



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 756**

51 Int. Cl.:

B63B 9/06 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B63B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07388086 .6**

96 Fecha de presentación : **27.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2065299**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2009**

54 Título: **Transporte marítimo de palas de turbinas eólicas.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.05.2011

73 Titular/es: **LM GLASFIBER A/S**
Rolles Moellevéj 1
6640 Lunderskov, DK

72 Inventor/es: **Grabau, Peter**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Transporte marítimo de palas de turbinas eólicas.

Campo de la Invención

- 5 La presente invención se refiere al transporte de palas para turbinas eólicas, y más en particular, se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación independiente 1, y a una pala de turbina eólica relacionada con el mismo, de acuerdo con la reivindicación independiente 10.

10 El transporte de palas para turbinas eólicas se ha vuelto más difícil debido, entre otros, al continuo incremento de la longitud de la pala, y por lo tanto, también a un peso incrementado. El transporte por las carreteras por lo tanto está caracterizado por vehículos muy largos, por lo general acompañados por coches de servicio y, a menudo organizado para conducir de noche con el fin de no perturbar el tráfico diario. Sin embargo, las dimensiones de la carretera (anchura de la carretera, espacio en los túneles y puentes, etc.), no son compatible con las dimensiones cada vez mayores de las palas de las turbinas eólicas. Como consecuencia, algunas palas se fabrican en varias partes que se pueden montar posteriormente. Esta es una solución económicamente costosa y tecnológicamente indeseable. Esto último es debido a la coincidencia de cargas elevadas en los puntos de montaje de tales palas.

15 Debido al reparto geográfico muy extendido de las turbinas eólicas, a menudo hay grandes distancias entre el lugar de fabricación y la localización en la que las turbinas eólicas están instaladas. El transporte por vía marítima de las palas de turbinas eólicas constituye un medio de transporte ampliamente utilizado para llevar las palas terminadas a su destino final o a realizar una parte del recorrido. Este transporte marítimo está, sin embargo, afectado por una serie de problemas y altos costos asociados. Los problemas surgen como una combinación de los virajes que las embarcaciones hacen en el mar y las características geométricas de las palas. Por lo tanto, las palas pueden tener una longitud de hasta 60 metros o ser incluso más largas, y típicamente son ligeramente curvadas y torsionadas a lo largo de un eje longitudinal. Con una envergadura de longitud de este tipo, los virajes de la nave puede dañar seriamente las palas, dando lugar a trabajos de reparación costosos. Con el fin de compensar los virajes de los embarcaciones y reducir los daños a las palas, se utilizan accesorios especiales. Estos accesorios son personalizados y por lo tanto son únicos para cada tipo de pala, por lo cual cada nuevo tipo de pala requiere accesorios nuevos y diferentes. Además, la curvatura de las palas hace que las mismas sean difíciles de apilar de una manera eficiente en costos. Típicamente, los accesorios están soldados a la cubierta del barco, y diseñados de tal manera que permiten un apilamiento de las palas en tres o cuatro capas. Debido a la personalización de los accesorios y los procedimientos elaborados que se sufre con ellos, el transporte por vía marítima de las palas de turbinas eólicas está asociado a costos elevados.

Sin embargo, en un mercado mundial creciente de las turbinas eólicas instaladas tanto en tierra como costa afuera, hay una gran demanda para el transporte de palas de turbinas eólicas.

Sumario de la invención

- 35 La presente invención propone métodos para el transporte de palas de turbinas eólicas. Además, la invención elimina o al menos disminuye los problemas que se han mencionado con anterioridad, proporcionando una manera de transporte de palas de turbinas eólicas de bajo costo, simple, y altamente eficiente.

40 De acuerdo con un aspecto, la presente invención se refiere a un método para el transporte de una pala de una turbina eólica, que comprende las etapas de bajar la citada pala de turbina eólica al agua, en la que flota, y transportar la citada pala en el agua. El método propuesto resulta ventajoso al proporcionar una manera simple, barata y rápida de transportar las palas de turbina eólica, puesto que las palas son simplemente bajadas al agua sin otras disposiciones en el caso más simple. Las palas pueden ser transportadas solas o en grupos. Además, el transporte de las palas puede constituir sólo una parte del recorrido desde el lugar de fabricación al lugar de la instalación, con lo que las palas de turbina eólica en las instalaciones en tierra así como en las de costa afuera pueden ser transportadas de esta manera. Las palas de las turbinas eólicas de costa afuera puede ser transportadas directamente a la localización de la instalación, incluso si esta se encuentra en áreas con un nivel de agua bajo. Al ser transportadas las palas directamente a cada turbina eólica de costa afuera, se pueden eliminar varios pasos en el proceso de montaje de estas turbinas eólicas. Por ejemplo, la grúa que eleva las palas cuando se montan las mismas se puede colocar en las inmediaciones de la torre y góndola erigidas. Cada vez que una pala se ha montado, la pala siguiente simplemente se puede mover al rango de elevación de la grúa. Por lo tanto, la grúa no tiene que moverse hacia delante y atrás entre la embarcación que transporta las palas y la localización de la turbina eólica de costa afuera.

55 Las palas de una turbina eólica de costa afuera también se pueden montar por medio del uso de un dispositivo elevador colocado en el cubo, conectado a la raíz de pala. Por medio de los cables, la pala es simplemente izada al cojinete del cubo y se fija al mismo. Por lo tanto no hay necesidad de grúas. Las turbinas eólicas de costa afuera más a menudo se colocan en profundidades de agua de 10 - 15m. Por lo tanto, durante este movimiento de elevación de una pala de costa afuera, la punta de la pala eventualmente chocará contra el fondo del mar. Con el fin de evitar este impacto potencialmente perjudicial, la parte más externa de la pala puede ser soportada por un bote de

goma u otros medios de soporte. En el caso de una turbina eólica terrestre, la pala puede ser levantada de forma similar y la punta de la pala soportada por un camión, remolque o cualquier otro medio.

- Otra ventaja es que no hay limitaciones en la longitud o peso de las palas de turbinas eólicas. Además, este tipo de transporte no afecta a los usuarios de la carretera y no requiere accesorios especiales y costosos, como ocurre con el actual transporte por vía marítima. Como continuación a esto, muchos de los procedimientos de trabajo elaborados también pueden ser eliminados. La invención es más ventajosa al proporcionar un transporte en el que la pala es libre de doblarse y deformarse sin riesgo de daños. Por la gama de ventajas que se han mencionado con anterioridad, es evidente que este método para transportar las palas de turbinas eólicas en el agua es barato y por lo tanto, es una alternativa de bajo costo en comparación con las posibilidades conocidas en el estado de la técnica.
- 5 En una realización, el citado método comprende obturar al menos una abertura en la citada pala de turbina eólica, tal como una abertura en el extremo de raíz de la turbina eólica u orificios de drenaje a lo largo de la pala de la turbina eólica, de una manera estanca al agua, de manera que la citada pala de turbina eólica pueda ser transportada flotando en el agua y en el que la citada al menos una abertura puede ser al menos parcialmente restaurada después del transporte.
- 10 En una realización, el citado método comprende remolcar al menos una pala de turbina eólica con una embarcación, tal como un remolcador. Esto es ventajoso puesto que una o una pluralidad de palas pueden ser transportadas a largas distancias.
- En una realización, el citado método comprende transportar una pluralidad de palas de turbinas eólicas en el agua en una única fila detrás de una embarcación. Esta forma de transporte particular es ventajosa en aguas estrechas o poco profundas, tales como en ríos y canales.
- 20 En una realización adicional, el citado método comprende transportar una pluralidad de palas de turbinas eólicas en el agua, lado por lado, detrás de una embarcación.
- En una realización, el citado método consiste en fijar al menos una unidad de estabilización a la citada pala. Esto es ventajoso cuando las palas son transportadas, por ejemplo, a través de aguas turbulentas.
- 25 En una realización, el citado método comprende fijar al menos un medio de propulsión a la citada pala de turbina eólica. De esta manera se obtiene un transporte muy flexible de la pala, que proporciona una gran maniobrabilidad.
- En una realización, el citado método comprende fijar al menos un medio de remolque a la citada pala de turbina eólica.
- 30 En una realización, el citado método comprende fijar al menos una unidad de protección, tal como una defensa, a la citada pala de turbina eólica. Esto es particularmente ventajoso, ya que evita los daños causados por las palas golpeándose entre sí, por otras embarcaciones, por el material flotante, etc.
- En una realización adicional, la presente invención se refiere a una pala de turbina eólica para una turbina eólica, que comprende al menos una abertura, tal como una abertura en el extremo de raíz de la pala de turbina eólica u orificios de drenaje a lo largo de la pala de turbina eólica, y la citada pala de turbina eólica comprende al menos un medio de sellado estanco al agua para obturar la citada al menos una abertura de forma estanca al agua, de manera que la citada pala de turbina eólica pueden ser transportada flotando en el agua. De esta manera, se consigue que el interior de la pala, que contiene posiblemente equipos sensibles, esté protegido.
- 35 En una realización, la citada pala de turbina eólica comprende al menos una quilla que está fijada de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica. Esto es ventajoso, puesto que estabiliza la pala en el agua.
- 40 En una realización, la citada pala de turbina eólica comprende al menos una unidad de estabilización que está fijada de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica. Esto también es ventajoso, puesto que estabiliza la pala en el agua.
- En todavía una realización adicional, la citada pala de turbina eólica comprende al menos un medio de propulsión desmontable. De esta manera, se consigue un transporte de la pala muy flexible, proporcionando una gran maniobrabilidad.
- 45 En una realización, la citada pala de turbina eólica comprende al menos un timón que está fijado de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica, de manera que la citada pala de turbina eólica pueda navegar. Esto también sirve para mejorar la maniobrabilidad de las palas.
- 50 En una realización, la citada pala de turbina eólica comprende al menos un accesorio que está fijado de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica para la conexión de al menos otra pala de turbina eólica a la citada pala de turbina eólica, de tal manera que las palas de turbina eólica conectadas puedan ser transportadas conjuntamente en el agua. Esto es ventajoso puesto que una pluralidad de palas puede ser transportada a grandes distancias.

Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue, realizaciones preferidas de la invención serán descritas haciendo referencia a las figuras, en las que

La figura 1 ilustra una pala de turbina eólica flotando en el agua.

5 La figura 2 ilustra un remolcador que está remolcando un número de palas de turbina eólica flotantes, dispuestas en forma de fila única.

La figura 3 ilustra un remolcador remolcando un número de palas de turbina eólica flotantes dispuestas lado a lado.

La figura 4 ilustra la torre y la góndola de una turbina eólica de costa afuera con una pala de turbina eólica flotante a su lado.

10 La figura 5 ilustra una pala de turbina eólica adaptada para ser transportada en el agua, en la que un módulo de propulsión se ha fijado a la raíz, y la hélice lateral y el timón están sujetos a la punta de la pala.

La figura 6 ilustra una pala de turbina eólica con aberturas en el extremo de raíz, orificios de drenaje y conductor de descargas eléctricas.

La figura 7 ilustra una pala de turbina eólica flotante montada con una unidad de estabilización.

15 La figura 8 ilustra una pala de turbina eólica adaptada para ser transportada en el agua, en la que se ha montado una quilla.

La figura 9 ilustra una pala de turbina eólica dispuesta en el interior de una bolsa sellada flotando en el agua.

Descripción de realizaciones

20 La figura 1 ilustra una pala de turbina eólica 100 que está flotando en el agua. En la mayor parte de las ocasiones, las palas modernas tienen un interior hueco, lo que significa que pueden flotar. Por lo tanto, las palas modernas están fabricadas de vidrio y / o fibras de carbono y diferentes materiales de núcleo, tales como madera de balsa, materiales espumados, en los cuales todos los materiales son resistentes al agua. La fuerza de flotabilidad neta hacia arriba sobre la pala de turbina eólica es igual a la magnitud del peso del fluido desplazado por la pala de turbina eólica. Esta fuerza permite que la pala de turbina eólica flote.

25 La figura 2 ilustra un remolcador 210 que está remolcando un número de palas de turbina eólica 100 flotantes dispuestas en forma de una única fila. En cada pala de turbina eólica 100 se montan uno o más accesorios 214 utilizados para conectar las palas de turbina eólica 100 junto con una conexión 216 de la pala. El accesorio 214 puede ser, por ejemplo, una correa o una abrazadera que está fijada a la pala 100 y puede comprender, por ejemplo, uno o más medios de sujeción (no mostrados), tales como anillos para asegurar la conexión 216 de la pala, calabrotes y cables de remolque 212, etc. El accesorio 214 también se puede fijar en miembros de sujeción permanentes (no mostrados) en la pala 100 o se puede fijar directamente en la pala 100 utilizando, por ejemplo, tornillos (no mostrados), en los que, después, los orificios de los tornillos se pueden cerrar. La conexión 216 de la pala conecta cada una de las palas de turbina eólica 100 entre sí en, por ejemplo, los accesorios 214 o en el raíz de pala (no mostrado). La conexión 216 de la pala puede ser, por ejemplo, un simple cable de remolque de calabrote, en cuyo caso los accesorios 214 pueden ser omitidos y reemplazarse ligando la conexión 216 de pala directamente a la pala 100. La conexión 214 de pala también puede ser rígida de manera que se mantenga una distancia constante entre cada una de las palas de turbina eólica 100 conectadas. La conexión 214 de pala puede tener la forma de una barra o de un arco, y puede estar fabricada de metal, de fibra de vidrio, de cable rígido, etc. Una distancia constante entre las palas de turbina eólica 100 es ventajosa con el fin de garantizar que las palas de turbina eólica 100 no se dañen entre sí durante el transporte. Además de una conexión rígida 214 de la pala asegura de que las palas de turbina eólica 100 no se pueden mover en una forma no pretendida. La pala de turbina eólica 100 más cercana al remolcador 210 está conectada al mismo por medio del cable de remolque 212. Esta conexión también puede ser rígida para garantizar una distancia de seguridad entre el remolcador 210 y la pala 100 de turbina eólica, y para obtener una maniobrabilidad suficiente en ambos remolcador 210 y palas de turbina eólica 100 conectadas. Las palas de turbina eólica 100 también pueden ser transportadas en el orden inverso, de manera que la punta de la pala se encuentre delante. Con independencia de cómo y con qué medios son transportadas las palas de turbina eólica 100, se explota la capacidad de las palas de flotar.

30 La figura 3 ilustra un remolcador 210 que está remolcando un número de palas de turbina eólica 100 flotantes dispuestos lado a lado. Cada pala de turbina eólica 100 está montada con un accesorio (no indicado) utilizado para conectar las palas de turbina eólica 100 juntas con una o más conexiones 320 de pala. Cada extremo de la conexión 320 de pala está conectado a los accesorios (no indicados) de las palas de turbina eólica 100 vecinas. De nuevo, la conexión 216 de pala, puede ser, por ejemplo, un cable de remolque simple de un calabrote, en cuyo caso los accesorios (no indicados) pueden ser omitidos y ser reemplazados por ligar la conexión 320 de pala directamente a la pala 100. Para evitar que las palas 100 dañen unas a las otras, unas defensas (no mostradas) se pueden disponer entre las palas 100. La conexión 320 de pala también puede ser rígida, de manera que se mantenga una distancia

constante entre cada una de las palas de turbina eólica 100 conectadas. De nuevo, la distancia constante entre las palas de turbina eólica 100 es ventajosa con el fin de garantizar que las palas de turbina eólica 100 no dañen unas a las otras durante el transporte. Además, la conexión 320 de pala asegura de que las palas de turbina eólica 100 no se pueden mover de manera no pretendida. Las palas de turbina eólica 100 están conectadas rigidamente al remolcador por medio del cable de remolque 212, fijado al asiento de la raíz (no indicado) de las palas de turbina eólica 100. Este cable de remolque 212 de manera similar puede ser rígido para garantizar una distancia de seguridad entre el remolcador 210 y la pala de turbina eólica 100, y para obtener una maniobrabilidad suficiente de ambos remolcador 210 y palas de turbina eólica 100 conectadas. Para mejorar la maniobrabilidad del remolcador 210 y de las palas de turbina eólica 100 conectadas, se podrían añadir cables de remolque adicionales 212 entre los dos. El cable de remolque 212 también puede ser flexible, tal como un cable de remolque ordinario o un calabrote, y puede ser ligado directamente a la pala 100. Las conexiones 320 de pala también se puede fijar a los miembros de sujeción permanentes (no mostrados) en la pala 100.

La figura 4 ilustra la torre 440 y la góndola 442 de una turbina eólica de costa afuera habiendo una pala de turbina eólica 100 flotante a su lado. La pala de turbina eólica 100 puede ser izada, por ejemplo, por los accesorios 214, de manera que la raíz de la pala se pueda fijar a uno de los rodamientos 446 de la pala de turbina eólica en la góndola 442 de la turbina eólica. Los accesorios 214 son similares a los descritos con anterioridad (véase la descripción de la figura 2). La pala de turbina eólica 100 puede ser izada, por ejemplo, por una grúa de costa afuera (no mostrada) situada en las proximidades de la turbina eólica o por un helicóptero. Puesto que las palas de turbina eólica están flotando en el agua y se puede mover fácilmente alrededor de la grúa de costa afuera, la misma puede mantener su posición durante la instalación completa de las palas de turbina eólica 100.

La figura 5 ilustra una pala de turbina eólica 100 adaptado para ser transportada en el agua, en la que un módulo de propulsión 550 ha sido fijado a la raíz de la pala de turbina eólica 100, y la hélice lateral 560 y el timón 570 han sido fijados al extremo de punta de la pala 100. El módulo de propulsión 550 puede ser fijado a la raíz de la pala, y comprende una hélice 552, con lo que la pala de turbina eólica 100 se puede mover a través del agua. La hélice 552, opcionalmente, puede ser pivotada alrededor de un eje (no mostrado) perpendicular al eje de rotación de la hélice 552, con lo que la pala de turbina eólica 100 flotante puede ser movida en la dirección deseada. El módulo de propulsión 550 puede ser controlado remotamente o puede ser atendido por un operador entrenado. La maniobrabilidad de la pala de turbina eólica 100 puede verse incrementada mediante el montaje de la pala 100 con un módulo de propulsión 560 y / o un módulo 570 de timón. El módulo de propulsión lateral 560 puede incluir un accesorio 564 utilizado para montar el módulo 560 de hélice lateral en la pala de turbina eólica 100 y la hélice 562. La hélice 562 puede ser pivotada alrededor de un eje (no mostrado) perpendicular al eje de rotación de la hélice 562. De esta manera, la pala de turbina eólica 100 se puede maniobrar a una posición deseada, especialmente en aguas estrechas tales como en los puertos o en el lugar de instalación de una turbina eólica de costa afuera. El módulo 570 de timón puede comprender un timón 572 y un accesorio de timón para montar el módulo 570 de timón alrededor de la pala de turbina eólica 100. El módulo de timón incrementa la maniobrabilidad de la pala de turbina eólica 100 en el agua, y por lo tanto puede ser usado a propósito en aguas estrechas tales como en los puertos o en el lugar de instalación de una turbina de energía eólica de costa afuera, y en el mar abierto en donde un ajuste continuo del timón puede compensar las condiciones actuales y climatológicas. Tanto el módulo 560 de hélice lateral y el módulo 570 de timón se puede separar después de su uso, y no necesitan ser conectados cerca de la punta, como se muestra en la figura, sino que se pueden disponer en cualquier punto de la pala. El módulo 560 de hélice lateral y el módulo 570 de timón no necesariamente tienen que ser montado en una pala 500 de turbina eólica fijada a un módulo de propulsión, sino que se pueden aplicar a una pala de turbina eólica remolcada por ejemplo, por un remolcador. Tampoco el módulo 560 de hélice lateral y el módulo 570 de timón tienen que ser montados en combinación, sino que también se puede utilizar un único módulo. Una pala de turbina eólica también puede ser montada con una pluralidad de módulos 560 de hélice lateral y módulos 570 de timón. En otra realización, el módulo 550 de propulsión, el módulo 560 de hélice lateral, y el módulo 570 de timón también pueden ser fijados directamente en la pala 100, por ejemplo, con tornillos (no mostrados). Cuando los módulos ya no son necesarios, los orificios de los tornillos se pueden cerrar. En una realización adicional, los módulos 550, 560, 570 también pueden ser fijados a la pala 100 utilizando miembros permanentes de fijación (no mostrados) en la pala 100.

La figura 6 ilustra una pala de turbina eólica 100 que comprende aberturas en el extremo 680 de raíz, orificios de drenaje 682, y conductor de descargas eléctricas 684. Antes de transportar la pala 100, estas aberturas, 680 682 y conductor de descargas eléctricas 684, opcionalmente, pueden ser sellados o cubiertos de manera que las aberturas y el conductor de descargas eléctricas puedan ser restaurados, al menos parcialmente. De esta manera, la pala 100 podrían estar dispuesta en una bolsa (no mostrado), o estar envuelta al menos en parte, por ejemplo, con cinta u otro material elástica y / o adhesivo (no mostrado). Las aberturas 680, 682 y el conductor de descargas eléctricas 684 también pueden ser rellenados con un material que puede ser retirado opcionalmente con el fin de restaurar los mismos. Con independencia de si se aplican las juntas o cubiertas, la pala 100 mantiene su flotabilidad. Los orificios de drenaje 682 y el conductor de descargas eléctricas 684 también pueden ser perforados y montados, respectivamente, después de que la pala 100 se haya transportado a su estación final, que es la localización de la instalación de la turbina eólica (no mostrada). Dependiendo de la dirección con la que se transporta la pala 100, la abertura 680 de la raíz podría ser sellada utilizando una placa plana o puede tener una forma adecuada para las condiciones hidrodinámicas. De esta manera, la obturación de la raíz puede ser, por ejemplo en forma de un bulbo de vástago. En otra realización, la pala 100 podría llenarse, al menos en parte, de agua (no mostrada) con el fin de estabilizarla.

cuando flote. De esta manera, el interior de la pala tendría una función parecida a los tanques de lastre de agua en, por ejemplo barcos y embarcaciones. Para proteger el interior de la pala, esta realización también podría realizarse mediante la disposición de una bolsa (no mostrada) en el interior de la pala 100 y a continuación, llenar en parte la bolsa con agua.

5 La figura 7 ilustra una pala de turbina eólica 100 flotante montada con una unidad de estabilización 790. La unidad de estabilización 790 se fija a la pala 100 con una conexión 320 de la pala similar a las descritas en la figura 3. Uno de los extremos de la conexión 320 de la pala se fija a los accesorios 214, que a su vez se fijan a la pala 100. El otro extremo de la conexión 320 de la pala se fija directamente a la unidad de estabilización 790. La unidad de estabilización 790 puede ser cualquier elemento que tenga flotabilidad, tal como una estructura de fibra de vidrio. Además, la

10 La unidad de estabilización 790 ventajosamente tiene una forma hidrodinámica adecuada para el transporte en el agua. La unidad de estabilización 790 estabiliza el transporte de la pala 100, y, entre otras cosas, impide que la pala 100 se torsione en el agua. La quilla 830 también puede ser fijada directamente en la pala 100, utilizando por ejemplo, tornillos (no mostrados). Cuando la quilla 830 ya no sea necesaria, los orificios de los tornillos se cierran.

15 La figura 8 ilustra una pala de turbina eólica 100 adaptada para ser transportada en el agua, sobre la citada pala se ha montado una quilla desmontable 830. La quilla 830 se ha montado en la pala 100 por medio de accesorios 214 fijados a la pala 100. El propósito de la quilla 830 es estabilizar el transporte de la pala 100 en agua, entre otras razones para evitar que se torsione en el agua. La quilla 830 puede ser retirada antes de su instalación, puesto que la forma aerodinámica de las palas 100 es importante para la eficiencia de la turbina eólica.

20 La figura 9 ilustra una pala de turbina eólica 100 dispuesta en el interior de una bolsa obturada 999 que está flotando en el agua. La bolsa 999 es inflable y comprende una quilla 997 y compartimentos 998, con lo que la quilla 997 estabiliza la bolsa y los compartimentos 998 proporcionan una flotabilidad adicional. Tanto la quilla 997 como los compartimentos 998 pueden ser inflados opcionalmente. En lugar de inflar la bolsa 999, también se puede establecer un vacío parcial en la bolsa 999.

25 Se debe hacer notar además, que las realizaciones que se han mencionado más arriba ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin separarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia dispuesto entre paréntesis no se interpretará como una limitación de la reivindicación. La palabra "comprende" no excluye la presencia de otros elementos o pasos que los que figuran en una reivindicación.

Referencias

- 30 100 pala de energía eólica
- 210 remolcador
- 212 conexión del remolcador
- 214 accesorio
- 216 conexión de la pala
- 35 320 conexión de la pala
- 440 torre de la turbina eólica
- 442 góndola de la turbina eólica
- 444 cubo de la turbina eólica
- 446 cojinete de la pala de la turbina eólica
- 40 550 módulo de propulsión
- 552 hélice
- 560 módulo de hélice lateral
- 562 hélice
- 564 accesorio de la hélice lateral
- 45 570 módulo de timón
- 572 timón
- 574 hélice del módulo de timón

	680	abertura del raíz
	682	orificios de drenaje
	684	conductor de descargas eléctricas
	790	unidad de estabilización
5	830	quilla
	997	quilla
	998	compartimento
	999	bolsas selladas

REIVINDICACIONES

1. Un método para transportar una pala (100) para una turbina eólica, que comprende las etapas de:
 - bajar la citada pala de turbina eólica (100) al agua, con lo que flota, y
 - transportar la citada pala (100) en el agua.
2. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una abertura (680, 682) en la citada pala de turbina eólica, tal como una abertura en el extremo de raíz (680) de la turbina eólica o uno o más orificios de drenaje (682) en la pala (100) de turbina eólica, han sido obturados, al menos en parte, de una manera estanca al agua, de manera que la citada pala de turbina eólica (100) puede ser transportada flotando en el agua y en el que la citada al menos una abertura (680, 682) puede ser restaurada, al menos parcialmente, después del transporte.
3. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 2, en el que la al menos una pala de turbina eólica (100) es remolcada por un embarcación (210), tal como un remolcador.
4. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 3, en el que una pluralidad de palas de turbina eólica (100) es transportada en el agua en una única fila detrás de una embarcación (210).
5. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 4, en el que una pluralidad de palas de turbina eólica (100) es transportada en el agua, lado a lado detrás de una embarcación (210).
6. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 5, que comprende fijar al menos una unidad de estabilización (790) a la citada pala de turbina eólica (100).
7. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 6, que comprende fijar al menos un medio propulsor (550, 560) a la citada pala de turbina eólica (100).
8. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7, que comprende fijar al menos un medio de remolque (212, 214, 216, 320) a la citada pala de turbina eólica (100).
9. Un método para transportar una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 8, que comprende fijar al menos una unidad de protección, tal como una defensa, a la citada pala.
10. Una pala de turbina eólica para una turbina eólica (100) que comprende al menos una abertura (680, 682), tal como una abertura en el extremo de raíz (680) de la pala de turbina eólica u orificios de drenaje (682) a lo largo de la pala de turbina eólica (100), que se caracteriza porque la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos un medio de sellado estanco al agua para sellar la citada al menos una abertura (680, 682) de una manera estanca al agua, de manera que la citada pala de turbina eólica (100) pueda ser transportada flotando en el agua.
11. Una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos una quilla (830, 997) que está fijada de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica (100).
12. Una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 - 11, en el que la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos una unidad estabilizadora (790) que está fijada de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica (100).
13. Una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 - 12, en el que la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos un medio propulsor desmontable (550, 560).
14. Una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 - 13, en el que la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos un timón de dirección (570) que está fijado de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica (100), de manera que la citada pala de energía eólica (100) pueda navegar.
15. Una pala de turbina eólica (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 - 14, en el que la citada pala de turbina eólica (100) comprende al menos un accesorio (214, 216, 320) que está fijado de manera desmontable a la citada pala de turbina eólica (100) para conectar al menos otra pala de turbina eólica (100) a la ci-

tada pala de turbina eólica (100), de tal manera que las palas de turbina eólica conectadas (100) puedan ser transportadas conjuntamente en el agua.



Fig. 1

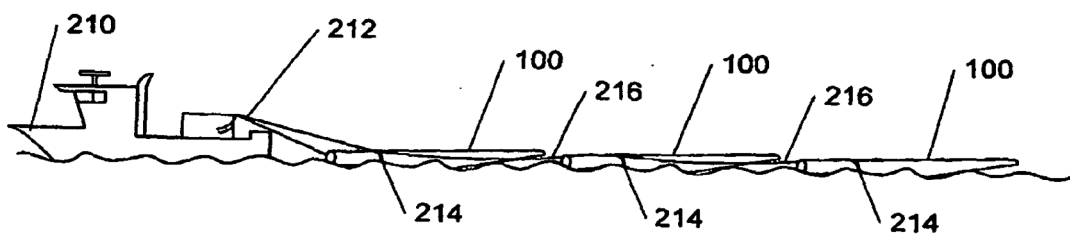


Fig. 2

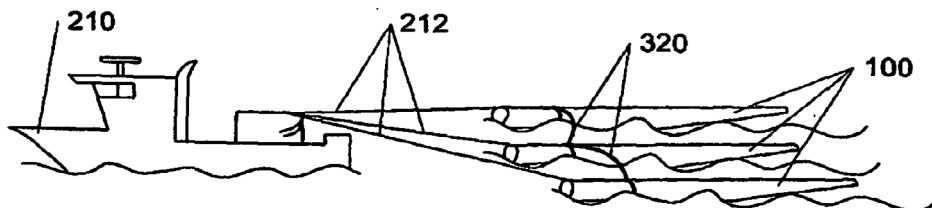


Fig. 3

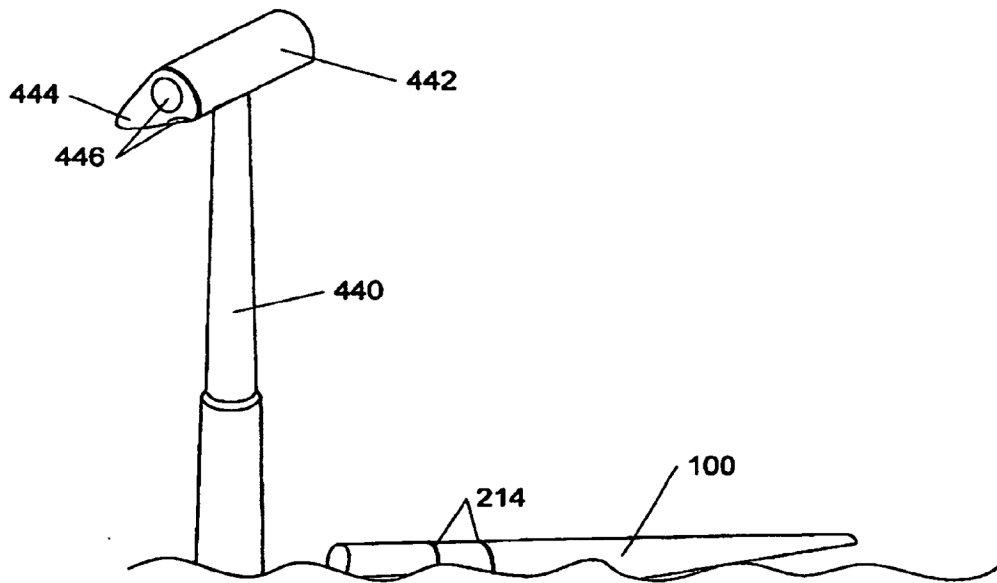


Fig. 4

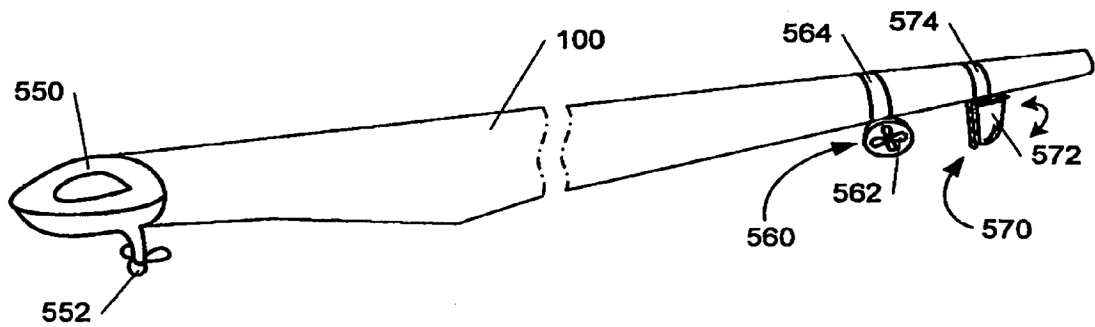


Fig. 5

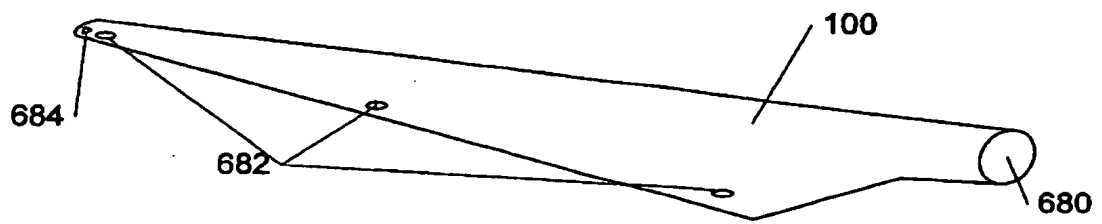


Fig. 6

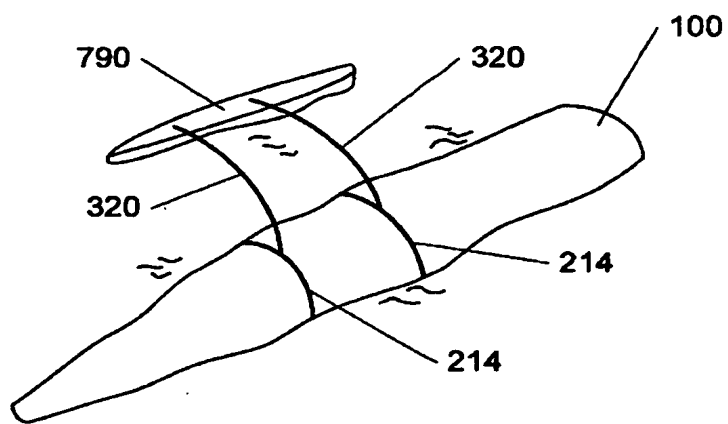


Fig. 7

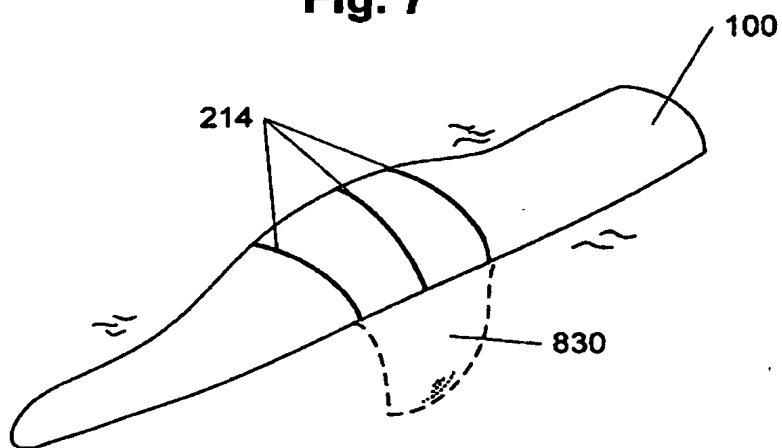


Fig. 8

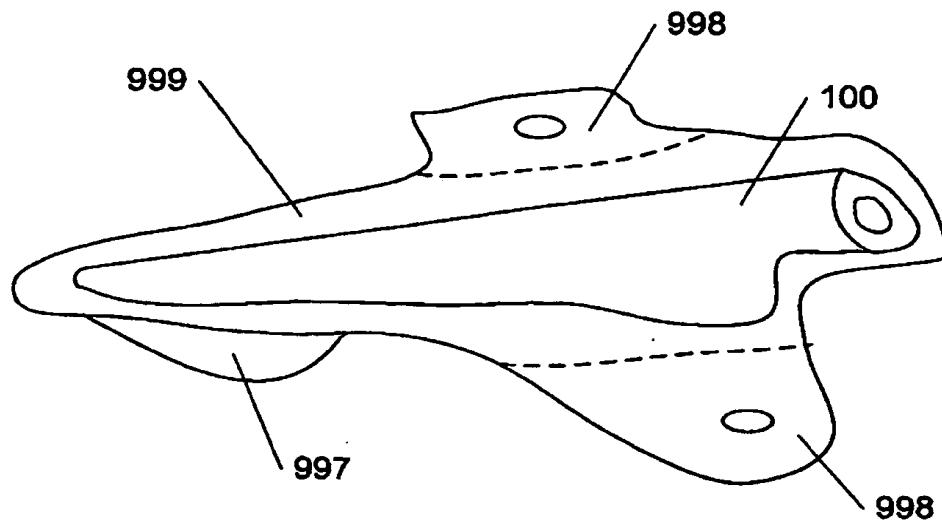


Fig. 9