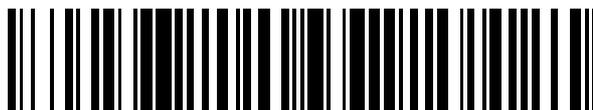


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 958**

51 Int. Cl.:

E04G 7/30 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

E04G 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2011 E 11186413 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2586933**

54 Título: **Plataforma de trabajo para una planta de energía eólica en alta mar y método para fabricar la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2016

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)
Am Lunedeich 156
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

**KRAMER, THOMAS y
GENNRICH, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 559 958 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

Plataforma de trabajo para una planta de energía eólica en alta mar y método para fabricar la misma

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a una plataforma de trabajo para una planta de energía eólica en alta mar y a una planta de energía eólica en alta mar que tiene una plataforma de trabajo. Además, la invención se refiere a un método para fabricar una planta de energía eólica en alta mar.

10

Antecedentes

En general, las plataformas de trabajo para plantas de energía eólica en alta mar son unidades polivalentes. Principalmente, la plataforma de trabajo proporciona acceso a la planta de energía eólica, por ejemplo, para los ingenieros de servicio, y permite recibir equipos de servicio o piezas de repuesto para la planta de energía eólica, por ejemplo, desde un buque de suministro. Las plataformas de trabajo actuales se ensamblan usando un gran número de componentes separados y cientos de espárragos y conexiones de tornillo. Por ejemplo, una típica plataforma de trabajo de acuerdo con la técnica anterior tiene aproximadamente 700 conexiones de tornillo. Hay que insertar (es decir, martillar) y posteriormente apretar cada uno de los tornillos y espárragos siguiendo un plan de construcción complejo. Además, las conexiones de tornillo tienen que comprobarse y volver a apretarse siguiendo un plan de mantenimiento complejo.

15

20

25

Con el fin de cumplir los requisitos de protección contra la corrosión, cada uno de los tornillos, que está expuesto a duras condiciones atmosféricas en alta mar, tiene que encapsularse usando una tapa o sello especial. Este es un proceso de coste elevado en términos de mano de obra, así como en términos de gastos materiales.

30

A pesar del considerable esfuerzo de protección contra la corrosión mencionado anteriormente, las conexiones de tornillo y de espárrago son propensas a errores y todavía representan los puntos débiles en la obra de construcción de la plataforma de trabajo. Las conexiones de tornillo son problemáticas con respecto a la resistencia y la estabilidad, así como con respecto a la resistencia a la corrosión de la plataforma de trabajo. De acuerdo con la técnica anterior, es necesario un estricto programa de mantenimiento y las conexiones de tornillo tienen que comprobarse a intervalos regulares y tienen que sustituirse si fuera necesario. Esto conduce a elevados costes de mantenimiento.

35

El documento DE 10 2008 029984 A1 desvela una plataforma de trabajo para una planta de energía eólica en alta mar. La plataforma de trabajo está configurada para montarse en una pared exterior de una torre de la planta de energía eólica en alta mar con la ayuda de juntas soldadas.

40

El documento EP 1 269 017 B1 desvela una plataforma de trabajo que se monta en una pared exterior de una torre de una planta de energía eólica con la ayuda de juntas soldadas.

45

Sin embargo, el elevado número de componentes separados no solo conduce a un complejo trabajo de montaje de la plataforma de trabajo, sino que también exige un tratamiento anticorrosión de cada uno de los componentes. Un tratamiento anticorrosión de un elevado número de componentes separados es un proceso que supone tiempo y costes elevados.

Sumario

50

Un objeto de la invención es proporcionar una plataforma de trabajo, una planta de energía eólica en alta mar que comprende una plataforma de trabajo y un método de fabricación de una planta de energía eólica en alta mar mejorados.

55

El objetivo se consigue mediante una planta de energía eólica en alta mar y un método de fabricación de una planta de energía eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7.

60

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una plataforma de trabajo para una planta de energía eólica en alta mar. La plataforma de trabajo está configurada para montarse en una pared exterior de una torre de la planta de energía eólica en alta mar con la ayuda de unas juntas soldadas. Preferentemente, las juntas soldadas son las juntas de soporte de carga que conectan la plataforma de trabajo y la torre de la planta de energía eólica. Ventajosamente, no es necesario un plan de mantenimiento específico y extenso, debido al abandono de las conexiones de tornillo. Esto conduce a una reducción de los costes de mantenimiento para la plataforma de trabajo.

65

De acuerdo con otro aspecto ventajoso de la invención, la plataforma de trabajo comprende una pluralidad de segmentos de plataforma pre-soldados. En otras palabras, hay un concepto modular para la plataforma de trabajo que consiste en una pluralidad de segmentos de plataforma pre-soldados. Ventajosamente, el montaje de fabricación de los segmentos de plataforma pre-soldados puede realizarse en una planta de fabricación y no en el

lugar o en condiciones de alta mar. Esto permite un diseño o una construcción muy flexibles y una producción muy flexible de la plataforma de trabajo. Las especificaciones y los requisitos de los clientes pueden tomarse en cuenta muy fácilmente.

5 Preferentemente, los segmentos de plataforma pre-soldados se someten a un tratamiento anticorrosión, por ejemplo, aplicando un recubrimiento anticorrosión como una pintura, un recubrimiento en polvo o un proceso electroquímico como la pintura por inmersión catódica. Ventajosamente, los segmentos de plataforma pueden pintarse en cabina o tratarse en fábrica usando tecnologías de pintura o de recubrimiento modernas. Esto dará como resultado un recubrimiento anticorrosión de alta calidad que cumpla con las normas de alta mar.

10 El concepto modular de la plataforma de trabajo es además ventajoso debido a las siguientes consideraciones. Puede haber un concepto de montaje de una plataforma de trabajo completa en la pared exterior de un segmento de torre. Sin embargo, la sección de torre completa, que incluye la plataforma de trabajo, tiene que recubrirse con un recubrimiento anticorrosión. En consecuencia, es necesaria una cabina o equipo de pintura enorme para el recubrimiento, si se desean lograr altos estándares de calidad. Estos equipos enormes, tales como una cabina de pintura enorme, en la planta de producción conducirán a gastos muy elevados para el tratamiento anticorrosión. Por otro lado, pintando o recubriendo la torre y la plataforma de trabajo en condiciones al aire libre, por ejemplo, junto al muelle o en el lugar en condiciones de alta mar, puede no lograrse la calidad de la pintura que se reconoce a la pintura en cabina o el recubrimiento en fábrica. Esto deteriorará el concepto anticorrosión y probablemente no se alcanzarán los altos estándares de calidad para las instalaciones en alta mar. Las soluciones de la técnica anterior aplican muchos componentes pequeños para fabricar una plataforma de trabajo. Esto conduce a un diseño flexible de la plataforma de trabajo. Sin embargo, el montaje de la plataforma de trabajo tiene que realizarse en el lugar y supone mucho tiempo y costes elevados. Los componentes de la plataforma pueden pintarse en la planta de producción pero el montaje tiene que hacerse con la ayuda de pernos. Además, se asumen las tolerancias de los diferentes componentes de la plataforma de trabajo y, en consecuencia, el ajuste de la plataforma completa a la torre de la planta de energía eólica puede ser un reto, especialmente en condiciones de alta mar. Los pernos tienen que martillarse y apretarse en un orden determinado y con un par de torsión determinado para completar el montaje que sigue un plan de montaje complejo. Durante los trabajos de montaje, el recubrimiento anticorrosión, es decir, la pintura o el recubrimiento, puede rayarse o dañarse, lo que deteriora el concepto anticorrosión.

30 Ventajosamente, el concepto modular de acuerdo con los aspectos de la invención proporciona una plataforma de trabajo flexible y rentable para las plantas de energía eólica en alta mar.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el montaje y la soldadura de los segmentos de plataforma pre-soldados pueden realizarse con la ayuda de un segmento de torre simulado. En consecuencia, el segmento de plataforma fabricado se ajustará perfectamente a la sección de torre real que es idéntico al segmento de torre simulado. Esto simplificará el montaje de la plataforma de trabajo en el lugar. De igual manera, para la fabricación de una torre o un segmento de torre, pueden usarse, respectivamente, una plataforma simulada y un segmento de plataforma simulado. Esto ayudará a la soldadura de los espárragos y las bridas en el segmento de torre en la posición exacta en la que van a ser necesarios. Ventajosamente, los segmentos de plataforma y los segmentos de torre pueden fabricarse en dos plantas de fabricación diferentes, lo que abre una vía para una producción muy flexible y rentable.

45 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, los segmentos de plataforma de la plataforma de trabajo se construyen para tener diferentes capacidades de soporte de carga. Ventajosamente, al menos uno de los segmentos de plataforma se refuerza y se construye para tener una mayor capacidad de soporte de carga en comparación con otros segmentos de plataforma de la plataforma de trabajo. Las plataformas de trabajo de la técnica anterior no están diseñadas para sostener cargas pesadas, por ejemplo, durante el intercambio o la sustitución de piezas pesadas de la planta de energía eólica. En el concepto modular de acuerdo con los aspectos de la invención, puede tomarse en cuenta este aspecto. En función de la capacidad de soporte de carga prevista, pueden reforzarse uno o más segmentos de plataforma, por ejemplo, con la ayuda de vigas adicionales. Ventajosamente, el segmento reforzado puede diseñarse para sostener la carga de un transformador de la planta de energía eólica. Esto permitirá una sustitución o una mejora del transformador en el lugar. Un segmento de plataforma reforzado y para grandes cargas puede asumir el peso del transformador durante su intercambio en caso de mantenimiento o de mejora de la turbina eólica.

60 Con el fin de simplificar la sustitución del transformador, el segmento de plataforma reforzado, de acuerdo con otro aspecto de la invención, comprende al menos una placa de base transitable, por ejemplo, una placa de comprobación, que es desmontable. Ventajosamente, esta placa de base transitable puede pintarse usando un determinado color que señala que la placa de base respectiva es desmontable. Además, el segmento de plataforma reforzado puede construirse para asumir un sistema de pista de carga pesada en lugar de la placa de base desmontable. Este sistema de pista de carga pesada será adecuado para sostener un transformador durante la sustitución del mismo y permitirá una sustitución o mejora rápida y fácil del transformador.

65 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona una planta de energía eólica en alta mar que comprende una torre y una plataforma de trabajo. La plataforma de trabajo de acuerdo con los aspectos de la

invención se monta en una pared exterior de la torre con la ayuda de unas juntas soldadas. Ventajosamente, la plataforma de trabajo y la pared de la torre tienen unas bridas fijas correspondientes, respectivamente. Las bridas son para conectar la plataforma de trabajo y la pared de la torre con la ayuda de las juntas soldadas.

5 Ventajosamente y en contraste con las conexiones de tornillo que se conocen en la técnica anterior, las bridas para juntas soldadas ofrecen la posibilidad de tener un ajuste ligero cuando los segmentos de plataforma se montan en la torre. Este no es el caso de las conexiones de tornillo, debido a que los agujeros se perforan previamente de manera habitual y, por lo tanto, no pueden cambiarse. De acuerdo con la técnica anterior, tienen que usarse piezas metálicas adicionales como arandelas o placas. Ventajosamente, estas pueden omitirse durante el montaje de la
10 plataforma de trabajo de acuerdo con los aspectos de la invención.

Una superficie de la plataforma de trabajo y una superficie de la torre, a excepción de la superficie de las bridas fijas respectivas, pueden comprender un recubrimiento anticorrosión. Ventajosamente, el concepto anticorrosión puede extenderse a la torre. En otras palabras, la superficie de la torre puede recubrirse con el recubrimiento anticorrosión en el lugar de producción y pueden minimizarse los trabajos en alta mar para aplicar el recubrimiento anticorrosión. Esto mejorará la calidad de la protección anticorrosión.

Ventajosamente, la plataforma y los segmentos de plataforma, respectivamente, pueden tener unas bridas fijas que se corresponden con otras bridas fijas en la pared de la torre. Las bridas son para conectar la plataforma y el segmento de plataforma, respectivamente, y la torre con la ayuda de juntas soldadas. De acuerdo con los aspectos de la invención, la superficie de la plataforma, a excepción de una superficie de las bridas fijas, comprende una pintura o recubrimiento anticorrosión. En otras palabras, casi toda la superficie de la plataforma se recubre con la pintura, el recubrimiento o la capa anticorrosión en el lugar de producción. En consecuencia, el trabajo en alta mar adicional que se necesita para cumplir los requisitos anticorrosión es muy limitado. La junta de soldadura entre las
20 bridas de la torre y las bridas de la plataforma de trabajo será la única parte que exija un tratamiento anticorrosión, es decir, un recubrimiento anticorrosión. Solo a modo de ejemplo, la junta soldada puede pintarse usando una pintura que sea adecuada para el procesamiento en alta mar. Esto conducirá a un concepto anticorrosión muy rentable que tiene un alto estándar de calidad.

El concepto de recubrimiento se aplica, mutatis mutandis, a las bridas que se fijan a la pared de la torre y a las bridas que se fijan a la plataforma de trabajo. Ventajosamente, estas bridas pueden fijarse a un segmento de torre usando espárragos soldados. Un espárrago de este tipo puede ser una parte corta de una viga de sección hueca. El segmento de torre puede pintarse en cabina o recubrirse en fábrica en el lugar de producción, a excepción de una superficie de las bridas fijas. El uso de espárragos es ventajoso debido a que permiten separar las bridas de la superficie de torre. Esto puede ser ventajoso para el montaje de los segmentos de plataforma debido a que es más fácil acceder a las bridas de la torre y la plataforma de trabajo, respectivamente, durante el proceso de soldadura. Además, puede minimizarse la transmisión de calor desde la brida a la torre durante la soldadura.

Además, el concepto para la sustitución de cargas pesadas puede extenderse a la construcción de la torre. De acuerdo con otro aspecto de la invención, el sistema de pista de carga pesada se extiende desde el segmento de plataforma reforzado al interior de la torre. Un sistema estructural interior de la torre se construye o se diseña para reforzarse con la ayuda de unas vigas de carga pesada para sostener una parte interna del sistema de pista de carga pesada.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación de una planta de energía eólica en alta mar. La planta de energía eólica comprende una torre y una plataforma de trabajo que tiene una pluralidad de segmentos de plataforma que pueden montarse en una pared de la torre. En primer lugar, se pre-solda al menos un segmento de plataforma. Posteriormente, el al menos un segmento de plataforma se suelda en una pared exterior de la torre para construir una junta de soldadura de soporte de carga.

50 Ventajosamente, la superficie del al menos un segmento de plataforma pre-soldado puede recubrirse con un recubrimiento anticorrosión después de pre-soldar el segmento de plataforma respectivo y antes de soldar el segmento de plataforma en la pared exterior de la torre.

Además, la soldadura del segmento de plataforma en la pared exterior de la torre puede comprender la soldadura de las bridas fijas correspondientes del segmento de plataforma y la torre. La junta soldada entre las bridas fijas correspondientes construirá la junta soldada de soporte de carga entre la plataforma de trabajo y la torre. La superficie de los segmentos de plataforma y/o la torre puede recubrirse con un recubrimiento anticorrosión a excepción de la superficie de las bridas fijas.

60 Unas ventajas iguales o similares a las que ya se han mencionado con respecto a la plataforma de trabajo y la planta de energía eólica de acuerdo con aspectos de la invención también se aplican al método de fabricación de una planta de energía eólica en alta mar.

65

Breve descripción de los dibujos

Otros objetos de la invención surgirán a partir de la siguiente descripción de las realizaciones ejemplares de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

5 La figura 1 es una planta de energía eólica en alta mar simplificada, de acuerdo con una realización de la invención,

10 Las figuras 2 y 3 son vistas detalladas simplificadas que muestran una planta de energía eólica, de acuerdo con una realización de la invención,

La figura 4 es una captura en detalle de la figura 3 que muestra una vista detallada simplificada de las vigas radiales de una plataforma de trabajo, de acuerdo con una realización de la invención,

15 La figura 5 es una vista desde arriba simplificada que muestra una plataforma de trabajo, de acuerdo con una realización de la invención,

20 La figura 6 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5 que muestra una escalera ascendente,

La figura 7 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VII-VII de la figura 5 que muestra un segmento de plataforma reforzado,

25 La figura 8 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 5 que muestra un segmento de plataforma normal (no reforzado),

La figura 9 es una vista simplificada, en perspectiva y despiezada, que muestra un segmento de torre y una plataforma de trabajo, de acuerdo con una realización de la invención,

30 La figura 10 es un segmento de torre y una plataforma de trabajo que está montada en el segmento de torre en una vista en perspectiva simplificada,

35 Las figuras 11 y 12 son vistas laterales simplificadas que muestran el segmento de torre y la plataforma de trabajo montada en el mismo, de acuerdo con la realización de la figura 10 y

Las figuras 13 a 21 son vistas en perspectiva simplificadas que muestran una plataforma de trabajo y un sistema estructural interior de una torre (la torre en sí se omite), que ilustran la retroadaptación de la plataforma de trabajo y el sistema estructural interior de la torre para sacar un transformador desde el interior de la torre a un segmento de plataforma reforzado, de acuerdo con otra realización de la invención.

40

Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

45 La figura 1 es una planta de energía eólica en alta mar simplificada 2 que tiene una torre 4 y una plataforma de trabajo 6. La torre 4 está construida sobre unos cimientos bajo el agua adecuados en el mar 8 y sostiene un cubo de rotor 10, que a su vez sostiene las palas de rotor 12. Una pluralidad de segmentos de torre se montan en alta mar durante la construcción de la torre 4.

50 La figura 2 es una vista detallada simplificada que muestra un segmento de torre 14 y la plataforma de trabajo 6 que está soldada a una pared exterior 16 de la torre 4 y el segmento de torre 14, respectivamente. La plataforma de trabajo 6 comprende una barandilla de seguridad 18 que rodea la plataforma de trabajo 6 en su perímetro exterior. Puede accederse a la plataforma de trabajo 6 mediante una escalera ascendente 20 que también está soldada a la pared 16 del segmento de torre 14. Los ingenieros de servicio pueden entrar en la planta de energía eólica 2 a través de la plataforma de trabajo 6 usando la escalera ascendente 20. La plataforma de trabajo 6 se fija al segmento de torre 14 a través de las vigas radiales 22 que son una parte de la estructura de soporte de carga de la plataforma de trabajo 6. Para los segmentos de plataforma normales, es decir, no reforzados, las vigas radiales 22 son la única estructura de sostenimiento de carga que está conectada a la torre 4. Los segmentos de plataforma reforzados se soportan y se refuerzan con la ayuda de unas vigas de soporte adicionales 24.

60 El segmento de torre 14 comprende una pluralidad de bridas fijas 26. Preferentemente, las bridas fijas 26 se sueldan en la pared 16 del segmento de torre 14 usando unos espárragos 15 (se explicarán más detalles con referencia a la figura 4). La plataforma de trabajo 6 comprende una pluralidad de bridas fijas correspondientes 26 que se sueldan preferentemente a las vigas radiales 22 y las vigas de soporte 24. La plataforma de trabajo 6 se fija, es decir, se suelda, a la torre 4, es decir, la pared 16 de la torre 4, con la ayuda de las juntas de soldadura entre las superficies de brida respectivas de las bridas 26 en la plataforma de trabajo 6, por un lado, y las bridas 26 de la torre 4, por el otro lado.

65

La figura 3 es otra vista detallada simplificada que muestra un segmento de torre 14. La figura 2 y la figura 3 muestran el segmento de torre 14 desde ángulos de visión perpendiculares. La dirección de visión de la figura 2 se indica en la figura 3 con la ayuda de la flecha marcada como "II" y la dirección de visión de la figura 3 se indica en la figura 2 por la flecha marcada como "III".

5 La plataforma de trabajo 6 comprende un segmento de plataforma reforzado 28 que tiene una pluralidad de vigas radiales 22 y, solo a modo de ejemplo, dos vigas de soporte 24 (véase la figura 2). El segmento de plataforma reforzado 28 está localizado en el lado derecho de la figura 3. En el lado izquierdo de la figura 3, hay un segmento de plataforma normal 30 de la plataforma de trabajo 6 que significa que el segmento normal 30 no se refuerza y se soporta solamente por las vigas radiales 22. Preferentemente, las vigas radiales 22 y las vigas de soporte 24 son vigas de acero de sección hueca.

10 Las juntas soldadas entre las superficies de brida de las bridas 26 de las vigas radiales 22 y las bridas fijas 26 de la torre 4 se muestran en una vista más detallada de la figura 4, que es una captura en detalle de la figura 3. La sección de captura en detalle se indica mediante un rectángulo referenciado como "IV" en la figura 3.

15 En la figura 4, hay una primera brida fija 261 que se monta, por ejemplo, se suelda, en la pared 16 de la torre 4 a través de un espárrago 15. La primera brida 261 comprende una primera superficie de brida que se orienta hacia la superficie de brida respectiva de la segunda brida adyacente 262 de la plataforma de trabajo 6. La segunda brida 262 se monta, por ejemplo, se suelda, a la viga radial 22 de la plataforma de trabajo 6. Las superficies de brida primera y segunda están conectadas por una junta de soldadura y, en consecuencia, se proporciona una junta soldada de soporte de carga entre la plataforma de trabajo 6 y la torre 4. Los espárragos 15 también permiten tener una posición para separar la plataforma de trabajo 6 de la torre 4 de una manera limpia, si fuera necesario. Por ejemplo, este puede ser el caso, si un segmento de plataforma 28, 30 llega a dañarse gravemente durante el transporte o la instalación.

20 La plataforma de trabajo 6 y el segmento de torre 14 tienen un recubrimiento superficial anticorrosión que cumple con las especificaciones de protección contra la corrosión de la planta de energía eólica 2. El recubrimiento anticorrosión puede ser una pintura o un chapado adecuados, por ejemplo, una capa de zinc por inmersión en caliente. El recubrimiento anticorrosión puede aplicarse a las partes respectivas de la planta de energía eólica 2 en el lugar de producción. En consecuencia, puede aplicarse una tecnología moderna de recubrimiento de superficies de alta calidad. La única parte del segmento de torre 14 y la plataforma de trabajo 6 que no tiene un recubrimiento anticorrosión son las superficies de brida primera y segunda 262, 264 de las bridas primera y segunda 261, 263 del segmento de torre 14 y la plataforma de trabajo 6 (es decir, la viga radial 22 de la plataforma de trabajo 6), respectivamente. Durante el montaje de la plataforma de trabajo 6, la única superficie que está desprovista de un recubrimiento anticorrosión, es la junta soldada entre las superficies de brida primera y segunda 262, 264. La junta soldada puede tratarse mediante técnicas adecuadas con el fin de proporcionar una protección anticorrosión de acuerdo con las especificaciones anticorrosión, por ejemplo, un proceso de pintura adecuado. En la praxis, en primer lugar, se elimina la oxidación del área de soldadura. Posteriormente, se limpia y se conecta a tierra el área de soldadura. Además, pueden aplicarse un recubrimiento intermedio y dos capas de pintura. Como la junta soldada está en la zona de salpicadura, donde las partículas de agua de mar pueden alcanzar la soldadura, tiene que soportar las normas contra la corrosión más exigentes, por ejemplo, la DIN C5M (en la que C5 es la clase más alta, y M significa marítima). A este conjunto pueden aplicarse todas las técnicas de soldadura adecuadas. Esto incluye técnicas de soldadura con y sin metal de relleno, incluyendo la soldadura por fricción-agitación. En una realización (no mostrada), puede aplicarse un dispositivo de soldadura por fricción-agitación que está adaptado para fijarse en la torre 4 y/o la plataforma de trabajo 6. Con el fin de realizar la operación de soldadura de las bridas primera y segunda 261, 262, las bridas pueden presionarse entre sí de una manera adecuada.

25 La figura 5 es una vista desde arriba simplificada que muestra una plataforma de trabajo 6 de acuerdo con otra realización de la invención. La plataforma de trabajo 6 comprende, solo a modo de ejemplo, un segmento de plataforma reforzado 28 y dos segmentos normales 30. Los segmentos de plataforma 28, 30 de la plataforma de trabajo 6 se fijan a la pared 16 del segmento de torre 14 mediante unas conexiones soldadas en las bridas 26. Los segmentos normales 30 se sueldan a la torre 4 solo en las vigas radiales 22. El segmento de plataforma reforzado 28 se suelda al segmento de torre 14 mediante unas juntas soldadas en las vigas radiales 22 y las vigas de soporte adicionales 24 (no visibles). Para indicar la posición de la planta de energía eólica 2 al tráfico marítimo, la plataforma de trabajo 6 comprende unos fuegos de baliza 46 en la barandilla de seguridad 18.

30 El segmento de plataforma reforzado 28 comprende además unos soportes de grúa primero y segundo 54, 56, para fijar las grúas en el mismo. El primer soporte de grúa 54 es para montar una grúa auxiliar accionada manualmente 38, el segundo soporte de grúa 56 es para montar una grúa marina hidráulica 40 en el mismo. Los soportes de grúa 54, 56 se fijan ventajosamente en las vigas radiales 22 del segmento de plataforma reforzado 28 que comprende las vigas de soporte 24. En consecuencia, la capacidad de elevación de grúa, en especial para la grúa marina hidráulica 40, puede ser, por lo tanto, mayor.

35 La figura 6 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5. Hay una escalera ascendente 20 que se fija a la pared 16 del segmento de torre 14 a través de unas juntas soldadas en unas

bridas fijas adicionales 26. La escalera ascendente 20 puede pre-soldarse y recubrirse con un recubrimiento anticorrosión de la misma manera que los segmentos de plataforma 28, 30. Ventajosamente, la escalera ascendente 20 está integrada en el concepto anticorrosión de la planta de energía eólica 2. Solamente las juntas soldadas en las bridas fijas 26 tienen que recubrirse con una capa anticorrosión después del montaje de la escalera ascendente 20.

La figura 7 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VII-VII de la figura 5, que muestra una vista en sección transversal del segmento de plataforma reforzado 28. La viga radial 22 y la viga de soporte 24 se sueldan a la pared 16 del segmento de torre 14 en las bridas fijas 26.

La figura 8 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 5. Se muestra un segmento de plataforma normal 30. El segmento de plataforma 30 solamente está soportado por las vigas radiales 22 que están montadas en la pared 16 del segmento de torre 14 en las bridas fijas 26. Debido a la junta soldada de soporte de carga, la estructura de sostenimiento de carga de los segmentos de plataforma normales 30 es muy simple. Pueden omitirse las vigas de soporte adicionales y el segmento de plataforma 30 puede construirse debido a que las vigas radiales 22 son las únicas vigas de soporte.

La figura 9 es una vista simplificada, en perspectiva y despiezada, que muestra un segmento de torre 14 y una plataforma de trabajo 6 de acuerdo con una realización de la invención. Hay una pluralidad de bridas fijas 26 en la pared 16 del segmento de torre 14. Los segmentos de plataforma normales 30 se fijan a la pared 16 del segmento de torre 14 soldando sus vigas radiales 22 a las bridas fijas respectivas 26 en el segmento de torre 14. El segmento de plataforma reforzado 28 comprende unas vigas de soporte adicionales 24 que se sueldan a las bridas fijas adecuadas 26 en la pared 16 del segmento de torre 14. La escalera ascendente 20 se fija a las bridas adecuadas 26 que tienen una capacidad de soporte de carga más pequeña si se compara con las bridas fijas 26 para los segmentos de plataforma normales y reforzados 30, 28 en la pared 16 del segmento de torre 14.

La figura 10 es una vista en perspectiva simplificada que muestra un segmento de torre 14 y una plataforma de trabajo 6 de acuerdo con una realización de la invención. La plataforma de trabajo 6 está totalmente equipada y montada en el segmento de torre 14. Una pluralidad de placas de comprobación 32 sirven como placas de base transitables en los segmentos de plataforma 28, 30. De acuerdo con la realización de la figura 10, puede desmontarse al menos una de estas placas de base, las dos placas de base en frente de la puerta de torre 34. El segmento de plataforma reforzado 28 está diseñado para asumir un sistema de pista de carga pesada en lugar de estas placas de base desmontables 36. Esto puede ser ventajoso, especialmente para el intercambio de un transformador que está localizado en el interior del segmento de torre 14. El segmento de plataforma reforzado 28 comprende además una grúa auxiliar accionada manualmente 38 y una grúa marina hidráulica 40 para sostener cargas pesadas. Hay un canal de cable 42 que rodea la plataforma de trabajo 6 en su perímetro exterior cerca de la base de la barandilla 18. Esto puede ser ventajoso para proporcionar alimentación eléctrica a las diferentes unidades de la plataforma de trabajo 6.

Las figuras 11 y 12 son otras vistas laterales simplificadas que muestran el segmento de torre 14 y la plataforma de trabajo 6 de acuerdo con la realización de la figura 10. Los ángulos de visión de las figuras 11 y 12 son perpendiculares. La dirección de visión de la figura 11 se indica en la figura 12 con la ayuda de la flecha marcada como "XI" y la dirección de visión de la figura 12 se indica en la figura 11 por la flecha marcada como "XII".

Las figuras 13 a 21 son vistas en perspectiva simplificadas que muestran la plataforma de trabajo 6 y un sistema estructural interior de la torre 4, omitiéndose el segmento de torre 14 en sí en las figuras.

La figura 13 muestra una situación inicial, en la que un transformador 44 representa una carga pesada que está localizada en el interior de la torre 4. El transformador 44 puede elevarse mediante las unidades hidráulicas adecuadas 45. Las placas de comprobación transitables 32 en el interior de la torre 4 pueden retirarse (véase la figura 15). Además, un fuego de baliza 46 está montado en la plataforma de trabajo 6, indicando la posición de la planta de energía eólica 2 al tráfico náutico. Este dispositivo de señalización también puede retirarse.

Además, hay un conjunto de puerta 47 que se monta, por ejemplo, mediante pernos en una brida que se suelda a la torre 4. En la figura 13, el conjunto de puerta 47 está separado de la torre 4. Durante la retirada o la instalación del transformador 44, puede retirarse el conjunto de puerta completo 47 desempañándolo de la torre 4. Durante el funcionamiento normal, se necesita la puerta para el personal de servicio y para transportar las herramientas al interior de la torre 4. Sin embargo, durante la retirada o la instalación del transformador 44, puede ser necesaria una abertura de acceso más grande a la torre 4. Por esta razón, puede instalarse un conjunto de puerta desmontable, con el fin de tener una abertura más grande para mover el transformador 44 dentro o fuera de la torre 4 si fuera necesario.

En la figura 14, se ha retirado el conjunto de puerta. En la figura 15, además, se retiran el fuego de baliza 46 y las placas de comprobación 32 y se eleva el transformador 44. Con el fin de reforzar el sistema estructural interno 48 de la torre 4, las vigas de carga pesada auxiliares 50 pueden insertarse en este sistema estructural 48, como se ilustra en la figura 16. Además, pueden retirarse las placas de base desmontables 36 en el segmento de plataforma

- reforzado 28 y puede montarse una parte exterior de un sistema de pista de carga pesada 52 (véanse las figuras 17 y 18). Además, el sistema de pista de carga pesada 52 se extiende en el interior de la torre 4 (véase la figura 19) y, en consecuencia, hay un sistema de pista de carga pesada 52 para el transformador 44 que se extiende desde el interior de la torre 4 al segmento de plataforma reforzado 28. Posteriormente, el transformador 44 se desplaza a la parte central de la torre 4 y se coloca en la parte interna del sistema de pista de pesada carga 52 (véase la figura 20). El transformador puede desplazarse hacia el segmento de plataforma reforzado 28 a través de la puerta 34 de la torre 4 (véase la figura 21). A continuación, el transformador 44 puede suministrarse a un medio de transporte adecuado, por ejemplo un buque de servicio para el mantenimiento, la mejora o la sustitución del transformador 44.
- 5
- 10 Como alternativa, de acuerdo con una realización que no se muestra, la torre 4 puede estar provista de un solo segmento de plataforma de trabajo 28, 30 en lugar de tres segmentos. Este segmento de plataforma 28, 30 puede reforzarse o no. El concepto modular se aplica a dos, tres o más segmentos de plataforma 28, 30, en función del tamaño de la torre de turbina eólica 4 y los requisitos de cliente/producción.
- 15 Además, un concepto de plataforma de trabajo de 360° puede ser una parte del concepto de rescate de la turbina eólica 2. Una plataforma de trabajo 6 de este tipo permite izar a la gente desde de la barquilla en caso de emergencia independientemente de la posición de ángulo de la barquilla con respecto a la torre 4. Este aspecto puede ser la razón para proporcionar unos segmentos de plataforma “ligeros” normales 30 además de los segmentos de plataforma reforzados 28.
- 20 Aunque la invención se ha descrito anteriormente en el presente documento con referencia a realizaciones específicas, no se limita a estas realizaciones y, sin duda, a los expertos en la materia se les ocurrirán más alternativas que se encuentren dentro del alcance de la invención que se reivindica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una planta de energía eólica en alta mar que comprende una plataforma de trabajo (6) y al menos un segmento de torre, en la que la plataforma de trabajo (6) está configurada para montarse en una pared exterior (16) de un segmento de torre (14) de la planta de energía eólica en alta mar (2) con la ayuda de juntas soldadas, comprendiendo la plataforma de trabajo una pluralidad de segmentos de plataforma pre-soldados (28, 30), **caracterizada por que** el segmento de torre (14) comprende bridas fijas (26) que se corresponden con bridas fijas (26) en la plataforma de trabajo (6) y que son para conectar la plataforma de trabajo (6) y el segmento de torre (14) con la ayuda de juntas soldadas, y las bridas fijas (26) están montadas en una pared exterior (16) del segmento de torre (14) a través de unos espárragos (15).
- 10
2. La planta de energía eólica en alta mar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los segmentos de plataforma están contruidos para tener diferentes capacidades de soporte de carga.
- 15 3. La planta de energía eólica en alta mar de acuerdo con la reivindicación 2, en la que al menos uno de los segmentos de plataforma (28, 30) es un segmento de plataforma reforzado (28) y está construido para tener una capacidad de soporte de carga más alta en comparación con otros segmentos de plataforma (30) de la plataforma de trabajo (6).
- 20 4. La planta de energía eólica en alta mar de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el segmento de plataforma reforzado (28) comprende unas placas de base transitables (32), y donde al menos una placa de base (36) es desmontable, y el segmento de plataforma reforzado (28) está construido para asumir un sistema de pista de carga pesada (52) en lugar de la placa de base desmontable (36).
- 25 5. La planta de energía eólica en alta mar de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que una superficie de la plataforma de trabajo (6), a excepción de una superficie de brida (262, 264) de las bridas fijas (26), comprende un recubrimiento anticorrosión.
- 30 6. La planta de energía eólica en alta mar (2) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el sistema de pista de carga pesada (52) se extiende desde el segmento de plataforma reforzado (28) al interior de la torre (4), y en la que un sistema estructural interior (48) de la torre (4) está construido para reforzarse mediante la inserción de unas vigas de carga pesada (50) para sostener una parte interna del sistema de pista de carga pesada (52).
- 35 7. Un método de fabricación de una planta de energía eólica en alta mar (2) que comprende una torre (4) y una plataforma de trabajo (6) que tiene una pluralidad de segmentos de plataforma (28, 30) que son montables en una pared (16) de la torre (4), comprendiendo el método las etapas de:
- 40 a) pre-soldar al menos un segmento de plataforma (28, 30),
 b) soldar el al menos un segmento de plataforma (28, 30) en una pared exterior (16) de la torre (4) para construir una junta soldada de soporte de carga estando el método **caracterizado por**
 c) montar bridas fijas (26) en una pared exterior (16) del segmento de torre (14) a través de espárragos (15), y
 d) soldar correspondientes bridas fijas (26) del segmento de plataforma (28, 30) y la torre (4), con el fin de construir la junta soldada de soporte de carga.
- 45
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además la etapa de recubrir la superficie del al menos un segmento de plataforma pre-soldado (28, 30) con un recubrimiento anticorrosión después de pre-soldar el segmento de plataforma (28, 30) y antes de soldar el segmento de plataforma (28, 30) en la pared exterior (16) de la torre (4).
- 50
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la etapa de recubrir la superficie del segmento de plataforma (28, 30) con un recubrimiento anticorrosión comprende: recubrir la superficie de los segmentos de plataforma (28, 30) y/o la torre (4), a excepción de la superficie de las bridas fijas (26), con el recubrimiento anticorrosión.
- 55

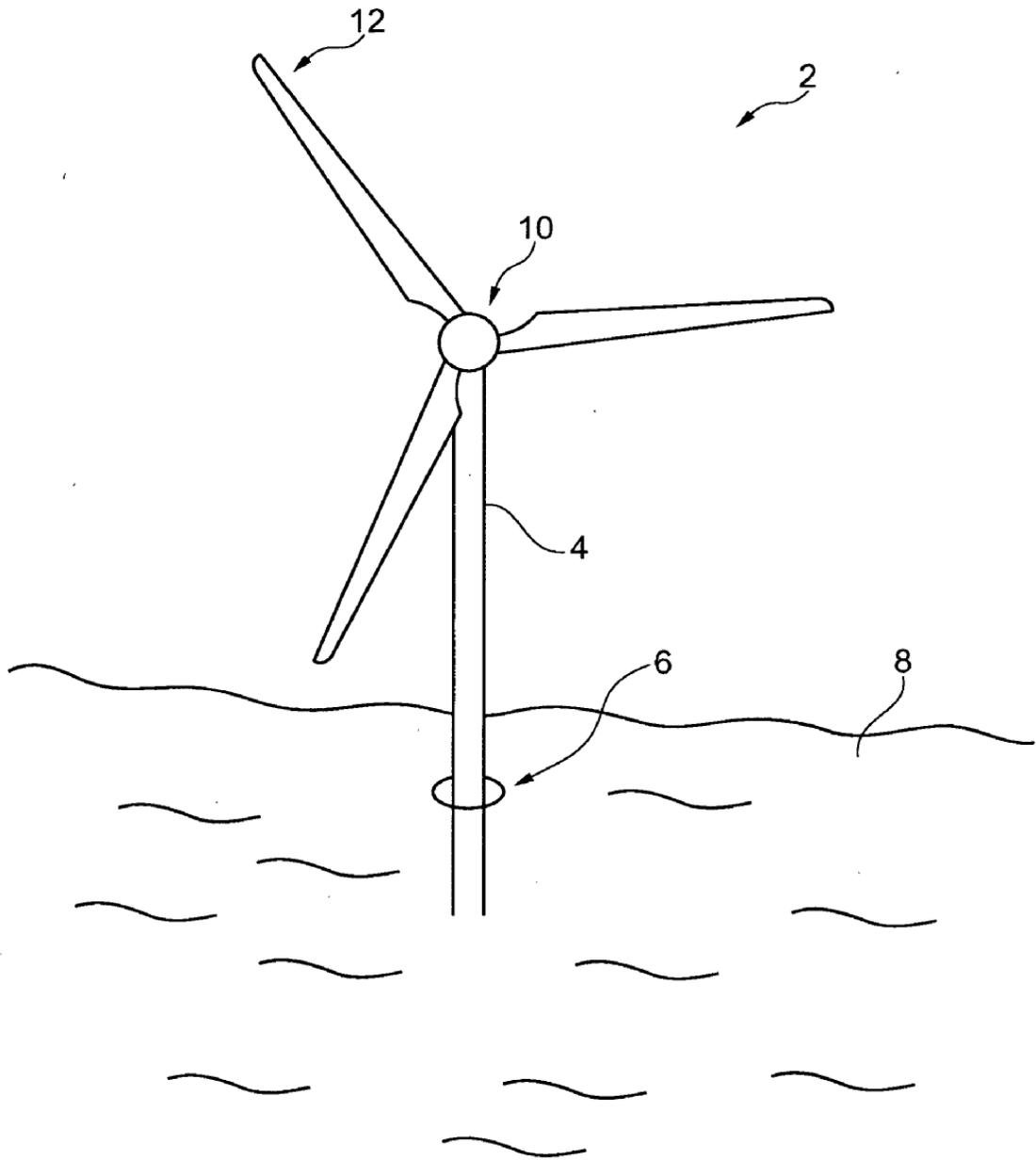


Fig. 1

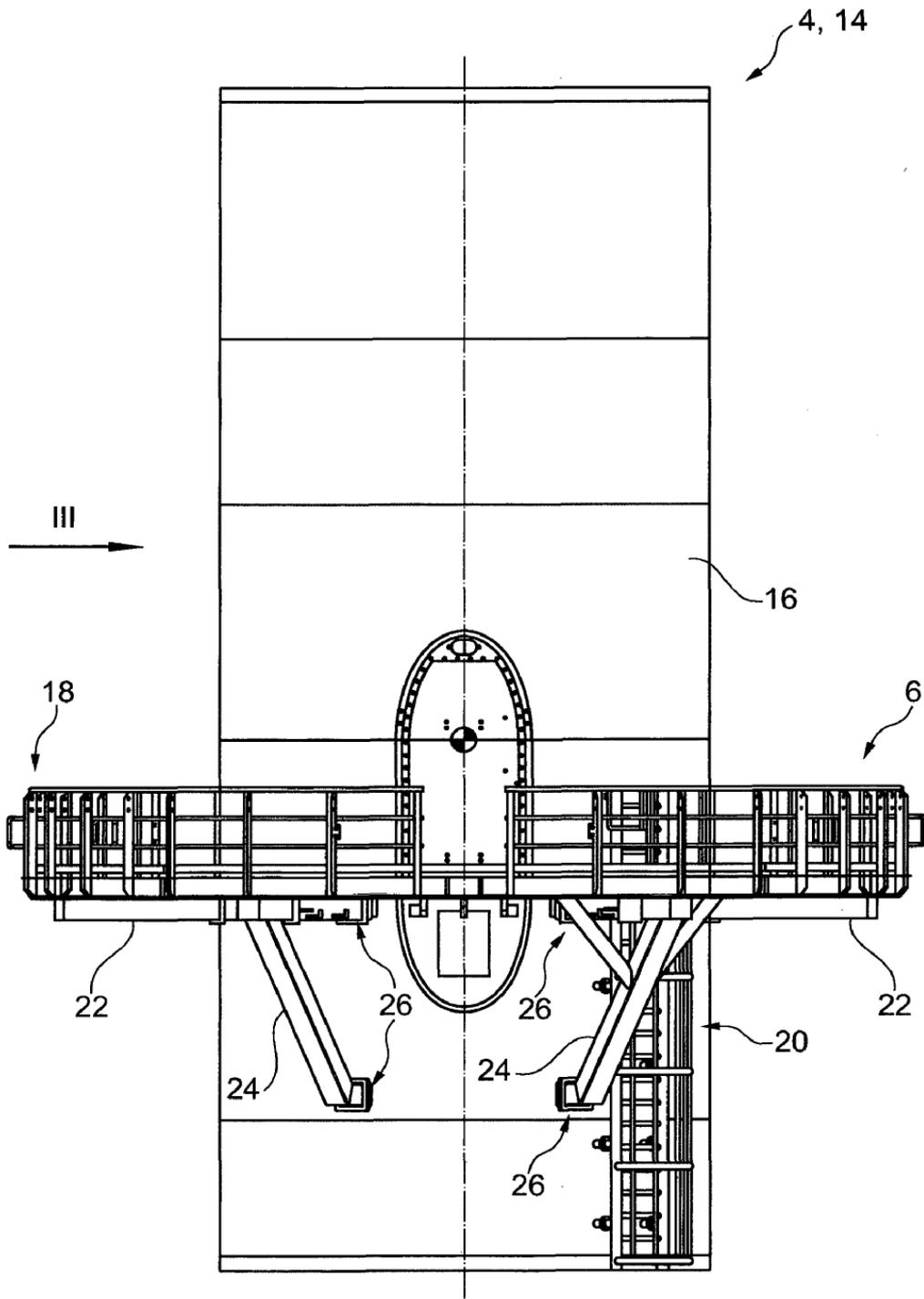


Fig. 2

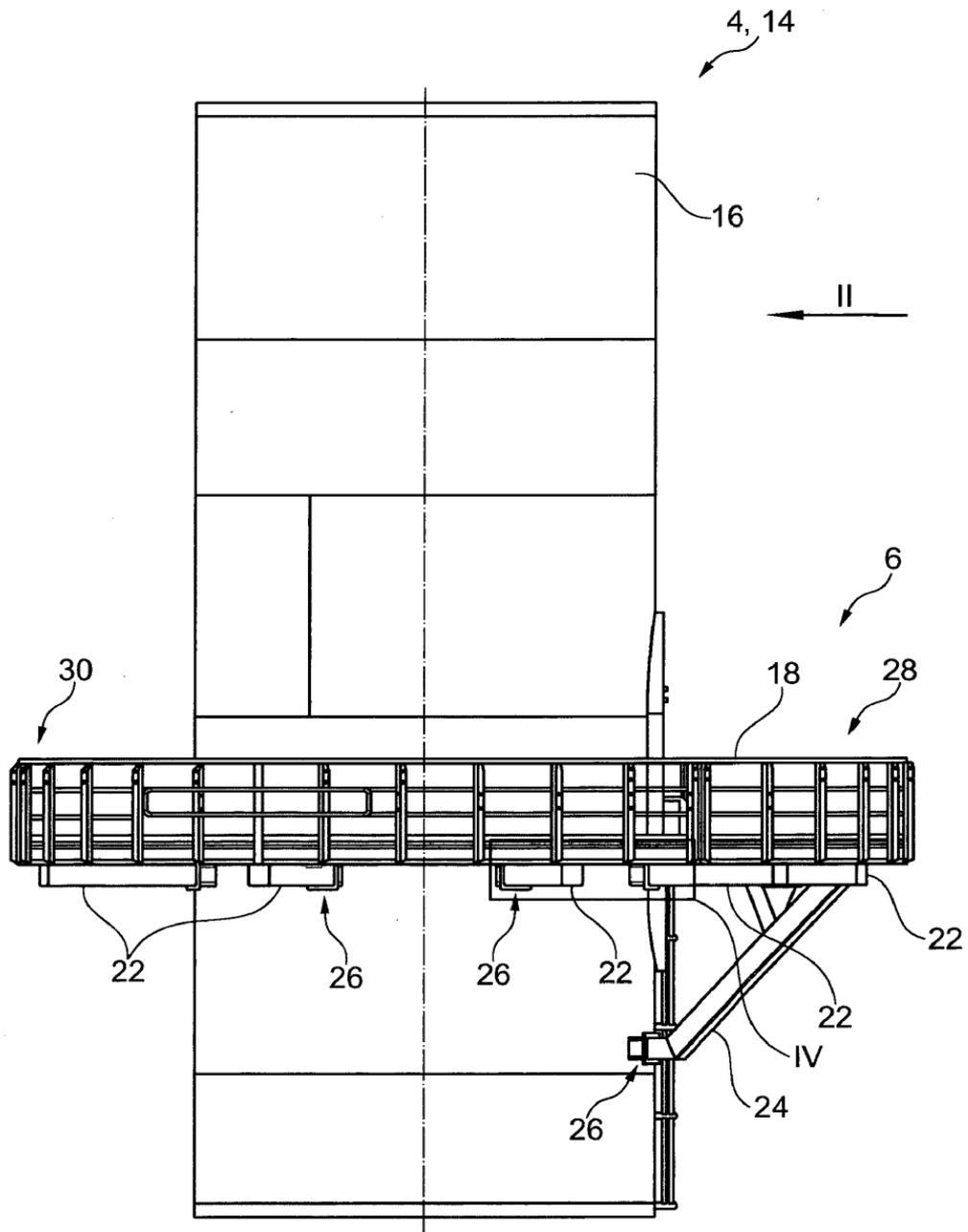


Fig. 3

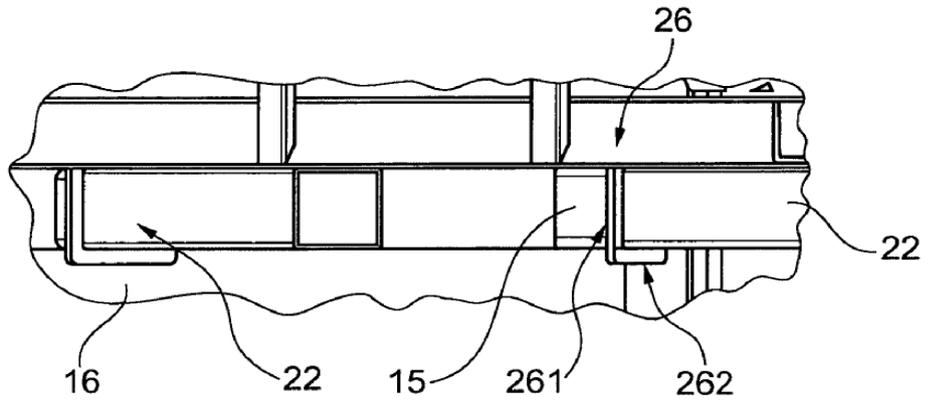


Fig. 4

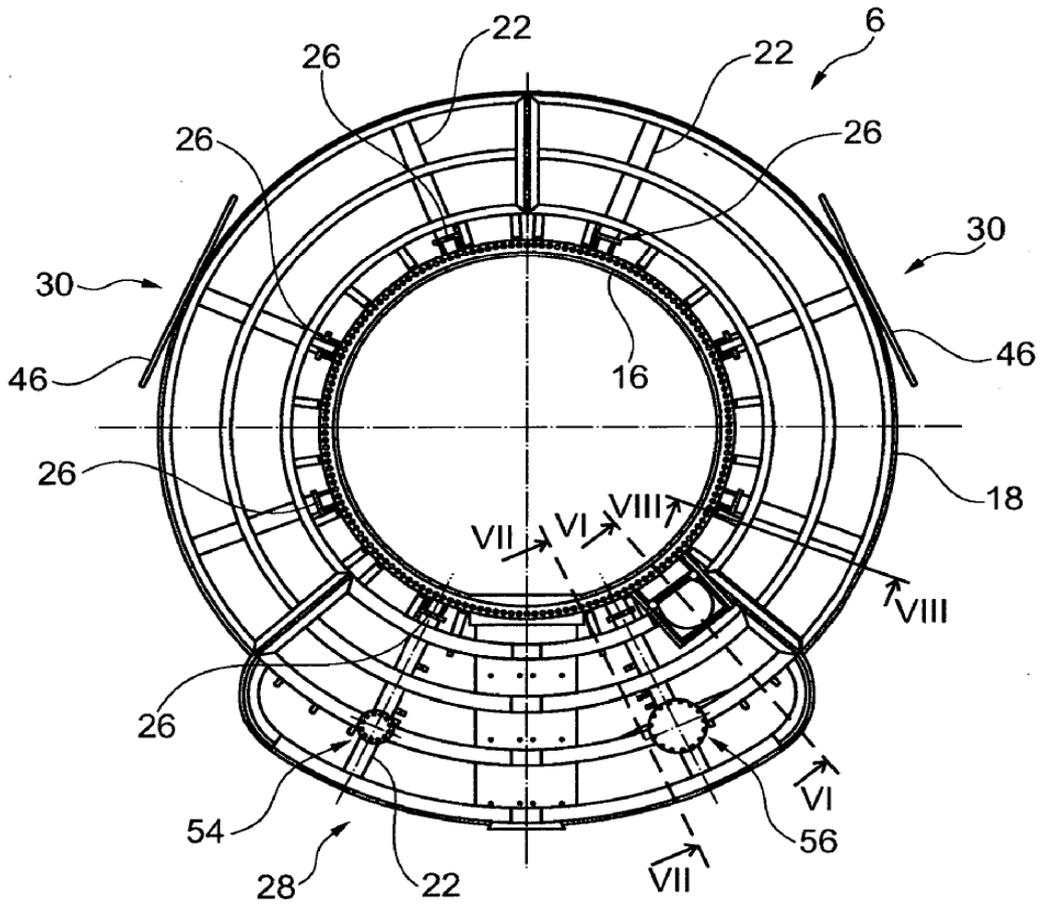


Fig. 5

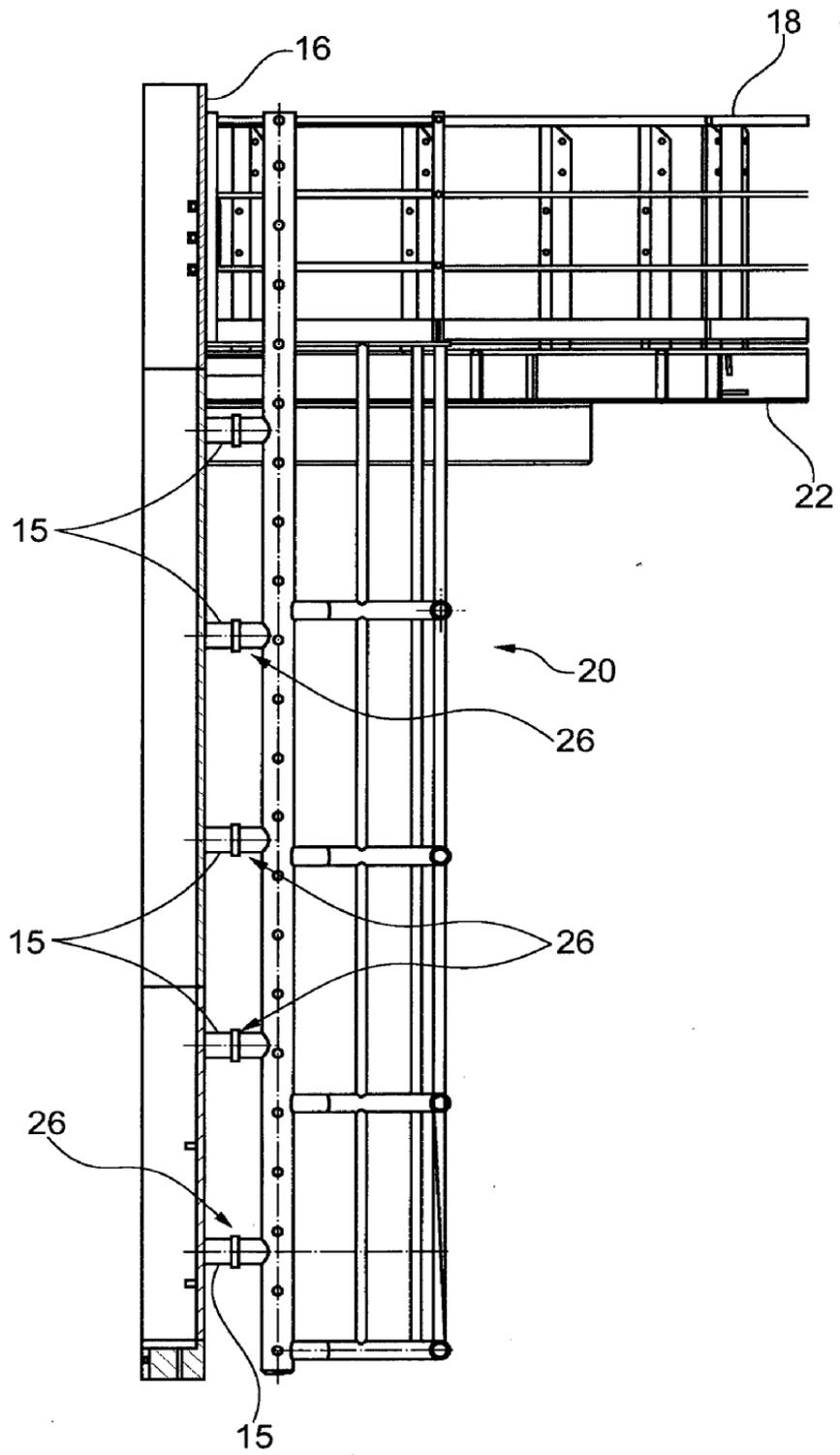


Fig. 6

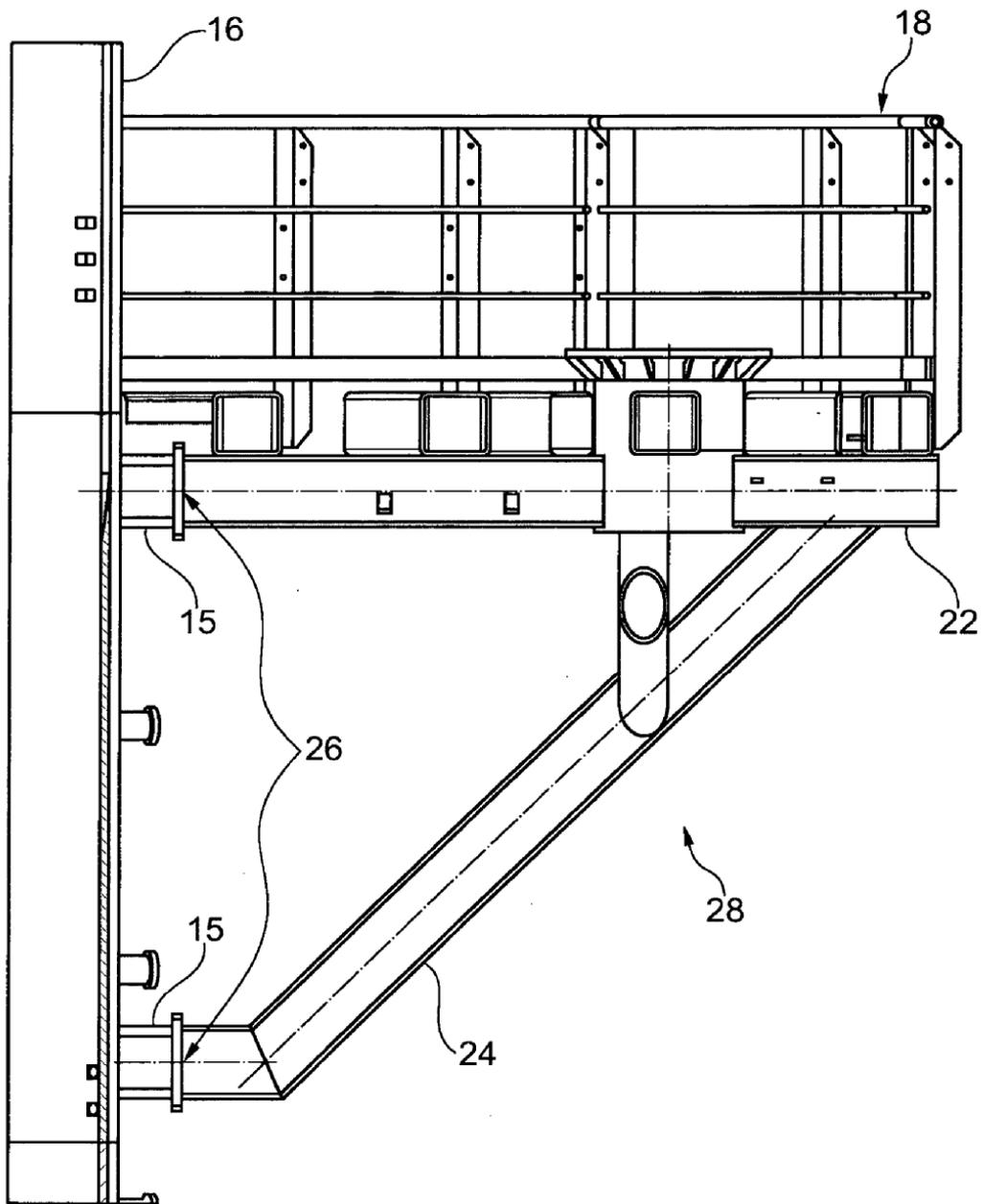


Fig. 7

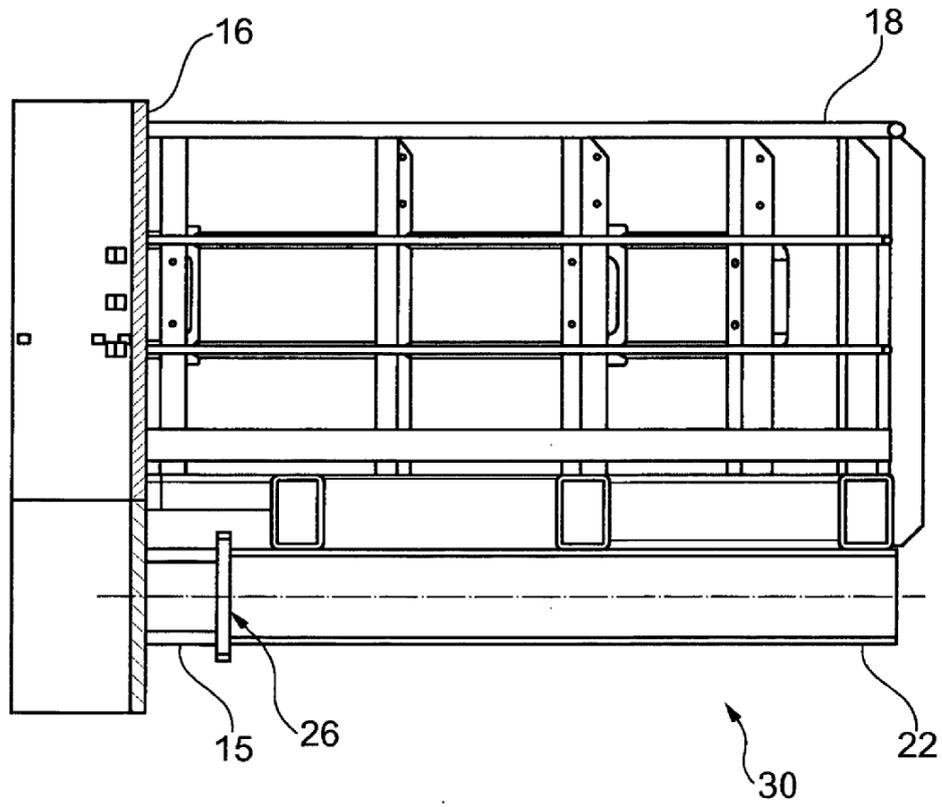


Fig. 8

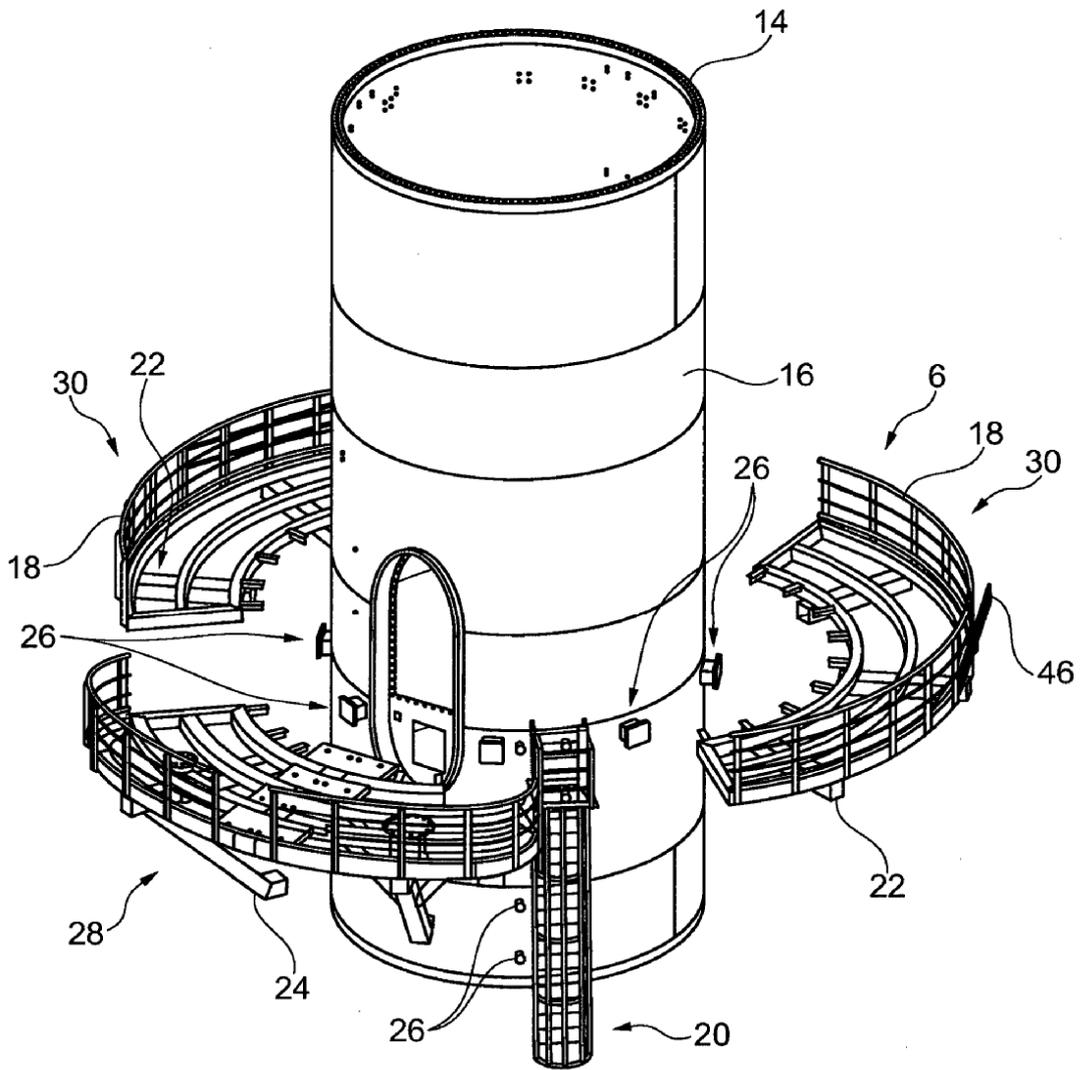


Fig. 9

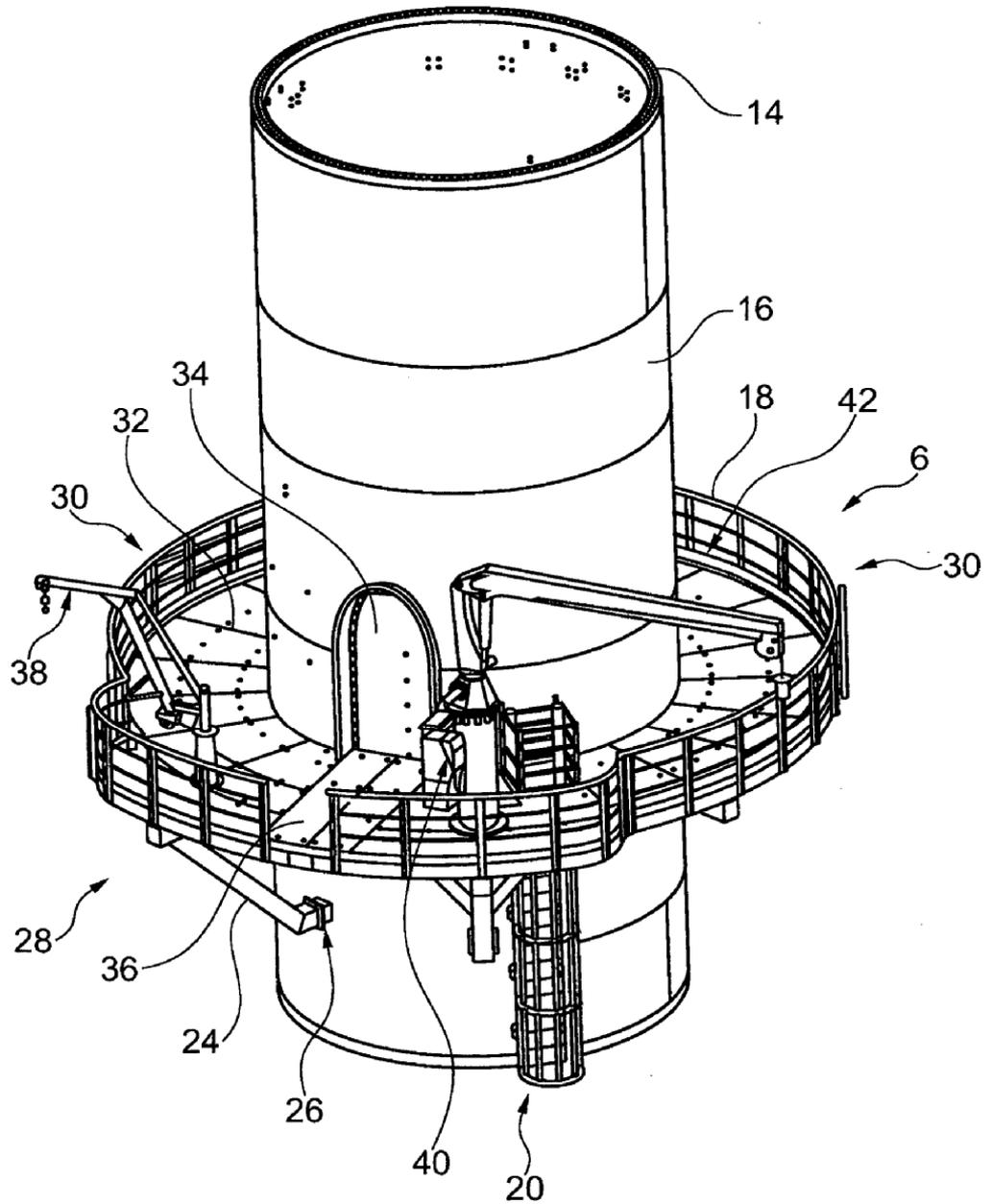


Fig. 10

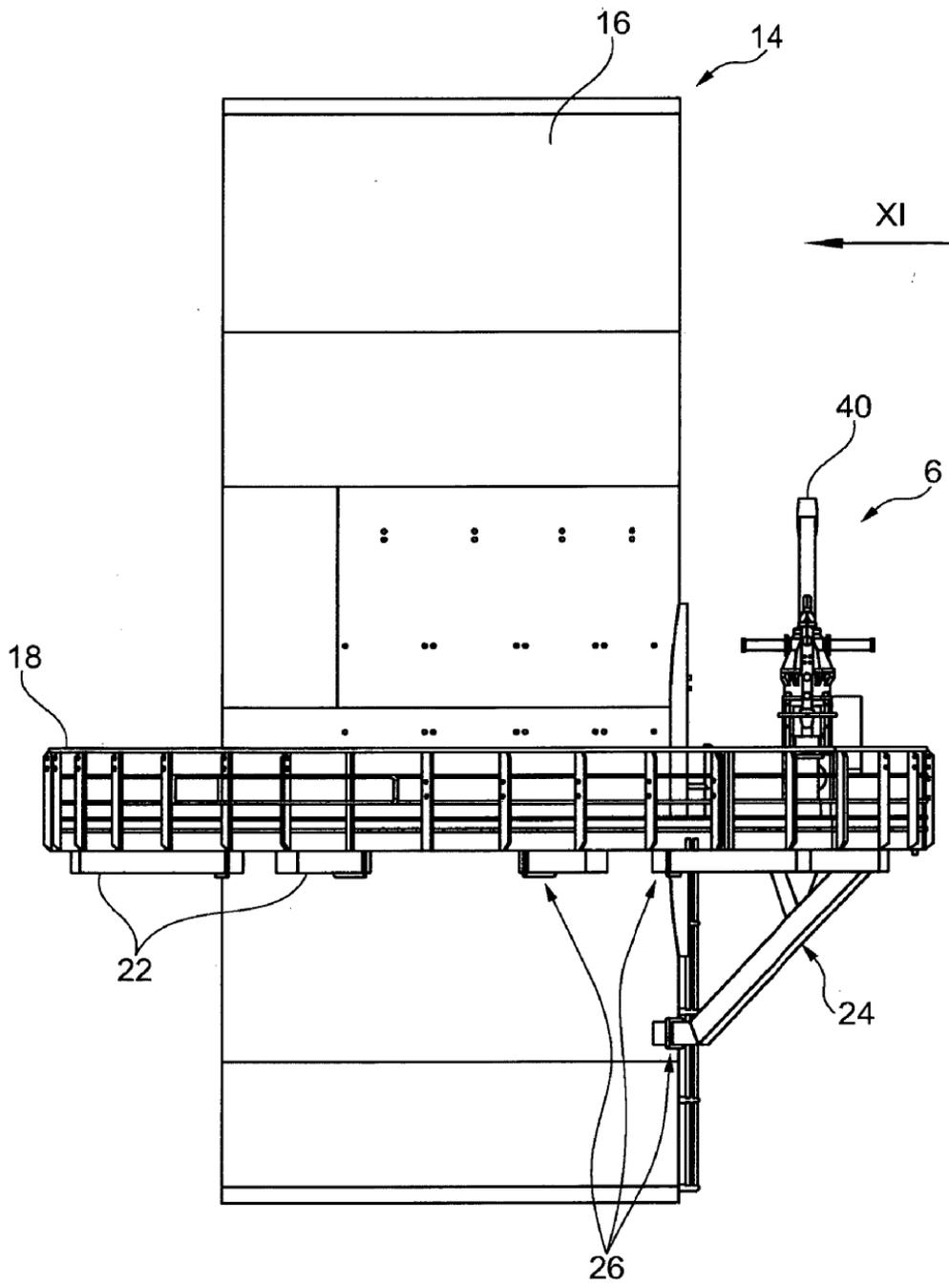


Fig. 12

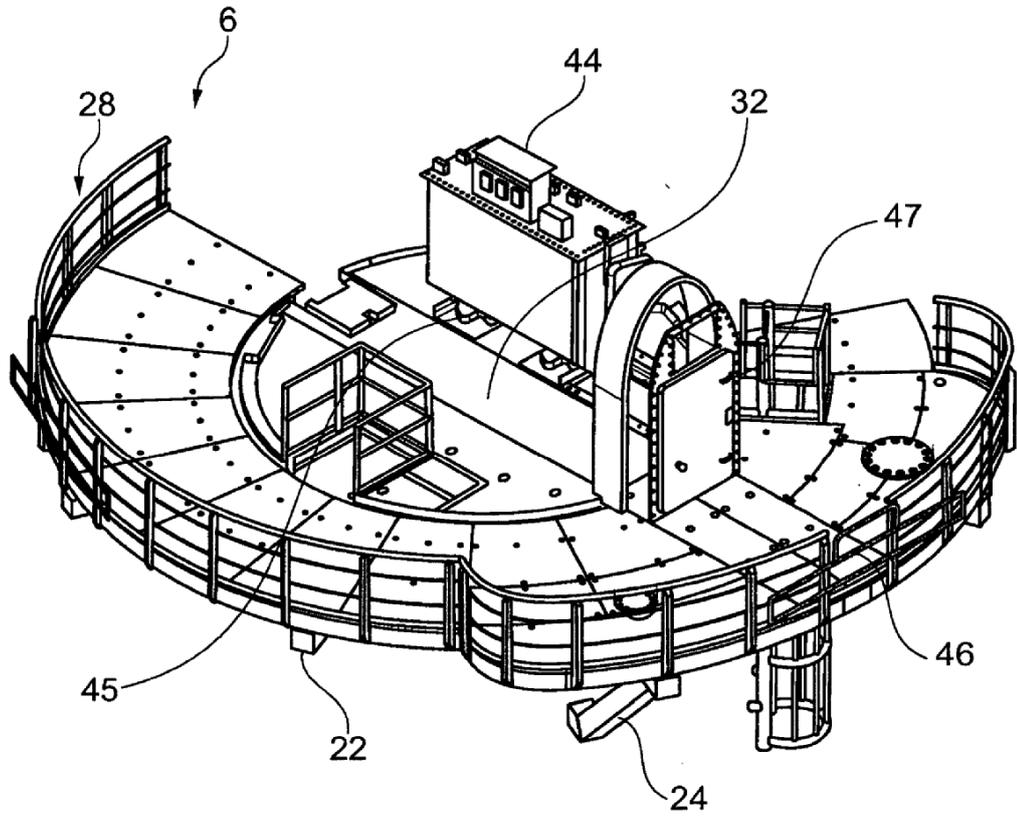


Fig. 13

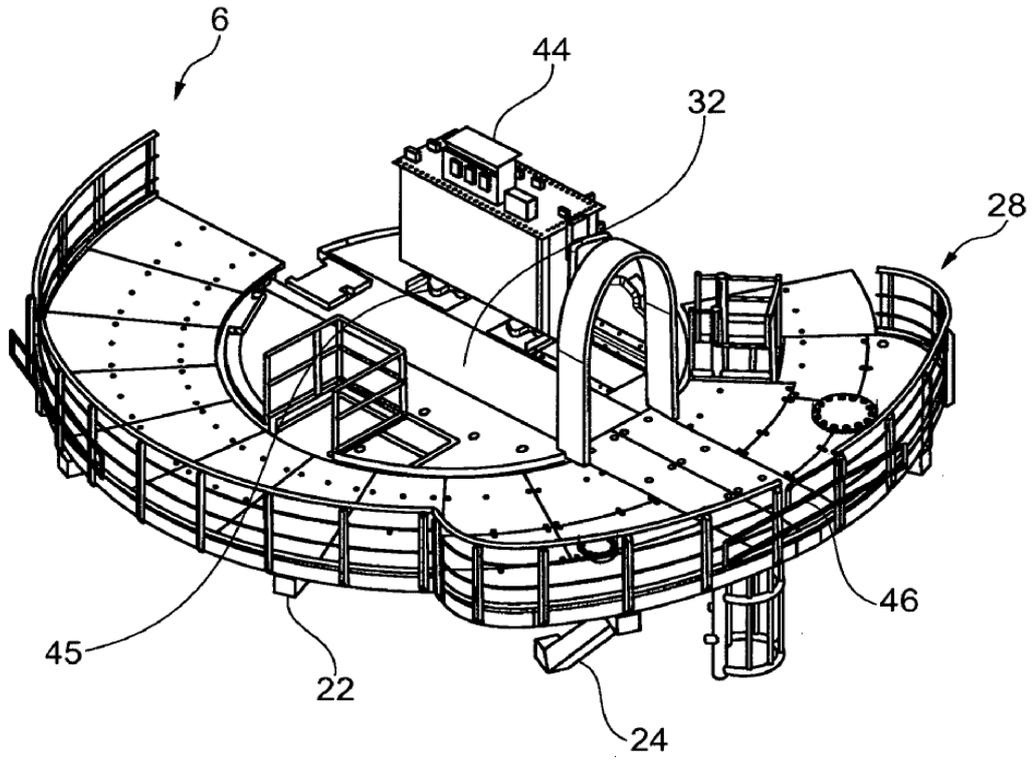


Fig. 14

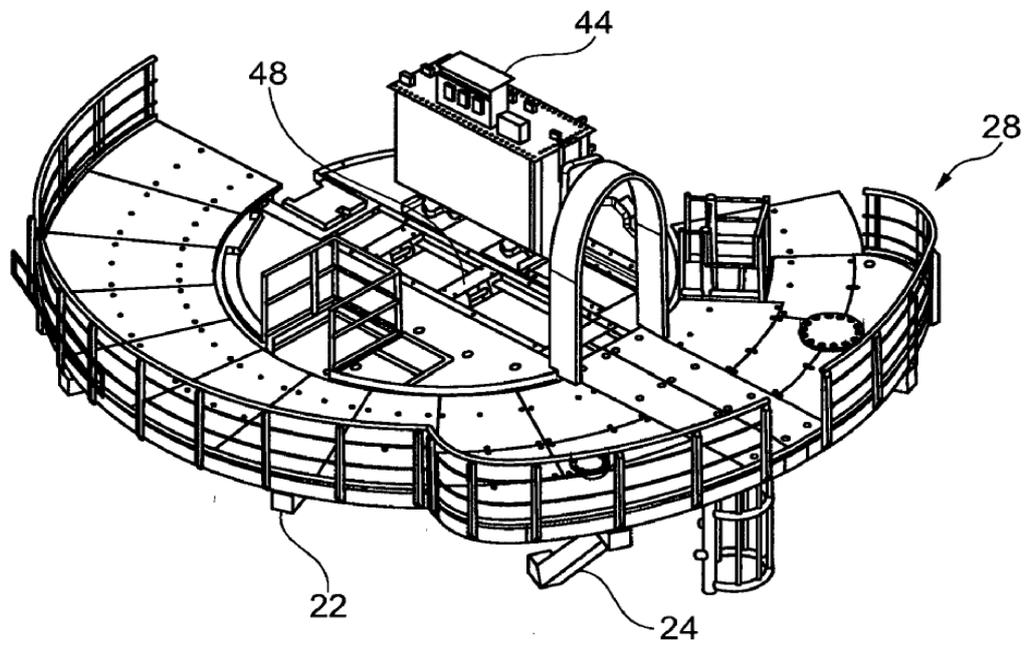


Fig. 15

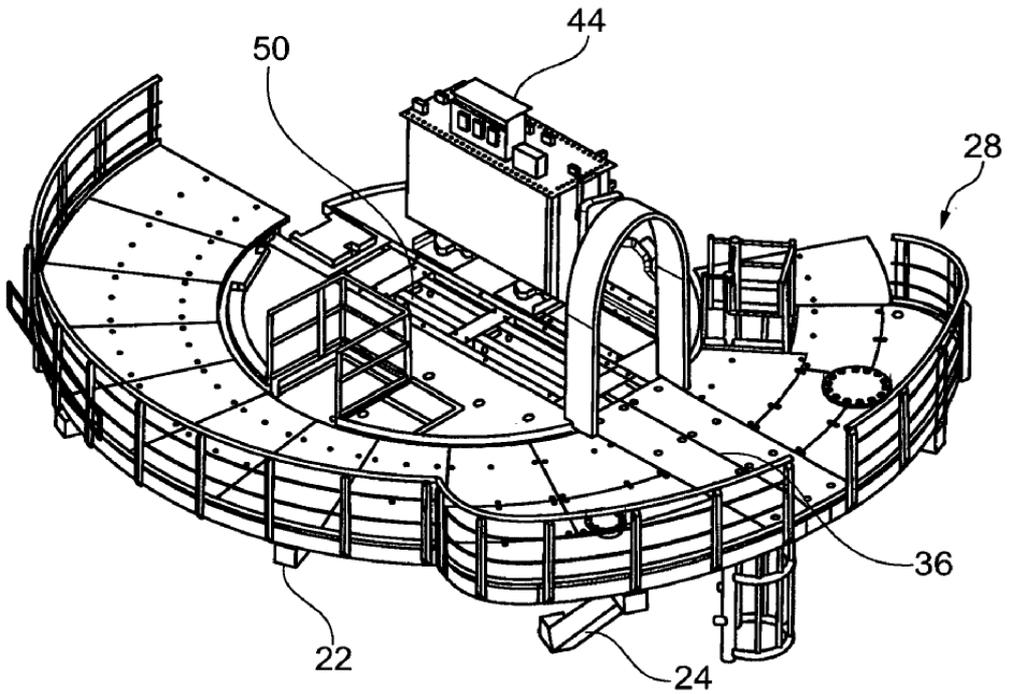


Fig. 16

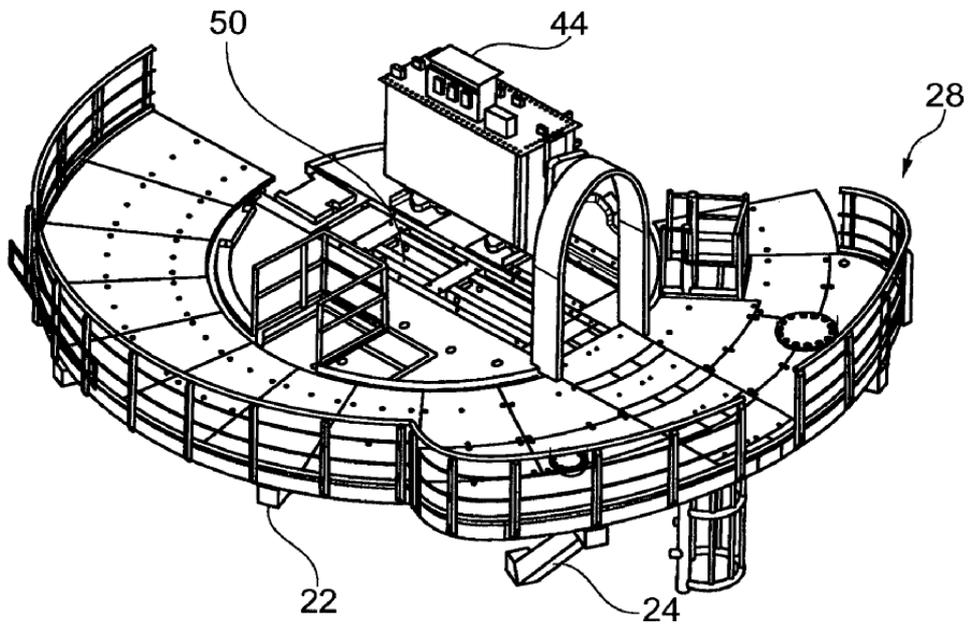


Fig. 17

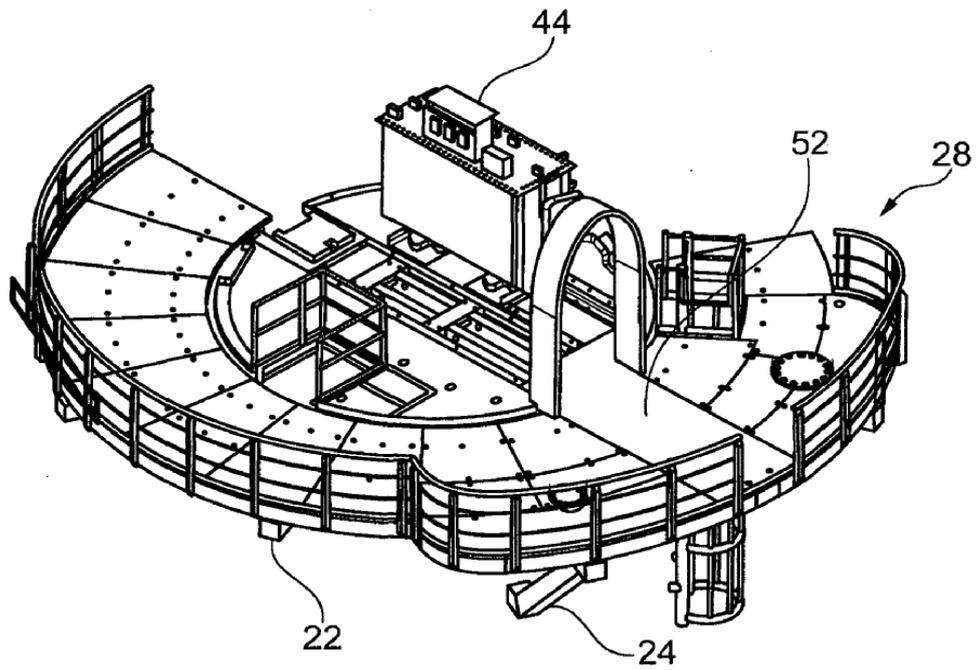


Fig. 18

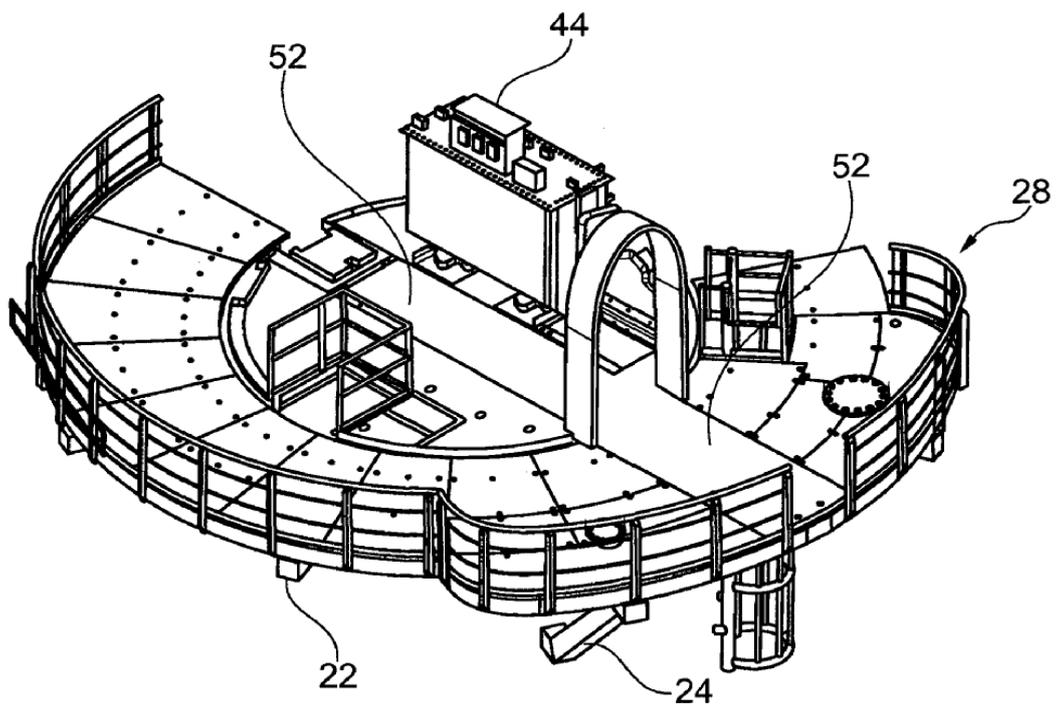


Fig. 19

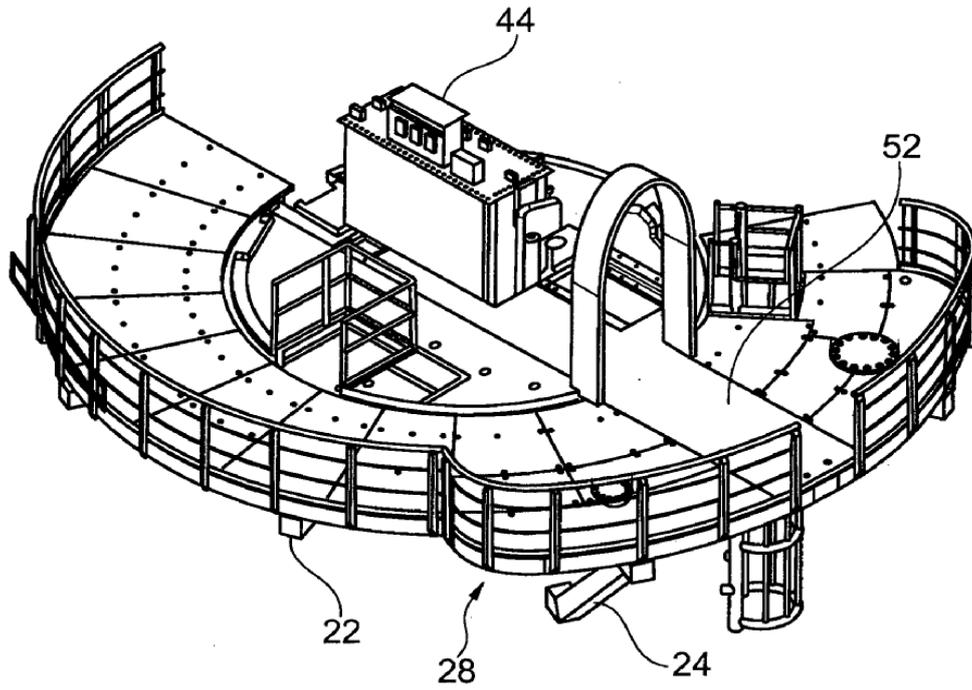


Fig. 20

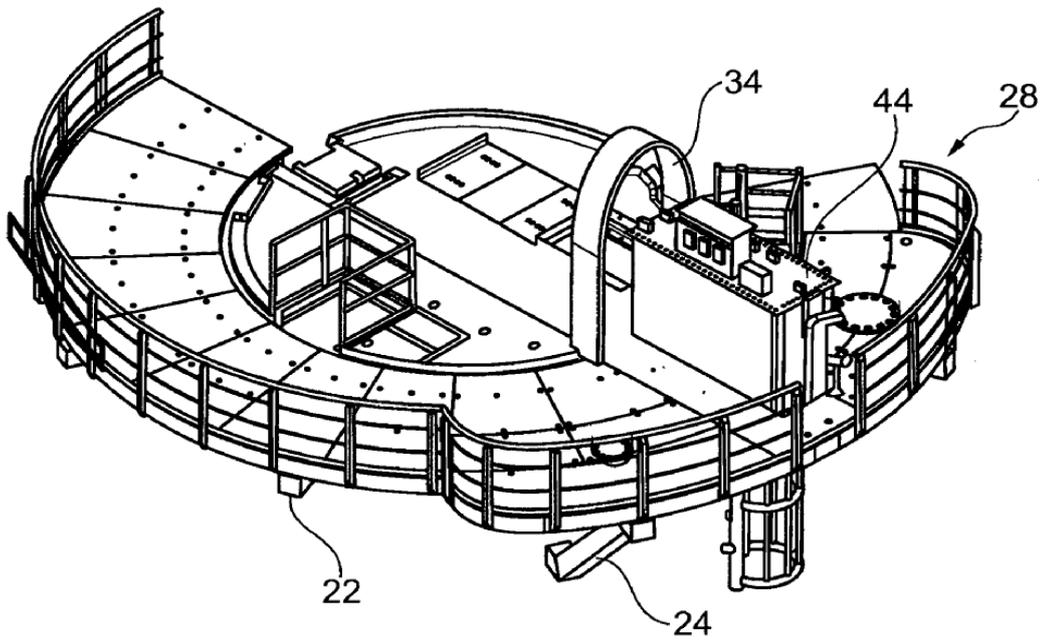


Fig. 21