

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 402**

51 Int. Cl.:
B63B 35/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09700379 .2**
96 Fecha de presentación: **08.01.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2229313**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2010**

54 Título: **Estructura portante de cimentación flotante con componentes de flotación, con un diseño de elementos separados**

30 Prioridad:
09.01.2008 DE 102008003647

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.08.2012

73 Titular/es:
**GICON windpower IP GmbH
Tiergartenstrasse 48
01219 Dresden, DE**

72 Inventor/es:
**Jähmig, Jens y
Dahlhaus, Frank**

74 Agente/Representante:
Arpe Fernández, Manuel

ES 2 386 402 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 portante de cimentación flotante con componentes de flotación, con un diseño de elementos separados.

5 **[001]** La invención se refiere a una estructura portante de cimentación flotante para construcciones *offshore* (en alta mar), destinada al posicionamiento de unidades funcionales en posición flotante. Las estructuras portantes de cimentación flotantes de este tipo pueden alojar instalaciones eólicas, faros, instalaciones emisoras y/o receptoras, instalaciones de radar, puentes, rompeolas, pistas de aterrizaje o similares y servirles de soporte cerca del litoral o también a una mayor distancia del litoral.

10 **[002]** Ya se conocen por ejemplo cimientos flotantes para faros o también para instalaciones eólicas. A este respecto, remitimos al documento DE 102005036679.1, que se ocupa del anclaje de cimientos flotables al lecho marino.

15 **[003]** Las instalaciones de gran tamaño, como las instalaciones eólicas de medio y alto rendimiento, tienen con frecuencia un peso considerable, que debe compensarse mediante unos cuerpos flotantes correspondientes. Éstos deben generar fuerzas de sustentación que superen con mucho el peso de la instalación a soportar y del cimiento flotante, con el fin de mantener quieta la construcción en cuestión a pesar del movimiento de las olas y la acción del viento. Las fuerzas de sustentación necesarias pueden suponer para ello un total de varios miles de toneladas.

[004] Los cimientos flotantes deben frecuentemente cubrir de origen una superficie relativamente grande. La fuerza de sustentación aplicada puntualmente por los flotadores debe ser absorbida y soportada de manera segura por la construcción.

20 **[005]** Además de las exigencias en cuanto a la capacidad de carga del cimiento, en la práctica se plantean también exigencias a un diseño correspondiente de la construcción en lo que se refiere a las posibilidades de fabricación y los costes. Por ejemplo, el gasto logístico, el gasto de diseño, el gasto de material y por último también el gasto de mantenimiento deben mantenerse dentro de unos límites. Los diseños de cimientos flotantes conocidos hasta la fecha tienen déficits en al menos una de las áreas mencionadas.

25 **[006]** Por el documento GB 2378679 A se conoce una estructura portante de cimentación para una instalación eólica, que presenta un casco central vertical a modo de cilindro. Desde éste se extienden unos brazos radiales hasta unos cuerpos flotantes. Los brazos radiales están configurados como estructuras de barras planas.

[007] Partiendo de este estado de la técnica, la invención tiene el objetivo de crear una estructura portante de cimentación flotante que esté mejorada con respecto a al menos una de las áreas mencionadas en comparación con las construcciones ya conocidas.

30 **[008]** Este objetivo se logra con la estructura portante de cimentación flotante según la reivindicación 1:

35 **[009]** La estructura portante de cimentación según la invención consta de flotadores, de los cuales al menos uno está compuesto al menos parcialmente de hormigón, y de elementos de unión, que están compuestos de acero y forman una estructura portante. La construcción de los flotadores al menos parcialmente con hormigón puede reducir considerablemente el gasto de fabricación. Esto es aplicable en especial a formas geométricamente complicadas, como por ejemplo zonas de nudos, que deben estar configuradas huecas para hacer que la construcción sea transitable. También es aplicable a flotadores dispuestos en los extremos exteriores de una estructura portante en forma, por ejemplo, de estrella, con el fin de transmitir en estos puntos a la estructura portante las fuerzas de sustentación. Pueden fabricarse en hormigón especialmente las partes inferiores o los fondos de los flotadores. Dada la rigidez de los elementos de hormigón armado, éstos pueden presentar por ejemplo un fondo plano o sólo ligeramente abombado.

[0010] El empleo de hormigón para la creación de una estructura portante de cimentación flotante minimiza el uso de acero y reduce por lo tanto los problemas de corrosión y los costes de producción.

45 **[0011]** La estructura portante de cimentación flotante presenta preferentemente varios brazos salientes, orientados horizontalmente durante el uso, así como nudos de unión, de los que parten segmentos tubulares inclinados y horizontales. La estructura portante consta de una celosía tridimensional que absorbe carga, preferentemente en forma de estructuras de acero prefabricadas, y cuerpos huecos que están dispuestos por ejemplo en zonas de nudos y producen una fuerza de sustentación. Éstos están configurados preferentemente en forma de piezas prefabricadas de hormigón armado y compuestos, por ejemplo, de hormigón impermeable al agua. Las zonas de nudos están configuradas preferentemente huecas en toda su extensión, para asegurar la transitabilidad de las zonas de los brazos salientes. La estructura portante está configurada preferentemente de manera que las fuerzas de sustentación y la absorción de carga en los nudos de unión de los segmentos tubulares, en toda la zona de los brazos salientes y en la zona de conexión de los flotadores, dispuestos con preferencia muy exteriormente, se desacoplen y estén asignadas en cada caso a elementos específicos de la estructura portante. De este modo se crean condiciones de carga inequívocas y se evitan cargas dobles y sobrecargas no deseadas.

- 5 **[0012]** La estructura portante según la invención está levantada en construcción mixta empleando acero y hormigón, preferentemente hormigón impermeable al agua. Está formada en parte por una estructura portante de cascarones y en parte por una estructura portante de barras. La estructura portante de cascarones incluye por ejemplo segmentos tubulares compuestos de acero, o también acero o piezas prefabricadas de hormigón armado, que forman por ejemplo nudos de unión. La estructura portante de barras incluye secciones de celosía, por ejemplo de tubo de acero o de un perfil de acero de otro tipo. La estructura portante de barras está unida a la estructura portante de cascarones, de modo que la estructura portante de cascarones y la estructura portante de barras forman juntas la estructura portante de cimentación.
- 10 **[0013]** El comportamiento global a la sollicitación por carga lo determina la estructura de celosía en los nudos de la estructura portante y en los brazos salientes. La transmisión local de cargas de las fuerzas de sustentación se realiza en los nudos y en los brazos salientes mediante piezas prefabricadas de hormigón armado, o en la zona de los brazos salientes también mediante segmentos tubulares.
- 15 **[0014]** Los flotadores exteriores son preferentemente cilindros situados en posición vertical, cuya copa inferior está configurada como cascarón cilíndrico circular y sobre él está colocada una estructura de cascarón de acero, construida preferentemente como cascarón cilíndrico circular prefabricada en forma de copa abierta por debajo.
- 20 **[0015]** En los nudos de unión se unen las piezas prefabricadas de hormigón armado con la estructura de acero. Con este fin se emplean preferentemente tecnologías de unión, impermeables al agua y resistentes a la corrosión. Los tubos de acero o manguitos de acero pueden unirse a los cuerpos huecos de hormigón mediante elementos de elastómero o similares.
- 25 **[0016]** La configuración de la estructura portante con un diseño mixto compuesto de estructuras portantes de cascarones y estructuras portantes de barras permite un alto grado de variabilidad en lo referente a las exigencias planteadas a la distribución de las masas inerciales en el sistema global. Es posible una adaptación a requisitos de sistema de instalaciones eólicas para seis megavatios y más. Además, los subconjuntos del sistema, como por ejemplo partes de la celosía y partes de la estructura portante de cascarones, pueden prefabricarse. La instalación puede levantarse en dique seco o también in situ. Por ejemplo pueden llevarse al dique seco subconjuntos desmontables del sistema para su montaje final, después de lo cual se remolca la estructura portante de cimentación al lugar de instalación. Mediante la prefabricación de módulos sólo es necesario realizar en el dique seco el montaje final. Esto minimiza el tiempo de uso necesario del dique seco y permite así la producción eficaz de un mayor número de estructuras portantes flotantes.
- 30 **[0017]** Las cargas del arriostamiento inferior se transmiten preferentemente a la estructura de celosía, y esto preferentemente en los extremos de los brazos salientes sin someter los flotadores a esfuerzo. De este modo, la estructura portante absorbe tanto las fuerzas del arriostamiento como las fuerzas de los flotadores. Sin embargo, también es posible transmitir tanto las fuerzas de tracción del arriostamiento como el peso de la estructura (por completo) a las copas de hormigón en cada caso en forma de fuerza de compresión (véase la figura 7).
- 35 **[0018]** Con la estructura portante de cimentación presentada pueden levantarse construcciones independientemente de la profundidad del agua, sin generar gastos adicionales para profundidades de hasta mil metros.
- 40 **[0019]** El sistema según la invención permite una adaptación opcional de la distribución de las masas del sistema mediante elementos de lastre de configuración variable, preferentemente mediante la disposición de masas adicionales en forma de piezas prefabricadas de hormigón armado. Éstas pueden colocarse en caso necesario en cualesquiera lugares de toda el área de la estructura de celosía de los brazos salientes. Tales masas pueden servir también para aumentar la inercia de masa, para evitar oscilaciones, para amortiguar oscilaciones, reducir oscilaciones y similares.
- 45 **[0020]** La fuerza de sustentación total puede adaptarse opcionalmente a distintos requisitos mediante una disposición adicional de componentes de flotación de configuración variable, preferentemente en forma de cuerpos esféricos huecos, en toda el área de la estructura de celosía de los brazos salientes.
- 50 **[0021]** Otros detalles de formas de realización ventajosas de la invención son objeto de los dibujos, de la descripción o de reivindicaciones. La descripción se limita a aspectos esenciales de la invención y otros datos. Los dibujos dan a conocer otros detalles y deben consultarse de manera complementaria. Muestran:
- 55 - figura 1: una vista isométrica de una forma de realización de un cimientado flotante, en una representación de principio en el ejemplo de una instalación eólica,
 - figura 2: un nudo de unión de la estructura portante de cimentación representado por separado,
 - figura 3: un brazo saliente de la estructura portante de cimentación en una vista lateral a modo de detalle,
 - figura 4: un punto de unión entre un elemento de hormigón y un elemento de acero en un nudo, en una representación en corte a modo de detalle,

- figura 5: una forma de realización alternativa de un punto de unión entre un elemento de hormigón y un elemento de acero en un nudo, en una representación en corte a modo de detalle,

- figura 6: un extremo del brazo saliente con un cuerpo flotante en una vista lateral esquematizada,

- figura 7: el cuerpo flotante según la figura 6 en una vista parcialmente cortada,

5 - figura 8: una forma de realización modificada del cuerpo flotante en una representación de principio cortada,

- figura 9: una forma de realización preferida del cuerpo flotante, con un compartimento de máquinas bajo nivel, en una representación de principio cortada,

- figura 10: el compartimento de máquinas según la figura 9 en una representación de principio cortada transversalmente,

10 - figuras 11 y 12: distintas proyecciones horizontales de la estructura portante de cimentación, en una vista desde arriba y una representación de principio.

[0022] En la figura 1 está ilustrada una instalación eólica 1 levantada en el mar, cuyo mástil 2 descansa sobre un cimientado flotante 3. El cimientado flotante 3 incluye una estructura portante de cimentación flotante 4, que está sujeta a unos cuerpos de lastre 5, 6, 7. Éstos descansan sobre el lecho marino y están compuestos de hormigón. Están unidos a la estructura portante de cimentación 4 mediante unos cables 8, 9, 10, que están compuestos de acero resistente a la corrosión o protegido contra la corrosión. El peso de los cuerpos de lastre 5, 6, 7 es tan grande que sobrepasa con mucho las fuerzas que parten de la estructura portante de cimentación 4 a través de los cables 8, 9, 10.

[0023] La estructura portante de cimentación 4 está levantada en construcción mixta de acero y hormigón. Presenta varios brazos salientes 11, 12, 13 que sobresalen radialmente hacia fuera desde una estructura portante tridimensional central 14, por ejemplo en forma de tetraedro. La estructura portante de cimentación 4 está levantada en construcción mixta desde varios puntos de vista. En parte está configurada como una estructura portante de cascarones y en parte como una estructura portante de barras. Además, incluye elementos de acero y elementos de hormigón. La estructura portante tridimensional 14 comprende unos segmentos tubulares 15, 16, 17, 18, 19, 20, que constituyen las aristas de un tetraedro y están unidos entre sí en unas piezas de nudo 21, 22, 23, 24. El diámetro relativamente grande de los segmentos tubulares 15 a 20 hace que cada tubo pueda considerarse como una estructura portante de cascarones. Las piezas de nudo 21 a 24 están configuradas huecas y llevan a otros segmentos tubulares 25, 26, que se extienden con preferencia de manera aproximadamente horizontal y radial desde el centro de la estructura portante de cimentación 4 hacia fuera, en dirección a unos flotadores 28, 29, 30. Las piezas de nudo 21 a 24 están compuestas preferentemente de hormigón armado, pero también pueden estar formadas de tubo de acero. Esto es válido especialmente para la pieza de nudo 21. Están conectadas a los segmentos tubulares 15 a 20 y 25 y 26 en cada caso adyacentes mediante unas uniones estancas resistentes al agua de mar y a la corrosión. Las piezas de nudo 21 a 24 están en gran parte libres de carga. Sin embargo, con su cometido contribuyen a la sustentación global de la construcción. Están rodeadas de una estructura de barras a modo de jaula. Ésta puede reconocerse en la figura 1 y, en el ejemplo de la pieza de nudo 21, especialmente también en la figura 2. Una jaula 31 de este tipo forma una estructura de barras tridimensional que une entre sí unas vigas en cajón anulares 32, 33, 34 que distribuyen la carga y a las que pueden conectarse los segmentos tubulares 15, 17 correspondientes o también el mástil 2. La viga en cajón anular 32, 33 puede estar configurada redonda o rectangular tanto en sección transversal como en planta. Con su forma rectangular, la conexión de la estructura portante tridimensional de los brazos salientes resulta sencilla en el aspecto tecnológico y más favorable en cuanto a la estática. Las barras que forman la jaula 31 pueden ser perfiles macizos, perfiles tubulares, perfiles en L, perfiles en T u otros perfiles adecuados. La jaula 31 es preferentemente una construcción soldada.

[0024] La figura 4 muestra una viga en cajón en el ejemplo del nudo 24. Al perfil en cajón anular (rectangular) 17a, situado a continuación del segmento tubular 17, le sigue la estructura de barras 35. Además, el perfil en cajón anular (rectangular) 17a puede tener conectado un manguito 17b en el que esté insertada de forma estanqueizada la pieza de nudo 24.

[0025] La figura 5 muestra una forma de realización modificada de la unión, también en el ejemplo de la pieza de nudo 24. Entre el perfil en cajón 17a y la pieza de nudo 24 está prevista una pieza tubular metálica corta 17b. Ésta puede estar conectada de manera unilateral o bilateral al perfil en cajón 17a y a la pieza de nudo 24 mediante unas bridas flexibles 17c. La pieza de nudo 24 presenta por ejemplo interiormente un encofrado perdido 24a compuesto de chapa, por ejemplo chapa de acero, que reviste el cuerpo de hormigón de la pieza de nudo 24. El encofrado 24a puede extenderse hasta la cara frontal de la pieza de nudo 24 y, en este punto, estar soldado o unido de otro modo a la brida 17d o directamente al manguito 17b.

[0026] Los brazos salientes 11, 12, 13 están preferentemente respectivamente configurados como una estructura portante de barras. Esto se desprende de la figura 1 y, en el ejemplo del brazo saliente 12, también de la figura 3. Como puede verse, la estructura de barras 35 del brazo saliente 12 puede rodear y aligerar la carga de la pieza de nudo 24. La estructura de barras 35 constituye por lo tanto la jaula para engastar la pieza de nudo 24, que está

compuesta de hormigón armado. De nuevo están previstas unas vigas en cajón u otras bridas para la conexión de las piezas tubulares 17, 19, 26. La estanqueización entre la pieza de nudo 24 y los segmentos tubulares 17, 19, 26 se realiza de nuevo impermeable al agua y resistente a la corrosión, por ejemplo mediante elementos de elastómero, obturaciones a presión o similares. Las cargas que se presentan, en particular las cargas torsionales de flexión y similares, son absorbidas por la estructura de barras 35 y transmitidas por ésta a los segmentos tubulares 17, 19 de soporte. En el presente ejemplo de realización, el segmento tubular 26 no se halla de manera portante en la jaula formada por la estructura de barras 35. Si es necesario, también puede estar configurado como un tubo de hormigón, un tubo de plástico o similar. La estructura de barras 35 forma preferentemente una estructura portante tridimensional con una sección transversal rectangular. A diferencia de lo representado en la figura 1, también puede prolongarse a través del interior de la estructura portante tridimensional 14.

[0027] Las figuras 6 y 9 ilustran la conexión del flotador 29 al brazo saliente 12 en representación de todos los demás flotadores 28, 30 situados radialmente en el exterior. Como puede verse, el flotador 29 constituye un cilindro erguido en posición vertical, con un lado superior 36 abombado o redondeado y un fondo 37 en esencia plano. Está configurado preferentemente en dos partes. Su parte inferior 38 está formada preferentemente por un tramo de cilindro en forma de copa compuesto de hormigón armado, como se desprende de la representación en corte según la figura 7 o la figura 9. Éste puede presentar un fondo plano o, como está representado, también ligeramente cónico o abombado de otro modo. El flotador 29 incluye además una parte superior 39, que puede estar configurada por ejemplo como una estructura de acero. Como se muestra en la figura 5, la parte superior 39 y la parte inferior 38 están unidas entre sí de manera estanqueizada. Se tocan por ejemplo en una junta 40, que está situada sobre la superficie plana de obturación superior en forma de corona circular de la parte inferior 38. Para la unión puede utilizarse una atornilladura. Sin embargo, la parte 38 está preferentemente provista en su interior de un encofrado perdido, por ejemplo de acero, que puede extenderse en forma de brida sobre la cara frontal superior de la parte 38. Este encofrado puede soldarse a la parte 39. En este caso, la junta 40 está de más.

[0028] El flotador 29 es hueco y puede estar configurado de modo que sea transitable. El segmento tubular 26 puede estar conectado al cuerpo de hormigón 38 mediante una tubuladura 41 correspondiente. Dentro de o en la tubuladura 41 y/o dentro de o en el segmento tubular 26 pueden estar previstas unas paredes, unos mamparos o similares que puedan cerrarse en caso necesario.

[0029] El flotador 29 está anclado al brazo saliente 12 mediante unos medios de unión. Estos medios están dispuestos preferentemente en la zona superior de la parte 38, para transmitir al brazo saliente 12 la fuerza de sustentación orientada hacia arriba que actúa sobre la parte 38 en forma de fuerza de compresión. Los medios de fijación pueden ser escalones configurados en el cuerpo de hormigón, anclajes encajados en los mismos, planchas de acero y similares, que estén unidos al brazo saliente 12. Tal y como se muestra en la figura 9, los escalones están preferentemente orientados hacia arriba y se apoyan en sentido ascendente en unas consolas 35a, 35b de la estructura de barras 35. Bajo la parte 38, la estructura de barras 35 puede presentar una o varias vigas 35c, sobre las que puede depositarse temporalmente durante el montaje en el dique seco la copa de hormigón 38. Unos apoyos laterales 49a, b transmiten las fuerzas laterales de la estructura de barras 35 al flotador 29 y viceversa.

[0030] El brazo saliente 12 presenta además un dispositivo de empalme 42 para el cable 10. El dispositivo de empalme 42 transmite la fuerza de tracción del cable 10 al brazo saliente 12. Con este fin están previstos distintos puntales 43, 44 que parten del brazo saliente 12 hacia abajo y lo unen al cable 10.

[0031] También es posible disponer en el interior del flotador 29, como se indica en la figura 7, un dispositivo regulador de nivel accionado por ejemplo hidráulicamente, que sujete de manera verticalmente ajustable una barra 45. Mientras que un aparato regulador correspondiente, por ejemplo hidráulico, está dispuesto en el interior del flotador 29 y actúa sobre un extremo de la barra 45, su otro extremo puede estar unido al cable 10. En el fondo de la parte 38 puede estar previsto un paso correspondiente, que deje pasar la barra 45 y la estanqueíe de forma duradera contra el paso. El dispositivo regulador hidráulico permite una nivelación activa del cimiento flotante 3.

[0032] Como alternativa, el dispositivo nivelador puede estar dispuesto también en otro lugar, por ejemplo debajo de la parte 38, como se muestra en la figura 8. Por ejemplo puede estar instalada en el brazo saliente 12, junto a la parte 38 o, como está representado, bajo la misma, una cámara 47 compuesta de acero en la que esté dispuesto el dispositivo regulador hidráulico 48. De ésta puede partir la barra 45, que está unida al cable 10. La cámara 47 puede ser transitable mediante un tubo 49 dimensionado correspondientemente, de uno a dos metros de diámetro, que esté unido por ejemplo al segmento tubular 26 o a la tubuladura 41.

[0033] En las figuras 9 y 10 está ilustrada una forma de realización preferida de la estructura portante de cimentación. La cámara 47 constituye un compartimento de máquinas en forma, por ejemplo, de un cilindro colocado horizontalmente con caras frontales redondeadas. La cámara 47 está dispuesta debajo del flotador 29 y unida a la estructura de barras 35. La pared del cilindro está reforzada por ejemplo con varias vigas anulares de perfil en cajón 50, 51, 52, 53, que están dispuestas en la cámara interiormente y/o exteriormente, o atravesando la pared. En la cámara 47 está alojado un cabrestante 54 con al menos una y preferentemente dos poleas de cable 55, 56. Éstas pueden estar asentadas en un árbol común 57 que esté alojado de manera giratoria en dos o más caballetes de apoyo 58, 59. Los caballetes de apoyo 58, 59 están alojados preferentemente en un dispositivo de ajuste vertical, por ejemplo en forma de unos cilindros hidráulicos 60, 61 que permitan un ajuste en altura de los caballetes de

apoyo 58, 59 y, por lo tanto, de las poleas de cable 55, 56. Desde las poleas de cable 55, 56 se extienden unos cables 10a, 10b hasta un cimiento de gravedad común. Éstos pueden extenderse también hasta cimientos de gravedad diferentes. Los cables 10a, 10b atraviesan la pared de la cámara 47 por unas juntas 62, 63 correspondientes. Los cables 10a, 10b pueden estar unidos entre sí mediante un soporte 64 que asegure el paralelismo de los tramos de cable entre las poleas de cable 55, 56 y el soporte 64.

[0034] Como se indica en la figura 9, únicamente con líneas en trazos, las poleas de cable 55, 56 pueden estar separadas del espacio interior restante de la cámara 47 mediante unos mamparos 65, 66. La cámara 47 es preferentemente seca en su totalidad. Si entrase agua hasta las poleas de cable 55, 56, los mamparos 65, 66 impedirían que inundase la cámara 47.

[0035] El compartimento de máquinas está ilustrado de nuevo en la figura 10 por separado en sección transversal. Como puede verse, el cabrestante 54, que incluye como accionamiento un motor eléctrico, un motor hidráulico o similar, está apoyado en o fijado a la cámara 47 mediante un soporte de momento de torsión 67. El soporte de momento de torsión puede estar alojado de forma orientable en la pared de la cámara 47. El cabrestante 54 tiene un dispositivo, no representado, para frenar e inmovilizar el árbol 57 en posiciones de giro deseadas. Los cilindros hidráulicos sirven para ajustar los caballetes de apoyo 58, 59 verticalmente, con el fin de hacer posible un ajuste vertical de precisión de la estructura portante para tarar fuerzas durante el servicio de la construcción. Como puede verse, los cilindros hidráulicos 60, 61 también pueden estar alojados de manera orientable en la cámara 47, como los soportes de momento de torsión 67.

[0036] En la figura 11 está representada esquemáticamente en una vista desde arriba la estructura portante de cimentación. Además de esta forma de estrella de tres puntas, también son posibles casi cualesquiera otras formas de la estructura portante, como ilustra la figura 12. Puede disponerse un gran número de cuerpos de lastre 68 y/o flotadores 69, tanto en la periferia como en otras secciones de la estructura portante. La estructura portante puede construirse a partir de componentes sencillos, utilizándose en particular como piezas de nudo y flotadores piezas prefabricadas de hormigón. Como puede verse, la estructura portante de cimentación puede estar configurada en forma de pirámide y presentar por ejemplo una estructura de apoyo inclinada formada por tres cilindros huecos y una base triangular formada por tres cilindros huecos. Sin embargo, la base de la estructura portante puede presentar cualquier forma, y en particular también presentar una forma rectangular y estar configurada por ejemplo en forma de cuadrado. Según una variante de la invención pueden preverse, partiendo de las esquinas inferiores de la base de la estructura portante, tres brazos salientes que, en proyección horizontal, presenten un ángulo de apertura de 120° entre ellos. A diferencia de esto, puede emplearse cualquier número de brazos salientes con cualesquiera orientaciones en proyección horizontal. Los brazos salientes pueden estar posicionados también en particular en ángulo recto unos con respecto a otros.

[0037] El dimensionamiento del cuerpo flotante compuesto de varios flotadores se realiza independientemente de los componentes de la estructura portante, cuyos diseños dependen del diseño de la carga. Para lograr una distribución adecuada de las masas puede efectuarse una adaptación de la distribución de las masas del sistema mediante elementos de lastre de configuración variable, preferentemente mediante la disposición de masas adicionales en forma de piezas prefabricadas de hormigón armado, en lugares adecuados de la estructura de celosía del brazo saliente. El brazo saliente se compone de perfiles de acero y está conectado en los nudos a unas celosías tridimensionales que unen entre sí los segmentos tubulares horizontales y oblicuos. Las celosías tridimensionales pueden formar jaulas que encierran los nudos. La conexión de las celosías tridimensionales a los segmentos tubulares se realiza mediante una viga en cajón anular (redonda o rectangular) que distribuye la carga. Para lograr la fuerza de sustentación total necesaria desde el punto de vista de la estática pueden disponerse adicionalmente componentes de flotación de configuración variable, preferentemente en forma de cuerpos esféricos huecos, en toda el área de la estructura de celosía de los brazos salientes.

[0038] Preferentemente se lleva la estructura portante de cimentación completamente prefabricada, con la instalación eólica sobrepuesta en la misma, en una posición de flotación horizontal hasta su lugar de empleo y a continuación se une en éste a los elementos de anclaje. Para bajar la estructura portante flotante se utilizan los cabrestantes 54, que se bloquean a una profundidad de inmersión deseada por ejemplo mediante frenos. Con los cilindros hidráulicos puede efectuarse un ajuste continuo de precisión de las posiciones de flotación. La invención permite conseguir la absorción de cargas mediante soportes oblicuos, preferentemente en forma de segmentos tubulares de acero y estructuras de celosía de acero tridimensionales, mientras que la sustentación se asegura preferentemente mediante unos flotadores dispuestos muy exteriormente.

[0039] Los distintos puntos y aspectos siguientes pueden tener importancia en relación con la invención. La estructura portante de cimentación flotante está prevista para construcciones *offshore* y destinada al posicionamiento de unidades funcionales en posición flotante sobre o dentro del agua, especialmente sobre o dentro del mar, para profundidades de hasta 1.000 m. Presenta varios flotadores unidos entre sí mediante estructuras portantes, preferentemente estructuras de acero y hormigón prefabricadas, y en caso dado cuerpos de lastre y sirve de cimiento o de plataforma para una unidad funcional. La estructura portante de cimentación está conectada mediante unos elementos de tracción a unos elementos de anclaje construidos en hormigón depositados sobre el lecho marino. Los brazos salientes horizontales soportan unos flotadores y están compuestos, como los nudos de unión de unos segmentos tubulares oblicuos u horizontales, de celosías tridimensionales que absorben carga,

preferentemente en forma de estructuras de acero prefabricadas, estando dispuestos en las zonas de los nudos unos cuerpos huecos en forma de piezas prefabricadas de hormigón armado impermeable al agua que producen sustentación y aseguran que las zonas de los brazos salientes sean transitables.

5 **[0040]** Las funciones de "sustentación" y "absorción de carga" están desacopladas unas de otras en los nudos de unión de los segmentos tubulares, en toda el área de los brazos salientes y en la zona de conexión de los flotadores dispuestos muy exteriormente y asignadas en cada caso a elementos específicos de la estructura portante. El diseño comprende una construcción mixta con empleo de acero y hormigón de alto rendimiento. Se compone preferentemente de una combinación de estructuras portantes de cascarones compuestas de los materiales hormigón de alto rendimiento o acero, piezas prefabricadas de hormigón armado o segmentos tubulares y
10 estructuras portantes de barras compuestas de acero.

[0041] El comportamiento global a la sollicitación por carga está caracterizado por las estructuras de celosía en los nudos y en la zona de los brazos salientes y la transmisión local de cargas de las fuerzas de sustentación en los nudos y en la zona de los brazos salientes. La transmisión local de cargas de las fuerzas de sustentación se realiza en los nudos mediante piezas prefabricadas de hormigón armado. En la zona de los brazos salientes, la transmisión de cargas también puede realizarse mediante segmentos tubulares. Los flotadores están fabricados en construcción mixta como piezas prefabricadas de hormigón armado, preferentemente como una cáscarón cilíndric circular con una placa de fondo inferior y una estructura de cascarón sobrepuesta en la misma y compuesta de acero, preferentemente en forma de cascarón cilíndrico circular prefabricado. La configuración de las superficies de contacto entre la estructura de hormigón y la estructura de acero se realiza, en los nudos de unión y en la zona de
15 conexión de los flotadores, como una estructura de transición impermeable al agua y resistente a la corrosión construida en acero. Se alcanza un alto grado de variabilidad en cuanto a las exigencias planteadas a la distribución de masas inerciales para el sistema global. Es posible una adaptación a requisitos de sistema de instalaciones eólicas de hasta 6 megavatios. Se logra un alto grado de prefabricación mediante el empleo de subconjuntos de sistema. Los subconjuntos de sistema montables de forma modular pueden llevarse al montaje final en estado semiacabado. Las cargas de las fuerzas de tracción de los cables se transmiten del arriostamiento inferior a la estructura de celosía, en el extremo del brazo saliente, sin someter el flotador a esfuerzo. La fabricación del sistema es independiente de la profundidad del agua, sin generar gastos adicionales para profundidades de hasta 1.000 metros. Es posible efectuar una adaptación óptima de la distribución de masas del sistema mediante elementos de lastre de configuración variable, preferentemente mediante la disposición de masas adicionales en forma de piezas
20 prefabricadas de hormigón armado, en toda el área de la estructura de celosía de los brazos salientes. Opcionalmente es posible una adaptación de la fuerza de sustentación total mediante la disposición adicional de componentes de flotación de configuración variable, preferentemente en forma de cuerpos esféricos huecos, en cualesquiera lugares de la estructura de celosía de los brazos salientes. El objetivo de la planificación es representable para una instalación eólica de 3 megavatios. Existe la posibilidad de desarrollar variantes de brazos salientes para instalaciones de hasta aproximadamente 5 a 6 megavatios. El anclaje del sistema de cimentación puede realizarse mediante unos elementos de anclaje a disponer sobre el lecho marino, preferentemente mediante unos cimientos de gravedad construidos in situ en hormigón.
25
30
35

[0042] La estructura portante de cimentación flotante según la invención para construcciones *offshore* presenta varios flotadores que están dispuestos exteriormente en una estructura portante de barras, que a su vez está unida a
40 unos cuerpos de lastre mediante unos cables 8, 9, 10. Este concepto da como resultado una construcción sencilla y bajos costes de construcción.

ES 2 386 402 T3

Referencias

	1	Instalación eólica
	2	Mástil
	3	Cimiento flotante
5	4	Estructura portante de cimentación
	5, 6, 7	Cuerpos de lastre
	8, 9, 10, 10a, 10b	Cables
	11, 12, 13	Brazos salientes
	14	Estructura portante tridimensional
10	15, 16, 17, 18, 19, 20	Segmentos tubulares
	17a	Perfil en cajón
	17b	Manguito
	17c, d	Bridas
	21, 22, 23, 24	Piezas de nudo
15	24a	Encofrado perdido
	25, 26	Segmentos tubulares
	28, 29, 30	Flotadores
	31	Jaula
	32, 33, 34	Vigas en cajón
20	35	Estructura de barras
	35a, b	Consolas
	35c	Vigas
	36	Lado superior
	37	Fondo
25	38	Parte inferior del flotador
	39	Parte superior del flotador
	40	Junta
	41	Tubuladura
	42	Dispositivo de empalme
30	43, 44	Puntales
	45	Barra
	46	Junta
	47	Cámara
	48	Dispositivo regulador hidráulico
35	49a, b	Apoyos laterales
	50-53	Vigas de perfil en cajón
	54	Cabrestante

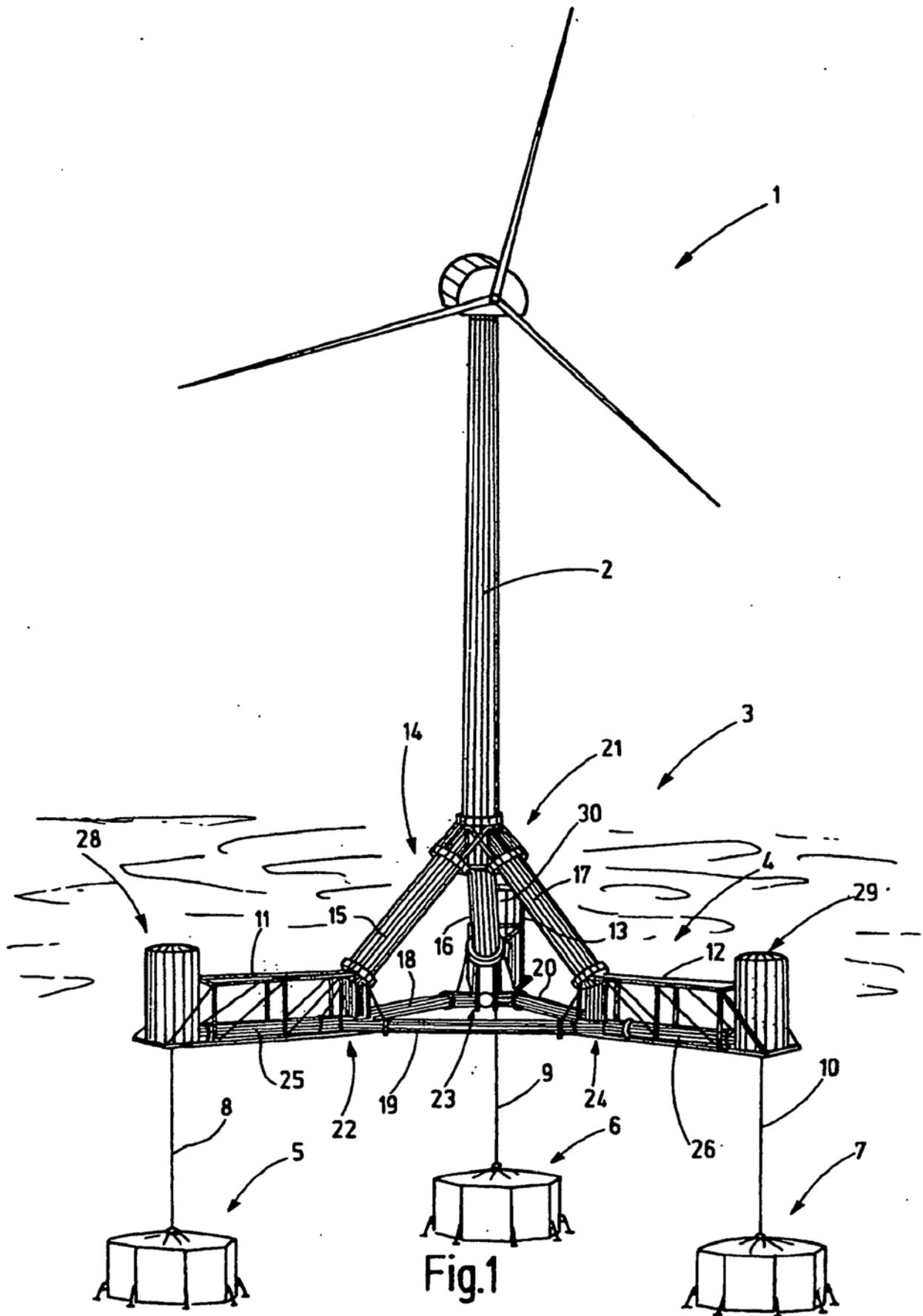
ES 2 386 402 T3

55, 56	Poleas de cable
57	Árbol
58, 59	Caballetes de apoyo
60, 61	Cilindros hidráulicos
5 62, 63	Juntas
64	Puntal
65, 66	Mamparo
67	Soporte de momento de torsión
68	Cuerpos de lastre
10 69	Flotadores

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura portante de cimentación flotante (4) para construcciones *offshore*, que comprende al menos un elemento flotador (28, 29, 30), que está compuesto, al menos parcialmente, de hormigón, y con una estructura portante (11, 12, 13, 14) de acero, siendo la estructura portante (11, 12, 13, 14) una combinación de estructura portante de cascarones y estructura portante de barras, caracterizada porque la estructura portante (11, 12, 13, 14) presenta varios brazos salientes (11, 12, 13), que están respectivamente configurados como una estructura portante de barras tridimensional que sobresalen radialmente hacia fuera desde una estructura portante central (14) tridimensional.
- 10 2. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante (14) es una celosía tridimensional.
- 15 3. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque al menos uno de los flotadores (28, 29, 30) sirve de compartimento de máquinas.
- 20 4. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 3, caracterizada porque el flotador (28, 29, 30) sirve de espacio de alojamiento para un dispositivo regulador.
- 25 5. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque los brazos salientes (11, 12, 13) llevan en sus extremos los flotadores (28, 29, 30).
6. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante (11, 12, 13, 14) incluye nudos de unión (21, 22, 23, 24) fabricados a base de hormigón armado o, alternativamente, de tubo de acero.
- 30 7. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 6, caracterizada porque los nudos de unión (21, 22, 23, 24) están configurados como cuerpos huecos transitables.
- 35 8. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 7, caracterizada porque al menos uno de los nudos de unión (21, 22, 23, 24) está comunicado con al menos uno de los flotadores (28, 29, 30) mediante un canal transitable (25, 26, 27).
9. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 8, caracterizada porque el canal transitable (25, 26, 27) está formado por un tubo respectivo.
- 40 10. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 9, caracterizada porque el tubo está compuesto de acero, plástico, con o sin refuerzo de fibras, un material híbrido de acero-plástico u hormigón armado.
- 45 11. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante (11, 12, 13, 14) presenta al menos una disposición en jaula (31) que rodea al menos un componente de hormigón (21).
12. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 11, caracterizada porque la disposición en jaula (31) aligera la carga del elemento de hormigón (21).
- 50 13. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante de cascarones (14) incluye elementos de hormigón y/o elementos de acero.
14. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante de barras (11, 12, 13) incluye elementos de acero.
- 55 15. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque al menos uno de los flotadores (28, 29, 30) está formado como construcción mixta y para ello presenta al menos un componente de hormigón o de hormigón armado (38) y al menos un componente de acero (39), que conjuntamente delimitan una cavidad.
- 60 16. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque el flotador (28, 29, 30) presenta forma cilíndrica.
17. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 16, caracterizada porque el flotador (28, 29, 30) presenta una superficie de recubrimiento redondeada (36) y/o un fondo plano o cónico.
- 65 18. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque el flotador (28, 29, 30) está formado en una sección inferior (38) por una copa de hormigón y en una sección superior (39) por una caperuza de acero, que está unida a la copa de hormigón de manera impermeable al agua.

19. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura portante (11, 12, 13, 14) absorbe por una parte la fuerza de sustentación procedente de los flotadores (28, 29, 30) y por otra parte la fuerza de anclaje de unos elementos de anclaje (5, 6, 7).
- 5 20. Estructura portante de cimentación según la reivindicación 19, caracterizada porque los elementos de anclaje (5, 6, 7) están formados por cuerpos de lastre de hormigón.



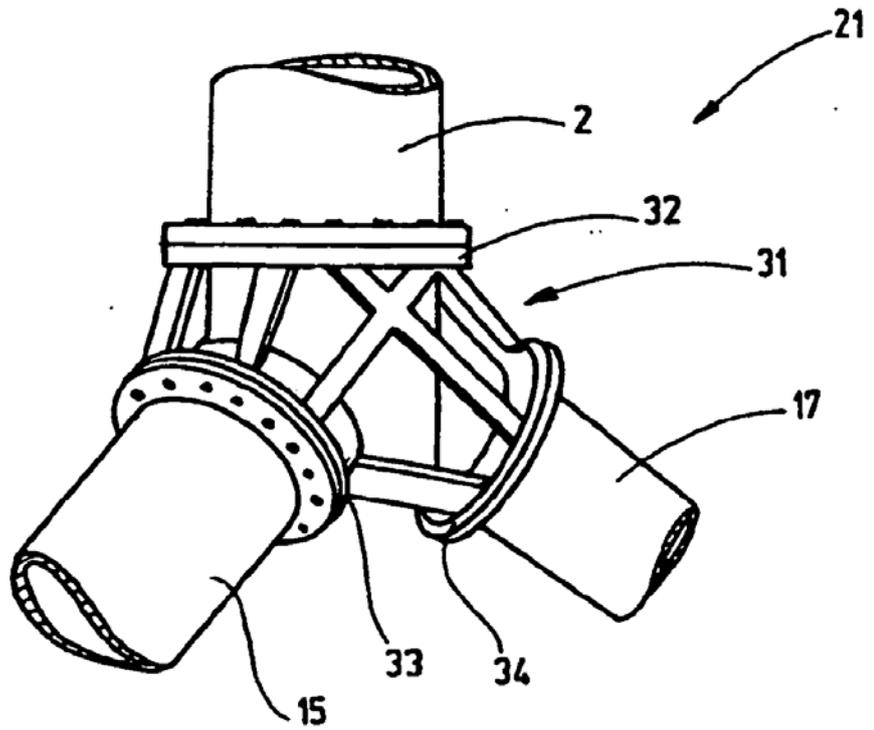


Fig.2

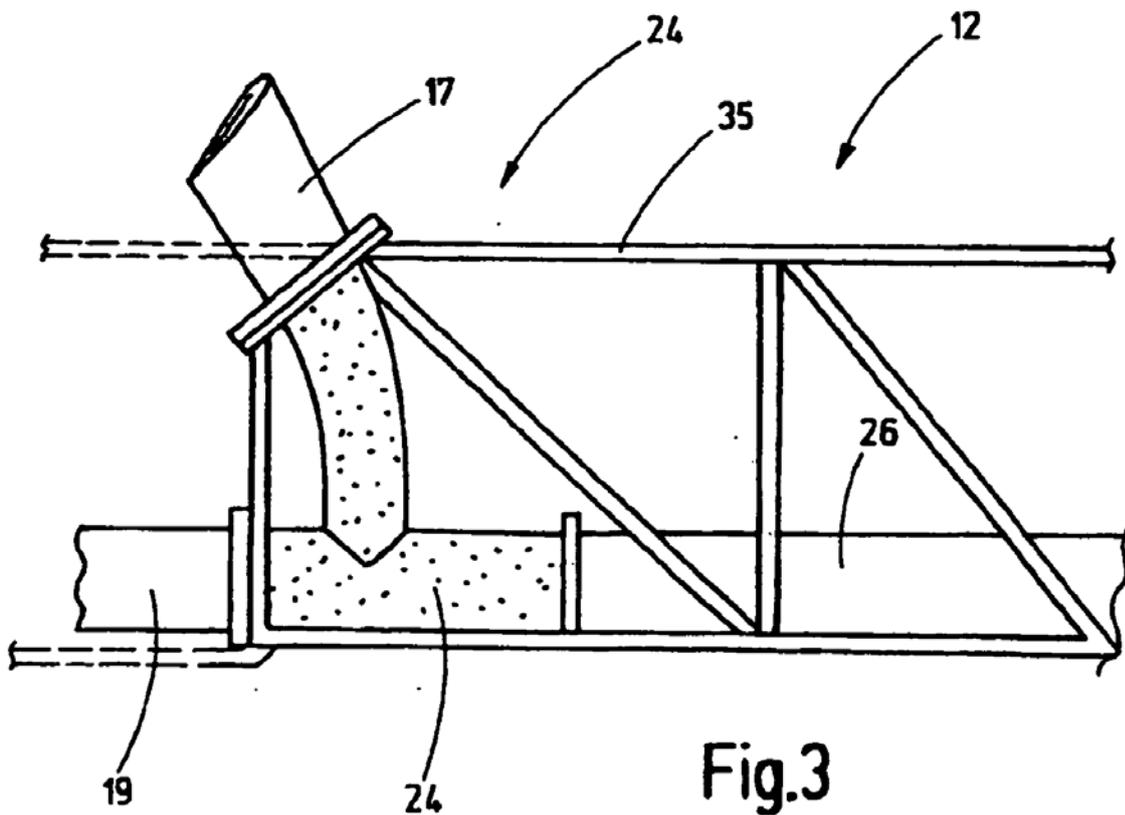


Fig.3

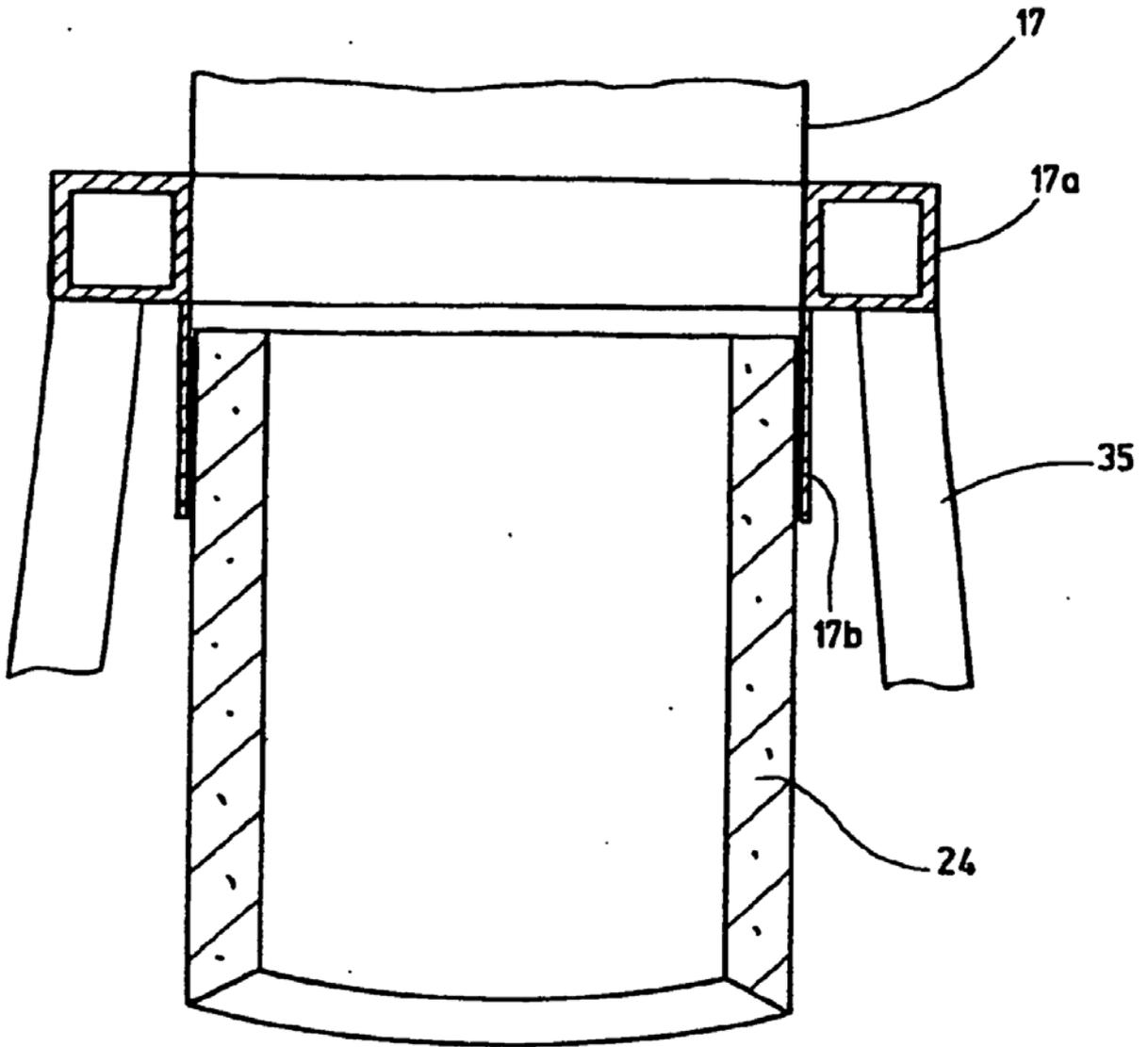


Fig.4

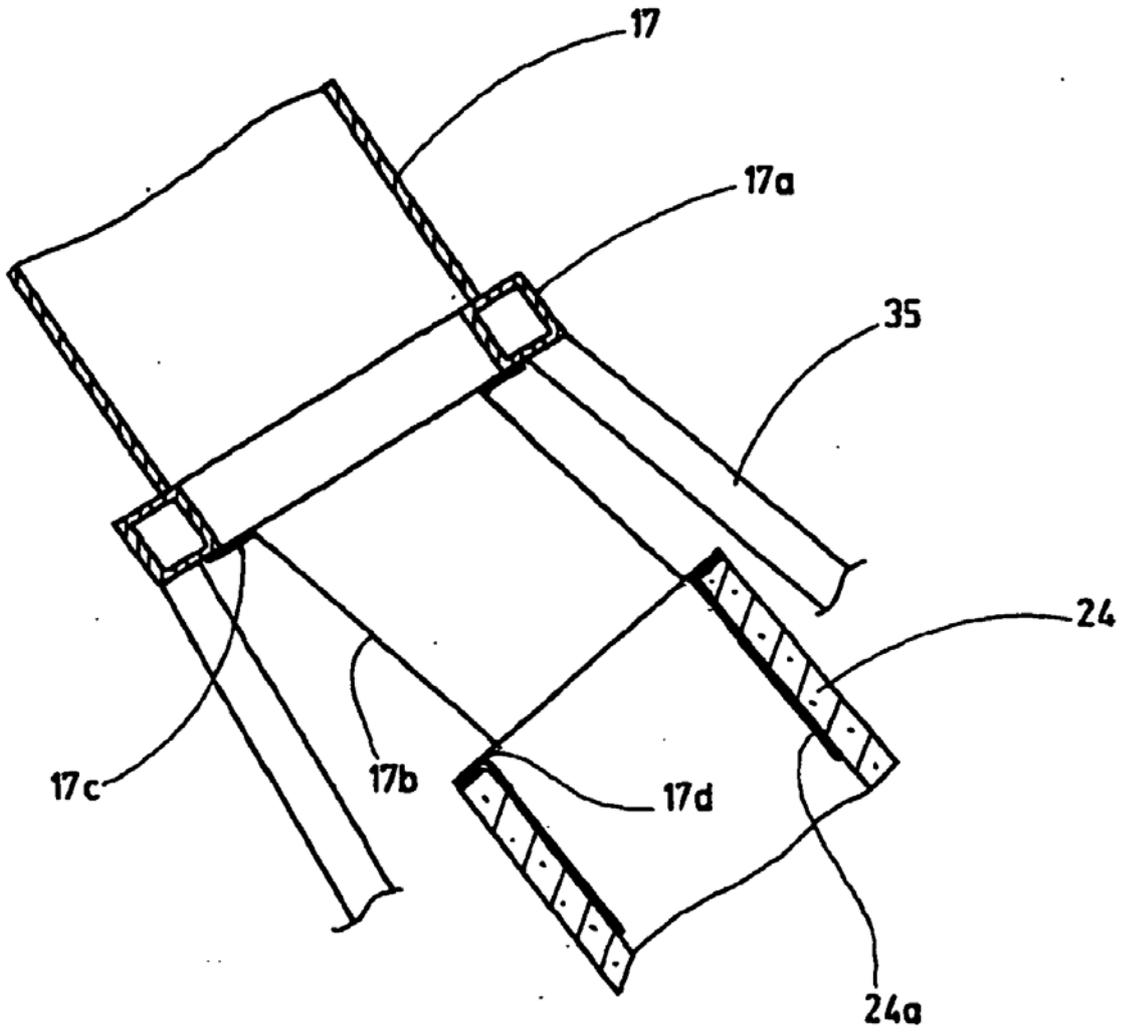
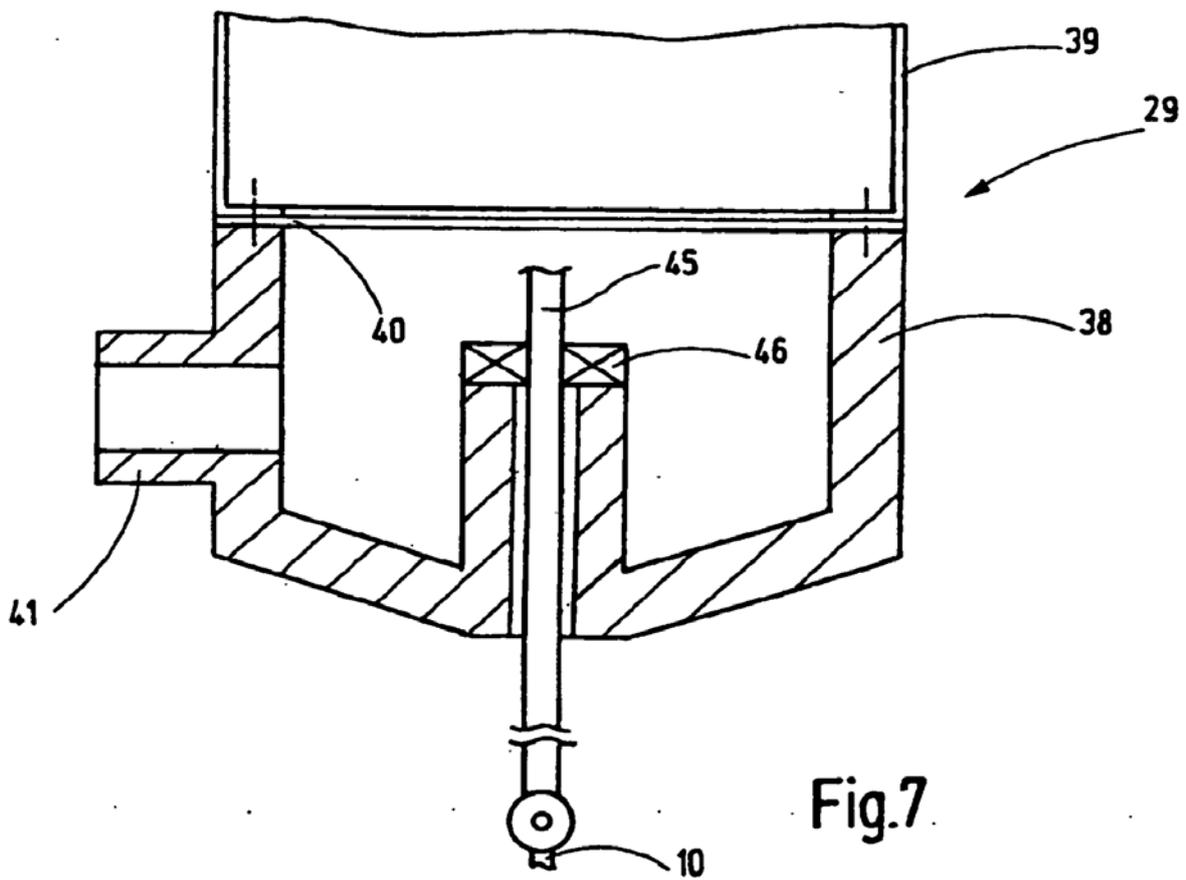
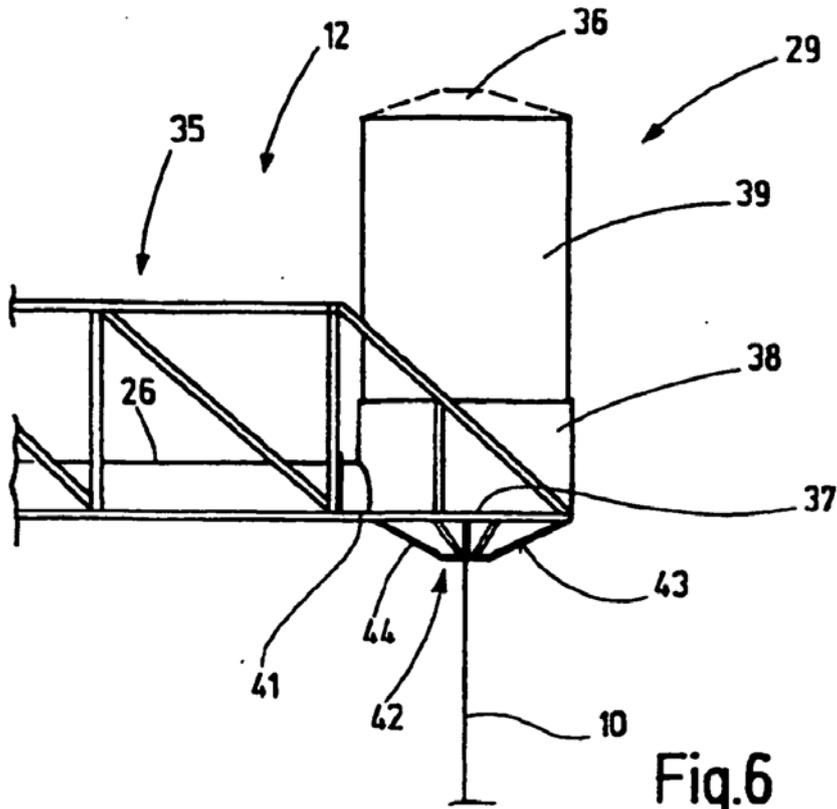


Fig.5



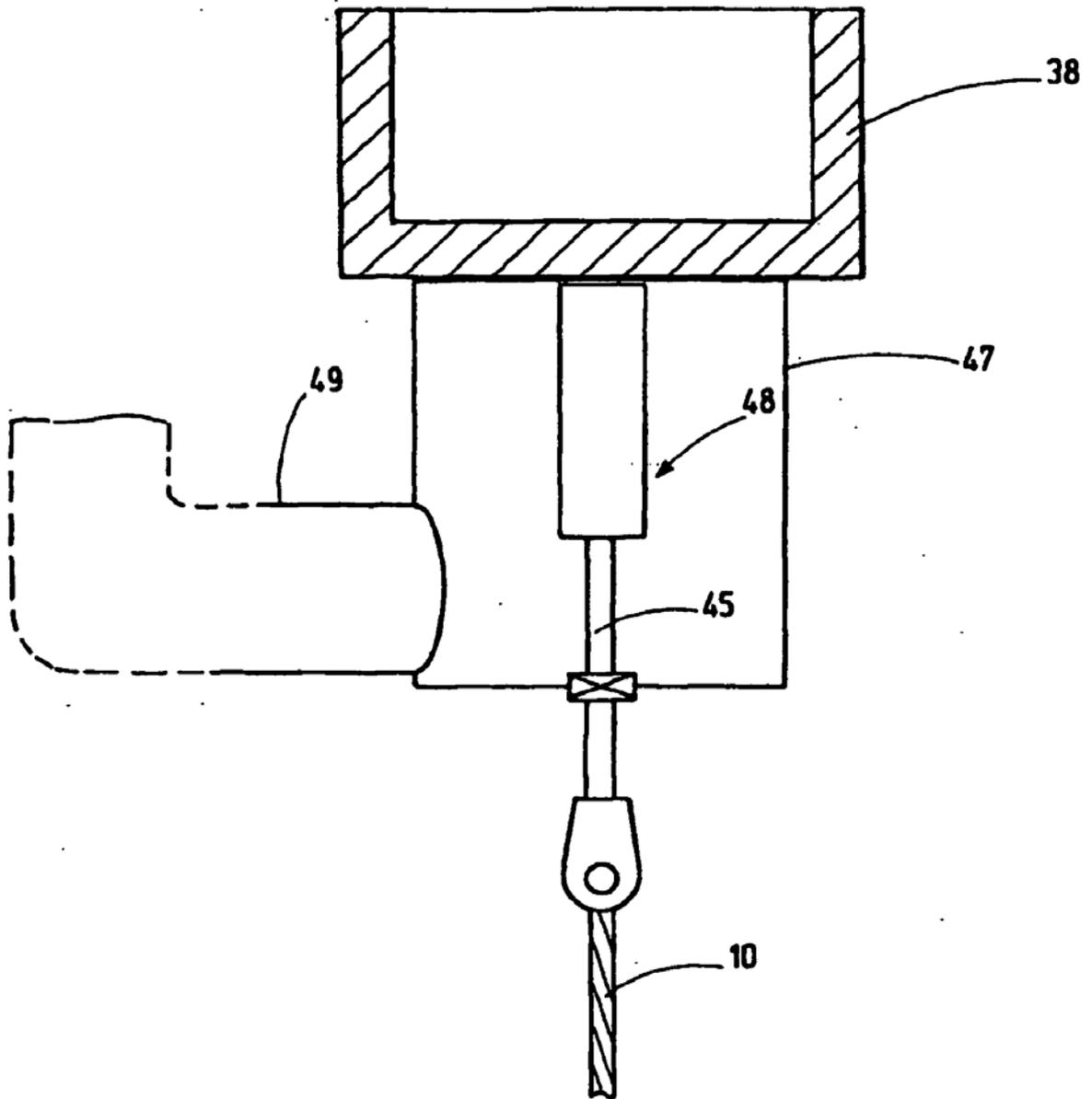


Fig.8

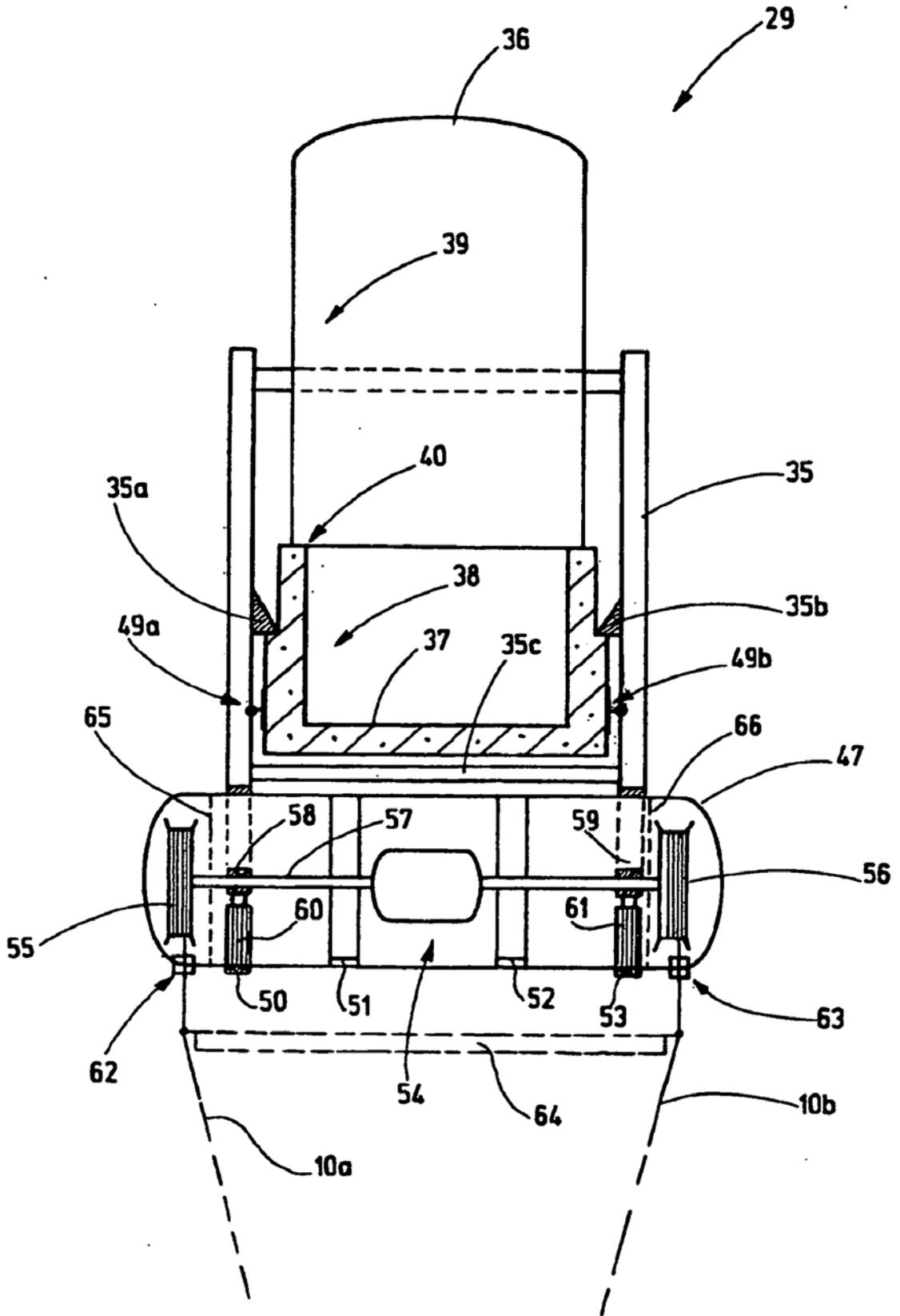


Fig.9

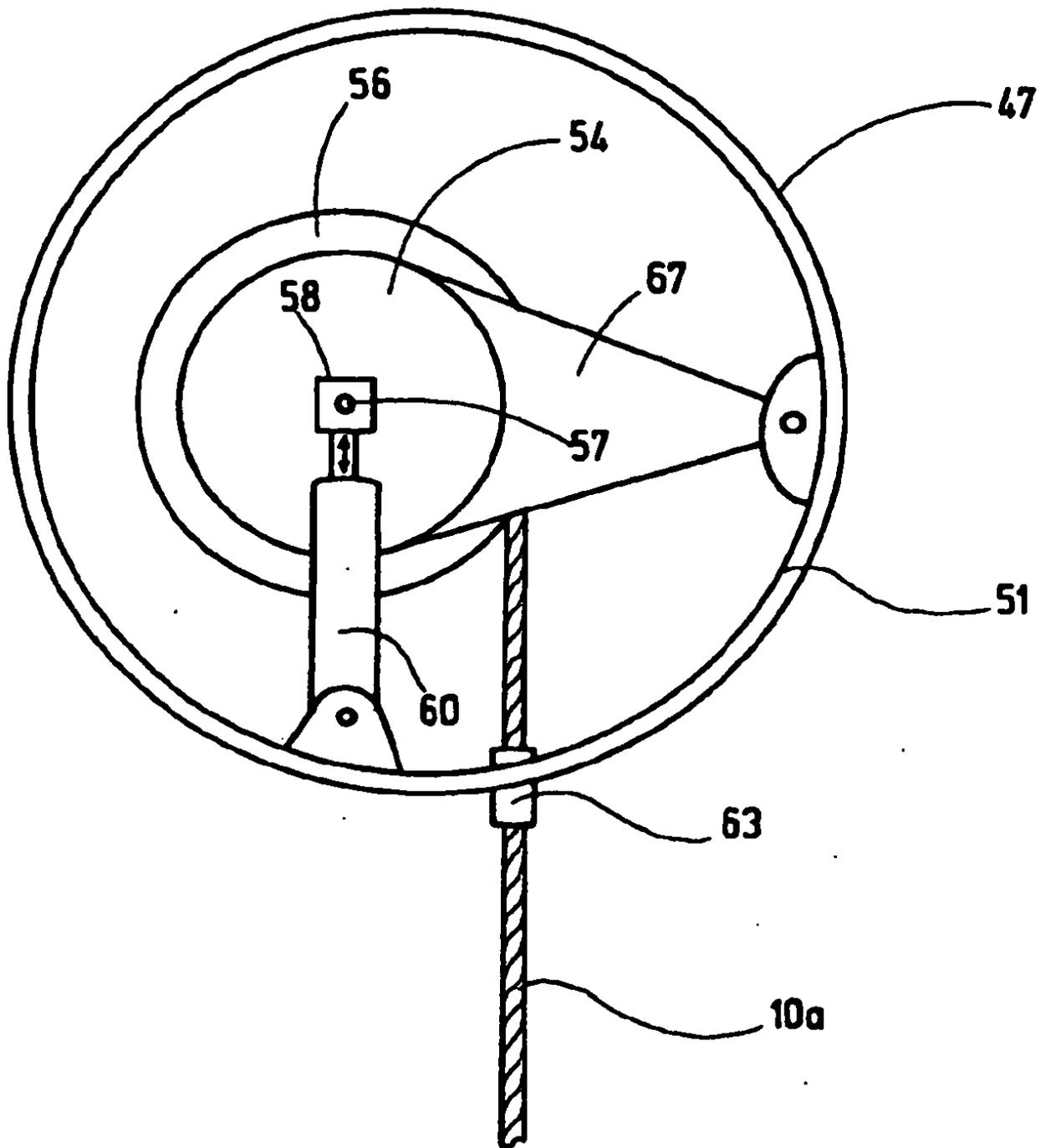


Fig.10

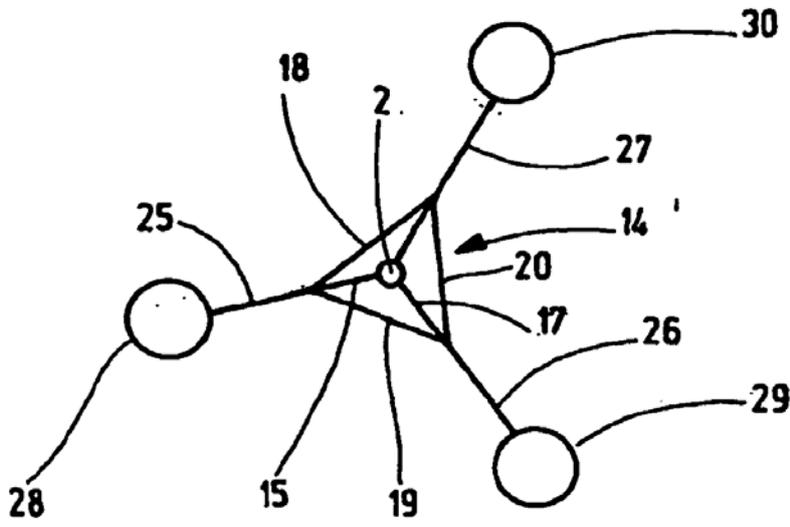


Fig.11

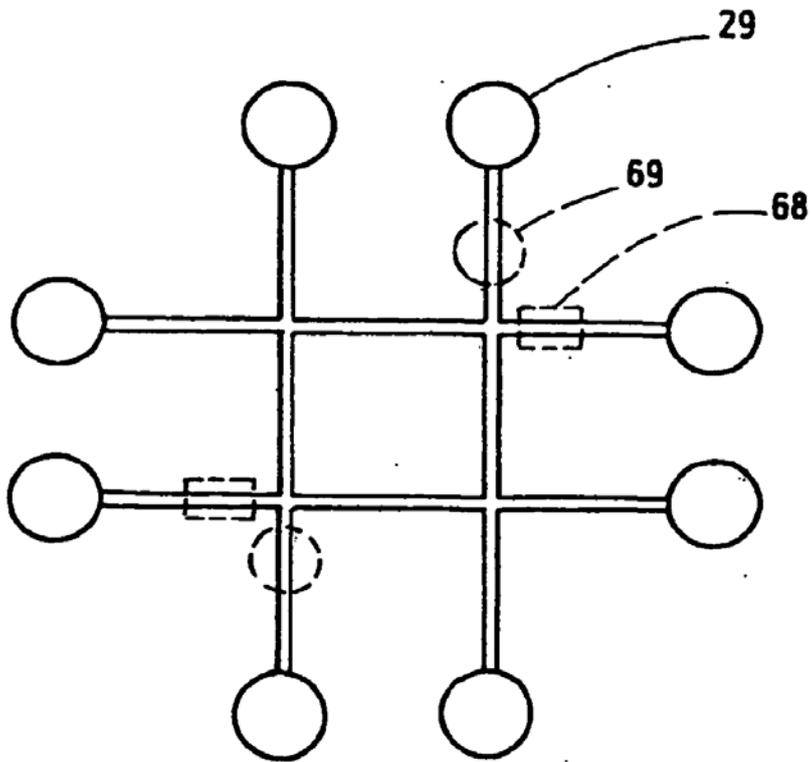


Fig.12

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

10

• DE 102005036679 [0002]

• GB 2378679 A [0006]