

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 251**

51 Int. Cl.:

F03D 11/04 (2006.01)

H02G 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2010 E 10710552 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 2409031**

54 Título: **Instalación de energía eólica con guiado de cable de góndola retorcible**

30 Prioridad:

20.03.2009 DE 102009013728

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

17.12.2013

73 Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS SE (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg , DE**

72 Inventor/es:

SCHUBERT, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 435 251 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

Instalación de energía eólica con guiado de cable de góndola retorcible

5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica con una torre y una góndola que está dispuesta sobre la torre de forma pivotable. Desde ella va una multiplicidad de cables a la torre, a saber en forma de un bucle. Gracias al retorcimiento los cables permiten la pivotación de la góndola en la dirección acimutal.

10 En las instalaciones de energía eólica del tipo constructivo imperante con eje de rotor horizontal es necesaria una orientación respecto al viento. Esto sucede de manera que la góndola se pivota respecto a la torre fija en la dirección acimutal para conseguir así un seguimiento respecto a la dirección principal del viento. Durante la explotación se recorren en este caso diferentes direcciones acimutales en sucesión distribuida al azar conforme a la distribución estocástica de direcciones del viento. Con frecuencia la góndola realiza en este caso más de una vuelta completa relativamente respecto a la torre. Esto plantea elevados requisitos en los dispositivos eléctricos de transferencia entre la torre y la góndola.

15 Se ha intentado usar transmisores rotativos según el principio de anillos deslizantes (DE 20116756 U1). Ofrecen la ventaja de una capacidad de giro teóricamente ilimitada, pero esta ventaja se anula en la práctica debido al desgaste no insignificante. Se añade que los anillos deslizantes con elevadas intensidades de corriente, tal como se presentan típicamente en los cables de potencia, son sensibles frente a ensuciamientos y aumentos de la resistencia producidos de este modo. En conjunto por ello no ha dado buen resultado para una explotación continua fiable.

20 Para evitar estas desventajas se recurre al mismo cable como transmisor, en tanto que se guía en un bucle suspendido de la torre a la góndola. Gracias al bucle se produce una buena capacidad de retorcimiento del cable, aunque no una rotabilidad ilimitada. En la práctica se ha demostrado que es suficiente un diseño con una rotabilidad de la góndola de dos o tres vueltas en cada dirección. Si durante la explotación no se produce un destorcido del cable por sí mismo debido a los vientos cambiantes, entonces se puede llevar a cabo un destorcido por separado mediante la pivotación de la góndola al alcanzarse un ángulo de rotación máximo.

25 Se ha impuesto ampliamente la segunda variante mencionada con el bucle. Pero se ha demostrado que, en caso de instalaciones de energía eólica de alta potencia con una multiplicidad de cables, existe precisamente la dificultad de que los cables individuales se froten entre sí durante el retorcimiento y por consiguiente se desgasten en exceso. De este modo se origina el problema de un deterioro de los cables, por lo que se puede producir un daño de la instalación de energía eólica, por ejemplo, por cortocircuito.

30 Para evitar tales deterioros se conoce prever espaciadores en forma de estrella para los cables (WO 00/36724 A2). En ellos están tendidos los cables y por consiguiente están fijados en su posición relativa. Para permitir un retorcimiento del ramal de cables, se forma un bucle que con su extremo superior está sujeto en la góndola y en el otro extremo en la torre. Además, están previstos espaciadores intercalados que están fijados respectivamente a la torre a través de un manillar pivotable y guían el ramal de cables de forma móvil parcialmente. Los manillares requieren mucho espacio constructivo y son costosos.

35 Además, se conoce retorcer el ramal de cables mediante un dispositivo de retorcimiento, una placa espaciadora superior que está conectada de forma fija con la góndola y una placa espaciadora inferior que está conectada de forma fija con la torre (JP 2008-298051 A). Entre la placa espaciadora superior y la inferior está dispuesta una columna flexible alrededor de la que están dispuestos los cables del ramal de cables. Durante un retorcimiento de los cables éstos se enrollan alrededor de la columna. Además, la placa espaciadora inferior está dispuesta en un dispositivo deslizante que permite un movimiento perpendicular a la dirección de retorcimiento. El montaje de la placa espaciadora superior y la inferior junto con la columna en el ramal de cables es costoso y requiere cambios estructurales en la góndola.

La invención tiene el objetivo de mejorar una instalación de energía eólica del tipo mencionado al inicio para crear una transferencia por cables mejorada entre la torre y la góndola que sea menos costosa.

45 La solución según la invención se encuentra en las características de la reivindicación independiente. Ampliaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 En una instalación de energía eólica con una torre y una góndola que está dispuesta sobre la torre de forma pivotable en la dirección acimutal, así como una multiplicidad de cables que se guían de forma retorcible por un bucle de la torre a la góndola, manteniéndose los cables espaciados unos de otros en el bucle mediante soportes fijos en rotación y sueltos, y presentando los soportes respectivamente receptáculos para la fijación de los cables con una distancia circunferencial predeterminada, está previsto según la invención que los soportes comprendan un anillo de guiado inferior fijo en rotación y un anillo de guiado superior suelto alineado, y que un guiado de bucle esté formada de manera que el bucle esté subdividido mediante el anillo de guiado inferior fijo en rotación en una zona curvada no retorcida y una zona de retorcimiento estirada.

El núcleo de la invención es la idea de controlar los cables individuales no sólo respecto a su longitud relativa entre sí mediante los soportes, sino también controlar como un todo el tipo de movilidad, permitida por el guiado de bucle, del ramal de cables, y así crear una separación funcional entre retorcimiento y acortamiento (compensación de longitud). Se basa en el conocimiento de que durante la pivotación de la góndola sólo se acorta la zona retorcida del cable, y debido a la deformación helicoidal de los cables individuales. Pero en el caso de bucles convencionales el retorcimiento se extiende también a la zona curvada del bucle, de modo que también participa la zona curvada en el acortamiento. Esta zona está expuesta por consiguiente a una doble solicitud, es decir, retorcimiento y acortamiento. En esta zona se aumenta por consiguiente el desgaste. Aquí comienza la invención. Prevé parar el retorcimiento que parte de la góndola mediante el anillo de guiado inferior dispuesto de forma fija en rotación y por consiguiente proteger la zona curvada del bucle situada alejada de la góndola frente a retorcimiento. Entonces se realiza una clara separación funcional entre la zona estirada y la curvada del bucle: la zona estirada se retuerce y se puede acortar en este caso, mientras que la zona curvada sólo actúa como compensación de longitud a favor de la zona estirada. Es decir, el bucle sólo necesita, gracias a la invención, absorber la solicitud que se produce de su funcionamiento como compensación de longitud, pero no más la solicitud debida al retorcimiento. De esta manera se puede impedir de forma sencilla pero efectiva la doble solicitud que aumenta el desgaste de la zona curvada del bucle.

La invención consigue por consiguiente una enorme reducción del desgaste de los cables precisamente en la zona curvada crítica del bucle. Ésta no estaba protegida frente a retorcimiento en la construcción según el estado de la técnica, sino que participaba de manera incontrolada.

A continuación se explican algunos términos utilizados.

20 Bajo alineado se entiende que los anillos de guiado se sitúan en una línea. Esto no exige coaxialidad sino que debe bastar si el centro de la superficie circunscrita por el anillo de guiado suelto se sitúa en el interior de la superficie circunscrita por el anillo de guiado fijo.

Fijo en rotación es un anillo de guiado que no modifica su orientación angular en una pivotación. Bajo suelto se entiende por otro lado que el anillo de guiado modifica correspondientemente su orientación angular en la pivotación (esto puede ser, pero no debe, un giro completo).

Bajo bucle se entiende un guiado del cable entre la torre y la góndola, a partir de una zona curvada (que con frecuencia forma un semicírculo) y una zona estirada que se extiende esencialmente de forma recta en la dirección de la orientación del bucle. La orientación de un bucle está determinada en este caso por la dirección hacia la que se sitúa el lado abierto de la zona curvada.

30 Un contrabucle es una sección de cables que discurre en forma de bucle y está orientada opuesta al bucle que discurre entre la góndola y la torre.

Bajo compensación se entiende una compensación que no debe ser por fuerza completa, sino que al menos se debe realizar a la mitad.

35 En el caso de cables más y menos elásticos, en particular aquellos con un diámetro de más de 15 mm, ha dado buen resultado prever un dispositivo propio de compensación de longitud. El tendido de los cables en un bucle entre la torre y la góndola ofrece en sí la libertad de acción necesaria para compensar el acortamiento provocado por el retorcimiento de la longitud de cable efectiva. Pero en caso de cables grandes y no elásticos, en ocasiones esto no es suficiente, de modo que mediante el dispositivo propio de compensación de longitud se puede conseguir el acortamiento de la longitud de cable efectiva sin solicitar el cable. Una forma de realización acreditada del dispositivo de compensación de longitud es en forma de un elemento de desvío variable en elevación alrededor del que está colocado el bucle. Durante el retorcimiento se disminuye el bucle por elevación del elemento de desvío y por consiguiente se acorta la longitud de cable efectiva, mientras que el bucle se aumenta de nuevo durante el destorcido debido a la bajada y por consiguiente se eleva de nuevo la longitud de cable efectiva.

45 El dispositivo de compensación de longitud puede estar realizado de forma pasiva o activa. Bajo pasivo se entiende aquí que reacciona automáticamente al acortamiento de la longitud de cable efectiva. Una forma de realización preferida es la disposición del desvío de cable en un balancín, de modo que el bucle se disminuye o aumenta por su elevación o bajada, según se ha descrito arriba. Para descargar el balancín de la fuerza de la gravedad del ramal suspendido está previsto preferentemente un desvío por separado que forma un contrabucle. Por consiguiente el balancín puede reacciona con sensibilidad al acortamiento de longitud debido al retorcimiento. Alternativamente o adicionalmente también puede estar previsto que el balancín esté provisto de un contrapeso para compensar al menos parcialmente el efecto de la fuerza de la gravedad del ramal suspendido.

55 En un dispositivo de compensación de longitud activo está previsto convenientemente un dispositivo de control que determina el acortamiento efectivo del cable debido al retorcimiento y acciona un actuador, de modo que se disminuye o aumenta correspondientemente el bucle. La determinación del acortamiento efectivo se puede realizar en este caso de forma directa o indirecta. Entonces puede estar previsto un sensor que determina la fuerza de tracción que actúa

sobre el bucle por el retorcimiento; también puede estar previsto que el retorcimiento se determine, mediante sensores propios o debido a cálculos, y de ello se determine el acortamiento efectivo esperado mediante los parámetros del cable. Lo último ofrece la ventaja de que no se necesitan sensores adicionales, sino que para ello se puede usar el valor de los datos presentes de todas formas en general en el control de explotación para el estado de retorcimiento. Al alcanzar un retorcimiento máximo o también un acortamiento máximo se destuerce de nuevo el ramal de cables por la pivotación dirigida de la góndola.

Para el anillo de guiado inferior está previsto preferentemente un rodamiento bilateral. Éste también puede estabilizar de forma segura el anillo de guiado inferior en caso de elevados pares de retorcimiento, y por consiguiente proteger la zona curvada del bucle frente a la sollicitación indeseada por retorcimiento. Es especialmente conveniente una disposición opuesta diametralmente del rodamiento. El rodamiento permite preferentemente una inclinación alrededor de un eje horizontal, por ejemplo, mediante uso de muñones opuestos diametralmente. La inclinación permite un guiado favorable de los cables en el bucle independientemente del acortamiento debido al retorcimiento y la posición correspondiente del dispositivo de compensación de longitud. Por consiguiente proporciona una contribución ulterior a la reducción de la sollicitación.

En el caso más sencillo son suficientes dos anillos de guiado, uno arriba y uno abajo. Pero también pueden estar previstos uno u otros varios anillos de guiado (anillos intermedios) que están dispuestos en medio. Esto ofrece la ventaja de que también con longitudes y diámetros de cable mayores se puede mantener la posición helicoidal deseada. La mayoría de las veces estarán dispuestos sueltos los anillos de guiado adicionales, para que se puedan girar en diferente medida en función de su posicionamiento entre el anillo de guiado superior e inferior.

Para la consecución de un retorcimiento es oportuno disponer los cables individuales aproximadamente equidistantes en la superficie lateral de los anillos de guiado. Gracias a la distancia se minimiza el peligro de un calentamiento excesivo por aglomeración de cables conductores. Posiciones individuales pueden quedar libres para crear así espacio para la recepción de componentes para la fijación o alojamiento de los anillos de guiado. Los cables están dispuestos ventajosamente en la superficie lateral interior y exterior. Esto permite una disposición que ahorra espacio de los cables y por consiguiente el uso de anillos de guiado con menor diámetro. Puede ser conveniente prever la misma distancia angular para la disposición de los cables en la superficie lateral interior y exterior. Por consiguiente se pueden formar pares de cables, por ejemplo, a partir de dos dispuestos exteriormente y uno interiormente, que tienen un desarrollo de líneas de campo especialmente favorable.

El anillo de guiado presenta convenientemente una circunferencia que es mayor que el grosor adicionado de los cables dispuestos a lo largo de la circunferencia, y en un factor de 1,7 a 2,2. Se ha demostrado que con este tamaño de la circunferencia se produce una relación óptima de necesidad de espacio y distancia suficiente de los cables individuales con elevado retorcimiento.

Según una forma de realización preferida, que eventualmente merece protección por separado, está previsto un descargador de tracción flexible en la góndola para los cables suspendidos en la torre. Está configurado ventajosamente como una malla que circunda el cable y que presenta en su extremo superior un dispositivo de suspensión. Esto permite una suspensión tanto segura funcionalmente como robusta, en cierto modo también en caso de retorcimientos mayores de los cables en la góndola. La malla permite flexibilidad respecto a los desvíos angulares según aparecen durante el retorcimiento, y en este caso también tolera los retorcimientos de la sección de cable dentro de la malla. Además, la malla ofrece la ventaja de que se aprieta con carga elevada y por consiguiente desarrolla un efecto autofijador. También es apropiada en especial para cables grandes y pesados.

Ha resultado ser especialmente ventajoso conducir los cables por separado también en el trazado ulterior en la góndola. En particular es preferible disponer los cables mediante soportes metálicos, de manera que se engloban según sistemas de fases y los sistemas de fases correspondientes se conducen por separado mediante soportes metálicos para evitar calentamientos inductivos del soporte. Mediante una disposición semejante se aumenta la capacidad de transporte de corriente del cable debido a un menor calentamiento de los cables. Por ejemplo, el factor de reducción de los cables se puede aumentar de aproximadamente 0,55 a aproximadamente 0,75, mientras que una continuación del ramal de cables en la zona de la góndola en el haz conduce a un aumento del factor de reducción de aproximadamente el 10% (véase también la norma DIN VDE 0298 – parte 4). La mayor capacidad de transporte de corriente de los cables permite que se pueda optimizar la selección y el número de los cables en esta zona respecto al grado de utilización y/o costes.

Según una forma de realización preferida los cables de señal con diámetro pequeño se pueden conducir en haz de forma suspendida libremente, pero en el interior de los anillos de guiado. Esto tiene la ventaja de que en caso de provocarse oscilaciones en la torre, los cables de señal no pueden realizar fuertes oscilaciones debido a la limitación del anillo de guiado y por ello se solicitan menos intensamente mecánicamente.

La invención se explica a continuación en el ejemplo de una forma de realización ventajosa. Muestran:

- Fig. 1: una representación esquemática de una instalación de energía eólica según un ejemplo de realización de la invención;
- Fig. 2: una vista en perspectiva de los anillos de guiado;
- Fig. 3: una primera disposición de cables en los anillos de guiado;
- 5 Fig. 4: una segunda disposición de cables en los anillos de guiado;
- Fig. 5 a) – c) representación geométrica del retorcimiento de los cables;
- Fig. 6: un descargador de tracción para los cables;
- Fig. 7: una vista parcial ampliada del guiado de bucle y dispositivo de compensación de longitud; y
- Fig. 8: otra vista parcial con aditamentos opcionales.

10 Un ejemplo de realización para una instalación de energía eólica según la invención comprende una torre 10 con una góndola 11 en su extremo superior. Está dispuesta de forma pivotable en la dirección acimutal mediante un motor o rodamiento y presenta un rotor eólico 12 rotativo en su lado frontal. Acciona a través de un árbol de accionamiento (no representado) un generador 13 dispuesto en la góndola con un convertidor de frecuencia 14 que transforma la energía mecánica de accionamiento del rotor eólico 12 en energía eléctrica. Para la evacuación de la energía eléctrica generada está dispuesto un cable en la torre 10 que comprende un multiplicidad de cables 21, 22 para la conexión con el estator o rotor del generador 13 (y eventualmente otros cables de señal 24) y un ramal 23 suspendido hacia abajo en la torre 10. Los cables 21, 22 se guían con un bucle 20 y un contrabucle 30 de la góndola 11 a la torre 10.

20 Ahora se hace referencia a la fig. 7 que muestra detalles del guiado de bucle 3 y el dispositivo de compensación de longitud 4. El guiado de cable 3 comprende un anillo de guiado 31, 32 superior e inferior, que están dispuestos coaxialmente uno sobre otro a una distancia de aproximadamente 3 m. El anillo de guiado 32 inferior está dispuesto fijo en rotación en un balancín 41 del dispositivo de compensación de longitud 4, y a través de un rodamiento de pivotes 43 que actúa en ambos lados, en el que los muñones individuales se oponen diametralmente. Por consiguiente el anillo de guiado inferior puede realizar un movimiento basculante, no obstante, se asegura frente a una rotación alrededor de su eje central. Con ello forma un soporte fijo en términos de rotación para los cables 21, 22 y por consiguiente limita el retorcimiento a la zona de los cables 21, 22 estirada, situada por encima y que conduce hacia arriba a la góndola 11. El anillo de guiado 31 superior está dispuesto por el contrario suelto, es decir, sólo está fijado en los cables 21, 22. Por consiguiente puede seguir libremente el retorcimiento de los cables 21, 22 durante la pivotación de la góndola 11 y forma por ello en términos de rotación un soporte libre. Por consiguiente permite el retorcimiento de la zona estirada.

30 El balancín 41 está fijado a través del cojinete de pivotación 42 en el lado interior de la torre 10. El balancín 41 se puede mover arriba y abajo en la torre 10, de modo que el anillo de guiado 32 inferior dispuesto en su extremo libre se mueve hacia o alejándose del anillo de guiado 31 superior. Debido a esta modificación de la distancia entre los dos anillos de guiado 31, 32 se modifica el tamaño del bucle 20 formado por los cables 21, 22. Además, está previsto un desvío 35 sobre el que se guía el contrabucle 30 y desde donde se convierte en el ramal 23 suspendido en la torre 10. El desvío 35 absorbe el peso del ramal suspendido y por consiguiente mantiene el bucle con el dispositivo de compensación de longitud 4 ampliamente libre de influencias negativas por la fuerza de la gravedad del ramal suspendido. Con esta finalidad el desvío 35 puede estar provisto de un revestimiento 36 que aumenta la fricción, o se puede proporcionar un apriete suficientemente fijo del haz de cables 23 mediante dispositivos de fijación.

40 El guiado de bucle 3 y el dispositivo de compensación de longitud 4 están dispuestos preferentemente entre dos suelos intermedios 16, 16'. Esto garantiza un buen acceso para el mantenimiento. Gracias a la construcción que ahorra espacio de la invención es suficiente un espacio intermedio de aproximadamente 5 m de altura también en instalaciones de energía eólica altas con torres con una altura por encima de 70 m.

45 Los detalles de los anillos de guiado 31, 32 superior e inferior están representados en la fig. 2. Presentan diámetros diferentes, presentando el superior un diámetro d_1 y el inferior un diámetro d_2 . Comprenden una multiplicidad de orificios radiales que sirven como receptáculos 34 para dispositivos de fijación habituales en el mercado de los cables 21, 22 individuales. Los receptáculos 34 están dispuestos equidistantes en el anillo correspondiente, existiendo en el anillo de guiado 32 inferior un espacio libre 33 para la recepción de los rodamientos de pivotes 43. Las distancias de los receptáculos 34 en el anillo de guiado 31, 32 superior e inferior están adaptadas entre sí de modo que la distancia angular δ_1 en el anillo de guiado 31 superior es igual a la distancia angular δ_2 en el anillo de guiado 32 inferior. Esto está representado en las figuras 3 y 4. Los cables 21 para el rotor y los cables 22 para el estator están dispuestos agrupados en la superficie lateral exterior del anillo de guiado 31, 32 superior e inferior (fig. 3). También puede estar previsto que los cables 21, 22 estén dispuestos en ambos lados, es decir, en la superficie lateral interior y exterior (fig. 4). Esto tiene la ventaja de que los anillos de guiado 31', 32' pueden presentar diámetros d_1' y d_2' menores. Esto permite no sólo una construcción que ahorra espacio, sino también una disposición optimizada desde el punto de vista

de la distribución de los campos eléctricos y magnéticos en triadas compactas (en el caso de un sistema trifásico habitual).

La determinación del retorcimiento y de los diámetros de los anillos de guiado 31, 32 se explica a continuación en referencia a la fig. 5. En fig. 5a está representada la sección de cables que forma el bucle 20 en el estado no retorcido, es decir, la góndola 11 se sitúa en su posición normal de 0° referido a la torre 10. La sección de cables que forma el bucle tiene una longitud a de 7 m. Los cables individuales 21, 22 están representados de forma esquemática por líneas longitudinales en la sección de cables; en el estado no retorcido discurren en paralelo al eje. En la fig. 5b está representada la misma sección de cables en estado retorcido, y para un retorcimiento máximo permitido de 1080° conforme a tres rotaciones completas hacia un lado cualquiera. Los cables 21, 22 individuales se sitúan ahora con un ángulo γ debido al retorcimiento (la representación en la fig. 5b es esquemática; la posición idealizada se corresponde a una "banda rocada" alargada en un tornillo, representando cada cable 21, 22 un filete de la rosca. Debido a este retorcimiento se acorta la sección de cables en la cantidad Δ , de modo que su longitud efectiva sólo es de b , siendo $b = a - \Delta$. La relación entre los recorridos y los ángulos está representada en la fig. 5c. Debido a la posición angular se aumenta la necesidad de espacio lateral de los cables 21, 22 individuales, y se aumenta en el valor inverso del $\cos \gamma$. Para evitar un contacto de los cables 21, 22 individuales también en caso de retorcimiento máximo y por consiguiente mantener la completa protección frente al desgaste, los cables 21, 22 individuales deben estar dispuestos con una distancia radial correspondientemente grande en los anillos de guiado. Para ello el siguiente ejemplo numérico:

La longitud a es de 7 m, y el retorcimiento máximo 1080° . El diámetro del anillo de guiado (menor) es de 400 mm (circunferencia 1370 mm) y el diámetro de los cables individuales 36 mm. En el extremo de la sección de cables, el cable 21, 22 individual está desplazado por consiguiente en caso de un retorcimiento máximo en un recorrido radial de 4,1 m. De este modo se acorta (Teorema de Pitágoras) la longitud efectiva de la sección de cables a un valor b de 5,67 m, es decir, la sección de cables se acorta en $\Delta = 1,33$ m. Por consiguiente se produce para el ángulo β , según la ecuación $\sin \beta = a/b$ (véase fig. 5c) un valor de 54° , y para el ángulo $\gamma = 90^\circ - \beta$ un valor de 36° . El diámetro efectivo de los cables individuales en la dirección radial del anillo de guiado se aumenta por consiguiente en el valor inverso de $\cos \gamma$, de lo que se deduce un diámetro efectivo de 44 mm. Si, según se representa en la fig. 4, están dispuestos 22 cables en la superficie lateral exterior, por consiguiente se produce una necesidad de espacio en la circunferencia de 22×44 mm = 978 mm, es decir, la circunferencia real de 1370 mm es suficientemente grande. Por consiguiente se produce un factor de 1,72 entre diámetros adicionados de los cables individuales y circunferencia real. El contacto indeseado de los cables individuales también se puede evitar de forma segura en caso de retorcimiento máximo.

Para la suspensión de los cables 21, 22 individuales en la góndola está previsto un descargador de tracción flexible a fin de garantizar una sujeción segura y una libertad de movimiento suficiente, según se representa en la fig. 6. Comprende una pieza de malla 51 que está entrelazada estrechamente alrededor del cable 21, 22 individual. Mediante la fuerza de fricción el cable 21, 22 está asegurado frente a un escurrimiento. Gracias a la estructura trenzada la malla se aprieta por la tracción ejercida por el cable 21, 22, de modo que se origina un efecto autofijador. Por consiguiente también se garantiza una sujeción segura en caso de cables grandes y pesados. La malla mantiene en este caso su flexibilidad, de modo que presenta una deformabilidad suficiente para sujetar el cable también bajo el efecto del retorcimiento. Para la fijación está previsto un guardacabos 52 en el extremo superior que está fijado en la góndola 11 mediante un tornillo, gancho o elemento de fijación similar.

En la fig. 8 está representada una vista general para el guiado de bucle 3 y el dispositivo de compensación de longitud 4 en la torre 10. Adicionalmente están representadas algunas opciones. Así entre el anillo de guiado 31 superior y el anillo de guiado 32 inferior están representados varios anillos intermedios 37. Están dispuestos sueltos como el anillo de guiado 31 superior. Mientras que el anillo de guiado 31 superior gira en general con la góndola 11, los anillos intermedios 37 sólo giran parcialmente con ella, disminuyendo el grado de giro de arriba hacia abajo. Los anillos intermedios 37 se ocupan de que permanezca el posicionamiento de los cables 21, 22 unos respecto a otros también en caso de bucles mayores.

Además, está representado un contrapeso 44 para el dispositivo de compensación de longitud 4. Su masa está dimensionada de manera que, teniendo en cuenta el efecto palanca, se compense la fuerza de la gravedad del cable al menos a la mitad. El dispositivo de compensación de longitud 4 se puede operar por consiguientemente ampliamente libre de influencias negativas por el peso de los cables 21, 22. Alternativamente puede estar prevista una compensación activa (representada a trazos). Comprende un dispositivo de control 45 que determina la longitud de cable b acortada efectiva a partir de una señal que procede del control de funcionamiento 17 a través del ángulo de retorcimiento, y ajusta correspondientemente el balancín 41 a través de un actuador 46 para compensar el acortamiento Δ .

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Instalación de energía eólica con una torre (10) y una góndola (11) que está dispuesta sobre la torre (10) de forma pivotable en la dirección acimutal, una multiplicidad de cables (21, 22) que se guían de forma retorcible por un bucle (20) de la torre (10) a la góndola (11), en la que los cables (21, 22) se mantienen espaciados unos de otros en el bucle (20) mediante soportes fijos en rotación y sueltos, y los soportes presentan respectivamente receptáculos (34) para la fijación de los cables (21, 22) con una distancia circunferencial predeterminada,
- caracterizada porque**
- 10 los soportes comprenden un anillo de guiado (32) inferior fijo en rotación y un anillo de guiado (31) superior suelto alineado, y un guiado de bucle (3) está formada de manera que el bucle está subdividido mediante el anillo de guiado (32) inferior fijo en rotación en una zona curvada no retorcida y una zona de retorcimiento estirada.
- 2.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** está previsto un dispositivo de compensación de longitud (4) que mueve el anillo de guiado (32) inferior con respecto al anillo de guiado (31) inferior según el ángulo de retorcimiento.
- 15 3.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el dispositivo de compensación de longitud (4) coopera con un desvío (35) que forma un contrabucle (30) y compensa la fuerza de la gravedad del ramal (23) suspendido de los cables.
- 4.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizada porque** el dispositivo de compensación de longitud (4) presenta un contrapeso (44) que está configurado para la compensación de una fuerza de la gravedad del ramal (23) suspendido.
- 20 5.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** un dispositivo de control (45) determina una solicitud de los cables (21, 22) provocada por el retorcimiento y acciona un actuador (46) así para acortar el bucle (20).
- 6.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** está previsto un rodamiento (43) bilateral para el anillo de guiado (32) que permite preferentemente una inclinación alrededor de un eje horizontal.
- 25 7.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** está previsto al menos un anillo de guiado (37) central adicional que preferiblemente está sueldo.
- 8.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los receptáculos (34) para los cables están dispuestos preferentemente de forma equidistante en una superficie lateral de los anillos de guiado (31, 32).
- 30 9.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 8, **caracterizada porque** los receptáculos (34) están dispuestos a ambos lados en una superficie lateral interior y exterior.
- 10.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el anillo de guiado (31) suelto presenta un diámetro menor que el anillo de guiado (32) fijo.
- 35 11.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el anillo de guiado (31, 32) presenta una circunferencia que es mayor en el factor 1,4 a 2,8 y preferentemente 1,7 a 2,2 que el grosor adicionado de los cables (21, 22).
- 12.- Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** está previsto un descargador de tracción (5) flexible en la góndola (11) para los cables (21, 22) suspendidos en la torre (10).
- 40 13.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 12, **caracterizada porque** el descargador de tracción (5) es una pieza de malla (51) que envuelve el cable y que presenta un dispositivo de suspensión (52) en su extremo superior.

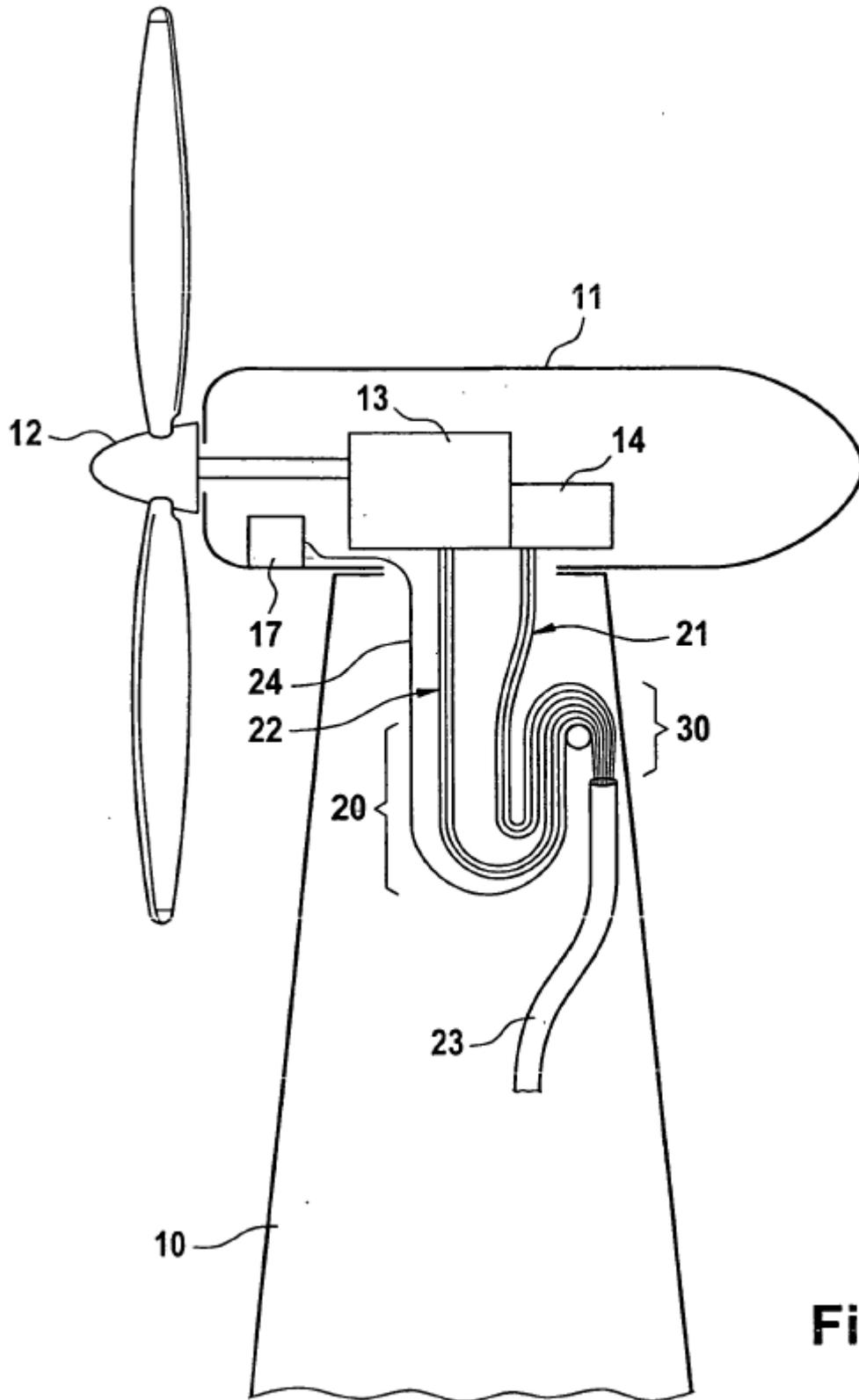


Fig. 1

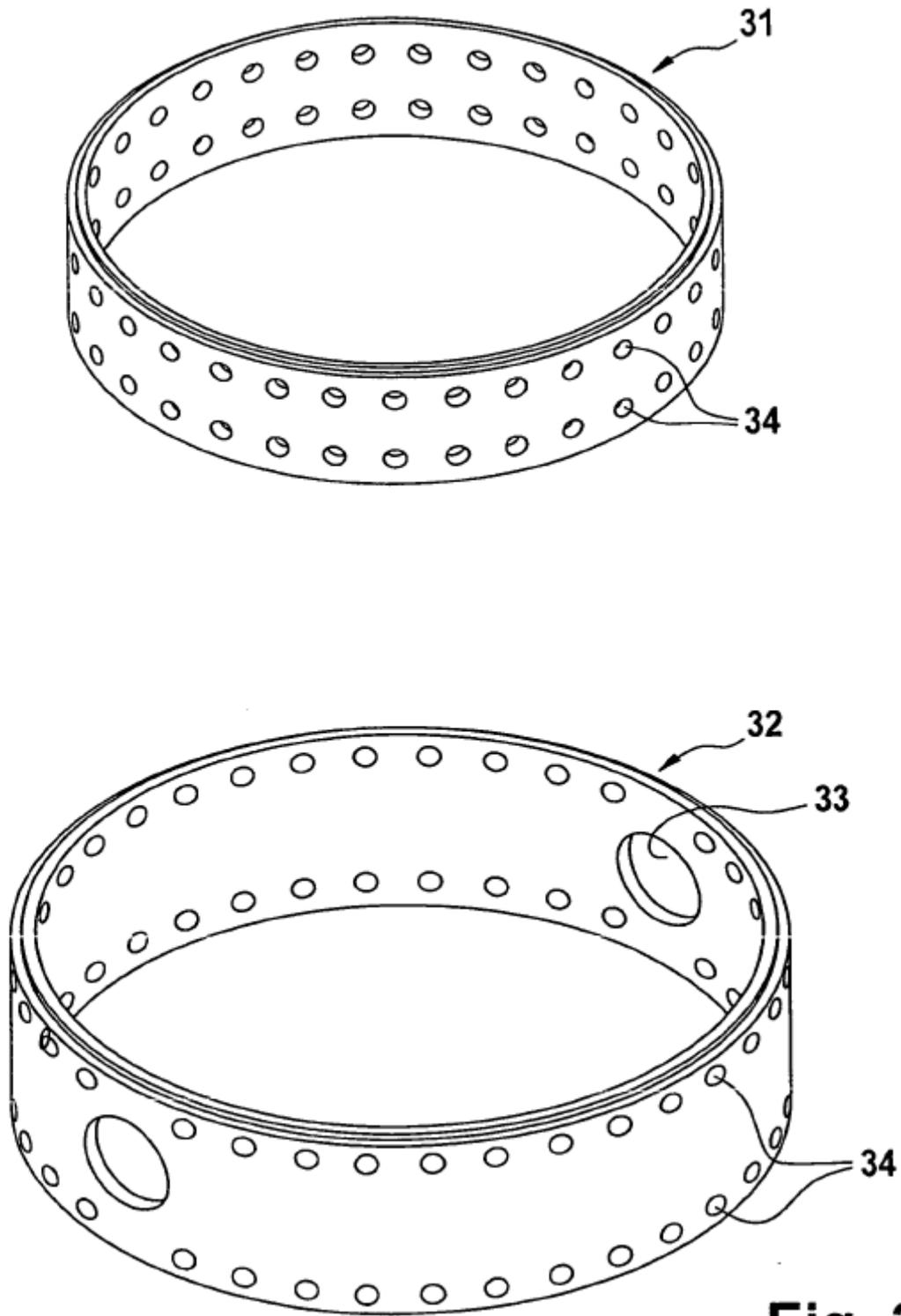


Fig. 2

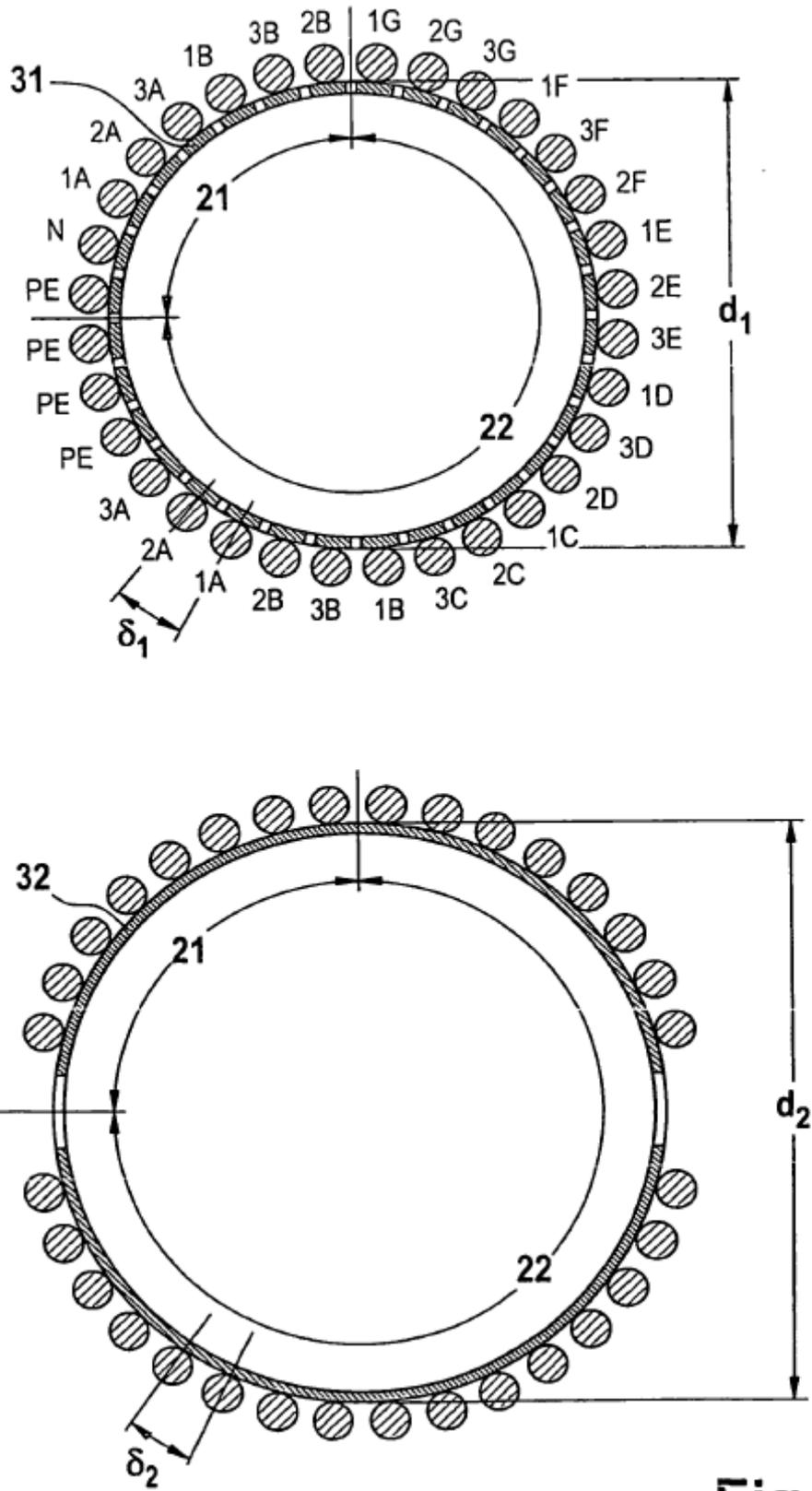


Fig. 3

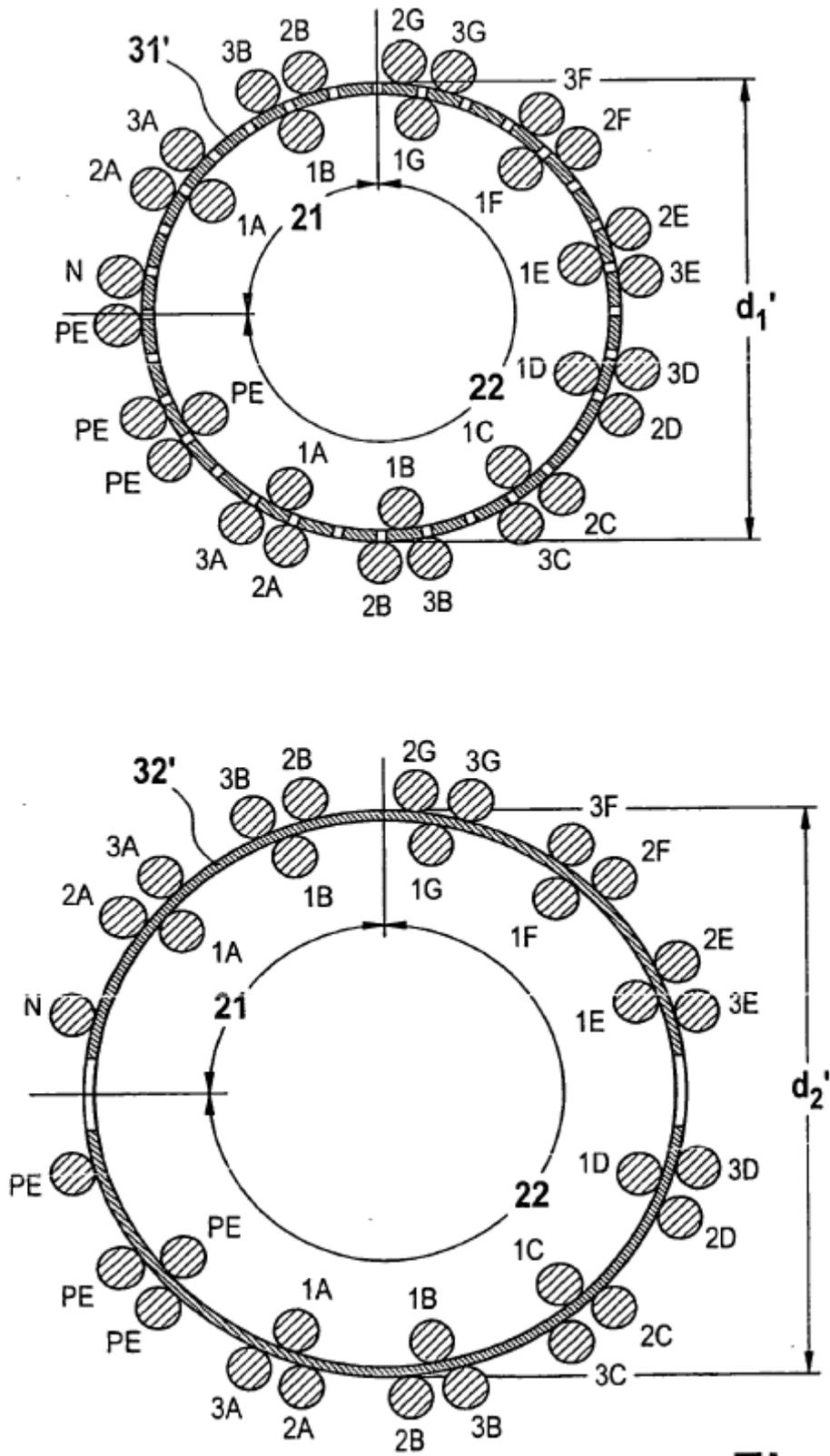


Fig. 4

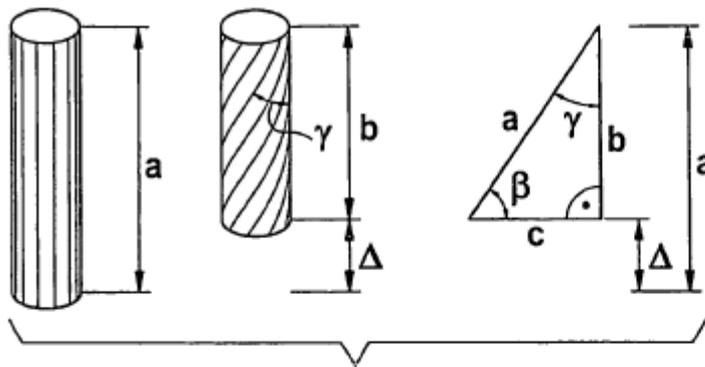


Fig. 5

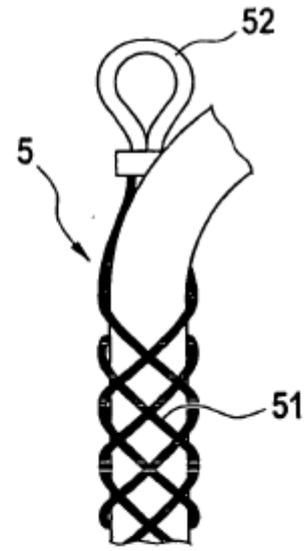


Fig. 6

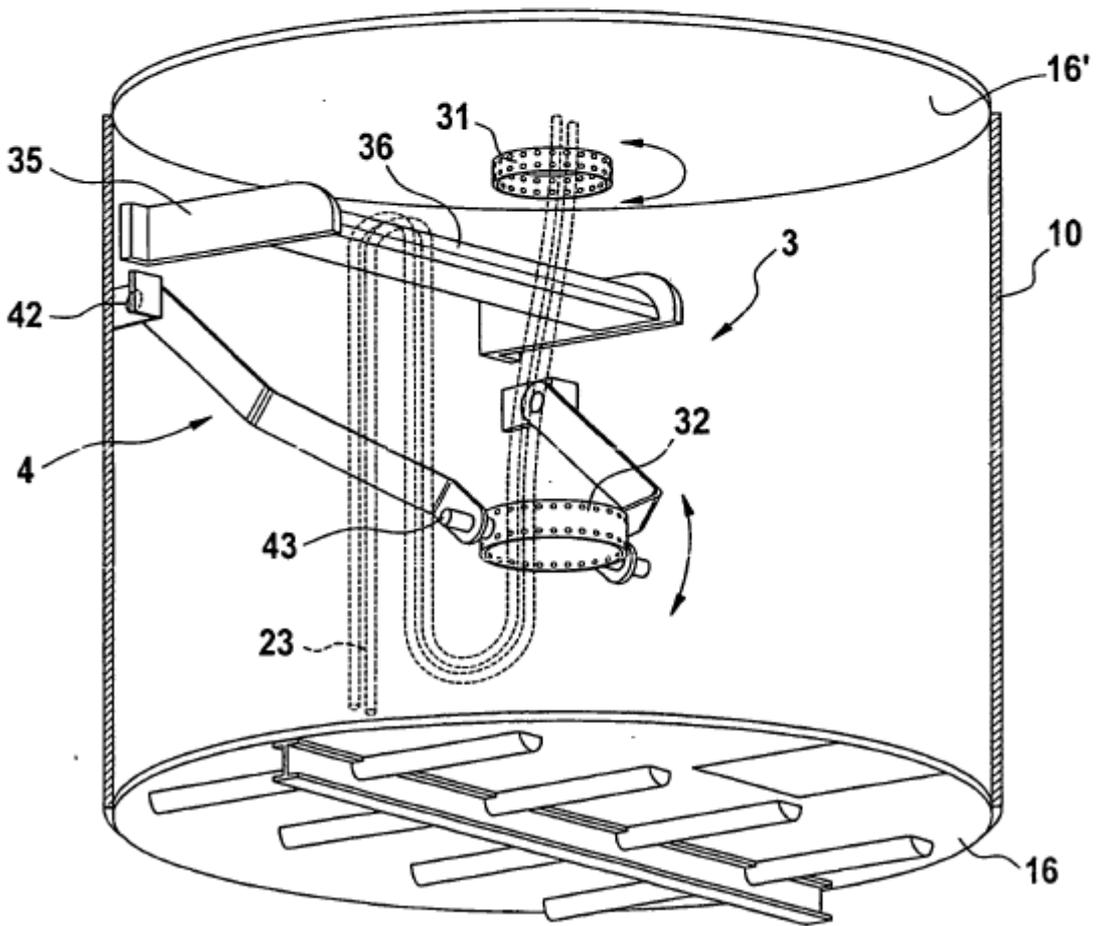


Fig. 7

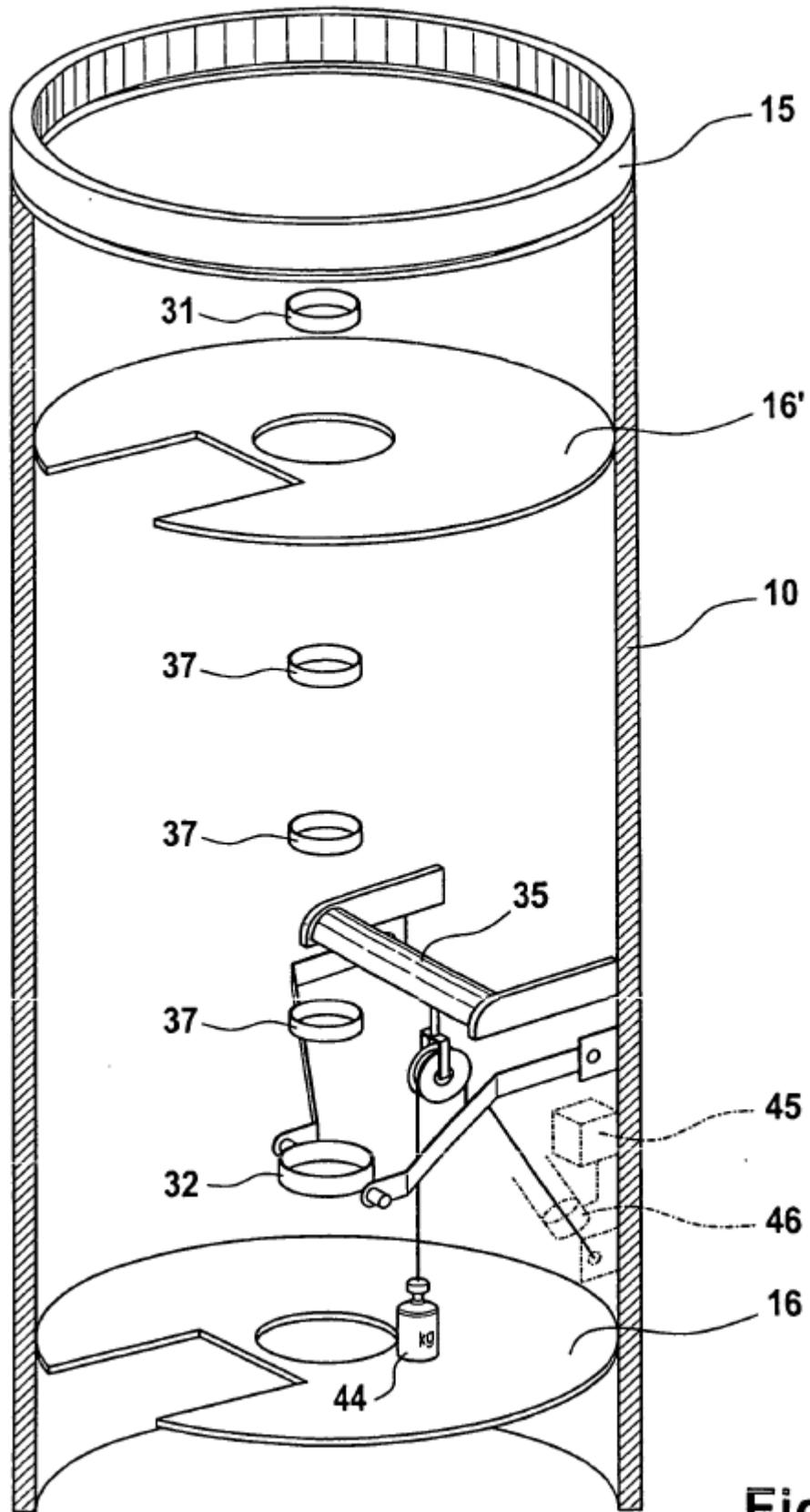


Fig. 8