

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 558**

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)
F03D 3/06 (2006.01)
F03D 9/25 (2006.01)
F03D 80/50 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
F03D 7/06 (2006.01)
H02K 7/102 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2016** **PCT/SE2016/050635**
87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017** **WO17003355**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2016** **E 16818339 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020** **EP 3317530**

54 Título: **Aparato flotante de recolección de energía eólica con convertidor de energía reemplazable**

30 Prioridad:

02.07.2015 SE 1550937

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2021

73 Titular/es:

SEATWIRL AB (100.0%)
Erik Dahlbergsgatan 11A
411 26 Göteborg, SE

72 Inventor/es:

EHRNBERG, DANIEL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 809 558 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

Aparato flotante de recolección de energía eólica con convertidor de energía reemplazable

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de recolección flotante de energía eólica para instalación en ultramar, y a un método de mantenimiento para el aparato de recolección flotante de energía eólica.

10 Antecedentes de la invención

Hace tiempo que se conoce que la energía eólica es una forma de energía limpia y segura. Recientemente, ha aumentado el uso de turbinas eólicas para generar electricidad. La mayor parte de la electricidad generada proviene a partir de turbinas eólicas terrestres.

15 Sin embargo, a veces es difícil encontrar buenas ubicaciones en tierra para nuevas turbinas eólicas, y se conoce que el viento en el mar es más fuerte y más consistente que el viento sobre la tierra. Por otro lado, las turbinas eólicas en ultramar deben ser capaces de resistir condiciones considerablemente más duras y, hasta ahora, han resultado ser más difíciles y costosas de instalar y de acceder para el mantenimiento.

20 Por lo tanto, se ha invertido mucho esfuerzo en desarrollar turbinas eólicas adecuadas para uso en ultramar.

Dado que el establecimiento de cientos de turbinas eólicas confiables y rentables en ubicaciones en ultramar, en particular, ha resultado ser un desafío importante, un enfoque ha sido desarrollar turbinas eólicas flotantes para uso en ultramar.

25 Un desarrollo particularmente interesante son las turbinas eólicas de eje vertical flotante (VAWTs), en las cuales el cuerpo de la turbina flotante de la VAWT gira en el agua, utilizando efectivamente el agua como una especie de cojinete.

30 Este enfoque, el cual prácticamente elimina la necesidad antes mencionada de la edificación costosa y complicada de cientos de turbinas eólicas y proporciona una construcción robusta y relativamente rentable, se describe en los documentos WO 20111008153, NL 1035026 y EP 2 080 899.

35 Sin embargo, como para todas las turbinas eólicas en ultramar, aún se espera que el mantenimiento sea un desafío, particularmente para turbinas eólicas muy grandes. Por lo tanto, parece haber margen de mejora. En particular, sería deseable proporcionar un mantenimiento facilitado de una turbina eólica de eje vertical flotante del tipo descrito en los documentos WO 20111008153, NL 1035026 y EP 2 080 899.

40 Resumen

En vista de los inconvenientes antes mencionados y otros de la técnica anterior, es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de recolección flotante de energía eólica mejorado, y en particular proporcionar para un mantenimiento facilitado de dicho aparato de recolección de energía eólica.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, por lo tanto, se proporciona un aparato de recolección flotante de energía eólica para la instalación en ultramar, comprendiendo el aparato de recolección de energía eólica: un cuerpo alargado de turbina eólica que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica, comprendiendo el cuerpo de turbina eólica una porción inferior del cuerpo que esta principalmente debajo de una superficie de agua cuando el aparato de recolección de energía eólica está en funcionamiento y una porción superior del cuerpo que está principalmente encima de la superficie de agua cuando el aparato de recolección de energía eólica está en funcionamiento; al menos una pala unida a la porción superior del cuerpo para convertir la energía eólica en rotación del cuerpo de turbina eólica alrededor del eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica; y un convertidor de energía unido al cuerpo de turbina eólica para convertir la rotación del cuerpo de turbina eólica en energía eléctrica, comprendiendo el convertidor de energía una primera parte del convertidor de energía acoplada al cuerpo de la turbina para girar en respuesta a la rotación del cuerpo de turbina eólica, y una segunda parte del convertidor de energía que se mantendrá relativamente estacionaria en relación al cuerpo de turbina eólica, la rotación resultante de la primera parte del convertidor de energía en relación a la segunda parte del convertidor de energía se convierte en energía eléctrica mediante el convertidor de energía, en donde el convertidor de energía está unido al cuerpo de turbina eólica a través de un primer acoplamiento mecánico liberable entre la primera parte del convertidor de energía y la porción inferior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica, y un segundo acoplamiento mecánico liberable entre la primera parte del convertidor de energía y la porción superior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica.

65 Debe entenderse que cada una de la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo pueden formarse a su vez a partir de una pluralidad de porciones, las cuales pueden realizar diferentes funciones. Por ejemplo, la

porción inferior del cuerpo puede comprender una porción que proporciona flotabilidad y una porción de lastre (un peso) para mantener el aparato de recolección flotante de energía eólica en general en posición vertical, con el eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica en general vertical. Naturalmente, la acción del viento y/o las olas pueden típicamente hacer que la orientación del eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica fluctúe, y se desvíe de la dirección vertical.

Con respecto a la porción que proporciona flotabilidad mencionada anteriormente y la porción de lastre, estas porciones pueden separarse ventajosamente tanto como sea posible, para separar el centro de flotabilidad y el centro de masa. Esta disposición proporciona un funcionamiento estable del aparato de recolección de energía eólica.

Debe entenderse que la porción inferior del cuerpo debe estar principalmente debajo de la superficie de agua lo que significa que más de la mitad de la longitud de la porción inferior del cuerpo debe estar debajo de la superficie de agua. De manera análoga, más de la mitad de la longitud de la porción superior del cuerpo debe estar por encima de la superficie de agua.

La porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo pueden estar ventajosamente conectadas de manera rígida a través de la primera parte del convertidor de energía, de modo que una revolución de la porción superior del cuerpo resulte en una revolución de la porción inferior del cuerpo.

El convertidor de energía puede ser ventajosamente un generador/motor, y una de la primera parte del convertidor de energía y la segunda parte del convertidor de energía puede comprender al menos un imán, y la otra de las partes primera y segunda del convertidor de energía puede comprender al menos una bobina, de modo que la rotación de la primera parte del convertidor de energía en relación a la segunda parte del convertidor de energía resulte en que el conductor de al menos una bobina se mueva a través del campo magnético generado por al menos un imán.

Ventajosamente, la primera parte del convertidor de energía puede comprender al menos un imán, y la segunda parte del convertidor de energía puede comprender al menos una bobina, para facilitar la conducción de corriente eléctrica a partir de y hacia el convertidor de energía. Alternativamente, uno o diversos generadores/motores pueden estar comprendidos en una de la primera parte del convertidor de energía y la segunda parte del convertidor de energía, y pueden ser impulsados (cuando está en modo generador) por la rotación relativa entre la primera y la segunda parte del convertidor de energía. Por ejemplo, uno o diversos generadores/motores pueden estar unidos a la segunda parte del convertidor de energía e impulsados (cuando está en modo generador) por un piñón en la primera parte del convertidor de energía.

Se puede conectar un brazo a la segunda parte del convertidor de energía para permitir el acoplamiento mecánico de la segunda parte del convertidor de energía a una disposición de anclaje o una disposición de frenado, con el fin de lograr la rotación relativa deseada entre la primera parte del convertidor de energía y la segunda parte del convertidor de energía.

La corriente eléctrica mencionada anteriormente puede conducirse a partir de o hacia el convertidor de energía en un conductor, el cual puede extenderse a lo largo del brazo mencionado anteriormente.

Además, el convertidor de energía puede comprender una unidad de control para controlar el funcionamiento del aparato de recolección de energía eólica. Por ejemplo, la unidad de control puede configurarse para controlar el convertidor de energía para alternar entre funcionar como un generador y funcionar como un motor. Además, la unidad de control puede estar configurada para controlar uno o diversos actuador(es), el(los) cuales puede(n) estar dispuesto(s) en la porción inferior del cuerpo y/o la porción superior del cuerpo.

Para permitir que una unidad de control comprendida en el convertidor de energía controle la operación de uno o diversos actuador(es) dispuesto(s) en la porción inferior del cuerpo y/o la porción superior del cuerpo, el aparato de recolección de energía eólica puede comprender además un acoplamiento eléctrico liberable para señales eléctricas entre el convertidor de energía y al menos una de la porción inferior del cuerpo y la porción superior del cuerpo. Ejemplos de posibles actuadores podrían ser una bomba proporcionada en la porción inferior del cuerpo y los actuadores de control de inclinación de la pala en la porción superior del cuerpo para controlar una inclinación de al menos una pala.

Debe entenderse que los acoplamientos mecánicos primero y segundo sean liberables significa que los acoplamientos mecánicos primero y segundo se pueden desacoplar y volver a acoplar. Por ejemplo, cada uno de los acoplamientos mecánicos primero y segundo se puede lograr utilizando al menos un sujetador desmontable y reutilizable.

La presente invención es con base tras la realización de que el mantenimiento del aparato de recolección flotante de energía eólica se puede hacer más fácil y más seguro mediante la recopilación de funcionalidades que probablemente necesiten reemplazo y/o mantenimiento en una unidad modular que se pueda extraer y desmontar

de forma relativamente fácil a partir del resto del aparato en el sitio. El presente inventor se ha dado cuenta además de que esto puede lograrse proporcionando una porción inferior del cuerpo y una porción superior del cuerpo, y acoplando mecánicamente de manera liberable las porciones superior e inferior del cuerpo a través de un convertidor de energía, y en particular a través de una primera parte del convertidor de energía que gira junto con las porciones inferior y superior del cuerpo de turbina eólica.

Las realizaciones de la presente invención se proporcionan así para un mantenimiento más simple y seguro de un aparato de recolección flotante de energía eólica del tipo VAWT, en particular cuando el aparato de recolección de energía eólica es muy grande. Esto a su vez proporciona un coste reducido por unidad de energía eléctrica producida durante la vida útil del aparato de recolección flotante de energía eólica.

El aparato de recolección flotante de energía eólica de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede configurarse ventajosamente de tal manera que el convertidor de energía esté dispuesto sobre la superficie de agua cuando el aparato de recolección de energía eólica está en funcionamiento.

Esto puede lograrse, por ejemplo, a través de un dimensionamiento adecuado de las porciones inferior y superior del cuerpo. Por ejemplo, la porción que proporciona flotabilidad y la porción de lastre antes mencionadas que pueden estar comprendidas en la porción inferior del cuerpo pueden dimensionarse de tal manera que el convertidor de energía está en general por encima de la superficie de agua. Naturalmente, el convertidor de energía puede estar de forma intermitente al menos parcialmente debajo de la superficie de agua, en particular en el caso de olas grandes y vientos fuertes.

Esta disposición del convertidor de energía facilita la accesibilidad del convertidor de energía y reduce su exposición al agua de mar.

De acuerdo con diversas realizaciones, la porción superior del cuerpo puede comprender una primera brida de cuerpo; la porción inferior del cuerpo puede comprender una segunda brida de cuerpo; la primera parte del convertidor de energía puede comprender una primera brida del convertidor de energía y una segunda brida del convertidor de energía; y la primera brida de cuerpo puede estar conectada mecánicamente de manera liberable a la primera brida del convertidor de energía, y la segunda brida de cuerpo puede estar conectada mecánicamente de manera liberable a la segunda brida del convertidor de energía.

Las bridas pueden estar conectadas entre sí de manera liberable a través de sujetadores adecuados, tales como pernos y tuercas. Alternativamente, los agujeros en una de las bridas conectadas pueden ser roscados.

La interfaz entre bridas conectadas puede ser plana para facilitar el deslizamiento del convertidor de energía entre la porción inferior del cuerpo y la porción superior del cuerpo. Alternativamente, al menos uno de los pares de bridas puede tener ranuras o pistas correspondientes para mejorar la transferencia de torque a través del acoplamiento mecánico formado por el par de bridas.

Por ejemplo, el par de bridas entre la porción inferior del cuerpo y el convertidor de energía puede tener una interfaz plana, y el par de bridas entre la porción superior del cuerpo y el convertidor de energía pueden tener ranuras y crestas correspondientes que se ajustan en las ranuras para proporcionar una transferencia confiable de torque a partir de la porción superior del cuerpo a la primera parte del convertidor de energía.

En general, el primer acoplamiento mecánico y el segundo acoplamiento mecánico pueden configurarse de tal manera que el convertidor de energía sea desmontable en una dirección perpendicular al eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica cuando los acoplamientos se liberan.

De acuerdo con diversas realizaciones, al menos una de la primera brida de cuerpo y la segunda brida de cuerpo pueden comprender un primer conjunto de agujeros para la unión liberable del convertidor de energía al cuerpo de turbina eólica; y un segundo conjunto de agujeros para la unión liberable temporal de una disposición de retención del cuerpo de turbina eólica al cuerpo de turbina eólica entre la primera brida de cuerpo y la segunda brida de cuerpo.

El primer conjunto de agujeros puede estar dispuesto más cerca del eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica que el segundo conjunto de agujeros, para facilitar la unión de la disposición de retención de la turbina eólica a las porciones inferior y superior del cuerpo de turbina eólica a la vez que el convertidor de energía está unido entre las porciones inferior y superior del cuerpo.

De acuerdo con las realizaciones, además, el convertidor de energía puede comprender adicionalmente una disposición de frenado acoplada mecánicamente a la primera parte del convertidor de energía y a la segunda parte del convertidor de energía; y circuito de procesamiento para controlar la disposición de frenado para reducir una velocidad de rotación de la primera parte del convertidor de energía en relación a la segunda parte del convertidor de energía. El circuito de procesamiento puede, por ejemplo, incluirse en una unidad de control para controlar otras funciones del aparato de recolección flotante de energía eólica.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de reemplazo del convertidor de energía del aparato de recolección flotante de energía eólica de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, comprendiendo el método las etapas de: unir una disposición de retención a la porción superior del cuerpo y a la porción inferior del cuerpo, estando dispuesta y configurada la disposición de retención para mantener una disposición relativa de la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo; liberar el primer acoplamiento mecánico liberable y el segundo acoplamiento mecánico liberable; reducir una fuerza axial entre el convertidor de energía y cada una de la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo; extraer el convertidor de energía; disponer un convertidor de energía de reemplazo entre la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo; unir el convertidor de energía de reemplazo a la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo a través del primer acoplamiento mecánico liberable y el segundo acoplamiento mecánico liberable; aumentar una fuerza axial entre el convertidor de energía y cada una de la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo; desmontar y extraer la disposición de retención.

Antes de extraer el convertidor de energía, la fuerza axial se reduce lo suficiente como para permitir la extracción. Ventajosamente, la fuerza de compresión que actúa sobre el convertidor de energía resultante a partir de la masa de la porción superior del cuerpo puede reducirse a cero o cerca de cero antes de extraer el convertidor de energía.

Las etapas de los métodos de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención no necesitan realizarse necesariamente en ningún orden particular. Por ejemplo, la fuerza axial entre el convertidor de energía y cada una de las porciones superior e inferior del cuerpo puede aumentarse antes de que el convertidor de energía de reemplazo se una a las porciones superior e inferior del cuerpo.

También se debe tener en cuenta que el convertidor de energía de reemplazo puede ser un convertidor de energía diferente o el mismo convertidor de energía que fue extraído previamente después del mantenimiento, tal como el reemplazo de partes.

El convertidor de energía puede extraerse ventajosamente, al menos inicialmente, desplazando el convertidor de energía en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del cuerpo de turbina eólica.

Además, el aparato de recolección flotante de energía eólica puede comprender una disposición de frenado para impedir sustancialmente la rotación del cuerpo de turbina eólica, y el método puede comprender además la etapa de controlar la disposición de frenado para impedir la rotación del cuerpo de turbina eólica antes de unir la disposición de retención a la porción superior del cuerpo y a la porción inferior del cuerpo.

Debe entenderse que el cuerpo de turbina eólica puede girar lentamente, aunque la disposición de frenado esté activada.

De acuerdo con diversas realizaciones, el método de la presente invención puede comprender además las etapas de proporcionar una embarcación flotante que lleve la disposición de retención y el convertidor de energía de reemplazo; y maniobrar la embarcación, en relación con el cuerpo de turbina eólica, de tal manera que la disposición de retención se disponga entre la porción superior del cuerpo y la porción inferior del cuerpo. En otras palabras, una embarcación flotante puede acoplarse adecuadamente con el cuerpo de turbina eólica antes de reemplazar el convertidor de energía.

La fuerza axial entre las partes superior e inferior del cuerpo y el convertidor de energía puede ser ventajosamente reducida de manera temporal calentando la disposición de retención y/o enfriando el convertidor de energía. Alternativamente, o en combinación, la disposición de retención puede comprender una disposición de elevación, la cual puede, por ejemplo, utilizar hidráulicos para elevar la porción superior del cuerpo.

En resumen, de acuerdo con diversas realizaciones, la presente invención se refiere a una VAWT flotante que comprende un cuerpo de turbina eólica que tiene una porción inferior del cuerpo y una porción superior del cuerpo; al menos una pala unida a la porción superior del cuerpo para convertir la energía eólica en rotación del cuerpo de turbina eólica; y un convertidor de energía unido al cuerpo de turbina eólica para convertir la rotación del cuerpo de turbina eólica en energía eléctrica. El convertidor de energía comprende una primera parte del convertidor de energía y una segunda parte del convertidor de energía que se mantendrán relativamente estacionarias en relación a la primera parte del convertidor de energía. El convertidor de energía se une al cuerpo de turbina eólica a través de un primer acoplamiento mecánico liberable entre la primera parte del convertidor de energía y la porción inferior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica, y un segundo acoplamiento mecánico liberable entre la primera parte del convertidor de energía y la porción superior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la presente invención se describirán ahora con más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos que muestran una realización de ejemplo de la invención, en donde:

La Figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de recolección flotante de energía eólica de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención;

La Figura 2 es una vista ampliada del convertidor de energía comprendido en el aparato de recolección de energía eólica en la Figura 1 y la conexión entre el convertidor de energía y las porciones inferior y superior del cuerpo de turbina eólica.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente una realización de ejemplo del método de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 4a-b muestran esquemáticamente un ejemplo de una embarcación flotante que puede utilizarse al llevar a cabo el método del diagrama de flujo de la Figura 3; y

La Figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente la unión de la disposición de retención al cuerpo de turbina eólica antes de extraer el convertidor de energía.

Descripción detallada de realizaciones de ejemplo

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato de recolección flotante de energía eólica en la forma de una turbina 1 eólica de eje vertical flotante (VAWT). En la Figura 1, la VAWT 1 se muestra flotando en el mar 2 y expuesta al viento 3.

Con referencia a la Figura 1, la VAWT 1 comprende un cuerpo alargado de turbina eólica que se extiende a lo largo de un eje 5 longitudinal del cuerpo de turbina eólica. Como se indica esquemáticamente en la Figura 1, el cuerpo de turbina eólica comprende una porción 7 inferior del cuerpo dispuesta principalmente debajo de la superficie 8 de agua, y una porción 10 superior del cuerpo dispuesta principalmente por encima de la superficie 8 de agua. La VAWT 1 comprende además palas 11a-c unidas a la porción 10 superior del cuerpo, y un convertidor 12 de energía unido al cuerpo de turbina eólica entre la porción 7 inferior del cuerpo y la porción 10 superior del cuerpo.

Como se describirá a continuación con más detalle, el convertidor 12 de energía comprende una primera parte 14 del convertidor de energía y una segunda parte 15 del convertidor de energía. La primera parte 14 del convertidor de energía está acoplada mecánicamente de manera liberable a la porción 7 inferior del cuerpo y la porción 10 superior del cuerpo para girar alrededor del eje 5 longitudinal del cuerpo de turbina eólica junto con las porciones 7 inferior y 10 superior del cuerpo. La segunda parte 15 del convertidor de energía está acoplada a una disposición 17 de anclaje a través del brazo 18 para mantener la segunda parte 15 del convertidor de energía relativamente estacionaria en relación a la primera parte 14 del convertidor de energía.

Como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, la porción 7 inferior del cuerpo comprende una porción 20 que proporciona flotabilidad y una porción 21 de lastre que están dimensionadas para mantener la VAWT 1 en general vertical y el convertidor 12 de energía por encima de la superficie 8 de agua.

La porción 20 que proporciona flotabilidad puede comprender un espacio lleno de espuma, haciendo que la VAWT 1 sea insubmergible, y un reservorio (no se muestra) para permitir el control de la flotabilidad de la VAWT 1. El reservorio puede llenarse de forma controlable con agua para controlar el nivel de la VAWT 1 para compensar factores tales como las variaciones en la concentración de sal en el agua y el crecimiento orgánico en la porción 7 inferior del cuerpo.

Cuando el viento 3 sopla como se indica esquemáticamente en la Figura 1, las fuerzas resultantes de la interacción entre el viento y las palas 11a-c hacen que el cuerpo de turbina eólica gire alrededor del eje 5 longitudinal. Esto a su vez resulta en la rotación de la primera parte 14 del convertidor de energía en relación a la segunda parte 15 del convertidor de energía. Esta rotación relativa se convierte en energía eléctrica.

La mayoría de las partes de la VAWT 1 en la Figura 1 pueden ser robustas y pueden estar hechas de materiales relativamente económicos y resistentes, tales como acero y hormigón, y no se moverán cuando entren en contacto con otra cosa que no sea aire o agua. Por lo tanto, es probable que la mayoría de las partes de la VAWT 1 estén operativas durante toda la vida útil de la VAWT 1. Sin embargo, el convertidor 12 de energía puede necesitar mantenimiento o reemplazo al menos en algún momento durante la vida útil de la VAWT 1.

Para facilitar el mantenimiento o reemplazo del convertidor 12 de energía, la primera parte 14 del convertidor de energía está, como se describió anteriormente, conectada mecánicamente de manera liberable entre la porción 7 inferior del cuerpo y la porción 10 superior del cuerpo.

Un ejemplo de la configuración del convertidor 12 de energía y la conexión mecánica entre el convertidor 12 de energía y las porciones 7 inferior y 10 superior del cuerpo se describirán ahora con referencia a la Figura 2.

Como se puede ver en la Figura 2, la porción 10 superior del cuerpo comprende una primera brida 25 de cuerpo, la porción 7 inferior del cuerpo comprende una segunda brida 26 de cuerpo, y la primera parte 14 del convertidor de energía comprende una primera brida 27 del convertidor de energía y una segunda brida 28 del convertidor de energía.

La primera brida 25 de cuerpo está conectada de manera liberable a la primera brida 27 del convertidor de energía a través de sujetadores liberables, aquí en la forma de pernos 30a-b y tuercas 31a-b (todos los pernos y tuercas no son visibles en la Figura 2). Del mismo modo, la segunda brida 26 de cuerpo está conectada de manera liberable a la segunda brida 28 del convertidor de energía a través de los pernos 32a-c y las tuercas 33a-c (todos los pernos y tuercas no son visibles en la Figura 2).

Como se indica esquemáticamente en la Figura 2, el convertidor 12 de energía comprende un cableado 35 eléctrico para conducir la corriente eléctrica generada por el convertidor 12 de energía a partir de la segunda parte 15 del convertidor de energía a una ubicación remota.

Además, el convertidor 12 de energía comprende una disposición de frenado que incluye un disco 37 unido a la primera parte 14 del convertidor de energía, y pinzas 38a-b de freno unidas a la segunda parte 15 del convertidor de energía. Las pinzas 38a-b de freno están controladas por circuitos de control (no se muestran en la Figura 2) incluidos en el convertidor 12 de energía.

Habiendo descrito ahora una realización de ejemplo del aparato de recolección flotante de energía eólica de acuerdo con la presente invención, ahora se describirá un método de mantenimiento de acuerdo con una realización de la presente invención con referencia al diagrama de flujo en la Figura 3 y las ilustraciones en las Figuras 4a-b y la Figura 5, y referencia continua a las Figuras 1 y 2 donde corresponda.

En una primera etapa 100, una embarcación de mantenimiento especializada atraca con la VAWT 1. Con referencia a las Figuras 4a-b, una embarcación 40 de mantenimiento de ejemplo tiene una abertura 41, una disposición 42 de retención y una grúa 43 para permitir un atraque seguro con la VAWT 1 y el remplazo del convertidor 12 de energía. En la cubierta, la embarcación 40 transporta los convertidores 45a-b de energía de remplazo.

Para poder atracar la embarcación 40 con la VAWT 1, primero se detiene la rotación de la VAWT 1 enviando de forma inalámbrica una señal a la unidad de control comprendida en el convertidor 12 de energía para frenar la VAWT 1 accionando las pinzas 38a-b de freno. Posteriormente, el nivel vertical de la embarcación 40 se controla utilizando tanques (no se muestran en las Figuras 4a-b) en la embarcación 40 para alinear la disposición 42 de retención con la primera 25 y segunda 26 bridas de cuerpo de la VAWT 1.

La disposición 42 de retención está configurada para permitir la unión temporal a las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo de la VAWT 1, y, aunque no es visible en las Figuras 4a-b, comprende adicionalmente canales para hacer circular fluido caliente en el interior de la disposición 42 de retención para expandir la disposición de retención. Como se indica esquemáticamente en las Figuras 4a-b, la embarcación 40 comprende una disposición 47 de calentamiento para calentar el fluido que circula en el interior de la disposición 42 de retención.

Volviendo al diagrama de flujo de la Figura 3, la disposición 42 de retención está unida a las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo de turbina eólica en la etapa 101. Como se indica esquemáticamente en la Figura 5, la disposición 42 de retención está conectada a la primera brida 25 del cuerpo utilizando los pernos 48a-i y a la segunda brida 26 del cuerpo utilizando los pernos 49a-i. Los canales 50 mencionados anteriormente se indican esquemáticamente en la Figura 5.

Puede ser conveniente disponer primero la disposición 42 de retención entre las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo con algo de juego, y luego calentar la disposición de retención para ponerla en contacto con la primera 25 y segunda 26 bridas de cuerpo. A partir de entonces, pueden apretarse los conjuntos de pernos superiores 48a-i e inferiores 49a-i.

En la siguiente etapa 102, el convertidor 12 de energía se libera extrayendo los pernos 30a-c, 32a-c y las tuercas 31a-c, 33a-c que unen el convertidor 12 de energía a las porciones superior 10 e inferior 7 del cuerpo.

Posteriormente, en la etapa 103, las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo se separan haciendo funcionar la disposición 47 de calentamiento para hacer circular más fluido caliente a través de los canales 50 en la disposición 42 de retención. Después de que la disposición de retención se haya expandido, el convertidor 12 de energía se extrae en la etapa 104 utilizando la grúa 43, y se ubica en la cubierta de la embarcación 40.

Posteriormente, en la etapa 105, se dispone un convertidor 45a de energía de remplazo entre las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo utilizando la grúa 43.

El generador 45a de remplazo se une a las porciones inferior 7 y superior 10 del cuerpo en la etapa 106, y la disposición de retención se desacopla entonces en la etapa 107 extrayendo los conjuntos de pernos superiores 48a-i

e inferiores 49a-i y permitiendo que la disposición de retención se enfríe (o enfriar activamente la disposición de retención) y aleje la embarcación 40 de la VAWT 1.

5 El experto en la técnica se da cuenta de que la presente invención no está limitada de ninguna manera a las realizaciones preferidas descritas anteriormente. Por el contrario, son posibles diversas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10 En las reivindicaciones, la palabra “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Un solo procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de diversos elementos mencionados en las reivindicaciones. El simple hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse con ventaja. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) flotante de recolección de energía eólica para instalación en ultramar, comprendiendo dicho aparato de recolección de energía eólica:
 - un cuerpo alargado de turbina eólica que se extiende a lo largo de un eje (5) longitudinal del cuerpo de turbina eólica, comprendiendo dicho cuerpo de turbina eólica una porción (7) inferior del cuerpo para estar principalmente debajo de una superficie (8) de agua cuando el aparato (1) de recolección de energía eólica está en funcionamiento y una porción (10) superior del cuerpo para estar principalmente por encima de la superficie de agua cuando el aparato (1) de recolección de energía eólica está en funcionamiento;
 - al menos una pala (11a-c) unida a la porción (10) superior del cuerpo para convertir la energía eólica en rotación del cuerpo de turbina eólica alrededor del eje (5) longitudinal del cuerpo de turbina eólica; y
 - un convertidor (12) de energía unido a dicho cuerpo de turbina eólica para convertir la rotación de dicho cuerpo de turbina eólica en energía eléctrica,comprendiendo dicho convertidor (12) de energía una primera parte (14) del convertidor de energía acoplada a dicho cuerpo de turbina para girar en respuesta a la rotación de dicho cuerpo de turbina eólica, y una segunda parte (15) del convertidor de energía para mantenerse relativamente estacionaria en relación a dicho cuerpo de turbina eólica, la rotación resultante de dicha primera parte (14) del convertidor de energía en relación con dicha segunda parte (15) del convertidor de energía siendo convertida en energía eléctrica por dicho convertidor (12) de energía, caracterizado porque dicho convertidor (12) de energía está unido a dicho cuerpo de turbina eólica a través de un primer acoplamiento mecánico liberable entre dicha primera parte (14) del convertidor de energía y dicha porción (7) inferior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica, y un segundo acoplamiento mecánico liberable entre dicha primera parte (14) del convertidor de energía y dicha porción (10) superior de cuerpo del cuerpo de turbina eólica.
2. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho aparato de recolección flotante de energía eólica está configurado de tal manera que dicho convertidor (12) de energía está dispuesto por encima de la superficie (8) de agua cuando el aparato (1) de recolección de energía eólica está en funcionamiento.
3. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde:
 - dicha porción (10) superior del cuerpo comprende una primera brida (25) del cuerpo;
 - dicha porción (7) inferior del cuerpo comprende una segunda brida (26) del cuerpo;
 - dicha primera parte (14) del convertidor de energía comprende una primera brida (27) del convertidor de energía y una segunda brida (28) del convertidor de energía; y
 - dicha primera brida (25) de cuerpo está conectada de manera liberable a dicha primera brida (27) del convertidor de energía, y dicha segunda brida (26) de cuerpo está conectada de manera liberable a dicha segunda brida (28) del convertidor de energía.
4. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde:
 - dicha primera brida (25) de cuerpo está conectada de manera liberable a dicha primera brida (27) del convertidor de energía a través de una primera disposición de sujeción liberable; y
 - dicha segunda brida (26) de cuerpo está conectada de manera liberable a dicha segunda brida (28) del convertidor de energía a través de una segunda disposición de sujeción liberable.
5. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en donde cada una de dichas primera y segunda disposiciones de sujeción liberables comprende una pluralidad de pernos (30a-c, 32a-c) y tuercas (31a-c, 33a- C) correspondientes.
6. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde al menos una de dicha primera brida (25) de cuerpo y dicha segunda brida (26) de cuerpo comprende:
 - un primer conjunto de agujeros para la unión liberable de dicho convertidor (12) de energía a dicho cuerpo de turbina eólica; y

un segundo conjunto de agujeros para la unión liberable temporal de una disposición (42) de retención del cuerpo de turbina eólica a dicho cuerpo de turbina eólica entre dicha primera brida (25) de cuerpo y dicha segunda brida (26) de cuerpo.

5 7. El aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho convertidor de energía comprende además:

una disposición de frenado acoplada mecánicamente a dicha primera parte (14) del convertidor de energía y a dicha segunda parte (15) del convertidor de energía; y

10 un circuito de procesamiento para controlar dicha disposición de frenado para reducir una velocidad de rotación de dicha primera parte (14) del convertidor de energía en relación con dicha segunda parte (15) del convertidor de energía.

15 8. Un método para reemplazar el convertidor (12) de energía del aparato (1) flotante de recolección de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho método las etapas de:

20 unir (101) una disposición (42) de retención a dicha porción (10) superior del cuerpo y a dicha porción (7) inferior del cuerpo, estando dispuesta y configurada dicha disposición de retención para mantener una disposición relativa de dicha porción superior del cuerpo y dicha porción inferior del cuerpo;

liberar (102) dicho primer acoplamiento mecánico liberable y dicho segundo acoplamiento mecánico liberable;

25 reducir una fuerza axial entre dicho convertidor (12) de energía y cada una de dicha porción (10) superior del cuerpo y dicha porción (7) inferior del cuerpo;

extraer (104) dicho convertidor de energía;

30 disponer (105) un convertidor de energía de reemplazo entre dicha porción (10) superior del cuerpo y dicha porción (7) inferior del cuerpo;

35 unir (106) dicho convertidor de energía de reemplazo a dicha porción (10) superior del cuerpo y dicha porción (7) inferior del cuerpo a través de dicho primer acoplamiento mecánico liberable y dicho segundo acoplamiento mecánico liberable;

aumentar una fuerza axial entre dicho convertidor de energía y cada una de dicha porción superior del cuerpo y dicha porción inferior del cuerpo;

desmontar y extraer dicha disposición de retención.

40 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicho convertidor de energía se extrae, al menos inicialmente, desplazando (103) dicho convertidor de energía en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de dicho cuerpo de turbina eólica.

45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde dicho aparato (1) flotante de recolección de energía eólica comprende una disposición de frenado para impedir sustancialmente la rotación de dicho cuerpo de turbina eólica,

dicho método comprende además la etapa de:

50 controlar dicha disposición de frenado para impedir la rotación de dicho cuerpo de turbina eólica antes de unir dicha disposición (42) de retención a dicha porción (10) superior del cuerpo y a dicha porción (7) inferior del cuerpo.

11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, comprendiendo además las etapas de:

55 proporcionar una embarcación (40) flotante que lleva dicha disposición (42) de retención y dicho convertidor de energía de reemplazo; y

60 maniobrar dicha embarcación, en relación con dicho cuerpo de turbina eólica, de tal manera que dicha disposición (42) de retención se disponga entre dicha porción (10) superior del cuerpo y dicha porción (7) inferior del cuerpo.

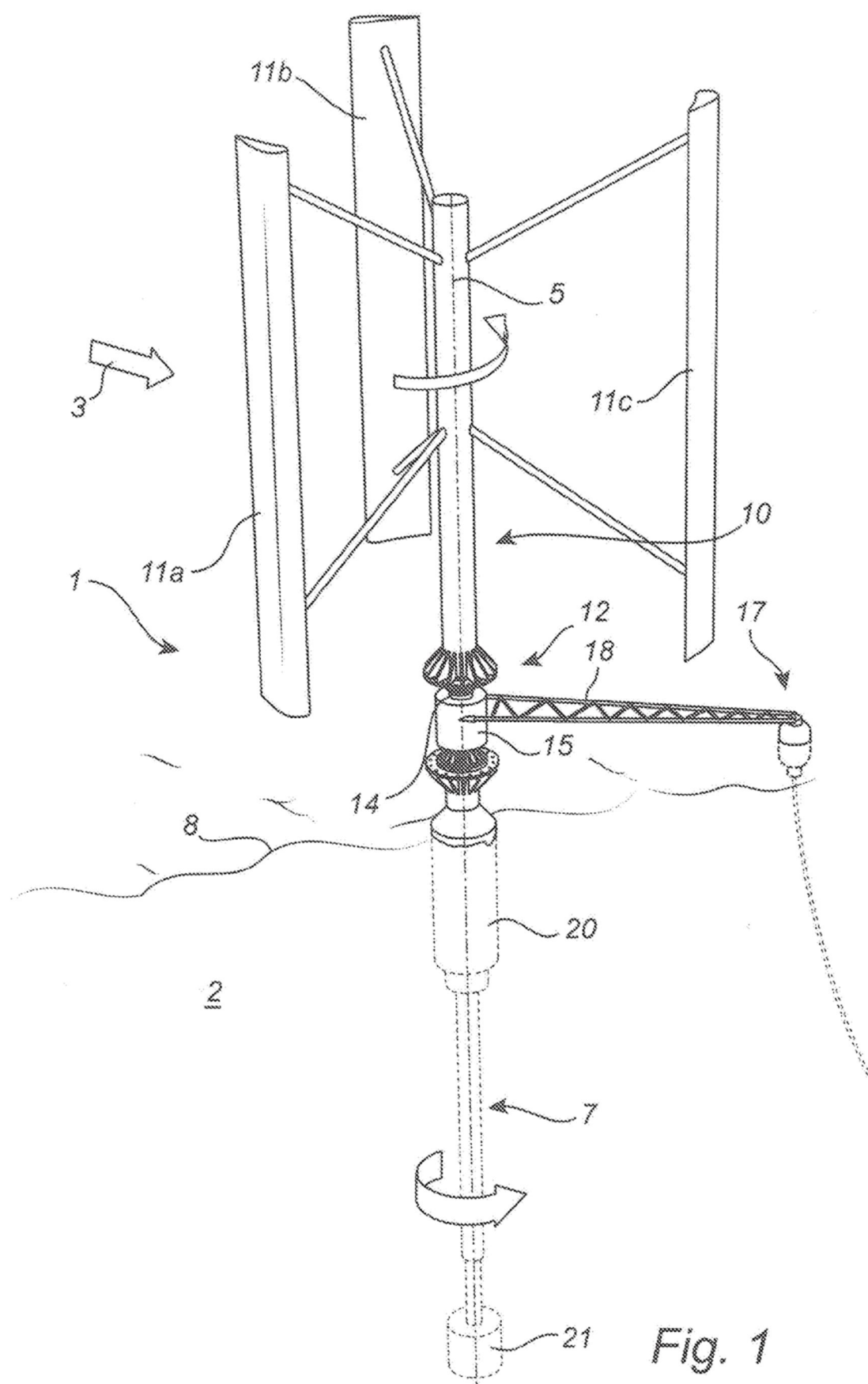
12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde dicha etapa de reducir dicha fuerza axial comprende la etapa de:

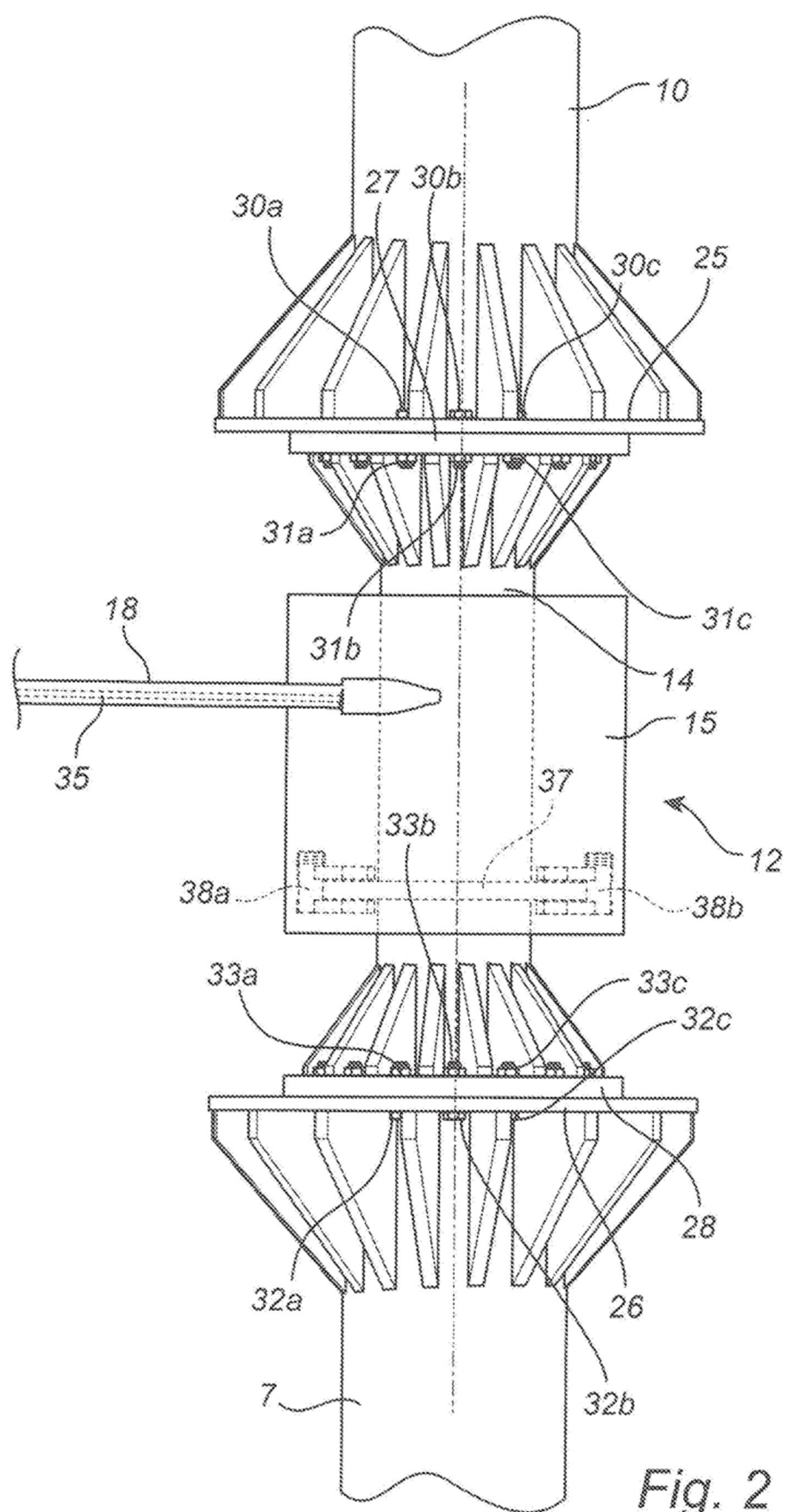
65 calentar dicha disposición (42) de retención para expandir dicha disposición de retención.

13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en donde dicha etapa de reducir dicha fuerza axial comprende la etapa de:

enfriar dicha disposición (42) de retención para contraer dicha disposición de retención.

5





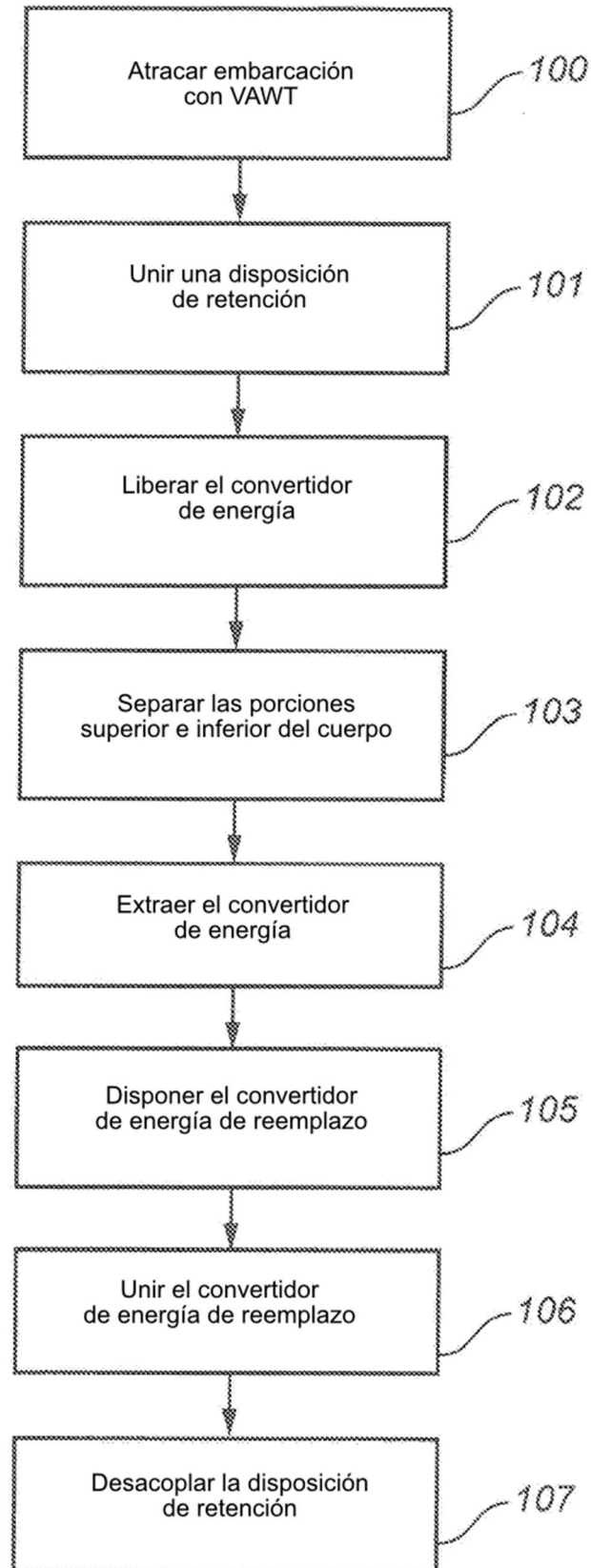
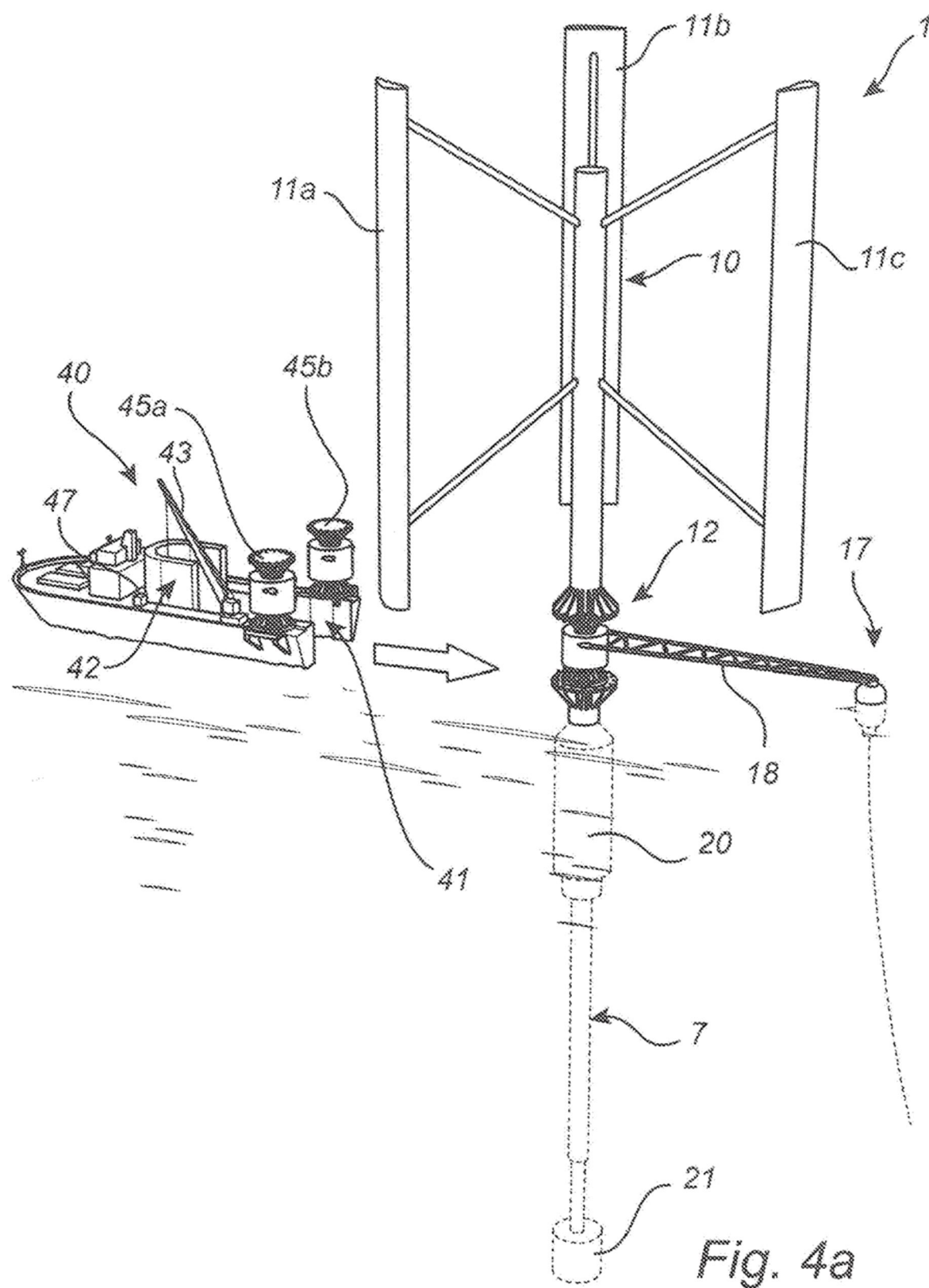
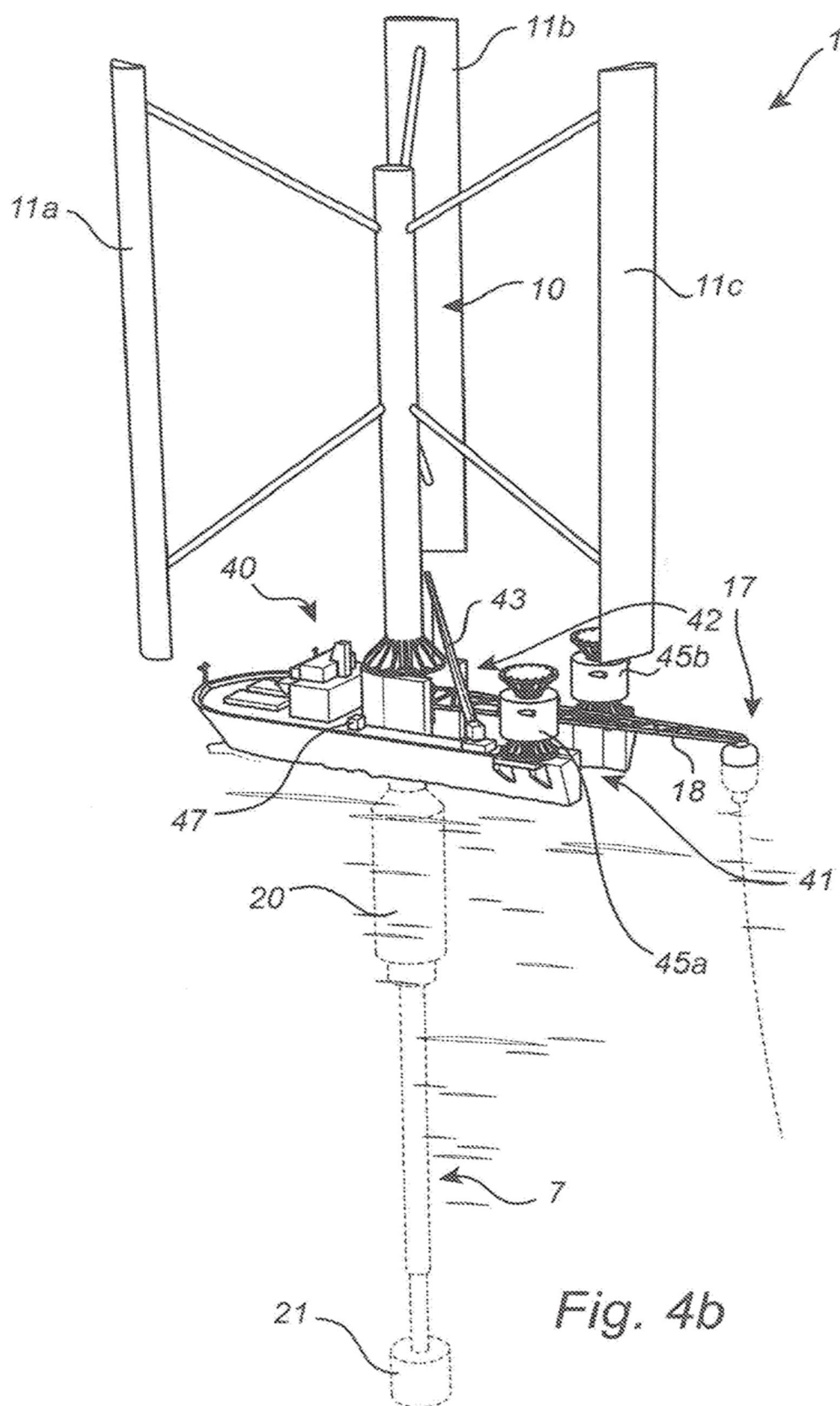


Fig. 3





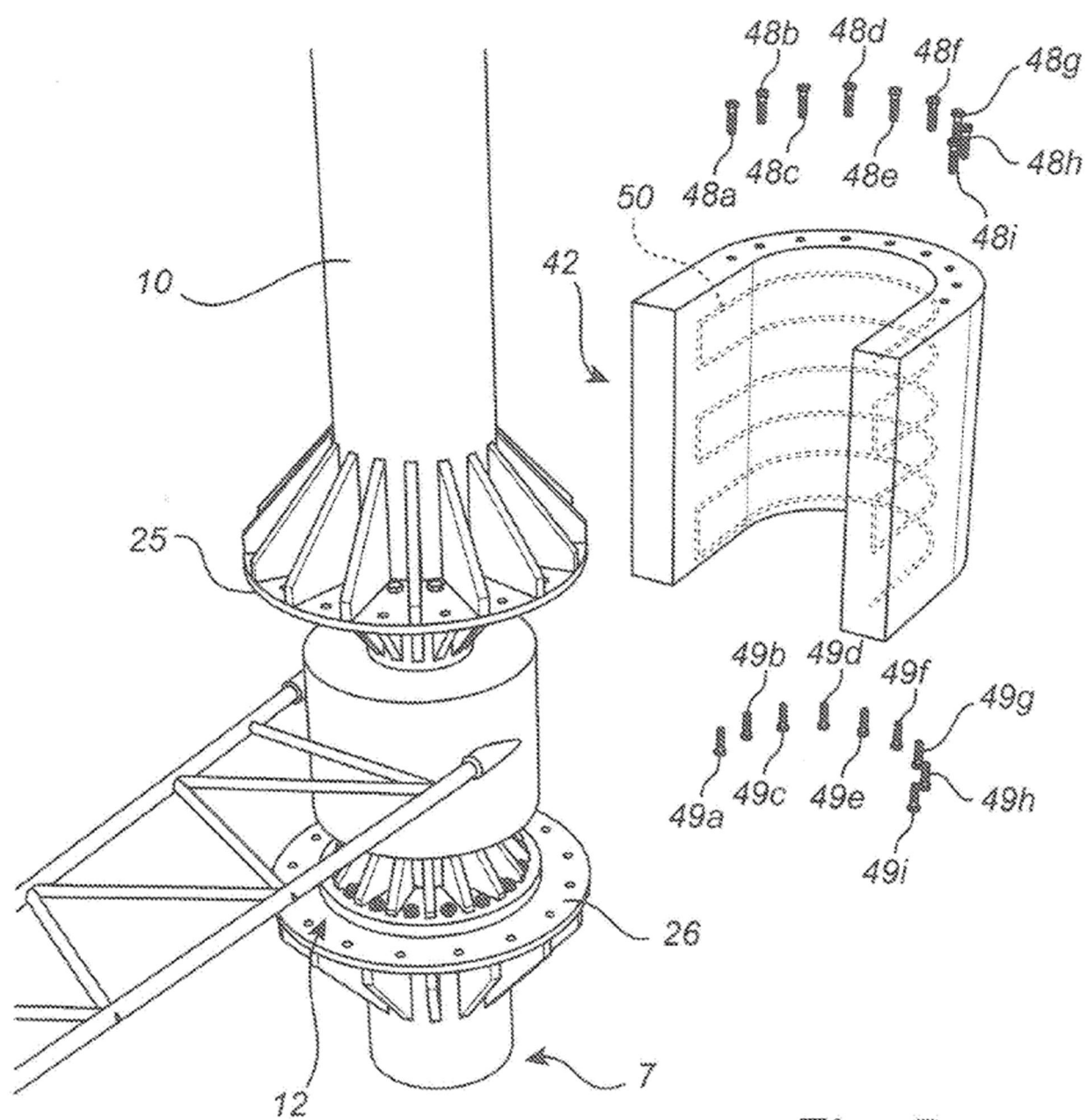


Fig. 5