



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 439**

51 Int. Cl.:
F03D 11/04 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)
E05D 5/02 (2006.01)
E04H 12/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04797442 .3**
96 Fecha de presentación : **10.11.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1856410**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

54 Título: **Parte de torre para una turbina eólica, procedimiento para fabricar una parte de torre y utilizaciones de la misma.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2010

73 Titular/es: **Vestas Wind Systems A/S**
Alsvej 21
8940 Randers SV, DK

72 Inventor/es: **Kristensen, Jonas**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Parte de torre para una turbina eólica, procedimiento para fabricar una parte de torre y utilizaciones de la misma.

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a una parte de torre para una turbina eólica tal como se especifica en el preámbulo de la reivindicación 1, a un sistema de cubierta de abertura tal como se especifica en el preámbulo de la reivindicación 24, a un procedimiento para fabricar una parte de torre y a las utilizaciones de la misma.

10 Descripción de la técnica relacionada

Una turbina eólica conocida en la técnica comprende normalmente una torre de turbina eólica y una góndola de turbina eólica colocada en la parte superior de la torre. Un rotor de turbina eólica, que comprende tres palas de turbina eólica, está conectado a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, que se extiende desde la parte anterior de la góndola tal como se ilustra en la figura 1.

La torre de turbina eólica comprende normalmente una serie de partes de torre redondas montadas unas sobre otras, en la que cada parte de torre está realizada en una placa de acero laminada para obtener una forma circular y soldada para constituir un anillo cerrado. Las partes de torre se ensamblan mediante soldadura para obtener secciones transportables en la planta de fabricación para turbinas eólicas. Cuando las diferentes secciones, que constituyen la torre de turbina eólica, se han transportado al lugar en el que va a levantarse la torre, las secciones se conectan mediante empalmes de bridas.

Para acceder a la góndola en la parte superior de la torre de turbina eólica de la turbina eólica completamente montada, la torre está provista habitualmente de una escalera en el interior de la torre, y una parte de torre próxima a o en la parte inferior de la torre está provista de una abertura para permitir el acceso al interior de la torre, y una puerta para cubrir y sellar esta abertura. Esta parte de torre u otros anillos en la torre también pueden estar provistos de aberturas para, por ejemplo, cables, lámparas u otros elementos. Una abertura se realiza habitualmente mediante corte con soplete de un orificio en la parte de torre.

Una abertura de puerta comprende un marco de puerta grueso soldado al borde en el interior de la abertura, para compensar en cierta medida la pérdida de resistencia en la parte de torre provocada por el orificio. Pero como la soldadura reduce el límite de fatiga de las partes de torre y, por tanto, su resistencia, la parte de torre para alojar una puerta también se realiza de una placa más gruesa de lo que sería necesario para realizar una parte de torre similar sustancialmente de la misma resistencia sin una abertura de puerta. Como el anillo presenta un grosor uniforme, la mayor parte del anillo es más gruesa de lo necesario.

Además en las turbinas eólicas conocidas en la técnica la mayor parte del equipo unido a la parte de torre tal como bisagras de puertas, cubiertas para orificios de ventilación, luces de advertencia para aviones, medios de fijación de cables y otros está unida normalmente mediante soldadura. Esto reduce el límite de fatiga de las partes de torre y para compensar esta pérdida de resistencia se demandan placas incluso más gruesas y/o marcos de puerta más grandes.

Por consiguiente, la parte de torre conocida con abertura presenta el problema de que es muy pesada y complicada y, por tanto, de fabricación cara.

A partir del documento WO 2004/083633 se conoce asimismo la subdivisión de un anillo de torre en segmentos para reducir la anchura y/o altura del anillo de torre durante el transporte.

Una manera de proporcionar una parte de torre similar con una abertura de puerta se da a conocer en la solicitud de patente internacional WO-A 03/036085. En este caso un marco de puerta fundido se suelda en una abertura de puerta de una torre convencional de turbina eólica. Cualquier conexión en el marco de puerta tal como bisagras de puertas y cierres puede fundirse con el marco de puerta. Puesto que el hierro fundido es más frágil que el acero en el que está realizada la torre de turbina eólica, el marco de puerta de hierro fundido tiene que ser considerablemente más pesado que si estuviera realizado en el mismo acero que el resto de la torre. Otra parte de torre según el estado de la técnica se da a conocer en el documento WO 2004/067959.

Además una fundición es considerablemente más cara que un laminador. El equipo para realizar un marco de puerta de hierro fundido de este tipo sería considerablemente más caro de comprar y usar que el equipo para laminar las partes de torre.

En comparación con la laminación, la fundición requiere un conocimiento mucho más especializado tanto para el diseño de las partes de hierro fundido como para su fabricación, mientras que la laminación es un proceso utilizado más habitualmente y más sencillo. La técnica de soldadura requerida para conectar hierro fundido y una placa de acero regular también es muy exigente.

Por consiguiente, la solución dada a conocer en la solicitud de patente internacional WO-A 03/036085 también presenta el problema de que es muy pesada y complicada y por tanto, de fabricación cara.

ES 2 347 439 T3

Además, el peso de las partes de torre de turbina eólica es un problema significativo y en aumento, tanto en cuanto al manejo como en cuanto al transporte.

Un objetivo de la presente invención consiste en minimizar el uso de material en una parte de torre de turbina eólica con abertura tal como una abertura de puerta.

Otro objetivo de la presente invención consiste en simplificar la manera en que se fabrica la parte de torre de turbina eólica con abertura para reducir los costes de producción.

Otro objetivo adicional de la invención consiste en encontrar una manera de cubrir las aberturas en las partes de torre sin reducir el límite de fatiga de las partes de torre.

La invención

La invención proporciona una parte de torre para una turbina eólica que comprende por lo menos un segmento de pared y por lo menos un segmento de abertura que incluye por lo menos una abertura. El segmento de pared y el segmento de abertura están conectados por medios de conexión. La parte de torre se caracteriza porque el segmento de abertura es de un grosor sustancialmente uniforme y es más grueso que el grosor del segmento de pared, y en la que dicho por lo menos un segmento de pared está formado como menos de un anillo de 360° completo y en la que dicho por lo menos un segmento de pared y por lo menos un segmento de abertura forman segmentos de un anillo y cuando se conectan por dichos medios de conexión constituyen un anillo de 360° completo.

Realizando el segmento de abertura de un grosor sustancialmente uniforme, puede realizarse a partir de una placa de acero ordinaria. En la calidad normalmente utilizada para realizar las partes de torre, las placas de acero son relativamente económicas de comprar y relativamente sencillas de mecanizar, laminar y soldar.

Realizando el segmento de abertura más grueso que el segmento de pared, se proporciona resistencia a la sección de la parte de torre en la que es necesario. En este caso, el segmento de pared puede presentar el mismo grosor que si constituyera una parte de torre completa sin abertura, lo que contribuye considerablemente a minimizar el consumo de material y de este modo, el peso de la parte de torre.

Tanto el segmento de abertura como el segmento de pared pueden realizarse a partir de placas laminadas lo que reduce los costes de producción, porque ambos segmentos pueden conformarse mediante el mismo procedimiento de producción, lo que reduce las inversiones en el equipo de producción. Mediante laminación el segmento de abertura puede realizarse en acero de la misma calidad que el segmento de pared. Esto dota a los empalmes entre el segmento de abertura y el segmento de pared considerablemente de más resistencia, que si el segmento de abertura estuviera realizado, por ejemplo, en hierro fundido, cuando se unen mediante soldadura.

Debe apreciarse que el término “abertura” se refiere a cualquier tipo de orificio tal como, por ejemplo, un orificio, hueco, hendidura o muesca de cualquier forma.

Además debe apreciarse que el término “segmento” se refiere a una parte angular cortada a partir de una figura geométrica, tal como la figura geométrica de una parte de torre redonda.

Debe apreciarse aún adicionalmente que el término “grosor” se refiere a la extensión radial de los segmentos, por ejemplo, en una parte de torre redonda.

En un aspecto de la invención, tanto el segmento de abertura como el segmento de pared están realizados en placas de acero. El acero es un material resistente, rígido y relativamente económico con una buena calidad de laminación, mecanizado y soldadura, lo que hace que sea el material preferido para realizar los segmentos de parte de torre y las partes de torre en torres para turbinas eólicas modernas. Además, el acero presenta una buena calidad magnética lo que hace posible unir accesorios tales como, por ejemplo, escaleras, puertas, bisagras y lámparas a las partes de torre mediante imanes.

En un aspecto de la invención, el segmento de pared y los segmentos de abertura se conectan mediante soldadura. De este modo, es posible realizar un empalme resistente y rígido entre los mismos, y al mismo tiempo mantener mínimo el consumo de material.

En un aspecto de la invención, la parte de torre es sustancialmente redonda. Realizando la parte de torre redonda, según la invención se utiliza un mínimo de material. La presión del viento sobre las palas de turbina eólica crea un momento flector considerable, que la torre de turbina eólica debe resistir. Puesto que la góndola puede girar en cualquier dirección para estar siempre enfrentada con el viento, la torre tiene que resistir momentos flectores desde todos los lados. En vista de esto una torre redonda es el diseño preferido en las torres de turbina eólica modernas.

Debe indicarse que el término “redonda” no limita en ningún modo la parte de torre a ser cilíndrica. La invención se refiere a partes de torre que pueden ser tanto cilíndricas como de una forma de diámetro no constante en la dirección vertical tal como, por ejemplo, cónicas.

ES 2 347 439 T3

En un aspecto de la invención, el segmento de abertura presenta cuatro lados, lo que permite realizar el segmento de abertura de una placa ordinaria, preferentemente una placa de acero, que además permite un proceso de fabricación relativamente sencillo tanto del segmento de abertura como y del segmento de pared.

Sin embargo debe indicarse que esto no limita el segmento de abertura a presentar una forma cuadrada o rectangular. Si la torre y, de este modo, la parte de torre es cónica, el segmento de abertura también podría presentar una forma sustancialmente cónica porque el segmento de abertura podría ser más ancho en la parte inferior que en la parte superior. O para minimizar el uso de material podría ser ventajoso realizar los lados del segmento de abertura no lineales, por ejemplo, con esquinas redondeadas siguiendo la forma de la abertura realizando los lados, por ejemplo, redondos o conformados como parte de una elipse.

En un aspecto de la invención, el segmento de abertura constituye entre 5° y 180° , preferentemente 30° y 100° y todavía más preferentemente 40° y 80° de la parte de torre de 360° completa. De este modo se obtiene una relación ventajosa entre resistencia y peso de una parte de torre que comprende el segmento de abertura y el segmento de pared.

En un aspecto de la invención, dicho por lo menos un segmento de abertura presenta una anchura que es entre el 10% y el 500%, preferentemente el 50% y el 300% y todavía más preferentemente el 100% y el 200% más grande que la anchura total de dicha por lo menos una abertura vista en una sección transversal horizontal del segmento de abertura en el que dicha por lo menos una abertura presenta su máxima anchura.

Con los intervalos de anchura de un segmento de abertura es posible obtener un uso eficaz de material en la parte de torre con una compensación de la pérdida de resistencia provocada por la abertura. Además, la distancia entre la abertura y las conexiones al segmento de pared son suficientes para evitar líneas de fuerza significativas a través de las conexiones.

El término “horizontal” se refiere a un segmento de abertura en una parte de torre montada en una torre de turbina eólica levantada.

En un aspecto de la invención, el segmento de pared presenta un diámetro externo de entre 1 metro y 10 metros, preferentemente 2 metros y 6 metros y todavía más preferentemente 3 metros y 5 metros. El diámetro externo del segmento de pared tiene que corresponder con el diámetro externo de las partes de torre por encima o por debajo de dicho segmento de pared, para realizar una torre de turbina eólica resistente y rígida. Con un peso de góndola dado, una altura dada de turbina eólica y un momento flector máximo dado en la torre, hay principalmente dos factores que pueden ajustarse en la construcción de una torre de turbina eólica tradicional; concretamente el diámetro de la torre y el grosor de las partes de torre. El diseño preferido de la torre se encuentra ajustando estos dos factores para obtener la torre más resistente con un uso mínimo de material.

En un aspecto de la invención, por lo menos dos bordes en dicho segmento de abertura están afilados. Afilando los bordes es posible realizar un empalme liso entre el segmento de abertura y el segmento de pared y a las partes de torre por encima y por debajo del segmento de abertura. Se prefiere un empalme liso porque no deja bordes para, por ejemplo, la acumulación de agua, nieve o suciedad y permite una unión ventajosa con respecto a la tensión entre los diferentes grosores de material. Sin embargo, debe indicarse que el afilado no tiene que ser necesariamente lineal. Para optimizar la distribución de esfuerzos en el empalme entre los diferentes grosores de material, podría ser ventajoso realizar el afilado no lineal o parcialmente no lineal.

En un aspecto de la invención, por lo menos dos bordes opuestos tanto en el lado cóncavo como en el convexo de dicho segmento de abertura están afilados, por ejemplo, sustancialmente hasta un grosor de dicho segmento de pared. Afilando los bordes tanto en el interior como en el exterior de la torre, es posible realizar un empalme liso entre el segmento de abertura y el segmento de pared y a las partes de torre por encima y por debajo del segmento de abertura, tanto en el interior como en el exterior de la torre. Esto también permite costuras de soldadura sustancialmente idénticas en el interior y en el exterior de la conexión de segmento, lo que proporciona a la parte de torre una tensión interna muy reducida provocada por la soldadura.

En un aspecto de la invención, los cuatro bordes tanto en el lado cóncavo como en el convexo de dicho segmento de abertura están afilados.

En un aspecto de la invención, el diámetro primitivo del segmento de abertura es sustancialmente igual que el diámetro primitivo del segmento de pared.

El término “diámetro primitivo” debe interpretarse como el diámetro del círculo que pasa a través del centro de un segmento visto en una vista superior o inferior, y con centro se hace referencia al punto en el que la distancia radial respecto al interior y al exterior, de la placa laminada de la que está hecho el segmento, es igual.

Al “centrar” el segmento de abertura en el segmento de pared, es relativamente sencillo fabricar y ensamblar el segmento de abertura y de pared, porque el segmento de abertura puede afilarse de la misma manera en el interior y el exterior, y porque es sencillo determinar la posición correcta del segmento de abertura en relación con el segmento de pared durante el ensamblaje.

ES 2 347 439 T3

En un aspecto de la invención, el diámetro primitivo del segmento de abertura es menor que el diámetro primitivo del segmento de pared.

5 Haciendo el diámetro primitivo del segmento de la abertura menor que el diámetro primitivo del segmento de pared, el segmento de abertura se sitúa un poco dentro de la parte de torre. Esto es ventajoso porque permite una distribución uniforme de las fuerzas de tensión entre el interior y el exterior de la parte de torre.

10 En un aspecto de la invención, el segmento de pared presenta un grosor de entre 5 milímetros y 120 milímetros, preferentemente 15 milímetros y 90 milímetros y todavía más preferentemente 20 milímetros y 70 milímetros.

15 El diseño preferido de la torre y de este modo del segmento de pared se encuentra en una relación entre el grosor de pared de los segmentos y el diámetro de la torre para obtener la torre más resistente con un uso mínimo de material. Con los intervalos de grosor de un segmento de pared es posible obtener un uso eficaz de material en la parte de torre.

20 En un aspecto de la invención, el segmento de abertura es entre el 10% y el 500%, preferentemente el 50% y el 250% y todavía más preferentemente el 80% y el 180% más grueso que el grosor del segmento de pared. Mediante este intervalo de grosor del segmento de abertura se alcanza una relación ventajosa entre el grosor de segmento de abertura y su resistencia.

25 En un aspecto de la invención, la altura del segmento de pared está entre 1 metro y 10 metros, preferentemente 1,5 metros y 5 metros y todavía más preferentemente 2 metros y 4 metros. Este intervalo de altura proporciona una relación ventajosa entre la altura de segmento de pared, la capacidad de manejarla y el coste de su producción.

En un aspecto de la invención, el segmento de abertura presenta sustancialmente la misma altura que el segmento de pared. De este modo tanto la fabricación como el proceso de unir los diferentes segmentos se hacen sencillos.

30 En un aspecto de la invención, dicha por lo menos una abertura en dicho por lo menos un segmento de abertura se realiza mediante corte con soplete. El corte con soplete es un proceso económico, rápido y relativamente sencillo para realizar una abertura en una placa, preferentemente una placa de acero, lo que normalmente hace que el corte con soplete sea el procedimiento preferido para cortar placas de acero relativamente gruesas.

35 Debe apreciarse que el término “soplete” se refiere a cualquier tipo de elemento de corte por plasma, elemento de corte por láser o soplete.

En un aspecto de la invención, dicha por lo menos una abertura en dicho por lo menos un segmento de abertura es una abertura de puerta. Especialmente se prefiere evitar un debilitamiento alrededor de la abertura puesto que aquí se concentran las líneas de fuerza.

40 En un aspecto de la invención, dicha abertura de puerta presenta una forma sustancialmente ovalada con lados verticales paralelos y extremos redondos en la dirección longitudinal. En las torres de turbina eólica modernas, éste es un diseño de abertura de puerta preferido porque minimiza el riesgo de concentraciones de esfuerzos peligrosas, y de este modo permite un uso mínimo de material.

45 En un aspecto de la invención, se confiere a dicho por lo menos un segmento de abertura y/o a dicho por lo menos un segmento de pared una forma sustancialmente circular mediante laminación, siendo la laminación el procedimiento preferido para proporcionar placas de trabajo y especialmente placas de acero con una forma circular.

50 En un aspecto de la invención, la parte de torre es un anillo de torre. Haciendo la parte de torre como un anillo de torre único la parte de torre se vuelve de fabricación sencilla.

55 En un aspecto de la invención, la parte de torre comprende un sistema de cubierta de abertura para cubrir por lo menos una abertura en una parte de torre para una turbina eólica, comprendiendo dicho sistema una o más placas de cubierta y uno o más medios de unión para unir dicho sistema a dicha parte de torre, en la que dichos medios de unión no afectan al límite de fatiga de dicha parte de torre.

60 Las líneas de fuerza se concentran alrededor de las aberturas y mediante la unión de cubiertas, por ejemplo, mediante soldadura, la parte de torre se debilita donde se requiere particularmente resistencia. Este problema se soluciona uniendo la cubierta de abertura de una manera que no afecta al límite de fatiga y de este modo a la resistencia de la parte de torre. Los imanes y/o adhesivos son un procedimiento relativamente sencillo, fiable y económico de unir accesorios tales como cubiertas de abertura a la parte de torre.

65 En un aspecto de la invención, dicho sistema de cubierta de abertura es una puerta con bisagras unidas a dicha parte de torre mediante magnetismo. El problema de cubrir las aberturas sin reducir el límite de fatiga de las partes de torre, es particularmente pronunciado cuando la abertura es una abertura de puerta, porque la abertura de puerta es a menudo la abertura más grande en una torre y la puerta está situada habitualmente en la parte inferior de la torre en la que la concentración de esfuerzos es máxima. El efecto de usar el sistema de cubierta de abertura para conectar una puerta a la parte de torre mediante bisagras magnéticas es por tanto particularmente pronunciado. Conectando las

bisagras de la puerta al segmento de abertura mediante magnetismo, no se debilita el segmento por la tensión interna, como sería el caso, por ejemplo, con la soldadura.

La invención proporciona además un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica según las etapas definidas en la reivindicación 25 que comprende por lo menos un segmento de abertura y por lo menos un segmento de pared, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes, establecer dicho por lo menos un segmento de pared como menos de un anillo de 360° completo, establecer una abertura en dicho segmento de abertura, fijar uno de dichos segmentos en una unidad de fijación, mover el otro segmento a una posición próxima al segmento en dicha unidad de fijación y conectar los segmentos por medios de conexión. Mediante este procedimiento se consigue un procedimiento ventajoso para fabricar la parte de torre con abertura.

El uso de una unidad de fijación para fijar o bien el segmento de pared o bien el segmento de abertura y a continuación colocar el otro segmento en una posición en la que puede unirse con el segmento fijado, proporciona un procedimiento relativamente sencillo para estabilizar los segmentos durante la conexión, lo que permite circunstancias ventajosas para hacer que la conexión entre los segmentos sea de buena calidad, especialmente si la conexión se realiza mediante soldadura.

En un aspecto de la invención, un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica incluye la conexión de por lo menos un segmento de pared de un grosor dado y por lo menos un segmento de abertura de un grosor sustancialmente uniforme y que es más grueso que el grosor de dicho segmento de pared. De este modo se consigue una forma de realización ventajosa de la invención.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que dicho por lo menos un segmento de abertura y dicho por lo menos un segmento de pared se realizan mediante laminación.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que por lo menos dos bordes en dicho segmento de abertura están afilados.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que por lo menos dos bordes opuestos en el lado cóncavo y el convexo de dicho segmento de abertura están afilados, por ejemplo, sustancialmente hasta un grosor de dicho segmento de pared.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que las conexiones entre dicho por lo menos un segmento de abertura y dicho por lo menos un segmento de pared comprenden soldadura.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que la unidad de fijación es un laminador o parte del mismo. El uso del laminador para fijar el segmento de pared o el segmento de abertura al unir los segmentos, proporciona un procedimiento que no requiere una unidad de fijación independiente y el coste para ello.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica, en el que la fabricación tiene lugar en una planta de fabricación de una planta de turbinas eólicas. Fabricando la turbina eólica en la planta de fabricación se reducen el transporte y el manejo de las diferentes partes de la turbina eólica.

La invención proporciona además el uso de una parte de torre para establecer una o más aberturas en una turbina eólica tales como aberturas de puerta, aberturas de cable y aberturas para ventilación o luces de advertencia. De este modo se consigue una forma de realización ventajosa de la invención.

Un aspecto de la invención proporciona el uso de un procedimiento para fabricar una parte de torre de turbina eólica para establecer una o más aberturas en una turbina eólica tales como orificios de puerta, orificios de cable, orificios para ventilación o luces de advertencia. De este modo se consigue una forma de realización ventajosa de la invención.

Figuras

A continuación se describirá la invención haciendo referencia a las figuras en las que

la figura 1 ilustra una turbina eólica moderna grande,

la figura 2 ilustra una forma de realización de una parte de torre de una torre de turbina eólica que comprende una parte de torre de turbina eólica con una abertura de puerta vista en perspectiva,

la figura 3 ilustra la parte de torre de turbina eólica con una abertura de puerta en una sección transversal vertical a través del centro de la abertura de puerta vista desde el lateral,

ES 2 347 439 T3

la figura 4 ilustra la parte de torre de turbina eólica con una abertura de puerta y una puerta en una sección transversal horizontal a través del centro de la abertura de puerta vista desde la parte superior,

la figura 5 ilustra una forma de realización de una parte de torre que comprende dos segmentos de pared y dos segmentos de abertura,

la figura 6 ilustra una forma de realización de una parte de torre que comprende dos segmentos de pared y un segmento de abertura,

la figura 7 ilustra una forma de realización de una parte de torre cónica,

la figura 8 ilustra en perspectiva un procedimiento de fabricación de una parte de torre de turbina eólica en el que un carro con un segmento de abertura se mueve a una posición próxima a una unidad de fijación con un segmento de pared,

la figura 9 ilustra una etapa de procedimiento que incluye el carro estando el segmento de abertura en una posición inclinada,

la figura 10 ilustra una etapa de procedimiento en la que el carro con el segmento de abertura en una posición inclinada se pone en posición para su unión con el segmento de pared en la unidad de fijación, y

la figura 11 ilustra una etapa de procedimiento adicional en la que el segmento de pared se une con el segmento de abertura,

la figura 12 ilustra en perspectiva otro procedimiento de fabricación de una parte de torre de turbina eólica en el que un segmento de abertura se coloca en una unidad de fijación, y

la figura 13 ilustra una etapa de procedimiento adicional que incluye el descenso de un segmento de pared a la unidad de fijación con un segmento de abertura y conectar los segmentos.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra una turbina 1 eólica moderna montada sobre la cimentación 18 que comprende una torre 2 con una puerta 8 unida a la torre 2 mediante bisagras 23, y una góndola 3 de turbina eólica colocada en la parte superior de la torre 2. El rotor 4 de turbina eólica, que comprende tres palas 5 de turbina eólica, está conectado a la góndola 3 a través del árbol de baja velocidad que se extiende desde la parte anterior de la góndola 3.

Los diferentes componentes de una turbina 1 eólica se transportan habitualmente por separado al lugar del montaje y se ensamblan en el mismo, por ejemplo, las diferentes secciones de torre, la góndola 3 y las palas 5 de turbina eólica.

La figura 2 ilustra una parte inferior de una torre 2 de turbina eólica que comprende una parte 6 de torre con una abertura 7 de puerta para alojar una puerta (no representada). En esta forma de realización de la invención la parte 6 de torre comprende un segmento de pared 9 y un segmento de abertura 10, que en este caso da como resultado que la parte 6 de torre constituya un anillo 22 de torre. La parte 6 de torre con la abertura 7 de puerta se une a los anillos 22 de torre adyacentes por medios de conexión tales como tornillos, pernos, remaches, encolado o soldadura. En uso normal en una torre de turbina eólica la parte 6 de torre se suelda a los anillos 22 de torre por encima y por debajo. En otra forma de realización la parte superior y/o la parte inferior de la parte 6 de torre está provista de una brida para conectar la parte 6 de torre al anillo 22 de torre por encima y/o el anillo 22 de torre o la cimentación por debajo mediante el uso de fijadores tales como tornillos, pernos, remaches u otros. Además la figura ilustra que en esta forma de realización de la invención el segmento de abertura 10 presenta sustancialmente la misma altura que el segmento de pared 9. La dimensión H muestra que el término altura debe interpretarse como que los objetos en cuestión se extienden en la dirección vertical en una torre 2 de turbina eólica completamente levantada.

En una forma de realización de la invención la abertura 7 de puerta puede estar provista de una puerta (no representada) conectada al segmento de abertura 10, por ejemplo, mediante bisagras magnéticas.

La figura 2 ilustra además una forma de realización circular de una parte de una torre 2 de turbina eólica, aunque en otra forma de realización los anillos y, de este modo, la torre 2 podrían ser cónicos, con un diámetro decreciente hacia arriba.

En una forma de realización de la presente invención, el segmento de pared 9 está realizado en una placa relativamente delgada que se lamina para obtener una forma circular de un diámetro determinado por el tamaño de la turbina 1 eólica en la que van a usarse la parte 6 de torre y de este modo la torre 2. Cuando se lamina, el segmento de pared 9 no constituye una parte 6 de torre de 360° completa, sino que tiene un orificio para alojar por lo menos un segmento de abertura 10.

El segmento de abertura 10 está realizado en una placa más gruesa que en la que está realizado el segmento de pared 9, y se lamina para obtener una forma circular con sustancialmente el mismo diámetro que el segmento de pared

ES 2 347 439 T3

9. Antes o después de laminar el segmento de abertura 10, se corta por lo menos una abertura 7 en dicho segmento 10, mediante un soplete u otro dispositivo de corte de metal.

5 Si se requiere más de una abertura 7 en una parte 6 de torre, podría soldarse más de un segmento de abertura 10 a por lo menos un segmento de pared 9, de modo que los tres o más segmentos en conjunto constituyan una parte 6 de torre completa. Por ejemplo, dos segmentos de abertura colocados horizontalmente uno al lado de otro tal como un segmento de puerta y un segmento de cable y ambos conectados al segmento de pared.

10 El segmento de abertura 10 podría estar provisto de más de una abertura 7. Este podría ser el caso, por ejemplo, si fuera necesario proporcionar a una parte 6 de torre tanto una puerta como una abertura para una ventilación, cable principal u otro (no representado).

15 Una torre 2 de turbina eólica también puede estar provista de más de una parte 6 de torre con abertura 7. Este podría ser el caso si, por ejemplo, una parte 6 de torre próxima a o en la parte inferior de la torre estuviera provista de, por ejemplo, una abertura 7 de puerta y otra parte 6 de torre en o próxima a la parte superior de la torre 2 estuviera provista de una o más aberturas 7, por ejemplo, para lámparas de advertencias para aviones (no se muestra).

20 En esta forma de realización de la invención la figura también ilustra que cuando el segmento de pared 9 y el segmento de abertura 10 están unidos, mediante algún tipo de medios de conexión tales como tornillos, pernos, remaches, encolado o preferentemente soldadura (no representado), constituyen en conjunto una parte 6 de torre sustancialmente redonda de 360° completa.

25 La figura 3 ilustra la parte 6 de torre que comprende un segmento de pared 9 y un segmento de abertura 10 con abertura 7 de puerta en una sección transversal vertical a través del centro de la abertura 7 de puerta.

30 En una forma de realización de la invención los cuatro bordes tanto en el lado cóncavo como en el convexo del segmento de abertura 10 están provistos de un afilado 11. En una forma de realización de la invención el afilado 11 de los bordes superior e inferior del segmento de abertura 10 da como resultado que el segmento de abertura 10 acabe siendo del mismo grosor que los anillos 22 de torre adyacentes por encima y por debajo. El afilado 11 en los bordes superior e inferior podría realizarse ventajosamente antes de laminar el segmento de abertura 10 para obtener la forma circular. En otra forma de realización de la invención el afilado 11 podría ser no lineal, por ejemplo, presentando la forma de una parte de una elipse y/o el borde entre el afilado 11 y el grosor de material completo del segmento de abertura 10 podría ser redondeado.

35 La figura 4 ilustra la parte 6 de torre que comprende un segmento de pared 9 y un segmento de abertura 10 con una abertura 7 de puerta y una puerta 8 en una sección transversal horizontal a través del centro de la abertura 7 de puerta.

40 En una forma de realización de la invención los cuatro bordes tanto en el lado cóncavo como en el convexo del segmento de abertura 10 están provistos de un afilado 11. En una forma de realización de la invención el afilado 11 en los bordes laterales del segmento de abertura 10 da como resultado que el segmento de abertura 10 acabe siendo del mismo grosor que el segmento de pared 6. Por la forma en que funciona una máquina de laminación tradicional conocida en la técnica, el afilado 11 en los bordes laterales del segmento de abertura 10 no se realizaría preferentemente hasta después de haber laminado el segmento de abertura 10 para obtener la forma circular.

45 El segmento de abertura 10 ilustrado es para alojar una puerta y por tanto el segmento de abertura 10 está provisto únicamente de una abertura 7. En esta forma de realización de la invención la anchura del segmento de abertura 10 es aproximadamente tres veces la anchura de la abertura 7, situándose la abertura de manera simétrica en el segmento de abertura 10. La dimensión W muestra que el término anchura debe interpretarse como la extensión periférica del segmento. Si la abertura 7 en el segmento de abertura 10 es una abertura 7 de puerta con una anchura de 0,7 metros y la parte 6 de torre presenta un diámetro externo de, por ejemplo, 4 metros, el segmento de abertura 10 presentaría una anchura de aproximadamente 2,1 metros, que en este caso constituye aproximadamente 60° de la parte de torre de 360° completa.

55 En esta forma de realización de la invención la figura 4 también ilustra que el diámetro primitivo del segmento de pared 9 y el segmento de abertura 10 es coincidente. La dimensión P muestra estos diámetros primitivos coincidentes. En otra forma de realización de la invención el segmento de abertura podría realizarse con un diámetro primitivo menor que el diámetro primitivo de los segmentos de pared.

60 La anchura del segmento de abertura 10 está determinada por el tamaño y la cantidad de aberturas 7 en el segmento de abertura 10. En una forma de realización de la invención, si un segmento de abertura 10 debe estar provisto de una abertura 7, la anchura del segmento de abertura 10 sería aproximadamente tres veces la anchura de la abertura 7, porque en horizontal la abertura 7 se situaría sustancialmente en el centro del segmento de abertura 10 con una parte del segmento de abertura 10 de aproximadamente la misma anchura que la abertura 7 en ambos lados de la abertura. Si el segmento de abertura 10 está provisto de más de una abertura 7 la anchura del segmento de abertura 10 se determinaría por los tamaños de estas aberturas 7 y su colocación en el segmento de abertura 10.

La figura 4 ilustra además una puerta 8 que cubre la abertura 7. En esta forma de realización de la invención la puerta 8 está conectada a la parte 6 de torre mediante una o más bisagras. Las bisagras podrían unirse a la parte de

ES 2 347 439 T3

torre mediante, por ejemplo, tornillos, pernos, remaches, soldadura u otros, pero más preferentemente las bisagras se conectan de una manera no destructiva que no debilita la parte 6 de torre. Una unión de manera no destructiva podría ser mediante imanes, medios adhesivos tales como cola o una combinación de ambos.

5 La figura 5 ilustra una forma de realización de una parte 6 de torre que comprende dos segmentos de pared 9 y dos segmentos de abertura 10. Si una abertura 7 es de un tamaño mayor que un anillo 22 de torre, la abertura 7 podría realizarse, por ejemplo, soldando dos anillos 22 de torre entre sí, comprendiendo cada uno un segmento de abertura 10 provisto de un corte que constituye una parte de la abertura 7 total.

10 La figura 6 ilustra una forma de realización de una parte 6 de torre que comprende dos segmentos de pared 9 y un segmento de abertura 10. Si una abertura 7 es de un tamaño mayor que un anillo 22 de torre, la abertura 7 podría realizarse, por ejemplo, soldando dos segmentos de pared 9 sobre un segmento de abertura 10 con la misma altura que los dos segmentos de pared 9.

15 La figura 7 ilustra una forma de realización de una parte 6 de torre cónica, en la que los lados del segmento de abertura 10 son lineales pero no paralelos. En otra forma de realización de la invención las esquinas del segmento de abertura 10 podrían ser redondeadas, o los lados podrían seguir la forma de la abertura 7, haciendo en este caso que los lados presenten la forma de una parte de una elipse. El segmento de pared 9 presentaría una forma correspondiente a la forma dada del segmento de abertura 10.

20 La figura 8 ilustra en perspectiva un procedimiento de fabricación de una parte de torre de turbina eólica en el que un carro con un segmento de abertura se mueve a una posición próxima a una unidad de fijación con un segmento de pared. La figura ilustra además un laminador 13 con el segmento de pared 9 listo montado.

25 En esta forma de realización de la invención el laminador 13 funciona como unidad de fijación 12. Un segmento de abertura 10 se monta y fija en un carro 14 mediante medios de sujeción 15 en la abertura 7 de puerta. En esta forma de realización de la invención el carro 14 está provisto de ruedas 16 para hacer que el carro pueda moverse o bien empujando o bien tirando del carro 14 o proporcionando al carro 14 unos medios de accionamiento tales como un motor eléctrico (no representado) u otro tipo de motor.

30 La figura 9 ilustra el carro 14 con el segmento de abertura 10 fijado en una posición inclinada. En esta forma de realización de la invención una parte del carro 14 sobre la que se monta el segmento de abertura 10 se inclina, por ejemplo, mediante un sistema hidráulico, neumático o un motor eléctrico u otro tipo de motor (no representado).

35 La figura 10 ilustra el carro 14 con el segmento de abertura 10 en una posición inclinada puesto en una posición en la que es posible unir el segmento de pared 9 y el segmento de abertura 10 preferentemente mediante soldadura.

40 La figura 11 ilustra un segmento de pared 9 aún montado en la unidad de fijación 12 unido con el segmento de abertura 10, de modo que en conjunto en esta forma de realización de la invención constituyen una parte 6 de torre de 360° completa.

La figura 12 ilustra en perspectiva otro procedimiento de fabricación de una parte de torre de turbina eólica en el que un segmento de abertura 10 está colocado en una unidad de fijación 17.

45 Las placas 19 de fijación, sobre las que se coloca el segmento de abertura 10, están provistas de un borde 20 de forma arqueada en la parte superior, que corresponde al diámetro externo de una parte 6 de torre específica.

La figura 13 ilustra una etapa de procedimiento adicional que incluye el descenso de un segmento de pared a la unidad de fijación con un segmento de abertura y la conexión de los segmentos.

50 El segmento de pared 9 se baja mediante algún tipo de medio de elevación 21, a la posición de unión sobre la unidad de fijación 17, en la que ya se ha colocado el segmento de abertura 10. Cuando están unidos, los segmentos constituyen una parte 6 de torre de 360° completa, que puede elevarse de la unidad de fijación 17 como una sola pieza.

55 Listado

1. Turbina eólica
- 60 2. Torre
3. Góndola
4. Rotor
- 65 5. Palas

ES 2 347 439 T3

	6.	Parte de torre
	7.	Abertura
5	8.	Puerta
	9.	Segmento de pared
	10.	Segmento de abertura
10	11.	Afilado
	12.	Unidad de fijación
15	13.	Laminador
	14.	Carro
	15.	Medios de sujeción
20	16.	Ruedas
	17.	Unidad de fijación
25	18.	Cimentación
	19.	Placas de fijación
	20.	Borde de forma arqueada
30	21.	Medios de elevación
	22.	Anillo de torre
35	23.	Bisagra
40		
45		
50		
55		
60		
65		

REIVINDICACIONES

1. Parte de torre (6) para una turbina eólica (1) que comprende

por lo menos un segmento de pared (9) y

por lo menos un segmento de abertura (10) que incluye por lo menos una abertura (7)

estando conectados dicho segmento de pared (9) y dicho segmento de abertura (10) por medios de conexión,

siendo dicho segmento de abertura (10) de un grosor sustancialmente uniforme y siendo más grueso que el grosor de dicho segmento de pared (9), en la que dicho por lo menos un segmento de pared (9) está formado como inferior a un anillo de 360° completo, **caracterizada** porque dicho por lo menos un segmento de pared (9) y por lo menos un segmento de abertura (10) forman segmentos de un anillo y cuando se conectan por dichos medios de conexión constituyen un anillo de 360° completo.

2. Parte de torre (6) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho segmento de abertura (10) y dicho segmento de pared (9) están realizados en acero.

3. Parte de torre (6) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque dicho segmento de pared (9) y dicho segmento de abertura (10) se conectan mediante soldadura.

4. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha parte de torre (6) es sustancialmente redonda.

5. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de abertura (10) presenta cuatro lados.

6. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de abertura (10) constituye entre 5° y 180°, preferentemente 30° y 100° y todavía más preferentemente 40° y 80° de la parte de torre (6) de 360° completa.

7. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho por lo menos un segmento de abertura (10) presenta una anchura que es entre 10% y 500%, preferentemente 50% y 300% y todavía más preferentemente 100% y 200% más ancha que la anchura total de dicha por lo menos una abertura (7) vista en una sección transversal horizontal del segmento de abertura (10) en la que dicha por lo menos una abertura (7) presenta su máxima anchura.

8. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de pared (9) presenta un diámetro externo de entre 1 metro y 10 metros, preferentemente 2 metros y 6 metros y todavía más preferentemente 3 metros y 5 metros.

9. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque por lo menos dos bordes en dicho segmento de abertura (10) están afilados (11).

10. Parte de torre (6) según la reivindicación 9, **caracterizada** porque por lo menos dos bordes opuestos tanto en el lado cóncavo como en el convexo de dicho segmento de abertura (10) están afilados (11), por ejemplo, sustancialmente hasta un grosor de dicho segmento de pared (9).

11. Parte de torre (6) según la reivindicación 10, **caracterizada** porque los cuatro bordes tanto en el lado cóncavo como en el convexo de dicho segmento de abertura (10) están afilados (11).

12. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el diámetro primitivo de dicho segmento de abertura (10) es sustancialmente igual que el diámetro primitivo de dicho segmento de pared (9).

13. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque el diámetro primitivo de dicho segmento de abertura (10) es menor que el diámetro primitivo de dicho segmento de pared (9).

14. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de pared (9) presenta un grosor de entre 5 milímetros y 120 milímetros, preferentemente 15 milímetros y 90 milímetros y todavía más preferentemente 20 milímetros y 70 milímetros.

15. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de abertura (10) es entre 10% y 500%, preferentemente 50% y 250% y todavía más preferentemente 80% y 180% más grueso que el grosor de dicho segmento de pared (9).

ES 2 347 439 T3

16. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la altura de dicho segmento de pared (9) está entre 1 metro y 10 metros, preferentemente 1,5 metros y 5 metros y todavía más preferentemente 2 metros y 4 metros.
- 5 17. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho segmento de abertura (10) presenta sustancialmente la misma altura que dicho segmento de pared (9).
18. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha por lo menos una abertura (7) en dicho por lo menos un segmento de abertura (10) se realiza mediante corte con soplete.
- 10 19. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha por lo menos una abertura (7) en dicho por lo menos un segmento de abertura (10) es una abertura de puerta (7).
20. Parte de torre (6) según la reivindicación 19, **caracterizada** porque dicha abertura de puerta (7) presenta una forma sustancialmente ovalada con lados paralelos verticales y extremos redondos en la dirección longitudinal.
- 15 21. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se proporciona a dicho segmento de abertura (10) y/o a dicho segmento de pared (9) una forma sustancialmente circular mediante laminación.
- 20 22. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha parte de torre (6) es un anillo (22) de torre.
23. Parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema de cubierta de abertura para cubrir dicha por lo menos una abertura (7) en dicha parte de torre (6), comprendiendo dicho sistema una o más placas de cubierta y uno o más medios de unión para unir dicho sistema a dicha parte de torre (6), en la que dichos medios de unión no afectan al límite de fatiga de dicha parte de torre (6) al ser medios magnéticos y/o medios adhesivos.
- 25 24. Parte de torre (6) según la reivindicación 23, en la que dicho sistema de cubierta de abertura es una puerta (8) con bisagras (23) unidas a dicha parte de torre (6) mediante magnetismo.
- 30 25. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, que comprende por lo menos un segmento de abertura (10) y por lo menos un segmento de pared (9), comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes,
- 35 establecer dicho por lo menos un segmento de pared (9) como inferior a un anillo de 360° completo,
- establecer una abertura (7) en dicho segmento de abertura (10),
- 40 fijar uno de dichos segmentos (9, 10) en una unidad de fijación (12, 17),
- mover el otro segmento (9, 10) a una posición en la proximidad del segmento (9, 10) en dicha unidad de fijación (12, 17) y
- 45 conectar los segmentos (9, 10) por medios de conexión.
26. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según la reivindicación 25, en el que dicho procedimiento comprende la conexión de por lo menos un segmento de pared (9) de un grosor dado y por lo menos un segmento de abertura (10) de un grosor sustancialmente uniforme y que es más grueso que el grosor de dicho segmento de pared (9).
- 50 27. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según la reivindicación 25 ó 26, en el que dicho por lo menos un segmento de abertura (10) y dicho por lo menos un segmento de pared (9) se realizan mediante laminación.
- 55 28. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 27, en el que por lo menos dos bordes en dicho segmento de abertura (10) están afilados (11).
- 60 29. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según la reivindicación 28, en el que por lo menos dos bordes opuestos en el lado cóncavo y el convexo de dicho segmento de abertura (10) están afilados (11), por ejemplo, sustancialmente hasta un grosor de dicho segmento de pared (9).
30. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 29, en el que la conexión entre dicho por lo menos un segmento de abertura (10) y dicho por lo menos un segmento de pared (9) comprende soldadura.
- 65

ES 2 347 439 T3

31. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 30, en el que dicha unidad de fijación (12, 17) es un laminador (13) o parte del mismo.

5 32. Procedimiento para fabricar una parte de torre (6) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 31, en el que la fabricación tiene lugar en una planta de fabricación de una planta de turbinas eólicas.

33. Utilización de una parte de torre (6) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 para establecer una o más aberturas (7) en una turbina eólica (1) tales como aberturas de puerta, orificios de cable, aberturas para ventilación o
luces de advertencia.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

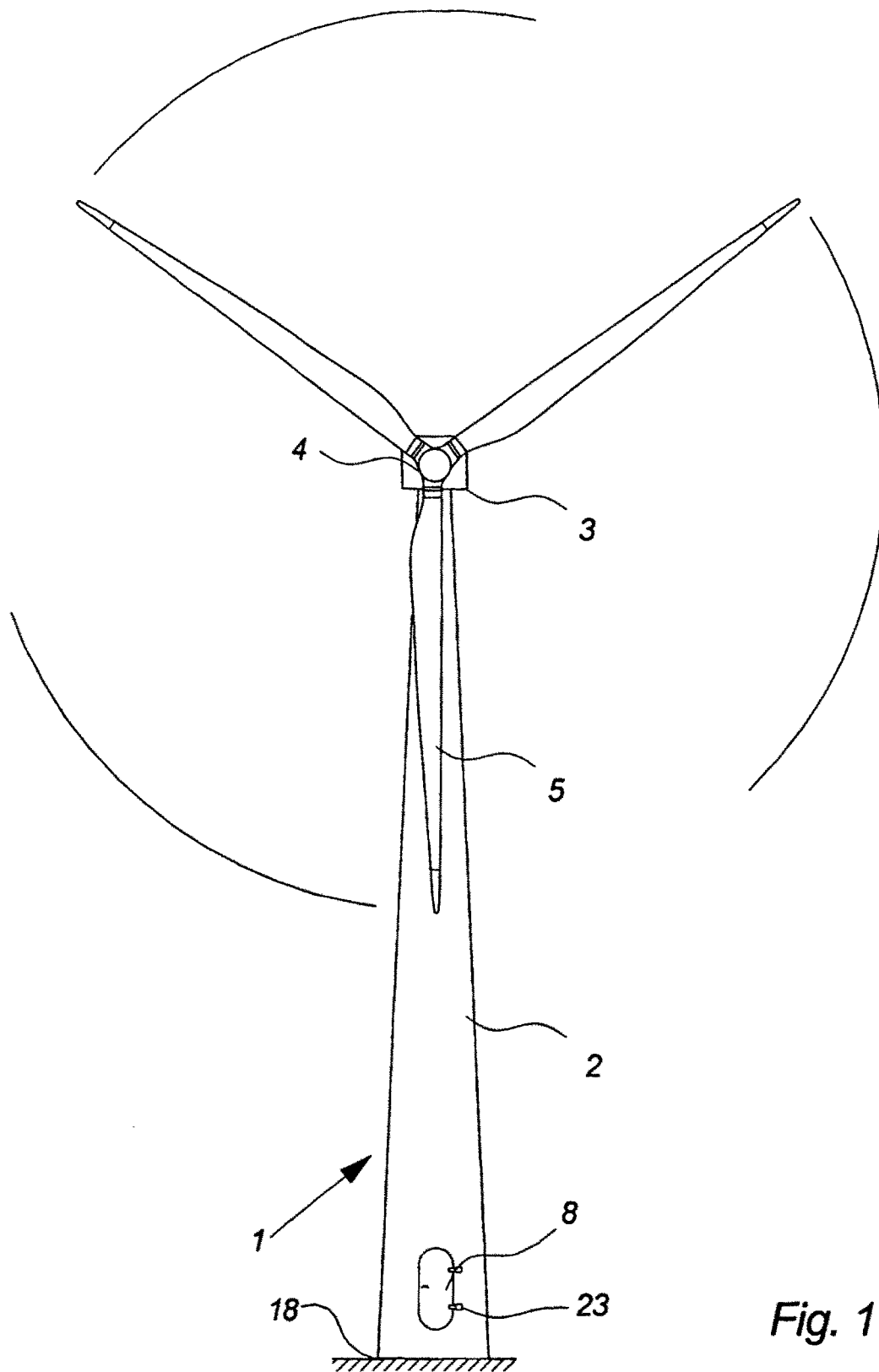


Fig. 1

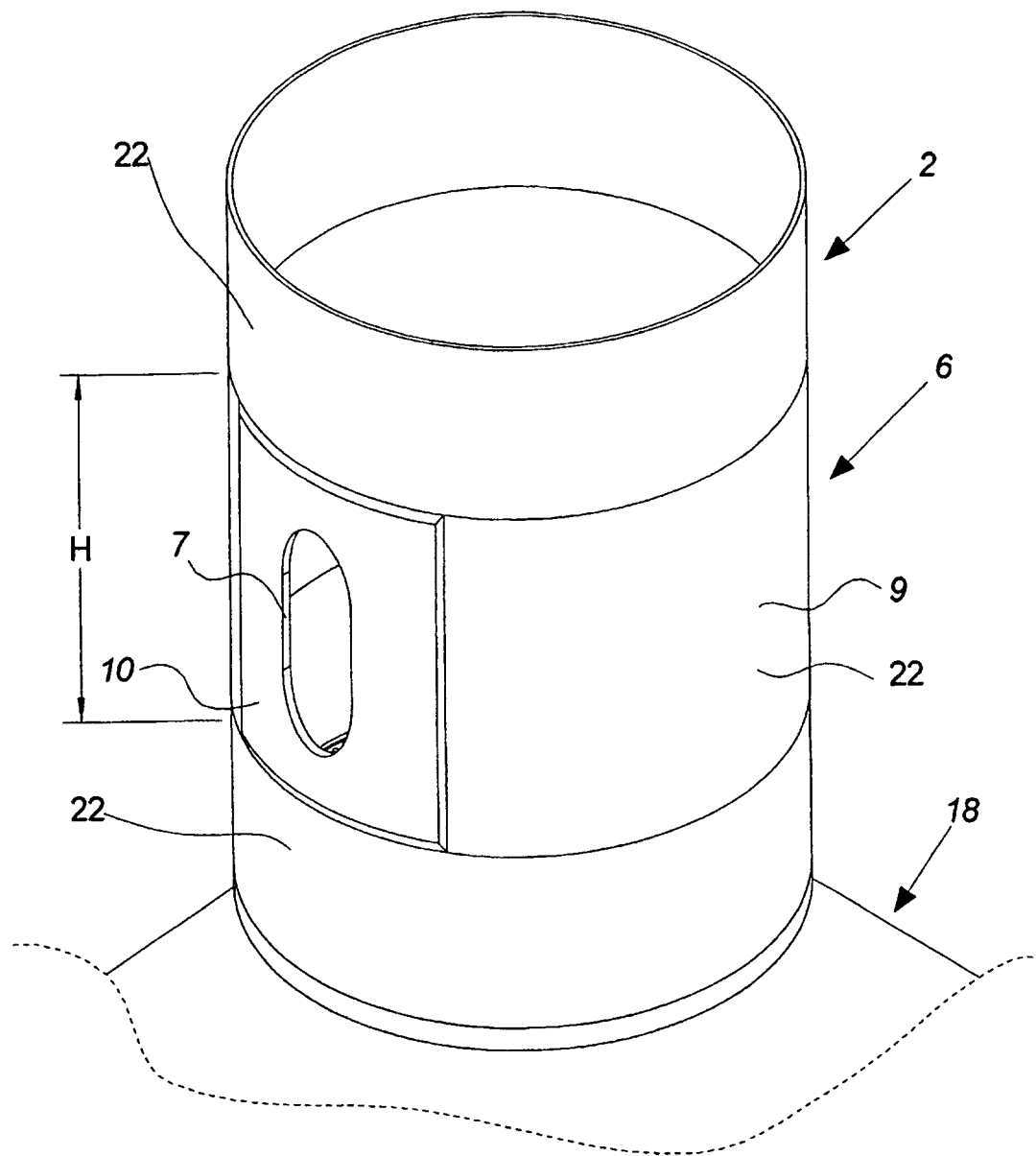


Fig. 2

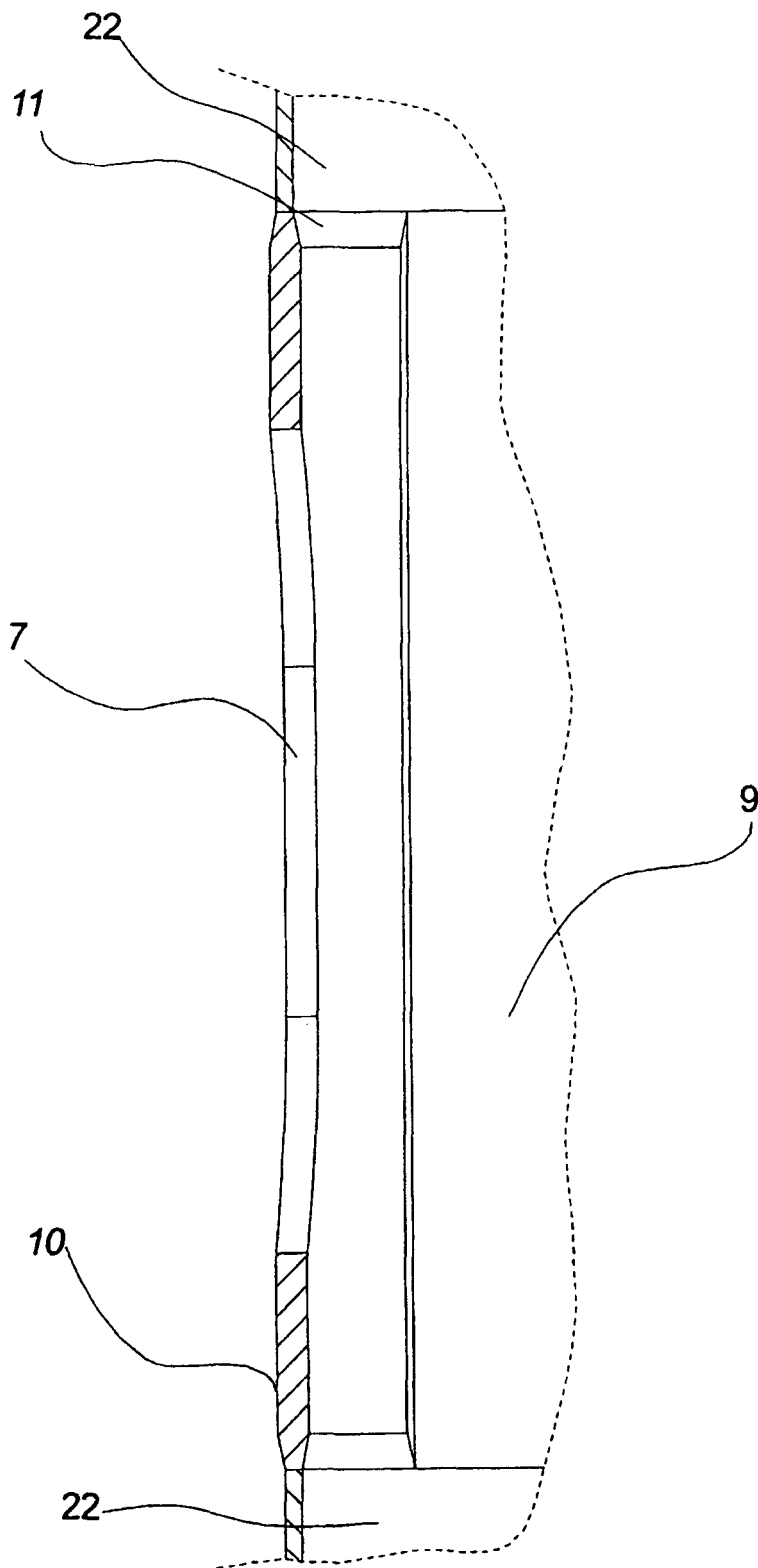


Fig. 3

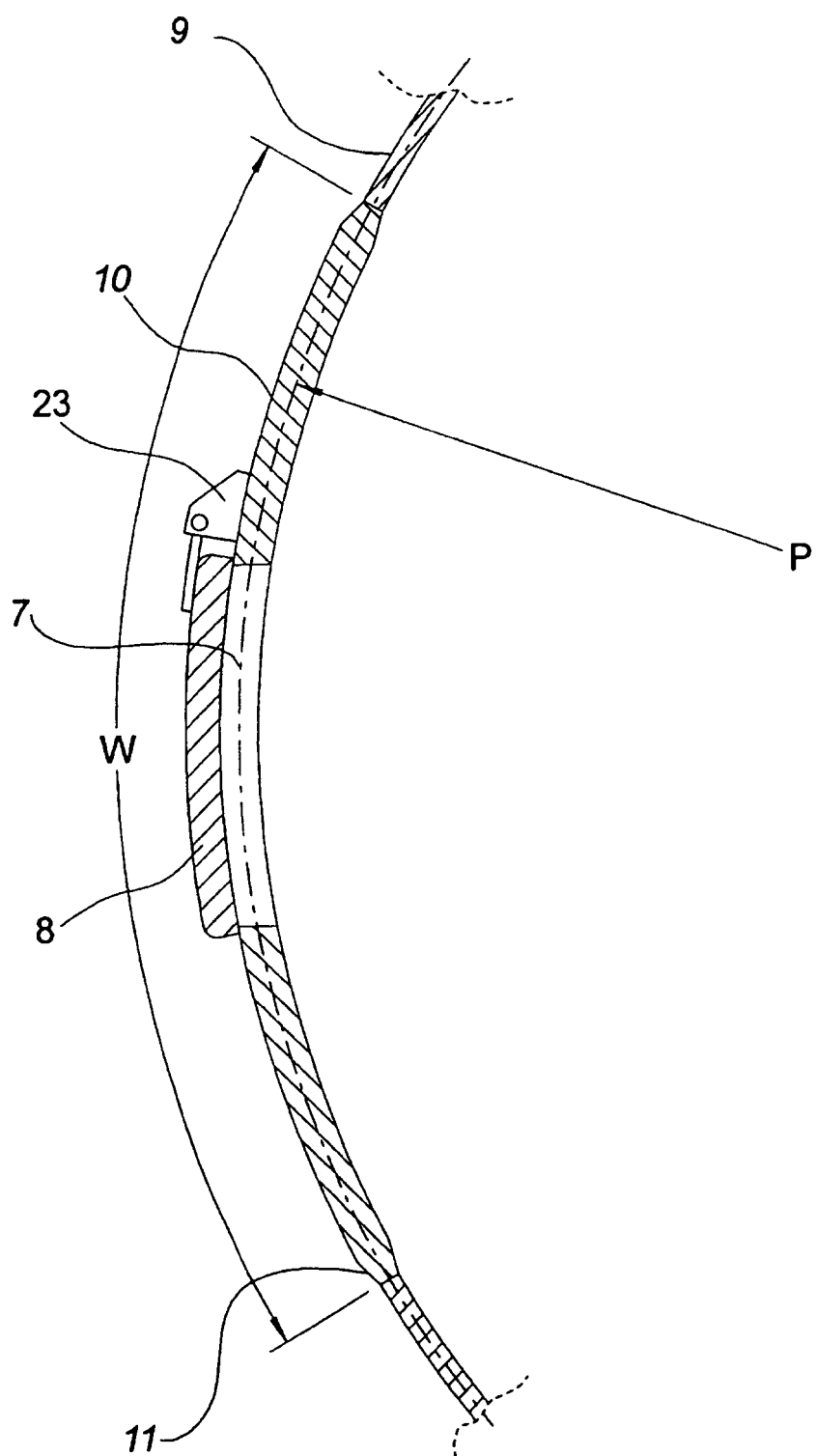


Fig. 4

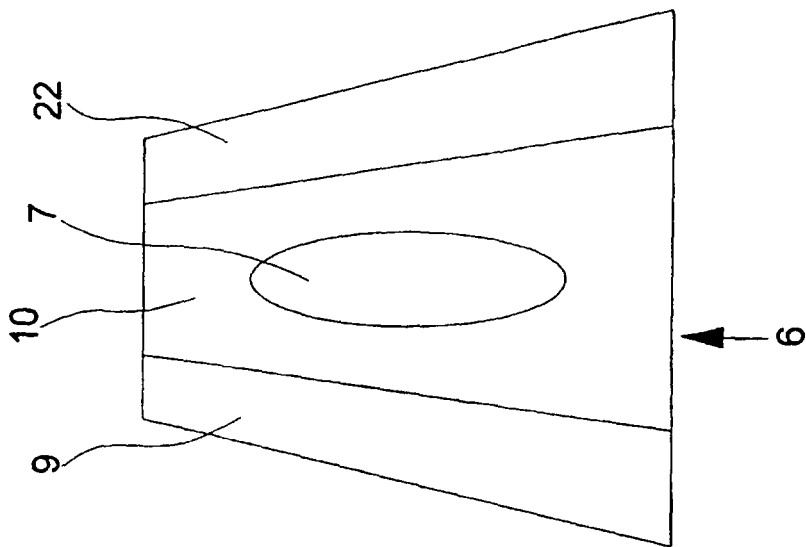


Fig. 5

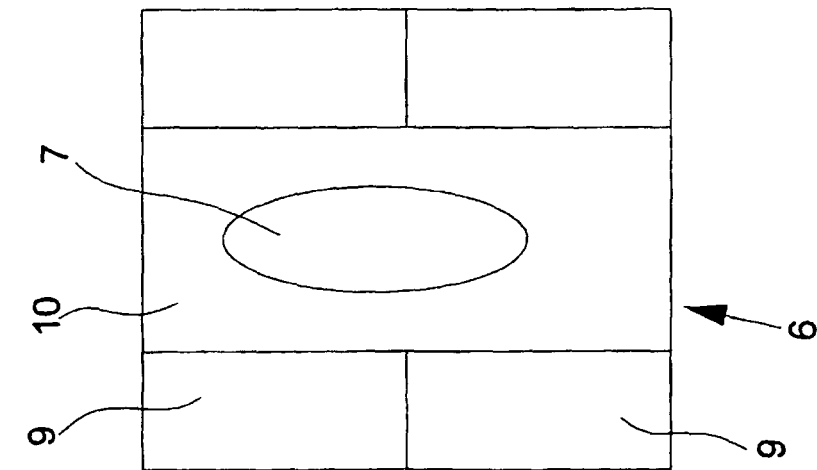


Fig. 6

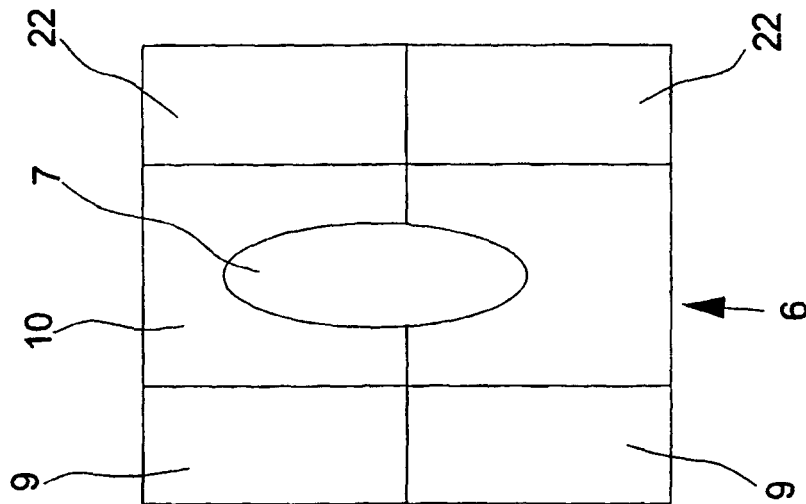


Fig. 7

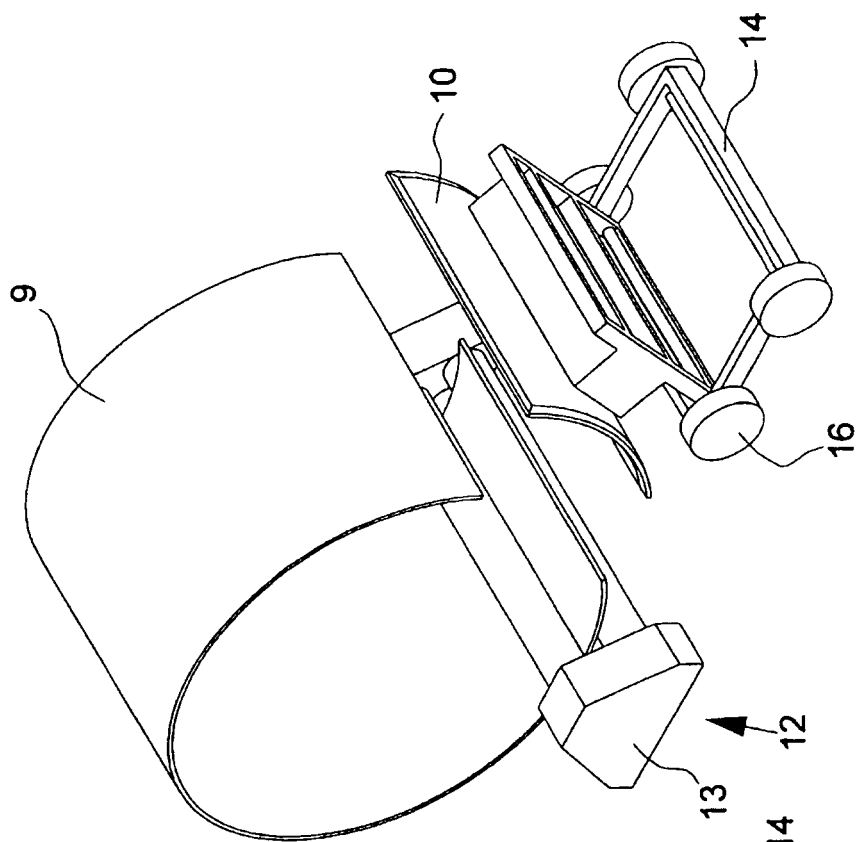


Fig. 9

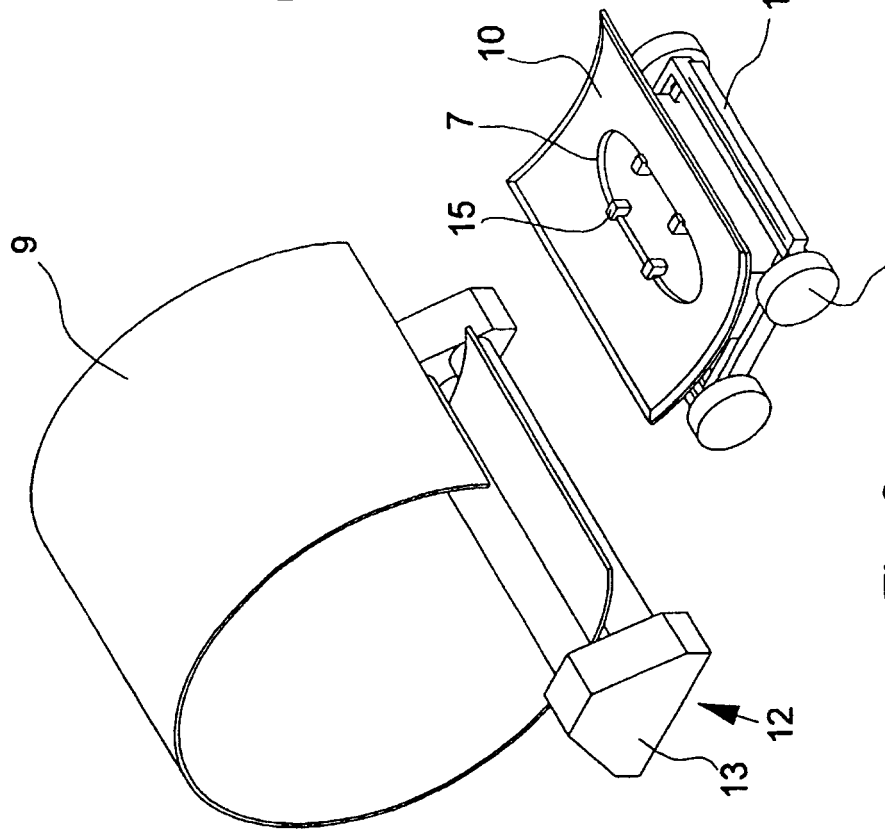


Fig. 8

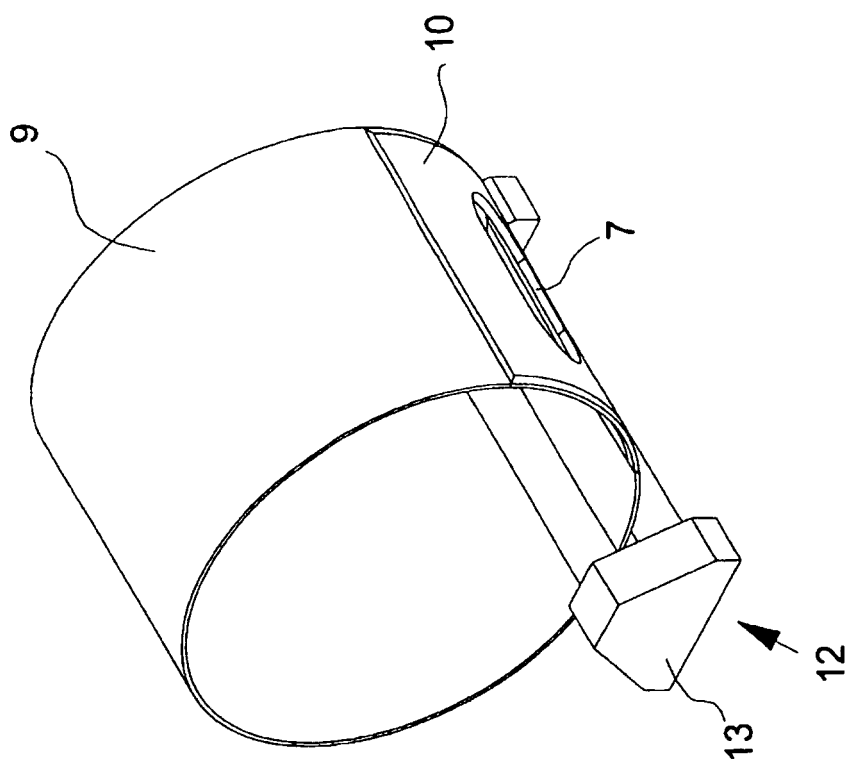


Fig. 11

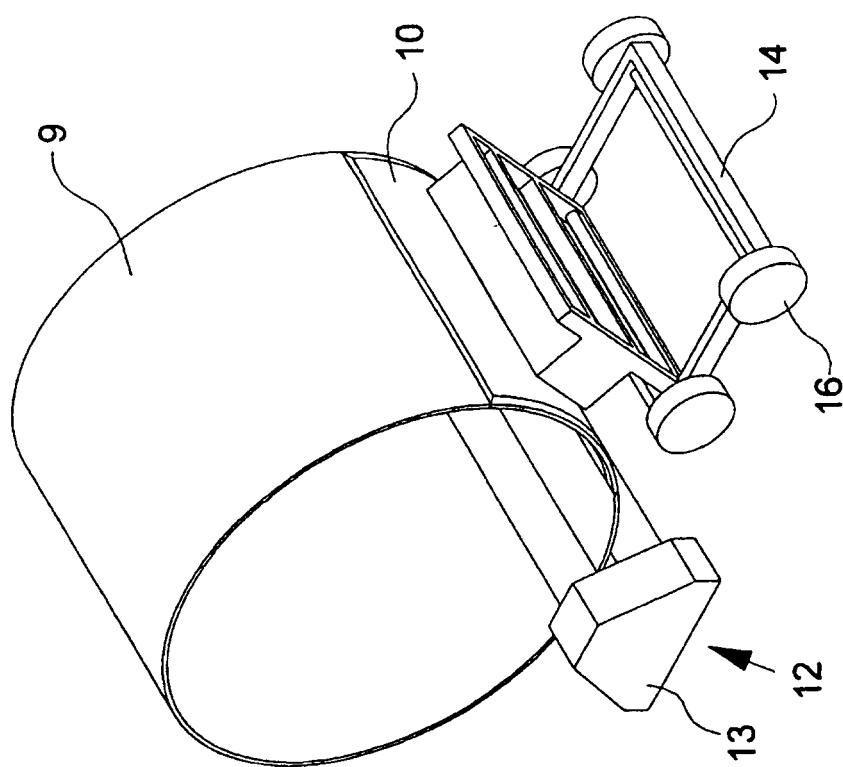


Fig. 10

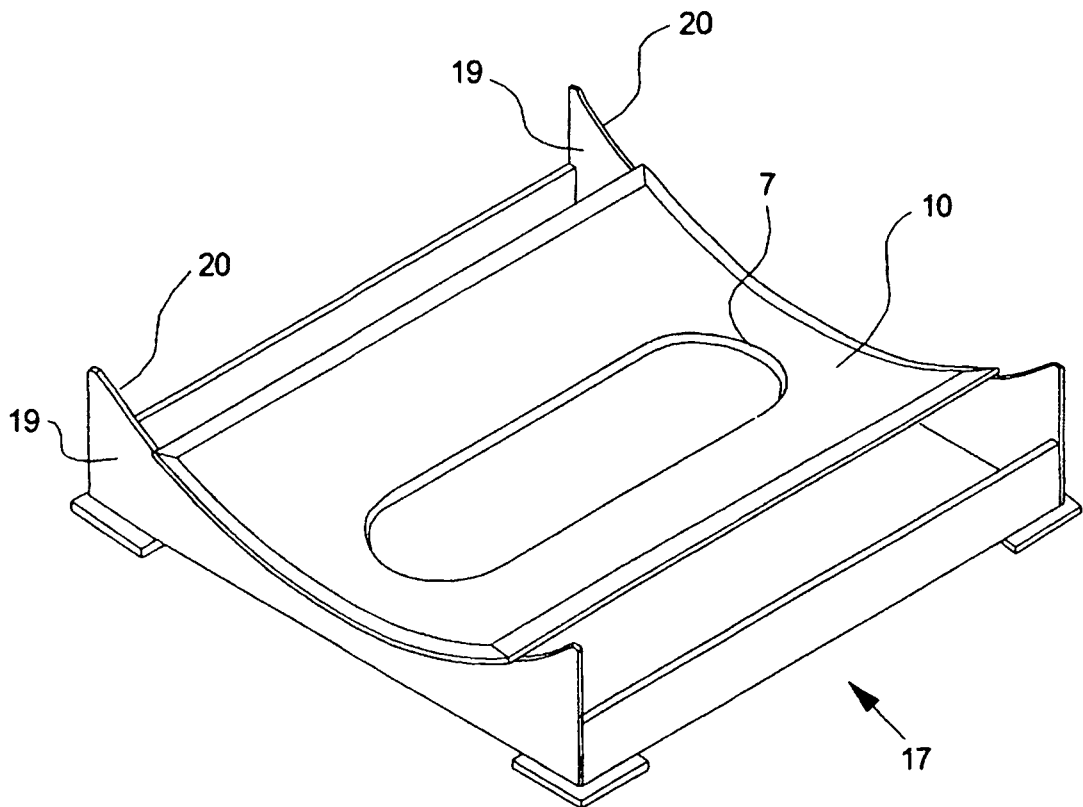


Fig. 12

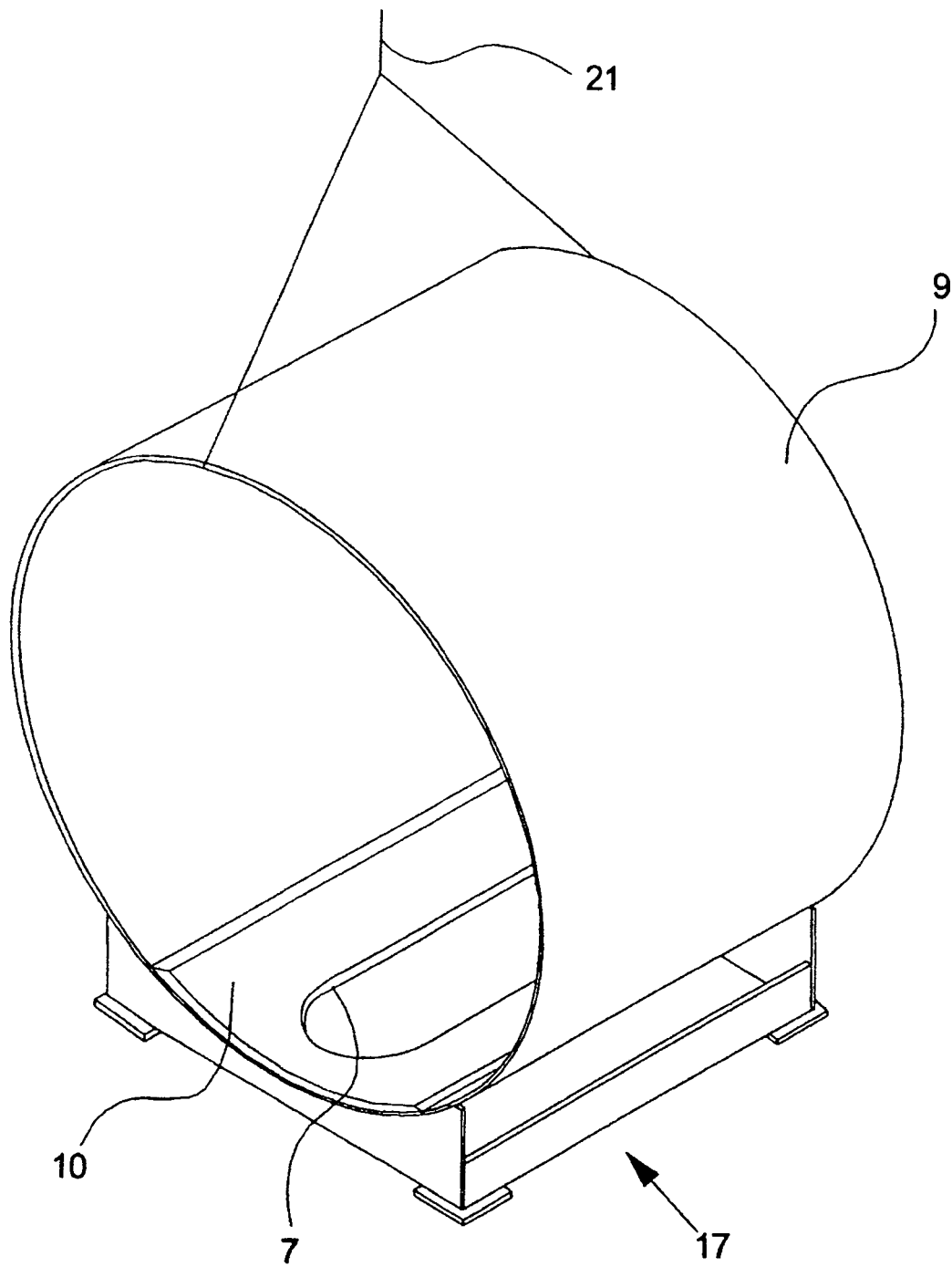


Fig. 13