(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 638 240**

(51) Int. CI.:

F03D 80/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2003 PCT/DK2003/000799**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2005 WO05050008**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2003 E 03773586 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 1692395**

(54) Título: **Sistema de protección contra rayos para una turbina eólica, método y uso del mismo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.10.2017

(73) Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
SMED S&OSLASH;RENSENS VEJ 5
6950 RINGK&OSLASH;BING, DK

(72) Inventor/es:

MOLBECH, ALLAN, LAURSEN

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

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

Sistema de protección contra rayos para una turbina eólica, método y uso del mismo

Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un sistema de protección contra rayos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, método y uso del mismo.

Descripción de la técnica relacionada

Típicamente las turbinas eólicas se montan en áreas con las mejores condiciones de viento, tales como áreas rurales que comprenden solo unos pocos obstáculos altos, por ejemplo árboles o edificios. Sin embargo, las turbinas eólicas se montan con torres y palas de rotor cada vez más altas para hacer el uso más eficiente del viento y, al ser las turbinas eólicas los objetos más altos en un área, la protección de las turbinas eólicas contra caídas de rayos es por tanto una necesidad.

Un sistema de protección contra rayos ampliamente conocido para una turbina eólica implica un receptor de pararrayos en la punta de cada pala de rotor para capturar la caída del rayo. El rayo es descargado a un potencial de tierra a través de un conductor de bajada en el interior de la pala y conductores de bajada en la góndola y la torre. Para transferir el rayo desde el conductor de bajada de la pala giratoria al conductor de bajada de la góndola fija, la corriente del rayo se conduce a través del árbol de la pala de rotor a la góndola. La góndola comprende medios, por ejemplo anillos de rozamiento, que se conectan al árbol y por tanto permite retirar la corriente del árbol y transferirla al conductor de bajada de la góndola.

Un problema con el sistema anteriormente mencionado es el hecho de que la corriente del rayo en su paso desde la pala de rotor a la góndola fluye a través de diferentes componentes de la turbina eólica, tales como los medios de cambio de paso de las palas así como los medios de engranaje. La significativa energía en el rayo puede provocar grandes daños a los componentes, por ejemplo mediante formaciones de arco, y reducir así la vida útil de los componentes.

Adicionalmente, los medios conectados al árbol han demostrado ser bastante ineficientes a la hora de retirar la corriente del rayo del árbol. Esto significa que grandes cantidades de la corriente del rayo hallan rutas alternativas y frecuentemente no deseadas y destructivas hacia el potencial de tierra.

Se han sugerido sistemas contra rayos con diferentes formas de transferir la corriente del rayo desde los medios giratorios a los medios fijos de las turbinas eólicas.

Un ejemplo se divulga en la solicitud de patente EP n.º 1 154 537 en la que la transferencia de la corriente del rayo entre el sistema de protección contra rayos de una pala giratoria y la góndola se obtiene mediante un contacto deslizante. La parte fija del contacto se conecta a la góndola y tiene medios acoplados a resortes para establecer un contacto deslizante con un anillo de acero conectado a las palas de rotor. En una realización de la invención, el anillo de acero y el sistema de protección contra rayos de cada pala de rotor se conectan a placas de contacto opuestas. De este modo es posible cambiar el paso de una pala de rotor y seguir manteniendo la protección contra rayos de la pala.

Un problema con el sistema de protección contra rayos de la solicitud de patente EP es el hecho de que las superficies de los contactos se desgastan rápidamente y pierden el contacto dado que solo contienen pocas oportunidades de adaptarse a cambios. La corriente del rayo se transfiere posteriormente como mucho como arcos eléctricos entre las superficies del contacto y por tanto deteriorando y destruyendo eventualmente los contactos.

Un problema adicional es la construcción mecánica compleja y delicada del sistema de protección contra rayos que implica diversas secciones separadas conectadas por cables. Esto hace al sistema menos utilizable en conexión con turbinas eólicas debido al alto riesgo de fallos mecánicos en el sistema.

Uno de los objetos de la invención es establecer un sistema de protección contra rayos para turbinas eólicas sin la desventaja anteriormente mencionada. Un objeto de la invención es, en especial, crear un sistema que sea de construcción sencilla así como de funcionamiento fiable.

Adicionalmente, es un objeto de la invención establecer un sistema de protección contra rayos para turbinas eólicas que sea fácil de integrar e instalar como una parte de una turbina eólica.

La invención

La invención se refiere a una turbina eólica y a medios de conexión de pararrayos, comprendiendo los medios

al menos dos medios de contacto adaptados para la conexión de dichos medios de protección contra rayos giratorios y fijos,

al menos un conductor eléctrico que establece una conexión dedicada entre dichos al menos dos medios de contacto, y

medios de transferencia de fuerza para dichos al menos dos medios de contacto que establecen una conexión continua entre dichos al menos dos medios de contacto y las superficies de contacto de dichos medios de protección contra rayos fijos y giratorios.

De este modo se consigue una conexión entre los medios de protección contra rayos giratorios y fijos que es sencilla en su construcción mecánica y por tanto de funcionamiento fiable. En especial, no usar ningún cable para establecer las conexiones entre los medios de conexión de pararrayos y los medios de protección contra rayos giratorios y fijos, respectivamente, resulta ventajoso a la hora de establecer un sistema fiable.

Los medios de transferencia de fuerza aseguran una adaptación continua de los medios de contacto a posiciones cambiantes de la superficie de contacto.

Es más, se consigue una conexión entre los medios de protección contra rayos giratorios y fijos que es fácil de integrar e instalar como una parte de la turbina eólica.

En un aspecto de la invención, se monta una pieza de soporte de base de dichos medios de conexión de pararrayos sobre los medios giratorios. De este modo se consigue una construcción más sencilla debido al hecho de que la superficie de contacto circular necesaria puede ser más fácil de establecer sobre los medios fijos de la turbina eólica que sobre los medios giratorios.

En otro aspecto de la invención, dicha pieza de soporte de base de dichos medios de conexión de pararrayos se monta en la brida de dicha pala de turbina eólica. De este modo se asegura que los medios de conexión de pararrayos se montan firmemente en una posición ventajosa entre la pala y la góndola.

En un aspecto adicional de la invención, dicha pieza de soporte de base se monta en la brida de dicha pala de turbina eólica mediante el uso de los pernos de montaje de la pala. Mediante el uso de una estructura existente y necesaria en la turbina eólica se reduce el coste y la complejidad de la conexión de pararrayos.

El uso de los pernos de la pala también permite la modernización de los medios de conexión de pararrayos en turbinas eólicas existentes sin requerir disposiciones adicionales en la turbina eólica aparte del establecimiento de las superficies de contacto.

En un aspecto adicional más de la invención, cada uno de los medios de conexión de pararrayos se conecta a una pala de turbina eólica. Mediante el suministro a cada pala de turbina eólica de unos medios de conexión de pararrayos, se asegura que todas las palas estén conectadas en todo momento a un potencial de tierra. Especialmente, dado que una caída de un rayo puede incidir en una pala en cualquier posición y no solo en las posiciones en las que la pala está apuntando hacia arriba.

En un aspecto de la invención, el número de dichos medios de conexión de pararrayos es de dos en una turbina eólica de dos palas y de tres en una turbina eólica de tres palas. De este modo se consigue una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos fijos se conecta a un potencial de tierra.

En un aspecto de la invención, la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos fijos es un anillo de placa metálica circular coherente en la parte frontal de la góndola. Mediante el uso de un anillo metálico coherente, se asegura que todas las palas de la turbina eólica están siempre conectadas al potencial de tierra. Las palas se conectan al potencial de tierra independientemente de que las palas estén girando o no.

Sin embargo, debe remarcarse que el anillo metálico puede ser de una pieza en lugar de construirse por secciones en un anillo coherente. Adicionalmente, el anillo de placa metálica puede ser una sección de un círculo completo en el que el contacto del potencial de tierra solo está presente en la parte de sección.

En un aspecto de la invención, el anillo de placa metálica circular coherente se sitúa sobre el lado frontal de los medios de drenaje de la góndola. Mediante el uso de los medios de drenaje se asegura una posición ventajosa de la superficie de contacto sin interferir significativamente con las partes existentes de la turbina eólica. Dado que los medios de drenaje se fabrican usualmente de metal, el anillo de placa metálica puede montarse firmemente de manera sencilla y puede establecerse fácilmente la conexión con el conductor de bajada.

En un aspecto de la invención, la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos giratorios se conecta a los medios receptores de pararrayos a través de medios conductores de bajada de pararrayos. De este modo se consigue una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos giratorios comprende un anillo metálico situado alrededor de una pala de turbina eólica por encima del mecanismo de cambio de paso. De este modo se asegura que la pala de turbina eólica pueda cambiar de paso libremente sin que los medios de conexión de pararrayos pierdan contacto con la superficie de contacto. Adicionalmente, el aseguramiento del anillo metálico a la pala se mejora al rodear la pala.

La invención se refiere a medios de protección contra rayos para una turbina eólica que comprenden

al menos dos medios de contacto adaptados para la conexión de medios de protección contra rayos giratorios y fijos de dicha turbina eólica,

al menos un conductor eléctrico que establece una conexión dedicada entre dichos al menos dos medios de contacto, y

medios de transferencia de fuerza para dichos al menos dos medios de contacto.

De este modo se consigue una conexión entre los medios de protección contra rayos giratorios y fijos que es fácil de integrar e instalar como parte de una turbina eólica.
En un aspecto de la invención, dichos al menos dos medios de contacto forman áreas de contacto orientadas hacia las superficies de contacto de dichos medios de protección contra rayos giratorios y fijos.
En un aspecto de la invención, unos medios de contacto comprenden al menos una barra rodeada por una pastilla, en el que la superficie de la al menos una barra y la pastilla forman mutuamente el área de contacto. Mediante la combinación de al menos una barra con una pastilla circundante, es posible conseguir las características de ambas, por ejemplo, las características de los diferentes materiales de la barra y la pastilla. Adicionalmente, la pastilla establece el deslizamiento de la barra sobre la superficie de contacto asegurando que la barra sea sustancialmente perpendicular a la superficie de contacto.

En un aspecto de la invención, dicha al menos una barra se fabrica en un material con una alta conductividad eléctrica tal como cobre, aluminio, una aleación de los mismos, un grafito metálico, electrografito, o materiales similares. De este modo se asegura un excelente contacto entre los medios de contacto
electrografito, o materiales similares. De este modo se asegura un excelente contacto entre los medios de contacto
y el conductor, dado que los materiales mencionados son duraderos y tienen una alta conductividad eléctrica.

En un aspecto de la invención, dicha pastilla está fabricada de un material con una superficie de baja fricción, tal como un material polimérico, por ejemplo, teflón o nailon. De este modo se consigue que los medios de contacto puedan deslizarse fácilmente sobre la superficie de contacto asegurando una vida más larga y más fiable de los medios de contacto.

En un aspecto de la invención, un medio de contacto comprende al menos una rueda y al menos unos medios de contacto circulares sobre un árbol común. De este modo se establece un contacto giratorio respecto a la superficie de contacto asegurando que el rayo no se dirige continuamente desde la misma posición sobre el medio de contacto circular. Se reduce así el riesgo de que se inflija un daño significativo al medio de contacto circular.

En un aspecto de la invención, dicha al menos una rueda se fabrica en un material flexible, tal como caucho, con un diámetro preferentemente ligeramente mayor que dichos al menos unos medios de contacto circulares. De este modo se asegura que la rueda establezca contacto con la superficie de contacto pero dentro de una distancia límite entre la superficie y el medio de contacto circular. La distancia límite asegura que la corriente eléctrica del rayo siga la ruta preferida entre el medio de contacto circular y la superficie de contacto.

En un aspecto de la invención, dichos medios de contacto comprenden una rueda rodeada por unos medios de contacto circulares a cada lado. De este modo, se establece un contacto estable y seguro con la superficie de contacto.

En un aspecto de la invención, dichos medios de contacto comprenden un área de contacto que incluye al menos un rebaje y medios giratorios, tales como varias bolas de rodamiento. De este modo se establece un contacto continuo y estable respecto a la superficie de contacto dado que el rebaje y las bolas de rodamiento pueden situarse de cualquier forma que haya demostrado ser práctica.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza son al menos un tirante flexible entre dichos medios de contacto y una placa de soporte base. Mediante el uso de un tirante flexible, que suministra una fuerza constante a los medios de contacto, es posible forzar continuamente los medios de contacto contra la

superficie de contacto.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza pueden doblarse en una dirección con respecto a una posición estable. Al poderse doblar en una dirección, se asegura que cada uno de los medios de contacto estén continuamente adaptados a la posición de la superficie de contacto. Adicionalmente, al no poderse doblar los medios de transferencia de fuerza en otras direcciones se asegura que los medios de contacto no se deslicen fuera de la superficie de contacto, por ejemplo, que no se deslicen lateralmente.

En un aspecto de la invención, los medios de contacto son móviles en al menos una dirección mediante el doblado de dichos medios de transferencia de fuerza y dicha pieza de soporte de base que define una posición fija para dichos medios de transferencia de fuerza. Se mejora la fiabilidad mediante la definición de solamente una posición fija para los medios de transferencia de fuerza en lugar de varias posiciones diferentes en las que uno de los medios de transferencia de fuerza (de los medios de conexión de pararrayos en cuestión) podrían resultar dañados.

En un aspecto de la invención, al menos una sección de dichos medios de transferencia de fuerza comprende una forma circular o establecen una forma circular cuando se exponen a una fuerza, por ejemplo, en los medios de contacto. De este modo, es posible usar la tensión del material de los medios de transferencia de fuerza a la hora de establecer la fuerza necesaria.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza se fabrican en un material flexible.

En otro aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza se fabrican en un material eléctricamente aislante tal como un material compuesto, por ejemplo fibra de vidrio.

El uso de material flexible, tal como un material de fibra de vidrio, asegura una alta flexibilidad junto con una alta durabilidad. El uso de un material eléctricamente aislante o no conductor asegura que la corriente del rayo no use los medios de transferencia de fuerza como una trayectoria alternativa hacia un potencial de tierra.

En un aspecto adicional de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza son una o más tablas con una longitud de entre 200 y 500 milímetros, tal como 300 milímetros, un ancho de entre 50 y 300 milímetros, tal como 80 milímetros, y un grosor de entre 3 y 10 milímetros, tal como 5 milímetros. El movimiento preferido de los medios de transferencia de fuerza puede conseguirse con la forma de tabla. Adicionalmente, con los datos mencionados puede conseguirse una flexibilidad más alta en una dirección y menor en otras direcciones.

En un aspecto de la invención, dicha placa de soporte de base comprende al menos una primera y una segunda abrazaderas para el mantenimiento de al menos un primer y un segundo medios de transferencia de fuerza, en el que dichas abrazaderas dirigen dichos medios de transferencia de fuerza en al menos dos direcciones.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza comprenden al menos una válvula llena de gas.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza comprenden al menos unos medios accionados por resorte.

El uso de una válvula llena de gas o de medios accionados por resorte permite ajustar (en mayor medida) los medios de conexión de pararrayos después del montaje, por ejemplo ajustando la fuerza que se transfiere a los medios de contacto.

En un aspecto de la invención, al menos una válvula llena de gas o dicho al menos un medio accionado por resorte comprenden medios de pistón que incluyen medios de contacto. De este modo, se establece una transferencia más lineal de la fuerza a los medios de contacto.

En un aspecto de la invención, dichos medios de transferencia de fuerza forman mutuamente un ángulo de al menos 40 grados en las abrazaderas, tal como entre 60 y 120 grados y preferentemente alrededor de 80 grados. De este modo se consigue una realización ventajosa de la invención, especialmente dado que las fuerzas transferidas a los medios de contacto son tales que el contacto con la superficie de contacto es continuo.

En un aspecto de la invención, dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza se sujetan próximos entre sí en la pieza de soporte de base y se mueven en direcciones sustancialmente paralelas. De este modo se asegura que la distancia entre los medios de contacto sea lo más corta posible sin que los medios de contacto estén en peligro de tocarse entre sí.

En un aspecto de la invención, dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza se extienden en una dirección paralela desde la pieza de soporte de base.

En un aspecto de la invención, dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza se extienden en

ángulo uno con respecto a otro desde la pieza de soporte de base, por ejemplo entre nil y 90 grados. Se asegura una distancia más larga entre los medios de contacto mediante la disposición en ángulo mutua de los medios de transferencia de fuerza. De este modo se consigue un alto grado de seguridad contra chispas o arcos eléctricos entre los medios de contacto.

Figuras

La invención se describirá a continuación con referencia a las figuras, en las que

la fig. 1	ilustra una turbina eólica grande moderna,
las figs. 2a y 2b	ilustran una pala de turbina eólica con un sistema de protección contra rayos ampliamente conocido,
las figs. 3a y 3b	ilustran un sistema de protección contra rayos que incluye medios de conexión de pararrayos de acuerdo con la invención,
la fig. 4	ilustra una realización preferida de los medios de conexión de pararrayos de acuerdo con la invención,
la fig. 5	ilustra la superficie de contacto de los medios fijos de la turbina eólica,
la fig. 6	ilustra la superficie de contacto de los medios giratorios de la turbina eólica,
las figs. 7a a 7c	ilustran diferentes partes de los medios de conexión de pararrayos de acuerdo con la invención,
la fig. 8	ilustra una realización preferida de unos medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos,
la fig. 9	ilustra la conexión dedicada entre los medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos,
la fig. 10	ilustra esquemáticamente la funcionalidad de los medios de conexión de pararrayos,
las figs. 11 a 13	ilustran esquemáticamente realizaciones adicionales de los medios de conexión de pararrayos,
las figs. 14 y 15	ilustran esquemáticamente otras realizaciones adicionales de los medios de conexión de pararrayos,
las figs. 16 y 17	ilustran esquemáticamente realizaciones adicionales de los medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos,
la fig. 18	ilustra una realización de los medios de conexión de pararrayos incluyendo los medios de contacto de las figs. 16 y 17, y
las figs. 19a y 19b	ilustran realizaciones adicionales de los medios de transferencia de fuerza en los medios de conexión de pararrayos.

Descripción detallada

La fig. 1 ilustra una turbina eólica 1 moderna con una torre 2 y una góndola 3 de turbina eólica situada encima de la torre. El rotor 5 de turbina eólica, que comprende tres palas de turbina eólica, se conecta a la góndola a través del árbol principal que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola.

Como se ilustra en la figura, el viento más allá de un cierto nivel activará el rotor debido al empuje inducido sobre las palas y le permitirá girar en una dirección perpendicular al viento. El movimiento de giro se convierte en energía eléctrica, que se suministra a la red eléctrica.

Las figs. 2a y 2b ilustran una pala de turbina eólica normal con un sistema de protección contra rayos ampliamente conocido. La fig. 2a ilustra una vista frontal de la pala de turbina eólica y la fig. 2b una vista lateral de la pala.

La fig. 2a ilustra cómo la punta 6 de la pala 5 de turbina eólica con un receptor metálico 8 intercepta la caída del rayo 7. El receptor se conecta al conductor de bajada de pararrayos 9 en el interior de la pala 5 de la turbina eólica. El conductor 9 discurre a través de la pala en la dirección longitudinal y termina en el buje 4 de la turbina eólica. El receptor de pararrayos y el conductor de bajada de pararrayos de la pala de turbina eólica son componentes en la

parte giratoria del sistema de protección contra rayos en la turbina eólica.

La fig. 2b ilustra esquemáticamente cómo se transfiere la corriente del rayo desde el conductor de bajada de pararrayos al resto del sistema de protección contra rayos. Desde el conductor de bajada 9 la corriente del rayo se transfiere al árbol principal 10 a través del mecanismo de cambio de paso 13 o cualquier otro mecanismo entre la pala y el árbol. En la góndola 3 hay contactos deslizantes en contacto con el árbol para retirar la corriente del árbol antes de que entre en los medios de engranaje. Los anillos de rozamiento se conectan a la parte fija del sistema de protección contra rayos en la turbina eólica. La parte fija incluye conductores de bajada de pararrayos de la góndola y de la torre de la turbina eólica, en la que los conductores se conectan mutuamente y se conectan asimismo a un potencial de tierra 11.

Las figs. 3a y 3b ilustran un sistema de protección contra rayos que incluye medios de conexión de pararrayos de acuerdo con la invención. Los medios de conexión de pararrayos conectan la parte giratoria y fija del sistema de protección contra rayos y, en especial, cuando el rotor de la turbina eólica está girando.

La fig. 3a ilustra la posición de los medios de conexión de pararrayos 15 con respecto a la parte giratoria y fija del sistema de protección contra rayos. Los medios de conexión de pararrayos se montan en una sección de la brida 21 de la pala de turbina eólica. La brida está orientada hacia la correspondiente brida del buje de la turbina eólica y ambas se conectan entre sí con varios pernos. Los pernos de la sección que cubren los medios de conexión de pararrayos 15 también pasan a través de los medios de conexión de pararrayos 15 y por tanto los conectan a las bridas. Dado que el buje de la turbina eólica se conecta al árbol principal, la pala y el árbol principal se conectan a través del buje.

Los medios de conexión de pararrayos se expanden desde la posición de montaje en la barra de la pala de turbina eólica hasta el espacio entre la pala de turbina eólica y la parte frontal de la góndola. Al estar los medios de conexión de pararrayos montados en la pala de turbina eólica, los medios de conexión de pararrayos realizarán el mismo movimiento giratorio que la pala, es decir un movimiento circular con el árbol como centro.

En la presente realización, la góndola 3 se ilustra con medios de drenaje de agua 16 que son un drenaje de agua circular y con forma de U situado alrededor de la abertura del árbol principal de la góndola. El drenaje ayuda a drenar agua fuera del árbol principal y de la abertura del árbol principal. Los medios de drenaje realizan un círculo completo alrededor de la abertura del árbol principal para proteger también contra el agua arrojada hacia arriba desde las palas de la turbina eólica giratorias (como se ilustra adicionalmente en la fig. 5).

La pared lateral de los medios de drenaje de agua 16 orientada hacia la pala de turbina eólica comprende una o más placas metálicas. Las placas metálicas crean un anillo de placa metálica circular coherente sobre los medios de drenaje.

El anillo coherente establece una superficie de contacto 17 sobre la parte fija de la turbina eólica con el mismo centro y diámetro de círculo que los medios de drenaje de agua. Adicionalmente, el anillo tiene un ancho similar a la pared lateral de los medios de drenaje de agua, en el que el ancho corresponde al ancho de la superficie de contacto.

El anillo coherente se conecta a la parte fija del sistema de protección contra rayos, por ejemplo el conductor de bajada de pararrayos de la góndola. La conexión puede establecerse como una conexión directa entre el anillo de placa metálica y el conductor de bajada, por ejemplo uno o más conductores que van sobre el exterior o que penetran en los medios de drenaje de agua para conectarse al anillo. En una realización adicional, los medios de drenaje se fabrican en metal con una buena conductividad eléctrica y pueden por ello usarse como una conexión entre el anillo y el conductor de bajada.

En una realización adicional, el anillo coherente es la pared lateral de los medios de drenaje de agua o es un anillo de metal situado directamente sobre la superficie frontal de la góndola, por ejemplo en una situación en la que una turbina eólica no incluya medios de drenaje de agua. El anillo de metal puede situarse también sobre la góndola en el interior del perímetro de los medios de drenaje de agua.

En una realización adicional más, el anillo coherente se sitúa o bien sobre la superficie interior o bien sobre la exterior de los medios de drenaje de agua. Los medios de contacto se mueven consecuentemente para atacar el anillo coherente desde arriba o desde abajo en lugar de horizontalmente.

Debe remarcarse que los medios de drenaje de agua pueden reemplazarse por otro borde o figura similar que sobresalga desde la superficie frontal de la góndola, por ejemplo una figura con la única finalidad de establecer contacto entre las partes fijas y giratorias del sistema de protección contra rayos.

Adicionalmente, se ilustra que la pala de turbina eólica comprende un anillo que rodea la raíz de la pala y que establece una superficie de contacto 18. El anillo se conecta al conductor de bajada de pararrayos 9 en el interior de la pala de turbina eólica, por ejemplo con una o más barras metálicas que van a través de la pala. El anillo se fabrica

preferentemente de un metal con una buena conductividad eléctrica y puede rodear preferentemente por completo la pala de turbina eólica. Sin embargo, es posible también un anillo que no la rodee por completo, por ejemplo que rodee la mitad de la pala.
Es más, el anillo se monta preferentemente sobre la superficie de la turbina eólica después de la fabricación de la pala pero puede integrarse también parcial o totalmente dentro de la superficie de la pala de turbina eólica. La integración puede realizarse después de la fabricación de la pala mediante fresado de una ranura en la superficie o durante la fabricación mediante el establecimiento de la ranura como parte del proceso de fabricación.

El anillo metálico establece una superficie de contacto en la raíz de la turbina eólica por encima del mecanismo de cambio de paso de la pala de turbina eólica y en perpendicular a la dirección longitudinal de la pala.

La fig. 3a ilustra solamente la posición de uno de los medios de conexión de pararrayos y una pala. Sin embargo, se deberá remarcar que en condiciones normales cada pala de turbina eólica de una turbina eólica estará equipada con sus propios medios de conexión de pararrayos 15.

Por ejemplo, una turbina eólica de tres palas comprenderá tres medios de conexión de pararrayos para proteger todas las palas. Cada uno de los medios de conexión de pararrayos conecta una parte de pararrayos giratoria del sistema de protección contra rayos con la parte de pararrayos fija, común.

La fig. 3b ilustra más de cerca la posición de los medios de conexión de pararrayos 15 con respecto a la superficie de contacto 18 sobre la pala de turbina eólica y la superficie de contacto 17 sobre la pared lateral de los medios de drenaje de agua.

La figura ilustra también las diferentes secciones de los medios de conexión de pararrayos 15 que incluyen una pieza de soporte de base 22, dos medios de contacto 19 y tirantes flexibles entre la pieza de soporte de base y los dos medios de contacto. Los tirantes flexibles aseguran que los dos medios de contacto son activamente forzados contra la superficie de contacto 18 sobre la pala de turbina eólica y la superficie de contacto 17 sobre la pared lateral, respectivamente. Los dos medios de contacto 19 y las dos superficies de contacto 17, 18 establecen dos áreas de contacto 20. La primera de las áreas de contacto 20 asegura un contacto constante en la parte giratoria del sistema de protección contra rayos y la otra a la parte fija del sistema de protección contra rayos. Los dos medios de contacto se conectan mediante una conexión eléctrica 30 dedicada y asegurando así que la parte fija y giratoria del sistema de protección contra rayos se acoplen entre sí.

La fig. 4 ilustra una realización preferida de los medios de conexión de pararrayos 15 de acuerdo con la invención. Las diferentes secciones de los medios de conexión de pararrayos se ilustran en detalle incluyendo la pieza de soporte de base 22, los medios de contacto 19a, 19b y los tirantes flexibles 26, 27.

La pieza de soporte de base 22 comprende una placa de soporte 31 montada mediante dos pernos 23 a la brida de la pala de turbina eólica y al buje de la turbina eólica (como se ilustra en las figs. 3a y 3b). La placa de soporte lleva adicionalmente la primera y segunda abrazaderas de conexión 24, 25 en la que la primera en esta realización incluye una sección con desplazamiento lateral.

Las abrazaderas están dirigidas en una dirección ascendente hacia la pala de turbina eólica y la góndola, respectivamente, y por ello forman la pieza de base fija de una forma en V. Las abrazaderas se conectan cada una a un tirante flexible con varios pernos, formando los tirantes el resto (y especialmente la parte flexible) de la forma en V.

El primer y segundo tirante flexible 26, 27 se fabrican preferentemente como tablas de un material compuesto, por ejemplo de fibra de vidrio. Las tablas comprenden una longitud, ancho y grosor que permiten a la tabla doblarse bastante significativamente cuando se expone a una fuerza en un extremo pero sin romperse. Adicionalmente, las características de las tablas son tales que las tablas responderán con una contrapresión significativa en el extremo y volverán a las posiciones originales de reposo cuando se retiren las fuerzas.

En una realización preferida, la tabla comprende una forma cuadrangular con una longitud de entre 200 y 500 milímetros, tal como 300 milímetros, un ancho de entre 50 y 300 milímetros, tal como 80 milímetros y un grosor de entre 3 y 10 milímetros, tal como 5 milímetros. La longitud depende normalmente del tamaño de la turbina eólica. El ancho y el grosor de la tabla se controlan normalmente por la longitud, por ejemplo una tabla más larga implica también una tabla más gruesa para establecer la flexibilidad correcta y necesaria.

Los medios de contacto 19a, 19b se montan en el lado del primer y segundo tirante flexible 26, 27, respectivamente, en el extremo libre de los tirantes. Los medios de contacto se montan en lados opuestos de los tirantes asegurando que los medios de contacto estén orientados en direcciones opuestas. Los medios de contacto se montan de manera pivotante sobre las tablas situando los medios de contacto en abrazaderas con forma de U con pernos en ranuras de ajuste. Mediante el pivotado de los medios de contacto es posible alterar la posición del área de contacto 20a, 20b en la dirección arriba/abajo y así adaptar los medios de contacto 19a, 19b a la superficie de contacto 18 en la pala de turbina eólica o a la superficie de contacto 17 en la pared lateral.

Cada uno de los medios de contacto 19a, 19b comprende también un perno de retención para que la conexión eléctrica 30 dedicada permita establecer y mantener la conexión eléctrica entre los dos medios de contacto. La conexión eléctrica 30 se realiza de un material flexible con una longitud que corresponde a la distancia entre los dos medios de contacto en su posición de reposo. Si los medios de conexión de pararrayos 15 se exponen a fuerzas, los tirantes flexibles se doblarán dando como resultado una conexión eléctrica 30 dedicada más destensada.

La figura 5 ilustra más esquemáticamente las áreas de contacto de los medios de conexión de pararrayos deslizándose sobre el anillo coherente de los medios fijos de la turbina eólica.

La figura ilustra la situación de un rotor de turbina eólica de tres palas en rotación con tres medios de conexión de pararrayos que incluyen medios de contacto 20b. Dado que cada uno de los medios de conexión de pararrayos se monta sobre el buje y el árbol principal 14, girarán con el árbol principal como centro de rotación. Adicionalmente, los medios de contacto se sitúan a una distancia del centro correspondiente al diámetro del anillo. Los medios de contacto realizarán así una rotación circular orientados hacia el anillo coherente mientras son continuamente forzados contra la superficie del anillo coherente.

La fig. 6 ilustra la superficie de contacto de los medios de rotación de la turbina eólica como un anillo metálico (como se ha explicado en relación con la fig. 3a). La superficie de contacto rodea la raíz de la pala por encima del mecanismo de cambio de paso y como resultado rotará con el cambio de paso de la pala.

La figura ilustra la superficie de contacto de una pala de turbina eólica de paso controlado que se conecta con los medios de contacto 20a de unos medios de conexión de pararrayos orientados hacia la pala. Los medios de contacto 20a son continuamente forzados contra la superficie de contacto y se deslizan sobre la superficie cuando se cambia el paso de la pala hacia uno u otro lado.

Los medios de conexión de pararrayos no girarán con respecto a la pala coincidente durante el giro dado que los medios de conexión de pararrayos se montan sobre las bridas del buje junto con las palas.

Las figs. 7a a 7c ilustran diferentes partes de los medios de conexión de pararrayos de acuerdo con la invención.

La fig. 7a ilustra los medios de contacto 19a orientados hacia la superficie de contacto de la pala de turbina eólica.

Los medios de contacto 19a comprenden una conexión con el tirante flexible 26 a través de la abrazadera 37 con forma de U. La abrazadera y el tirante flexible se empernan entre sí con cuatro pernos 36 que penetran en la parte central de la abrazadera y la parte superior del tirante antes de ser rematados con tuercas. Las dos paredes laterales de la abrazadera opuestas rodean parcialmente la unidad de marco 40 y se empernan a la unidad con un perno 39 a través de un orificio en cada lado de la abrazadera. Las paredes laterales de la abrazadera comprenden adicionalmente ranuras 38 sustancialmente horizontales por debajo de los orificios. Se introducen pernos adicionales a través de las ranuras y se atornillan a la unidad de marco. La conexión de la abrazadera permite a los medios de contacto 19a y especialmente al área de contacto 20a moverse de manera pivotante dentro de los límites de las ranuras.

La unidad de marco es también la base para la pastilla deslizante 41 del área de contacto 20b y los medios de retención de la conexión eléctrica 30, incluido el tornillo de retención 28 (como se explicará adicionalmente en relación con la fig. 8).

La abrazadera debería fabricarse de un material duradero, por ejemplo fibra de vidrio como el tirante flexible, o de metal, por ejemplo acero. El material debería estar preparado para solicitaciones significativas tales como elevadas fuerzas mecánicas y temperaturas.

La fig. 7b ilustra los medios de contacto 19b orientados hacia la superficie de contacto del anillo coherente de los medios fijos en la turbina eólica. La construcción de los medios de contacto 19b se corresponde preferentemente con la construcción de los medios de contacto 19a.

La figura ilustra adicionalmente la integración de la barra 43 en el centro de la pastilla 44 en el área de contacto 20b.

La fig. 7c ilustra la pieza de soporte de base 22 con más detalle, incluidas las abrazaderas que forman una base fija para el resto de los medios de conexión de pararrayos.

Las abrazaderas se conectan a los tirantes flexibles respectivos mediante placas cuadrangulares 33, 35 situadas en lados opuestos de cada extremo inferior del tirante o de la sección con desplazamiento 34. El tirante y las placas son penetrados por cuatro orificios para conectarse mediante tornillos y tuercas.

Las abrazaderas 32, 33, 35 y la placa de soporte 31 se fabrican preferentemente de un metal duradero tal como acero. Las abrazaderas pueden soldarse de este modo a la placa de soporte 31 en un ángulo preferido con respecto a la placa de soporte. La sección con desplazamiento de una de las abrazaderas puede fabricarse también de metal,

tal como acero, pero puede asimismo fabricarse de un material flexible tal como fibra de vidrio (lo que hace que forme parte del tirante flexible).
La fig. 8 ilustra los medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos con una realización preferida del área de contacto 20b.

Los medios de contacto comprenden una unidad de marco 42 que funciona como base común para las diferentes características de los medios de contacto. La unidad de marco se conecta al tirante flexible (ilustrado en la fig. 7b) y a la parte frontal de los medios de contacto. La parte frontal incluye la barra de contacto 43 que establece una base para la retención de la conexión eléctrica 30. La retención se establece mediante el atornillado del perno 29 en un orificio en el extremo inferior de la barra de contacto 43. El perno aprieta la conexión eléctrica 30 contra la parte inferior de la barra de contacto 43.

La conexión eléctrica 30 dedicada está en contacto directo con el área de contacto 20b como la barra que se extiende a través de la unidad de marco y la pastilla 44. La superficie de la barra 43 y la pastilla 44 establecen conjuntamente el área de contacto 20b, siendo el área de contacto preferentemente plana con una transición suave entre ambas. La barra forma preferentemente el contacto eléctrico con la superficie de contacto de la parte giratoria o fija del sistema de protección contra rayos y la pastilla 44 asegura un deslizamiento de baja fricción sobre la superficie de contacto. El área de la pastilla será normalmente significativamente mayor que el área de la barra y asegura por ello un deslizamiento de baja fricción común sobre la superficie.

La barra se fabrica preferentemente de un material eléctricamente conductor tal como cobre, aluminio o una aleación metálica a base de uno de los dos, por ejemplo bronce. Ejemplos adicionales de materiales de barra adecuados son grafitos metálicos en los que la aleación tiene un contenido de material del 15-95 % de cobre, aleaciones de cobre o plata. También son utilizables electrografitos como materiales de barra.

La pastilla se fabrica preferentemente de un material de baja fricción tal como nailon, acetal o Vesconite, por ejemplo nailon cargado con vidrio para mejorar la durabilidad y las propiedades mecánicas.

La superficie de contacto de los medios fijos y giratorios se fabrica preferentemente de acero inoxidable, tal como una banda de acero inoxidable alrededor de la raíz de la pala de turbina eólica o del anillo coherente en secciones de acero inoxidable.

La fig. 9 ilustra la conexión dedicada entre los medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos.

La conexión dedicada establece contacto entre los dos medios de contacto 19a, 19b y en especial entre las áreas de contacto 20a, 20b orientadas hacia las superficies de contacto de los medios de protección contra rayos fijos y giratorios de la turbina eólica. La conexión dedicada debe ser de un material flexible dado que los medios de contacto se adaptan continuamente a la posición de la superficie de contacto. La flexibilidad de la conexión se ilustra en la figura mediante una primera situación en la que los medios de contacto están bastante alejados y la conexión (línea continua) está bastante estirada. En la segunda situación los medios de contacto son forzados a aproximarse y la conexión (línea de puntos) está destensada.

La conexión se fabrica preferentemente como un conductor metálico flexible, por ejemplo una cuerda o cable de cobre o aluminio trenzado tal como un cable de cobre recubierto de estaño, de diámetros entre 50 y 120 mm^2.

La fig. 10 ilustra esquemáticamente la funcionalidad continua de los medios de conexión de pararrayos.

Los medios de conexión de pararrayos se fuerzan en la primera situación (líneas continuas) contra las superficies de contacto 17, 18 con poca tensión sobre los tirantes flexibles 26, 27 y la conexión se estira. La situación puede considerarse como un ejemplo del límite exterior de las posiciones de la superficie de contacto.

La superficie de contacto 18 se mueve en la segunda situación (líneas de puntos) aproximándose a la otra superficie y los medios de contacto 19a son forzados así a retroceder para continuar el contacto con la superficie. El tirante flexible se dobla debido a la fuerza aplicada sobre los medios de contacto 19a y la posición fija de la pieza de soporte de base 22. Los medios de contacto 19a también realizan un movimiento pivotante (en la abrazadera ajustable) cuando son forzados hacia atrás. Los medios de contacto pueden permanecer en buen contacto eléctrico con la superficie de contacto 18 mediante la realización del ajuste. El ajuste se realiza automáticamente dado que las fuerzas aplicadas a los medios de contacto desde la superficie de contacto o el tirante flexible siempre presionarán los medios de contacto hacia la superficie de contacto. El área superficial mayor de los medios de contacto se forzará así contra la superficie de contacto y preferentemente las dos superficies son paralelas cuando se fuerzan una contra otra.

Las figs. 11 a 13 ilustran esquemáticamente realizaciones adicionales de los medios de conexión de pararrayos.

La fig. 11 ilustra una realización de los medios de conexión de pararrayos 15 que es similar a la realización de la fig. 10. Sin embargo, los medios de transferencia de fuerza 26, 27 de la presente realización se doblan hacia atrás de

una forma más circular en lugar del doblado hacia atrás lineal de la figura previa. La realización ilustra dos medios de transferencia de fuerza 26, 27 con algunas diferencias en longitud y forma. Los dos medios de transferencia de fuerza pueden doblarse de modo diferente (como se ilustra con las líneas de puntos).

La fig. 12 ilustra una realización adicional de los medios de conexión de pararrayos 15 en la que los dos medios de transferencia de fuerza 26, 27 se muestran siendo uno mucho más largo que el otro. El más largo tendrá por ello una naturaleza más flexible con la posibilidad de una distancia recorrida más larga para los medios de contacto (como se ilustra con las líneas de puntos).

La fig. 13 ilustra una realización adicional de los medios de conexión de pararrayos 15 en la que los dos medios de transferencia de fuerza 26, 27 se muestran como secciones lineales que se extienden por separado desde la pieza de base 22. A una cierta distancia de la pieza base, las secciones lineales cambian cada una a secciones circulares que se extienden en direcciones opuestas y que terminan en los medios de contacto 19. Las secciones circulares pueden cambiarse de forma y tamaño así como de diámetro cuando se aplica la fuerza a los medios de contacto (como se ilustra con las líneas de puntos). Adicionalmente, las secciones lineales pueden doblarse hacia adelante o atrás y cambiar así las posiciones de las secciones circulares y los medios de contacto (como también se ilustra con las líneas de puntos).

Las figs. 14 y 15 ilustran esquemáticamente más realizaciones adicionales de los medios de conexión de pararrayos.

La fig. 14 ilustra una realización de los medios de conexión de pararrayos en la que se usan dos medios de pistón 49a, 49b con resortes 50, 51 como medios de transferencia de fuerza. Los resortes se fuerzan contra una pared común y las barras de los dos pistones que mantienen los medios de contacto 19. Las barras se desplazan entre medios de guía 48 que se conectan a la placa de soporte de base 22. Los resortes son preferentemente resortes helicoidales que rodean las barras.

La fig. 15 ilustra una realización adicional de los medios de conexión de pararrayos en la que se sitúan espalda contra espalda dos cilindros llenos de gas. Los cilindros actúan como medios de transferencia de fuerza forzando los pistones con los medios de contacto contra las superficies de contacto 17, 18. Los cilindros llenos de gas son preferentemente un sistema cerrado en el que los pistones 49a, 49b comprimen o expanden el gas por la distancia recorrida. El gas puede ser aire que establece un sistema neumático. Los pistones se desplazan entre medios de guía 48 que se conectan a la placa de soporte de base 22.

Los pistones accionados por resorte y los cilindros llenos de gas de las figs. 14 y 15 pueden considerarse como parte de los medios de transferencia de fuerza flexibles. La conexión flexible normal entre la pieza de base 22 y los medios de contacto 19a, 19b puede así sustituirse, por ejemplo, por tablas que se doblan menos dado que los pistones o cilindros establecen la flexibilidad necesaria.

Las figs. 16 y 17 ilustran esquemáticamente realizaciones adicionales de los medios de contacto de los medios de conexión de pararrayos.

La fig. 16 ilustra una realización de los medios de contacto 56 que implican una rueda 55 rodeada por dos dispositivos de contacto circulares 53a, 53b. La rueda se fabrica preferentemente de un material flexible y de alta fricción tal como caucho –sólido o como un neumático inflado. Los dispositivos de contacto circulares se fabrican en metal con baja resistencia eléctrica y se conectan a otros medios de contacto con la conexión eléctrica 30 dedicada (no ilustrada en la figura). La conexión de la conexión eléctrica 30 puede establecerse directamente a los medios de contacto circulares o través del árbol 54 de los medios de contacto circulares y la rueda.

Los medios de contacto 56 pueden comprender también solamente una rueda y unos medios de contacto circulares o varias ruedas junto con uno o más medios de contacto circulares. Se establece una redundancia mediante el uso de varias ruedas y varios medios de contacto circulares.

La fig. 17 ilustra unos medios de contacto en una realización que implica bolas de rodamiento metálicas en un rebaje de los medios de anillo de contacto 57. El rebaje se ilustra como un rebaje con forma un círculo continuo. El rebaje puede establecerse mediante el uso de dos partes en el establecimiento de los medios de anillo de contacto 57, en el que una parte establece la sección exterior 57a del rebaje y la otra parte la sección interior 57b. El fondo del rebaje puede llenarse con un material flexible, tal como una capa de caucho, para permitir que las bolas de rodamiento se adapten a la presión desde los medios de transferencia de fuerza. Adicionalmente, las bolas de rodamiento pueden integrarse en un anillo de rodamiento que permita girar a las bolas pero no moverse dentro del rebaje.

El rebaje puede sustituirse también por varios rebajes limitados en diferentes posiciones en la superficie de los medios de anillo de contacto 57, por ejemplo rebajes que se sitúan simétricamente para crear un contacto continuo y estable con la superficie de contacto.

Las bolas de rodamiento mejoran el deslizamiento sobre la superficie de contacto y los medios de anillo de contacto

57 establecen preferentemente el contacto eléctrico con la superficie de contacto. Bolas de rodamiento cerámicas, tales como bolas de rodamiento de nitruro de silicio o un material cerámico similar, pueden sustituir a las bolas de rodamiento metálicas convencionales. Las bolas de rodamiento cerámicas son extremadamente resistentes a la corrosión y la abrasión, y no resultan afectadas si se lubrican marginalmente. Esto garantiza un funcionamiento preciso incluso en condiciones de desgaste extremas. Otros ejemplos de material de bolas de rodamiento son óxido de aluminio o circonita.

La fig. 18 ilustra una realización de los medios de conexión de pararrayos que incluye los medios de contacto de las figs. 16 y 17.

La figura ilustra cómo los medios de contacto 59 que implican bolas de rodamiento metálicas en un rebaje se montan directamente en los medios de transferencia de fuerza 26. Adicionalmente, se ilustra cómo los medios de contacto 59 que incluyen las bolas de rodamiento se fuerzan contra la superficie de contacto 18 estableciendo un contacto eléctrico entre la superficie y la conexión eléctrica 30.

La figura ilustra cómo los medios de contacto circulares 56 se montan sobre un fleje que forma una conexión más o menos flexible con el tirante 61 que une los medios de contacto y el fleje a la pieza de base 22. La conexión flexible 60 puede usarse como el único medio de transferencia de fuerza para los medios de contacto circulares 56 en cuyo caso el tirante 61 es sustancialmente una unión no flexible con la pieza de base. Adicionalmente, la conexión flexible 60 y el tirante 61 pueden establecer conjuntamente los medios de transferencia de fuerza en cuyo caso ambos forman parte de la unión flexible con la pieza de base 22. Es más, el fleje puede ser sustancialmente no flexible y el tirante 61 ser el único medio de transferencia de fuerza que asegura que los medios de contacto circulares 56 son forzados contra la superficie de contacto 17.

Los medios de contacto circulares 56 y el fleje 60 se ilustran montados en la dirección de movimiento de los medios de conexión de pararrayos, lo que permite que los medios de contacto circulares 56 sigan la superficie de contacto 17 (tal como se muestra con la flecha).

Deberá remarcarse que puede usarse en los medios de conexión de pararrayos cualquier combinación de tipos de medios de contacto.

Las figs. 19a y 19b ilustran realizaciones adicionales de los medios de transferencia de fuerza en los medios de conexión de pararrayos.

La fig. 19a ilustra los medios de conexión de pararrayos con medios de transferencia de fuerza que están sustancialmente en el mismo plano geométrico. Los medios de contacto o bien se mueven el uno hacia el otro o bien separándose entre sí por los medios de transferencia de fuerza sustancialmente en el mismo plano geométrico y pueden pasarse el uno junto al otro muy próximos.

La pieza de base 22 de los medios de conexión de pararrayos puede considerarse como la posición fija con respecto a la cual se hacen rotar los medios de transferencia de fuerza 27. La situación de la fig. 19a en la que los medios de transferencia de fuerza 26, 27 se extienden ambos perpendicularmente o hacia arriba desde la pieza de base puede considerarse como la extensión estándar.

Uno o ambos de los medios de transferencia de fuerza 26, 27 pueden hacerse rotar en cualquier ángulo deseado con respecto a la extensión estándar, por ejemplo los primeros medios de transferencia de fuerza 26 son rotados 80 grados hacia un lado y los segundos medios de transferencia de fuerza 27 son rotados 80 grados hacia el otro lado. De este modo se establece un ángulo mutuo entre los primeros y segundos medios de transferencia de fuerza 26, 27 de 160 grados.

La fig. 19b ilustra una realización en la que los medios de conexión de pararrayos con medios de transferencia de fuerza están sustancialmente en planos geométricos perpendiculares. Los segundos medios de transferencia de fuerza 27 se hacen rotar 90 grados con respecto a la posición previa ilustrada en la fig. 19a.

La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente sino que puede usarse, por ejemplo, en relación con una amplia variedad de tipos de turbina eólica diferentes en los que las palas de rotor son de tipos más pasivamente controlados que implican entrada en pérdida o pérdida activa.

Adicionalmente, debe entenderse que especialmente el tirante flexible entre el soporte y los medios de contacto puede diseñarse en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención tal como se especifica en las reivindicaciones.

Es más, debe remarcarse que los anillos metálicos de los medios fijos y giratorios pueden no llegar a ser coherentes, por ejemplo al faltarles una sección. El anillo metálico de los medios fijos puede no tener, por ejemplo, el tercio inferior. Cada uno de los medios de conexión de pararrayos estará entonces sin conexión al potencial de tierra

en el tercio inferior de una rotación. El tercio inferior de una rotación es la parte en la que es menos probable que incida la caída de un rayo en la pala en cuestión (en lugar de en la(s) otra(s) pala(s) que tienen una posición más alta en ese momento y que están conectadas al potencial de tierra).

El anillo metálico de los medios giratorios puede disminuirse a la mitad del tamaño normal. La pala de los medios giratorios puede cambiar su paso solamente un máximo de 90 grados hacia delante y atrás para permanecer en contacto con los medios de conexión de pararrayos.

Finalmente, deberá remarcarse que los medios de conexión de pararrayos no precisan tener necesariamente forma de V. Una de las “patillas” en la forma en V puede ser más o menos vertical, definiendo el grado de verticalidad la fuerza con la que los medios de contacto pueden ser forzados contra la superficie de contacto –dando como resultado una patilla más vertical una menor fuerza. Sin embargo, las patillas deberían formar un ángulo mutuo para soportar un cambio en la posición de la superficie de contacto.

Lista

1.	Turbina eólica
2.	Torre de turbina eólica
3.	Góndola de turbina eólica
4.	Buje de turbina eólica
5.	Pala(s) de rotor de turbina eólica
6.	Punta de la turbina eólica
7.	Caída de rayo
8.	Receptor de pararrayos
9.	Conductor de bajada de pararrayos
10.	Trayectoria de la corriente eléctrica
11.	Potencial de tierra eléctrico
12.	Área de cambio de paso de la pala de turbina eólica
13.	Mecanismo de cambio de paso de la pala
14.	Árbol principal
15.	Medios de conexión de pararrayos
16.	Medios de drenaje de agua
17.	Superficie de contacto de los medios fijos
18.	Superficie de contacto de los medios giratorios
19, 19a, 19b.	Medios de contacto contra los medios giratorios y/o fijos
20, 20a, 20b.	Área de contacto en la superficie de los medios giratorios y fijos
21.	Área/brida de montaje de la pala de turbina eólica
22.	Pieza de soporte de base de los medios de conexión de pararrayos
23.	Pernos de montaje que conectan la pala de turbina eólica, el buje de la turbina eólica y el árbol principal
24.	Primera abrazadera de conexión que incluye una sección con desplazamiento
25.	Segundo abrazadera de conexión
26.	Primeros medios de transferencia de fuerza entre la pieza base y los medios de contacto
27.	Segundos medios de transferencia de fuerza entre la parte de montaje y los medios de contacto
28.	Primer perno de retención para la conexión eléctrica dedicada
29.	Segundo perno de retención para la conexión eléctrica dedicada
30.	Conexión eléctrica dedicada entre los medios de contacto
31.	Placa de soporte
32.	Sección de abrazadera contra la placa de soporte
33.	Segunda abrazadera de conexión (= 25)
34.	Sección con desplazamiento de la abrazadera
35.	Sección de abrazadera contra el tirante flexible entre la parte de montaje y los medios de contacto
36.	Pernos de retención
37.	Primera abrazadera ajustable
38.	Ranura con perno que permite el ajuste del ángulo
39.	Perno que permite un ajuste pivotante
40.	Primera unidad de marco
41.	Primera pastilla fabricada de material de baja fricción
42.	Segunda unidad de marco
43.	Segunda barra de material eléctricamente conductor
44.	Segunda pastilla fabricada de material de baja fricción
45.	Segunda abrazadera ajustable
46.	Medios de protección contra rayos fijos
47.	Medios de protección contra rayos giratorios
48.	Primeros y segundos medios de guía conectados con la placa de soporte
49a, 49b.	Medios de pistón

50.	Primer resorte helicoidal para accionar los medios de pistón
51.	Segundo resorte helicoidal para accionar los medios de pistón
52.	Cilindro o cilindros lineales llenos de gas, con pistón
53a, 53b.	Dispositivos de contacto circulares
54.	Árbol
55.	Rueda con una superficie flexible y de alta fricción
56.	Medios de contacto circulares
57, 57a, 57b.	Medios de rebaje de contacto
58.	Bolas de rodamiento
59.	Medios de contacto que incluyen bolas de rodamiento
60.	Medios de transferencia de fuerza entre el tirante de unión con la parte de montaje y los medios de contacto
61.	Tirante de unión con la parte base, por ejemplo una tabla de un material flexible o no flexible

REIVINDICACIONES

1. Sistema de protección contra rayos que incluye medios de conexión de pararrayos (15) para una turbina eólica (1), comprendiendo dicho sistema

medios de protección contra rayos giratorios y fijos (46, 47) de dicha turbina eólica
caracterizado por que
el sistema comprende adicionalmente al menos dos medios de contacto (19, 19a, 19b) adaptados para la conexión de medios de protección contra rayos giratorios y fijos (46, 47) de dicha turbina eólica,
al menos un conductor eléctrico (30) que establece una conexión dedicada entre dichos al menos dos medios de contacto (19, 19a, 19b), y
medios de transferencia de fuerza (26, 27) que establecen una conexión continua entre dichos al menos dos medios de contacto (19, 19a, 19b) y las superficies de contacto (17, 18) de dichos medios de protección contra rayos fijos y giratorios (46, 47).

2. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichos al menos dos medios de contacto (19, 19a, 19b) forman áreas de contacto (20, 20a, 20b) orientadas hacia las superficies de contacto (17, 18) de dichos medios de protección contra rayos giratorios y fijos (46, 47).

3. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que unos medios de contacto (19, 19a, 19b) comprenden al menos una barra (43) rodeada por una pastilla (41, 44), en el que la superficie de la al menos una barra (43) y la pastilla (41, 44) forman mutuamente el área de contacto (20, 20a, 20b).

4. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que dicha al menos una barra (43) se fabrica en un material con una alta conductividad eléctrica tal como cobre, aluminio, una aleación de los mismos, un grafito metálico, electrografito o materiales similares.

5. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que dicha pastilla (41, 44) está fabricada de un material con una superficie de baja fricción tal como un material polimérico, por ejemplo, teflón o nailon.

6. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que unos medios de contacto (19, 19a, 19b) comprenden al menos una rueda (55) y al menos unos medios de contacto circulares (56) sobre un árbol (54) común.

7. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que dicha al menos una rueda (55) se fabrica en un material flexible tal como caucho con un diámetro preferentemente ligeramente mayor que dichos al menos unos medios de contacto circulares (56).

8. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que dichos al menos unos medios de contacto circulares (56) se fabrican en un material con una alta conductividad eléctrica tal como cobre, aluminio o una aleación de los mismos.

9. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que dichos medios de contacto (19, 19a, 19b) comprenden una rueda (55) rodeada por unos medios de contacto circulares (53a, 53b) a cada lado.

10. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que dichos medios de contacto (19, 19a, 19b) comprenden un área de contacto (57) que incluye al menos un rebaje y medios giratorios tales como varias bolas de rodamiento (58).

11. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) son al menos un tirante flexible entre dichos medios de contacto (19, 19a, 19b) y una pieza de soporte de base (22).

12. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) pueden doblarse en una dirección con respecto a una posición estable.

13. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que los medios de contacto (19, 19a, 19b) son móviles en al menos una dirección mediante el doblado de dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) y dicha pieza de soporte de base (22) define una posición fija para dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27).

14. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que al menos una sección de dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) comprenden una forma circular o

establecen una forma circular cuando se expone a una fuerza, por ejemplo, en los medios de contacto (19, 19a, 19b).

15. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) se fabrican en un material flexible.

16. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) se fabrican en material eléctricamente aislante tal como un material compuesto, por ejemplo fibra de vidrio.

17. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) una o más tablas con una longitud de entre 200 y 500 milímetros, tal como 300 milímetros, un ancho de entre 50 y 300 milímetros, tal como 80 milímetros, y un grosor de entre 3 y 10 milímetros, tal como 5 milímetros.

18. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) comprenden al menos una válvula llena de gas (52).

19. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) comprenden al menos unos medios accionados por resorte (48-51).

20. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 18 o 19, caracterizado por que dicha al menos una válvula llena de gas (52) o dichos al menos unos medios accionados por resorte (48-51) comprenden medios de pistón (49a, 49b) que incluyen medios de contacto (19, 19a, 19b).

21. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, caracterizado por que dicha pieza de soporte de base (22) comprende al menos una primera y segunda abrazaderas (24, 25, 32-35) para contener al menos unos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27), en el que dichas abrazaderas dirigen dichos medios de transferencia de fuerza en al menos dos direcciones.

22. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado por que dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27) establecen mutuamente una forma en V con dicha pieza de soporte de base (22) como centro y medios de contacto (19, 19a, 19b), dirigidos en direcciones opuestas, en cada uno de los extremos de dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27).

23. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado por que dichos medios de transferencia de fuerza (26, 27) forman mutuamente un ángulo de al menos 40 grados en las abrazaderas (24, 25, 32-35), tal como entre 60 y 120 grados y preferentemente aproximadamente 80 grados.

24. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, caracterizado por que dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27) se sujetan próximos entre sí en la pieza de soporte de base (22) y se mueven en direcciones sustancialmente paralelas.

25. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizado por que dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27) se extienden en una dirección paralela desde la pieza de soporte de base (22).

26. Sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, caracterizado por que dichos primeros y segundos medios de transferencia de fuerza (26, 27) se extienden en ángulo uno con respecto a otro desde la pieza de soporte de base (22), por ejemplo entre nil y 90 grados.

27. Método de establecimiento de un contacto continuo entre los medios de protección contra rayos giratorios y fijos de una turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de:

establecer un primer contacto entre la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos giratorios y al menos unos medios de contacto mediante el uso de medios de transferencia de fuerza,

establecer un segundo contacto entre la superficie de contacto de dichos medios de protección contra rayos fijos y al menos unos medios de contacto mediante el uso de medios de transferencia de fuerza, y

conectar dichos al menos dos medios de contacto en contacto con los medios de protección contra rayos giratorios y fijos mediante el establecimiento de una conexión dedicada entre dichos al menos dos medios de contacto.

28. Método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que una pieza de soporte de base común establece el soporte para dichos medios de transferencia de fuerza.

29. Uso de un sistema de protección contra rayos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26 en una turbina eólica que comprende

medios fijos, tales como una góndola (3) y una torre (2), que comprenden medios de protección contra rayos fijos (46), y

medios giratorios, tales como un rotor, que incluyen al menos una pala (5) de turbina eólica y medios de árbol (14),

en el que las palas de turbina eólica son de paso controlado.

30. Uso de acuerdo con la reivindicación 29, en el que una pieza de soporte de base (22) de dichos medios de conexión de pararrayos (15) se monta sobre los medios giratorios.

31. Uso de acuerdo con la reivindicación 29 o 30, en el que dicha pieza de soporte de base (22) de dichos medios de conexión de pararrayos (15) se montan en la brida (21) de dicha pala (5) de turbina eólica.

32. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 31, en el que dicha pieza de soporte de base (22) se monta en la brida (21) de dicha pala (5) de turbina eólica mediante el uso de los pernos (23) de montaje de la pala.

33. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 32, en el que cada uno de los medios de conexión de pararrayos (15) se conectan a una pala (5) de turbina eólica.

34. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 33, en el que el número de dichos medios de conexión de pararrayos (15) es de dos en una turbina eólica de dos palas y de tres en una turbina eólica de tres palas.

35. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 34, en el que la superficie de contacto (17) de dichos medios de protección contra rayos fijos (46) se conecta a un potencial de tierra.

36. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 35, en el que la superficie de contacto (17) de dichos medios de protección contra rayos fijos (46) es un anillo de placa metálica circular coherente en la parte frontal de la góndola (3).

37. Uso de acuerdo con la reivindicación 36, en el que el anillo de placa metálica circular coherente se sitúa en el lado frontal, inferior y/o superior de los medios de drenaje (16) de la góndola.

38. Uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 29 a 37, en el que la superficie de contacto (18) de dichos medios de protección contra rayos giratorios (47) se conecta a medios receptores de pararrayos a través de medios conductores de bajada de rayos.

39. Uso de acuerdo con la reivindicación 38, en el que la superficie de contacto (18) de dichos medios de protección contra rayos giratorios (47) comprende un anillo metálico situado parcial o totalmente alrededor de una pala de turbina eólica por encima del mecanismo de cambio de paso.

40. Uso de un método para el establecimiento de un contacto continuo entre los medios de protección contra rayos giratorios y fijos de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 27 o 28, en el que las palas de la turbina eólica son de paso controlado.

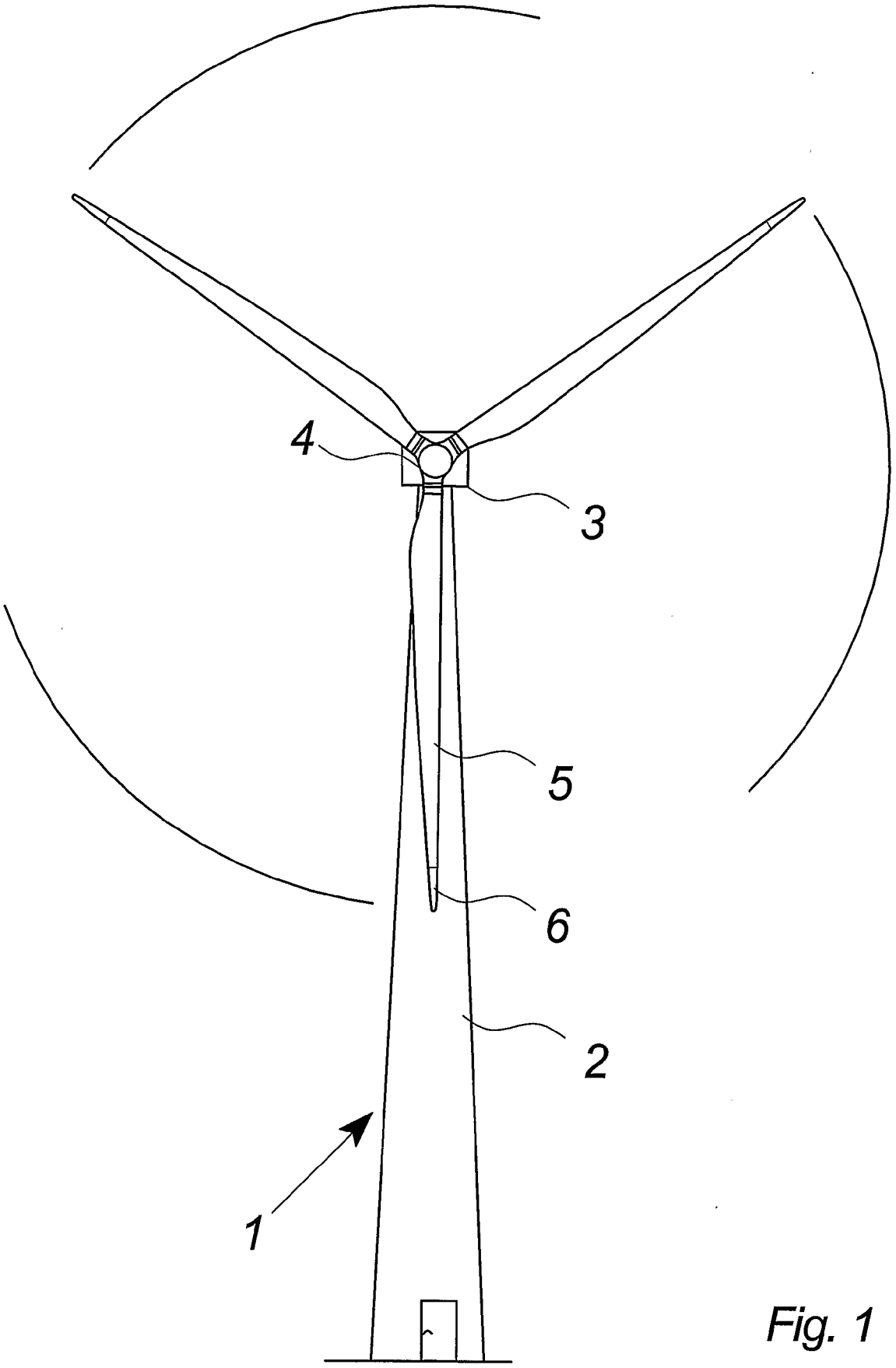

Fig. 1

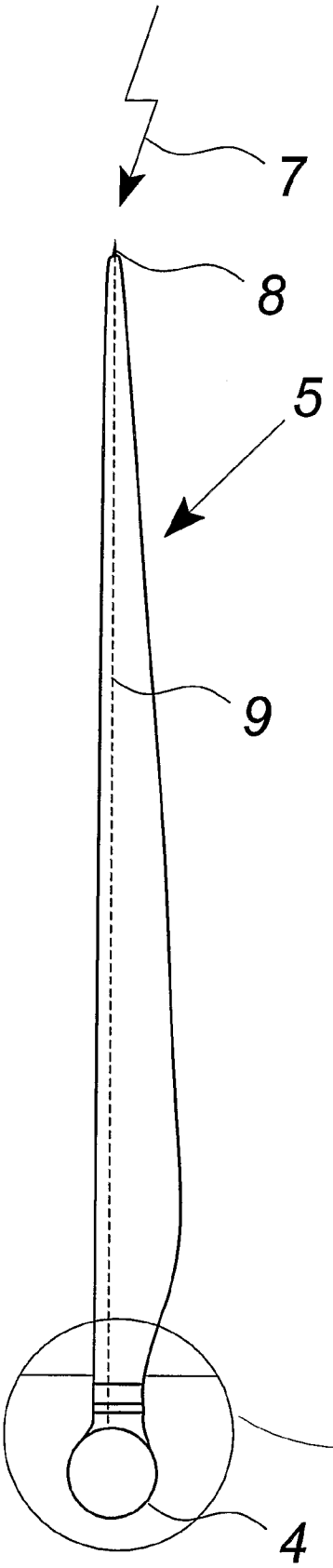

Fig. 2a

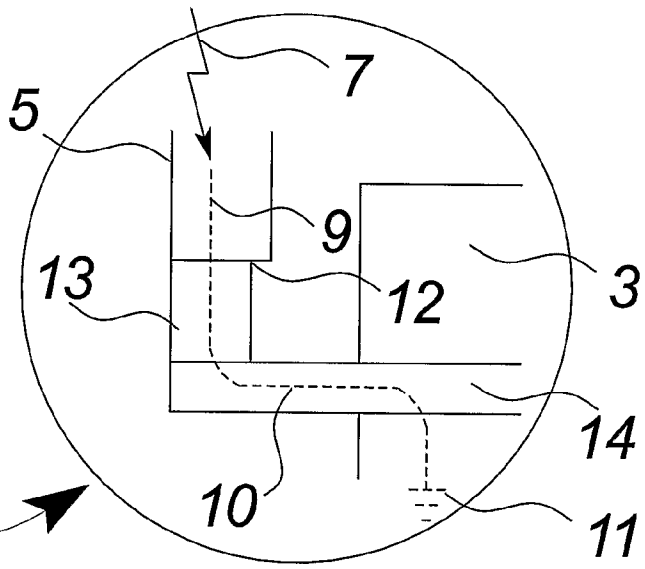

Fig. 2b

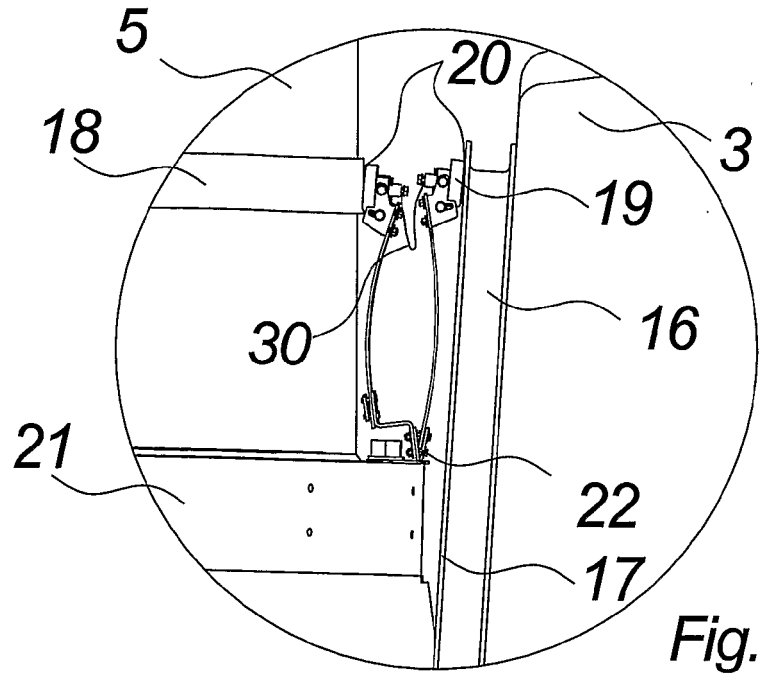

Fig. 3b

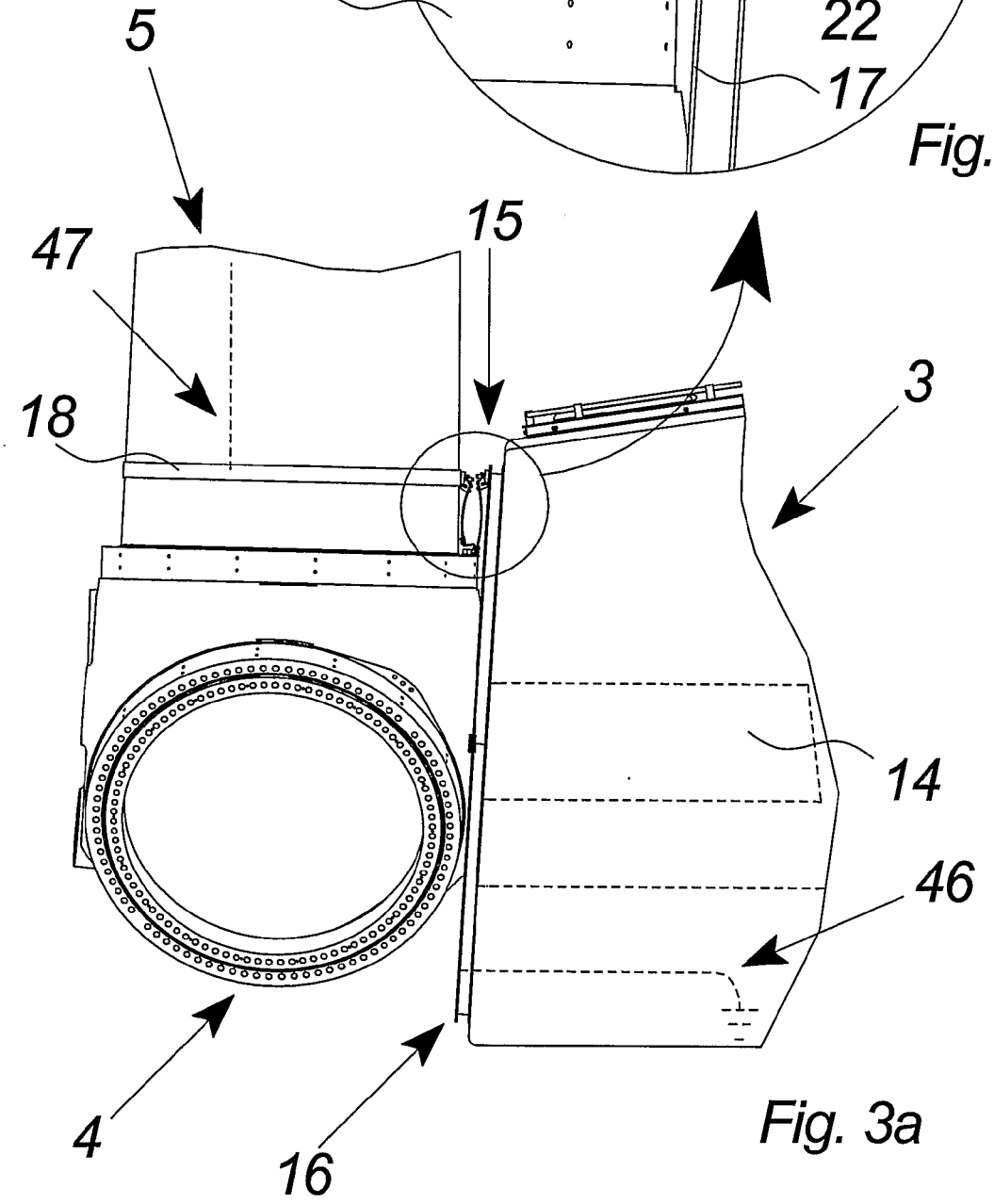

Fig. 3a

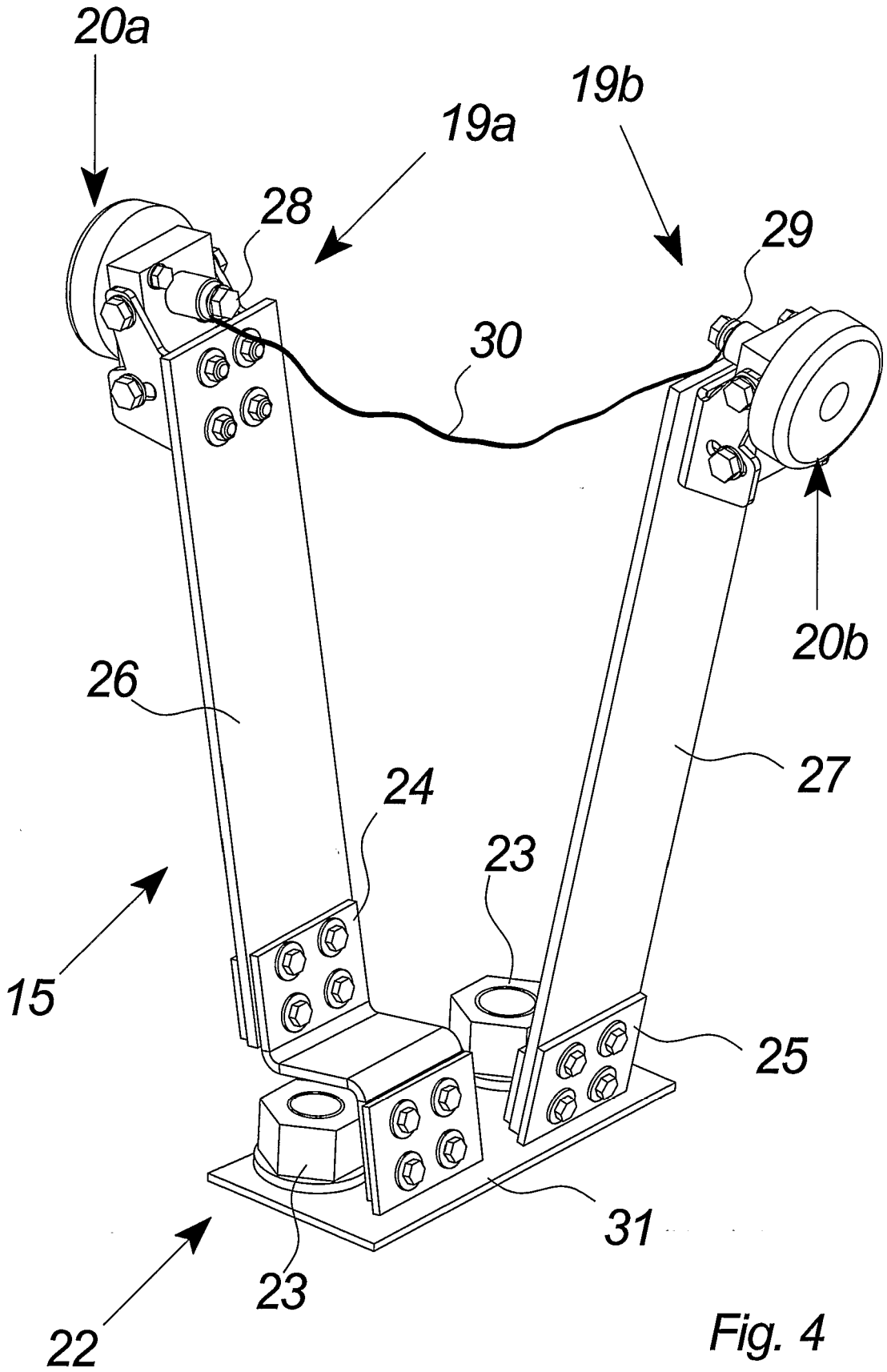

Fig. 4

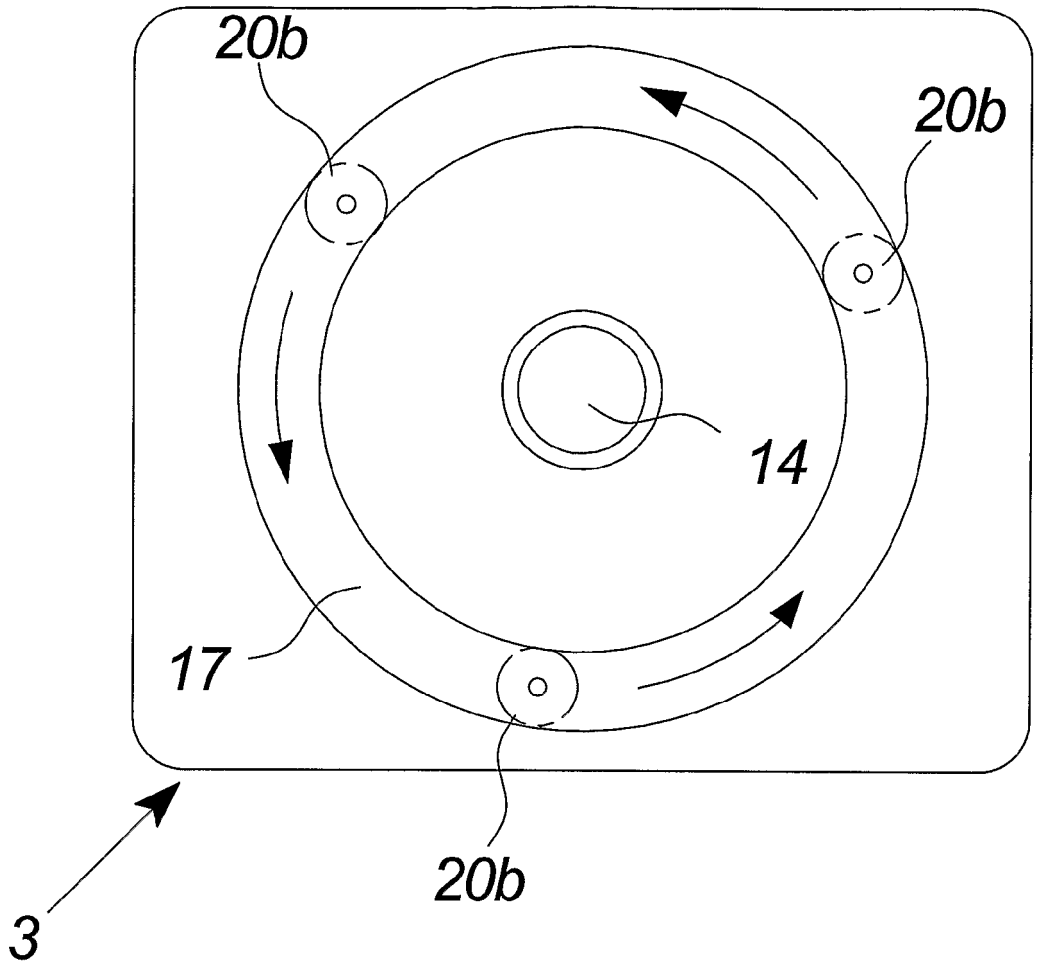

Fig. 5

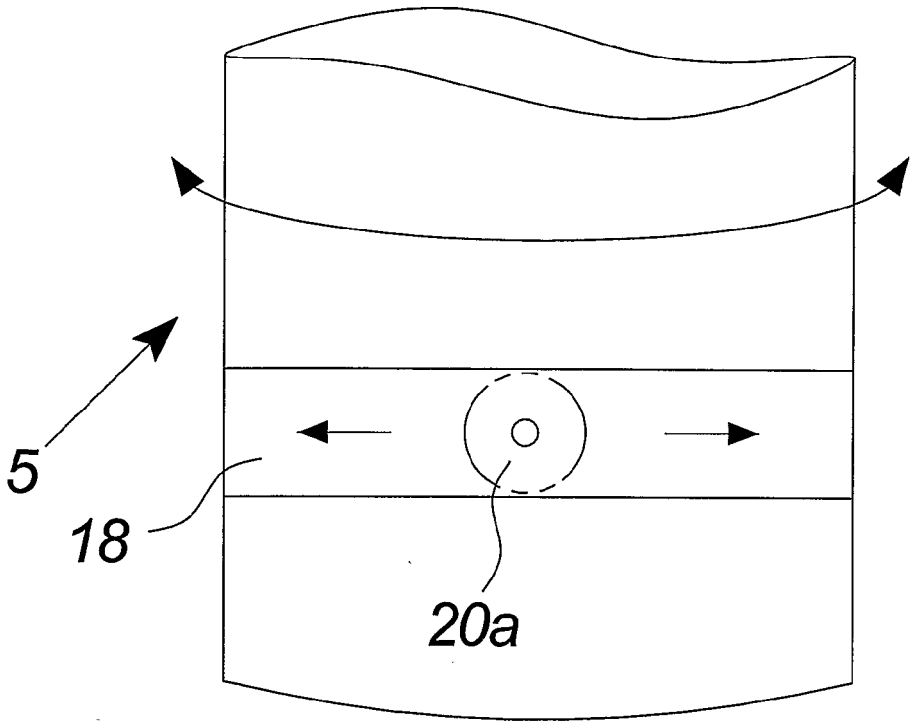

Fig. 6

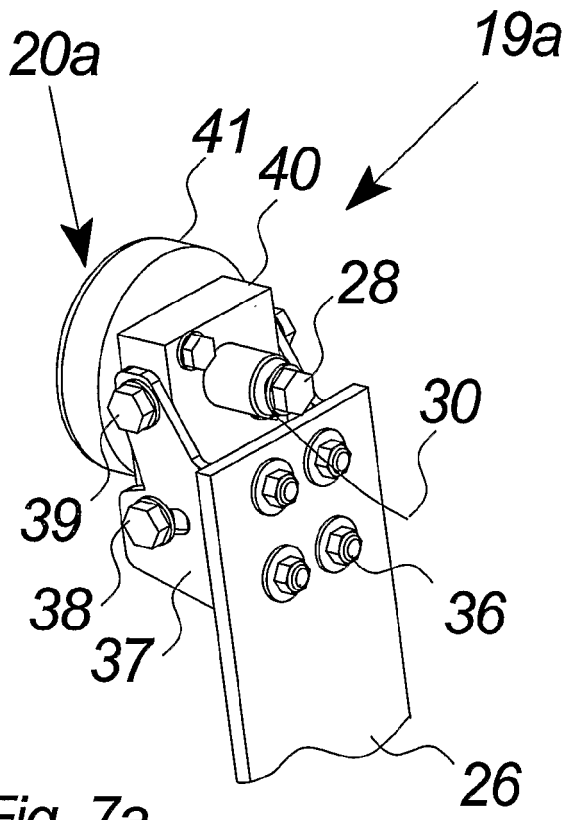

Fig. 7a

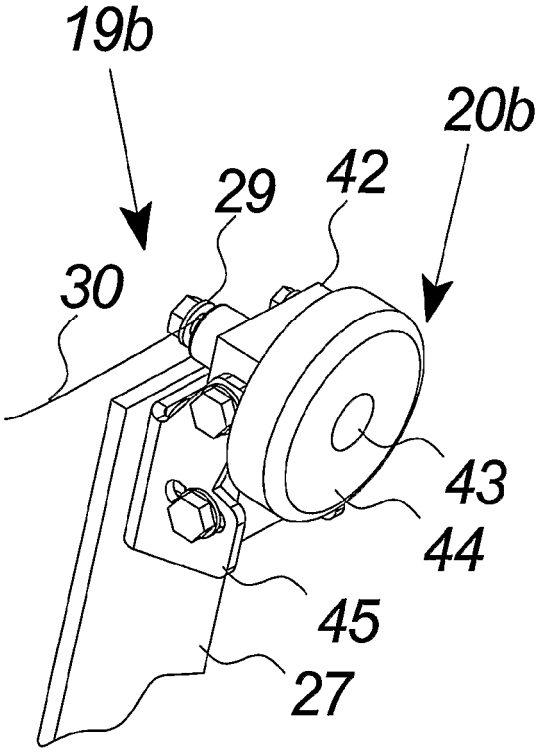

Fig. 7b

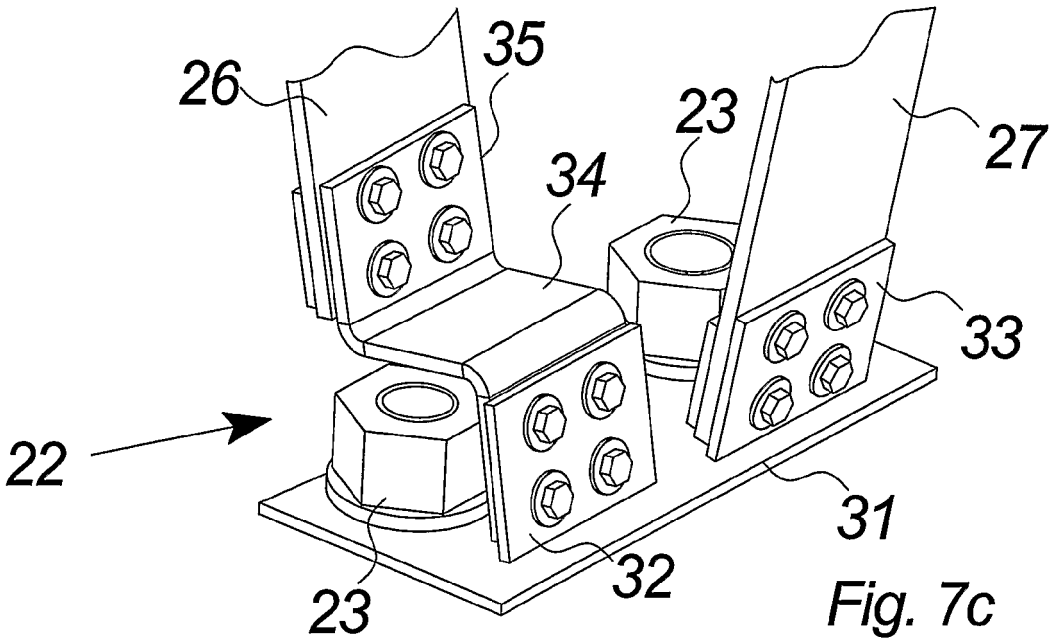

Fig. 7c

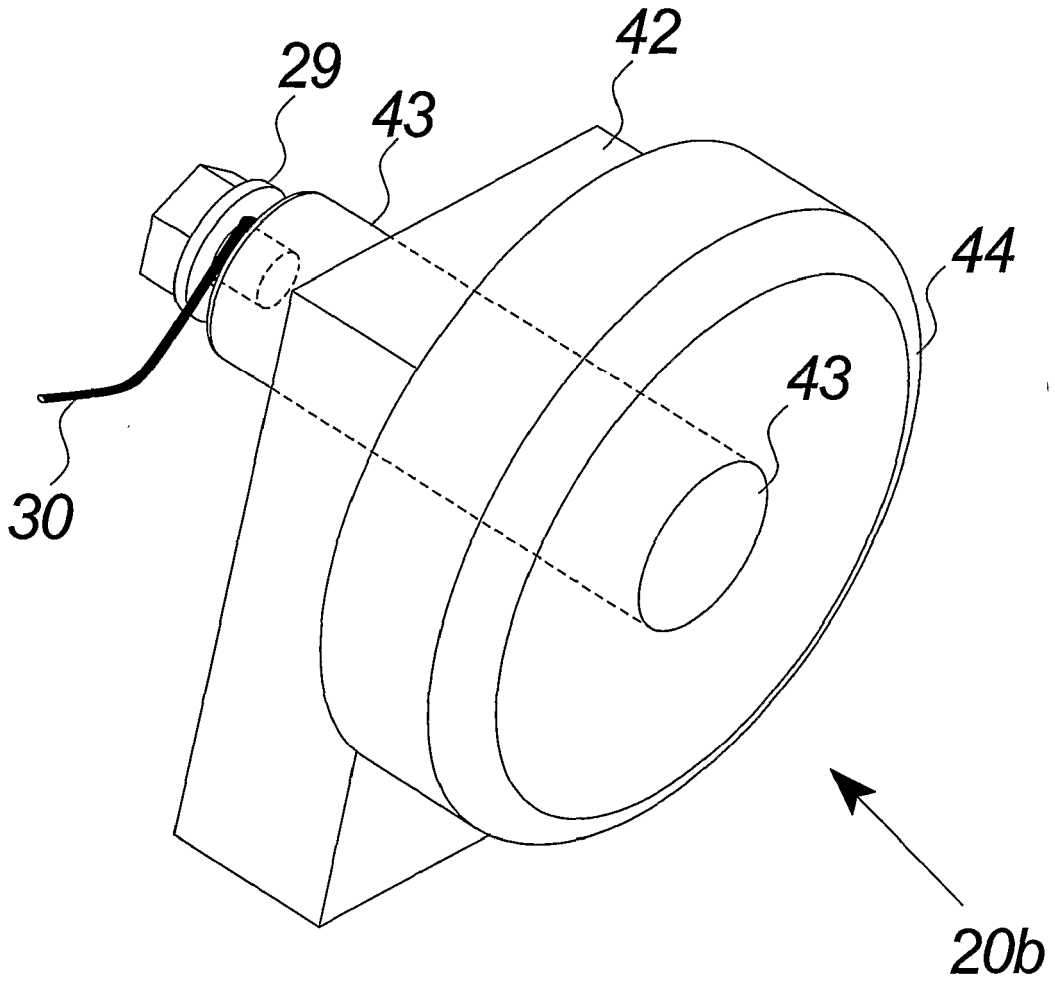

Fig. 8

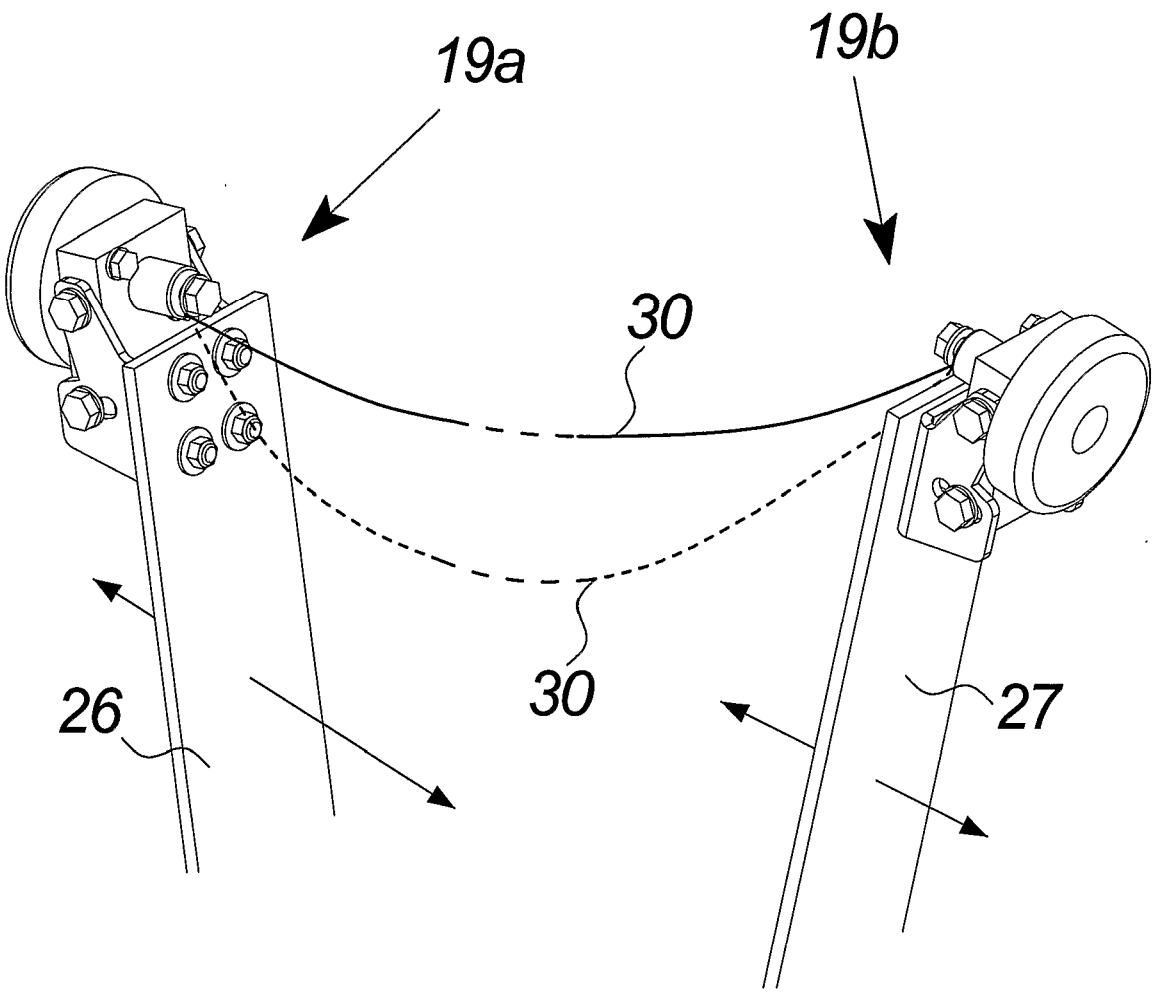

Fig. 9

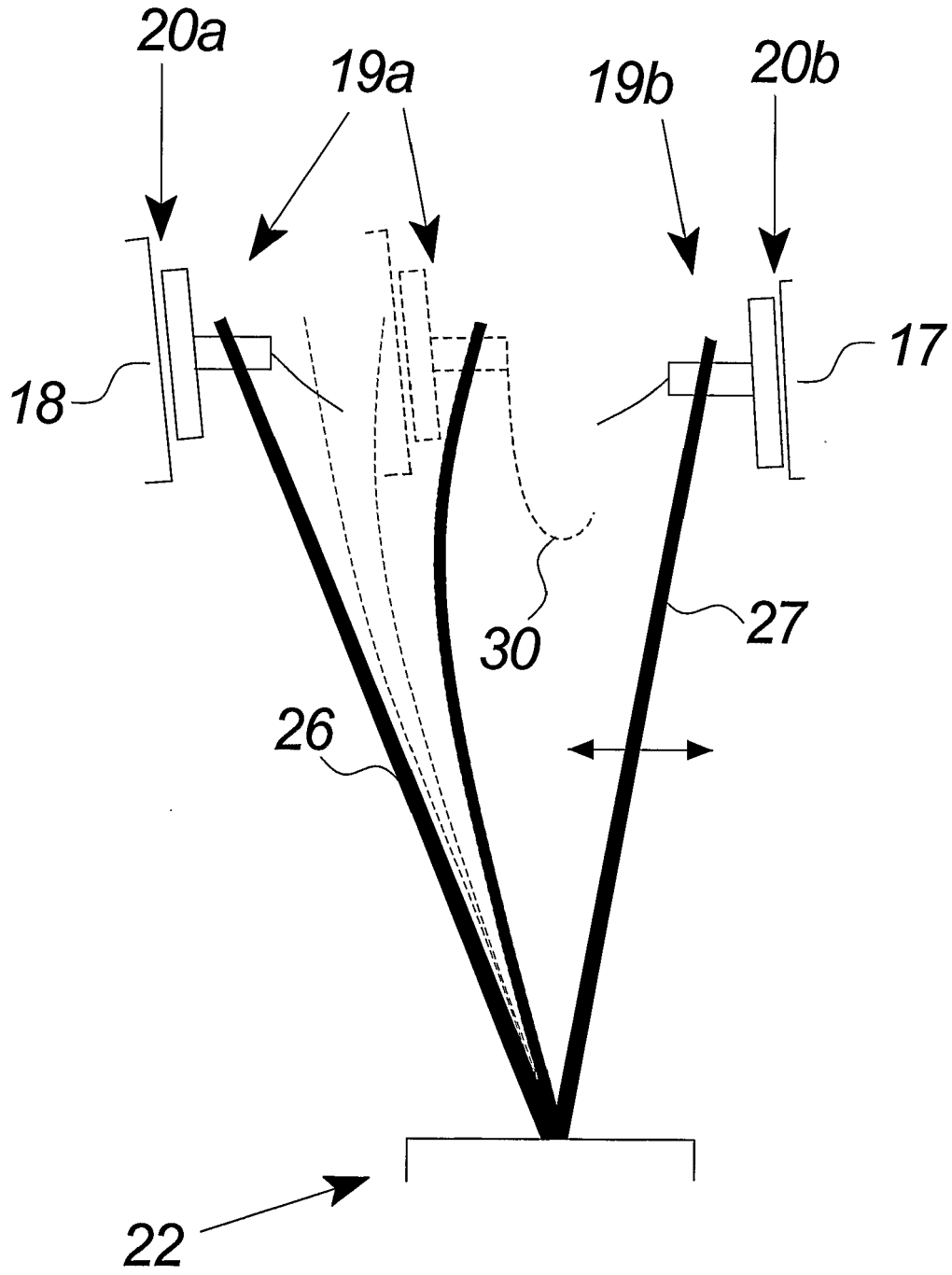

Fig. 10

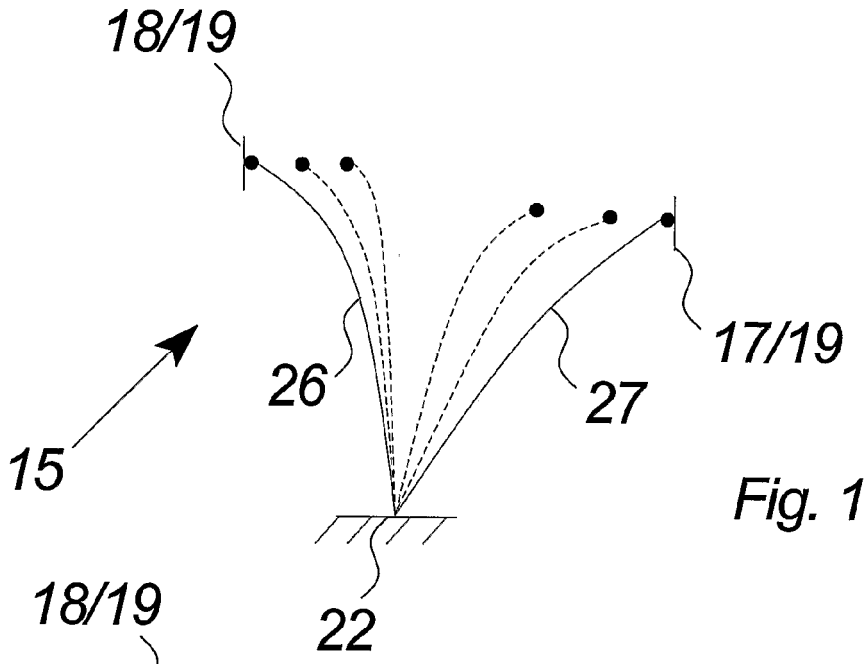

Fig. 11

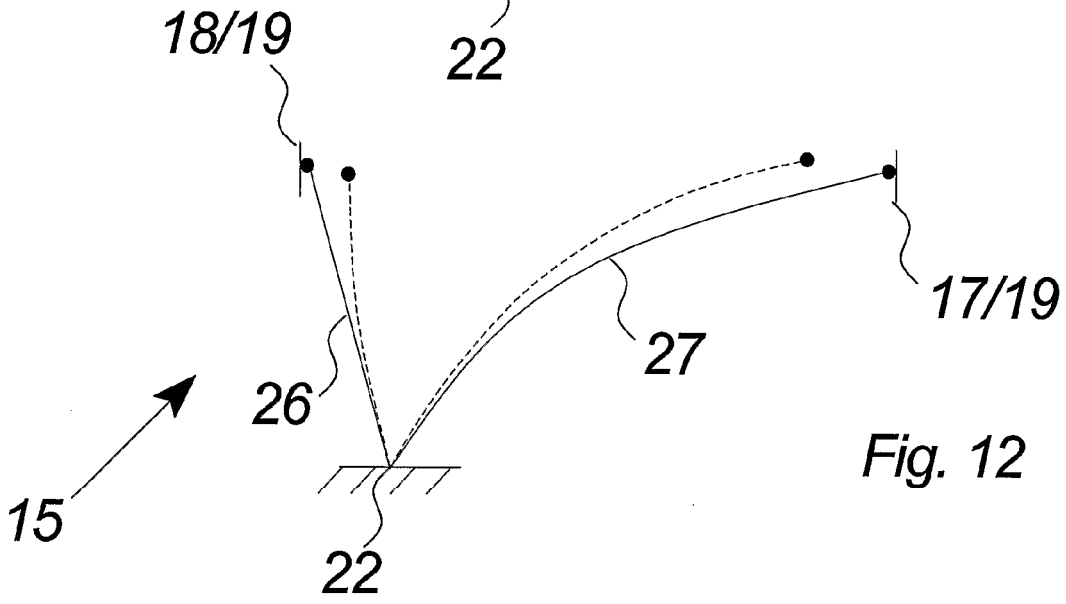

Fig. 12

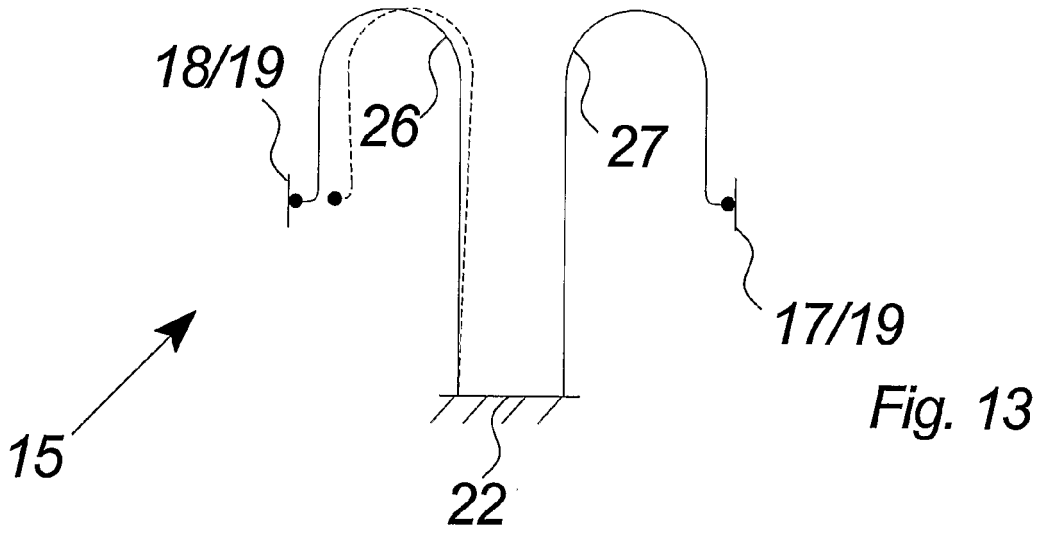

Fig. 13

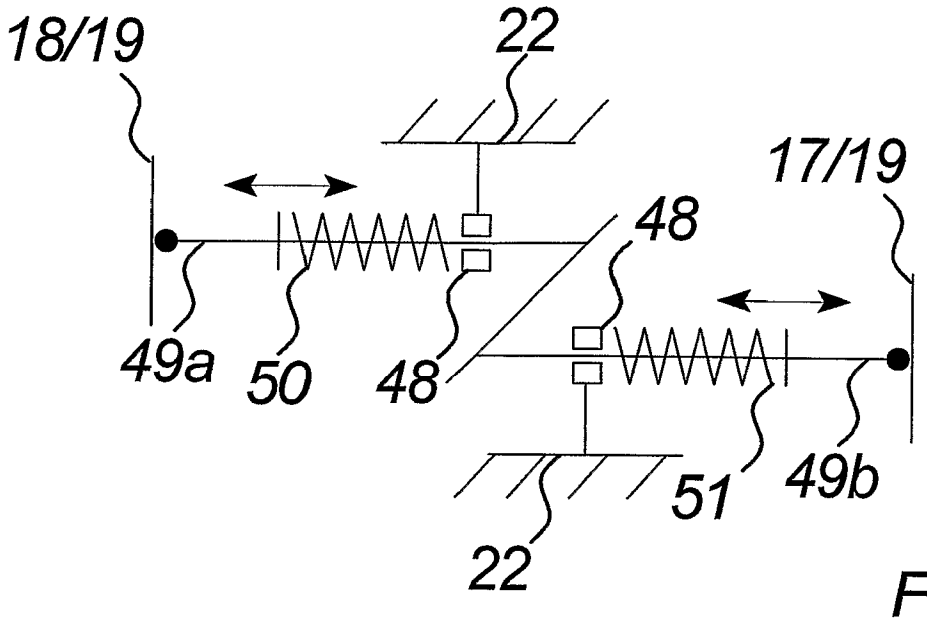
18/19
22
17/19
48
49a
50
48
51
49b
22

Fig. 14

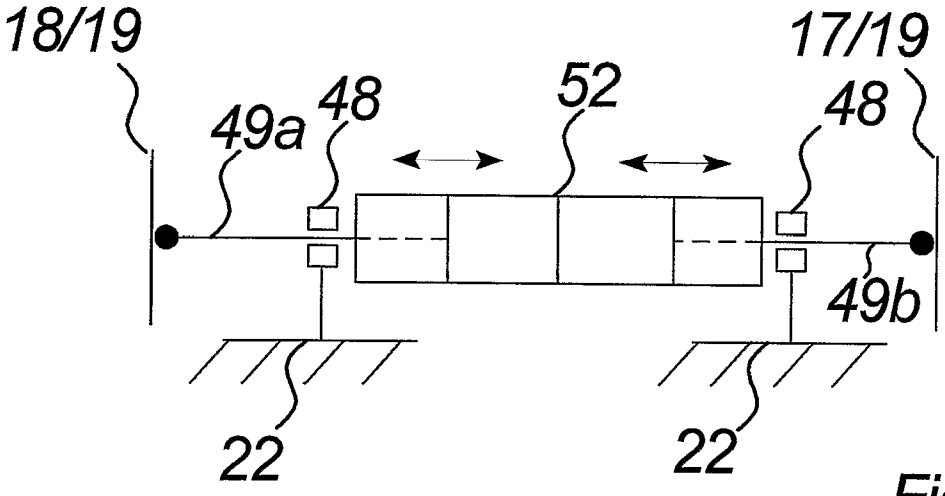
18/19
17/19
49a
48
52
48
49b
22
22

Fig. 15

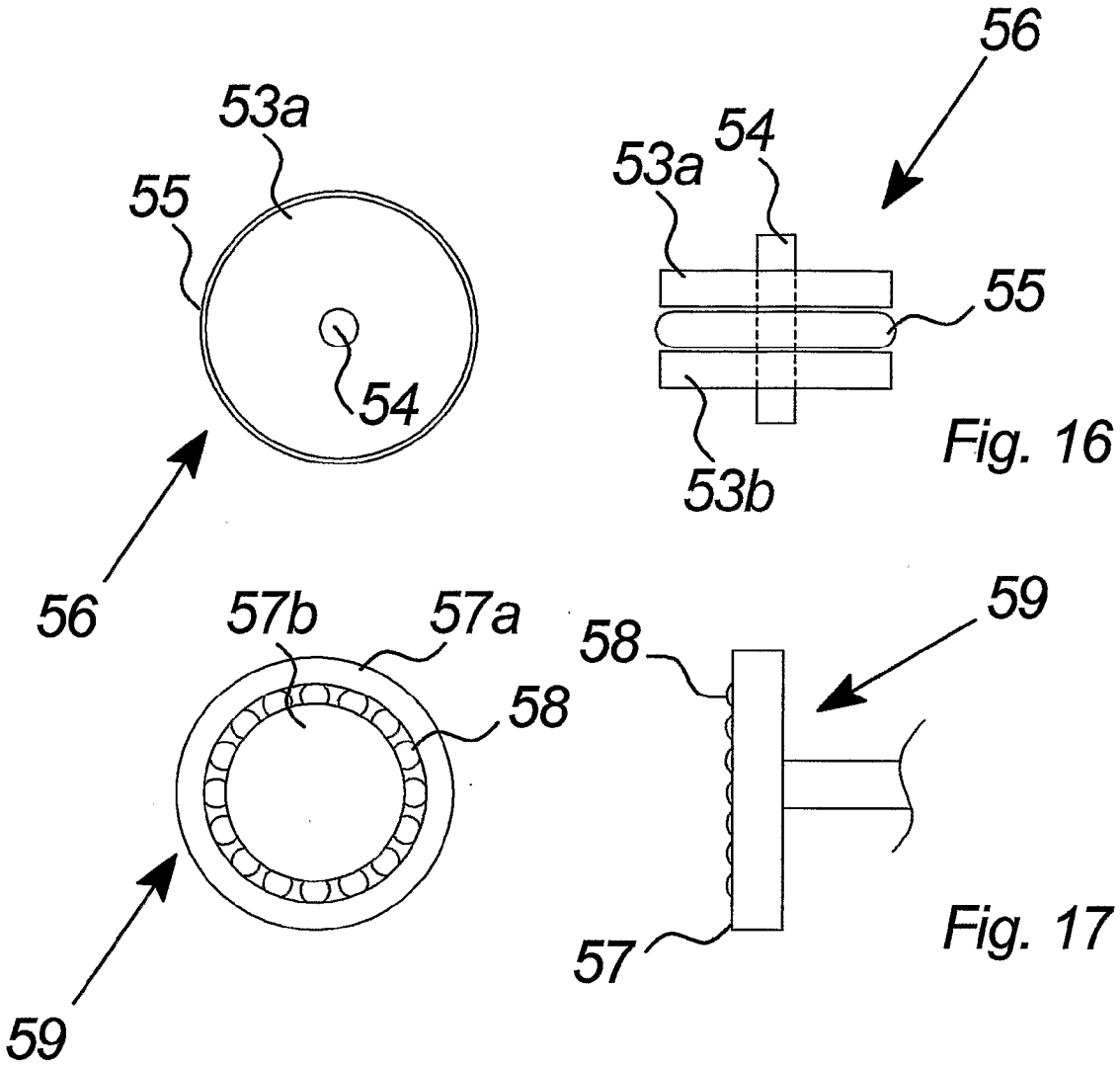

Fig. 16

Fig. 17

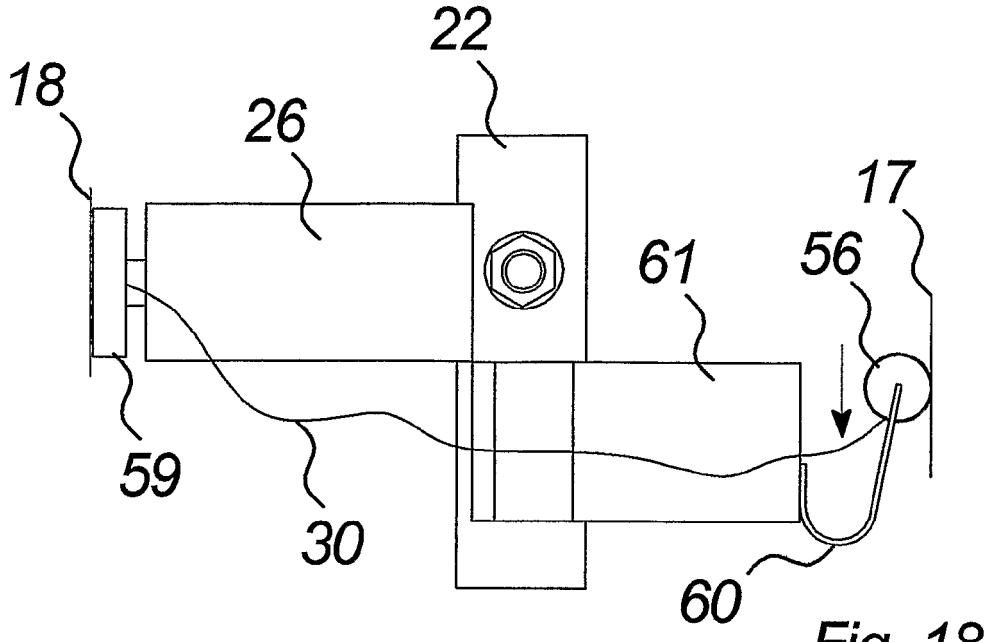

Fig. 18

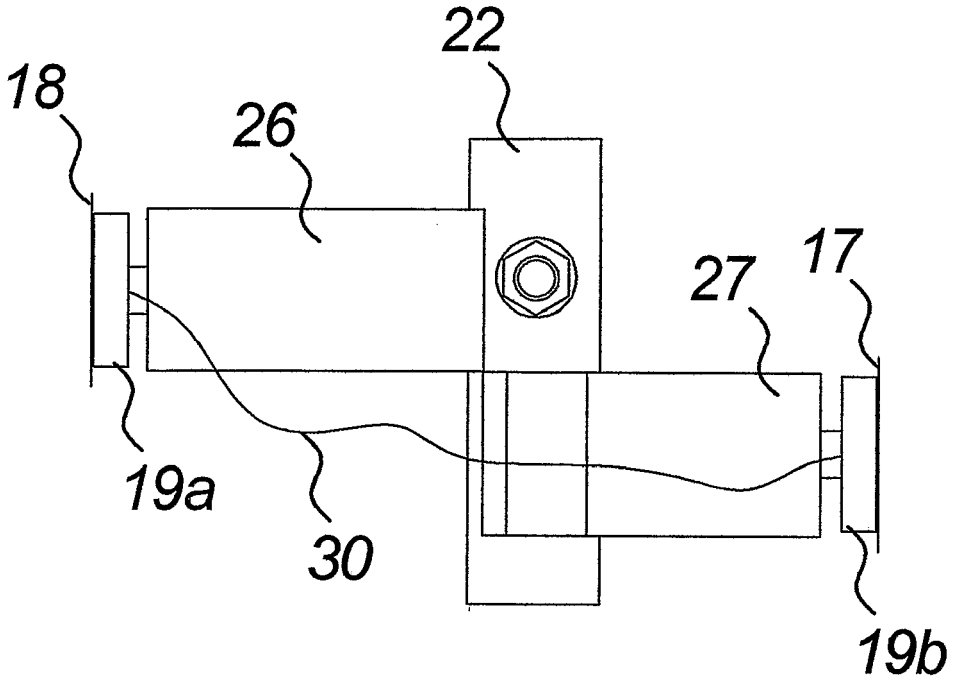

Fig. 19a

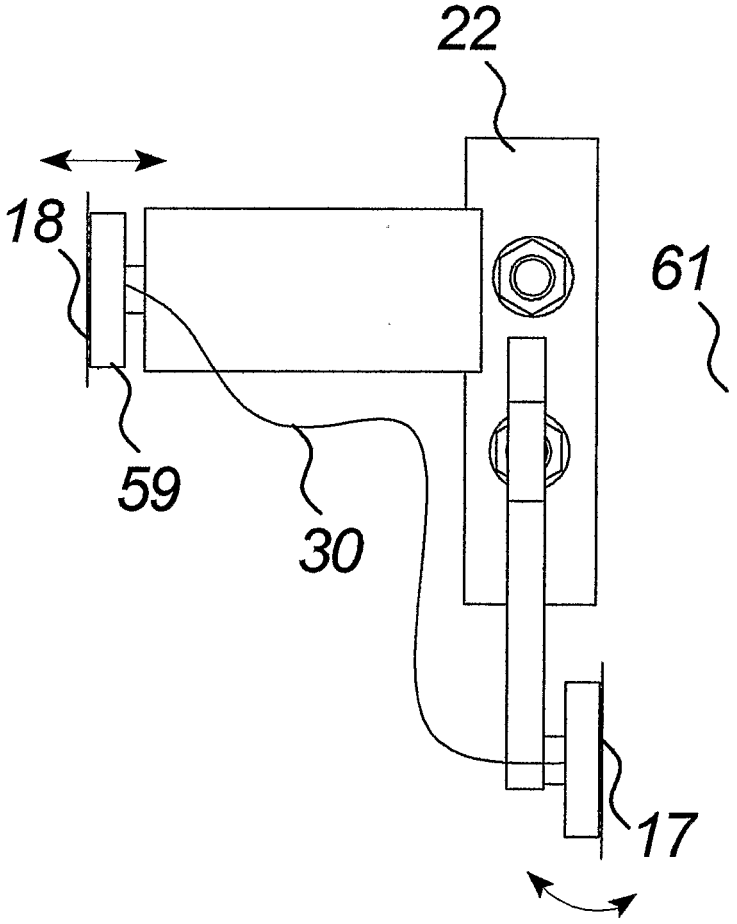

Fig. 19b