(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 795 284**

(51) Int. Cl.:

F03D 13/20	(2006.01)	***F03D 13/25***	(2006.01)
B63B 35/00	(2010.01)		
B63B 35/38	(2006.01)		
B63B 35/44	(2006.01)		
F03D 9/00	(2006.01)		
B63B 1/10	(2006.01)		
B63B 1/04	(2006.01)		
B63B 1/12	(2006.01)		
B63B 5/20	(2006.01)		
B63B 43/06	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2014** **E 18160087 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 3382201**

(54) Título: **Estructura de cuerpo flotante**

(30) Prioridad:

01.04.2013 JP 2013076294

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2020

(73) Titular/es:

NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP

(72) Inventor/es:

TOMINAGA, TOMONORI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 795 284 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

Estructura de cuerpo flotante

[Campo técnico de la Invención]
La presente invención se refiere a una estructura de cuerpo flotante que soporta un objeto que va a soportarse tal como un generador de turbina eólica de manera que el objeto que va a soportarse flota en el mar.

Se reivindica prioridad sobre la solicitud de patente japonesa n.º 2013-076294, presentada el 1 de abril de 2013

[Técnica relacionada]
Convencionalmente, en lo referente a métodos de generación de energía, existe generación de energía mediante la combustión de combustibles fósiles, la generación de energía nuclear, la generación de energía usando energía renovable, y similares. Entre estas, en la generación de energía mediante la combustión de combustibles fósiles, se ha destacado la desventaja de que existe cierta preocupación de que puede provocar calentamiento global, depleción de combustibles fósiles, o similares. Además, en la generación de energía nuclear, se ha destacado que cuando se producen un accidente en una central de energía, se provoca una enorme cantidad de daños.

Por el contrario, en la generación de energía usando energía renovable, no existen desventajas relacionadas, por ejemplo, con el calentamiento global, la depleción de combustibles fósiles y los daños de larga duración después de accidentes, y por tanto, la construcción de sistemas de generación de energía que usan energía renovable se ha fomentado de manera urgente a escala global. Como sistemas de generación de energía que usan energía renovable, la generación de energía eólica que genera energía eléctrica mediante un generador de turbina eólica en el que se hacen rotar unas palas por el viento incluye de manera deseable el generador de turbina eólica instalado en mar abierto donde se suministra de manera más fiable viento fuerte.

En cuanto a los métodos principales de instalación del generador de turbina eólica en el mar, existe un método de extensión de una estructura de soporte desde un pilote de cimentación introducido en el fondo marino hasta la superficie del mar y de instalación del generador de turbina eólica sobre la estructura de soporte que se extiende hasta la superficie del mar, y un método de instalación del generador de turbina eólica sobre una estructura de cuerpo flotante que se hace flotar en el mar. En mar abierto, donde se instala el generador de turbina eólica, la longitud de la estructura de soporte pasa a ser más larga a medida que la profundidad del agua pasa a ser más profunda, y por tanto se aumentan los costes de instalación del generador de turbina eólica y similares, y por tanto, es difícil adoptar este método de instalación del generador de turbina eólica sobre la estructura de soporte que se extiende hasta la superficie del mar. Por tanto, como método de instalación del generador de turbina eólica en el mar, es deseable adoptar un método de instalación del generador de turbina eólica sobre la estructura de cuerpo flotante que se hace flotar en el mar.

De esta manera, se propone como instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante en la que se instala el generador de turbina eólica sobre la estructura de cuerpo flotante que se hace flotar en el mar, por ejemplo, una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante de tipo de pontón tal como se da a conocer a continuación en el documento de patente 1 o una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante de tipo de espeque tal como se da a conocer a continuación en los documentos de patente 2 a 4.

[Documentos de la técnica anterior]

[Documentos de patente]
[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación nº. 2004-19470
[Documento de patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación nº. 2010-223113
[Documento de patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación nº. 2012-25272
[Documento de patente 4] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación nº. 2009-248792

[Exposición de la Invención]

[Problemas que van a resolverse mediante la Invención]
La técnica dada a conocer en el documento de patente 1 es proporcionar una pluralidad de secciones de flotabilidad principales en una parte de extremo de base de un generador de turbina eólica y conectar estas secciones de flotabilidad principales mediante una sección de flotabilidad de conexión. En la técnica dada a conocer en el documento de patente 1, las secciones de flotabilidad principales y la sección de flotabilidad de conexión se hacen flotar sólo con partes inferiores de las mismas hundidas bajo el agua. En este momento, puesto que la sección de flotabilidad de conexión conecta la pluralidad de secciones de flotabilidad principales a lo largo de la superficie del mar, una zona que se enfrenta a las olas del mar es grande. Además, puesto que las secciones de flotabilidad principales y la sección de flotabilidad de conexión se hacen flotar en la superficie del mar, las secciones de flotabilidad principales y la sección de flotabilidad de conexión reciben directamente la energía de las olas del mar. Por tanto, en la estructura de cuerpo flotante de tipo de pontón dada a conocer en el documento de patente 1, existe

un problema de que en el caso de estar instalado en mar abierto donde la energía de las olas del mar es grande, toda la estructura pasa fácilmente a ser inestable debido a la influencia de las olas del mar.

Además, en la técnica dada a conocer en el documento de patente 1, con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, también se concibe un método para hacer flotar las secciones de flotabilidad principales y una sección 90 de flotabilidad de conexión con la totalidad hundida bajo el agua a una profundidad del agua predeterminada reduciendo la flotabilidad de las secciones de flotabilidad principales y la sección 90 de flotabilidad de conexión. Sin embargo, la altura del generador de turbina eólica alcanza a veces aproximadamente 120 m por encima de la superficie del mar, y la profundidad del agua de una ubicación en la que la totalidad de las secciones de flotabilidad principales y la sección 90 de flotabilidad de conexión están hundidas y que se hacen flotar en el agua está habitualmente en un intervalo de 15 m a 20 m a medida que la altura del generador de turbina eólica pasa a ser más alta, y también existe un caso en el que el máximo de la profundidad del agua supera los 60 m. En este caso, tal como se muestra en la figura 20, en la técnica dada a conocer en el documento de patente 1, la forma en sección transversal de la sección 90 de flotabilidad de conexión es una forma rectangular. Por tanto, existe el problema de que se genera fácilmente gran tensión equivalente en partes de esquina de la sección transversal rectangular de la sección 90 de flotabilidad de conexión y una parte central de cada lado de la sección transversal rectangular en un caso en el que una gran presión de agua actúa en una ubicación en la que la profundidad del agua es profunda.

Además, con el fin de asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua, también se concibe un método de engrosamiento de paredes de la sección de flotabilidad principal y la sección 90 de flotabilidad de conexión, o un método para proporcionar un elemento 92 de rigidez perpendicular a una superficie de pared en el interior de una pared. Sin embargo, en estos métodos, existe el problema de que, por ejemplo, en un caso en el que se usa acero para la pared, la cantidad de acero usada aumenta, y por tanto aumentan los costes de fabricación de la sección de flotabilidad principal y la sección 90 de flotabilidad de conexión.

Además, en un caso en el que espacios en el interior de las paredes de las secciones de flotabilidad principales y la sección 90 de flotabilidad de conexión están totalmente llenos de hormigón con el fin de asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua, aumenta el peso de las secciones de flotabilidad principales y la sección 90 de flotabilidad de conexión, y por tanto existe un problema en el que no se obtiene la flotabilidad necesaria para hacer flotar las secciones de flotabilidad principales y la sección 90 de flotabilidad de conexión a una profundidad del agua predeterminada.

El documento de patente 2 da a conocer una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante de tipo de espeque. Una sección de cuerpo flotante está compuesta por cuerpos tubulares prefabricados de hormigón apilados en una pluralidad de etapas en una dirección de altura e integrados encajando de manera ajustada los respectivos cuerpos tubulares prefabricados mediante acero de PC, y tiene una parte hueca de fondo que tiene una parte de extremo superior abierta. En este caso, la sección de cuerpo flotante tiene suficiente rendimiento durante la operación de generación de energía eólica. Sin embargo, existe un problema durante la construcción.

Al apilar los cuerpos tubulares prefabricados y realizar el encajamiento apretado mediante el acero de PC en el aire, existe el caso de apilar los cuerpos tubulares prefabricados en una dirección longitudinal y el caso de hacer que los cuerpos tubulares prefabricados queden tumbados de lado y disponer los cuerpos tubulares prefabricados. En el caso de apilar los cuerpos tubulares prefabricados en la dirección longitudinal, se construye adicionalmente una torre en el cuerpo flotante, y por tanto se requiere una grúa muy alta, y por tanto, es difícil lidiar con un aumento del tamaño de una turbina eólica. Además, en el caso de hacer que los cuerpos tubulares prefabricados queden tumbados de lado y de disponer los cuerpos tubulares prefabricados, se resuelve el problema de la altura de una grúa. Sin embargo, puesto que el peso total de los cuerpos tubulares prefabricados es muy pesado, un momento grande actúa sobre la sección de cuerpo flotante cuando cada uno de los cuerpos tubulares prefabricados está de pie en la sección de cuerpo flotante. Con el fin de asegurar la resistencia suficiente frente al momento grande, se requiere una gran cantidad de acero de PC.

En un caso en el que se produzcan grietas o similares en la sección de cuerpo flotante debido a resistencia a la flexión insuficiente cuando cada uno de los cuerpos tubulares prefabricados está de pie en la sección de cuerpo flotante, después, durante la operación de generación de energía eólica, la sección de cuerpo flotante está presente en el agua, recibiendo de ese modo presión de agua. La presión de agua actúa sobre la sección de cuerpo flotante como pretensado horizontal. Sin embargo, casi ninguno de estos efectos puede esperarse en la dirección vertical. Por esta razón, no hay acción de cierre de las grietas generadas, y por tanto la sección de cuerpo flotante tiene un problema en la durabilidad o similar. Es decir, la técnica dada a conocer en el documento de patente 2 es una técnica que tiene un límite con respecto a un aumento del tamaño de una estructura.

La estructura de cuerpo flotante de tipo de espeque dada a conocer en el documento de patente 3 incluye: una sección de columna cilíndrica que tiene una superficie periférica expuesta a una línea de agua en el momento de flotar; una sección de lastre dispuesta en una parte inferior de la sección de columna; y una sección de brida dispuesta en una parte intermedia de la sección de columna. La estructura de cuerpo flotante configurada de esta manera está desarrollada con el propósito de facilitar la instalación o el mantenimiento de la estructura de cuerpo

flotante mediante un barco de trabajo y no pretende resolver un problema de durabilidad asociado con un aumento de tamaño.

La estructura de cuerpo flotante de tipo de espeque dada a conocer en el documento de patente 4 incluye: un cuerpo flotante inferior hueco fabricado uniendo los cuerpos de tapa superior e inferior a un bloque de hormigón prefabricado tubular instalado de manera continua entre los cuerpos de tapa usando acero de PC; un cuerpo flotante superior hueco unido al cuerpo flotante inferior usando acero de PC y compuesto por una tapa superior y un bloque de hormigón prefabricado que tiene un diámetro más pequeño que el bloque de hormigón prefabricado descrito anteriormente; y un tanque de lastre unido a la superficie inferior del cuerpo flotante inferior a través de un tubo de acero de conexión.

Tal como se ha descrito anteriormente, en un caso en el que la estructura de cuerpo flotante está configurada del acero de PC, puesto que una fuerza de tracción no debe actuar sobre la superficie del hormigón, se requiere una cantidad muy grande de acero de PC. En particular, durante la construcción de la estructura de cuerpo flotante, es necesario realizar el transporte, el amerizaje en el agua, o el hundimiento de la estructura de cuerpo flotante en un estado en el que la estructura de cuerpo flotante está tumbada de lado. Por tanto, un momento de flexión muy grande actúa sobre la estructura configurada de los aceros de PC pesados. De esta manera, la estructura de cuerpo flotante de tipo de espeque dada a conocer en el documento de patente 4 tampoco pretende resolver el problema de durabilidad asociado con un aumento de tamaño. El documento WO2012/061710 A2 describe una estructura de cuerpo flotante conocida constituida por tubos de metal y elementos de hormigón.

La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias mencionadas anteriormente y tiene el objeto de proporcionar una estructura de cuerpo flotante en la que sea posible asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar que se usa en una pared, incluso en un caso en el que la estructura de cuerpo flotante flote en el agua con la totalidad de la estructura de cuerpo flotante hundida bajo el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, y resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada, y que tiene un gran resistencia a la flexión.

[Medidas para resolver el problema]
La presente invención adopta las siguientes medidas con el fin de conseguir el objeto anterior resolviendo los problemas descritos anteriormente.

(1) Una estructura de cuerpo flotante según un aspecto de la presente invención es una estructura de cuerpo flotante según la reivindicación 1, en la que la estructura soporta un objeto que va a soportarse de manera que el objeto que va a soportarse flota en el mar, incluyendo una sección de cuerpo flotante conectada a una parte de extremo de base del objeto que va a soportarse, en la que la sección de cuerpo flotante tiene un cuerpo de tapa hecho de acero, un tubo externo hecho de acero, y un tubo interno hecho de acero y proporcionado en el interior del tubo externo, y la sección de cuerpo flotante está herméticamente sellada por el cuerpo de tapa en un estado en el que al menos una parte de un hueco formado entre una superficie de pared externa del tubo interno y una superficie de pared interna del tubo externo está lleno de hormigón o mortero.
(2) En la estructura de cuerpo flotante según el (1) anterior, el tubo interno puede tener una primera parte de unión que une una pluralidad de tubos de acero para tubo interno teniendo cada uno una longitud predeterminada a lo largo de una dirección longitudinal de la sección de cuerpo flotante, el tubo externo puede tener una segunda parte de unión que une una pluralidad de tubos de acero para tubo externo teniendo cada uno una longitud predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal, y la primera parte de unión y la segunda parte de unión pueden estar dispuestas de manera alterna en la dirección longitudinal.
(3) En la estructura de cuerpo flotante según el (2) anterior, cada uno del tubo de acero para tubo interno y del tubo de acero para tubo externo puede ser un tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero.
(4) En la estructura de cuerpo flotante según el (1) anterior, cada uno del tubo interno y del tubo externo puede ser un tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero.
(5) En la estructura de cuerpo flotante según uno cualquiera de los (1) a (4) anteriores, la parte de extremo de base del objeto que va a soportarse puede penetrar hacia el interior del tubo interno desde el exterior en una dirección radial del tubo interno y el tubo externo y una parte hueca que está formada por una superficie de pared interna del tubo interno puede estar llena de hormigón o mortero en una posición en la que penetra la parte de extremo de base.
(6) En la estructura de cuerpo flotante según uno cualquiera de los (1) a (5) anteriores, el tubo interno puede ser una parte extendida de la parte de extremo de base del objeto que va a soportarse.
(7) En la estructura de cuerpo flotante según uno cualquiera de los (1) a (5) anteriores, la parte de extremo de base del objeto que va a soportarse puede insertarse en el tubo interno y una parte hueca que está formada por una superficie de pared interna del tubo interno puede estar llena de hormigón o mortero en una posición en la que se inserta la parte de extremo de base.
(8) En la estructura de cuerpo flotante según uno cualquiera de los (1) a (7) anteriores, puede proporcionarse

una pluralidad de las secciones de cuerpo flotante y la pluralidad de secciones de cuerpo flotante pueden estar conectadas entre sí mediante una sección de conexión de cuerpo flotante.

(9) En la estructura de cuerpo flotante según uno cualquiera de los (1) a (8) anteriores, el hueco entre la superficie de pared externa del tubo interno y la superficie de pared interna del tubo externo puede ser de 600 mm o más, y al menos una parte de un diámetro externo del tubo externo puede ser de 6500 mm o más.

[Efectos de la Invención]

Según la estructura de cuerpo flotante según el aspecto del (1) anterior, es posible asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar que se usa en una pared, incluso en un caso en el que la estructura de cuerpo flotante se hace flotar en el agua con la totalidad hundida bajo el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, y resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada. Además, resulta posible asegurar suficiente resistencia a la flexión.

En particular, según la estructura de cuerpo flotante según el aspecto del (2) anterior, la posición de la primera parte de unión del tubo interno está en una parte de lámina de acero del tubo externo en la misma posición en la dirección longitudinal y la posición de la segunda parte de unión del tubo externo está en una parte de lámina de acero del tubo interno en la misma posición en la dirección longitudinal, y por tanto se realiza una configuración en la que la primera parte de unión del tubo interno y la segunda parte de unión del tubo externo no están presentes en la misma sección transversal en la dirección longitudinal. Debido a esto, es posible dispersar partes de unión que probablemente bajarían la resistencia total si estuviesen en la misma sección transversal, y por tanto resulta posible impedir la rotura de la sección de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble.

En particular, según la estructura de cuerpo flotante según el aspecto del (3) anterior, la soldadura del tubo interno y el tubo externo en la dirección longitudinal se sustituye por un cordón en espiral. La soldadura del cordón en espiral es una soldadura automática en fábrica, y por tanto, resulta posible proporcionar una sección de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble con un coste de fabricación reducido. Además, el cordón en espiral actúa como tope de desplazamiento, y por tanto, el cordón en espiral contribuye a la combinación de hormigón interno y una parte de tubo de acero, y por tanto resulta posible obtener una resistencia estructural más alta.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra de manera esquemática la configuración de una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante dotada de una estructura de cuerpo flotante según un ejemplo.

La figura 2 es una vista lateral que muestra la estructura de cuerpo flotante según la figura 1.

La figura 3 es una vista en planta que muestra la estructura de cuerpo flotante según la figura 1.

Las siguientes figuras 4A, 4B, 5A, 5B, 6 a 9, 10A, 10B y 11 también describen ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada.

La figura 4A es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que una superestructura (un objeto que va a soportarse) está montada en una sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que un tubo interno es continuo a la superestructura), con respecto a la estructura de cuerpo flotante según un ejemplo.

La figura 4B es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que la superestructura (el objeto que va a soportarse) está montada en la sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que la superestructura está insertada en el tubo interno), con respecto a la estructura de cuerpo flotante.

La figura 5A es una vista en planta en sección transversal que muestra un estado en el que la superestructura está montada en la sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que el tubo interno es continuo a la superestructura), con respecto a la estructura de cuerpo flotante.

La figura 5B es una vista lateral en sección transversal que muestra un estado en el que la superestructura (el objeto que va a soportarse) está montada en la sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que la superestructura está insertada en el tubo interno), con respecto a la estructura de cuerpo flotante.

La figura 6 es una vista en sección transversal longitudinal de la sección de cuerpo flotante de la estructura de cuerpo flotante.

La figura 7 es una vista en perspectiva, en una vista en corte parcial, que muestra un aspecto en el que se usa un tubo de acero flexionado para el tubo interno y un tubo externo, con respecto a la estructura de cuerpo flotante.

La figura 8 es una vista en perspectiva, en una vista en corte parcial, que muestra un aspecto en el que un tubo de acero en espiral se usa para el tubo interno y el tubo externo, con respecto a la estructura de cuerpo flotante.

La figura 9 es una vista lateral del cuerpo flotante.

La figura 10A es un diagrama ilustrativo que muestra un estado antes de que la estructura de cuerpo flotante se hunda bajo el agua.

La figura 10B es un diagrama ilustrativo que muestra un estado en el que la estructura de cuerpo flotante se ha hundido bajo el agua.

La figura 11 es un diagrama esquemático que muestra una instalación de generación de energía de turbina

eólica de grado de 2,5 MW que se supone es el objeto que va a soportarse en simulación.
La figura 12 es una vista en perspectiva que muestra de manera esquemática la configuración de una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante dotada de una estructura de cuerpo flotante según un segundo ejemplo.
La figura 13 es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra una sección de cuerpo flotante de la estructura de cuerpo flotante según el segundo ejemplo.
La figura 14 es una vista en perspectiva que muestra de manera esquemática la configuración de una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante dotada de una estructura de cuerpo flotante según un tercer ejemplo.
La figura 15 es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que un soporte de superestructura que soporta una superestructura está montado en una sección de cuerpo flotante, con respecto a la estructura de cuerpo flotante según el tercer ejemplo.
La figura 16A es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que la superestructura está montada en la sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que el tubo interno es continuo a la superestructura), con respecto a la estructura de cuerpo flotante según el tercer ejemplo.
La figura 16B es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que la superestructura está montada en la sección de cuerpo flotante (un diagrama que muestra un caso en el que la superestructura está insertada en el tubo interno), con respecto a la estructura de cuerpo flotante según el tercer ejemplo.
La figura 17 es una vista en perspectiva que muestra de manera esquemática la configuración de una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante dotada de una estructura de cuerpo flotante según un cuarto ejemplo.
La figura 18 es una vista lateral en sección transversal longitudinal que muestra un estado en el que la superestructura está montada en una sección de cuerpo flotante, con respecto a la estructura de cuerpo flotante según el cuarto ejemplo.
La figura 19 es un diagrama ilustrativo que muestra la realización de la presente invención en la que una parte de extremo de base de la superestructura penetra hacia el interior del tubo interno desde el exterior en una dirección radial del tubo interno y del tubo externo.
La figura 20 es un diagrama de distribución de presión de agua que actúa sobre una sección de flotabilidad de conexión que tiene una sección transversal rectangular en la técnica relacionada.

[Realizaciones de la Invención]
A continuación en el presente documento, se describirán con detalle con referencia a los dibujos estructuras de cuerpo flotante según realizaciones de la presente invención.

Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, una estructura 1 de cuerpo flotante soporta un objeto que va a soportarse (superestructura 4) tal como un generador de turbina eólica de manera que la superestructura 4 flota en el mar, y se proporciona bajo la superestructura 4 en asociación con la superestructura 4. La estructura 1 de cuerpo flotante se hace flotar en el agua en un estado en el que la totalidad de la estructura 1 de cuerpo flotante está hundida bajo el agua a una profundidad del agua predeterminada, y al menos una parte de la superestructura 4 está instalada sobre la superficie del mar debido a la flotabilidad de la estructura 1 de cuerpo flotante. La estructura 1 de cuerpo flotante está amarrada a una ubicación predeterminada en el agua mediante un cable de amarre (no mostrado).

La estructura 1 de cuerpo flotante incluye una sección 3 de cuerpo flotante conectada a una parte 4a de extremo de base de la superestructura 4. Por ejemplo, en un caso en el que hay tres superestructuras 4, tal como se muestra en las figuras 1 y 3, la estructura 1 de cuerpo flotante incluye tres secciones 3 de cuerpo flotante. En este caso, la estructura 1 de cuerpo flotante está formada en una forma plana sustancialmente triangular con las tres secciones 3 de cuerpo flotante configuradas para soportar las tres superestructuras 4 como los ápices de la forma plana triangular y tres secciones 23 de conexión de cuerpo flotante que conectan las secciones 3 de cuerpo flotante como tres lados de la forma plana triangular.

Tal como se muestra en la figura 6, la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura de tubo doble sustancialmente cilíndrica que tiene un tubo 31 interno sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el interior, y un tubo 32 externo sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el exterior. Además, tal como se muestra en las figuras 4A y 4B, la sección 3 de cuerpo flotante incluye un cuerpo 39 de tapa hecho de acero. La sección 3 de cuerpo flotante está herméticamente sellada por los cuerpos 39 de tapa en un estado en el que al menos una parte de un hueco 33 formado entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo está lleno de hormigón o mortero 34. Es decir, cada uno de un extremo superior de la sección 3 de cuerpo flotante y un extremo inferior de la sección 3 de cuerpo flotante está cerrado por el cuerpo 39 de tapa. La sección 3 de cuerpo flotante tiene una parte 35 hueca formada en el interior por la superficie de pared interna del tubo 31 interno.

Además, todo el hueco 33 puede estar lleno del hormigón o mortero 34. De lo contrario, también es aceptable una configuración en la que una parte del hueco 33 está llena del hormigón o mortero 34 y el espacio restante se usa como espacio configurado para llenarse de lastre. Además, puede proporcionarse un elemento de soporte

configurado para soportar el tubo 31 interno en el hueco 33 entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo. Además, cada uno del tubo 31 interno y del tubo 32 externo no está limitado a un tubo cilíndrico y pueden ser, por ejemplo, un tubo elíptico o un tubo poligonal.

Tal como se muestra en las figuras 4A y 5A, la sección 3 de cuerpo flotante puede ser continua a la superestructura 4 en una forma en la que el tubo 31 interno se extiende. Con otras palabras, el tubo 31 interno puede ser una parte extendida de la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4.

Además, tal como se muestra en las figuras 4B y 5B, la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4 puede insertarse en el interior (la parte 35 hueca) del tubo 31 interno. En este caso, tal como se muestra en la figura 4B, el tubo 31 interno y la parte 4a de extremo de base se unen entre sí llenando el espacio entre el tubo 31 interno y la parte 4a de extremo de base con el hormigón o mortero 34. Sin embargo, el tubo 31 interno y la parte 4a de extremo de base pueden unirse entre sí usando pernos o soldadura. En un caso en el que el tubo 31 interno y la parte 4a de extremo de base se unen entre sí llenando el espacio entre el tubo 31 interno y la parte 4a de extremo de base con el hormigón o mortero 34, un pitón, un cordón de soldadura, o similar está dispuesto en la superficie de acero que entra en contacto con el hormigón o mortero 34 como tope de desplazamiento, mediante lo cual es posible acortar la longitud de una parte de unión.

Las secciones 3 de cuerpo flotante están conectadas entre sí mediante la sección 23 de conexión de cuerpo flotante. Sin embargo, la sección 23 de conexión de cuerpo flotante puede unirse al tubo 32 externo de la sección 3 de cuerpo flotante mediante soldadura o pernos. Además, tal como se muestra en las figuras 4A, 4B, 5A, y 5B, la sección 23 de conexión de cuerpo flotante también puede incorporarse desde el lateral de la sección 3 de cuerpo flotante y luego unirse a la sección 3 de cuerpo flotante. Además, la sección 23 de conexión de cuerpo flotante puede tener una estructura de tubo doble compuesto por un tubo interno y un tubo externo, similar a la sección 3 de cuerpo flotante, o puede tener una estructura de tubo único general. En caso de adoptar una estructura de tubo doble como estructura de la sección 23 de conexión de cuerpo flotante, al menos una parte del hueco entre un tubo interno y un tubo externo puede estar llena de hormigón o mortero, de manera similar a la sección 3 de cuerpo flotante.

Tal como se muestra en las figuras 7 y 8, el tubo 31 interno tiene primeras partes 31b de unión que unen una pluralidad de tubos 31a de acero cortos para tubo interno teniendo cada uno una longitud predeterminada, en una dirección longitudinal Z de la sección 3 de cuerpo flotante. Tal como se muestra en las figuras 7 y 8, el tubo 32 externo tiene segundas partes 32b de unión que unen una pluralidad de tubos 32a de acero cortos para tubo externo teniendo cada uno una longitud predeterminada, en la dirección longitudinal Z. Tal como se muestra en la figura 9, la primera parte 31b de unión y la segunda parte 32b de unión están dispuestas de manera alterna en la dirección longitudinal Z.

Tal como se muestra en la figura 7, cada uno del tubo 31a de acero para tubo interno y del tubo 32a de acero para tubo externo puede ser un tubo de acero flexionado obtenido mediante flexión y estampación de una lámina de acero en una forma cilíndrica. De lo contrario, tal como se muestra en la figura 8, cada uno del tubo 31a de acero para tubo interno y del tubo 32a de acero para tubo externo puede ser un tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero.

Además, el tubo 31 interno no necesita estar configurado con la pluralidad de tubos 31a de acero para tubo interno y puede estar configurado con un único tubo de acero flexionado obtenido mediante estampación de una única lámina de acero en una forma cilíndrica, o un único tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero. De manera similar, el tubo 32 externo tampoco necesita estar configurado con la pluralidad de tubos 32a de acero para tubo externo y puede estar configurado con un único tubo de acero flexionado obtenido mediante estampación de una única lámina de acero en una forma cilíndrica, o un único tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero.

En la estructura 1 de cuerpo flotante la posición de la primera parte 31b de unión del tubo 31 interno está en una parte de lámina de acero del tubo 32 externo en la misma posición en la dirección longitudinal Z, y la posición de la segunda parte 32b de unión del tubo 32 externo está en una parte de lámina de acero del tubo 31 interno en la misma posición en la dirección longitudinal Z. De esta manera, la primera parte 31b de unión del tubo 31 interno y la segunda parte 32b de unión del tubo 32 externo están dispuestas de manera alterna en la dirección longitudinal Z, y por tanto, la primera parte 31b de unión del tubo 31 interno y la segunda parte 32b de unión del tubo 32 externo no están presentes en la misma sección transversal en la dirección longitudinal Z. Según la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de este tipo, es posible dispersar la concentración de tensión de partes de unión que probablemente bajaría la resistencia total si estuviese en la misma sección transversal en la dirección longitudinal Z, y como resultado, resulta posible impedir la rotura de la sección 3 de cuerpo flotante. Además, incluso en un caso en el que se daña uno del tubo 31 interno y del tubo 32 externo, resulta posible asegurar la resistencia estructural requerida de la sección 3 de cuerpo flotante mediante el otro del tubo 31 interno y el tubo 32 externo, que no está dañado. De esta manera, la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura a prueba de fallos contra rotura global.

En la estructura 1 de cuerpo flotante la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura de tubo doble, mediante lo cual es posible reducir el grosor de lámina de cada tubo de acero que se usa como tubo 31a de acero para tubo interno y tubo 32a de acero para tubo externo, y como resultado, es posible reducir el grado de dificultad de soldadura en la primera parte 31b de unión y la segunda parte 32b de unión. Por tanto, según la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, resulta posible usar acero de alta resistencia como tubo 31a de acero para tubo interno y tubo 32a de acero para tubo externo.

Originalmente, en un caso en el que una estructura que está hundida bajo el agua se formó con una estructura de acero, la estructura de acero estaba configurada con una placa relativamente fina. Por esta razón, en un caso en el que la estructura de acero es una estructura rectangular, si actúa la presión de agua desde el lateral de la estructura rectangular, un momento de flexión que se produce en una lámina de acero aumenta significativamente. Incluso en un caso en el que la estructura de acero tiene una forma en sección transversal circular, una gran fuerza axial actúa sobre una lámina de acero, y por tanto, el grosor de lámina pasa a ser muy grande con el fin de asegurar la resistencia estructural frente a pandeo.

Sin embargo, en un caso en el que la estructura de tubo doble en el que el hueco 33 entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo está lleno del hormigón o mortero 34 o similar se adopta como estructura de la sección 3 de cuerpo flotante, la presión de agua genera una fuerza de compresión en el hormigón o mortero 34. Sin embargo, la fuerza de compresión actúa como pretensado, y por tanto, la resistencia del hormigón o mortero 34 que trabaja como estructura mejora significativamente.

Además, el hormigón o mortero 34 de llenado no sólo apenas genera tensión de flexión con el fin de soportar los materiales de acero del tubo 31 interno y el tubo 32 externo desde el lateral, sino que también tiene el efecto de limitar la aparición de pandeo mediante restricción, siendo de ese modo estructuralmente muy razonable.

En la estructura 1 de cuerpo flotante, puesto que el hormigón o mortero 34 con el que se llena el hueco 33 contrarresta la tensión que actúa sobre la sección 3 de cuerpo flotante en una dirección de compresión, es posible reducir la resistencia estructural en la dirección de compresión que se requiere para el tubo 31a de acero para tubo interno y el tubo 32a de acero para tubo externo. Por esta razón, en la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, es suficiente si el tubo 31 interno y el tubo 32 externo están diseñados de manera que aseguran la resistencia estructural en una dirección de tracción, y por tanto es posible reducir la cantidad de acero que se usa para el tubo 31a de acero para tubo interno y el tubo 32a de acero para tubo externo. Además, en la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, se reduce la resistencia estructural en la dirección de compresión que se requiere para el tubo 31a de acero para tubo interno y el tubo 32a de acero para tubo externo, y por tanto, incluso en un caso en el que se usa acero de alta resistencia como tubo 31a de acero para tubo interno y el tubo 32a de acero para tubo externo, es posible limitar una reducción en la tensión de pandeo debido al uso de acero de alta resistencia.

Comparando la estructura 1 de cuerpo flotante con la sección 90 de flotabilidad de conexión que tiene una sección transversal rectangular de la técnica relacionada que se muestra en la figura 20, en la sección 90 de flotabilidad de conexión de la técnica relacionada, es necesario proporcionar el elemento 92 de rigidez de manera perpendicular a una superficie de pared en el interior de una pared con el fin de asegurar una resistencia estructural predeterminada. Por esta razón, se requiere un peso de acero de, por ejemplo, 22 toneladas/m. Por el contrario, en la estructura 1 de cuerpo flotante resulta posible asegurar la resistencia estructural equivalente a la de la sección 90 de flotabilidad de conexión de la técnica relacionada con un peso de acero de 1,2 toneladas/m. Por esta razón, según la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, es posible fabricar la estructura 1 de cuerpo flotante con una cantidad de acero usada de aproximadamente el 5%, en comparación con la sección 90 de flotabilidad de conexión que tiene una sección transversal rectangular de la técnica relacionada, y por tanto resulta posible proporcionar una instalación de generación de energía de turbina eólica de tipo de cuerpo flotante con un coste de fabricación significativamente reducido.

Según la estructura 1 de cuerpo flotante, en un caso en el que un tubo de acero en espiral se usa como tubo 31a de acero para tubo interno y tubo 32a de acero para tubo externo, es posible usar una bobina en caliente en la fabricación del tubo de acero. Como resultado, es posible reducir el coste de fabricación del tubo de acero, en comparación con un caso en el que se usa una placa de acero gruesa. Además, es posible hacer las longitudes del tubo 31a de acero para tubo interno y el tubo 32a de acero para tubo externo más largas, y por tanto es posible reducir significativamente el número de primeras partes 31b de unión y las segundas partes 32b de unión o eliminar completamente la primera parte 31b de unión y la segunda parte 32b de unión. Por esta razón, según la estructura 1 de cuerpo flotante de esta realización, es posible reducir significativamente el coste requerido para la soldadura. Además, según la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, la soldadura del tubo 31 interno y el tubo 32 externo en la dirección longitudinal Z se sustituye por un cordón en espiral. El cordón en espiral se dispone de manera uniforme por toda la longitud del tubo de acero, y por tanto, el cordón en espiral funciona muy eficazmente como tope de desplazamiento para el hormigón o mortero 34 con el que se llena. Por tanto, según la estructura 1 de cuerpo flotante se aumenta la resistencia estructural de la sección 3 de cuerpo flotante y resulta posible proporcionar la sección 3 de cuerpo flotante con un coste de fabricación reducido.

Tal como se muestra en la figura 10A, en la estructura 1 de cuerpo flotante, aumentando la flotabilidad de la estructura 1 de cuerpo flotante haciendo que la parte 35 hueca esté en un estado hueco, es posible remolcar la estructura 1 de cuerpo flotante desde la costa hasta aguas profundas en un estado en el que la estructura 1 de cuerpo flotante se hace flotar en la superficie del mar.

Además, tal como se muestra en la figura 10B, en la estructura 1 de cuerpo, reduciendo la flotabilidad de la estructura 1 de cuerpo flotante inyectando agua 5 de mar o similar en la parte 35 hueca usando medios de inyección (no mostrados) en aguas profundas donde está instalada la superestructura 4, es posible hacer flotar la totalidad de la estructura 1 de cuerpo flotante en el agua con la misma hundida bajo el agua a una profundidad del agua predeterminada.

Además, en la estructura 1 de cuerpo flotante, puesto que la parte 35 hueca está formada y el interior de la sección 3 de cuerpo flotante no está totalmente lleno de hormigón o similar, resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura 1 de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada. Además, según la estructura 1 de cuerpo flotante según esta realización, pueden proporcionarse medios de protección de corrosión (no mostrados) en la superficie de pared interna del tubo 31 interno con el fin de impedir la corrosión mediante el agua 5 de mar o similar inyectada en la parte 35 hueca.

Además, también es eficaz inyectar polvo o un material fluido tal como escoria, o un material solidificado fluido tal como mortero u hormigón, en vez de agua de mar, en la parte 35 hueca del tubo 31 interno.

En la sección 3 de cuerpo flotante, es preferible que el hueco 33 (el grosor del hormigón o mortero 34) entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo sea de 600 mm o más, y es preferible que al menos una parte del diámetro externo del tubo 32 externo sea de 6500 mm o más. Esto se debe a que en caso de adoptar una estructura de tubo doble como estructura de la sección 3 de cuerpo flotante, es realísticamente necesario que un trabajador pase entre la tubería 31 interna y la tubería 32 externa y realice trabajo en un procedimiento de fabricación de la sección 3 de cuerpo flotante.

Específicamente, la sección 3 de cuerpo flotante está fabricada, por ejemplo, mediante el siguiente procedimiento.

En primer lugar, una pluralidad de tubos 31a de acero para tubo interno se unen en serie a lo largo de una dirección vertical en un plano horizontal (a continuación en el presente documento denominado superficie de trabajo) que se usa para realizar trabajo de fabricación de la sección 3 de cuerpo flotante, mediante lo cual se fabrica el tubo 31 interno que es vertical con respecto a la superficie de trabajo. Posteriormente, una pluralidad de tubos 32a de acero para tubo externo se unen en serie a lo largo de la dirección vertical, mediante lo cual se fabrica el tubo 32 externo que es vertical con respecto a la superficie de trabajo y aloja el tubo 31 interno en el interior del mismo.

Posteriormente, el espacio entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo se llena del hormigón o mortero 34. En este momento, es necesario que un trabajador pase entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo y realice trabajo de llenado. Posteriormente, se fabrica un tubo 31 interno más largo uniendo una pluralidad de tubos 31a de acero para tubo interno en serie a lo largo de la dirección vertical con respecto al tubo 31 interno fabricado primero. En este momento, es necesario que un trabajador pase entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo y realice trabajo de unión.

Posteriormente, se fabrica un tubo 32 externo más largo uniendo una pluralidad de tubos 32a de acero para tubo externo en serie a lo largo de la dirección vertical con respecto al tubo 32 externo fabricado primero. También en este momento, es necesario que un trabajador pase entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo y realice trabajo de unión. Luego, el espacio entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo hechos más largos se llena del hormigón o mortero 34. Tal como se ha descrito anteriormente, una sección 3 de cuerpo flotante que tiene una longitud predeterminada se fabrica repitiendo el procedimiento de llenado de manera secuencial el espacio entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo con el hormigón o mortero 34 mientras se extienden gradualmente las longitudes del tubo 31 interno y el tubo 32 externo.

De esta manera, es necesario que un trabajador pase entre el tubo 31 interno y el tubo 32 externo y realice trabajo en el procedimiento de fabricación de la sección 3 de cuerpo flotante, y por tanto, es preferible que el hueco 33 en la sección 3 de cuerpo flotante sea de 600 mm o más, y es preferible que al menos una parte del diámetro externo del tubo 32 externo sea de 6500 mm o más. Por otro lado, en un caso en el que se usan dimensiones inferiores a las dimensiones descritas anteriormente, se reduce la resistencia de la parte de unión de cada uno del tubo 31 interno y del tubo 32 externo, y por tanto, es necesario añadir partes de refuerzo al interior del tubo 31 interno y el exterior del tubo 32 externo. Sin embargo, no es preferible instalar las partes de refuerzo en el exterior del tubo 32 externo en cuanto a apariencia externa y protección contra la corrosión.

El inventor de esta solicitud calculó un grosor de lámina, una tensión generada, una cantidad de lastre, y un peso de acero en caso de soportar una instalación de generación de energía de turbina eólica usando la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble y en caso de soportar la misma instalación de generación de energía de turbina eólica usando una sección de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo único general de la técnica

relacionada, mediante simulación. Los resultados del cálculo son los que se muestran en la tabla 1.

Además, tal como se muestra en la figura 11, en la simulación, se supuso una instalación de generación de energía de turbina eólica de grado de 2,5 MW como objeto que va a soportarse. Además, en la simulación, se estableció que el peso de una sección sobre agua fuese de 550 toneladas de modo que el peso de una sección sumergida (incluyendo el lastre) de toda la estructura que incluye la instalación de generación de energía de turbina eólica y la sección de cuerpo flotante pasó a ser mayor que o igual a diez veces el peso de la sección sobre agua y la flotabilidad y el peso total de toda la estructura se equilibran entre sí, y se estableció que el diámetro de la sección de cuerpo flotante fuese de 9 m, y se estableció que la longitud de la sección de cuerpo flotante fuese de 90 m. Además, la razón por la que se estableció que el peso de la sección sumergida fuese diez veces o más el peso de la sección sobre agua es porque es la estimación de una proporción de peso en la que es posible obtener estabilidad como cuerpo flotante. En este caso el lastre mencionado anteriormente es una carga pesada con la que se llena un espacio interno de la sección de cuerpo flotante con el fin de ajustar el equilibrio de peso de toda la estructura, de modo que el peso de la sección sumergida pasa a ser diez veces o más el peso de la sección sobre agua y hacer que la flotabilidad y el peso total de toda la estructura se equilibren entre sí.

Además, en la simulación, se diseñó una resistencia de diseño de una parte de extremo superior de la sección de cuerpo flotante para que fuese mayor que una carga que se genera debido a un momento que se transmite desde un tubo de acero, y se diseñó una parte de extremo inferior de la sección de cuerpo flotante para poder oponerse a la presión de agua. Se estableció que una tensión admisible fuese un valor que se obtiene dividiendo la resistencia de estiramiento por un factor de seguridad de 1,5. Se supuso un caso en el que se usa SM490 como acero. Se estableció que la razón del módulo de Young de hormigón y acero fuese 7.

[Tabla 1]

	Estructura de tubo único	Estructura de tubo doble
Grosor de lámina	25 mm	acero: cada uno de tubo externo y tubo interno: 6 mm hormigón: 700 mm
Tensión generada	176 MPa	acero: 22 MPa hormigón: 3 MPa
Cantidad de lastre	3335 toneladas	995 toneladas
Peso de acero	500 toneladas sólo en placa de revestimiento de pared externa. 1000 toneladas si se añade el peso de acero de una estructura de rigidez, un mamparo, y similares.	224 toneladas (incluyendo placa de fondo de 6 mm)
Evaluación	La cantidad de lastre es muy grande y el peso es insuficiente. Puesto que el grosor de 25 mm es relativamente fino con respecto al diámetro externo de 9 m, es necesario proporcionar elementos de rigidez en un único tubo a una densidad alta.	Puesto que la tensión generada es muy pequeña, casi no se requiere aumento de grosor de lámina incluso con un aumento adicional de tamaño

Tal como se muestra en la tabla 1, en caso de soportar la instalación de generación de energía de turbina eólica de grado de 2,5 MW usando la sección de cuerpo flotante que tiene la estructura de tubo único general de la técnica relacionada, se descubrió que la cantidad de lastre era muy grande y el peso era insuficiente. Además, en un caso en el que el diámetro de la sección de cuerpo flotante era de 9 m, el grosor de lámina era de 25 mm, y por tanto, se descubrió que con el fin de obtener la resistencia estructural necesaria, era necesario proporcionar elementos de rigidez en el tubo único a una densidad alta.

Por el contrario, en caso de soportar la instalación de generación de energía de turbina eólica de grado de 2,5 MW usando la sección 3 de cuerpo flotante que tiene la estructura de tubo doble, puesto que la tensión generada era muy pequeña, se descubrió que casi no se requiere aumento de grosor de lámina incluso con un aumento adicional de tamaño y se obtuvo la resistencia estructural necesaria.

Tal como se ha descrito anteriormente, según la estructura 1 de cuerpo flotante resulta posible proporcionar la sección 3 de cuerpo flotante en la que se asegura la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar usada, incluso en un caso en el que la totalidad está hundida bajo el agua y que se hace flotar en el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar.

A continuación, se describirá con detalle con referencia a los dibujos una estructura 1A de cuerpo flotante según un

segundo ejemplo de la presente invención. Además, en la siguiente segunda realización, los mismos elementos constituyentes que los elementos constituyentes en la primera realización descrita anteriormente se indican con los mismos números de referencia, y se omite una descripción de los mismos a continuación.

Tal como se muestra en la figura 12, por ejemplo, la estructura 1A de cuerpo flotante según el segundo ejemplo incluye: un soporte 2 de superestructura única configurado para soportar una superestructura 4 única; las tres secciones 3 de cuerpo flotante que se proporcionan en el lateral del soporte 2 de superestructura; las secciones 23 de conexión de cuerpo flotante que conectan las tres secciones 3 de cuerpo flotante entre sí; y secciones 24 de conexión de soporte que conectan el soporte 2 de superestructura y las secciones 3 de cuerpo flotante. La estructura 1A de cuerpo flotante está amarrada a una ubicación predeterminada en el agua mediante un cable de amarre (no mostrado).

El soporte 2 de superestructura tiene también una estructura de tubo doble, similar a la sección 3 de cuerpo flotante. Es decir, el soporte 2 de superestructura tiene una estructura en la que el tubo 31 interno es continuo a la superestructura 4 (una estructura en la que el tubo 31 interno es una parte extendida de la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4) o una estructura en la que la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4 está insertada en el interior (la parte 35 hueca) del tubo 31 interno.

Tal como se muestra en la figura 13, la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura de tubo doble sustancialmente cilíndrica que tiene el tubo 31 interno sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el interior, y el tubo 32 externo sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el exterior. La dirección arriba-abajo de la sección 3 de cuerpo flotante es la dirección longitudinal Z. La sección 3 de cuerpo flotante está herméticamente sellada en un estado en el que al menos una parte (en la figura 13, la totalidad como ejemplo) del hueco 33 formado entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo está llena del hormigón o mortero 34. La sección 3 de cuerpo flotante tiene la parte 35 hueca formada en el interior por la superficie de pared interna del tubo 31 interno. Cada uno del extremo superior de la sección 3 de cuerpo flotante y del extremo inferior de la sección 3 de cuerpo flotante está cerrado por el cuerpo 39 de tapa.

Tal como se muestra en la figura 13, la estructura 1A de cuerpo flotante según el segundo ejemplo de realización puede hundirse en el agua reduciendo la flotabilidad de la estructura 1A de cuerpo flotante inyectando el agua 5 de mar o similar en la parte 35 hueca de la sección de cuerpo 3 flotante usando medios de inyección (no mostrados) en aguas profundas donde está instalada la superestructura 4.

Según la estructura 1A de cuerpo flotante del segundo ejemplo tal como se describió anteriormente, es posible asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar usada incluso en un caso en el que la totalidad de la estructura 1A de cuerpo flotante está hundida y que se hace flotar en el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, y resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura 1A de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada.

A continuación, se describirá con detalle con referencia a los dibujos una estructura 1B de cuerpo flotante según un tercer ejemplo. Además, en la siguiente tercera realización, los mismos elementos constituyentes que los elementos constituyentes en las realizaciones primera y segunda descritas anteriormente se indican con los mismos números de referencia, y se omite una descripción de los mismos a continuación.

Tal como se muestra en la figura 14, por ejemplo, la estructura 1B de cuerpo flotante incluye: el soporte 2 de superestructura única configurada para soportar la superestructura 4 única; la sección 3 de cuerpo flotante proporcionada bajo el soporte 2 de superestructura; y una pluralidad de aletas 38 que se proporcionan en el lado inferior de la sección 3 de cuerpo flotante para equilibrar la superestructura 4 y la estructura 1B de cuerpo flotante en el mar. La estructura 1B de cuerpo flotante está amarrada a una ubicación predeterminada en el agua mediante un cable de amarre (no mostrado).

Tal como se muestra en la figura 15, el soporte 2 de superestructura tiene un cuerpo 21 de bloque de hormigón sustancialmente cilíndrico. En el soporte 2 de superestructura, la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4 está montada en un parte 2a de extremo superior que tiene una forma plana sustancialmente circular. Debido a una estructura de este tipo, el soporte 2 de superestructura soporta la superestructura 4.

Tal como se muestra en la figura 15, la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura de tubo doble sustancialmente cilíndrica que tiene el tubo 31 interno sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el interior, y el tubo 32 externo sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el exterior. La dirección arriba-abajo de la sección 3 de cuerpo flotante es la dirección longitudinal Z. La sección 3 de cuerpo flotante está herméticamente sellada en un estado en el que al menos una parte (en la figura 15, la totalidad como ejemplo) del hueco 33 formado entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo está llena del hormigón o mortero 34. La sección 3 de cuerpo flotante tiene la parte 35 hueca formada en el interior por la superficie de pared interna del tubo 31 interno.

Tal como se muestra en la figura 15, la estructura 1B de cuerpo flotante según el tercer ejemplo puede hundirse en el agua reduciendo la flotabilidad de la estructura 1B de cuerpo flotante inyectando el agua 5 de mar o similar en la parte 35 hueca de la sección 3 de cuerpo flotante usando medios de inyección (no mostrados) en aguas profundas donde está instalada la superestructura 4.

Según la estructura 1B de cuerpo flotante del tercer ejemplo tal como se describió anteriormente, es posible asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar usada incluso en un caso en el que la totalidad está hundida bajo el agua y que se hace flotar en el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, y resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura 1B de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada.

Además, tal como se muestra en la figura 16A, la superestructura 4 en el tercer ejemplo puede tener una estructura en la que la superestructura 4 es continua al tubo 31 interno de la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble (una estructura en la que el tubo 31 interno es la parte extendida de la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4). Además, tal como se muestra en la figura 16B, la superestructura 4 en la tercera realización puede tener una estructura en la que la parte 4a de extremo de base está insertada en el interior (la parte 35 hueca) del tubo 31 interno de la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble. En el caso de la estructura mostrada en la figura 16B, la superestructura 4 y el tubo 31 interno pueden unirse entre sí llenando el espacio entre la superestructura 4 y el tubo 31 interno con mortero u hormigón. De lo contrario, en el caso de la estructura mostrada en la figura 16B, la superestructura 4 y el tubo 31 interno pueden unirse entre sí usando pernos o soldadura.

A continuación, se describirá con detalle con referencia a los dibujos una estructura 1C de cuerpo flotante según una cuarta realización de la presente invención. Además, en la siguiente cuarta realización, los mismos elementos constituyentes que los elementos constituyentes en las realizaciones primera a segunda descritas anteriormente se indican con los mismos números de referencia, y se omite una descripción de los mismos a continuación.

Tal como se muestra en la figura 17, por ejemplo, la estructura 1C de cuerpo flotante según el cuarto ejemplo incluye la sección 3 de cuerpo flotante única configurada para soportar la superestructura 4 única. La estructura 1C de cuerpo flotante está amarrada a una ubicación predeterminada en el agua mediante un cable de amarre (no mostrado).

Tal como se muestra en la figura 18, la sección 3 de cuerpo flotante tiene una estructura de tubo doble sustancialmente cilíndrica que tiene el tubo 31 interno sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el interior, y el tubo 32 externo sustancialmente cilíndrico hecho de acero, que se proporciona en el exterior. La dirección arriba-abajo de la sección 3 de cuerpo flotante es la dirección longitudinal Z. La sección 3 de cuerpo flotante está herméticamente sellada en un estado en el que al menos una parte (en la figura 18, la totalidad como ejemplo) del hueco 33 formado entre la superficie de pared externa del tubo 31 interno y la superficie de pared interna del tubo 32 externo está llena del hormigón o mortero 34. La sección 3 de cuerpo flotante tiene la parte 35 hueca formada en el interior por la superficie de pared interna del tubo 31 interno.

Tal como se muestra en la figura 18, la estructura 1C de cuerpo flotante según el cuarto ejemplo puede hundirse bajo el agua reduciendo la flotabilidad de la estructura 1C de cuerpo flotante inyectando el agua 5 de mar o similar en la parte 35 hueca de la sección 3 de cuerpo flotante usando medios de inyección (no mostrados) en aguas profundas donde está instalada la superestructura 4.

Según la estructura 1C de cuerpo flotante del cuarto ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente, es posible asegurar la resistencia estructural que pueda contrarrestar la presión de agua sin aumentar la cantidad de acero o similar usada incluso en un caso en el que la totalidad de la estructura 1C de cuerpo flotante está hundida bajo el agua y que se hace flotar en el agua a una profundidad del agua predeterminada con el fin de reducir la influencia de las olas del mar, y resulta posible obtener la flotabilidad necesaria para hacer flotar la estructura 1C de cuerpo flotante a una profundidad del agua predeterminada.

Además, la estructura 1C de cuerpo flotante según el cuarto ejemplo puede levantarse de un estado en el que está tumbada de lado, mediante una grúa o inyección en la parte 35 hueca. La sección 3 de cuerpo flotante tiene una resistencia a la flexión muy grande debido a que es una estructura de tubo doble llena del hormigón o mortero 34. Además, incluso en un caso en el que se generan grietas en el hormigón o mortero 34 con el que se llena la sección 3 de cuerpo flotante mientras se levanta la estructura 1C de cuerpo flotante, puesto que el hormigón o mortero 34 está completamente cubierto con acero y no entra en contacto directo con el agua, no se produce un problema de durabilidad.

Además, la superestructura 4 en la realización de ejemplo puede tener una estructura en la que la superestructura 4 es continua al tubo 31 interno de la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble (una estructura en la que el tubo 31 interno es la parte extendida de la parte 4a de extremo de base de la superestructura

4) (véase la figura 16A), similar a la tercera realización. Además, la superestructura 4 en el cuarto ejemplo tiene una estructura en la que la parte 4a de extremo de base está insertada en el interior (la parte 35 hueca) del tubo 31 interno de la sección 3 de cuerpo flotante que tiene una estructura de tubo doble (véase la figura 16B), similar a la tercera realización.

Los ejemplos primero a cuarto se han descrito anteriormente. Sin embargo, la superestructura 4 y la sección 3 de cuerpo flotante pueden no estar conectadas de modo que el eje central de la superestructura 4 y el eje central de la sección 3 de cuerpo flotante (es decir, el eje central del tubo 31 interno y el tubo 32 externo) coincidan necesariamente entre sí, tal como se describió en cada una de las realizaciones descritas anteriormente.

Según la presente invención, tal como se muestra en la figura 19, la parte 4a de extremo de base de la superestructura 4 puede penetrar hacia el interior del tubo 31 interno desde el exterior en la dirección radial del tubo 31 interno y el tubo 32 externo. Con otras palabras, la superestructura 4 y la sección 3 de cuerpo flotante pueden estar conectadas entre sí de manera que el eje central de la superestructura 4 y el eje central de la sección 3 de cuerpo flotante sean ortogonales entre sí. Tal como se muestra en la figura 19, la superestructura 4 pueden estar fijada a la sección 3 de cuerpo flotante llenando la parte 35 hueca que está formada por la superficie de pared interna del tubo 31 interno con hormigón o mortero 34' en una posición en la que penetra la parte 4a de extremo de base.

La presente invención se ha descrito anteriormente con detalle. Sin embargo, todos los ejemplos descritos anteriormente ayudan meramente a entender cómo se lleva a cabo la presente invención, y el alcance técnico de la presente invención se define mediante las reivindicaciones.

[Breve descripción de los símbolos de referencia]

1, 1A, 1B, 1C:	estructura de cuerpo flotante
2:	soporte de superestructura
2a:	parte de extremo superior de soporte de superestructura
21:	cuerpo de bloque
23:	sección de conexión de cuerpo flotante
24:	sección de conexión de soporte
3:	sección de cuerpo flotante
31:	tubo interno
31a:	tubo de acero para tubo interno
31b:	primera parte de unión
32:	tubo externo
32a:	tubo de acero para tubo externo
32b:	segunda parte de unión
33:	hueco
34:	hormigón o mortero
35:	parte hueca
38:	aleta
39:	cuerpo de tapa
4:	superestructura
4a:	parte de extremo de base de superestructura
5:	agua de mar
90:	sección de flotabilidad de conexión
Z:	dirección longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Estructura (1) de cuerpo flotante que está configurada para soportar un objeto (4) que va a soportarse de manera que el objeto (4) que va a soportarse flota en el mar, que comprende:

una sección (3) de cuerpo flotante configurada para estar conectada a una parte (4a) de extremo de base del objeto (4) que va a soportarse de manera que un eje central del objeto (4) que va a soportarse y un eje central de la sección (3) de cuerpo flotante son ortogonales entre sí,
en la que la sección (3) de cuerpo flotante tiene: un tubo (32) externo hecho de acero; un tubo (31) interno hecho de acero y proporcionado en el interior del tubo (32) externo; un primer material (34) solidificado fluido con el que se llena al menos una parte de un hueco (33) entre una superficie de pared externa del tubo (31) interno y una superficie de pared interna del tubo (32) externo; un segundo material (34') solidificado fluido con el que se llena una parte (35) hueca que está formada por una superficie de pared interna del tubo (31) interno; y un cuerpo (39) de tapa que está hecho de acero y sella herméticamente la sección (3) de cuerpo flotante,
el primer material (34) solidificado fluido y el segundo material (34') solidificado fluido son hormigón o mortero,
el tubo (31) interno y el tubo (32) externo están configurados de tal manera que la parte (4a) de extremo de base del objeto (4) que va a soportarse puede penetrar hacia el interior del tubo (31) interno desde el exterior en una dirección radial del tubo (31) interno y el tubo (32) externo, y
el tubo (31) interno y el segundo material (34') solidificado fluido están configurados de tal manera que la parte (4a) de extremo de base está fijada a la sección (3) de cuerpo flotante mediante el segundo material (34') solidificado fluido con el que se llena la parte (35) hueca del tubo (31) interno en una posición configurada para que penetre la parte (4a) de extremo de base.

2. Estructura (1) de cuerpo flotante según la reivindicación 1,

en la que el tubo (31) interno tiene una primera parte (31b) de unión que une una pluralidad de tubos (31a) de acero para tubo interno teniendo cada uno una longitud predeterminada a lo largo de una dirección longitudinal de la sección (3) de cuerpo flotante,
el tubo (32) externo tiene una segunda parte (32b) de unión que une una pluralidad de tubos (32a) de acero para tubo externo teniendo cada uno una longitud predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal, y
la primera parte (31b) de unión y la segunda parte (32b) de unión están dispuestas de manera alterna en la dirección longitudinal.

3. Estructura (1) de cuerpo flotante según la reivindicación 2,

en la que cada uno del tubo (31a) de acero para tubo interno y del tubo (32a) de acero para tubo externo es un tubo de acero en espiral obtenido mediante estampación de un fleje de acero en una forma cilíndrica mediante flexión en espiral del fleje de acero.

4. Estructura (1) de cuerpo flotante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

en la que el tubo (31) interno es una parte extendida de la parte (4a) de extremo de base del objeto (4) que va a soportarse.

5. Estructura (1) de cuerpo flotante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,

en la que la parte (4a) de extremo de base del objeto (4) que va a soportarse está insertada en el tubo (31) interno, y
una parte (35) hueca que está formada por una superficie de pared interna del tubo (31) interno está llena de hormigón o mortero (34) en una posición en la que está insertada la parte (4a) de extremo de base.

6. Estructura (1) de cuerpo flotante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,

en la que está proporcionada una pluralidad de las secciones (3) de cuerpo flotante, y
la pluralidad de secciones (3) de cuerpo flotante están conectadas entre sí mediante una sección (23) de conexión de cuerpo flotante.

7. Estructura (1) de cuerpo flotante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,

en la que el hueco (33) entre la superficie de pared externa del tubo (31) interno y la superficie de pared interna del tubo (32) externo es de 600 mm o más, y
al menos una parte de un diámetro externo del tubo (32) externo es de 6500 mm o más.

FIG. 1

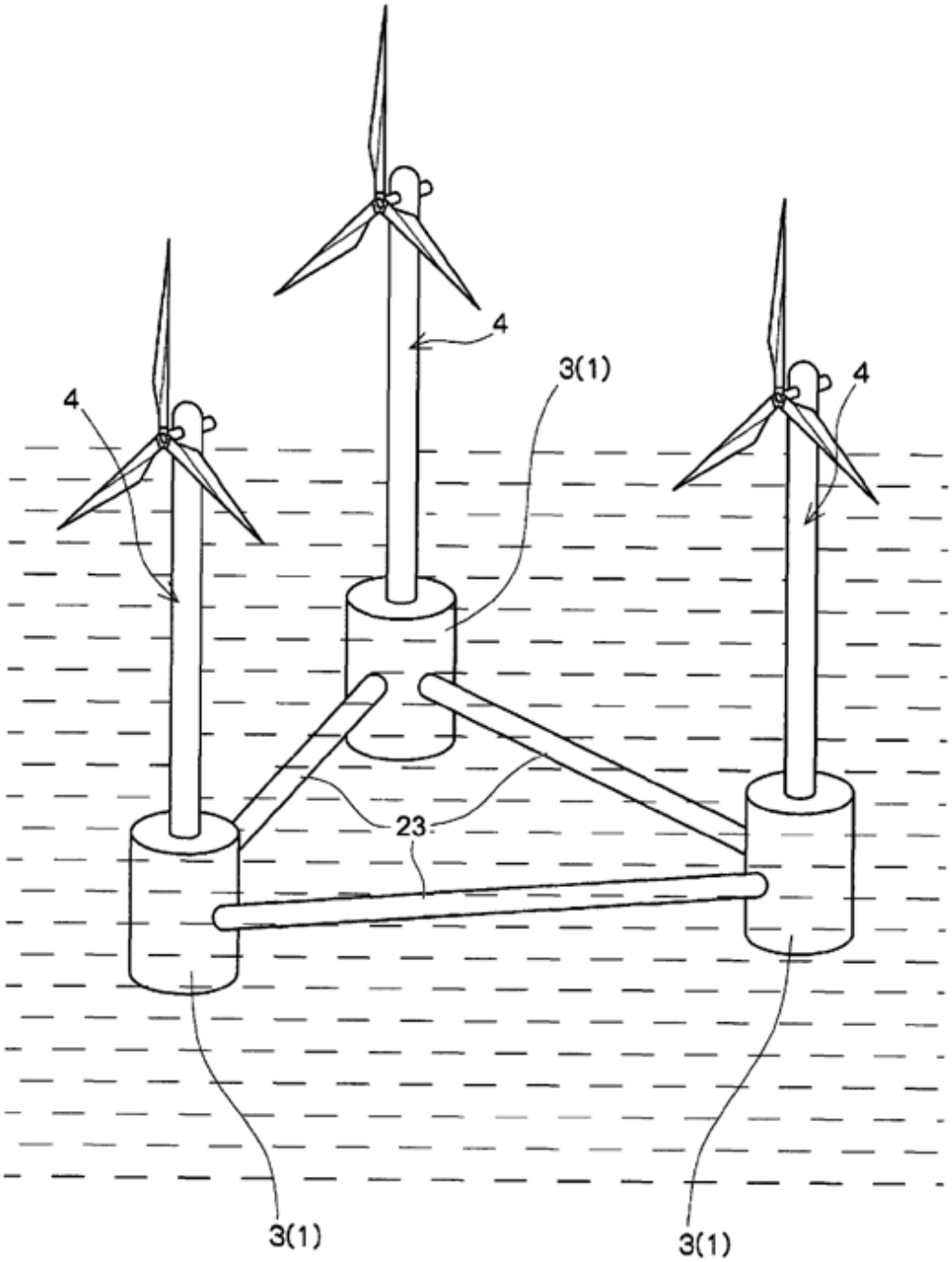


FIG. 2

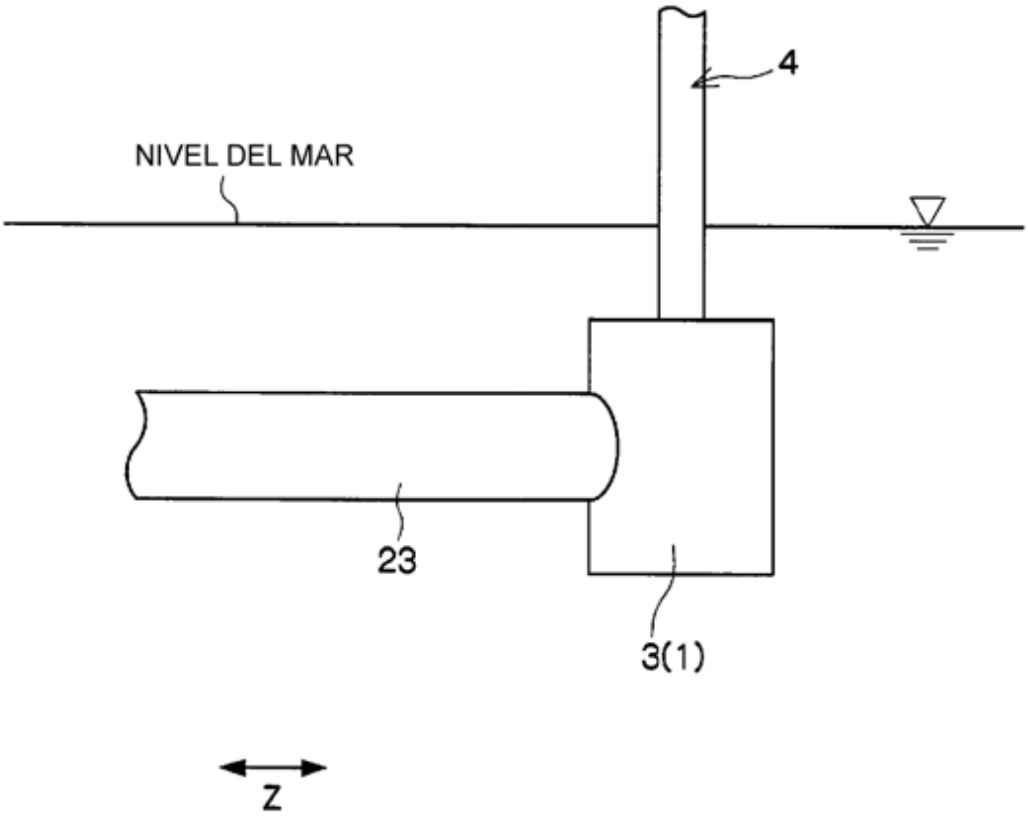


FIG. 3

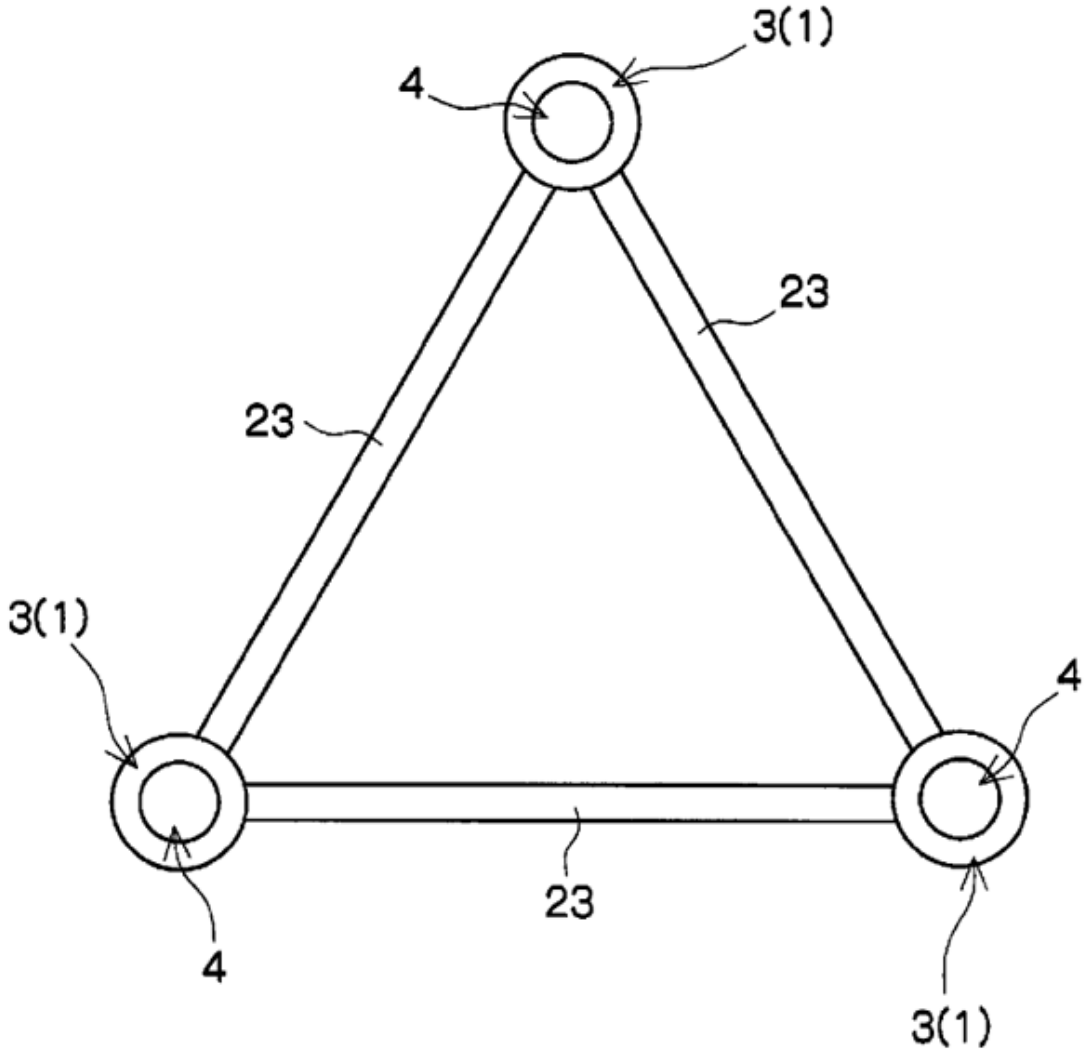


FIG. 4A

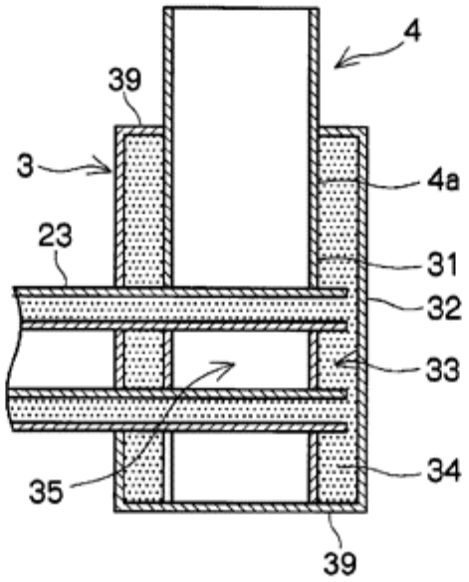


FIG. 4B

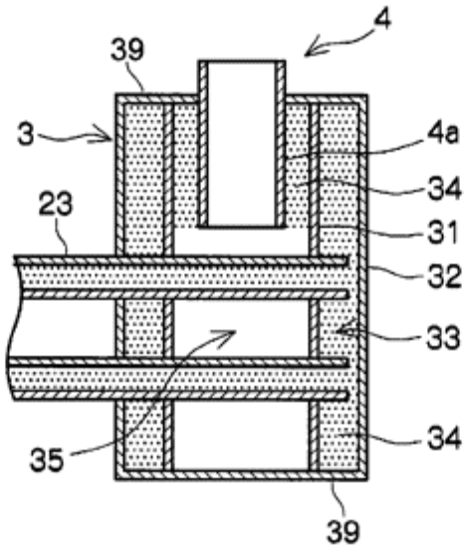


FIG. 5A

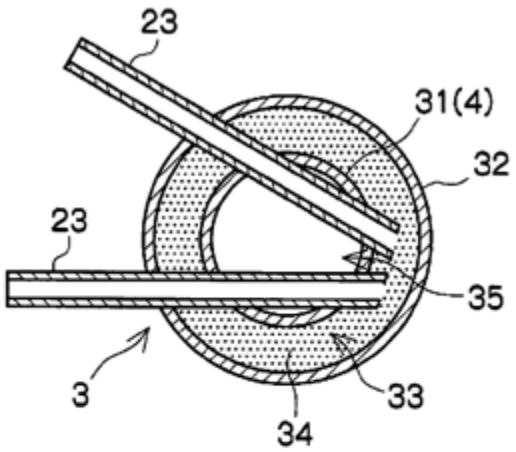


FIG. 5B

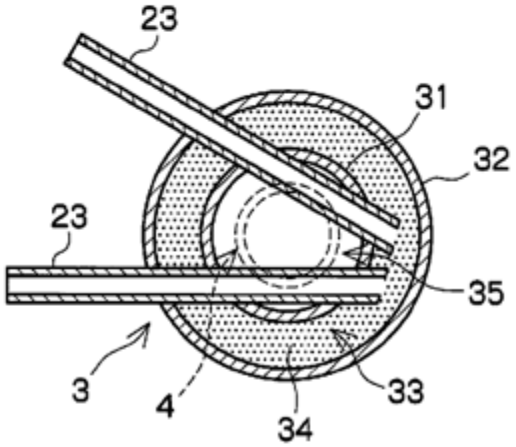


FIG. 6

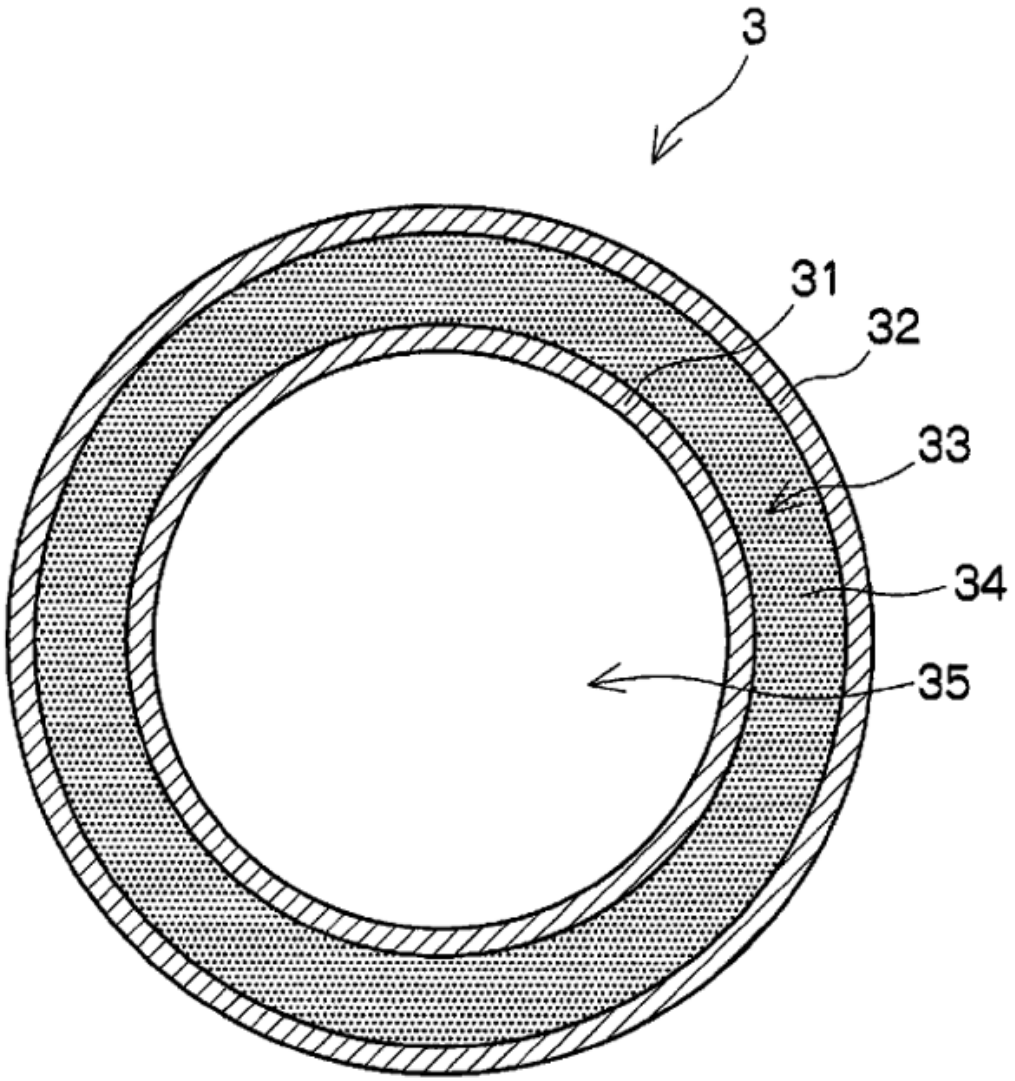


FIG. 7

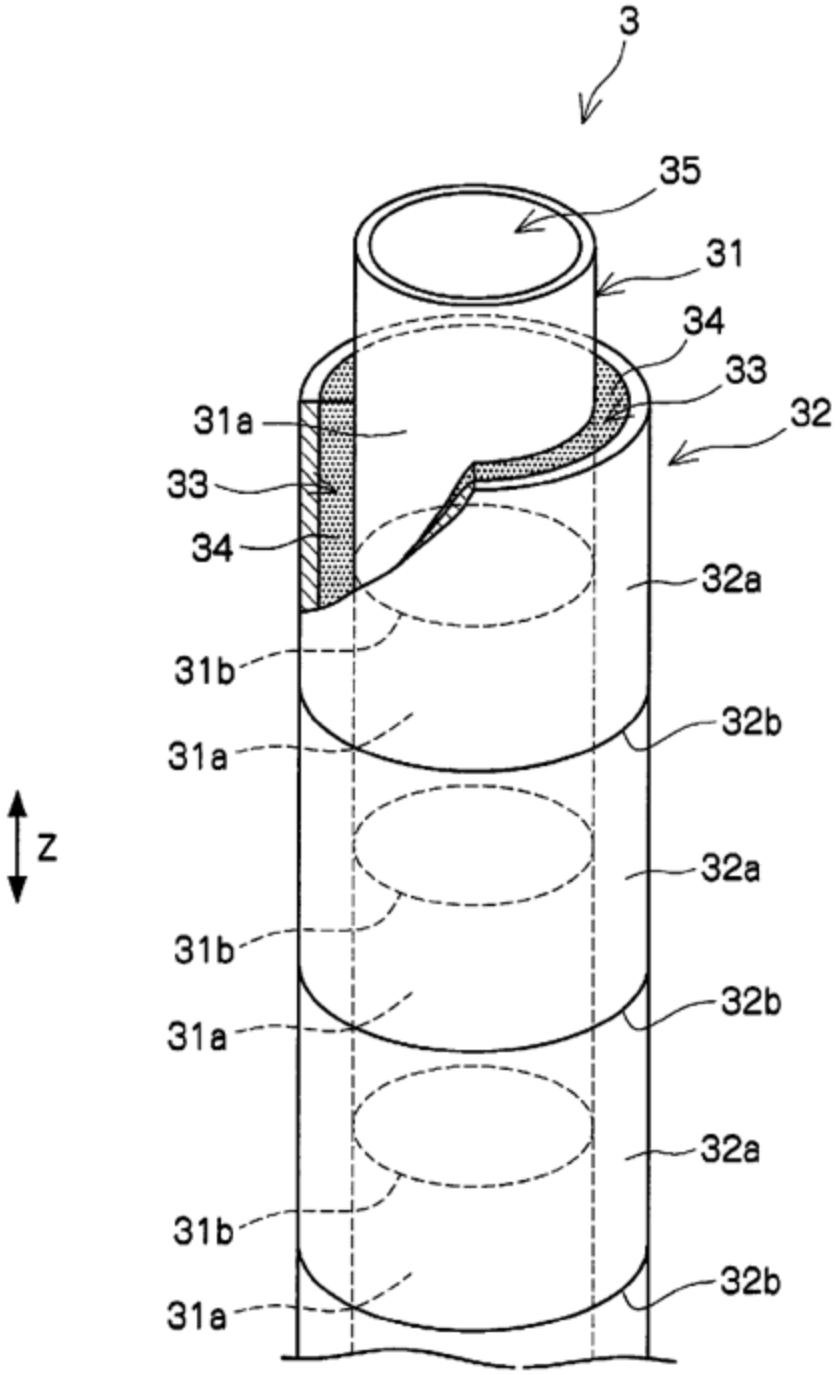

3
35
31
34
33
32
31a
33
34
32a
31b
32b
31a
Z
32a
31b
32b
31a
32a
31b
32b
31a

FIG. 8

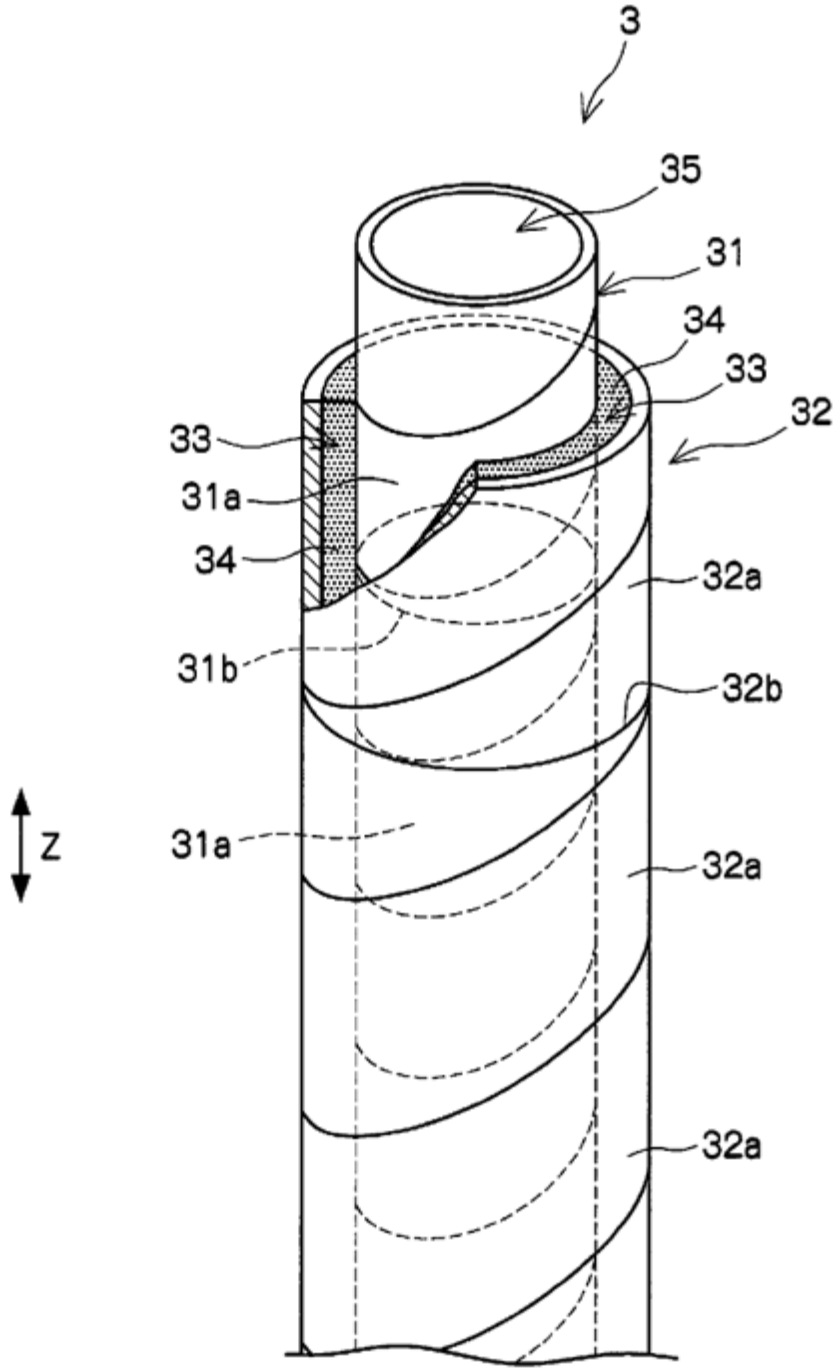


FIG. 9

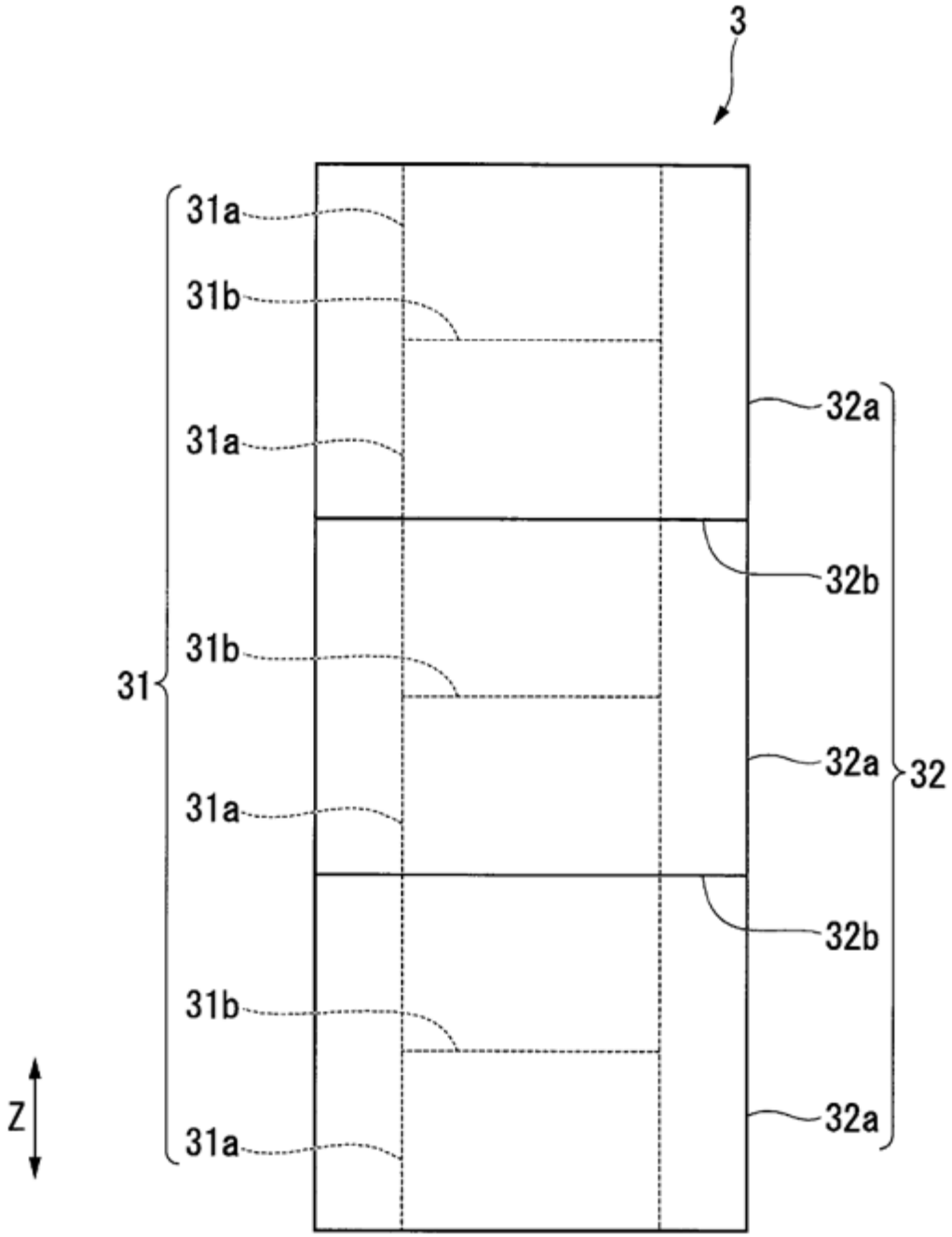


FIG. 10A

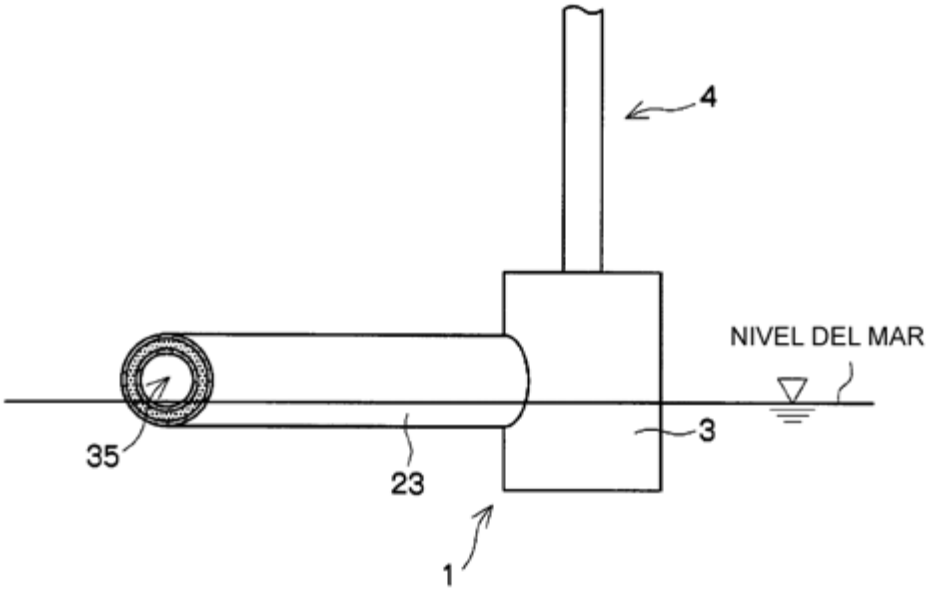


FIG. 10B

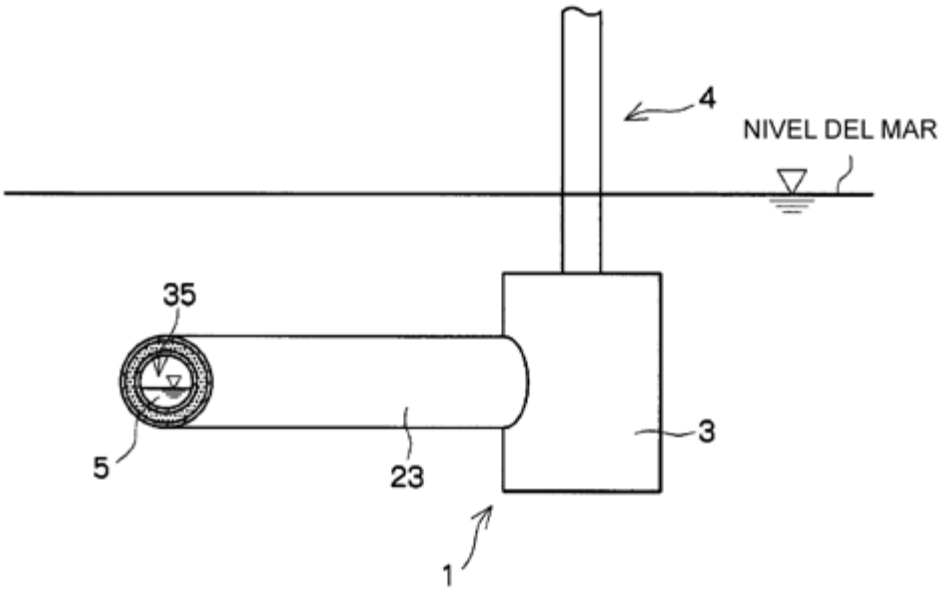


FIG. 11

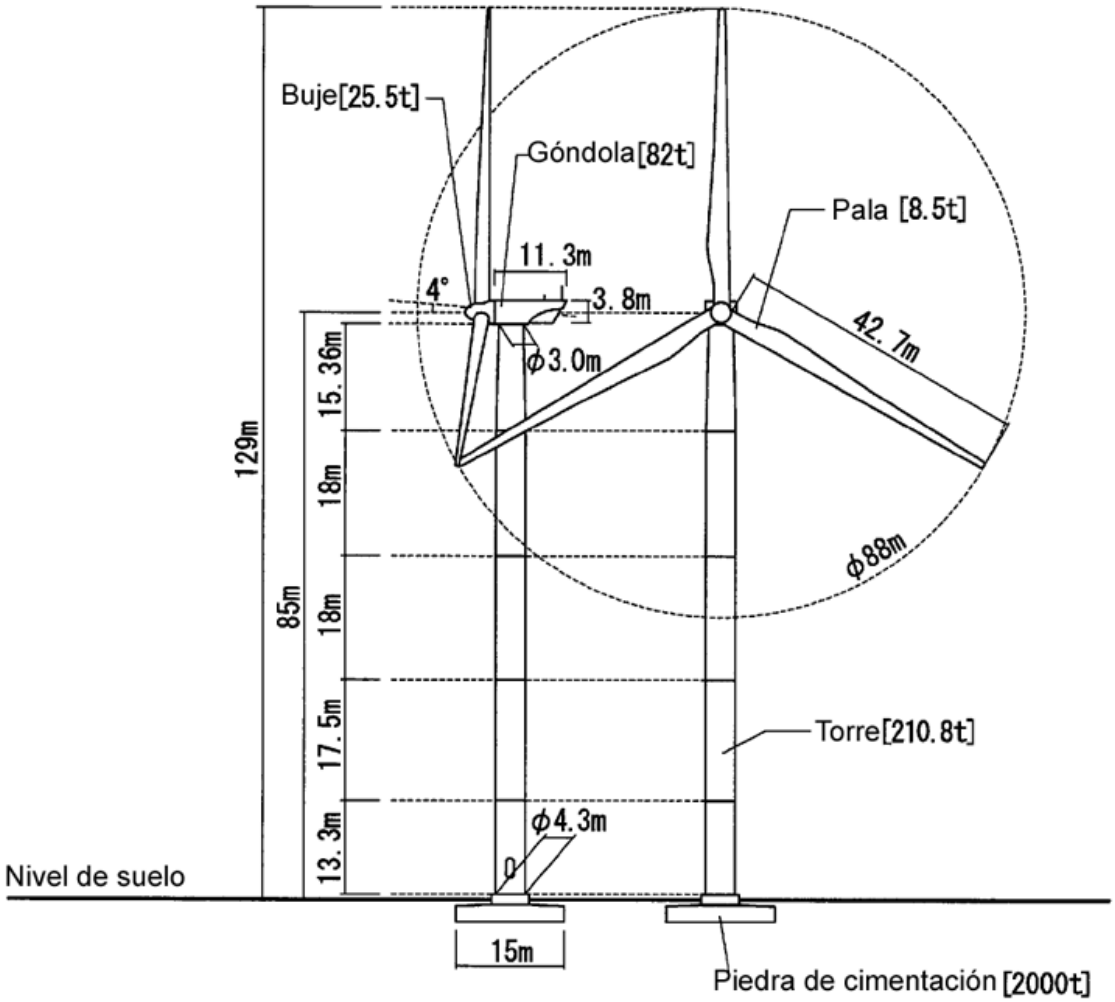

Buje[25.5t]
Góndola[82t]
Pala [8.5t]
11.3m
4°
3.8m
42.7m
φ3.0m
15.36m
129m
18m
φ88m
85m
18m
17.5m
Torre[210.8t]
φ4.3m
13.3m
Nivel de suelo
15m
Piedra de cimentación [2000t]

FIG. 12

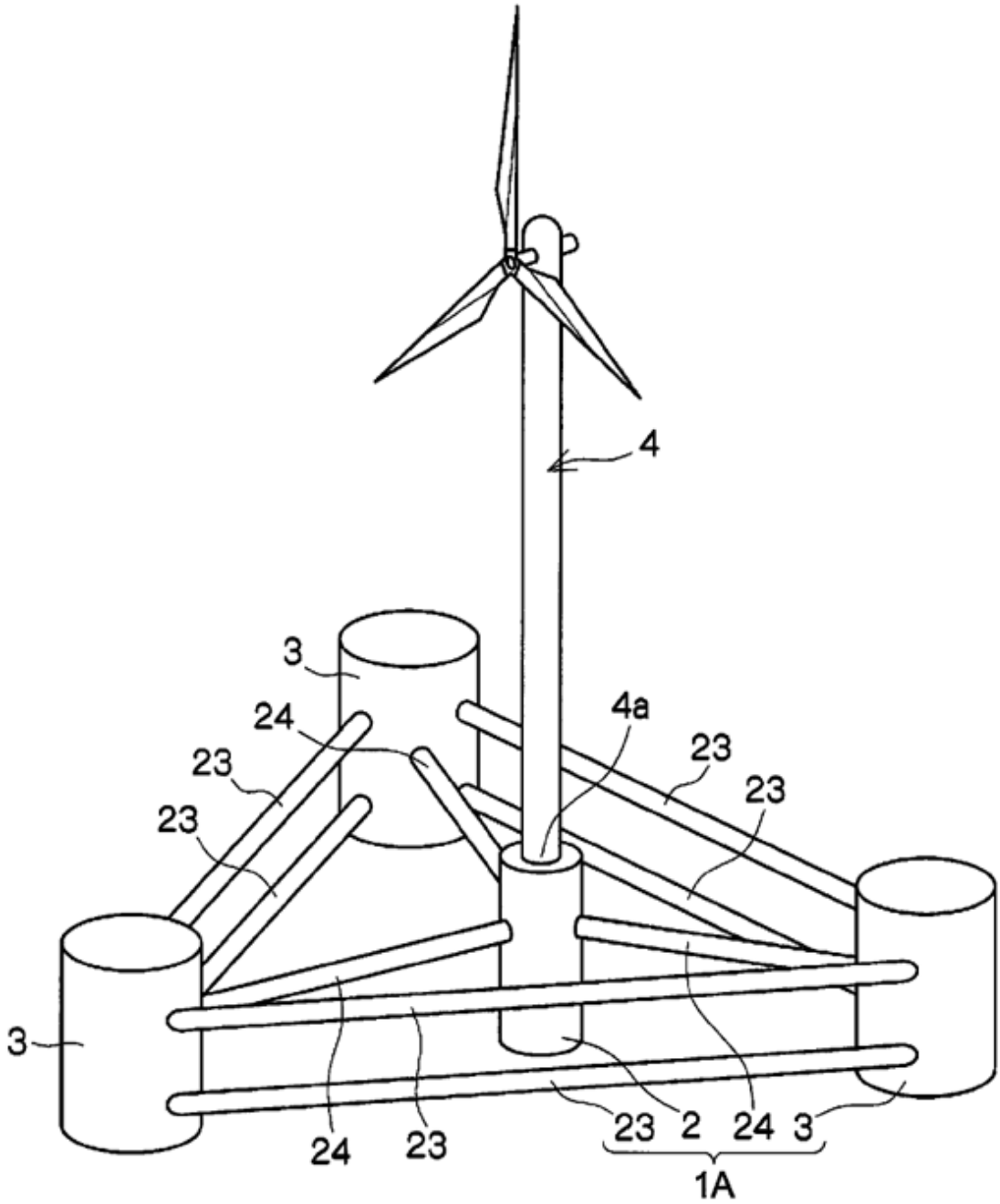


FIG. 13

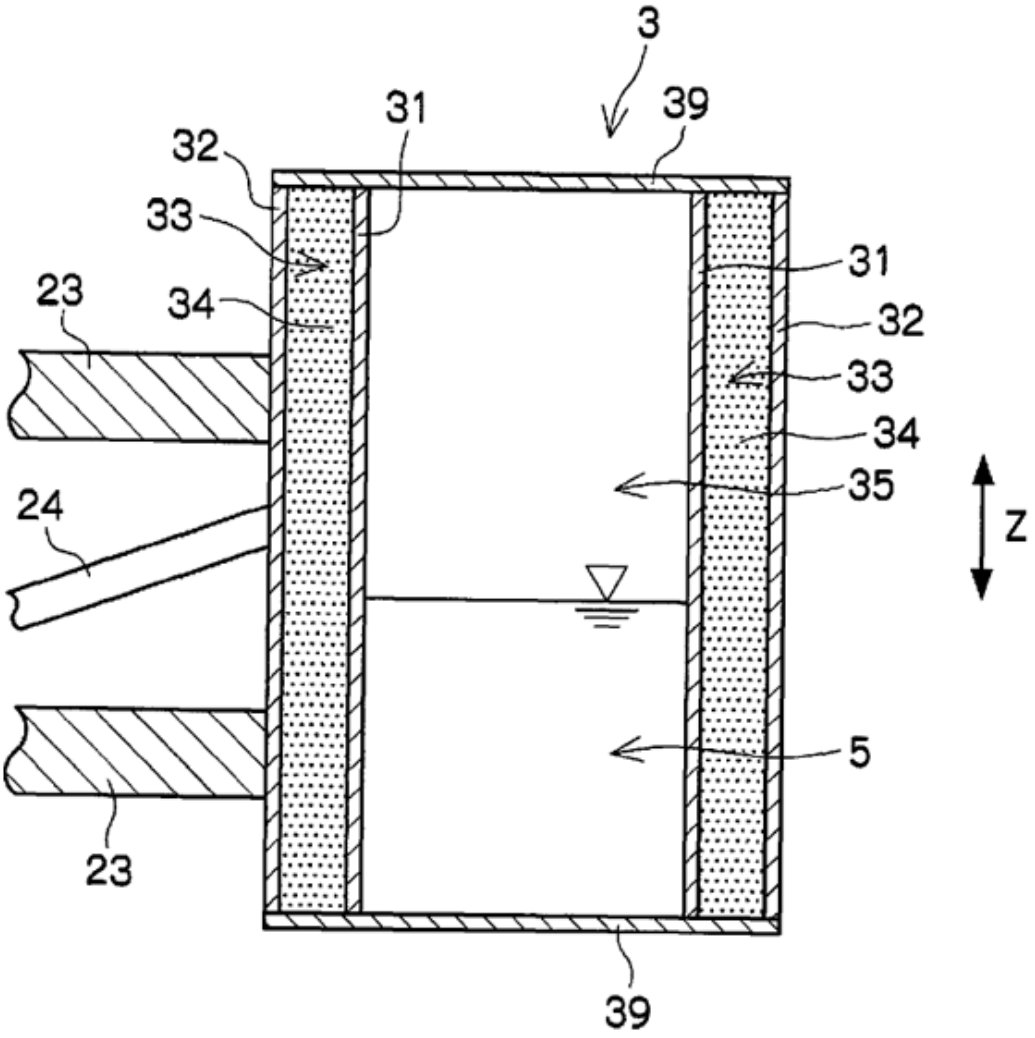


FIG. 14

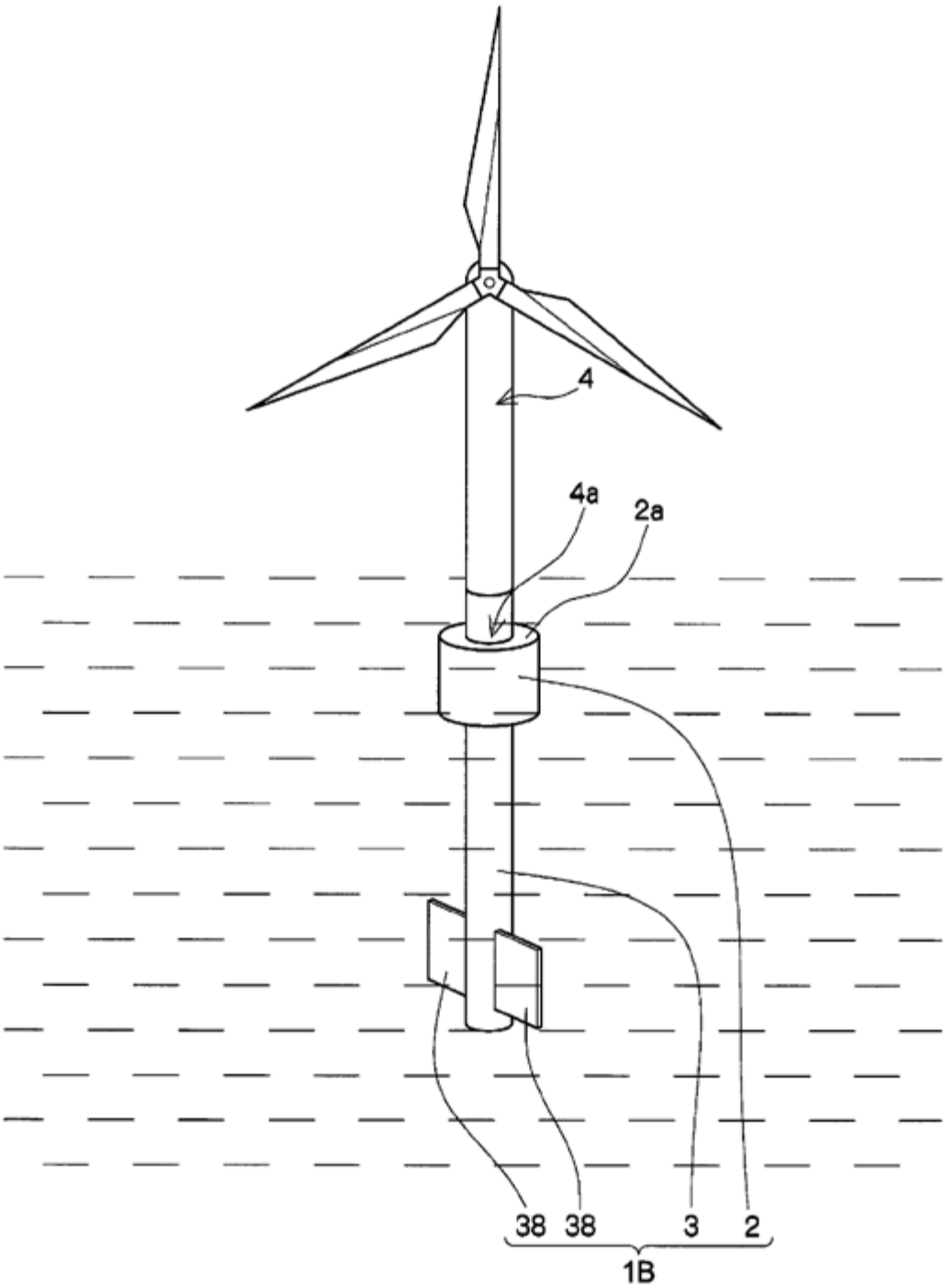


FIG. 15

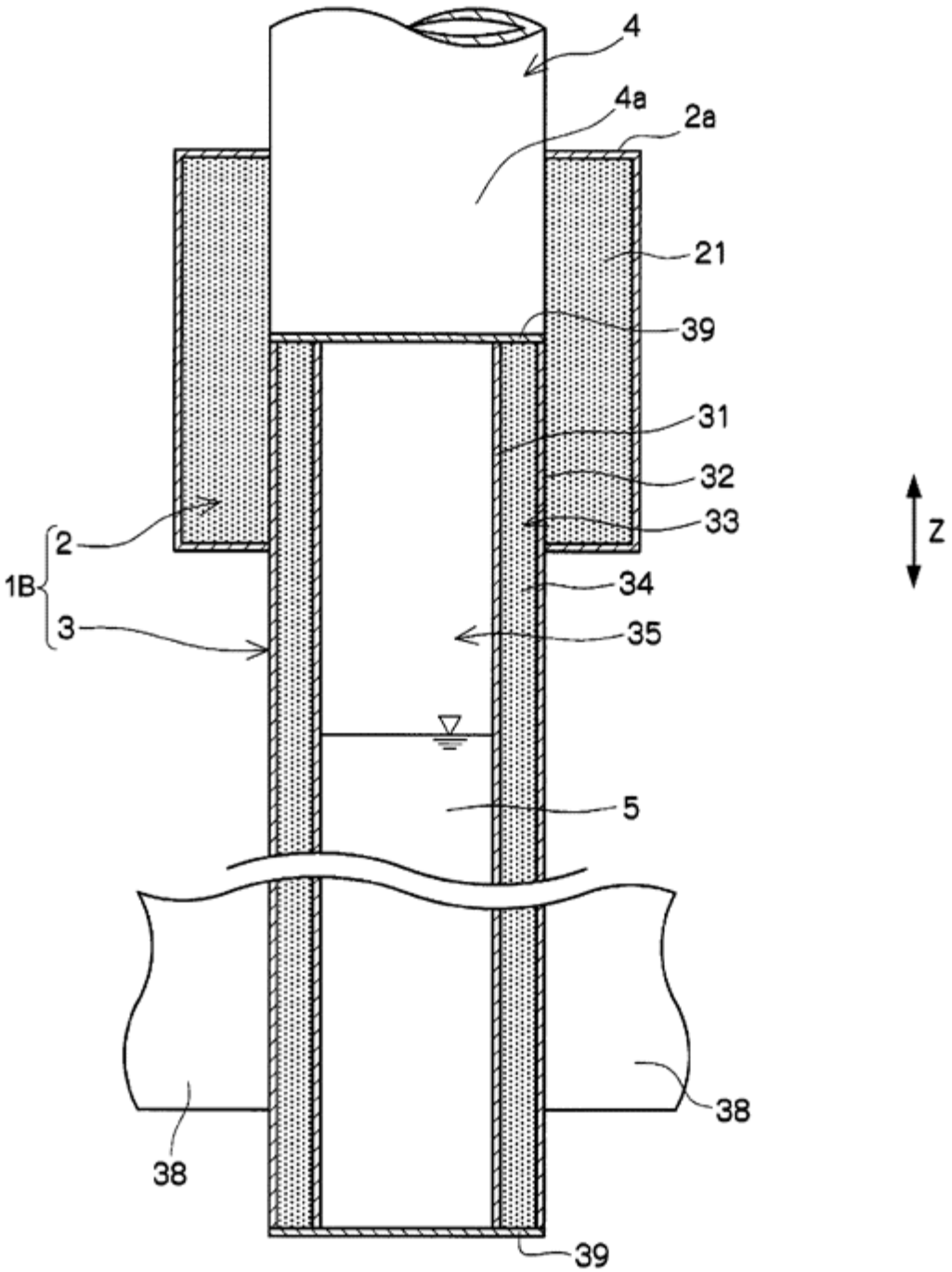


FIG. 16A

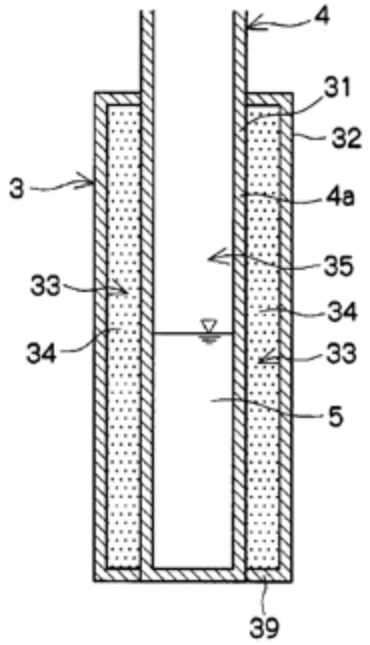


FIG. 16B

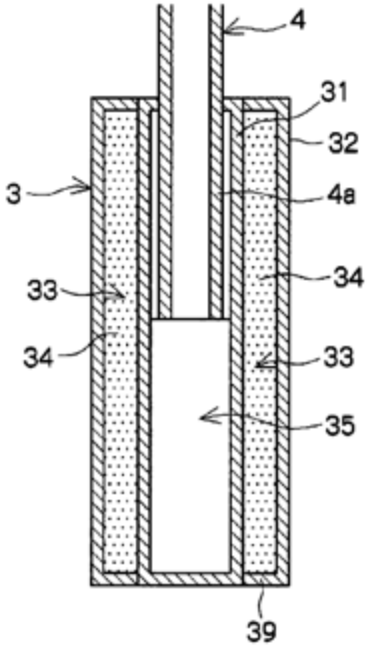


FIG. 17

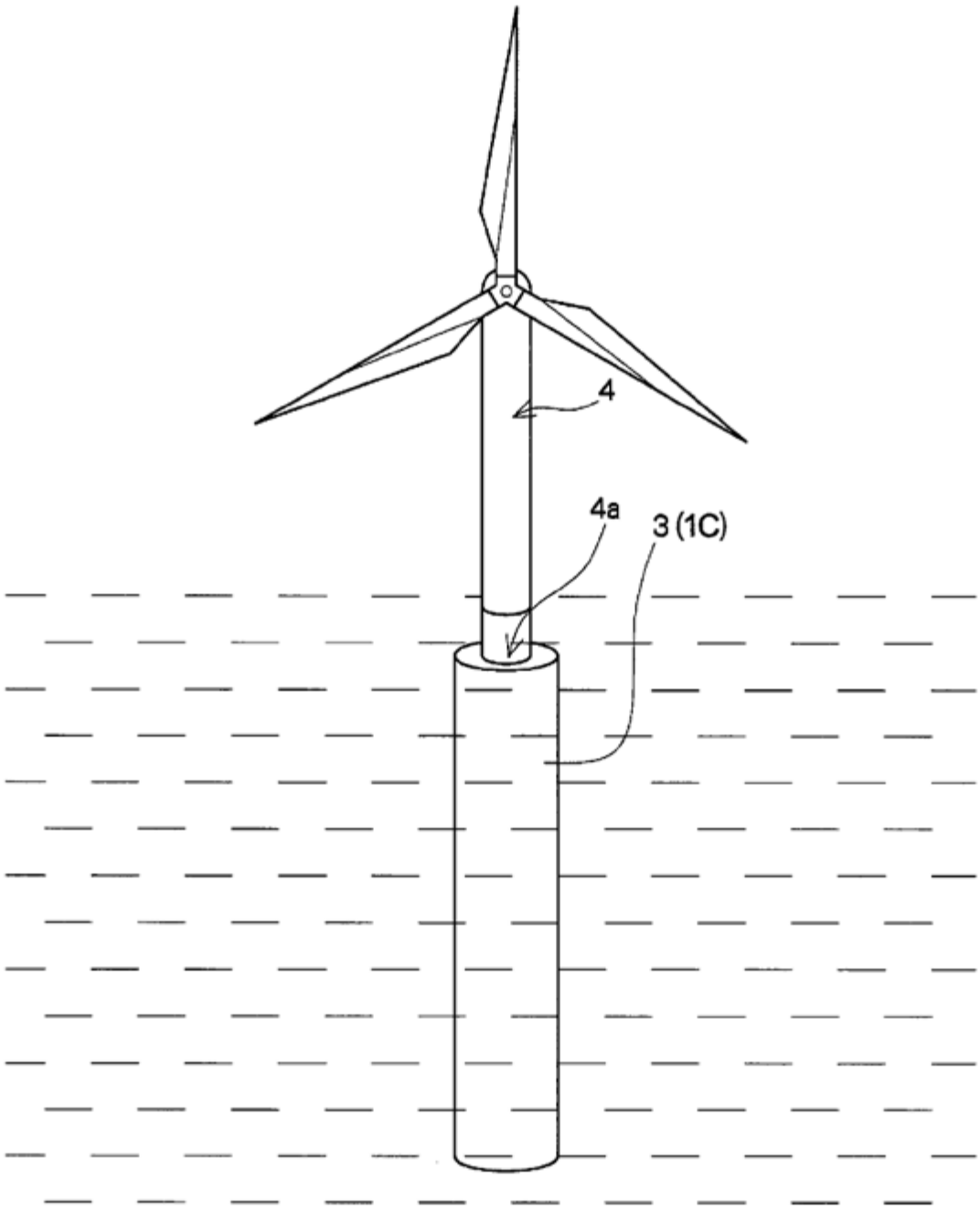


FIG. 18

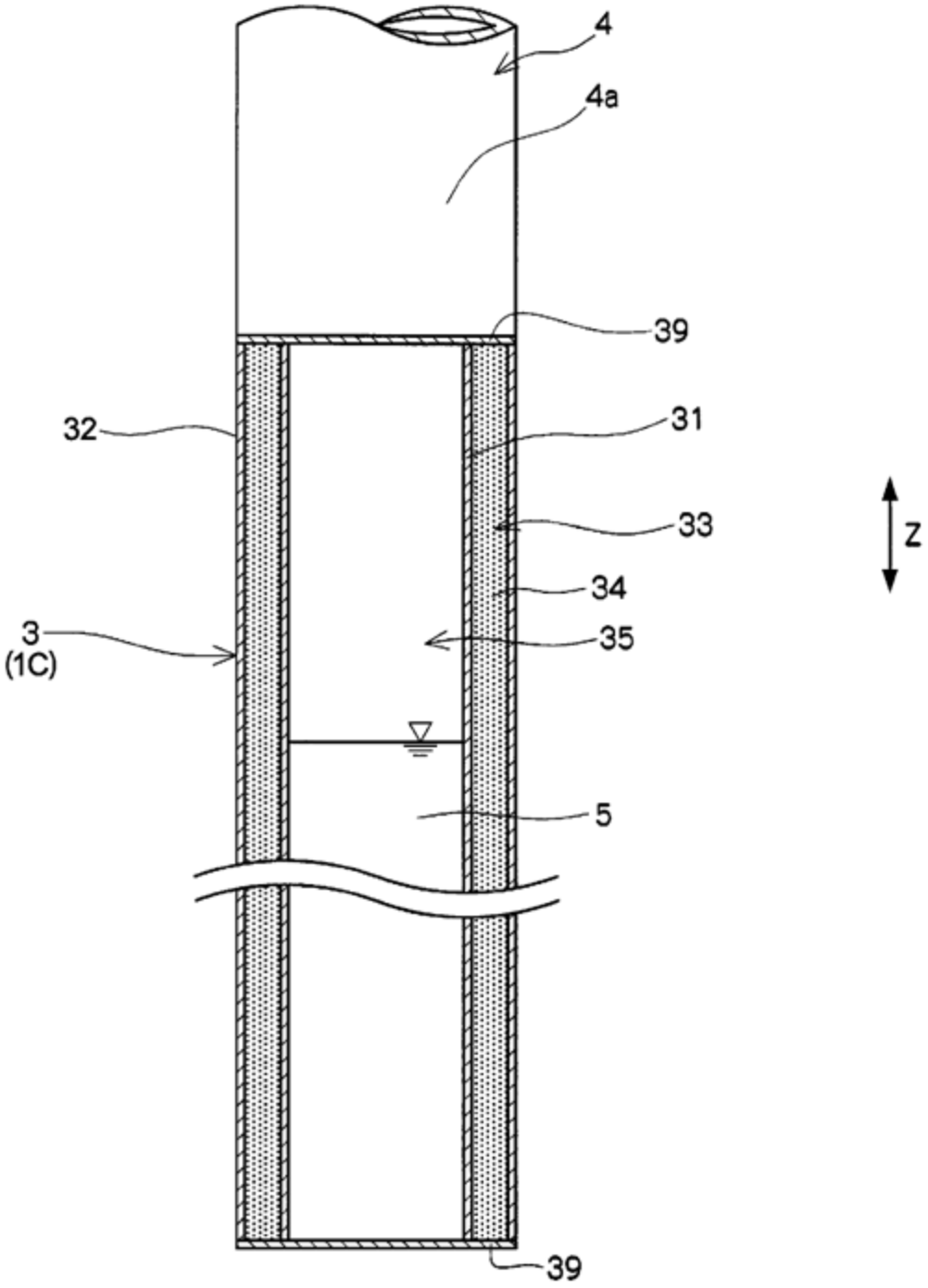


FIG. 19

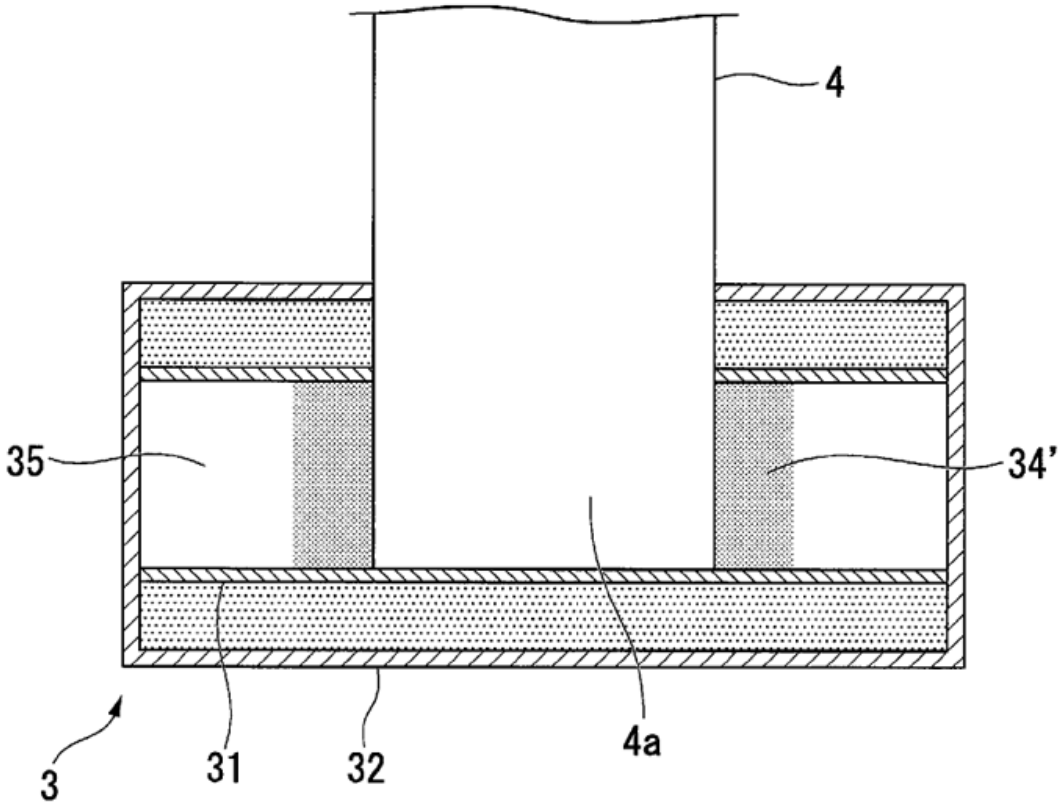
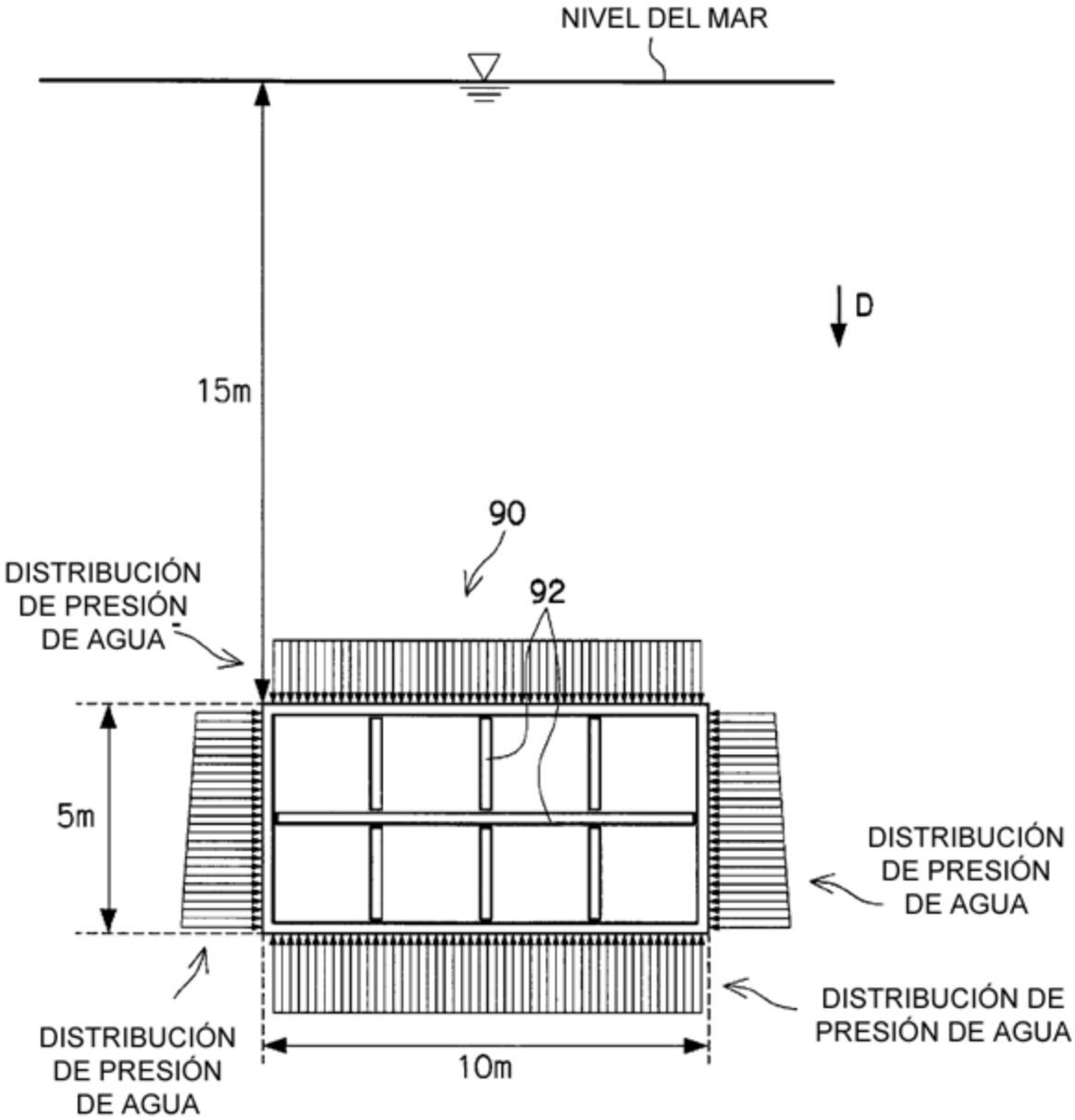


FIG. 20


NIVEL DEL MAR
D
15m
90
92
DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE AGUA
5m
DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE AGUA
DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE AGUA
DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE AGUA
10m