentos de adaptador de brida anular se pueden completar con otros segmentos de adaptador de brida anular para formar un adaptador de brida anular.

15 El soporte de montaje puede presentar dispositivos para asegurar que las partes superiores del primer y el segundo paneles presentan una distancia predeterminada entre sí. Estos dispositivos pueden consistir en guías o accionadores con los que se ha de asegurar o ajustar la posición deseada de los dos paneles. El soporte de montaje puede presentar además un nivel para poder controlar fácilmente la posición y orientación correctas de los dos paneles.

A continuación se levanta otro panel adyacente al panel ya levantado, con su parte inferior sobre el medio auxiliar de levantamiento, y después se une con el panel o los paneles adyacente(s). La unión de dos paneles adyacentes tiene  
20 lugar preferiblemente mediante una conexión atornillada en bridas verticales orientadas en dirección radial con respecto al eje del segmento de torre tubular. No obstante, también es posible unir los paneles entre sí de otro modo, por ejemplo mediante soldadura.

Para facilitar la orientación del otro panel antes de unirlo al panel o a los paneles adyacente(s), está previsto que el otro panel primero se una previamente por su parte superior al soporte de montaje a través de un medio auxiliar de  
25 orientación. El medio auxiliar de orientación consiste en al menos un brazo de posicionamiento sujeto de forma basculante en el soporte de montaje, que se puede unir mediante basculación a la parte superior de tal modo que es posible asegurar la posición del otro panel con respecto al soporte de montaje y, por lo tanto, con respecto al primer y el segundo paneles. Si los paneles presentan una brida de conexión en su parte superior, los brazos de posicionamiento se pueden acoplar en agujeros pasantes previstos en la misma. Si el brazo de posicionamiento tiene  
30 además una longitud regulable, la posición del otro panel se puede corregir en caso dado para poder compensar tolerancias de fabricación.

Preferiblemente, la cantidad de brazos de posicionamiento es igual o mayor que la cantidad de los otros paneles, es decir, la cantidad de todos los paneles del segmento de torre tubular menos el primer y el segundo paneles. Además, como medio auxiliar de orientación puede estar previsto un círculo de apoyo circunferencial en el que se pueden  
35 apoyar los otros paneles. A través de un medio auxiliar de orientación correspondiente se puede fijar la posición definitiva del otro panel ya antes de su unión con paneles adyacentes, lo que por regla general facilita la realización de dicha unión.

Para facilitar la unión de dos paneles adyacentes y en particular para poder evitar costosas estructuras de armazón, está previsto utilizar una plataforma de trabajo unida al soporte de montaje y desplazable al menos en dirección  
40 vertical, con la que se pueden recorrer verticalmente las áreas de unión de dos paneles adyacentes para realizar la unión deseada. Con el fin de poder utilizar la plataforma de trabajo de forma variable para cada unión entre paneles adyacentes, es preferible que la plataforma de trabajo pueda girar alrededor del eje del segmento de torre tubular o se pueda desplazar por una vía circular alrededor de dicho eje. En particular en caso de segmentos de torre tubular con forma cónica, resulta ventajoso que la plataforma de trabajo sea desplazable o extensible en dirección radial con respecto al eje del segmento de torre tubular. De este modo se puede asegurar una buena accesibilidad desde la  
45 plataforma de trabajo a las áreas de unión de dos paneles adyacentes a lo largo de toda la altura del segmento de torre tubular, en particular también en caso de segmentos de torre tubular con forma cónica.

Si todos los paneles del segmento de torre tubular están levantados sobre el medio auxiliar de levantamiento y unidos en cada caso con los paneles adyacentes, el soporte de montaje se puede sacar del segmento de torre tubular, en caso dado junto con elementos dispuestos en el mismo, como una plataforma de trabajo. Para ello, el soporte de  
50 montaje se puede levantar desde el segmento de torre tubular hacia arriba. No obstante, una vez realizado el montaje, si el segmento de torre tubular aún ha de ser subido desde el medio auxiliar de levantamiento hasta el lugar de instalación definitivo, el soporte de montaje puede servir además como medio auxiliar de transporte, por ejemplo acoplando en el soporte de montaje una grúa para levantar el segmento de torre tubular.

55 Por ejemplo, si entre el soporte de montaje y las bridas de conexión en la parte superior del primer y el segundo paneles ya están previstos segmentos de adaptador de brida anular, el adaptador de brida anular se puede completar en caso necesario con otros segmentos de adaptador de brida anular antes o después de retirar el soporte de montaje. Si este no es el caso, después de retirar el soporte de montaje se puede sujetar en caso necesario un adaptador de brida anular de una o varias piezas o un adaptador de otro tipo en la parte superior del segmento de torre tubular.

El medio auxiliar de montaje según la invención está configurado para utilizarlo en el procedimiento según la invención, por lo que para la descripción del medio auxiliar de montaje también se remite a las explicaciones anteriores.

5 El medio auxiliar de montaje incluye un soporte de montaje que presenta al menos un par de puntos de conexión separados entre sí para sujetarlos en la parte superior del primer y el segundo paneles de un segmento de torre tubular anular que ha de ser construido a partir de más de tres paneles en forma de segmento anular. Entre los dos puntos de conexión de un par se encuentra el área central del soporte de montaje. En esta área central están previstos los brazos de posicionamiento basculantes como medio auxiliar de orientación para los otros paneles.

10 Preferiblemente, la cantidad de brazos de posicionamiento es igual o mayor que la cantidad de los otros paneles (la cantidad de todos los paneles del segmento de torre tubular menos el primer y el segundo paneles). De este modo, todos los paneles de un segmento de torre tubular pueden permanecer unidos al soporte de montaje y mantenerse en su posición hasta la finalización del montaje, lo que facilita el montaje de los paneles individuales.

15 Para poder utilizar el medio auxiliar de montaje en diferentes segmentos de torre tubular con diferentes diámetros en su parte superior (tal como ocurre por regla general por ejemplo en los segmentos de torre tubular de una sección de torre cónica formada por varios segmentos de torre tubular), puede estar previsto un segundo par de puntos de conexión simétricamente alrededor del área central, presentando los puntos de conexión de este par una distancia entre sí diferente a la del al menos otro par de puntos de conexión. El medio auxiliar de montaje se puede utilizar para segmentos de torre tubular con al menos dos diámetros diferentes en su parte superior. En este caso, los brazos de posicionamiento tienen preferiblemente una longitud regulable para poder adaptarse al diámetro correspondiente del segmento de torre tubular que ha de ser montado.

20 Preferiblemente, en el área central del soporte de montaje está sujeto de forma giratoria un travesaño, siendo la longitud del travesaño preferiblemente menor que la distancia más pequeña de un par de puntos de conexión. De este modo se puede asegurar que, una vez finalizado un segmento de torre tubular, el medio auxiliar de montaje se puede sacar de éste hacia arriba.

25 Preferiblemente, en el travesaño está sujeta una plataforma de trabajo que se puede desplazar verticalmente con respecto al travesaño. Más preferiblemente, la plataforma de trabajo también es desplazable horizontalmente a lo largo del travesaño y/o extensible en una dirección paralela a éste. Mediante la posibilidad de desplazamiento o la extensibilidad se puede asegurar una buena accesibilidad desde la plataforma de trabajo a las áreas de unión de dos paneles adyacentes a lo largo de toda la altura del segmento de torre tubular, también en caso de segmentos de torre tubular cónicos. Si la longitud de la plataforma de trabajo, al menos en el estado retraído, también es menor que la distancia más pequeña de un par de puntos de conexión, el medio auxiliar de montaje se puede sacar hacia arriba de un segmento tubular terminado.

30 Alternativamente a la previsión de un travesaño, en el soporte de montaje también puede estar sujeta una vía circular para una plataforma de trabajo alrededor del área central, siendo el diámetro de la vía circular preferiblemente menor que la distancia más pequeña de un par de puntos de conexión. De este modo, una vez finalizado el segmento de torre tubular, el medio auxiliar de montaje se puede sacar hacia arriba. La vía circular también puede servir adicionalmente como círculo de apoyo circunferencial, es decir, como medio auxiliar de orientación para los paneles.

35 Preferiblemente, en la vía circular está sujeta una plataforma de trabajo que se puede desplazar verticalmente con respecto a la vía circular. Más preferiblemente, la plataforma de trabajo es extensible en dirección radial con respecto al eje de la vía circular. Mediante esta extensibilidad se puede asegurar una buena accesibilidad desde la plataforma de trabajo a las áreas de unión de dos paneles adyacentes a lo largo de toda la altura del segmento de torre tubular, también en caso de segmentos de torre tubular cónicos. Si la plataforma de trabajo también está correspondientemente configurada, al menos en el estado retraído, sigue siendo posible sacar hacia arriba el medio auxiliar de montaje, también con la plataforma de trabajo, de un segmento tubular terminado.

40 Preferiblemente, los paneles del segmento de torre tubular que ha de ser montado de acuerdo con el procedimiento según la invención están hechos de chapa de acero. La chapa de acero puede presentar un espesor de 26 mm y 100 mm, preferiblemente de 30 mm a 50 mm. Al menos una parte de las bridas de un panel puede estar formada mediante plegado de la chapa de acero.

45 Los segmentos de torre tubular que han de ser montados presentan preferiblemente un diámetro mayor de 4,5 m, más preferiblemente de 7 m o más. En ese contexto, el diámetro se refiere al diámetro más grande de un segmento de torre tubular, por lo tanto, en caso de segmentos de torre tubular cónicos, al mayor de los dos diámetros de las partes superior e inferior.

La altura del segmento de torre tubular que ha de ser montado puede ser de 10 m o más, preferiblemente 20 m o más.

La invención se describe ahora a modo de ejemplo por medio de formas de realización ventajosas con referencia a los dibujos adjuntos. Se muestran:

55 figuras 1a-k: las etapas individuales del procedimiento según la invención con un primer ejemplo de realización de un medio auxiliar de montaje según la invención;

- figuras 2a, b: representaciones de detalles de las figuras 1a-k;  
 figuras 3a, b: un segundo ejemplo de realización de un medio auxiliar de montaje según la invención; y  
 figuras 4a-c: un ejemplo de realización de una plataforma de trabajo preferida para el medio auxiliar de montaje según las figuras 1a-k, 2a, b o 3a, b.

5 Por medio de las figuras 1a a 1k se explican las etapas de procedimiento individuales del procedimiento según la invención para el montaje de segmentos 1, 2 de torre tubular anulares en cada caso a partir de diez paneles 10, 11, 12, 20, 21, 22 en forma de segmento anular. Los dos segmentos 1, 2 de torre tubular presentan una forma cónica.

10 Para el montaje del primer segmento 1 de torre tubular está previsto un primer medio auxiliar 30 de levantamiento, que está configurado para recibir la parte inferior del primer segmento 1 de torre tubular o de sus paneles 10, 11, 12 en forma de segmento anular. El primer medio auxiliar 30 de levantamiento consiste en los cimientos de la estructura de torre tubular que ha de ser erigida con ayuda del segmento 1 de torre tubular como torre para una turbina eólica. En la parte superior del medio auxiliar 30 de levantamiento sobresalen unos espárragos roscados 31 en los que se pueden sujetar los paneles 10, 11, 12. Para ello, los paneles 10, 11, 12 presentan en sus partes superior e inferior bridas 13, 14 de conexión orientadas en cada caso horizontalmente para una unión correspondiente. Además, en los otros dos bordes de los paneles 10, 11, 12 están previstas bridas verticales 15 que permite unir entre sí dos paneles 15  
 10, 11, 12 adyacentes del segmento 1 de torre tubular. Los paneles 10, 11, 12 están hechos de chapa de acero, estando formadas las bridas verticales 15 mediante plegado de la chapa de acero, y las bridas 13, 14 de conexión mediante componentes soldados.

20 Tal como está representado en la figura 1a, en primer lugar se levanta un primer panel 11 del primer segmento 1 de torre tubular sobre el medio auxiliar 30 de levantamiento. Para ello, el primer panel 11 se coloca sobre los espárragos roscados 31 del medio auxiliar 30 de levantamiento en la posición definitiva deseada del primer panel 11 en el segmento 1 de torre tubular terminado, donde se asegura con tuercas. Si la conexión atornillada en el medio auxiliar 30 de levantamiento no es suficiente para asegurar brevemente la posición del primer panel 11, puede estar previsto un arriostamiento 32 de forma auxiliar.

25 El primer panel 11 presenta en su parte superior un segmento 16 de adaptador de brida tubular unido a la brida 13 de conexión allí situada.

30 En la siguiente etapa (véase la figura 1b) se levanta el segundo panel 12 opuesto al primer panel 11 sobre el medio auxiliar 30 de levantamiento, donde se atornilla. En caso necesario, el segundo panel 12 también se puede asegurar en su posición mediante un arriostamiento 32. El segundo panel 12 también presenta en su parte superior un segmento 16 de adaptador de brida tubular.

35 A continuación (véase la figura 1c), las partes superiores del primer y el segundo paneles 11, 12 se unen entre sí a través de un soporte 41 de montaje de tal modo que los dos paneles 11, 12 se apoyan mutuamente en suficiente medida para que el arriostamiento 32 (véanse las figuras 1a, 1b) ya no sea necesario y pueda ser retirado. El soporte 41 de montaje forma parte de un medio auxiliar 40 de montaje y está unido firmemente a las bridas 13 de conexión en las partes superiores del primer y el segundo paneles 11, 12 a través de los segmentos 16 de adaptador de brida tubular. Para ello, el soporte 41 de montaje presenta un par de puntos 42 de conexión, estando situado cada punto 42 de conexión en el área de un extremo del soporte de montaje (véase también la representación de detalle en la figura 2). Por medio de los puntos 42 de conexión definidos se asegura que los dos paneles 11, 12 se encuentran en la posición deseada para continuar el montaje del segmento 1 de torre tubular.

40 Entre los dos puntos 42 de conexión del soporte 41 de montaje se encuentra el área central 43 del soporte 41 de montaje. En esta área central 43 están previstos ocho brazos 44 de posicionamiento basculantes como medio auxiliar de orientación para los demás paneles 10, es decir, los paneles que se han de levantar después del primer y el segundo paneles 11, 12. Una vez que se ha levantado otro panel 10 sobre el medio auxiliar 30 de levantamiento, un brazo 44 de posicionamiento se puede bascular hacia abajo y acoplar con la brida 13 de conexión sobre la parte superior del otro panel 10, para orientar este panel 10 con respecto a los paneles 10, 11, 12 levantados (véase la figura 2a). Los brazos 44 de posicionamiento tienen una longitud regulable para poder compensar eventuales tolerancias de fabricación. La cantidad de brazos 44 de posicionamiento corresponde a la cantidad de los otros paneles 10, en concreto ocho.

50 Además, en el área central 43 del soporte 41 de montaje está sujeto un travesaño 45 de forma giratoria alrededor de un eje vertical, siendo la longitud del travesaño 45 menor que la distancia de los dos puntos 42 de conexión del soporte 41 de montaje. En el travesaño 45 está dispuesta a su vez una plataforma 46 de trabajo que se puede desplazar verticalmente. La plataforma 46 de trabajo está configurada según las figuras 4a-c, en las que se puede ver directamente que la plataforma 46 de trabajo está configurada de forma extensible en su dirección longitudinal. Esta extensibilidad ofrece la ventaja de permitir un buen acceso a las bridas verticales 17 de los paneles 10, 11, 12, a cualquier altura del segmento 1 de torre tubular cónico, desde la plataforma 46 de trabajo. Sin embargo, en el estado retraído (figura 4a), la longitud de la plataforma 46 de trabajo es menor que la distancia de los dos puntos 42 de conexión del soporte 41 de montaje.

- Después se van levantando progresivamente otros paneles 10 sobre el medio auxiliar de levantamiento, que se conectan en cada caso con paneles 10, 11, 12 adyacentes ya levantados a lo largo de las bridas verticales 17 mediante conexión atornillada entre sí (véanse las figuras 1d y 1e). Con el fin de facilitar la realización de la conexión atornillada, cada nuevo panel 10 levantado se puede unir primero al soporte 41 de montaje a través de un brazo 44 de posicionamiento (véase la figura 2a) y en caso dado orientar con ayuda de la longitud regulable de éste de tal modo que los taladros previstos en las bridas verticales 17 para la conexión atornillada estén alineados. La propia conexión atornillada se puede realizar desde la plataforma 46 de trabajo, que para ello es desplazable a lo largo de la altura de las bridas verticales 17 y en caso dado extensible en su longitud para poder acceder bien a las bridas verticales 17 en toda su longitud.
- 5
- 10 Es posible que algunos paneles 10 ya presenten durante el montaje del segmento 1 de torre tubular por ejemplo elementos añadidos 18 o aberturas 19 de puerta.
- Una vez levantados y unidos entre sí todos los paneles 10, 11, 12, los segmentos 16 de adaptador de brida tubular ya presentes en la parte superior de los paneles 10, 11 se completan mediante otros segmentos 16' de adaptador de brida tubular para formar un adaptador de brida anular completo (véase la figura 2b), sobre el que se puede sujetar otro segmento 2 de torre tubular.
- 15
- El segundo segmento 2 de torre tubular se monta esencialmente de forma análoga al primer segmento 1 de torre tubular. Sin embargo, en lugar del montaje directamente sobre unos cimientos como medio auxiliar 30 de levantamiento, el montaje tiene lugar sobre una plantilla de montaje especial como medio auxiliar 35 de levantamiento. Alternativamente, el segundo segmento 2 de torre tubular también se puede montar directamente sobre el primer segmento 1 de torre tubular ya erigido sobre los cimientos.
- 20
- Aunque el montaje del segundo segmento 2 de torre tubular sobre el medio auxiliar 35 de levantamiento especial está representado en las figuras 1a-k como un montaje realizado a continuación del montaje del primer segmento 1 de torre tubular, el montaje del segundo segmento 2 de torre tubular también se puede llevar a cabo simultáneamente con el del primer segmento 1 de torre tubular.
- 25
- En el montaje del segundo segmento 2 de torre tubular también se levantan primero el primer y el segundo paneles 21, 22 sobre el medio auxiliar 35 de levantamiento y se unen entre sí a través del soporte 41 de montaje de un medio auxiliar 40' de montaje, pero entre los paneles 21, 22 y el soporte 41 de montaje no está previsto ningún segmento de adaptador de brida tubular (figura 1f). El medio auxiliar 40' de montaje está configurado de forma análoga al medio auxiliar 40 de montaje para el primer segmento 1 de torre tubular y únicamente está adaptado a las dimensiones diferentes del segundo segmento 2 de torre tubular. Por lo demás se remite a las anteriores explicaciones con respecto al medio auxiliar 40 de montaje.
- 30
- El montaje de los otros paneles 20 del segundo segmento 2 de torre tubular también se desarrolla de forma análoga al montaje de los otros paneles 10 (figura 1g), por lo que también aquí se remite a las anteriores explicaciones.
- 35
- En una siguiente etapa (véase la figura 4h) se retira el medio auxiliar 40 de montaje para el primer segmento 1 de torre tubular. Dado que la longitud tanto del travesaño 45 como de la plataforma 46 de trabajo, al menos en el estado retraído, es menor que la distancia entre los dos puntos 42 de conexión en el soporte 41 de montaje, el medio auxiliar 40 de montaje se puede sacar del primer segmento 1 de torre tubular hacia arriba junto con la plataforma 46 de trabajo.
- A continuación, el segundo segmento 2 de torre tubular en su conjunto se puede levantar de la plantilla de montaje o medio auxiliar 35 de levantamiento y colocar sobre el primer segmento 1 de torre tubular, y atornillar y por lo tanto sujetar en éste o en el adaptador de brida tubular dispuesto en la parte superior del primer segmento 1 de torre tubular (véase la figura 1i). En este contexto, el segundo segmento 2 de torre tubular se puede levantar a través del medio auxiliar 40 de montaje, es decir, una grúa prevista para ello se acopla en el medio auxiliar 40 de montaje y no directamente en el segmento 2 de torre tubular.
- 40
- El medio auxiliar 40' de montaje también se puede sacar a continuación sencillamente hacia arriba, ya que también aquí la longitud del travesaño 45 o de la plataforma 46 de trabajo, en caso dado completamente retraída, es menor que la distancia de los dos puntos 42 de conexión en el soporte 41 de montaje (véase la figura 1j).
- 45
- Por último se coloca un módulo adaptador 50 (véase la figura 1k) sobre el que se pueden disponer otros segmentos de torre tubular (no representados), pudiendo consistir estos otros segmentos de torre tubular en particular en segmentos de torre tubular prefabricados como componentes tubulares con un diámetro máximo de 4,5 m.
- 50
- En el ejemplo de realización representado, el primer segmento 1 de torre tubular presenta un diámetro inferior de 9,6 m y un diámetro superior de 7,1 m. El segundo segmento 2 de torre tubular presenta un diámetro inferior correspondiente y un diámetro superior de 4,6 m. El módulo adaptador 50 reduce este diámetro a 4,5 m.
- En el ejemplo de realización representado, cada uno de los segmentos 1, 2 de torre tubular presenta una altura de 20 m. Los paneles 10, 11, 12, 20, 21, 22 individuales están hechos de chapa de acero con un espesor de 45 mm.

En las figuras 3a, b está representada una forma de realización alternativa de un medio auxiliar 40" de montaje según la invención.

5 Al igual que los medios auxiliares 40, 40' de montaje de las figuras 1a-k y 2a, b, el medio auxiliar 40" de montaje presenta un soporte 41 de montaje con un par de puntos 42 de conexión. Entre los puntos 42 de conexión se encuentra el área central 43 del soporte 41 de montaje, en la que están dispuestos unos brazos 44 de posicionamiento basculantes y de longitud regulable.

10 Sin embargo, en lugar de un travesaño 45 (véanse las figuras 1a-k y 2a, b), el medio auxiliar 40" de montaje según las figuras 3a, b presenta una vía circular 47 dispuesta alrededor del área central 43 del soporte 41 de montaje. El diámetro de la vía circular 47 es menor que la distancia entre los dos puntos 42 de conexión. Por lo tanto, el medio auxiliar 40" de montaje se puede sacar hacia arriba de un segmento 1, 2 de torre tubular completado con ayuda del mismo. Al mismo tiempo, la vía circular 47 también puede ser utilizada, además de los brazos 44 de posicionamiento, como medio auxiliar de orientación adicional para los paneles 10, 11, 12, 20, 21, 22 en forma de un círculo de apoyo circunferencial.

15 En la vía circular 47 está también dispuesta una plataforma 48 de trabajo que se puede desplazar tanto a lo largo de la vía circular 47 como en dirección vertical. Además, la plataforma 48 de trabajo es extensible en dirección radial hacia el eje de la vía circular o hacia el eje de la torre tubular de tal modo que se puede acceder bien a las áreas de unión de dos paneles 10, 11, 12, 20, 21, 22 adyacentes a lo largo de toda la altura del segmento 1, 2 de torre tubular, también en caso de segmentos 1, 2 de torre tubular cónicos.



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el montaje de un segmento (1, 2) de torre tubular anular a partir de al menos tres paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) en forma de segmento anular sobre un medio auxiliar (30, 35) de levantamiento anular orientado horizontalmente, que está configurado para recibir el extremo inferior del segmento (1, 2) de torre tubular, con las etapas consistentes en:
- 5 a) levantar un primer panel (11, 21) en forma de segmento anular con su parte inferior sobre el medio auxiliar (30, 35) de levantamiento;
- b) levantar un segundo panel (12, 22) en forma de segmento anular con su parte inferior sobre el medio auxiliar (30, 35) de levantamiento;
- 10 c) unir las partes superiores del primer y el segundo paneles (11, 12, 21, 22) con un soporte (41) de montaje, de modo que los dos paneles (11, 12, 21, 22) se apoyen entre sí a través del soporte de montaje;
- d) levantar otro panel (10, 20) adyacente al panel (10, 11, 12, 20, 21, 22) ya levantado, con su parte inferior sobre el medio auxiliar (30, 35) de levantamiento;
- 15 e) unir el otro panel (10) por su parte superior con el soporte (41) de montaje a través de un medio auxiliar de orientación, consistiendo el medio auxiliar de orientación en brazos (44) de posicionamiento basculantes sujetos en el soporte (41) de montaje;
- f) unir el otro panel (10) con el panel o los paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) adyacente(s);
- g) repetir las etapas (d) y (e) hasta completar el segmento (1, 2) de torre tubular; y
- h) retirar el soporte (41) de montaje.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los brazos (44) de posicionamiento tienen una longitud regulable.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que
- 25 la unión de dos paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) adyacentes tiene lugar mediante conexión atornillada en bridas verticales (17) orientadas en dirección radial con respecto al eje del segmento (1, 2) de torre tubular.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que
- 30 para unir dos paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) adyacentes se utiliza una plataforma (46, 48) de trabajo unida al soporte (41) de montaje y desplazable al menos en dirección vertical, preferiblemente pudiendo la plataforma (46, 48) de trabajo girar alrededor del eje del segmento (1, 2) de torre tubular o desplazarse por una vía circular alrededor de dicho eje, y más preferiblemente siendo la plataforma (46, 48) de trabajo desplazable o extensible en dirección radial con respecto al eje del segmento (1, 2) de torre tubular.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que
- 35 los paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) presentan en su parte superior bridas (14) de conexión y entre las bridas (14) de unión del primer y el segundo paneles (11, 12, 21, 22) y el soporte (41) de montaje están dispuestos en cada caso segmentos (16) de adaptador de brida anular, y, antes o después de retirar el soporte (41) de montaje, el adaptador de brida anular se completa mediante otros segmentos (16) de adaptador de brida anular.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el medio auxiliar (30, 35) de levantamiento consiste en una plantilla de montaje, unos cimientos de torre tubular o un segmento (1) de torre tubular dispuesto debajo del segmento (2) de torre tubular que ha de ser montado.
- 45 7. Medio auxiliar (40) de montaje para utilizarlo en un procedimiento de montaje según una de las reivindicaciones 1 a 6, con un soporte (41) de montaje con al menos un par de puntos (42) de conexión separados

entre sí para sujetarlos en la parte superior del primer y el segundo paneles (11, 12, 21, 22) de un segmento (1, 2) de torre tubular anular que ha de ser construido a partir de más de tres paneles (10, 11, 12, 20, 21, 22) en forma de segmento anular, y un área central (43) situada entre los mismos, estando previstos en el área central (43) unos brazos (44) de posicionamiento basculantes como medio auxiliar de orientación para los otros paneles (10, 20).

- 5 8. Medio auxiliar de montaje según la reivindicación 7,  
caracterizado por que  
la cantidad de brazos (44) de posicionamiento es igual o mayor que la cantidad de los otros paneles (10, 20).
9. Medio auxiliar de montaje según la reivindicación 7 u 8,  
caracterizado por que  
10 los brazos (44) de posicionamiento tienen una longitud regulable.
10. Medio auxiliar de montaje según una de las reivindicaciones 7 a 9,  
caracterizado por que  
15 el medio auxiliar (40) de montaje presenta un segundo par de puntos (42) de conexión dispuestos simétricamente alrededor del área central (43), que presentan una distancia entre sí diferente a la del primer par de puntos (42) de conexión.
11. Medio auxiliar de montaje según una de las reivindicaciones 7 a 10,  
caracterizado por que  
20 en el área central (43) del soporte (41) de montaje está sujeto de forma giratoria un travesaño (45) para una plataforma (46) de trabajo, siendo la longitud del travesaño (45) preferiblemente menor que la distancia más pequeña de un par de puntos (42) de conexión.
12. Medio auxiliar de montaje según la reivindicación 11,  
caracterizado por que  
25 en el travesaño (45) está sujeta una plataforma (46) de trabajo que se puede desplazar verticalmente con respecto al travesaño (45), preferiblemente siendo la plataforma (46) de trabajo desplazable horizontalmente a lo largo del travesaño (45) y/o extensible en una dirección paralela a éste.
13. Medio auxiliar de montaje según una de las reivindicaciones 7 a 10,  
caracterizado por que  
30 en el soporte (41) de montaje está sujeta una vía circular (47) para una plataforma (48) de trabajo alrededor del área central (43), siendo el diámetro de la vía circular (47) preferiblemente menor que la distancia más pequeña de un par de puntos (42) de conexión.
14. Medio auxiliar de montaje según la reivindicación 13,  
caracterizado por que  
35 en la vía circular (47) está sujeta una plataforma (48) de trabajo que se puede desplazar verticalmente con respecto a la vía circular (47), preferiblemente siendo la plataforma (48) de trabajo extensible en dirección radial hacia el eje de la vía circular (47).

Fig. 1a

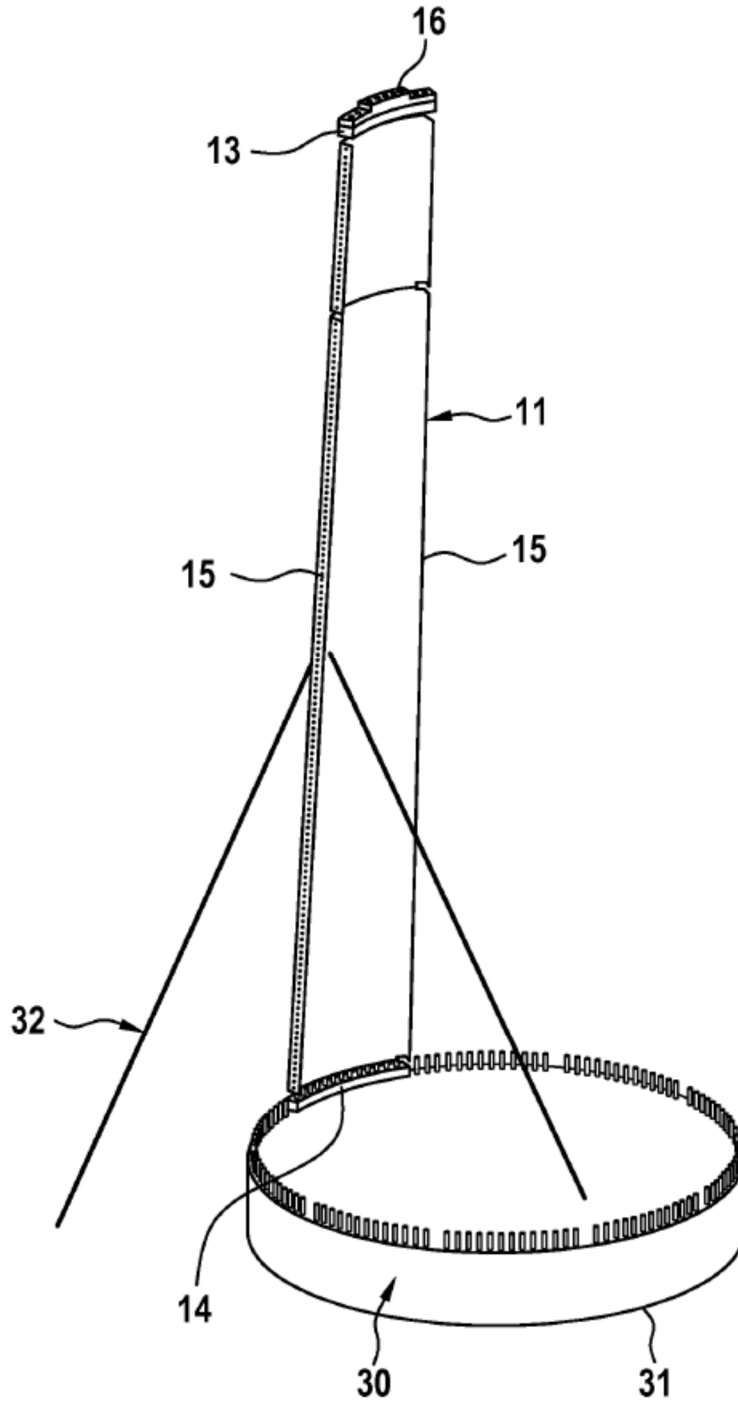


Fig. 1b

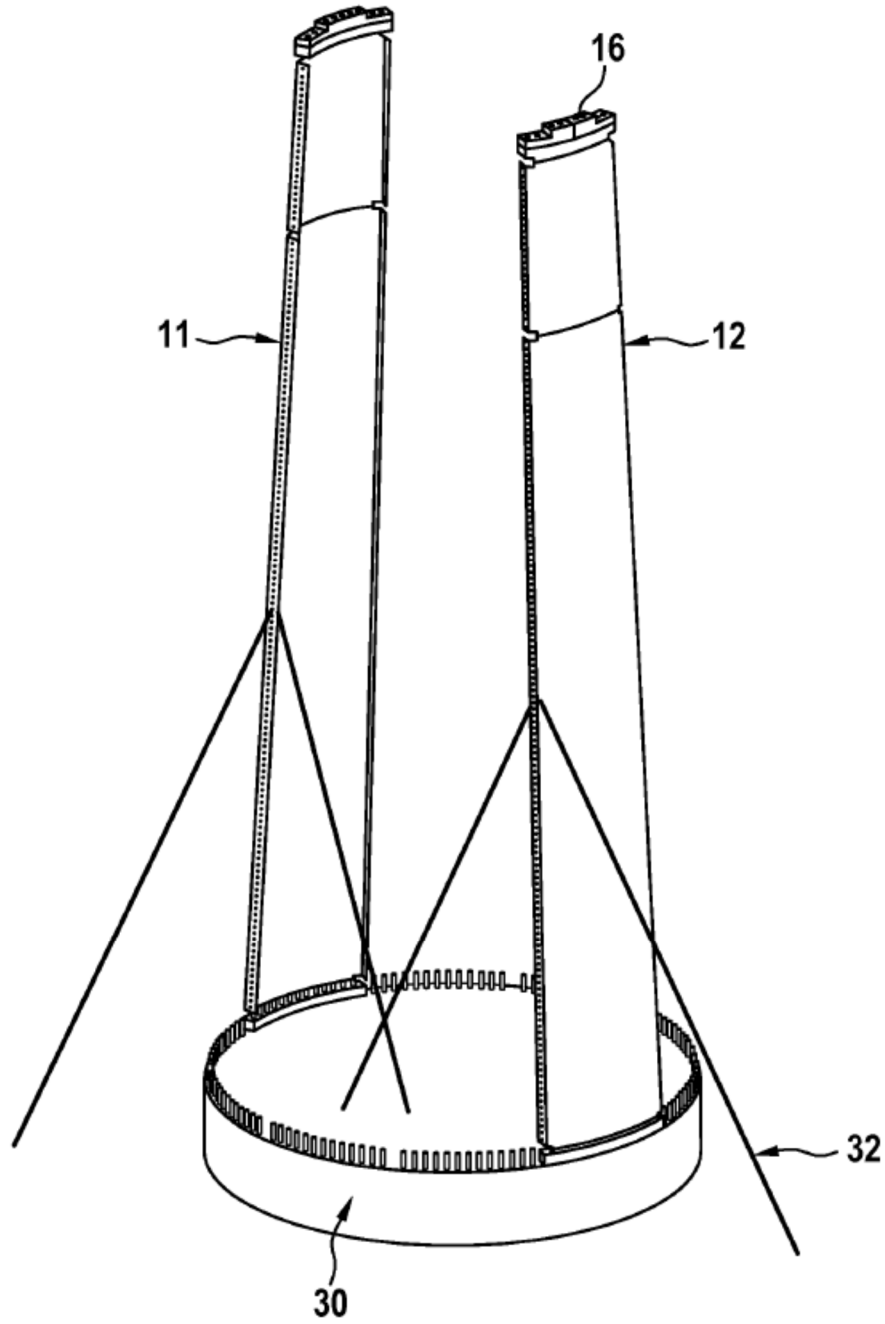


Fig. 1c

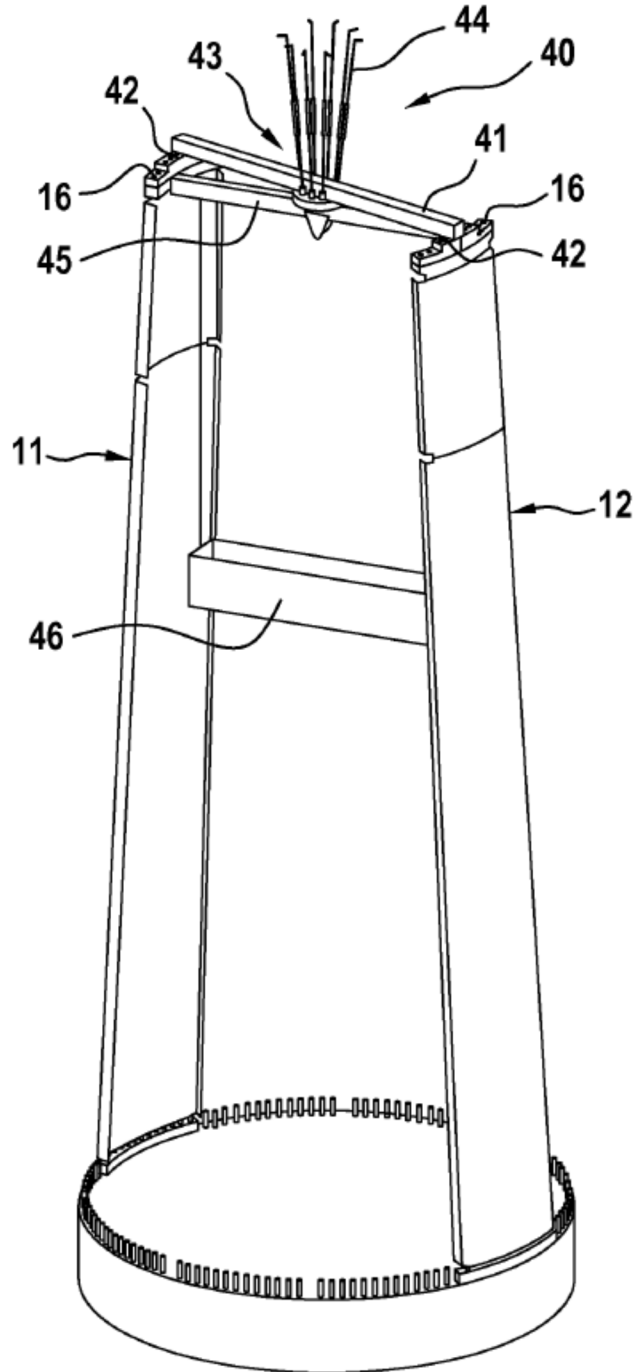


Fig. 1d

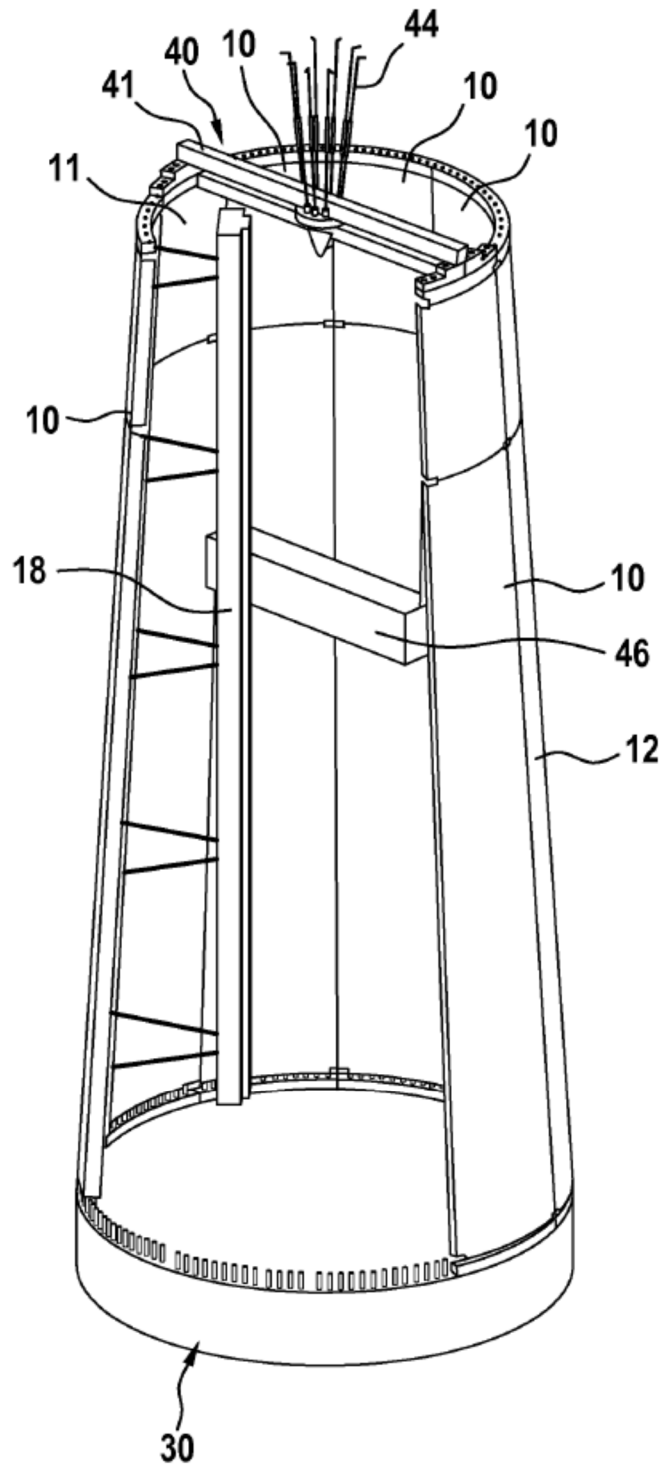


Fig. 1e

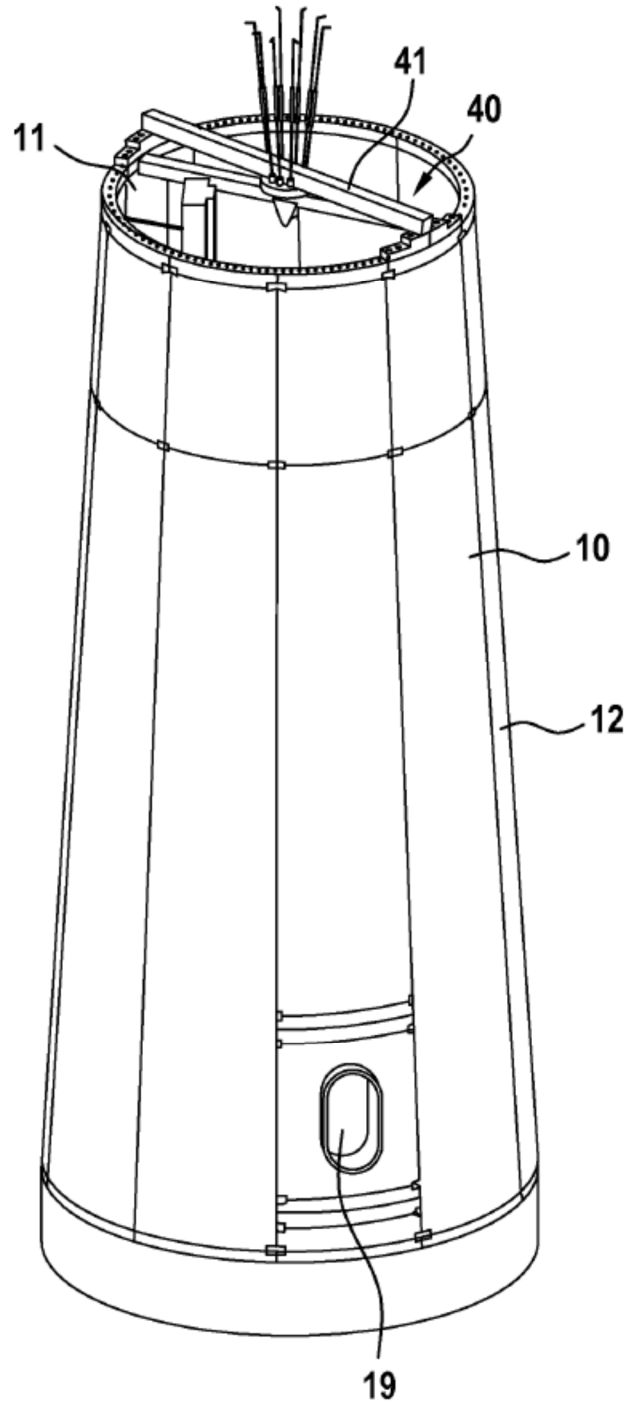


Fig. 1f

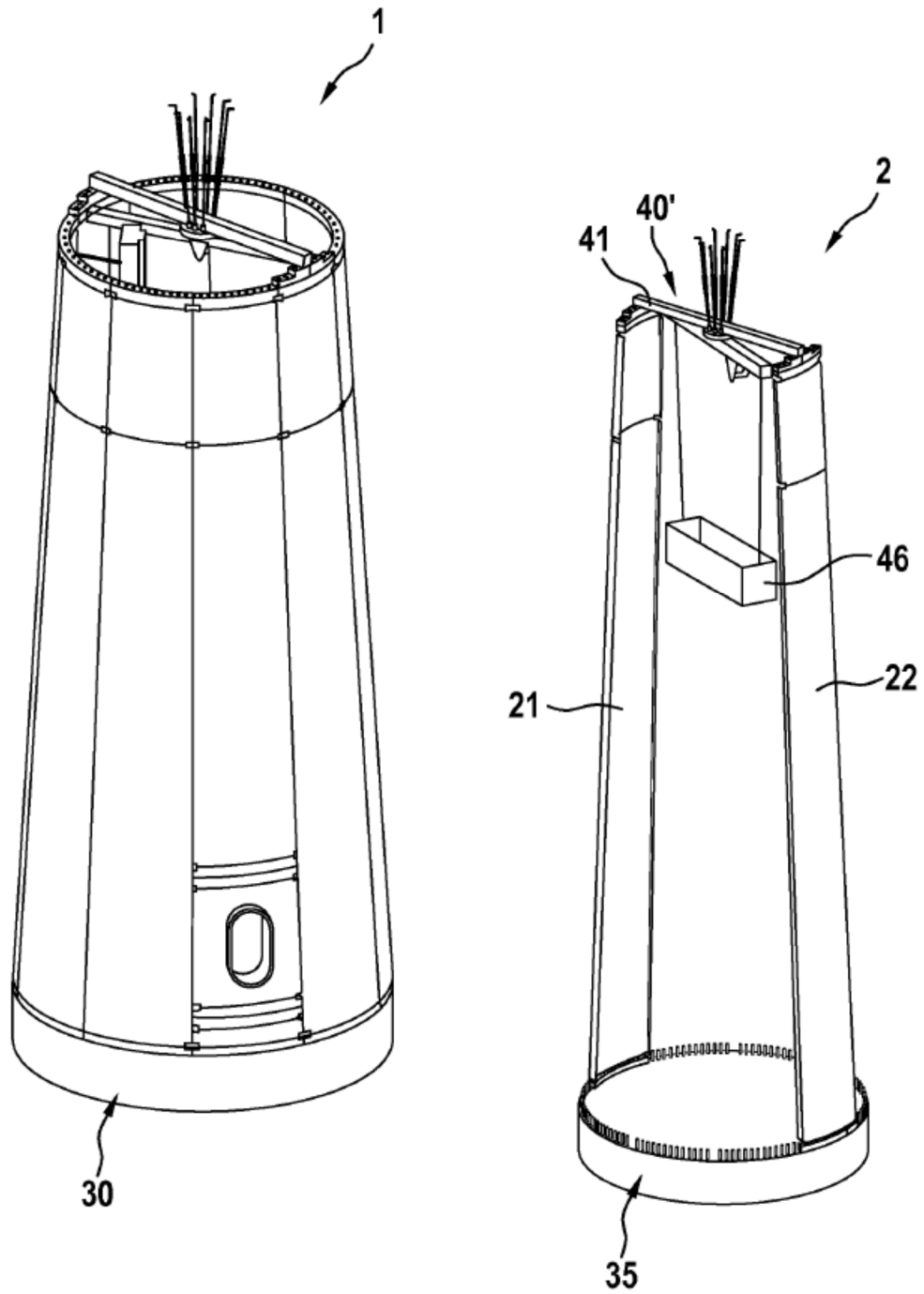




Fig. 1g

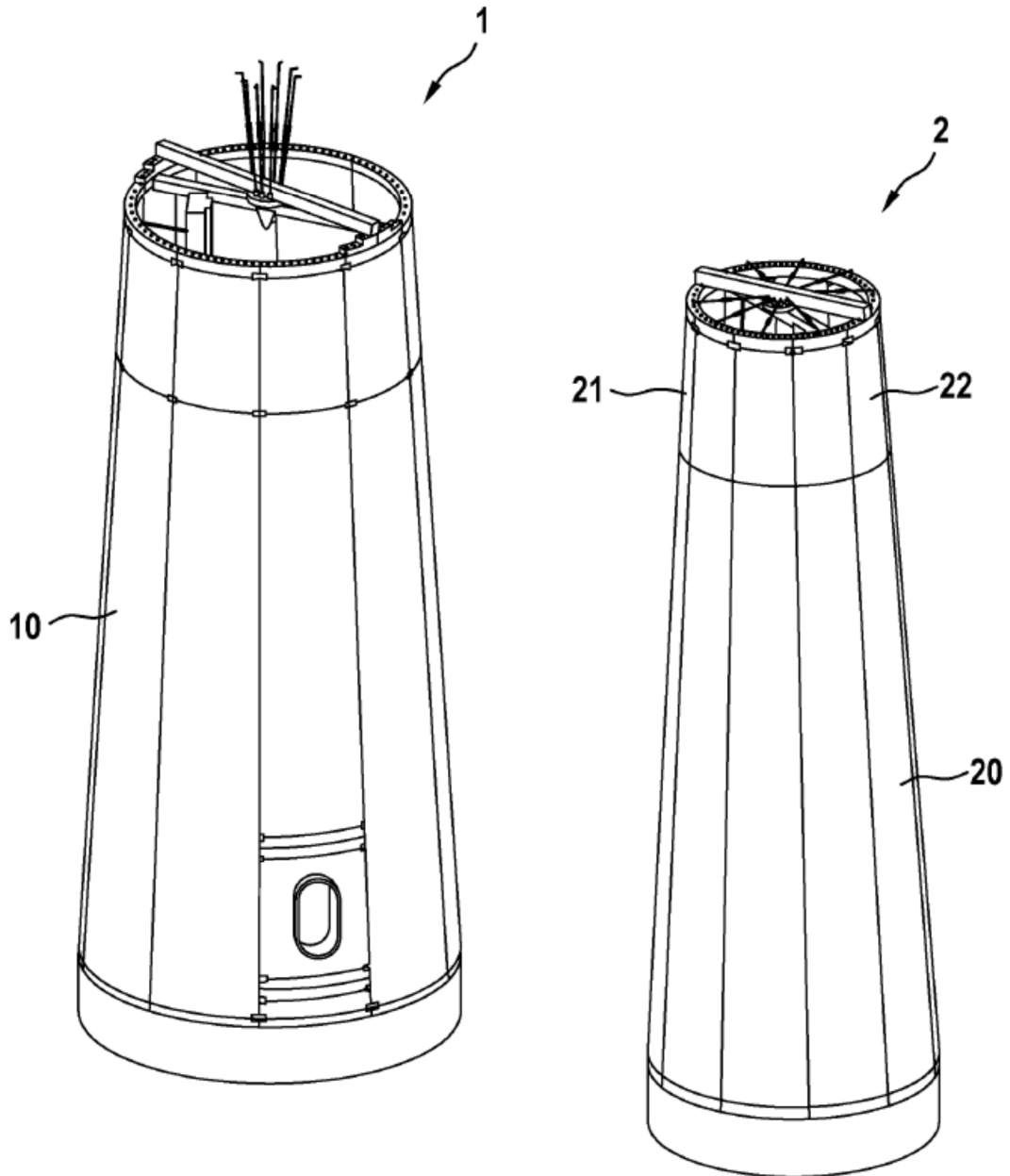


Fig. 1h

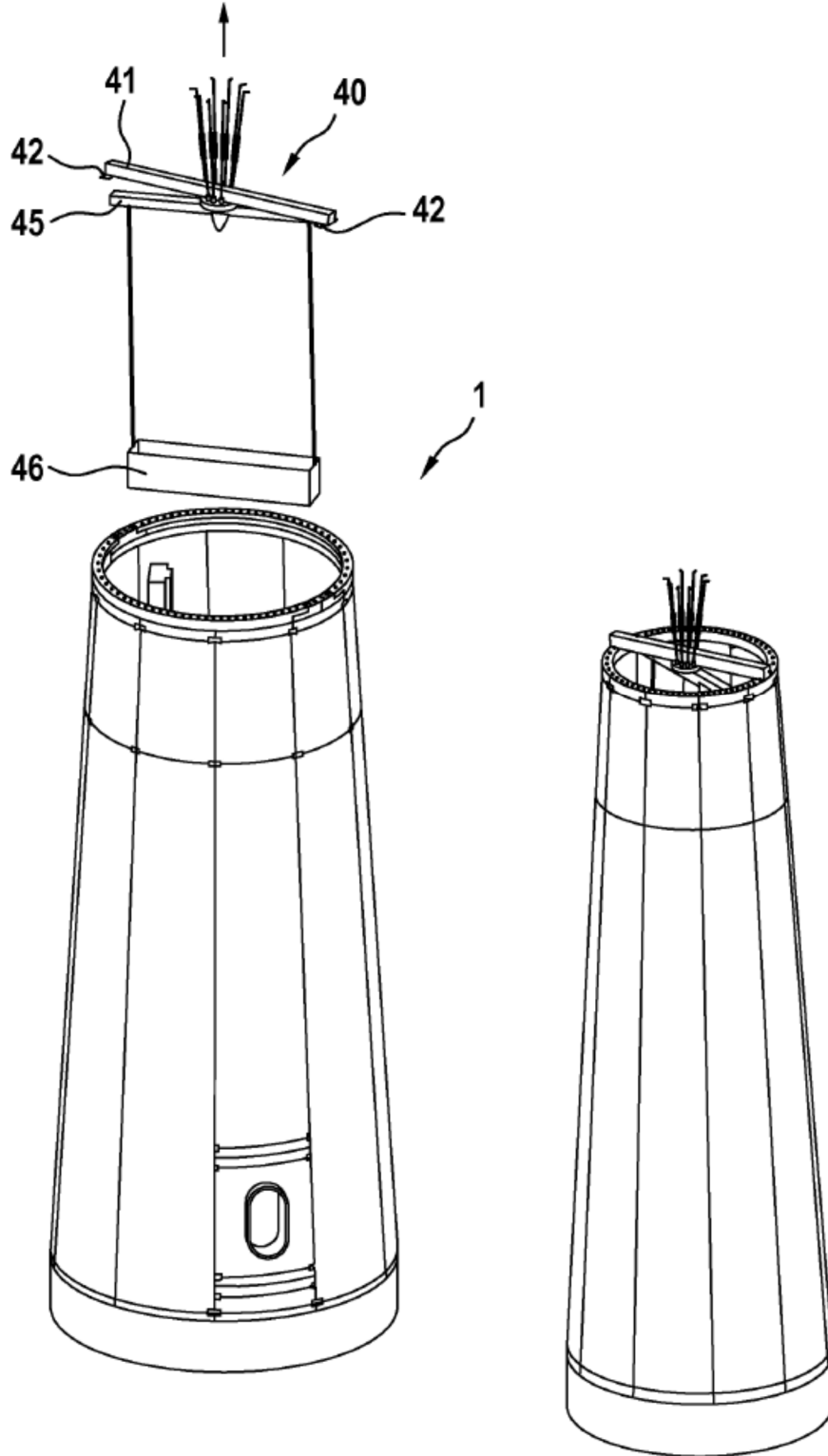


Fig. 1i

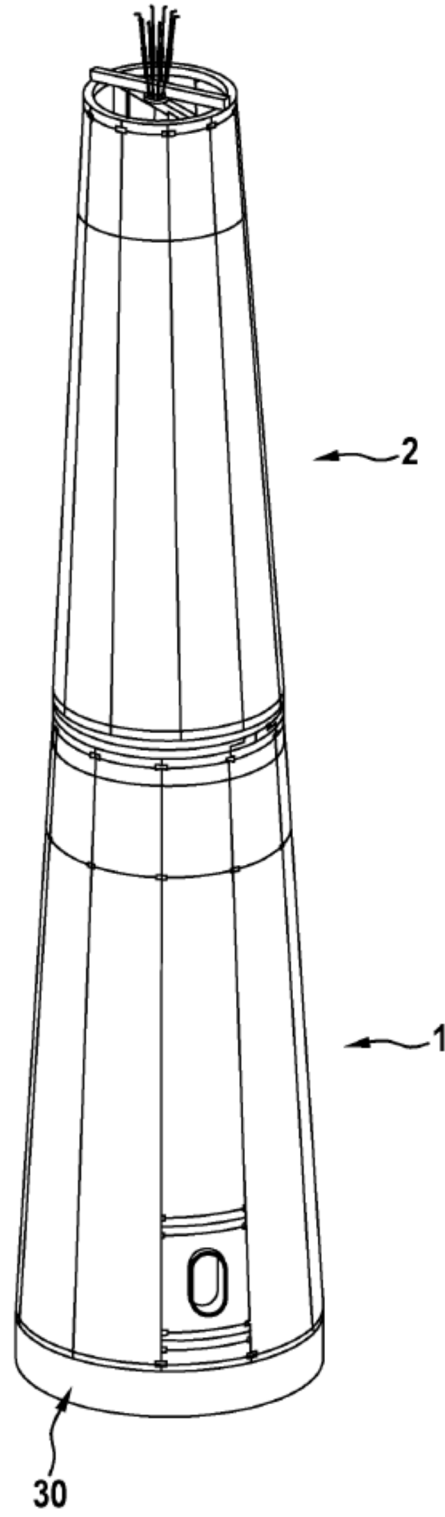
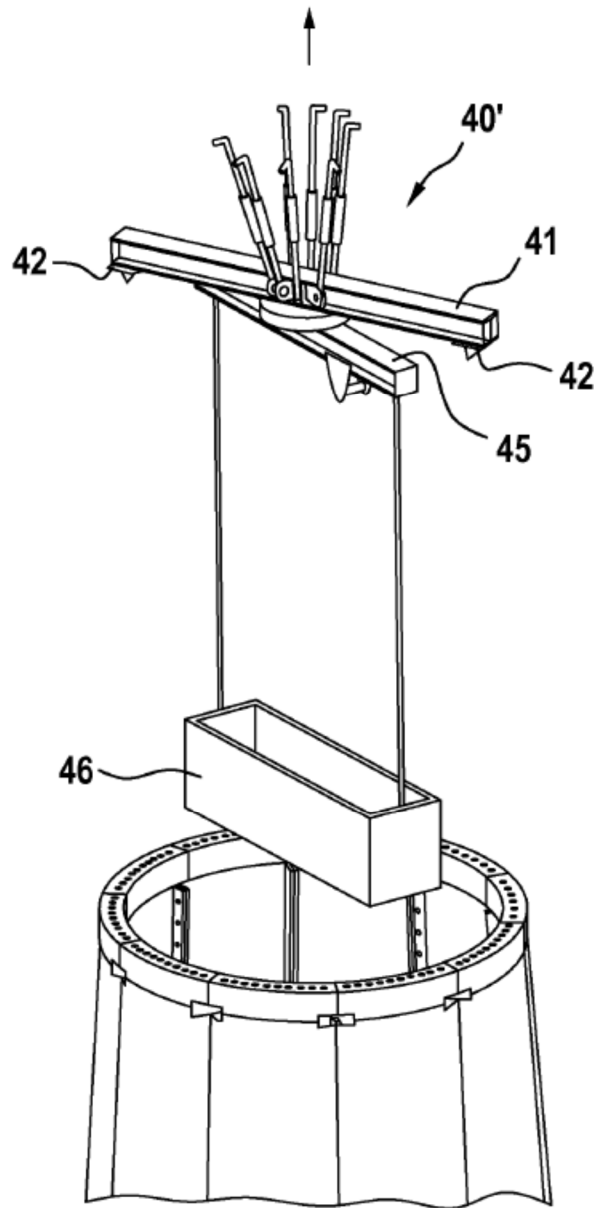


Fig. 1j



**Fig. 1k**

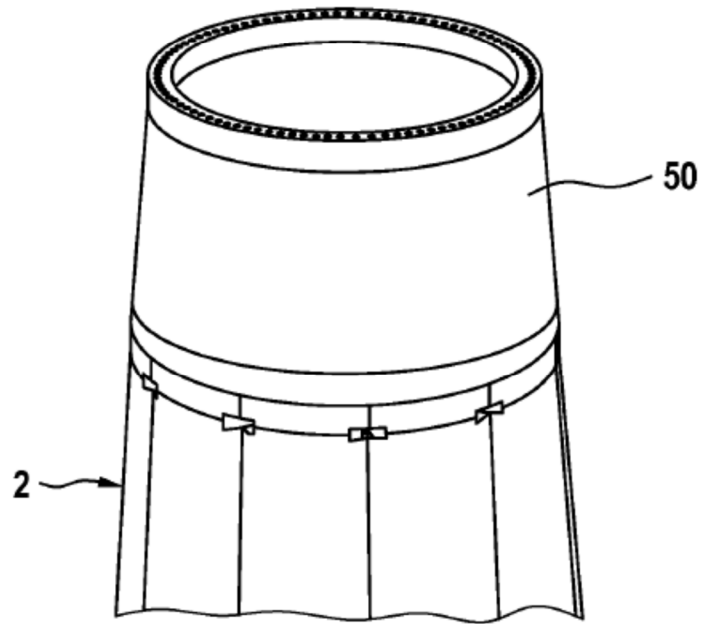


Fig. 2a

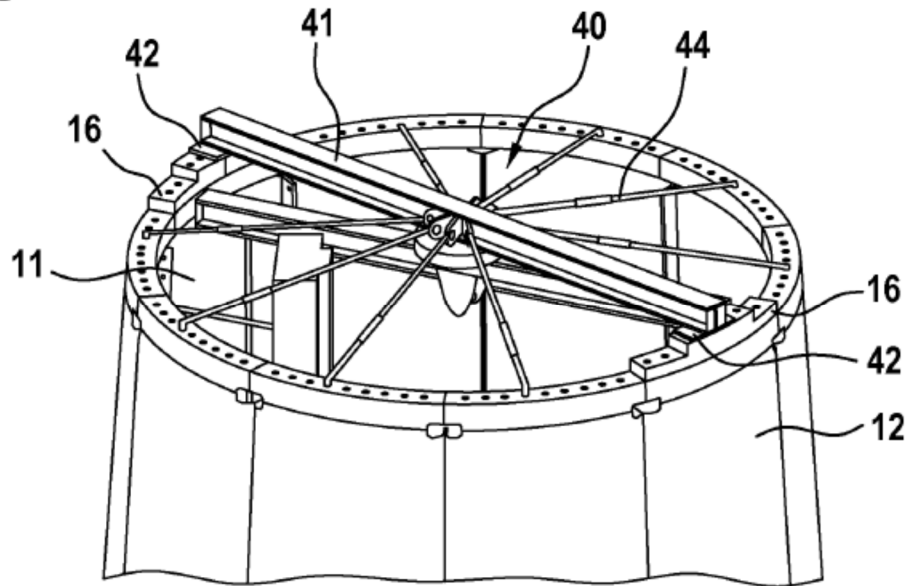


Fig. 2b

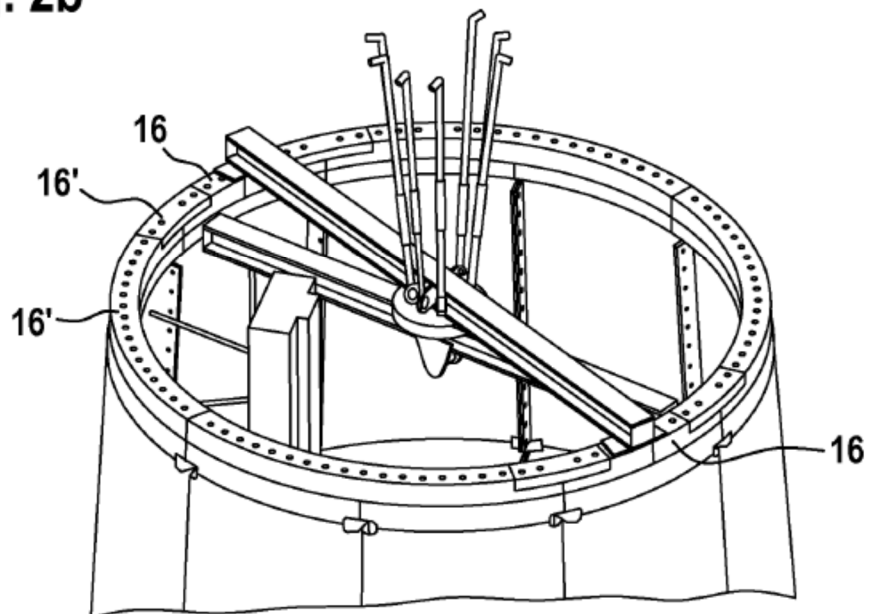


Fig. 3a

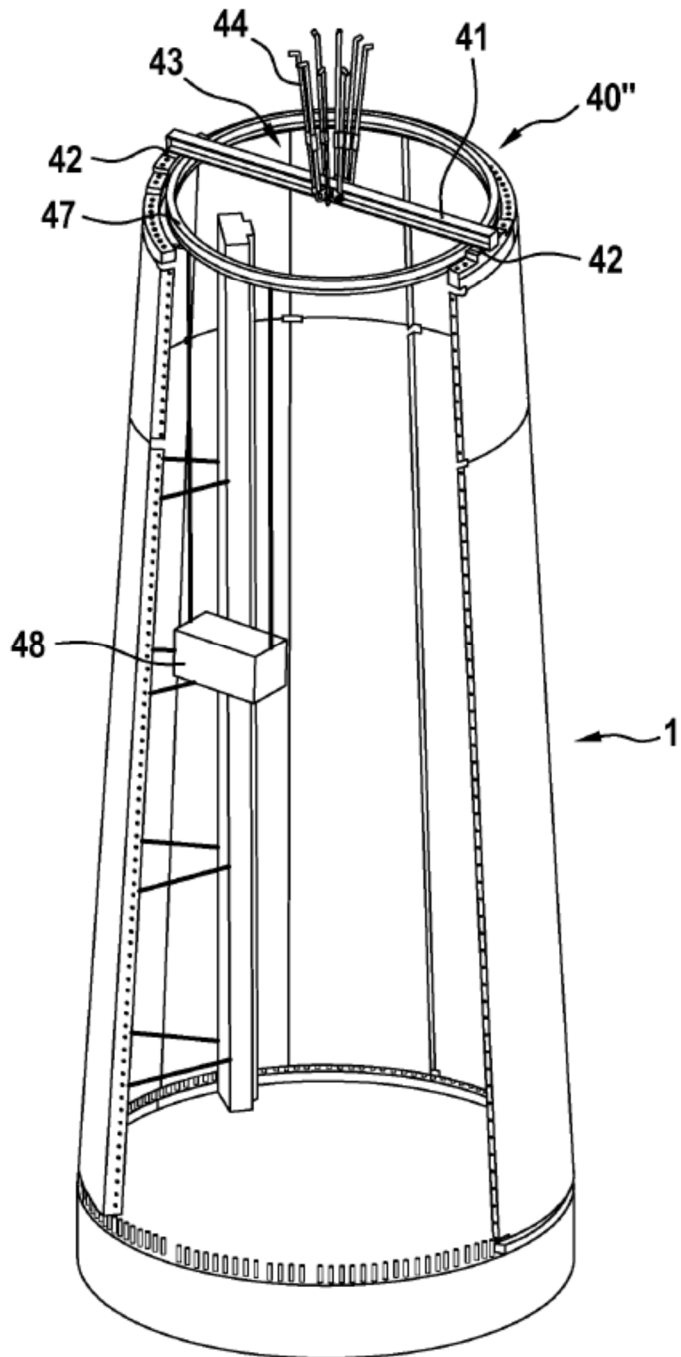
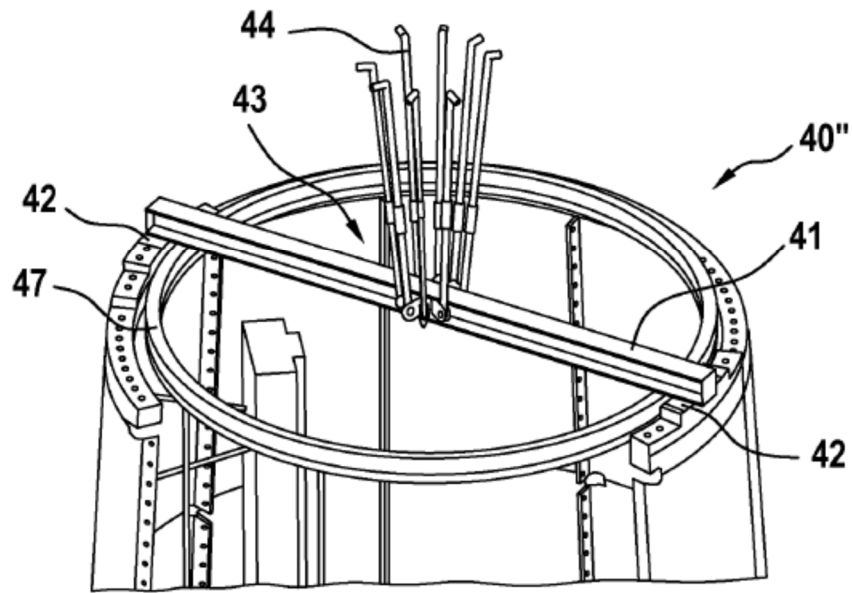
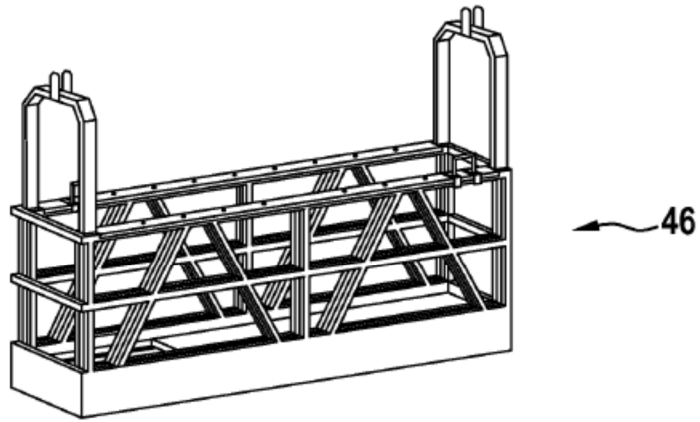


Fig. 3b

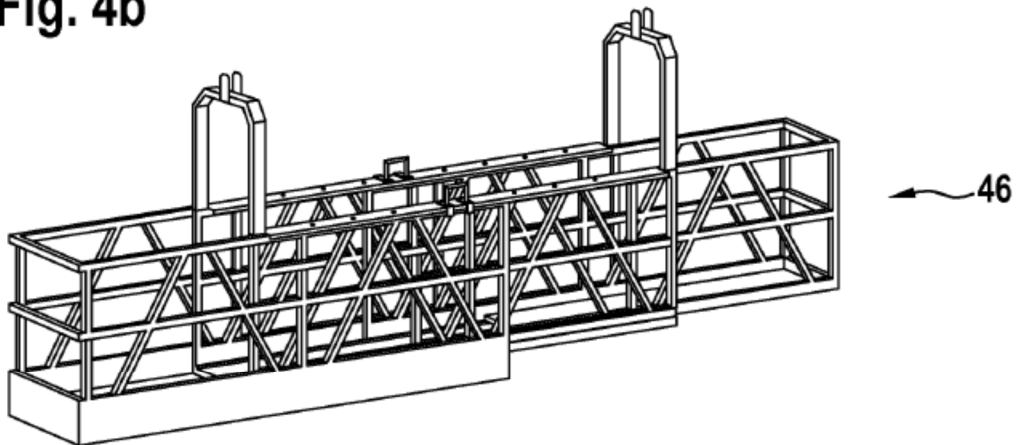




**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**

