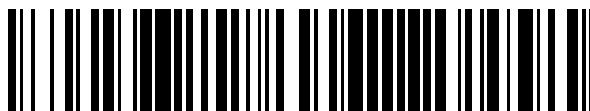


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 557**

51 Int. Cl.:

B63B 35/28 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

B63B 35/00 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2015 PCT/IB2015/058062**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16063210**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015 E 15805255 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3209548**

54 Título: **Método para transportar una estructura flotante con una embarcación, y la embarcación asociada con el método**

30 Prioridad:

20.10.2014 BE 201405020

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

29.05.2020

73 Titular/es:

**DEME OFFSHORE BE N.V. (100.0%)
Haven 1025, Scheldedijk 30
2070 Zwijndrecht, BE**

72 Inventor/es:

**MAGRO YUDEGO, JAVIER;
VANDERHEGGEN, KAYO y
RABAUT, DIETER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 763 557 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

Método para transportar una estructura flotante con una embarcación, y la embarcación asociada con el método

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un método para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua usando una embarcación. Del mismo modo, la invención se refiere a una embarcación que se aplica en el método. La invención se refiere más en particular a un método y una embarcación para transportar (la fundación de) una turbina eólica flotante sobre el agua.

Conocimientos antecedentes

- 10 Se aplican varios métodos para la construcción de estructuras en alta mar. En un método conocido, los módulos o componentes de la estructura que se debe erigir se transportan a la posición en alta mar, después de lo cual la estructura se erige en el emplazamiento de acuerdo con una secuencia de construcción determinada. La construcción de una estructura en el mar requiere una gran cantidad de equipo y personal y requiere una gran cantidad de tiempo, especialmente cuando las operaciones tienen que interrumpirse regularmente debido al mal tiempo. Es necesario adicionalmente un número considerable de embarcaciones para el transporte de los módulos o componentes, lo que hace que este método sea costoso.

Otro método conocido consiste en transportar la estructura en partes en una embarcación, después de lo cual la estructura se monta y se erige en el emplazamiento y a continuación es levantada y desciende al fondo del mar desde las embarcaciones grúa. En este método también es necesario emplear una pluralidad de embarcaciones que tienen que trabajar juntas de manera precisa, lo cual es muy difícil en condiciones climáticas severas.

- 20 El documento US 2012/0183359 A1 describe un método para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua usando una embarcación que tiene postes de espiga especialmente diseñados. Los extremos inferiores de la espiga están provistos de un sistema de bloqueo que coopera con un sistema de bloqueo provisto en una superficie superior de la estructura.

- 25 En el dispositivo que se describe en el documento EP 2495162 A1, una estructura está conectada a un lado inferior de una embarcación de tipo catamarán por medio de cables. Los cables se conectan dentro de los orificios provistos en una superficie superior de la estructura que se debe transportar.

El documento WO 2014/057156 A1 describe una embarcación para transportar una estructura grande, tal como un molino eólico. Un lado inferior de la embarcación está perfilado de modo que un pie de la fundación de la estructura pueda aplicarse al perfil.

- 30 Un objeto de la presente invención comprende proporcionar un método y una embarcación correspondiente para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua e instalar la estructura en el emplazamiento, en el que los inconvenientes que se han mencionado más arriba son obviados al menos parcialmente o al menos se reducen.

Breve descripción de la invención

- 35 Un método de acuerdo con la invención tiene para este propósito las características de acuerdo con la reivindicación 1. También se proporciona para este propósito una embarcación de acuerdo con la reivindicación 11. Hay un método provisto de acuerdo con la invención para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua usando una embarcación, en el que una superficie de soporte en un lado superior de la estructura se pone en contacto con una superficie de soporte en una parte inferior de la embarcación y las dos superficies de soporte son acopladas por medio de fuerzas de cizallamiento, en el que en una situación en la que está acoplada a la embarcación, la estructura es transportada por el movimiento de la embarcación.

- 40 De acuerdo con la invención, la estructura puede estar configurada para que tenga flotabilidad o se puede proporcionar flotabilidad para el propósito de la invención. Las estructuras destinadas a tener flotabilidad, por ejemplo, comprenden plataformas de patas bajo tensión, (fundaciones para las) turbinas eólicas flotantes y similares. Una plataforma de patas bajo tensión o turbina eólica flotante generalmente comprende un cuerpo flotante hueco que proporciona la flotabilidad. Las fuerzas de cizallamiento pueden ser generadas, por ejemplo, por la flotabilidad de la estructura. La flotabilidad se puede aumentar llenando la cavidad o las cavidades con un medio de menor densidad que el agua circundante, por ejemplo aire, mientras que la flotabilidad se puede reducir llenando parcialmente la cavidad o las cavidades si se desea con un medio con al menos la misma densidad que el agua circundante, por ejemplo agua. Durante el uso, el cuerpo flotante de una plataforma de patas bajo tensión o de turbina eólica flotante se lleva a la profundidad deseada en estado estable y se ancla al fondo submarino mediante líneas de anclaje. Una cubierta de trabajo u otra parte útil de la plataforma de la patas bajo tensión o una turbina eólica flotante aquí sobresale generalmente por encima del nivel del agua.

Una manera simple de proporcionar una estructura para ser transportada con flotabilidad consiste en agregar uno o más cuerpos flotantes huecos a la estructura. Tales cuerpos flotantes pueden ser cuerpos rígidos tales como cajones huecos, pero también pueden comprender cuerpos flexibles tales como, por ejemplo, balones huecos.

De acuerdo con la invención, las dos superficies de soporte están acopladas por fuerzas de cizallamiento que son generadas opcionalmente por la flotabilidad de la estructura y que son lo suficientemente grandes como para transportar la estructura junto con la embarcación en una situación en la que está acoplada de esta manera a la embarcación. Con el fin de desarrollar fuerzas de cizallamiento suficientemente grandes, la flotabilidad de la estructura ejerce preferiblemente fuerzas hacia arriba sobre la embarcación. Se pueden lograr mayores fuerzas hacia arriba, por ejemplo, llevando (partes de) la estructura más abajo del nivel del agua o llevando la estructura sustancialmente completamente por debajo del nivel del agua. En otra realización, la magnitud de las fuerzas de cizallamiento está influenciada al proporcionar a la embarcación un dispositivo de elevación con el que la estructura se puede levantar contra una parte inferior de la embarcación, como se explicará adicionalmente.

Con el método de acuerdo con la invención, una estructura puede ser transportada sobre el mar e instalada en el mar con la menor cantidad posible de operaciones en alta mar. El método se puede aplicar para instalar fundaciones, torres, góndolas y turbinas eólicas en su conjunto. Otra aplicación de la invención consiste en colocar instalaciones para la generación de energía en el mar, como por ejemplo turbinas hidráulicas, pero también construcciones en alta mar en el sentido más amplio de la ingeniería hidráulica, e instalaciones.

Una realización de la invención proporciona un método en el que la superficie de soporte de la estructura se lleva a un nivel más bajo que la superficie de soporte de la embarcación al reducir la flotabilidad de la estructura, y la superficie de soporte de la estructura posteriormente se pone en contacto con la superficie de soporte de la embarcación colocando las dos superficies de soporte una debajo de la otra y aumentando la flotabilidad de la estructura. Con el fin de acoplar la estructura a la embarcación, se aumenta adicionalmente la flotabilidad de la estructura, por lo que las dos superficies de soporte se aproximan una a la otra en dirección vertical y finalmente entran en contacto. También es posible reducir la flotabilidad de la embarcación. Se puede proporcionar además un dispositivo de elevación con fines de acoplamiento.

La invención tiene la ventaja, entre otras, de que no se tienen que emplear embarcaciones especialmente diseñadas para transportar una estructura. Una ventaja adicional del método de acuerdo con la invención es proporcionada por una realización en la que la magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte se ajusta reduciendo o aumentando la flotabilidad de la estructura. De este modo, es posible ajustar la fuerza del acoplamiento entre la embarcación y la estructura de acuerdo con lo que se desee, por ejemplo, sujeto a las condiciones y / o a las características de la estructura y / o de la embarcación.

La flotabilidad de la estructura se puede ajustar de todas las formas conocidas por la persona experta. Una realización del método en el que la flotabilidad de la estructura se reduce o aumenta proporcionando a la estructura respectivamente lastre o eliminando el lastre de la misma, proporciona una solución fácilmente aplicable. El lastre puede tener una forma sólida, por ejemplo, estructuras de hormigón, pero preferiblemente está formado por una masa de agua suministrada a, o descargada desde, una cavidad de un cuerpo hueco flotante de la estructura.

Las superficies de soporte pueden comprender en principio cualquier componente de la estructura y / o embarcación. La invención comprende un método en el que la superficie de soporte de la embarcación está formada por varios perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción dispuestas en una parte inferior del fondo de la embarcación. En una realización adicional, estos perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción actúan conjuntamente con varios perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción dispuestos en un lado superior de la estructura. Por lo tanto, es posible, por ejemplo, que los perfiles de cizallamiento de la embarcación y los de la estructura comprendan perfiles macho y hembra que se aplican mutuamente.

Las bandas de fricción influyen sobre la magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte y, en una realización, comprenden un material que influye sobre la fricción. También es posible disponer una o más capas separadas de material que influyen sobre la fricción entre las dos superficies de soporte. También es posible una combinación de las dos realizaciones. Se entiende que un material que influye sobre la fricción significa un material que cambia la fricción entre dos superficies de acero la embarcación. Las capas de material que tienen influencia sobre la fricción influyen sobre la fricción entre las dos superficies de soporte, de modo que las fuerzas de cizallamiento, por un lado, se hacen mayores que las fuerzas de cizallamiento que existirían entre las dos superficies de soporte de acero de la embarcación en las mismas condiciones. Las capas de material que influyen sobre la fricción, por otro lado, reducen preferiblemente el riesgo de daños, por ejemplo, a las superficies de soporte.

Los materiales particularmente adecuados que influyen sobre la fricción comprenden en una realización madera y / o un plástico, preferiblemente caucho.

En otra realización del método, la estructura comprende un cuerpo flotante hueco, del cual una parte de pared, preferiblemente una parte superior de la pared, comprende la superficie de soporte de la estructura. Se entiende que la parte superior de la pared significa una parte de la pared que se encuentra más alta (a menor profundidad del agua) que un espacio hueco del cuerpo flotante. En esta realización, la parte superior de la pared de la estructura se pone

en contacto con una parte inferior más alta de la embarcación y las dos superficies de soporte se acoplan por medio de fuerzas de cizallamiento que son generadas por la flotabilidad de la estructura.

Aunque el método de acuerdo con la invención se puede aplicar para el transporte sobre el agua de cualquier estructura flotante, el método es particularmente adecuado para transportar sobre el agua una estructura que comprende una plataforma de patas bajo tensión, preferiblemente una turbina eólica flotante o una fundación para una turbina eólica.

En una realización, la invención proporciona en particular un método en el que la estructura comprende un cuerpo flotante hueco dispuesto centralmente y al menos tres patas que se extienden radialmente hacia afuera desde un extremo exterior inferior del cuerpo flotante y superficies superiores que forman la superficie de soporte. Se ha encontrado que, en particular para una estructura de acuerdo con esta realización, la embarcación proporciona una mayor estabilidad durante el transporte de la estructura. La estabilidad frente al vuelco se puede aumentar aún más proporcionando una realización en la que la estructura comprende al menos cuatro, y aún más preferiblemente al menos cinco patas que se extienden radialmente hacia afuera desde el cuerpo flotante. Un lado superior de las patas está provisto preferiblemente de perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción.

De manera similar, la invención también se refiere a una embarcación para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua, como por ejemplo una fundación flotante de una turbina eólica. De acuerdo con la invención, se proporciona una embarcación de acuerdo con la reivindicación 11, en la que una superficie de soporte de la estructura que se debe transportar se pone en contacto en un lado superior de la superficie de soporte con una parte inferior de una superficie de soporte de la embarcación, y las dos superficies de soporte son acopladas por fuerzas de cizallamiento generadas por la flotabilidad de la estructura.

En una realización, se proporciona una embarcación que comprende además medios para ajustar la magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte. Los medios para ajustar la magnitud de las fuerzas de cizallamiento comprenden preferiblemente medios para ajustar la flotabilidad de la estructura acoplada, por ejemplo medios para proporcionar respectivamente a la estructura lastre o eliminar el lastre de la misma.

De acuerdo con la invención, la superficie de soporte de la embarcación está formada por una serie de perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción dispuestas en una parte inferior del fondo de la embarcación. Los perfiles de cizallamiento y / o las bandas de fricción están conectadas preferiblemente de forma liberable a la parte inferior del fondo, tal como, por ejemplo, mediante conexiones por soldadura y / o por pernos. Una realización de este tipo permite la modificación simple de una embarcación para otros fines.

Las bandas de fricción adecuadas comprenden bandas de madera y / o un plástico, preferiblemente caucho.

Con el fin de soportar adicionalmente la estructura durante el transporte de la misma y, si se desea, influir sobre las fuerzas de cizallamiento, la embarcación comprende en una realización un dispositivo de elevación que comprende cables de tracción conectados por un lado a la estructura y por el otro lado a la embarcación, por ejemplo por medio de cabrestantes, y que está configurada para mantener la estructura en su lugar contra la embarcación. El dispositivo de elevación es capaz de tirar de la estructura con el dispositivo de elevación en una extensión variable contra la superficie de soporte de la embarcación, con lo que las fuerzas de fricción entre la estructura y la embarcación son influenciadas.

La embarcación es adecuada para transportar cualquier estructura, pero es adecuada en particular para transportar una estructura que comprende un cuerpo flotante alargado central y al menos tres patas que se extienden radialmente hacia afuera desde un extremo exterior inferior del cuerpo flotante y las superficies superiores que forman la superficie de soporte. Una estructura de este tipo puede comprender, por ejemplo, una plataforma de patas bajo tensión o una (fundación de una) turbina eólica flotante.

La embarcación a la que se acopla la estructura de acuerdo con la invención por medio de fuerzas de cizallamiento puede comprender cualquier embarcación adecuada para el propósito. En una realización de la invención, la embarcación comprende un rebaje que está abierto hacia el agua y que está flanqueada por partes del casco y está configurado para recibir al menos una parte de la estructura, en el que las superficies inferiores de las partes del casco forman la superficie de soporte de la embarcación.

Debido a que la embarcación de acuerdo con la invención comprende un rebaje que está flanqueado en cada lado por una parte del casco y en el que se puede recibir al menos una parte de la estructura, se consigue que la embarcación pueda transportar una carga relativamente grande. Esto mejora aún más la capacidad de carga de la embarcación, por lo que es posible transportar cargas de 5000 - 6000 toneladas y superiores.

La presente invención proporciona una embarcación y un método que es practicable y eficiente para la instalación segura, ecológica y rentable de turbinas eólicas u otras instalaciones en alta mar como un todo. En una realización, la embarcación es adecuada para el transporte y la instalación de una turbina eólica con un peso en seco de 2500 toneladas y superior. La profundidad del agua en el lugar de la instalación aquí puede variar dentro de límites amplios, en la que se pueden alcanzar profundidades de entre 4 y 20 metros, pero también más profundas sin problemas.

En otro aspecto de la invención se proporciona una embarcación que comprende un pontón o un conjunto de pontones acoplados. Una embarcación de este tipo puede ser transportada de manera relativamente simple y todavía puede adquirir dimensiones considerables, por lo que las ventajas de la invención se ponen de manifiesto de manera particular.

5 Descripción de las figuras

La embarcación y el método de acuerdo con la invención se aclararán adicionalmente a continuación sobre la base de la descripción de las figuras que se acompañan, sin estar limitados de otro modo a las mismas. En las figuras:

la figura 1 es una vista trasera de una embarcación de acuerdo con una realización de la invención y una turbina eólica flotante acoplada a la embarcación;

10 la figura 2 es una vista lateral de una embarcación de acuerdo con la realización de la invención que se muestra en la figura 1 y una turbina eólica flotante acoplada a la embarcación;

la figura 3 es una vista lateral de otra realización de la embarcación de acuerdo con la invención con una turbina eólica flotante acoplada a la misma;

15 la figura 4 es una vista superior de la realización de la embarcación de acuerdo con la invención que se muestra en la figura 3;

la figura 5 es una vista trasera parcial de la realización de la embarcación de acuerdo con la invención que se muestra en la figura 3;

la figura 6 es una vista superior de otra realización más de la embarcación de acuerdo con la invención con una turbina eólica flotante acoplada a la misma;

20 la figura 7 es una vista detallada del acoplamiento de acuerdo con la realización de la figura 6;

la figura 8 es una vista superior de todavía otra realización de la embarcación de acuerdo con la invención con una turbina eólica flotante acoplada a la misma; y

la figura 9 es una vista detallada del acoplamiento de acuerdo con la realización de la figura 8.

Descripción detallada de realizaciones

25 Se muestra una embarcación 1 para transportar una turbina eólica flotante 7 sobre el agua con referencia a las figuras 1 y 2. La turbina eólica 7 comprende un cuerpo flotante central alargado 70 y cinco patas 71 que se extienden radialmente hacia afuera desde un extremo exterior inferior del cuerpo flotante 70. Situado encima del cuerpo flotante 70 hay un mástil de turbina eólica 72, cuya parte superior está provista de un cubo o góndola 73 al que están conectadas varias palas 74. De acuerdo con la invención, la turbina eólica 7 se transporta en la situación montada que se muestra en las figuras 1 y 2. Sin embargo, también es posible que algunos componentes estén ausentes. Una turbina eólica flotante 7 de este tipo se transporta a una posición de instalación adecuada y allí se sumerge a una profundidad a la cual el cuerpo flotante 70 está parcialmente bajo el agua. La inmersión puede tener lugar, por ejemplo, reduciendo la flotabilidad de la turbina eólica 7. La turbina eólica 7 se conecta en la posición deseada al fondo submarino mediante la disposición de cables de tracción (no mostrados) que se extienden entre las patas 71 y los anclajes (no mostrados) dispuestos en el fondo submarino

30 El cuerpo flotante 70 de la turbina eólica 7 está provisto de una o más cavidades que se llenan con un medio más ligero que el agua de mar. La turbina eólica 7 tiene flotabilidad. También es posible proporcionar (solo) patas 71 con espacios huecos. El acoplamiento entre la embarcación 1 y la turbina eólica 7 se lleva a cabo llevando una superficie de soporte de la turbina eólica 7 que debe ser transportada a que establezca contacto en un lado superior de la misma con una parte inferior de una superficie de soporte del fondo de la embarcación 1. Las dos superficies de soporte están acopladas aquí por fuerzas de cizallamiento que son generadas por la flotabilidad de la turbina eólica 7, como se explicará en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue.

35 Haciendo referencia a las figuras 3 - 5 (en las que solo se muestra una parte de la turbina eólica 7), de acuerdo con una realización de la presente invención, una embarcación 1 comprende un casco 2 provisto de una parte de proa 3, y un rebaje 5 situado en la posición de la popa 4 de la embarcación 1 y flanqueado por dos partes (6a, 6b) del casco en el lado de babor y de estribor respectivamente. Las dos partes (6a, 6b) del casco mantienen despejado un pasaje 8 accesible para la turbina eólica 7 que se debe transportar, a través del cual la turbina eólica 7 puede ser transportada en estado erguido entre las partes (6a, 6b) del casco. El rebaje 5 no tiene fondo y está abierto hacia el nivel del mar 9, y forma un llamado estanque de luna. En el estado erguido de la turbina eólica 7, el cuerpo flotante 70 y el mástil de la turbina eólica 72 se extienden sustancialmente en una dirección vertical 30.

40 En la realización que se muestra, la embarcación 1 está provista además de un dispositivo de elevación configurado para mantener la estructura en posición en la dirección vertical 30 (durante el transporte) o moverla hacia arriba y hacia abajo (por ejemplo, durante la carga de la estructura o durante la instalación de la misma en el fondo del mar).

En la realización que se muestra, el dispositivo de elevación comprende cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d) que se pueden conectar por un lado a la estructura por medio de cáncamos (12a, 12b, 12c, 12d) dispuestos sobre la base de la fundación 7 de la turbina eólica y por el otro lado a la embarcación 1, más en particular a la cubierta 11 de la embarcación 1, por ejemplo por medio de cabrestantes (13a, 13b, 13c, 13d). Los cabrestantes (13a, 13b, 13c, 13d) están provistos opcionalmente de un dispositivo de frenado, tienen, por ejemplo, un diámetro de 1,1 m y cada uno puede tirar de una carga de 900 toneladas. Será evidente que estas características se dan únicamente a modo de ejemplo y que son posibles otras características, los cabrestantes (13a, 13b, 13c, 13d) están anclados, por ejemplo, a la cubierta de trabajo 11 en posiciones situadas entre el rebaje 5 y la proa 3.

Un número de medios de guía (14a, 14b, 14c, 14d) para los cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d), por ejemplo en forma de cabrestantes o poleas, se proporcionan además en la plataforma de trabajo 11. Para conectar los cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d) a la turbina eólica 7, el extremo de conexión de cada cable de tracción (10a, 10b, 10c, 10d) comprende un bloque de elevación (15a, 15b, 15c, 15d) y un polipasto (16a, 16b, 16c, 16d) que pueden actuar conjuntamente con los cáncamos (12a, 12b, 12c, 12d). En la situación acoplada, los polipastos (16a, 16b, 16c, 16d) se mueven en la dirección del fondo marino bajo el peso de la turbina eólica 7 mediante el funcionamiento de los cabrestantes (13a, 13b, 13c, 13d). Al menos una parte de la turbina eólica 7, y en particular el cuerpo flotante 70 y las patas 71, se pueden mantener bajo el agua. Los cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d) se pueden apretar con cabrestantes (13a, 13b, 13c, 13d), por lo que los polipastos (16a, 16b, 16c, 16d) y la turbina eólica 7 se mueven en la dirección de la parte inferior de embarcación 1, en el que una superficie de soporte de la turbina eólica 7 se lleva a contacto sobre un lado superior de la misma con una superficie de soporte del fondo de la embarcación 1, y las dos superficies de soporte están acopladas por fuerzas de cizallamiento que son generadas por la flotabilidad de la turbina eólica. En una situación en la que está acoplada a la embarcación 1, la turbina eólica 7 puede ser transportada por el movimiento de la embarcación 1.

La embarcación 1 puede estar provista además de medios de elevación, por ejemplo en forma de una grúa de pórtico 20 dispuesta en la posición de popa 4 de la embarcación 1. Las vigas superiores de la grúa de pórtico 20 están provistas de cabrestantes (19a, 19b, 19c, 19d) que están conectados por medio de cables de tracción (17a, 17b, 17c, 17d) a anclajes bajo tensión (18a, 18b, 18c, 18d) unidos a la turbina eólica 7.

La embarcación 1 puede estar provista adicionalmente si se desea de hélices 21, aunque en otra realización la embarcación 1 no es autopropulsado y la embarcación 1 tiene que ser movida por otra embarcación.

La colocación de una turbina eólica 7 en la embarcación 1 puede tener lugar, por ejemplo, mediante la entrega de la turbina eólica 7 en una pared del muelle en un estado (sustancialmente) completamente montado. La embarcación 1 está amarrada con el rebaje 5 orientado hacia la pared del muelle, después de lo cual la fundación 7 de la turbina eólica se coloca erguida en el rebaje 5 utilizando la grúa de pórtico 20. Otra opción consiste en disponer la fundación 7 de la turbina eólica flotando en el agua y hacer navegar la turbina eólica 7 al interior del rebaje 5, para lo cual se pueden usar cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d), y a continuación montar la turbina eólica 7 por medio de una grúa de pórtico 20. Una superficie de soporte en forma de una banda de fricción 40 dispuesta sobre un lado superior de una pata 71 de la turbina eólica 7 se lleva a un nivel más bajo aquí que una superficie de soporte en forma de una banda de fricción 41 dispuesta en una parte inferior del fondo de la embarcación al reducir la flotabilidad de la turbina eólica 7, y las dos bandas de fricción (40, 41) se ponen en contacto una con la otra aumentando de nuevo la flotabilidad de la turbina eólica 7. La magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte se ajusta disminuyendo o aumentando la flotabilidad de la turbina eólica 7, por ejemplo proporcionando respectivamente las cavidades del cuerpo flotante 70 con lastre o quitando el lastre de las mismas, y / o apretando los cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d y 17). El lastre adecuado, por ejemplo, comprende agua circundante. La turbina eólica 7 se fija en el estado erguido. En esta posición, la fundación 7 de la turbina eólica puede ser transportada a una posición en alta mar.

Una vez que la embarcación ha llegado a la posición deseada, se transporta con el rebaje 5 por encima de la posición designada para la fundación 7 y se mantiene en esta posición, por ejemplo, bajando los postes de espiga sobre / dentro del lecho marino. Al pasar los cables de tracción (10a, 10b, 10c, 10d), la fundación 7 de la turbina eólica se baja sobre el fondo del mar, en la que se ancla al fondo de una manera conocida por la persona experta.

Una vez que la embarcación ha llegado a la posición deseada, se transporta con el rebaje 5 por encima de la posición designada para la fundación 7 y se mantiene en esta posición, por ejemplo, bajando los postes de espiga sobre el fondo marino. Al pasar los cabrestantes (19a, 19b, 19c), la fundación se baja entonces al fondo del mar por medio de cables de tracción (17a, 17b, 17c) y los anclajes bajo tensión (18a, 18b, 18c) unidos a la fundación. En una realización, los anclajes bajo tensión están en una posición más alta que el centro de gravedad de la fundación para garantizar la estabilidad durante la operación.

Se muestra otra realización de la invención con referencia a las figuras 6 y 7. En esta realización, la superficie de soporte de la embarcación 1 está formada por una serie de perfiles de cizallamiento 51 de acero en forma de placas dispuestos en una parte inferior del fondo 50 de la embarcación 1 y formando juntos varios cuadrados, como se muestra en la vista superior en la figura 6. No es esencial que los perfiles de cizallamiento 51 estén dispuestos en un cuadrado, y cualquier otra configuración también es posible, por ejemplo, los perfiles de cizallamiento 51 montados en paralelo. Los perfiles de cizallamiento 51 se desplazan en un ángulo distinto de cero, de modo que las fuerzas se

transfieren por cizallamiento, y son soportadas por placas de soporte que se desplazan verticalmente 52 que están soldadas fijamente al fondo 50. Un lado superior 75 de una pata de turbina eólica 71 también está provisto de perfiles de cizallamiento 76 que están soldados en su lado superior a una placa de cubierta 77 y forman una caja cuadrada. Los perfiles de cizallamiento (51, 76) se anidan unos dentro de los otros cuando una pata 71 se mueve hacia arriba, por lo que se realiza un acoplamiento de cizallamiento entre una turbina eólica 7 y la embarcación 1. Las fuerzas de cizallamiento se generan aquí por la flotabilidad de la turbina eólica 7.

De acuerdo con la figura 7, la embarcación 1 puede comprender, si se desea, barras de tracción 61 que se pueden tensar con un acoplamiento de bloqueo por torsión 60. Las barras de tracción 61 se extienden desde la cubierta de la embarcación, a través de piscinas de luna 53 dispuestas en la cubierta hasta una posición debajo del fondo 50 de la embarcación 1. Una barra de tracción 61 está conectada en un lado (la parte inferior) por medio del bloqueo de giro 63 a la turbina eólica, más en particular a un extremo exterior de una pata 71 de la turbina eólica 7, y en el otro lado (el lado superior) a la embarcación 1 por medio de placas de conexión 62. La turbina eólica se sujeta adicionalmente contra la parte inferior de la embarcación 1 apretando la varilla de tracción 61.

Todavía se muestra otra realización de la invención con referencia a las figuras 8 y 9. En esta realización, la superficie de soporte de la embarcación 1 está formada por un cierto número de bandas de fricción 41 dispuestas en una parte inferior del fondo 50 de la embarcación 1 y formando juntas varias superficies de soporte rectangulares 41, como se muestra en la vista superior en la figura 8. Las bandas de fricción de goma 41 están soportadas en los bordes por placas de soporte que se extienden verticalmente 82 soldadas de forma fija al fondo 50. Las bandas de fricción se extienden sustancialmente horizontalmente, por lo que las fuerzas se transfieren por cizallamiento. En esta realización, un lado superior 75 de una pata de turbina eólica 71 no necesita estar provisto de perfiles de cizallamiento u otros medios de acoplamiento. Las bandas de fricción 41 se fijan al fondo 50 de la embarcación por medio de varios pernos rebajados 84, aunque también es posible una conexión diferente. Cuando una pata 71 se mueve hacia arriba, las bandas de fricción 41 entran en contacto con un lado superior de la pata 71, con lo que se realiza un acoplamiento de cizallamiento entre una turbina eólica 7 y la embarcación 1. Las fuerzas de cizallamiento son generadas aquí por la flotabilidad de la turbina eólica 7.

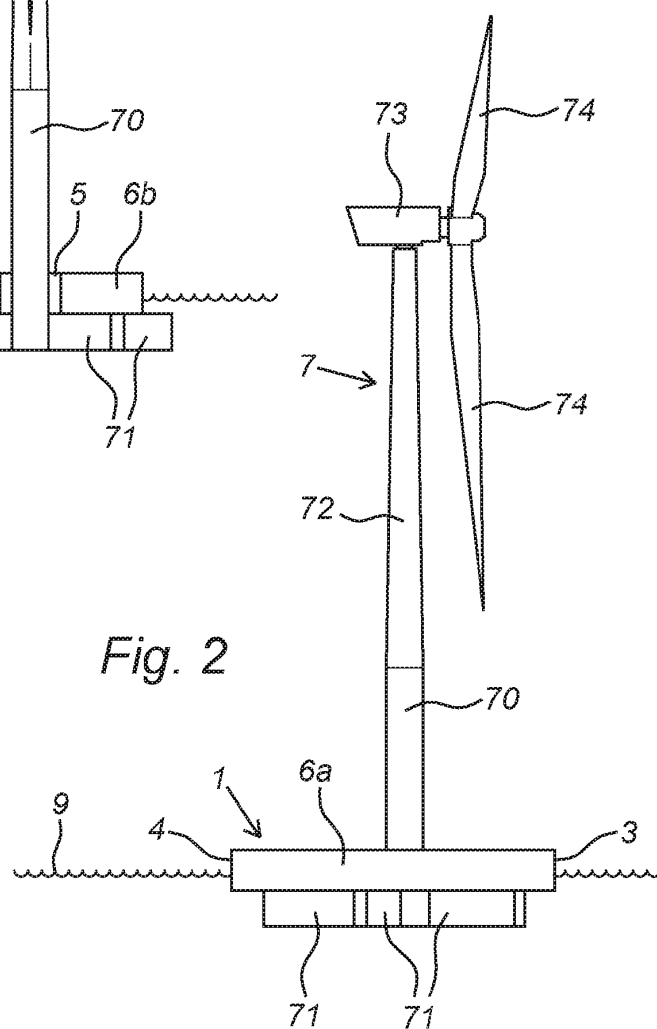
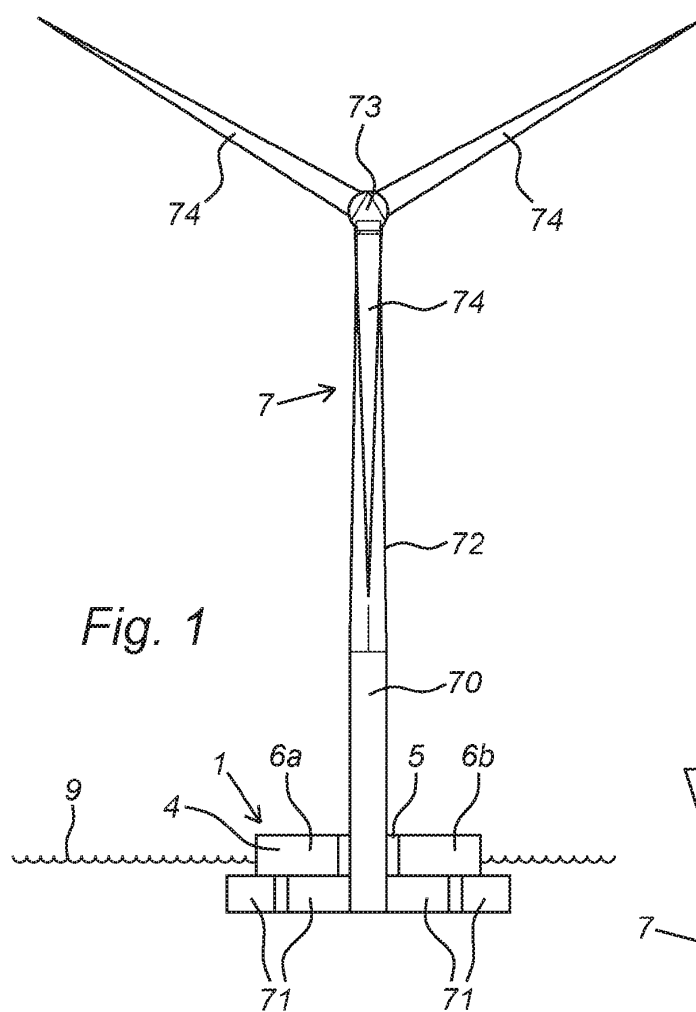
De acuerdo con la figura 9, la embarcación 1, si se desea, puede comprender cables de tracción 81 que se pueden tensar con un cabrestante o con el tensor 85 que se muestra. Los cables de tracción 81 se extienden desde la cubierta de la embarcación 1 sobre los bloques de guía 86 a través de las piscinas de luna 53 dispuestas en la cubierta a una posición debajo del fondo 50 de la embarcación 1. Un cable de tracción 81 está conectado en un lado (la parte inferior) por medio de un bloqueo giratorio 63 a la turbina eólica, más en particular a un extremo exterior de una pata 71 de la turbina eólica 7, y en otro lado (el lado superior) a la embarcación 1 por medio de un bastidor de soporte 87. La turbina eólica 7 se mantiene contra la parte inferior de la embarcación 1 apretando el cable de tracción 81, junto con las fuerzas de flotación dirigidas hacia arriba.

La invención no está limitada a las realizaciones que se han descrito más arriba, y se podrían realizar modificaciones a las mismas en la medida en que resulten de manera evidente a partir de las reivindicaciones adjuntas. Aunque la invención es adecuada en particular para el transporte y la instalación de una (fundación de) una turbina eólica también se puede aplicar a otras estructuras delgadas que deben colocarse en el mar, tales como por ejemplo partes de plataformas petrolíferas o turbinas eólicas.

REIVINDICACIONES

1. Método para transportar una estructura con flotabilidad sobre el agua usando una embarcación (1), en el que una superficie de soporte (40) en un lado superior de la estructura se pone en contacto con una superficie de soporte (41) en un lado inferior de la embarcación (1), **caracterizado en que** se proporciona una embarcación (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 - 14, y **en que** las dos superficies de soporte (40, 41) están acopladas por fuerzas de cizallamiento, en el que en una situación en la CUAL la estructura está acoplada a la embarcación (1), la estructura es transportada por el movimiento de la embarcación (1).
2. Método como se ha reivindicado en la reivindicación 1, en el que la superficie de soporte de la estructura se lleva a un nivel más bajo que la superficie de soporte de la embarcación por medio de la reducción de la flotabilidad de la estructura, y la superficie de soporte de la estructura se lleva posteriormente a contacto con la superficie de soporte de la embarcación colocando las dos superficies de soporte una debajo de la otra y aumentando la flotabilidad de la estructura.
3. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte se ajusta reduciendo o aumentando la flotabilidad de la estructura, por ejemplo, proporcionando respectivamente lastre a la estructura o eliminando el lastre de la misma.
4. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de soporte de la estructura está formada por varios perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción dispuestas en el lado superior de la estructura.
5. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las bandas de fricción comprenden madera y / o un plástico tal como caucho.
6. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se tira de la estructura con un dispositivo de elevación en una extensión variable contra la superficie de soporte de la embarcación, mediante lo cual las fuerzas de fricción entre la estructura y la embarcación son afectadas, en el que el dispositivo de elevación comprende preferiblemente cables de tracción conectados por un lado a la estructura y por otro lado a la embarcación, por ejemplo por medio de cabrestantes.
7. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura comprende un cuerpo flotante alargado central y al menos tres patas que se extienden radialmente hacia afuera desde un extremo exterior inferior del cuerpo flotante y las superficies superiores del mismo forman la superficie de soporte.
8. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura comprende una plataforma de patas bajo tensión, preferiblemente una fundación flotante de una turbina eólica.
9. Método como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura descende en la dirección del fondo subacuático en una posición de instalación al reducir la flotabilidad de la estructura, y la estructura es conectada al fondo subacuático.
10. Método como se ha reivindicado en la reivindicación 9, en el que la embarcación comprende medios de soporte y la estructura es soportada por los medios de soporte durante el descenso.
11. Embarcación (1) para transportar sobre el agua una estructura con flotabilidad, como por ejemplo una fundación flotante de una turbina eólica (7), en la que una superficie de soporte de la estructura que se debe transportar se pone en contacto en un lado superior de la superficie de soporte (40) con una superficie inferior de una superficie de soporte (41) de la embarcación (1), **caracterizado en que** la superficie de soporte (41) de la embarcación (1) está formada por varios perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción (41) dispuestos en el fondo de la embarcación (1) de modo que las dos superficies de soporte (40, 41) están acopladas por fuerzas de cizallamiento.
12. Embarcación como se ha reivindicado en la reivindicación 11, que comprende además medios para ajustar la magnitud de las fuerzas de cizallamiento entre las superficies de soporte.
13. Embarcación como se ha reivindicado en la reivindicación 12, en el que los medios para ajustar la magnitud de las fuerzas de cizallamiento comprenden medios para ajustar la flotabilidad de la estructura acoplada, por ejemplo, medios para proporcionar respectivamente lastre a la estructura o eliminar el lastre de la misma.
14. Embarcación como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 11 - 13, en la que la superficie de soporte de la estructura está formada por varios perfiles de cizallamiento y / o bandas de fricción dispuestas en el lado superior de la estructura.
15. Embarcación como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 11 - 14, en la que las bandas de fricción comprenden madera y / o un plástico tal como caucho.

- 5 16. Embarcación como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, que comprende un dispositivo de elevación con el cual se puede tirar de la estructura para que se extienda de manera variable contra la superficie de soporte de la embarcación, con lo que las fuerzas de fricción entre la estructura y la embarcación son influenciadas, en la que el dispositivo de elevación preferiblemente comprende cables de tracción que están conectados por un lado a la estructura y por otro lado a la embarcación, por ejemplo por medio de cabrestantes, y están configurados para mantener la estructura en su lugar contra la embarcación y para mover la estructura en dirección vertical.



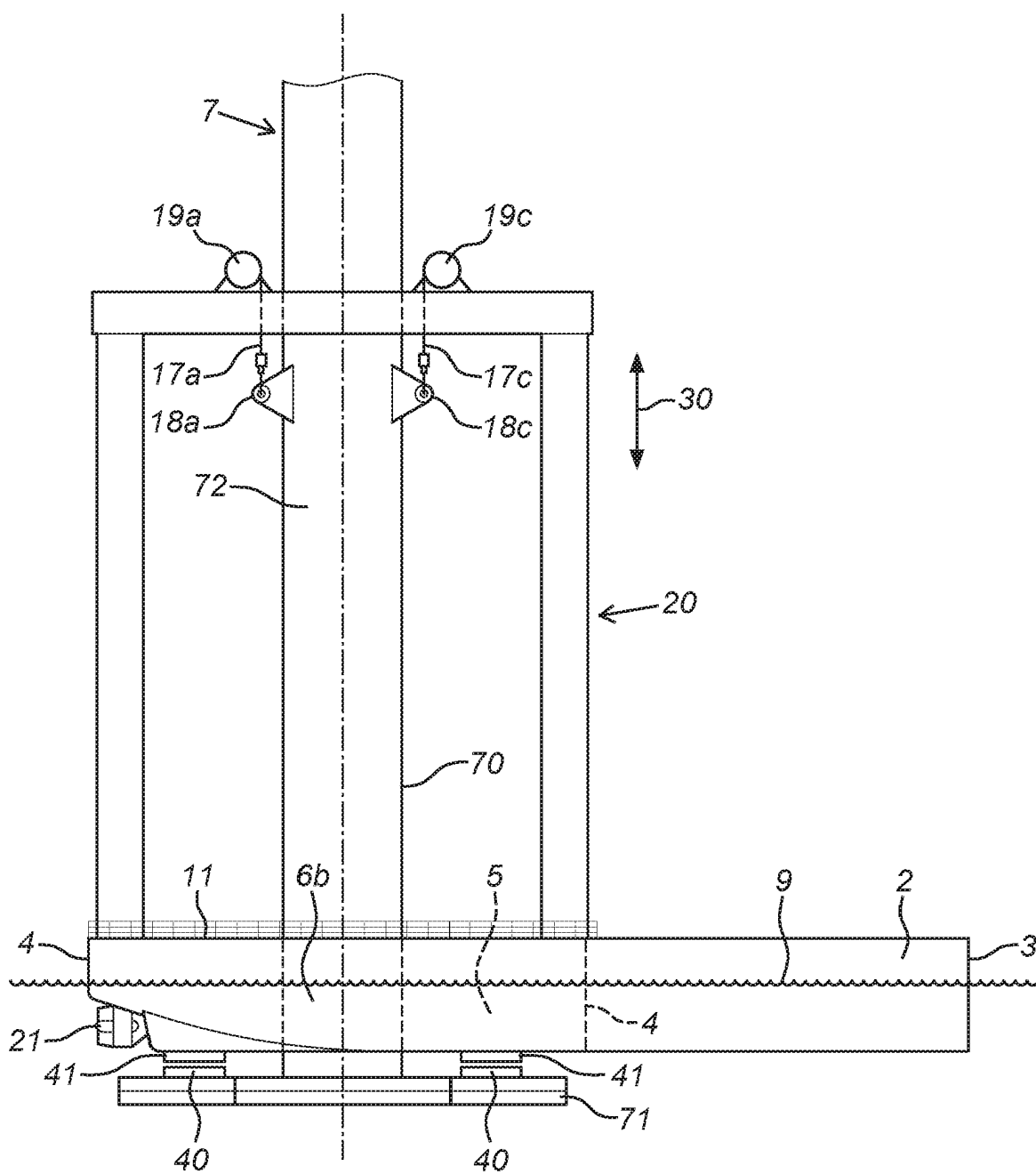


Fig. 3

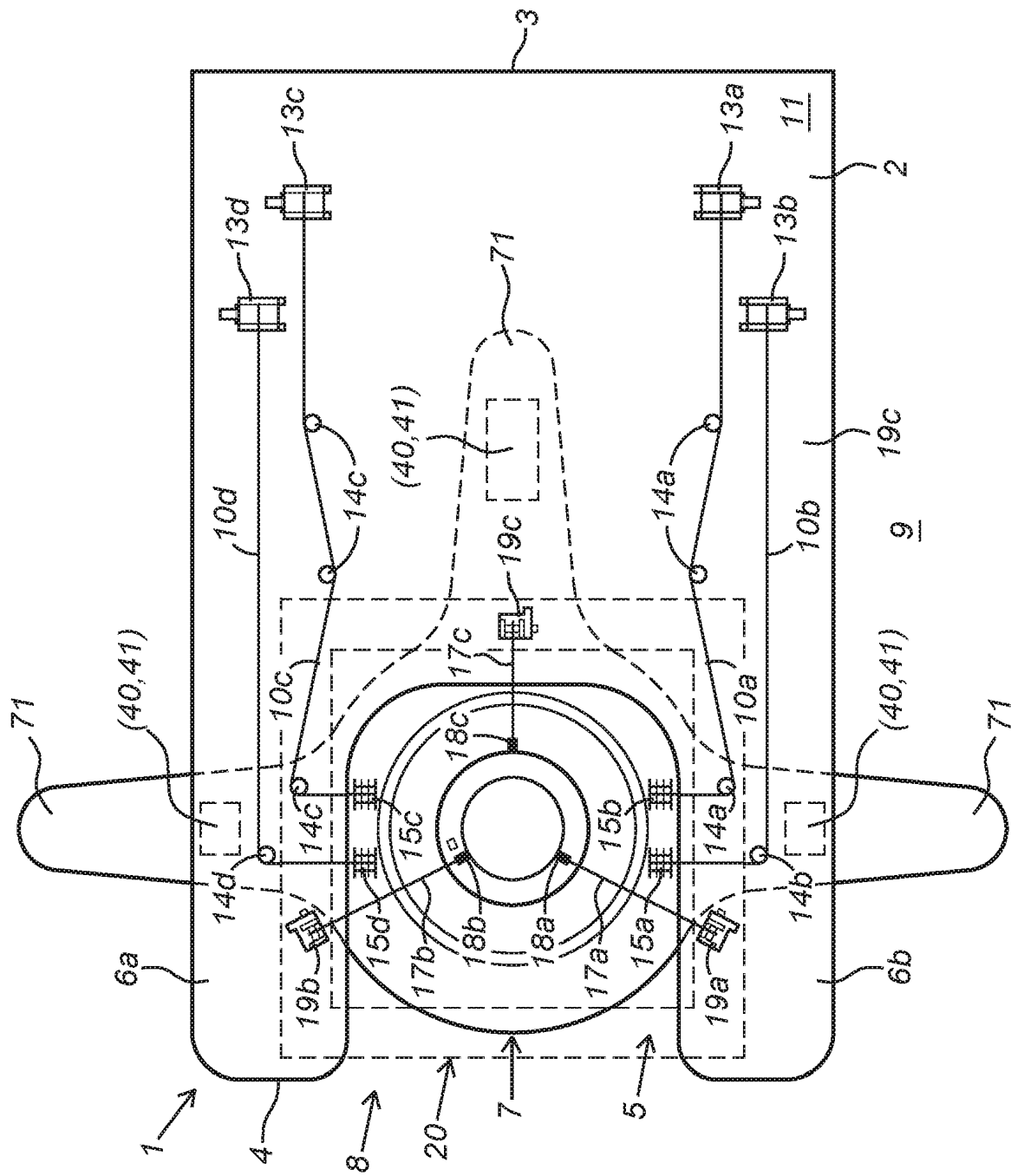


Fig. 4

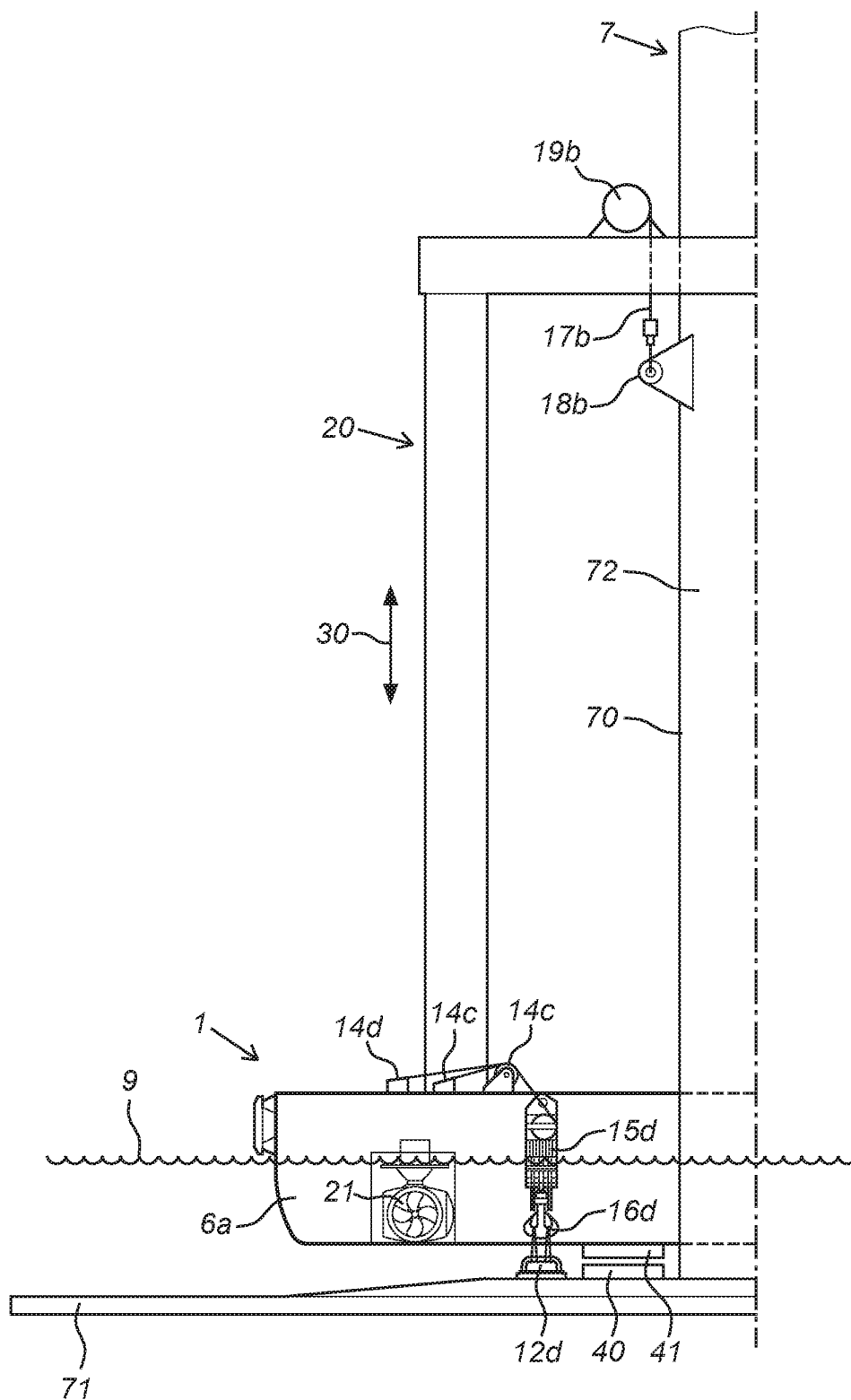


Fig. 5

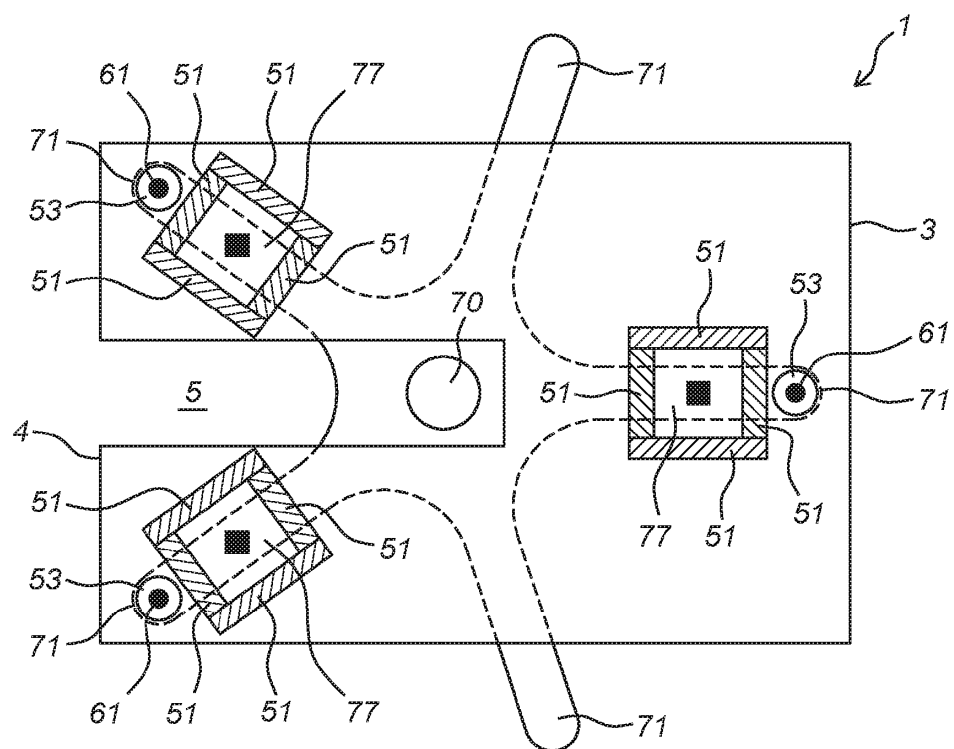


Fig. 6

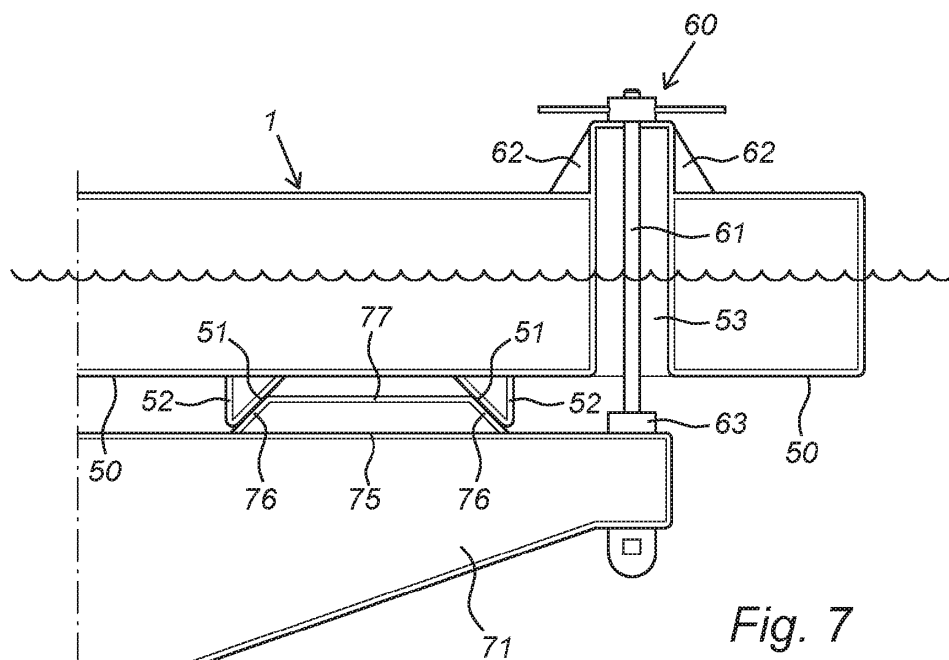


Fig. 7

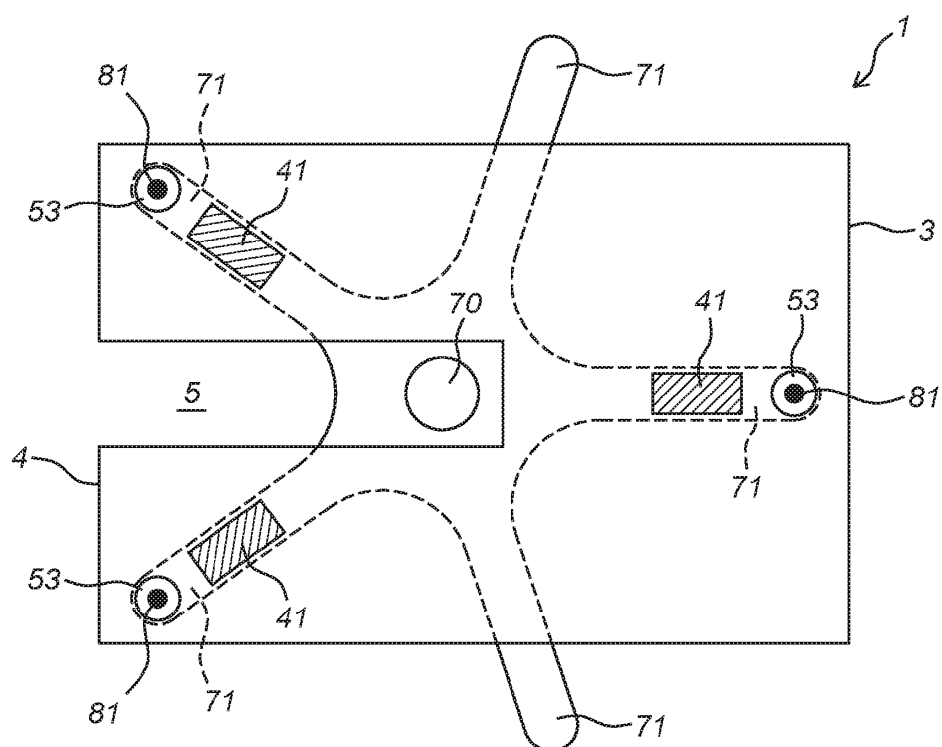


Fig. 8

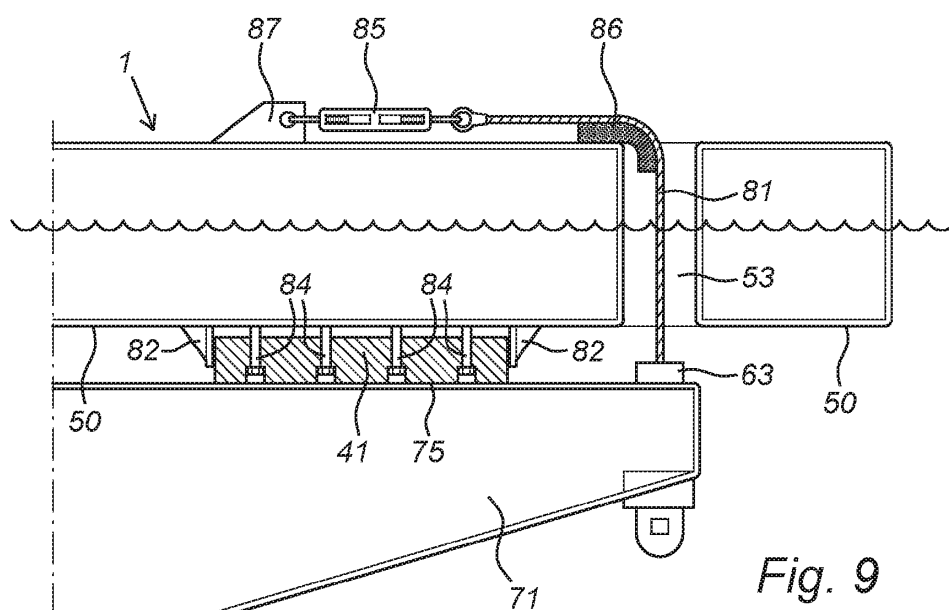


Fig. 9