

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 460**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00** (2006.01)

**F03D 11/00** (2006.01)

**F03D 11/04** (2006.01)

**B66B 9/00** (2006.01)

**E04H 12/08** (2006.01)

**E04H 12/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2006 E 06701033 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **01.10.2008 EP 1974112**

54 Título: **Una torre de turbina eólica, una turbina eólica, un ascensor para una torre de turbina eólica y un procedimiento para montar una torre de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.01.2013**

73 Titular/es:  
**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**  
**Hedeager 44**  
**8200 Aarhus N , DK**

72 Inventor/es:  
**ØLLGAARD, BØRGE**

74 Agente/Representante:  
**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 394 460 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

Una torre de turbina eólica, una turbina eólica, un ascensor para una torre de turbina eólica y un procedimiento para montar una torre de turbina eólica

### Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a una torre de turbina eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, a una turbina eólica y a un procedimiento para montar una torre de turbina eólica.

### Descripción de la técnica relacionada

- 10 Una torre de turbina eólica conocida en la técnica comprende una torre de turbina eólica troncocónica y una góndola de la turbina eólica situada en la parte superior de la torre. Un rotor de turbina eólica con tres palas de turbina eólica se conecta a la góndola mediante un árbol de baja velocidad, que se extiende hacia afuera de la parte delantera de la góndola, como se ilustra en la figura 1.

- 15 Las torres de turbina eólica comprenden típicamente un número de secciones de torre troncocónicas redondas montadas una encima de la otra. Las secciones de torre se atornillan entre sí habitualmente mediante rebordes situados internamente en horizontal, que se sueldan a la parte superior e inferior de cada sección de torre. Cada una de las secciones de torre comprende un número de anillos de torre soldados entre sí. Estos anillos de torre están fabricados habitualmente de placas de acero, que se laminan en forma circular y se sueldan para convertirlas en un anillo cerrado de 360°.

- 20 La idea general detrás este diseño es que la torre tiene que ser relativamente fácil de montar en el emplazamiento de montaje y que una torre redonda sin ninguna junta visible es más agradable a la vista. Sin embargo, en años recientes el desarrollo de turbinas eólicas producidas en masa ha evolucionado hacia fabricarlas cada vez más grandes, tanto en potencia como en tamaño. Este proceso demanda componentes y procedimientos de fabricación mejores y más eficientes en costes, y concretamente en el campo de las torres de turbina eólica, este desarrollo ha sido profundo. Las instalaciones para torres de turbinas eólicas modernas grandes requieren un edificio con una altura libre de 8 m, acceso a equipo de izado con una capacidad de 70 t y equipo de laminado altamente especializado y caro. Además, la soldadura reduce el límite de fatiga de las torres y por lo tanto su resistencia, lo que hace necesario fabricar la torre, o al menos partes de la torre, de placas más gruesas de lo que sería necesario de otro modo.

- 30 La patente norteamericana US 3.034.209 se refiere a un procedimiento para producir secciones tubulares troncocónicas a partir de material metálico en láminas, que se ajustan unas dentro de otras mediante solapamiento de juntas con el fin de formar un mástil tubular, y en el que cada sección está formada por una o más láminas que están unidas mediante una combinación de soldadura y remachado.

- 35 La solicitud de patente europea EP 1 561 883 divulga una torre de turbina eólica fabricada de piezas metálicas prefabricadas escalonadas. Las piezas metálicas están formadas como placas largas, sustancialmente rectangulares, que están abiertas en el lado orientado hacia el interior de la torre. Las piezas se atornillan entre sí dentro de la torre a través de sus lados contiguos. Un gran anillo de refuerzo anular puede estar dispuesto en el interior de la torre para mejorar la rigidez de las torres. Este diseño proporciona una torre poligonal en la que la soldadura en y entre secciones de torre se elimina o reduce enormemente. Sin embargo, las piezas metálicas tienen un diseño complejo y por lo tanto difícil y caro de fabricar. Se divulga una turbina eólica que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

- 40 Un objetivo de la invención es proporcionar una torre de turbina eólica sin las desventajas mencionadas.

Especialmente, es un objetivo de la invención proporcionar un diseño de torre eficiente en costes que proporcione un procedimiento de fabricación de torres sencillo.

Además, es un objetivo de la invención proporcionar medios eficientes para contribuir al montaje de la torre y al mantenimiento subsiguiente.

### 45 La invención

La invención se define mediante una torre de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1.

- 50 La invención proporciona una torre de turbina eólica que comprende al menos dos anillos de torre anulares situados verticalmente uno sobre el otro. Un primer anillo de torre de dichos al menos dos anillos de torre solapa con al menos un anillo de torre adicional de dichos al menos dos anillos de torre, en el que los al menos dos anillos de torre comprenden al menos dos placas de torre y en el que las al menos dos placas de torre comprenden una primera sección lateral vertical o sustancialmente vertical y una segunda sección lateral vertical o sustancialmente vertical, en el que la primera sección solapa con una segunda sección lateral de una placa de torre yuxtapuesta horizontalmente, y en el que las al menos dos placas de torre están conectadas mediante el solape por medio de

pernos.

Es ventajoso hacer que los anillos de torre de una turbina eólica solapen, ya que esto proporciona un diseño de torre sencillo que puede estar fabricado mediante medios de fabricación de baja tecnología.

5 Hacer que los anillos de torre solapen permite la posibilidad de conectar los anillos mediante medios de conexión mecánicos tales como tornillos, pernos o remaches. Así pues, se evitan soldaduras en la torre, y especialmente en áreas del mundo en las que la hora de mano de obra es relativamente barata es ventajoso económicamente, por ejemplo, atornillar los anillos entre sí, ya que aunque pueda llevar más tiempo que fabricar juntas soldadas, la torre atornillada puede estar fabricada de una placa más delgada, reduciendo así el coste de material de la torre.

10 Debe hacerse hincapié en que en una torre de turbina eólica conocida en la técnica los anillos de torre están habitualmente soldados entre sí en secciones de torre, que después se atornillan entre sí. En una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención todas las conexiones entre los anillos y secciones de torre son en principio iguales. Esto significa que cuando se hace referencia a un anillo o anillos de torre, éstos podrían ser igualmente secciones de torre, ya que una sección de torre en una torre de acuerdo con la invención sería un número de anillos de torre conectados del mismo modo en el que se conectarían las secciones.

15 Al fabricar los anillos de torre de un número de placas de torre es posible fabricar las placas en una instalación de fabricación con una menor altura libre que el diámetro completo del anillo de torre, y las placas son más pequeñas y ligeras que un anillo de torre completo, y por lo tanto más fáciles de manejar durante la fabricación. Además, el diseño de torres soldadas tradicionales está limitado por el hecho de que las secciones o anillos de torre tienen que poder pasar bajo puentes, cables de alta tensión, etc. durante el transporte. Al fabricar los anillos de torre de un número de placas de torre es posible transportar la torre como placas individuales que son montadas en el emplazamiento de levantamiento o en sus cercanías. Por lo tanto es posible diseñar torres con una calidad de transferencia de carga mejor, tal como una torre que tenga, por ejemplo, más de 10 metros de diámetro en la base de la torre.

25 Hacer que las placas de torre solapen lateralmente es ventajoso ya que permite la posibilidad de conectar las placas de torre por medio de pernos.

En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre solapan en una región de solape sustancialmente horizontal que consiste en una sección inferior de un anillo de torre y una sección superior de otros anillos de torre.

30 Es ventajoso hacer que los anillos de torre solapen en una región de solape como se describe, ya que se establece así una región ventajosa para conectar los anillos de torre.

En un aspecto de la invención, dicha región de solape sustancialmente horizontal se extiende en dicha dirección longitudinal de los anillos de torre.

35 Hacer que la región de solape se extienda en la misma dirección en la que se extienden los anillos de torre es ventajoso, ya que proporciona un diseño de torre sencillo en el que los anillos de torre son relativamente sencillos de fabricar y la conexión de los anillos de torre puede realizarse simplemente por medio, por ejemplo, de pernos.

En un aspecto de la invención, dicha sección inferior y/o dicha sección superior está inclinada en un ángulo  $\alpha$ ,  $\beta$ , respectivamente, en relación con una sección intermedia de dichos anillos de torre.

Es ventajoso doblar la sección inferior y/o la sección superior de un solape, ya que esto proporciona una distribución de carga más óptima a lo largo del solape.

40 En un aspecto de la invención, dichos ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  están entre  $0,5^\circ$  y  $15^\circ$ , preferentemente  $1^\circ$  y  $10^\circ$ , y lo más preferentemente entre  $2^\circ$  y  $7^\circ$ .

Si los ángulos son demasiado pequeños, la distribución de carga se convierte en menos óptima y si los ángulos son demasiado grandes los anillos de torre se vuelven más difíciles de fabricar y la región de solape se vuelve menos eficiente en material.

45 El presente intervalo de ángulo proporciona así una relación ventajosa entre una buena distribución de carga y un uso de material.

Debe hacerse hincapié en que los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  no tienen necesariamente que ser exactamente los mismos.

50 En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre solapan hacia abajo, haciendo que un anillo de torre superior solape con un anillo de torre inferior situado inmediatamente por debajo de dicho anillo de torre superior, y así sucesivamente.

Hacer que los anillos de torre solapen hacia abajo es ventajoso ya que la rendija entre los anillos solapados estará orientada hacia abajo, reduciendo o eliminando así el riesgo de que el agua penetre en la junta, ya que la lluvia,

nieve y otros discurrirá a lo largo de la superficie de la torre.

En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos están conectados mediante dicha región de solape sustancialmente horizontal.

5 Es ventajoso conectar los anillos de torre mediante la región de solape, ya que esto proporciona una localización ventajosa para conectar los anillos de torre mediante medios de conexión mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches.

En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre están conectados mediante pernos.

10 Conectar una junta de transporte de carga en una torre de turbina eólica por medio de soldadura es un procedimiento bastante complejo, que tiene que realizarse adecuadamente por soldadores homologados y controlado posiblemente con posterioridad por medio de un procedimiento de control tal como rayos X, ultrasonidos, u otro procedimiento de control no destructivo para asegurar la calidad de la junta. La persona que proporcione pernos a una junta de transporte de carga atornillada de una torre de turbina eólica necesita tan solo muy poco entrenamiento para realizar el trabajo satisfactoriamente, y el procedimiento de control es mucho más sencillo y demanda un equipo mucho más sencillo.

15 Además, la conexión podría realizarse asimismo mediante tornillos o remaches, sin embargo los tornillos son habitualmente más caros que los pernos y el montaje de los remaches tradicionales habitualmente lleva demasiado tiempo.

En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre son de altura sustancialmente constante.

20 Fabricar los anillos de torre de una altura sustancialmente constante es ventajoso ya que proporciona un procedimiento de fabricación sencillo de los anillos de torre y un procedimiento de montaje sencillo de la torre.

En un aspecto de la invención, en el que dichos al menos dos anillos de torre están fabricados de acero.

Fabricar los anillos de torre de acero es ventajoso ya que éste es un material comprobado, relativamente barato y resistente, que es muy adecuado para fabricar torres de turbina eólica.

25 En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre comprenden entre 1 y 50, preferentemente 3 y 30, y lo más preferentemente entre 5 y 11, tal como 8 placas de torre yuxtapuestas horizontalmente.

Los costes de fabricación y montaje aumentan con el número de placas de torre en un anillo de torre, pero si el número de placas es muy pequeño las placas se hacen más grandes y por lo tanto más difíciles de manejar, y por lo tanto las ventajas anteriormente mencionadas se reducen o desaparecen.

30 El presente intervalo de cantidades de placas proporciona así una relación ventajosa entre los costes de fabricación y montaje y la capacidad de manejar las placas de modo razonablemente fácil.

En un aspecto de la invención, dichas al menos dos placas de torre comprenden entre 1 y 5, preferentemente 2 ó 3 pliegues verticales o sustancialmente verticales.

35 Los costes de fabricación aumentan con el número de pliegues, pero en relación a la distribución de carga el diseño de anillo de torre óptimo es redondo, ya que, por ejemplo, la torre tiene que transferir el momento de las cargas eólicas de todas las direcciones.

El presente intervalo de número de pliegues proporciona así una relación ventajosa entre costes de fabricación y calidad de transferencia de carga ventajosa.

En un aspecto de la invención, dichas al menos dos placas de torre tienen una anchura inferior que es más ancha que la anchura de la anchura superior.

40 Fabricar las placas de torre más anchas en la parte inferior que en la parte superior es ventajoso ya que proporciona un modo sencillo de fabricar la torre más ancha en la parte inferior que en la parte superior, lo que proporciona un diseño de torre ventajoso en lo que se refiere a transferencia de cargas.

En un aspecto de la invención, dichas placas de torre en un anillo de torre son de forma sustancialmente idéntica.

45 Fabricar todas las placas de torre de un anillo de torre específico idénticas es ventajoso ya que esto simplifica los procesos de fabricación y montaje.

En un aspecto de la invención, dichas al menos dos placas de torre comprenden un recorte en al menos una esquina.

Dotar a las placas de torre con un recorte en al menos una esquina es ventajoso ya que permite la posibilidad de hacer que las placas de torre solapen tanto hacia arriba como hacia abajo y lateralmente.

En un aspecto de la invención, dichas al menos dos placas de torre tienen una extensión longitudinal de entre 1 y 50 m, preferentemente entre 3 y 30 m, y lo más preferentemente entre 7 y 15 m.

Cuanto más largas sean las placas, más difíciles son de manejar, y cuanto más cortas sean más elevados se vuelven los costes de fabricación y montaje de una torre de una altura determinada.

- 5 El presente intervalo de longitudes proporciona así una relación ventajosa entre costes de fabricación y montaje y calidades de manejo ventajosas.

Por ejemplo, si cada anillo de torre de una torre de turbina eólica de 80 m de altura comprende ocho placas de torre y cada una de esas placas de torre tiene aproximadamente 11 m de largo, la torre completamente desmontada puede alojarse en tres contenedores de transporte normalizados de 40 pies (12,2 metros).

- 10 En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre son troncocónicos, lo que los hace más anchos en la sección inferior que en la sección superior.

Hacer que los anillos de torre sean más anchos en la parte inferior que en la parte superior es ventajoso ya que proporciona un diseño de torre ventajoso en relación a la transferencia de cargas.

En un aspecto de la invención, dichos al menos dos anillos de torre son de forma poligonal.

- 15 Al fabricar la torre poligonal, se evita un equipo de laminado caro y complejo, ya que los anillos pueden conformarse mediante un número de pliegues verticales o sustancialmente verticales. Por lo tanto la forma de los anillos de torre no está restringida a plantas que comprendan trenes de laminado altamente especializados, sino que los anillos pueden fabricarse en máquinas dobladoras mucho más sencillas y habituales situadas en cualquier sitio del mundo. Esto permite la fabricación de las torres cerca de su emplazamiento de montaje, incluso aunque estas áreas sean a menudo remotas, y por lo tanto se evita el transporte de las torres a lo largo de grandes distancias.

- 20 Todavía más, la invención proporciona un ascensor de torre de turbina eólica para su uso en una torre de turbina eólica, caracterizado porque dicho ascensor comprende medios para permitir el movimiento de dicho ascensor tanto vertical como horizontalmente.

- 25 Dotar a una torre de turbina eólica de un ascensor de torre de turbina eólica que comprende medios para hacer que dicho ascensor se mueva tanto vertical como horizontalmente es ventajoso, ya que permite un acceso fácil sustancialmente a toda la superficie interior de la torre. Por lo tanto, se facilita el acceso a las juntas de sección y a otros tanto durante el levantamiento de la torre como durante el mantenimiento subsiguiente.

En un aspecto de la invención, dicho ascensor comprende medios para hacer que una cestilla del ascensor de dicho ascensor mantenga una distancia constante respecto a la superficie interior de dicha torre de turbina eólica.

- 30 Si la torre se abocina, haciendo que sea más ancha en la parte inferior que en la parte superior, es ventajoso que el ascensor mantenga una distancia sustancialmente constante respecto a la superficie interior de los anillos de torre, a fin de que una persona que accione el ascensor sea capaz de alcanzar todos o casi todos los pernos durante el control o el apretado.

- 35 En un aspecto de la invención, dichos medios comprenden un número de carriles unidos al interior de dicha torre por medio de imanes.

Es ventajoso dotar a la superficie interior de la torre con un número de carriles, ya que estos proporcionan un modo sencillo de mantener una distancia sustancialmente constante entre el ascensor y la superficie interior de los anillos de torre. Además, es ventajoso unir estos carriles por medio de imanes, ya que esto proporciona un modo sencillo de unir los carriles y al mismo tiempo evitar soldaduras.

- 40 En un aspecto de la invención, dichos medios que permiten el movimiento en horizontal de dicho ascensor comprenden un carril anular sustancialmente horizontal.

Usar un carril anular para permitir que el ascensor se mueva en el plano horizontal es ventajoso, ya que proporciona un modo sencillo y comprobado de desplazar cargas en un plano horizontal.

- 45 Una torre de acuerdo con la invención comprende, por ejemplo, una multitud de juntas atornilladas. Dotar a la torre de un ascensor de acuerdo con la invención es ventajoso ya que así es fácil acceder a las juntas que conectan los anillos de torre y/o las placas de torre. Tanto durante el montaje de la torre, inmediatamente después y en ciertos intervalos durante la vida de las torres, los pernos de las juntas tienen que controlarse y posiblemente apretarse. Por lo tanto, es ventajoso un ascensor que pueda situarse fácilmente delante de o cerca de los pernos sin importar su posición "radial" o "axial" en la torre.

- 50 La invención proporciona asimismo un procedimiento para montar una torre de turbina eólica. Dicho procedimiento comprende las etapas de establecer al menos dos anillos de torre cada uno de los cuales comprende al menos dos placas de torre y en el que dichas al menos dos placas de torre comprenden una primera sección lateral vertical o

5 sustancialmente vertical y una segunda sección lateral vertical o sustancialmente vertical, en el que dicha primera sección lateral solapa con una segunda sección lateral de una placa de torre yuxtapuesta horizontalmente, y en el que dichas al menos dos placas de torre están conectadas mediante dicho solape por medio de pernos, montando un primer anillo de torre de dichos al menos dos anillos de torre sobre al menos un anillo de torre adicional de dichos al menos dos anillos de torre, haciendo que dicho primer anillo de torre solape con dicho anillo de torre adicional, y conectando dicho primer anillo de torre y dicho anillo de torre adicional a través de su solape mediante el uso de medios de conexión, tales como tornillos, pernos o remaches.

Así pues, de acuerdo con la invención se consigue un procedimiento ventajoso de montaje de una torre de turbina eólica.

10 En un aspecto de la invención, dichos medios de conexión se aprietan mediante el uso de un ascensor que comprende medios para permitir el movimiento del ascensor tanto en vertical como en horizontal.

Las juntas roscadas de una torre de turbina eólica tienen que apretarse varias veces durante la vida de la torre debido a vibraciones, variaciones de temperatura y carga etc., y hacer esto utilizando un ascensor, que se puede desplazar tanto vertical como horizontalmente, es ventajoso ya que proporciona un acceso fácil a los pernos.

15 En un aspecto de la invención, una cestilla de ascensor de dicho ascensor mantiene una distancia sustancialmente constante respecto a la superficie interior de dichos anillos de torre.

En un aspecto de la invención, dicho montaje se realiza en, o en las cercanías de, el emplazamiento de montaje en el que va a levantarse dicha torre de turbina eólica.

20 El montaje de la torre en, o en la proximidad de, el emplazamiento en el que la torre va a levantarse es ventajoso ya que se evita el transporte a largas distancias de piezas de torre grandes que son difíciles de manejar. Además, el montaje de la torre en, o en la proximidad de, el emplazamiento de levantamiento es posible debido al hecho de que se puede fabricar correctamente una junta atornillada con transporte de carga, incluso bajo condiciones relativamente primitivas, en las cuales una junta soldada con transporte de carga requiere un entorno más controlado para que se realice de modo fiable.

## 25 Figuras

La invención se describirá en lo que sigue con referencia a las figuras, en las cuales:

la fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna grande conocida en la técnica, vista desde el frente,

la fig. 2 ilustra una sección de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención inmediatamente antes del montaje de dos anillos de torre redondos, vista en perspectiva,

30 la fig. 3 ilustra un modo de realización de un anillo de torre redondo, visto desde arriba,

la fig. 4 ilustra un modo de realización de un anillo de torre poligonal, visto desde arriba,

la fig. 5 ilustra una sección de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención inmediatamente antes del montaje de dos anillos de torre poligonales, vista en perspectiva,

35 la fig. 6 ilustra una sección de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención durante el montaje de dos anillos de torre poligonales, vista en perspectiva,

la fig. 7 ilustra una parte de una sección transversal de una junta de sección de torre conocida en la técnica,

la fig. 8 ilustra una parte de una sección transversal de un modo de realización de una junta de anillo de torre de acuerdo con la invención,

40 la fig. 9 ilustra una parte de una sección transversal de otro modo de realización de una junta de anillo de torre de acuerdo con la invención

la fig. 10 ilustra un modo de realización de una placa de torre antes de que haya sido doblada,

la fig. 11 ilustra el mismo modo de realización de una placa de torre que se ilustra en la fig. 10 tras haber sido doblada,

45 la fig. 12 ilustra una sección transversal de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención que comprende un modo de realización de un ascensor, visto desde el lateral, y

la fig. 13 ilustra una sección transversal de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención que comprende un modo de realización de un ascensor, vista desde abajo.

**Descripción detallada**

- 5 La fig. 1 ilustra una turbina eólica 1 conocida en la técnica, que comprende una torre troncocónica 2, que está subdividida en un número de secciones de torre 6. Una góndola 3 de la turbina eólica está situada en la parte superior de la torre 2.
- El rotor 4 de la turbina eólica, que comprende un número de palas 5 de la turbina eólica, está conectado a la góndola 3 mediante un árbol de baja velocidad que se extiende hacia afuera de la parte delantera de la góndola 3.
- 10 La fig. 2 ilustra una sección de una torre de turbina eólica 2 de acuerdo con la invención inmediatamente antes del montaje de dos anillos de torre 14 redondos, vista en perspectiva. La fig. 2 muestra un anillo de torre superior 8 en el momento de situarse sobre un anillo de torre inferior 9, lo que hace que la sección inferior 11 del anillo superior 8 solape con la sección superior 12 del anillo inferior 9 en una región de solape 35 horizontal. Cuando los anillos de torre 8, 9 están en su sitio, los dos anillos son unidos atornillando o remachando los anillos 8, 9 entre sí a través de las filas de orificios de atornillado 10.
- 15 En este modo de realización de la invención, los anillos de torre 8, 9 están fabricados como anillos redondos anulares de 360° completos. Para hacer que un anillo solape con otro anillo, el diámetro de la sección inferior 11 del anillo de torre superior 8 tiene que ser aproximadamente, o al menos, dos grosores de placa mayor o menor que el diámetro de la sección superior 12 del anillo de torre inferior 9. Esto se podría realizar haciendo que los anillos 8, 9 se abocinen en toda su extensión vertical, en partes de su extensión vertical, o las secciones inferior y/o superior 11, 12 podrían estar provistas de un número de recortes de doblado, que permiten que las secciones 11, 12 pudieran solapar donde se doblen, incluso aunque sus diámetros fueran los mismos antes de doblarse.
- 20 La fig. 3 ilustra un anillo de torre anular redondo 14 visto desde arriba. En este modo de realización de la invención, el anillo de torre 14 está fabricado de ocho placas de torre 13, pero en otro modo de realización de la invención, el anillo de torre 13 podría comprender menos o más placas de torre 13, tales como seis, siete, nueve o diez.
- 25 En este modo de realización de la invención, el anillo de torre 14 tiene una sección transversal uniforme constante en su dirección longitudinal, lo que convierte al anillo de torre 14 en sustancialmente cilíndrico, aunque en un modo de realización preferido de la invención las placas de torre podrían ser más anchas en la parte inferior que en la parte superior, convirtiendo el anillo de torre 14 en troncocónico o sustancialmente cónico.
- 30 En este modo de realización de la invención, una primera sección lateral 17 de una placa de torre 13 solapa con una segunda sección lateral 18 de una placa de torre 13 contigua horizontalmente. La primera sección lateral 17 de dicha placa de torre 13 contigua solapa a continuación con una segunda sección lateral 18 de una placa de torre adicional 13, y así sucesivamente. Este patrón continúa todo el rato con una anchura constante ( $W_j$ ) de las juntas verticales, lo que uniformiza el diseño de la torre, aunque en otro modo de realización de la invención una placa 13 de cada dos podría solapar con sus placas 13 vecinas horizontalmente a ambos lados.
- 35 La fig. 4 ilustra un anillo de torre 14 anular poligonal, visto desde arriba.
- En este modo de realización de la invención, todas las placas de torre 13 son sustancialmente idénticas, y cada placa de torre 13 comprende dos pliegues 16 verticales o sustancialmente verticales, que convierten al anillo de torre 14 en poligonal, con veinticuatro caras en este caso, aunque en otro modo de realización las placas 13 podrían comprender otro número de pliegues 16 tal como tres o cuatro, haciendo el anillo 14 de fuera de treinta y dos o cuarenta caras, si el anillo de torre 14 comprende ocho placas de torre 13.
- 40 Todavía en un modo de realización adicional, las placas de torre 13 del anillo de torre 14 podrían estar soldadas entre sí, o el anillo de torre podría estar fabricado de una placa de torre 13 que comprende una pluralidad de pliegues 16, que se atornillaron o se soldaron para unir sus dos extremos.
- 45 La fig. 5 ilustra una sección de una torre de turbina eólica 2 poligonal de acuerdo con la invención inmediatamente antes del montaje de dos anillos de torre 14, vista en perspectiva. La fig. 3 muestra un anillo de torre superior 8 en el momento de ser situado sobre un anillo de torre inferior 9, haciendo que la sección inferior 11 del anillo superior 8 solape con la sección superior 12 del anillo inferior 9 en una región de solape 35 horizontal. En este momento del procedimiento de montaje, las placas de torre 13 en los dos anillos de torre 14 se atornillarían entre sí en sus juntas verticales 15, aunque en la fig. 3 las juntas verticales 15 se ilustran sin medios de conexión tales como tornillos, pernos o remaches.
- 50 La fig. 5 ilustra adicionalmente que con el fin de hacer solapar los anillos de torre superior e inferior 8, 9, al menos una esquina de las placas 13 tiene que ser eliminada. En este modo de realización de la invención, se achaflanan tres esquinas de cada placa 13. Una primera esquina superior 19 de una placa 13 en el anillo de torre inferior 9 y una primera esquina inferior 20 de una placa 13 en el anillo de torre superior 8 están achaflanadas para posibilitar que las placas 13 solapen tanto vertical como horizontalmente. La segunda esquina superior 21 está asimismo achaflanada en este modo de realización de la invención para asegurar el acceso libre a los orificios de atornillado, cubiertos de otro modo. En otro modo de realización, una segunda esquina inferior podría estar achaflanada
- 55

igualmente para asegurar un acceso libre a los orificios de atornillado.

En otro modo de realización de la invención, sólo una esquina de cada placa 13 está achaflanada o la esquina o esquinas podrían comprender un recorte de otra forma tal como rectangular, poligonal o alguna otra forma regular o irregular.

5 La fig. 6 ilustra una sección de una torre de turbina eólica 2 de acuerdo con la invención durante el montaje de dos anillos de torre poligonales 14, vista en perspectiva. En este modo de realización sólo algunos de los orificios de atornillado están provistos de medios de conexión, que en este caso son pernos 24 provistos de tuercas en el lado interior de la torre 2, aunque cuando el proceso de montaje está finalizado, todos los orificios de perno estarán provistos de medios de conexión.

10 En este modo de realización de la invención, el achaflanado de la primera esquina inferior 20 de una placa 13 es visible, pero en un modo de realización preferido de la invención, el recorte que alberga espacio para las esquinas de las placas 13 que solapan podría estar cubierto completamente por una placa 13 que solapa.

La fig. 7 ilustra una parte de una sección transversal de una junta de sección de torre 6 conocida en la técnica. Como se ilustra en la fig. 1, una torre de turbina eólica 2 tradicional comprende un número de secciones de torre 6 troncocónicas redondeadas montadas una encima de la otra. Las secciones de torre 6 están atornilladas entre sí mediante los rebordes 7 situados internamente en horizontal, que están soldados a la parte superior e inferior de cada sección 6.

La fig. 8 ilustra una parte de una sección transversal de un modo de realización de una junta de anillo de torre 14 de acuerdo con la invención.

20 Si una torre de turbina eólica 2 comprende anillos de torre 14 de acuerdo con la invención, al menos todas o sustancialmente todas las regiones de solape 35 horizontales entre los anillos de torre 14 están conectadas mediante medios de conexión mecánicos tales como tornillos, pernos, vástagos o remaches. Como los anillos de torre 14 están conectados de este modo a lo largo de, o sustancialmente a lo largo de, la longitud de la torre 2, no hay diferencia entre una junta de sección de torre 6 y una junta de anillo de torre 14 en una torre de turbina eólica 2 de acuerdo con la invención.

En este modo de realización, una sección inferior 11 del anillo de torre superior 8 solapa con una sección superior 12 del anillo de torre inferior 9. Los dos anillos se unen entre sí a continuación por medio de pernos, tornillos, vástagos o remaches a través de las cuatro filas de orificios de atornillado 10. En otro modo de realización de la invención, la región de solape 35 podría comprender otro número de filas de pernos tales como una, dos, tres, cinco o seis, y en otro modo de realización, el anillo de torre inferior 9 podría solapar con el anillo de torre superior 8.

La fig. 9 ilustra una parte de una sección transversal de otro modo de realización de una junta de anillo de torre de acuerdo con la invención. Este es en principio el mismo tipo de diseño de junta de anillo de torre que se ilustra en la fig. 8. Los anillos de torre 8, 9 son habitualmente troncocónicos, lo que hace que la torre 2 sea más ancha en la parte inferior que en la superior. En este modo de realización, la sección inferior 11 del anillo de torre superior 8 está doblada en un ángulo  $\alpha$ , y la sección superior 12 del anillo de torre inferior 9 está doblada en un ángulo  $\beta$ , haciendo que las secciones inferior y superior 11, 12 se abocinen en un ángulo distinto a la sección intermedia 31 del anillo de torre 14. Los dos ángulos de doblado  $\alpha$ ,  $\beta$  podrían ser el mismo, tal como  $5^\circ$ , pero en otro modo de realización de la invención, el ángulo de doblado  $\alpha$  podría ser ligeramente superior (por ejemplo  $2^\circ$ ) al ángulo de doblado  $\beta$ , haciendo que la sección superior 12 del anillo de torre inferior 9 presione hacia fuera contra la sección inferior 11 del anillo de torre superior 8, cuando las filas de orificios de atornillado 10 estén alineadas.

En este modo de realización de una región de solape horizontal 35, no toda la carga de los anillos de torre 14, góndola 3, etc. situados por encima de la junta es transportada por los medios de conexión. El interior de la sección inferior 11 del anillo de torre superior 8 presiona hacia abajo sobre el exterior de la sección superior 12 del anillo de torre inferior 9, proporcionando así una distribución de carga más óptima a lo largo de la junta.

45 La fig. 10 ilustra modo de realización de una placa de torre 13 antes de que haya sido doblada. Si el anillo de torre 14 está fabricado de placas de torre 13 que comprenden secciones inferior y superior 11, 12 en ángulo, las secciones inferior y superior 11, 12 podrían comprender recortes de doblado 32 para permitir que la placa 13 pueda ser doblada tanto horizontal como verticalmente. La fig. 10 ilustra que la placa de torre 13 está provista de cuatro recortes de doblado 32 verticales antes de que las secciones inferior y superior 11, 12 sean dobladas a lo largo del pliegue horizontal 33.

La fig. 11 ilustra el mismo modo de realización de una placa de torre 13 que se ilustra en la fig. 10 una vez que ha sido doblada. Debido a los recortes de doblado 32, la placa 13 puede estar provista de pliegues verticales 16 una vez que las secciones inferior y superior 11, 12 han sido dobladas, sin deformar las secciones inferior y superior 11, 12.

55 La fig. 11 ilustra adicionalmente que la placa 13 tiene una anchura inferior  $W_b$  que es más ancha que la anchura de la anchura superior  $W_t$ . Un anillo de torre 14 fabricado de placas de torre 13, que son más anchas en la parte inferior



que en la parte superior, será asimismo más ancho en la parte inferior que en la parte superior, asumiendo que las juntas verticales 15 son de anchura  $W_j$  constante, como lo son en una torre de acuerdo con la invención. Así pues, los anillos de torre 14 se abocinan.

5 Las placas de torre 13 pueden estar fabricadas de una longitud  $L_p$ , lo que hace que sean fáciles de transportar, por ejemplo en contenedores norma ISO de 40 pies (12,2 metros).

10 La fig. 12 ilustra una sección transversal de una torre de turbina eólica 2 de acuerdo con la invención, que comprende un modo de realización de un ascensor 22, visto desde el lateral. Para realizar el mantenimiento de las juntas atornilladas la torre está provista, en este modo de realización de la invención, de un ascensor 22. El ascensor 22 comprende una cestilla del ascensor 23, que asimismo podría ser una jaula, una plataforma u otros. La cestilla del ascensor 23 está conectada a un equipo de izado 24 mediante uno o más cables 29 para hacer que la cestilla del ascensor 23 suba y baje.

15 En este modo de realización de la invención, el equipo de izado 24 está montado en un carril horizontal 25, anular o sustancialmente anular, en la parte superior de la torre o en la proximidad de la misma. En este modo de realización, el carril anular 25 está montado sobre un amortiguador de vibraciones 26 en la parte superior de la torre, aunque en otro modo de realización el carril 25 podría estar unido directa o indirectamente de otro modo a la torre 2, a la góndola 3, al mecanismo de guiñada (no mostrado) o a otros. El carril anular 25 permite que el punto de partida de las cestillas del ascensor 23 en la parte superior de la torre 2 pueda desplazarse, permitiendo así que la cestilla 23 sea izada y descendida a lo largo de todo el interior de la torre 2.

20 En este modo de realización, la torre 2 es troncocónica, ofreciendo una circunferencia que pasa través de todos los pliegues 16 en la parte superior de la torre 2 de un diámetro de, aproximadamente, 2,5 m y 4,5 m en la parte inferior de la torre. Como el ascensor 22 se utiliza principalmente para apretar las juntas atornilladas durante montaje de la torre y a lo largo de la vida de la torre, es esencial que estas juntas puedan estar accesibles a lo largo de todo el interior de la torre 2. En este modo de realización, la torre 2 está provista por consiguiente de un número de guías 27 verticales o sustancialmente verticales, que en este caso son un carril vertical 27 conectado al interior de la torre 2. Por ejemplo, si  $60^\circ$  de los  $360^\circ$  de los anillos de torre 14 pueden estar accesibles desde una posición horizontal dada, la torre 2 debería estar provista, por ejemplo, de seis carriles verticales 27 o seis parejas o carriles verticales paralelos 27. Para evitar soldarlos a la torre 2, los carriles 27 podrían estar conectados a la torre mediante el uso de pernos, tornillos, remaches, o como se ilustra mediante el uso de imanes 28.

30 Cuando la cestilla 23 está en su posición superior, puede desplazarse libremente en horizontal sobre el carril anular 25. La cestilla 23 se conecta a continuación a un carril vertical 27 o pareja de carriles mediante medios de guiado 30, y cuando la cestilla 26 es descendida mantendrá una distancia constante respecto al interior de los anillos de torre 14, incluso aunque la sección transversal horizontal de los anillos de torre 14 aumente hacia abajo.

35 En otro modo de realización de la invención, las guías 27 verticales o sustancialmente verticales podrían ser cables muy tensos conectados a la parte superior y la inferior de la torre 2, u otros medios adecuados para mantener la cestilla del ascensor 23 a una distancia horizontal constante o sustancialmente constante respecto a la superficie interior de la torre 2.

40 La fig. 13 ilustra una sección transversal de una torre de turbina eólica de acuerdo con la invención, que comprende un modo de realización de un ascensor, visto desde abajo. En este modo de realización de la invención, la torre está provista de seis carriles verticales 27 que se extienden sustancialmente desde la parte inferior a la parte superior de la torre 2. El carril anular horizontal 25 está cerrado, haciendo que describa un círculo completo de  $360^\circ$ , pero en otro modo de realización de la invención el carril anular 25 podría ser inferior a un círculo completo, tal como entre  $250^\circ$  y  $330^\circ$  de un círculo completo, dejando espacio por ejemplo para que pasé una escalera (no mostrada), que se podría extender sustancialmente a lo largo de toda la longitud vertical de la torre 2.

45 La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de anillos de torre 14 que solapan, placas de torre 13 y ascensores internos 22 para su uso en una turbina eólica 1. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente, sino que puede ser diseñada y alterada en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención, como se especifica en las reivindicaciones.

Lista

- 50
1. turbina eólica
  2. torre
  3. góndola
  4. rotor
  5. pala

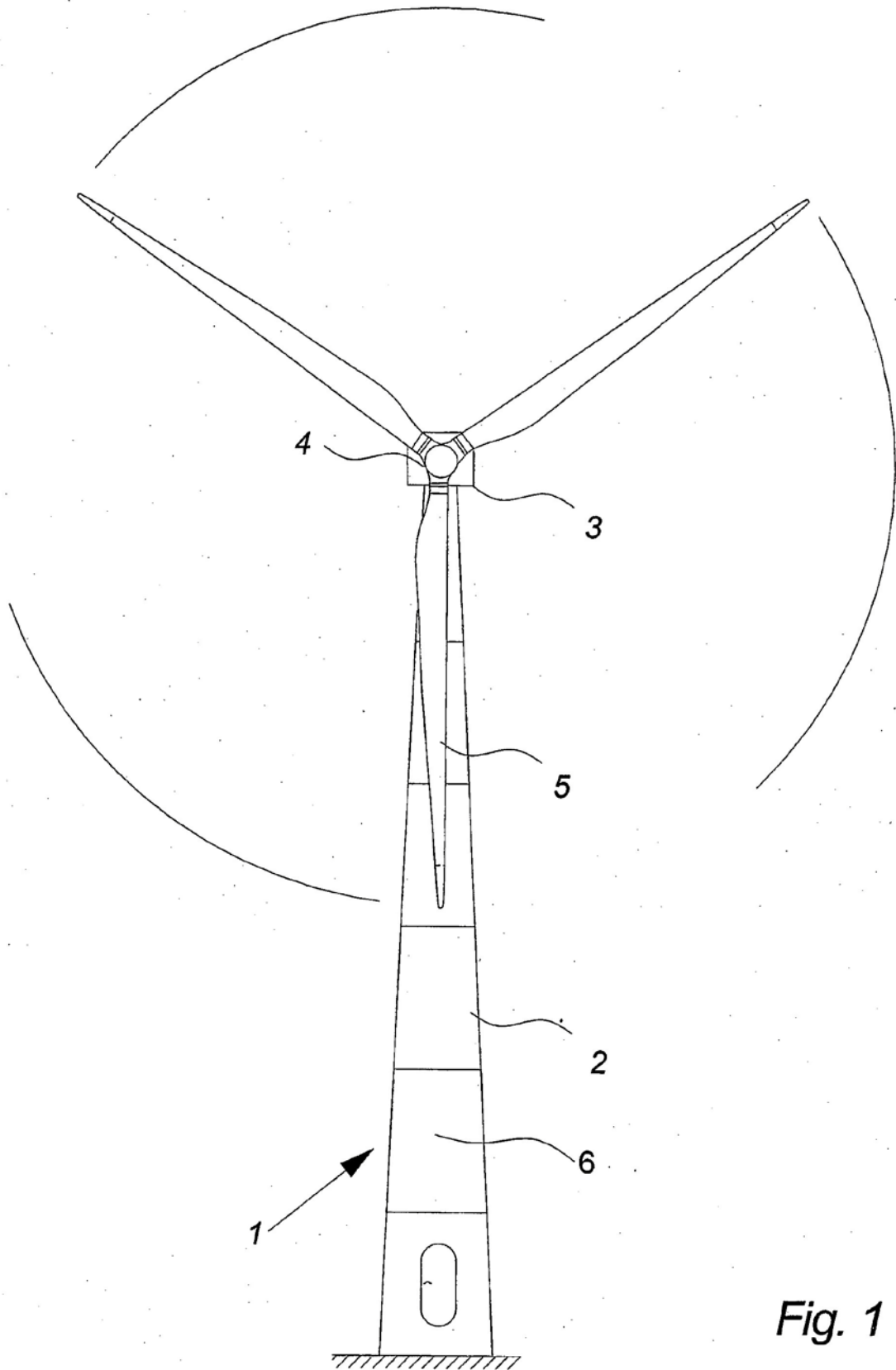
- 6. sección de torre
- 7. reborde horizontal
- 8. anillo de torre superior
- 9. anillo de torre inferior
- 5 10. fila de orificios de atornillado
- 11. sección inferior de un anillo de torre
- 12. sección superior de un anillo de torre
- 13. placa de torre
- 14. anillo de torre
- 10 15. junta vertical
- 16. pliegue
- 17. primera sección lateral de la placa de torre
- 18. segunda sección lateral de la placa de torre
- 19. primera esquina superior de la placa de torre
- 15 20. primera esquina inferior de la placa de torre
- 21. segunda esquina superior de la placa de torre
- 22. ascensor
- 23. cestilla del ascensor
- 24. equipo de izado
- 20 25. carril anular horizontal
- 26. amortiguador de vibraciones
- 27. guía vertical
- 28. imán
- 29. cable
- 25 30. medios de guiado
- 31. sección intermedia del anillo de torre
- 32. recorte de doblado
- 33. pliegue horizontal
- 34. perno
- 30 35. región horizontal de solape
- Lp longitud de la placa de torre
- $\alpha$  ángulo de doblado de la sección inferior
- $\beta$  ángulo de doblado de la sección superior
- Wb anchura inferior de la placa de torre
- 35 Wt anchura superior de la placa de torre
- Wj anchura de las juntas verticales

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (1) que comprende  
una torre de turbina eólica (2) que comprende al menos dos anillos de torre anulares (8, 9, 14) situados verticalmente uno sobre el otro,  
5 caracterizada porque  
un primer anillo de torre (8, 9, 14) de dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) solapa con al menos un anillo de torre (8, 9, 14) adicional de dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14), en el que cada uno de dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) comprende al menos dos placas de torre (13) y en el que cada una de dichas al menos dos placas de torre (13) comprende una primera sección lateral (17) vertical o sustancialmente vertical y una segunda sección lateral (18) vertical o sustancialmente vertical, en la que dicha primera sección lateral (17) solapa con una segunda sección lateral (18) de una placa de torre (13) yuxtapuesta horizontalmente, dichas al menos dos placas de torre (13) están conectadas a través de dicho solape por medio de pernos (34), y en el que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) solapan hacia abajo, haciendo que un anillo de torre superior (8) solape con un anillo de torre inferior (9) situado inmediatamente por debajo de dicho anillo de torre superior (8) y así sucesivamente, dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) están conectados mediante dicha región de solape (35) sustancialmente horizontal mediante medios de conexión mecánicos, tales como tornillos, pernos o remaches.
2. Una turbina eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) solapan en una región de solape (35) sustancialmente horizontal que consiste en una sección inferior (11) de un anillo de torre y una sección superior (12) de otros anillos de torre (8, 9, 14).
3. Una turbina eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que dicha región de solape (35) sustancialmente horizontal se extiende en dicha dirección longitudinal de dichos anillos de torre (8, 9, 14).
4. Una turbina eólica (1) de acuerdo con las reivindicaciones 2 ó 3, en la que dicha sección inferior (11) y/o dicha sección superior (12) está inclinada en un ángulo  $\alpha$ ,  $\beta$ , respectivamente, en relación a una sección intermedia (31) de dichos anillos de torre (8, 9, 14).
5. Una turbina eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dichos ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  son entre 0,5° y 15°, preferentemente 1° y 10°, y lo más preferentemente entre 2° y 7°.
6. Una turbina eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) están conectados mediante pernos (24).
7. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) son de altura sustancialmente constante.
8. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) están fabricados de acero.
9. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) comprenden entre 1 y 50, preferentemente 3 y 30 y lo más preferentemente entre 5 y 11, tal como 8 placas de torre (13) yuxtapuestas horizontalmente.
10. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas al menos dos placas de torre (13) comprenden entre 1 y 5, preferentemente 2 ó 3 pliegues (16) verticales o sustancialmente verticales.
11. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas al menos dos placas de torre (13) tienen una anchura inferior ( $W_b$ ) que es más ancha que la anchura de la anchura superior ( $W_t$ ).
12. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas placas de torre (13) en un anillo de torre (8, 9, 14) son sustancialmente de forma idéntica.
13. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas al menos dos placas de torre (13) comprenden un recorte en al menos una esquina (por ejemplo, 19, 20, 21).
14. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas al menos dos placas de torre (13) tienen una extensión longitudinal ( $L_p$ ) de entre 1 y 50 m, preferentemente entre 3 y 30 m, y lo más preferentemente entre 7 y 15 m.
15. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) son troncocónicos.

16. Una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) son de forma poligonal.
17. Un procedimiento para montar una torre de turbina eólica (2) de una turbina eólica (1), comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 5 establecer al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) cada uno de los cuales comprende al menos dos placas de torre (13), y en el que dichas al menos dos placas de torre (13) comprenden una primera sección lateral (17) vertical o sustancialmente vertical y una segunda sección lateral (18) vertical o sustancialmente vertical, en donde dicha primera sección lateral (17) solapa con una segunda sección lateral (18) de una placa de torre (13) yuxtapuesta horizontalmente, en donde dichas al menos dos placas de torre (13) están conectadas mediante dicho solape por medio de pernos (34),
- 10 montar un primer anillo de torre (8, 9, 14) de dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) sobre al menos un anillo de torre (8, 9, 14) adicional de dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14), haciendo que dicho primer anillo de torre (8, 9, 14) solape con dicho anillo de torre (8, 9, 14) adicional, y
- 15 conectar dicho primer anillo de torre (8, 9, 14) y dicho anillo de torre (8, 9, 14) adicional mediante su solape (35) mediante el uso de medios de conexión mecánicos, tales como tornillos, pernos o remaches.
18. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, en el que dichos al menos dos anillos de torre (8, 9, 14) solapan en una región de solape (35) sustancialmente horizontal que consiste en una sección inferior (11) de un anillo de torre (8, 9, 14) y una sección superior (12) de otros anillos de torre (8, 9, 14).
19. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 17 ó 18, en el que dichos medios de conexión son pernos (34).
20. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en el que dichos medios de conexión son apretados mediante el uso de un ascensor (22) que comprende medios para permitir el movimiento tanto vertical como horizontal de dicho ascensor.
21. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, en el que una cestilla del ascensor (23) de dicho ascensor (22) mantiene una distancia sustancialmente constante con respecto a la superficie interior de dichos anillos de torre (8, 9, 14).
22. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en el que dicho montaje se realiza en, o en la proximidad de, el emplazamiento de montaje en el que dicha torre de turbina eólica (2) va a ser levantada.

30



*Fig. 1*

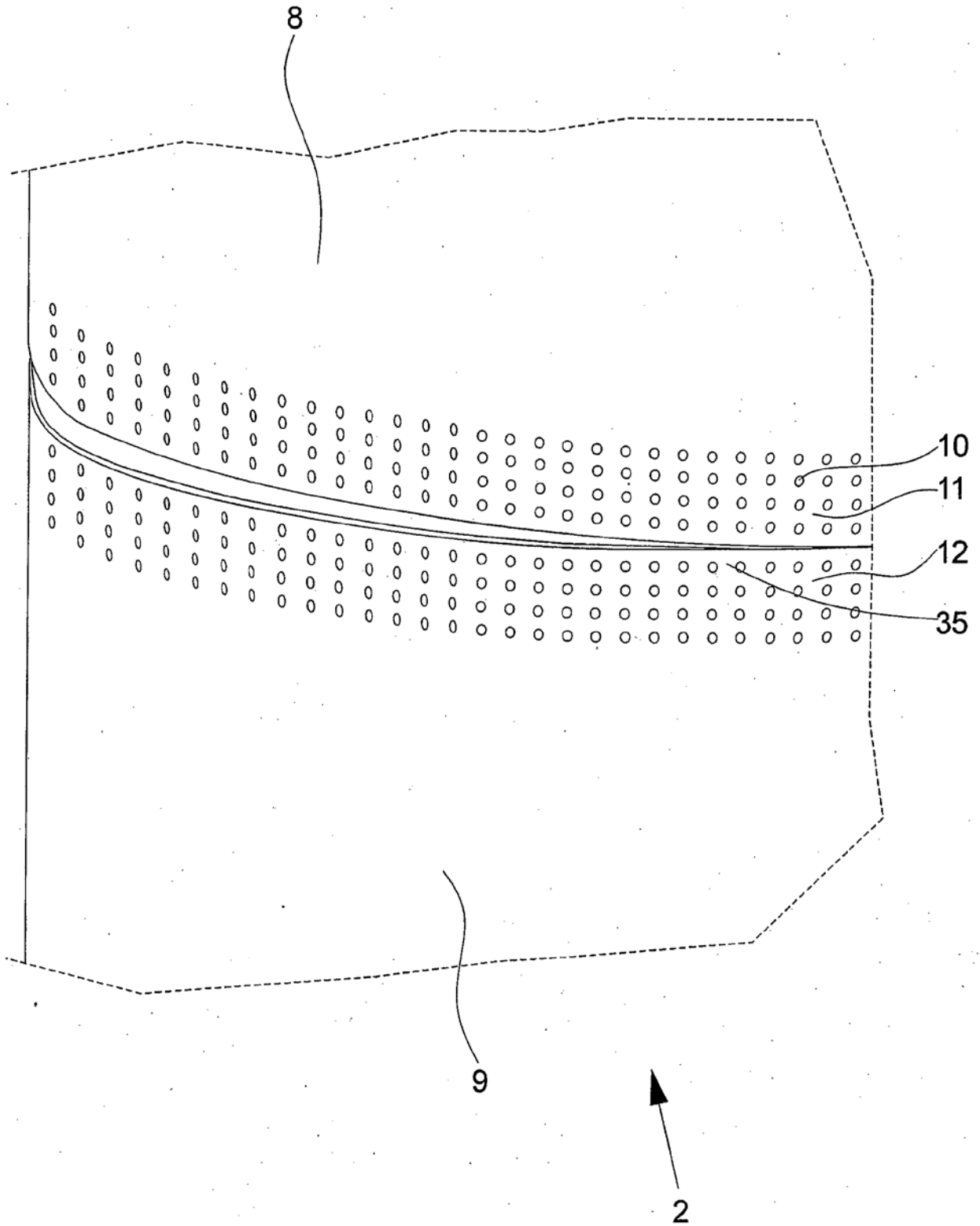


Fig. 2

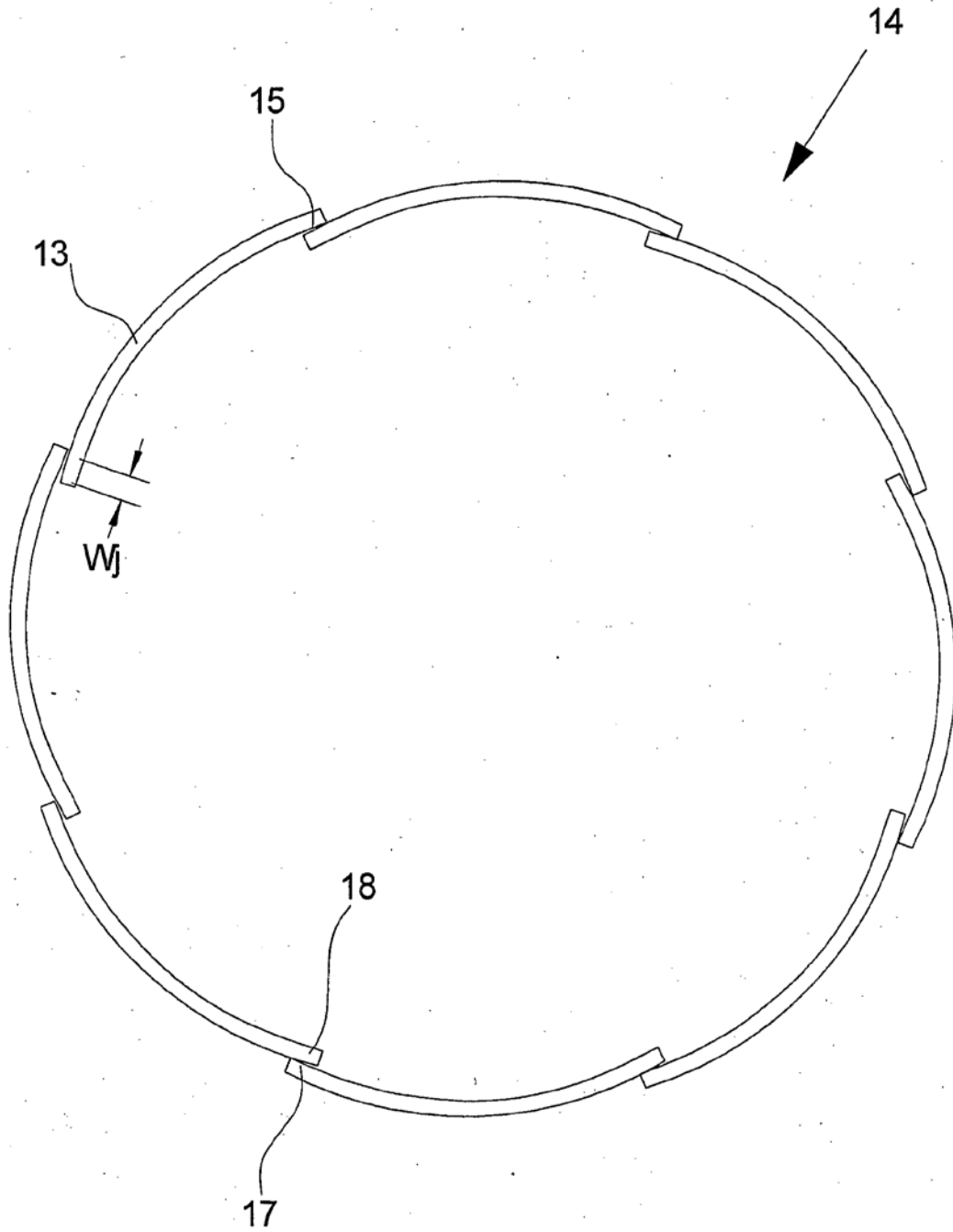
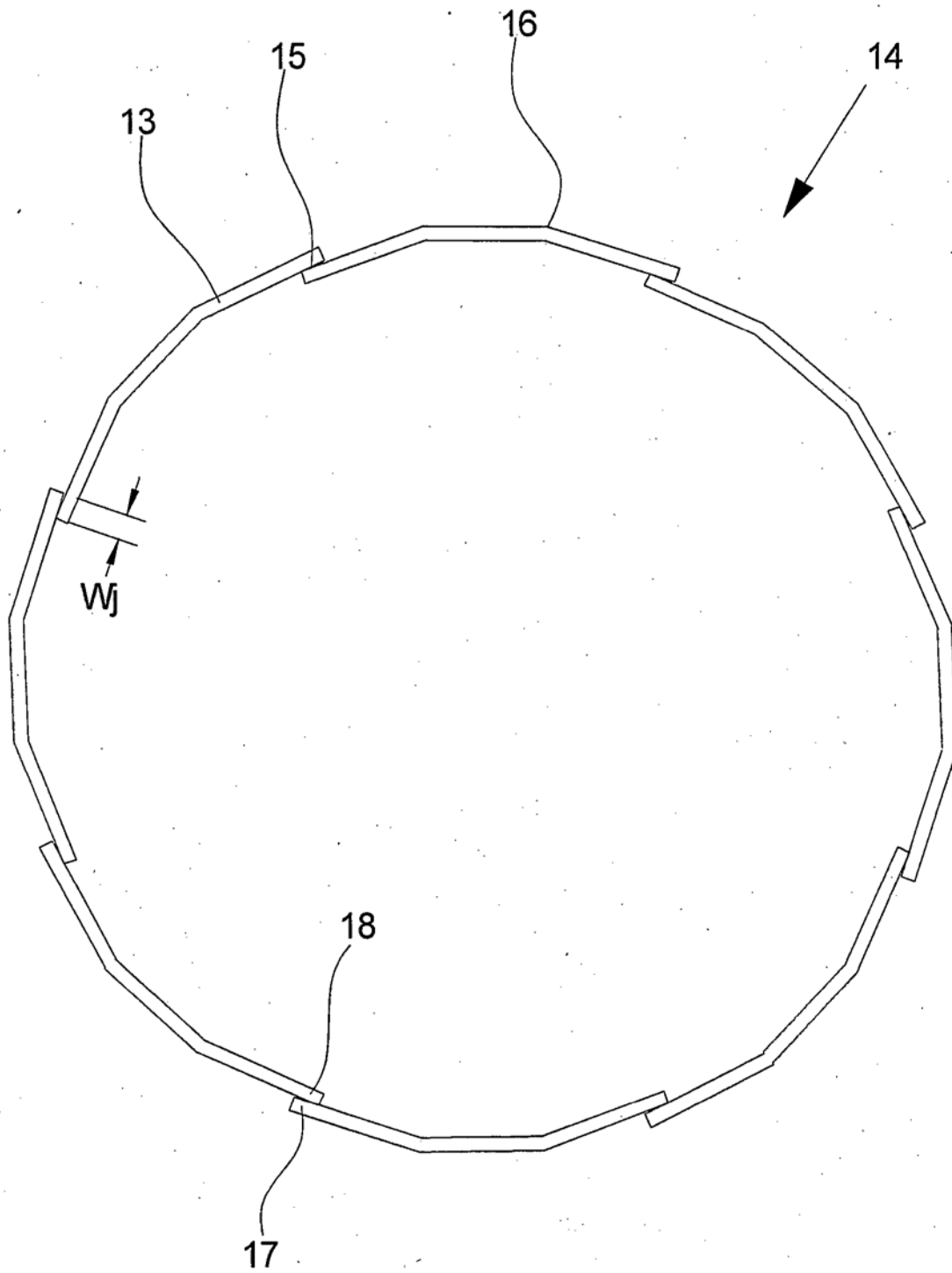


Fig. 3



*Fig. 4*



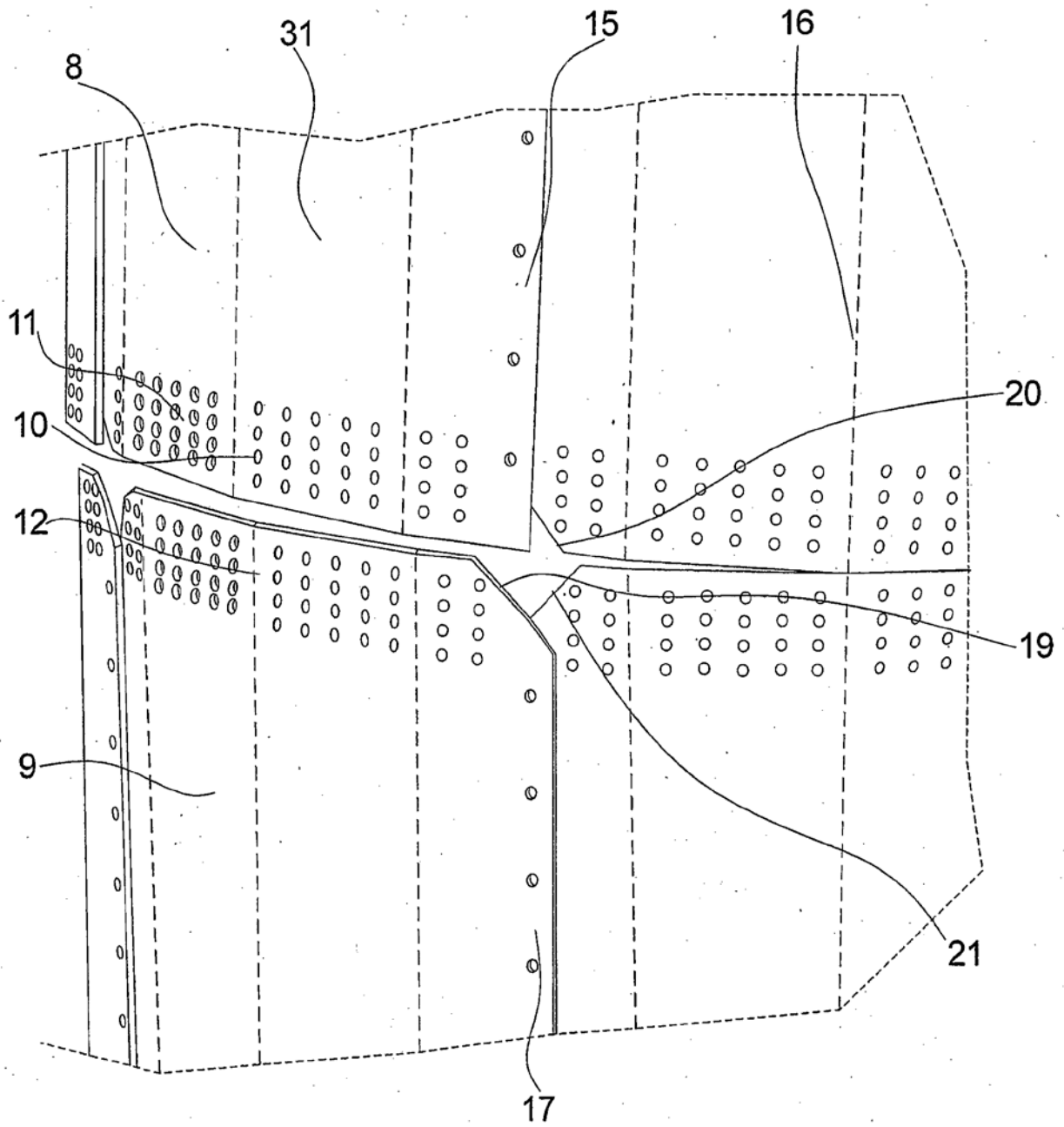


Fig. 5

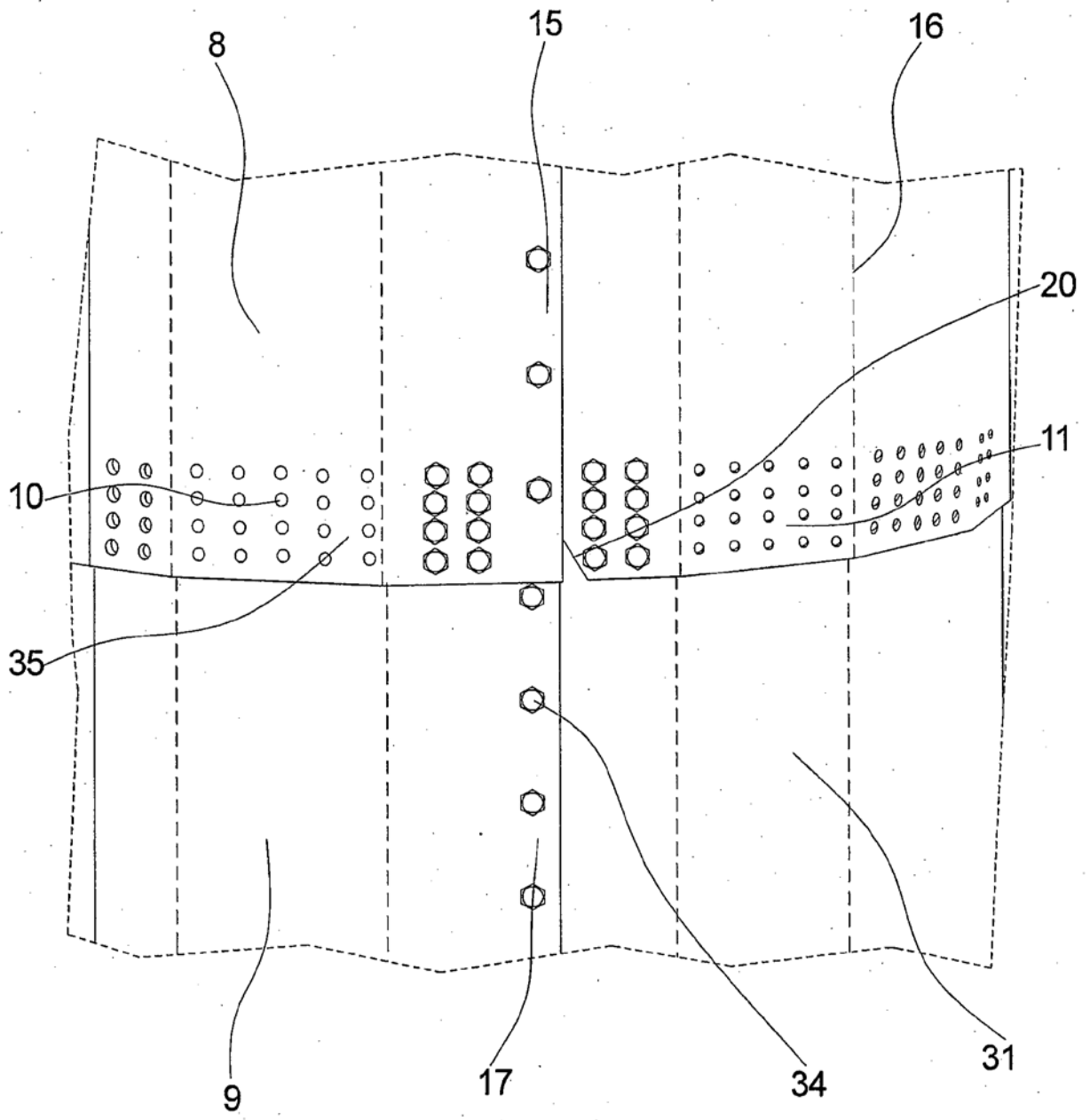
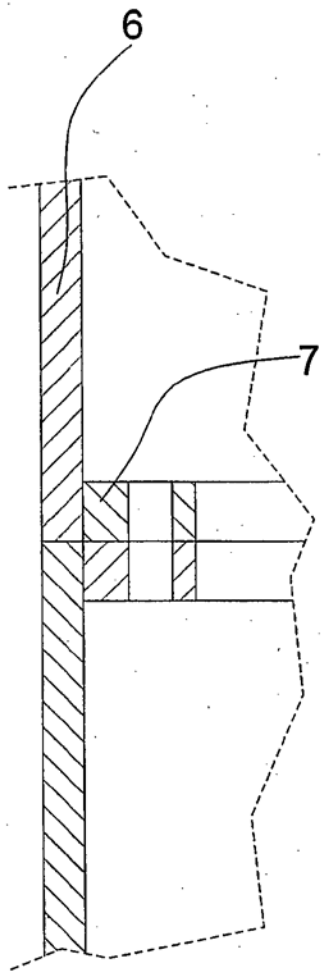
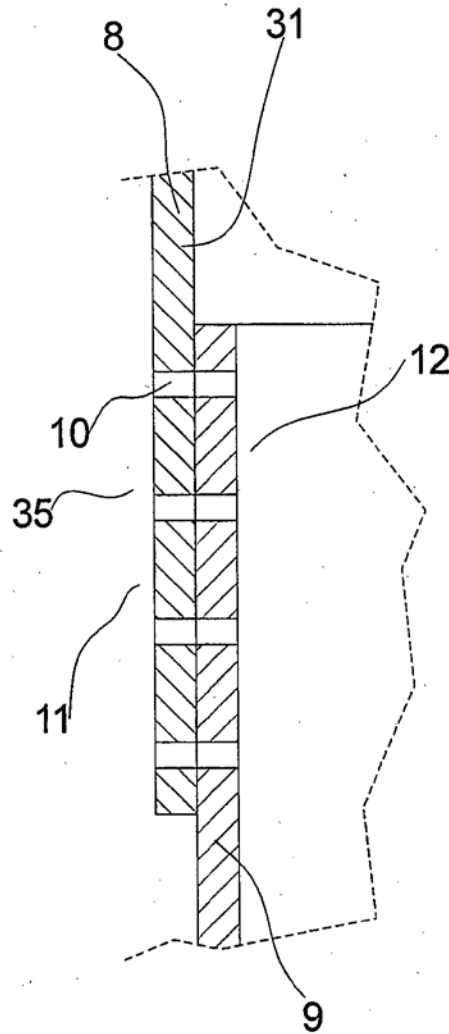


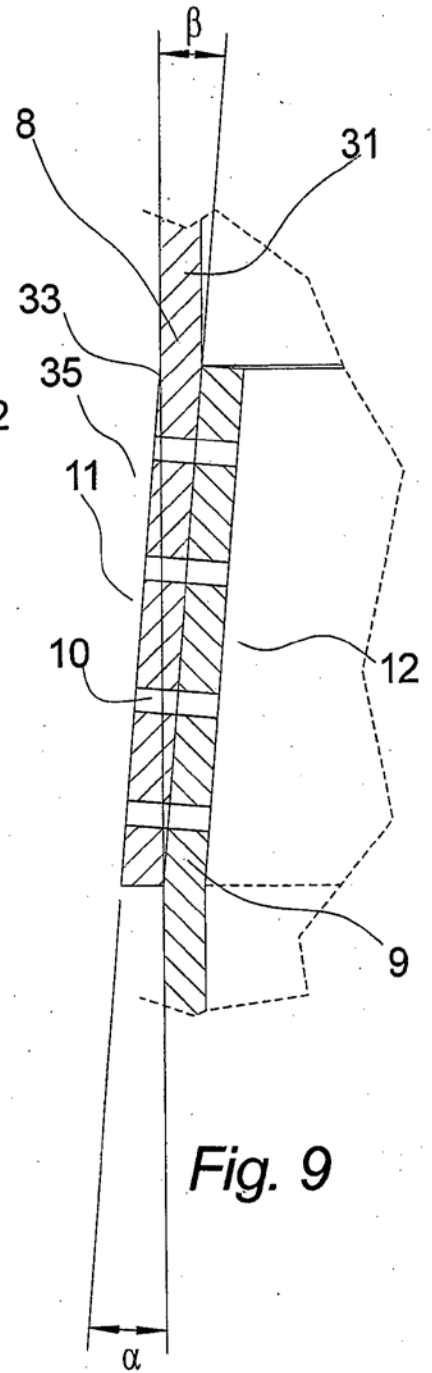
Fig. 6



*Fig. 7*



*Fig. 8*



*Fig. 9*

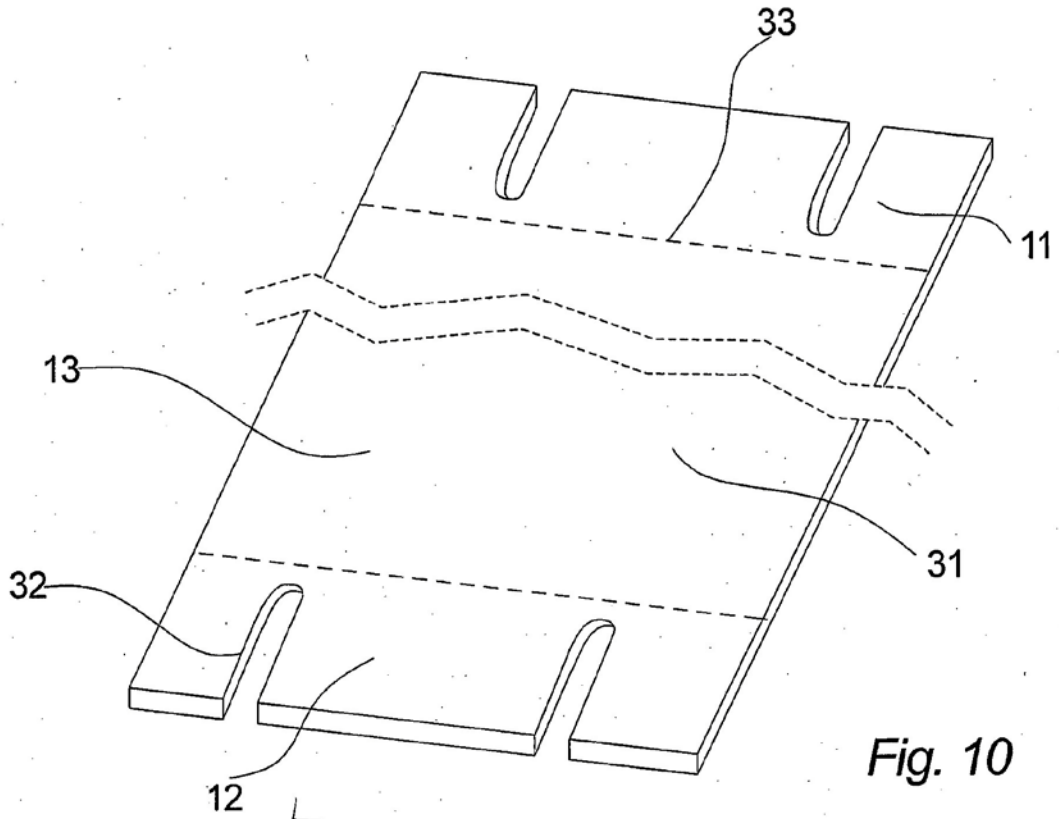


Fig. 10

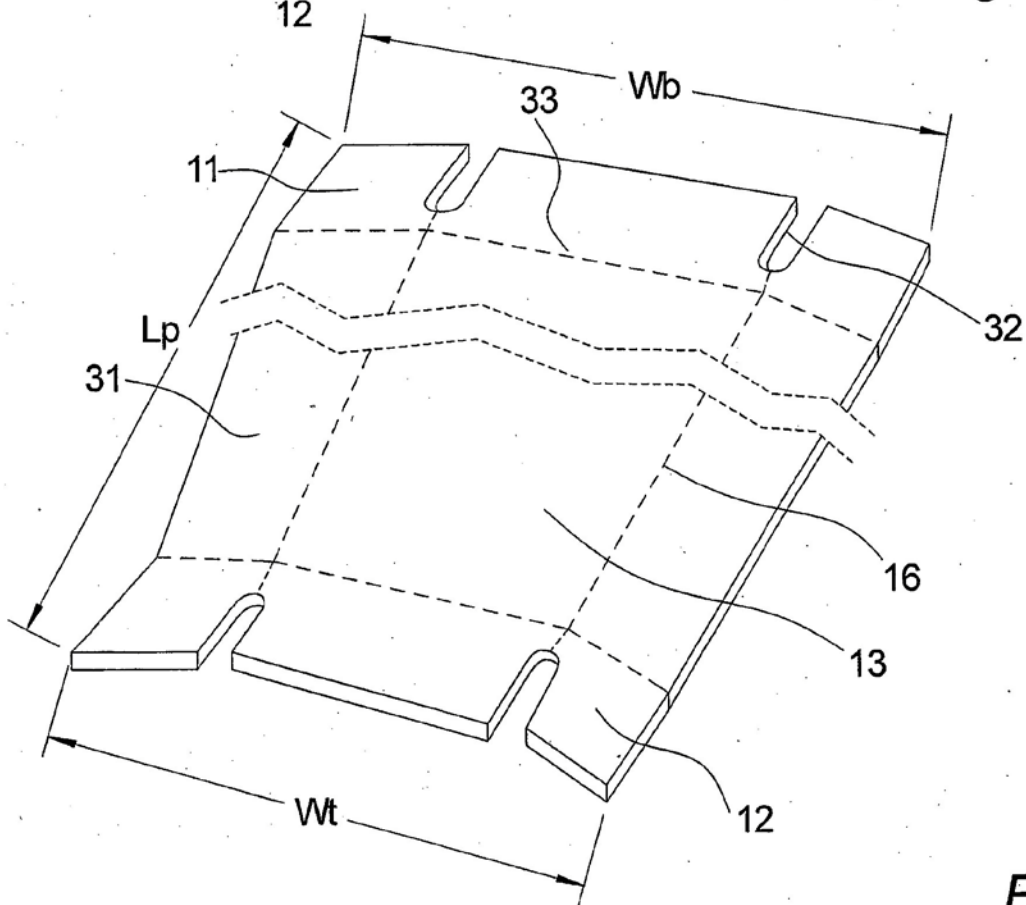


Fig. 11

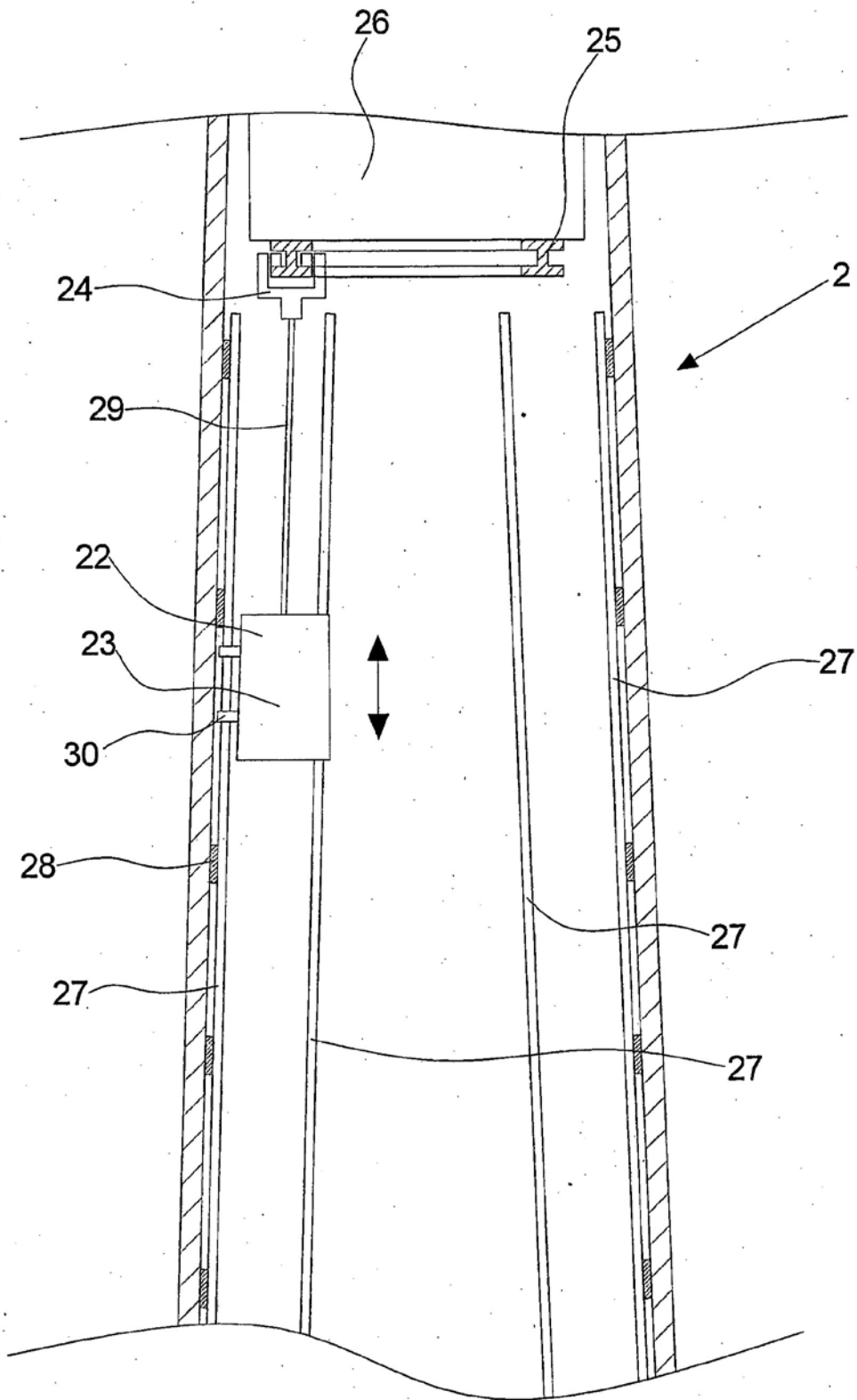


Fig. 12

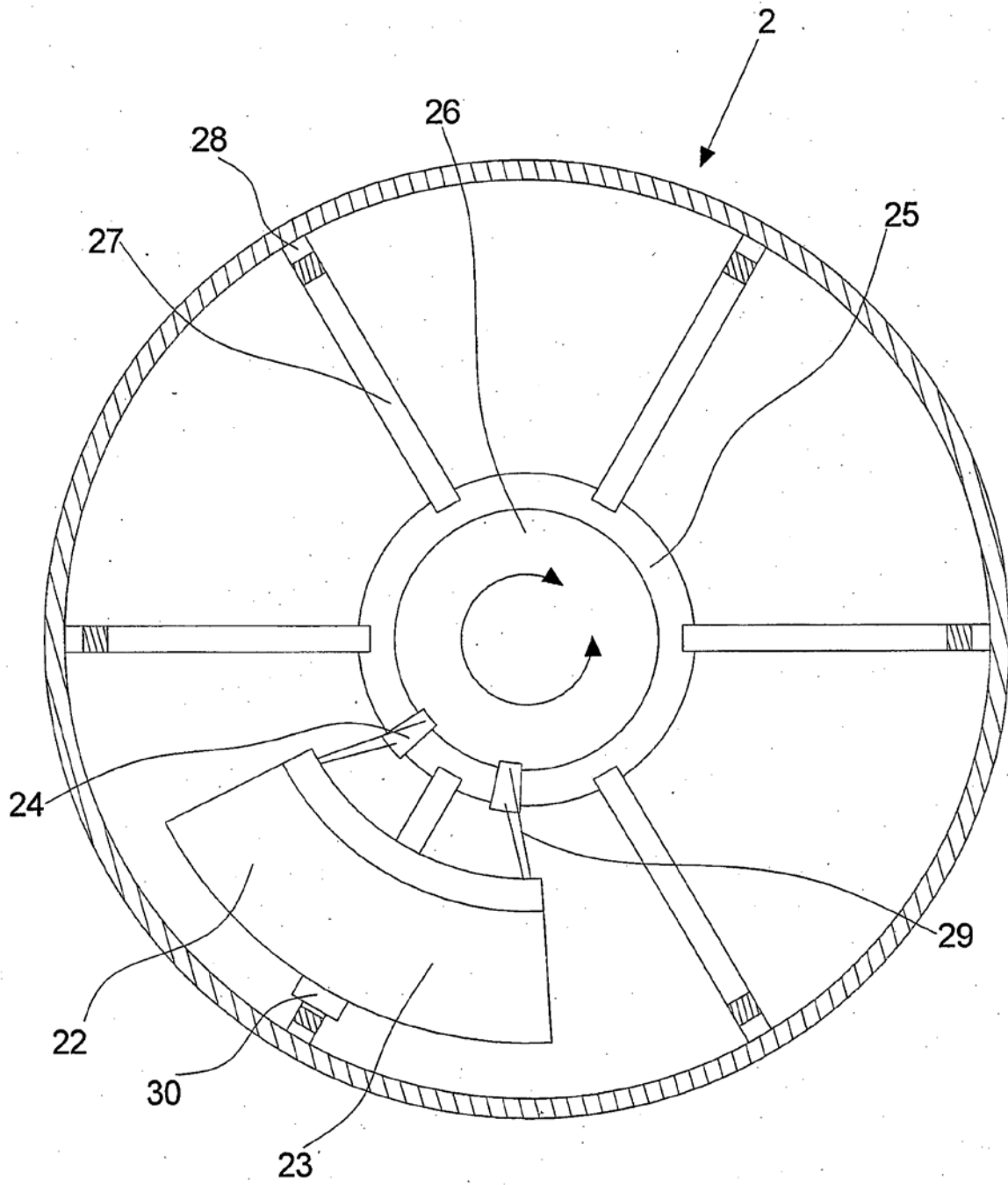


Fig. 13