

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 911**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2020** E 20181436 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2023** EP 3929431

54 Título: **Ensamble y procedimiento para conectar dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2023**

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)**  
**Langenhorner Chaussee 600**  
**22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**LIPKA, THOMAS y**  
**WERNER, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 946 911 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

Ensamble y procedimiento para conectar dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica

5 La invención se refiere a un ensamble y un procedimiento para conectar dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica.

10 Las unidades de energía eólica con hojas de rotor para unidad de energía eólica (en lo sucesivo también brevemente: hoja de rotor) son conocidas frecuentemente a partir del estado de la técnica y son usadas para convertir la energía eólica en energía eléctrica. Las unidades de energía eólica exhiben una multiplicidad de componentes, que están conectados uno a otro, por ejemplo, mediante una conexión de brida. Por ejemplo, en el sector de una raíz de hoja de rotor, las hojas de rotor exhiben una conexión de hoja de rotor con una multiplicidad de medios de conexión integrados en el laminado, sobre los cuales se conectan las hojas de rotor mediante tornillos de fijación o pernos de fijación, con un anillo de cojinete de un denominado cojinete de pala o con un componente conectado con el anillo de cojinete, como, por ejemplo, un denominado extensor de la unidad de energía eólica. Los medios de conexión pueden estar formados, por ejemplo, como pernos transversales o como estuches de cojinete y ser una parte de un depositante de brida para la conexión de hoja de rotor. Por ejemplo, a partir de la solicitud internacional WO 2015/124568 A1 se conoce una estructura tal. Los documentos US 2019/032634 A1, EP 3 581 790 A1, EP 2 199 604 A2, JP 2006 329109 A y DE 10 2018 108695 A1 divulgan algunas otras soluciones conocidas a partir del estado de la técnica.

20 Alternativamente, las conexiones (de brida) también encuentran uso en la conexión de segmentos de hoja de rotor los cuales, dispuestos longitudinalmente y ensamblados, forman una hoja de rotor. Una hoja de rotor tal es denominada como hoja de rotor dividida o segmentada. Por ejemplo, los elementos de conexión están localizados entonces en el laminado de un extremo de conexión o bridas de división de los segmentos de hoja de rotor. Los segmentos de hoja de rotor pueden estar conectados mutuamente mediante pernos, directamente o mediante piezas intermedias adecuadas.

25 Las hojas de rotor divididas son preferidas en particular por razones de transporte y ganan cada vez más importancia, sobre todo debido a la longitud total creciente de hojas de rotor.

Un objetivo que es la base de la invención es indicar un concepto de montaje para hojas divididas de rotor, que garantice una conexión particularmente ventajosa de segmentos de hoja de rotor.

30 De acuerdo con un primer aspecto, se divulgan un ensamble para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica. El ensamble exhibe un perno de unión para atornillar los dos segmentos de hoja de rotor. El ensamble exhibe además una pieza de presión configurada como estuche, que exhibe un nicho y que en un estado de conexión de los dos segmentos de hoja de rotor, está dispuesta entre los segmentos de hoja de rotor. El ensamble exhibe además una pieza de montaje para una herramienta de montaje para la aplicación de una fuerza de tornillo. El ensamble está configurado de modo que en un estado de montaje pretendido del ensamble para la conexión de los dos segmentos de hoja de rotor, el perno de unión atraviesa la pieza de presión de modo que una sección de montaje del perno de unión está dispuesta en el sector del nicho de la pieza de presión. Además, en el estado de montaje pretendido, la pieza de montaje es introducida, de modo que puede soltarse, en el nicho de la pieza de presión, de modo que la pieza de montaje está conectada en la sección de montaje tanto con unión positiva con el perno de unión, como también con unión positiva con la pieza de presión. En un estado de conexión pretendido del ensamble, la pieza de montaje puede ser retirada nuevamente de la pieza de presión.

40 Para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor para unidad de energía eólica, éstos exhiben típicamente en los extremos de conexión que van a ser conectados, una multiplicidad de elementos de conexión correspondientes, por ejemplo, estuches de cojinete. Por medio de los elementos de conexión se establece una multiplicidad de uniones de perno entre los dos segmentos. El montaje es abordado de modo que en primera instancia se atornilla el perno de unión en un extremo de conexión del un segmento de hoja de rotor. A continuación se colocan piezas de presión en forma de estuche en el perno de unión, antes de enhebrar los extremos libres del perno de unión en el elemento de conexión correspondiente del otro segmento de hoja de rotor, y se atornillan. Finalmente se atornillan mutuamente los dos segmentos de hoja de rotor, en donde la conexión es atornillada fijamente mediante una herramienta de montaje, por ejemplo, una herramienta (hidráulica) de sujeción, y es pretensionada. Con ello, las piezas de presión son tensionadas entre los segmentos de hojas de rotor.

50 El ensamble descrito es suministrado para el establecimiento de una conexión tal, que puede soltarse, entre los dos segmentos de hojas de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica. El ensamble divulgado prevé que para atornillar y tensionar los dos segmentos de hoja de rotor, se aplique la herramienta de montaje en la pieza de montaje que puede soltarse y/o la pieza de presión. Los componentes del ensamble, es decir, las piezas de montaje, de la sección de montaje del perno, así como la pieza de presión, están configurados de modo correspondiente en particular respecto a su forma, de modo que éstos pueden acoplarse mutuamente con unión positiva para el montaje.

55 En el estado de montaje se introduce la pieza de montaje, de modo que puede soltarse, con unión positiva en el correspondiente nicho de la pieza de presión, en donde adicionalmente se establece un acoplamiento mecánico con unión positiva al perno de unión. La manipulación de una herramienta aplicada en la pieza de montaje o en la pieza

de presión, por ejemplo, de la herramienta hidráulica de sujeción mencionada causa que se transfiera una rotación mediante la pieza de montaje, al perno de unión. Mediante ello pueden atornillarse fijamente/tensionarse los dos segmentos de hoja de rotor. Después de atornillar, es decir, después de alcanzar el estado de instalación pretendido, puede retirarse nuevamente de la pieza de presión la pieza de montaje introducida, de modo que puede soltarse, en el nicho de la pieza de presión.

El ensamble de acuerdo con la solución de acuerdo con la invención hace posible un uso efectivo del espacio de instalación. En particular, el ensamble contribuye a que la pieza de presión demande considerablemente menos espacio de instalación, en comparación con una pieza de presión, que tiene que requiere tener disponible un correspondiente nicho grande para la colocación directa de una herramienta de montaje en el perno de unión. En otras palabras, disminuye el espacio de instalación necesario para el montaje, para la pieza de presión. Esto hace posible utilizar piezas de presión con diámetro exterior comparativamente más pequeño. Mediante ello, a lo largo de un perímetro de un sector de conexión de los dos segmentos de hoja de rotor, es posible en suma un número comparativamente más elevado de correspondientes piezas de presión y con ello, de pernos de unión.

El ensamble propuesto evita que la fuerza introducida sea transferida directamente de la pieza de presión al perno de unión. Con una solución tal, la pieza de presión tendría que interactuar interiormente con unión positiva con el perno de unión, para que éste girase solidariamente en el montaje. Sin embargo, mediante ello en el estado de instalación pretendido, es decir, en un estado conectado de los dos segmentos de hoja de rotor, siempre existiría una interacción mecánica entre el perno de unión y la pieza de presión pertinente, por lo cual se ocasionarían tensiones y elongaciones en los dos componentes, lo cual tendría como consecuencia una vida útil reducida de las conexiones del segmento de hoja. También, una solución así generaría piezas de presión complejas desde el punto de vista de la técnica de manufactura.

Otra ventaja radica en que la pieza de montaje que puede soltarse, puede ser usada nuevamente en otro sitio de conexión de los dos segmentos de hoja de rotor. Como se mencionó, se usa una multiplicidad de pernos de unión para conectar los dos segmentos de hoja de rotor, por ejemplo, más de 40 piezas, de modo que no necesariamente para cada conexión tiene que estar disponible una pieza de montaje. Al menos pueden usarse todas las piezas de montaje, que son necesarias para una conexión de segmento, para la conexión de otros segmentos de otras hojas de rotor. Esto contribuye a reducir los costes tanto en el montaje, como también en la fabricación.

Además, el ensamble hace posible una fabricación particularmente simple y conveniente de la pieza de presión, en particular a partir de un producto semiterminado tubular simple. Esto hace posibles costes de fabricación particularmente bajos.

El ensamble contribuye además a una conexión con particular rigidez de momento de ambos segmentos de hoja. Se hace posible la absorción y redireccionamiento de fuerzas de tracción y presión particularmente elevadas entre los dos segmentos de hojas de rotor. Además, se hace posible una transferencia de fuerzas particularmente eficiente, exclusivamente sobre el perno de unión de un segmento al segundo segmento, en particular después del retiro de la pieza de montaje. Una tracción tal es denominada también como "dentro de línea". En otras palabras, se colocan, de modo que pueden soltarse, los segmentos de hoja sin diversiones de fuerza, como para atornillamientos excéntricos o piezas intermedias cargadas con tracción o flexión. Una tracción tal hace posible un aprovechamiento particularmente bueno del material. Se contribuye a una baja tendencia a la apertura de la conexión y a una carga de flexión de los atornillamientos, en particular en contraposición a las conexiones convencionales por brida. Además, se garantiza mutuamente, sobre la totalidad del perímetro de conexión, una separación uniforme de los elementos de conexión, por ejemplo los estuches de cojinete, y con ello extremos de conexión.

La pieza de presión está configurada como estuche, es decir, la pieza de presión exhibe una abertura/perforación pasante, a lo largo de una dirección de extensión principal, eje longitudinal. Adicionalmente, la pieza de presión exhibe al menos un nicho en una pared, de modo que es accesible la perforación pasante. La pieza de presión está configurada, por ejemplo, estuche de tensión.

La pieza de montaje es un elemento auxiliar, mediante el cual puede transferirse un movimiento de rotación de una herramienta de montaje, que está ubicada en la pieza de montaje y/o la pieza de presión, al perno de unión. Por ejemplo, la pieza de montaje está en engranaje con unión positiva con una herramienta de montaje durante el estado de montaje pretendido, para la conexión de los dos segmentos de hoja de rotor. Para ello la pieza de montaje, por ejemplo, exhibe una o varias superficies de herramienta que durante el montaje están en contacto directo con unión positiva con la correspondiente pieza de trabajo de montaje. Además, la pieza de montaje exhibe un diseño correspondiente, que se ajusta a un diseño del nicho de la pieza de presión. Finalmente, la pieza de montaje es ajustada al menos progresivamente respecto a su diseño a la sección de montaje del perno de unión, de manera que a su vez se da una conexión con unión positiva. Las conexiones con unión positiva son tales que puede transferirse un momento de giro alrededor del eje longitudinal de la pieza de presión, al perno de unión introducido o insertado.

La colocación de la herramienta de montaje en la pieza de montaje que puede soltarse y/o la pieza de presión significa que, debido a la unión positiva descrita de la herramienta, por ejemplo, se coloca sólo en la pieza de montaje, para torcer o atornillar el perno de unión. Al respecto, la pieza de presión gira solidariamente. También es imaginable que

se coloque la herramienta en la pieza de presión y se tuerza esta, en donde indirectamente se tuerce la pieza de montaje y con ello se tuerce o atornilla el perno de unión.

El perno de unión es, por ejemplo, un perno de atornillar. El perno de unión está configurado, por ejemplo, como un perno de asta antifatiga (con correspondientes roscas exteriores).

5 Los elementos de conexión mencionados, por ejemplo los estuches de cojinete, son por ejemplo, elementos laminados en los extremos de conexión de los segmentos de hoja. También es imaginable que los dos elementos de conexión estén formados por la división de un elemento de conexión total. En este caso, la hoja de rotor sería manufacturada en primera instancia en su totalidad, es decir, con envolturas o conchas de una pieza, y a continuación sería separada en un sitio de división, por ejemplo cortada o aserrada. La separación ocurre en el sector de los elementos de conexión total, de modo que por cada elemento de conexión total, surgen dos mitades de elemento de conexión, una para cada uno de los dos segmentos de hoja que surgieron por la división. Éstas mitades corresponden a los mencionados primero o segundo elementos de conexión. Los elementos de conexión, por ejemplo los estuches de cojinete, tienen típicamente una perforación o abertura pasante con roscas internas, para atornillar con el perno de unión.

10 De acuerdo con una forma de realización, en el estado de instalación pretendido del ensamble, la pieza de presión y el perno de unión están desacoplados uno de otro. En otras palabras, no se forma contacto inmediato entre la pieza de presión y el perno de unión. En otras palabras, se forma un espacio libre entre el perno de unión y la pieza de presión. Mediante el retiro de la pieza de montaje después del montaje, se hace posible que se desacople mecánicamente la pieza de presión del perno de unión. Por ello, en el estado de instalación están desacoplados los dos elementos atornillados fijamente y tensionados. Por ello, no surge ninguna interacción directa entre los pernos y la pieza de presión durante la operación, mediante la cual se eleva la vida útil máxima, puesto que en particular no hay fricción mutua entre los dos elementos. En particular, por ello se impide que en el perno de unión actúen fuerzas que tienen efecto de tracción o de presión, por ejemplo por una flexión de la hoja de rotor conectada, directamente del perno de unión a la pieza de presión.

15 De acuerdo con una forma de realización, la pieza de montaje exhibe una o varias superficies de acceso de la herramienta para la herramienta de montaje. En otras palabras, se trata de superficies de ajuste para la herramienta de montaje. Éstas sirven para la unión positiva con la correspondiente herramienta.

De acuerdo con una forma de realización, la pieza de montaje exhibe una muesca, que agarra al perno de unión en el estado de montaje pretendido en la sección de montaje con unión positiva.

20 Alternativa o adicionalmente, el perno de unión en la sección de montaje exhibe una muesca, en la cual engrana la pieza de montaje en el estado de montaje pretendido con unión positiva.

Las dos formas de realización mencionadas anteriormente se refieren a una conexión por muesca con unión positiva, entre los dos elementos, perno de unión y pieza de montaje, de modo que mediante la pieza de montaje pueden transferirse al perno de unión mecánicamente con seguridad, las fuerzas para atornillar el perno de unión.

25 De acuerdo con una forma de realización, en el estado de montaje pretendido se inserta al ras la pieza de montaje en el contorno exterior de la pieza de presión. Mediante ello, la pieza de presión y la pieza de montaje forman un perfil exterior consistente. Con ello, puede colocarse una herramienta de montaje en toda la superficie y en gran superficie a la pieza de presión y/o la pieza de montaje con la herramienta de montaje.

30 De acuerdo con una forma de realización es adecuado formar un diseño exterior de la pieza de montaje (es decir, configurado de tal modo) en el estado de montaje pretendido, un hexágono o un contorno exterior hexagonal, que se ajuste a una correspondiente herramienta de montaje. Por ejemplo, la pieza de montaje forma en el estado de montaje, junto con la pieza de presión, la forma hexagonal. Mediante ello pueden usarse herramientas convencionales.

35 De acuerdo con una forma de realización, la sección de montaje del perno de unión exhibe una sección hexagonal. En particular se trata de una sección hexagonal dispuesta en el centro, respecto a la extensión longitudinal del perno de unión. La sección hexagonal permite generar una conexión particularmente usual con unión positiva entre la pieza de montaje y el perno de unión.

De acuerdo con una forma de realización, la pieza de montaje está configurada como chaveta. Mediante ello se genera una denominada conexión de resorte-muesca entre la pieza de montaje y el perno de unión. En particular, la chaveta es un componente corriente que es generado de manera simple y conveniente en costes.

40 De acuerdo con una forma de realización, la pieza de montaje se adhiere magnéticamente, en el estado de montaje pretendido, al perno de unión. Por ejemplo, la pieza de montaje misma está configurada magnéticamente o está dotada con un imán. Mediante ello, en el estado de montaje la pieza de montaje es asegurada al perno de unión. Adicional o alternativamente, la pieza de montaje se adhiere magnéticamente a la pieza de presión.

En el estado de montaje se evita con ello que la pieza de montaje caiga de manera inadvertida de la pieza de presión.

De acuerdo con una forma de realización, la pieza de presión exhibe un medio de centramiento el cual está configurado para centrar la pieza de presión en el estado de montaje pretendido del ensamble, respecto a los dos segmentos de hojas de rotor. El medio de centramiento hace posible que durante el ensamble de los dos segmentos de hoja de rotor, la pieza de presión sea mantenida entre los dos segmentos de hojas de rotor en una posición centrada definida previamente, respecto al perno de unión. Mediante ello se facilita el montaje. El medio de centramiento es, por ejemplo, un medio de centramiento aplicado en la pieza de presión o a la pieza de presión o formado por ella, por ejemplo, un anillo de centramiento. El medio de centramiento centra la pieza de presión respecto a los elementos de conexión mencionados o en general a una perforación correspondiente en el segmento de hoja de rotor. El medio de centramiento está aplanado, por ejemplo, en un extremo orientado hacia el segmento de hoja de rotor o exhibe un estrechamiento que es conveniente para promover el engranaje en el correspondiente elemento de conexión o perforación. El anillo de centramiento transfiere la fuerza transversal (perpendicularmente al eje longitudinal del perno), que es aplicada cuando se aprietan los tornillos con el dispositivo para apretar, sobre la pieza de presión.

De acuerdo con una forma de realización, la pieza de montaje exhibe un dispositivo de prevención de pérdida, por ejemplo, la pieza de montaje está conectada mediante el dispositivo de prevención de pérdida con la pieza de presión o la herramienta de montaje, de modo que no se pierde durante el retiro de la pieza de montaje después del montaje.

De acuerdo con una forma de realización se suministran dos o más piezas de montaje por pieza de presión, en donde la pieza de presión exhibe de manera correspondiente dos o más nichos correspondientes.

En particular, los nichos o piezas de montaje están distribuidos de manera uniforme en el contorno de la pieza de presión.

Mediante ello puede colocarse la herramienta de montaje de modo particularmente seguro y en cualquier situación de ensamble y montaje, en la pieza de presión y la pieza de montaje. Además, se contribuye a una transferencia de fuerzas distribuida de un modo particularmente homogéneo en el contorno, a la pieza de montaje y con ello al perno de unión.

Para una multiplicidad de piezas de montaje o nichos son válidas de manera análoga las realizaciones anteriores respecto a una pieza de montaje o un nicho.

De acuerdo con un segundo aspecto, se divulga un procedimiento para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de planta de energía eólica. El primer segmento de hoja de rotor exhibe en un primer extremo de conexión una multiplicidad de primeros elementos de conexión, que exhiben en cada caso una primera rosca interna. El segundo segmento de hoja de rotor exhibe en un segundo extremo de conexión asignado al primer extremo de conexión, una multiplicidad de segundos elementos de conexión, que en cada caso exhiben una segunda rosca interna. El procedimiento exhibe las siguientes etapas:

suministro de un ensamble de acuerdo con el primer aspecto,

atornillamiento parcial del perno de unión en una primera rosca interna del primer elemento de conexión del primer extremo de conexión, de modo que el perno de unión sobresale el primer extremo de conexión,

aplicación de la pieza de presión al perno de unión,

introducción del segundo extremo de conexión del segundo segmento de hoja de rotor en el primer extremo de conexión del primer segmento de hoja de rotor,

introducción atornillando parcialmente el perno de unión en la correspondiente segunda rosca interna del segundo elemento de conexión del segundo extremo de conexión y arreglo de la pieza de presión, de modo que el nicho está en el sector de la sección de montaje del perno de unión,

introducción de la pieza de montaje en el nicho de la pieza de presión, de modo que la pieza de montaje está conectada en la sección de montaje, tanto con unión positiva con el perno de unión como también con unión positiva con la pieza de presión,

colocación de una herramienta de montaje en la pieza de montaje y/o la pieza de presión y atornillamiento fijo del correspondiente perno de unión, y

retiro de la pieza de montaje del nicho de la correspondiente pieza de presión.

El procedimiento hace posible esencialmente las ventajas y funciones mencionadas anteriormente. El procedimiento puede ser perfeccionado de manera correspondiente en las formas de realización mencionadas anteriormente del ensamble. En particular pueden suministrarse varios ensambles por conexión de perno, como se describió anteriormente. Al respecto, no es necesario que para cada conexión, mediante un perno de unión se suministre una pieza de montaje separada. Más bien, debido al montaje de las piezas de montaje, que puede soltarse, en los nichos de las piezas de presión, es posible usar una pieza de montaje para varios atornillamientos, como ya se mencionó anteriormente.

Otras ventajas, rasgos y perfeccionamientos surgen como resultado de los siguientes ejemplos de realización, ilustrados en asocio con las figuras. A los elementos iguales, del mismo tipo o con el mismo efecto se les dan los mismos signos de referencia.

5 Las figuras muestran:

La Figura 1, una representación esquemática de una unidad de energía eólica,

la Figura 2, una representación esquemática de una hoja de rotor dividida, con dos segmentos de hojas de rotor,

la Figura 3, una representación esquemática de corte de principio de una conexión con pernos de dos segmentos de hoja de rotor de una hoja de rotor de acuerdo con el estado de la técnica,

10 las Figuras 4 a 8, diferentes vistas de un ensamble para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención,

la Figura 9, un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención,

15 las Figuras 10 a 14, vistas esquemáticas de un ensamble para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de acuerdo con otro ejemplo de realización de la invención, y

la Figura 15, una vista esquemática de un ensamble para la conexión de dos segmentos de hoja de rotor de acuerdo con otro ejemplo de realización de la invención.

20 La Figura 1 muestra una representación esquemática de una unidad 100 de energía eólica. La unidad 100 de energía eólica exhibe una torre 102. La torre 102 está fija mediante un cimiento 104 a una base. En un extremo de la torre 102 opuesto al cimiento se monta una góndola 106 que puede girar. La góndola 106 exhibe, por ejemplo, un generador que está acoplado mediante un asta de rotor (no mostrada) con un rotor 108. El rotor 108 exhibe una o varias hojas 110 de rotor (de unidades de energía eólica), que están dispuestas en un buje 112 de rotor.

25 El rotor 108 es puesto en rotación durante la operación, por una corriente de aire, por ejemplo, viento. Este movimiento de rotación es transferido mediante el asta del rotor y, dado el caso, un engranaje, al generador. El generador convierte la energía cinética del rotor 108 en energía eléctrica.

30 La Figura 2 muestra un ejemplar de hoja 110 de rotor de planta de energía eólica. La hoja 110 de rotor tiene la forma de una hoja convencional de rotor y tiene un sector 114 de raíz de hoja de rotor, que está orientado hacia el buje 112. El sector 114 de raíz de hoja de rotor tiene típicamente una sección transversal esencialmente circular. Al sector 114 de raíz de hoja de rotor siguen un sector 116 de transferencia y un sector 118 de perfil de la hoja 110 de rotor. La hoja 110 de rotor tiene respecto a una dirección 120 longitudinal de extensión (también, dirección principal de extensión) un lado 122 de presión y un lado 124 opuesto de succión. La hoja 110 de rotor tiene configuración esencialmente hueca en el interior.

35 En el sector 114 de raíz de hoja de rotor se suministra un extremo 126 de conexión de hoja de rotor con una conexión 128 de brida, mediante la cual la hoja 110 de rotor está conectada mecánicamente con un cojinete de pala o un extensor.

40 La hoja 110 de rotor exhibe un sitio 130 de división, en el cual están conectados un segmento 132 de hoja de rotor lateral de raíz de la hoja y un segmento 134 de hoja de rotor lateral de punta de la hoja. Para ello, ambos segmentos 132, 134 exhiben en cada caso un sector 136, 138 de conexión de segmento (también extremos de conexión). La hoja 110 de rotor es con ello una hoja de rotor dividida, como se describió al principio. cada extremo 136, 138 de conexión exhibe una multiplicidad de estuches 140, 142 de cojinete, que están dispuestos a continuación del perfil y que exhiben rosca interna para el alojamiento de pernos, también denominados pernos de cojinete o pernos de unión. Por ejemplo, los primeros estuches 140 de cojinete exhiben roscas izquierdas (primera rosca interna) y los segundos estuches 142 de cojinete exhiben roscas derechas (segunda rosca interna) o a la inversa. Un extremo 136, 138 de conexión es realizado, por ejemplo, como un depositante de brida, que es introducido como parte de introducción en una forma de manufactura para la fabricación de la hoja 110 de rotor. Sin embargo, también es imaginable que no se suministre ningún depositante de brida y los estuches de cojinete sean incorporados y laminados directamente en la semiconcha de hoja de rotor. los estuches de cojinete son, por ejemplo, estuches de acero.

45 A continuación se describe con más exactitud la conexión de los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor, en donde esto es ilustrado ejemplarmente mediante una conexión individual de pernos.

50 La Figura 3 muestra una vista esquemática en corte en un sector parcial de dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor conectados al sitio 130 de división, en donde se representa una conexión 148 individual de pernos. El primer extremo 136 de conexión del primer segmento 132 de hoja de rotor exhibe una multiplicidad de primeros estuches 140 de cojinete, como se describió al principio. El segundo extremo 138 de conexión del segundo segmento 134 de hoja de rotor exhibe una multiplicidad de segundos estuches 142 de cojinete. En cada caso en un par de primero y segundo

## ES 2 946 911 T3

estuches 140, 142 de cojinete dispuestos en alineación mutua se atornilla un perno 146 de unión, el cual conecta de modo mecánico fijamente los dos extremos 136, 138 de conexión y con ello los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor. Adicionalmente, entre los dos extremos 136, 138 de conexión se aprieta una pieza 144 de presión por cada conexión 148 de pernos.

- 5 Las Figuras 4 a 8 representan un ejemplo de realización de un ensamble 150 para una conexión 148 de pernos, para conectar los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.

Como se ve mediante la representación en explosión de la Figura 4, el ensamble 150 comprende un perno 146 de unión, una pieza 144 de presión así como dos piezas 152 de montaje.

- 10 El perno 146 de unión exhibe un eje 154 longitudinal (central). El perno 146 de unión exhibe en cada caso una rosca 156 exterior en extremos opuestos respecto al eje 154 longitudinal. Las dos roscas 156 exteriores están configuradas de modo diferente de forma correspondiente a las roscas internas de los estuches 140, 142 de cojinete, por ejemplo, en donde una rosca 156 exterior es una rosca derecha y la otra rosca 156 exterior es una rosca izquierda. El perno 146 de unión exhibe a lo largo del eje 154 longitudinal una sección 158 de montaje, que en el ejemplo de realización está dispuesta por ejemplo en el centro respecto a los dos extremos. En la sección 158 de montaje el perno 146 de unión exhibe un hexágono 160 o el perno 146 de unión tiene diseño hexagonal. La sección 158 de montaje es el sector en el cual se transfieren fuerzas de tornillo al perno 146 de unión.

- 15 La pieza 144 de presión tiene diseño de estuche cilíndrico y es fabricada a partir de un producto semiterminado tubular simple. La pieza 144 de presión exhibe un eje 145 longitudinal (central) así como una perforación 162 pasante (en general abertura). La perforación 162 está diseñada de modo que un diámetro mínimo de abertura siempre es mayor que un diámetro exterior máximo del perno 146 de unión, al menos en el sector de la sección 158 de montaje. La pieza 144 de presión está configurada de modo que puede ser empujada sobre el perno 146 de unión. La pieza 144 de presión exhibe dos nichos 164 distribuidos homogéneamente sobre la periferia.

- 20 Las dos piezas 152 de montaje están configuradas de modo que estas pueden ser introducidas con unión positiva en cada caso en un nicho 164, de modo que pueden soltarse, de manera que está presente solamente un grado de libertad en dirección radial respecto al eje 154 longitudinal. Las piezas 152 de montaje pueden ser retiradas nuevamente de los nichos 164. Cada pieza de montaje 152 está configurada, en el estado usado, para llegar a una unión positiva con el perno 146 de unión. Para ello, la pieza 152 de montaje, en el lado orientado hacia el perno 146 de unión, está dotada con una muesca 166, que puede engranar con unión positiva en el hexágono 160 del perno 146 de unión. Las piezas 152 de montaje sirven para la colocación de una herramienta de montaje para atornillar el perno 146 de unión, como se ilustra a continuación.

- 25 La Figura 5 muestra un estado de montaje pretendido del ensamble 150 para conectar los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor (por razones de claridad, no representados). La pieza 144 de presión es deslizada sobre el perno 146 de unión, de modo que la sección 158 de montaje del perno 146 de unión está en el sector de los nichos 164. Las dos piezas 152 de montaje son introducidas en los nichos 164, de modo que se presentan las uniones positivas descritas anteriormente respecto a la pieza 144 de presión por un lado, y respecto al perno 146 de unión por otro lado.

- 30 La Figura 6 muestra esquemáticamente un corte transversal a lo largo de un plano 168 de corte (véase la Figura 5) en el estado de montaje pretendido del ensamble 150. Las muescas 166 de las piezas 152 de montaje agarran con unión positiva superficies 170 de ajuste del hexágono 160 del perno 146 de unión. Las piezas 152 de montaje están configuradas en sí mismas de modo hexagonal en sus lados exteriores y exhiben en cada caso dos superficies 172 de acceso de la herramienta que se extienden de modo correspondiente formando mutuamente un ángulo.

- 35 Para atornillar el perno 146 de unión se coloca ahora una correspondiente herramienta de montaje, por ejemplo una herramienta hidráulica de sujeción, en las superficies 172 de acceso de la herramienta en el estado de montaje mostrado. Para ello, la herramienta de montaje agarra en particular las piezas 152 de montaje con unión positiva, de modo que las piezas 152 de montaje y con ello la pieza 144 de presión se desplazan rotando alrededor del eje 145 o 154 longitudinal. Mediante la unión positiva de las piezas 152 de montaje con el perno 146 de unión se hace girar este último, y con las roscas 156 externas se atornilla o se tensiona de manera correspondiente en las roscas internas de los estuches 140, 142 de cojinete, de modo que en particular la pieza 144 de presión es tensionada entre los dos segmentos 132, 134 de hojas de rotor.

- 40 La Figura 7 muestra un estado de instalación pretendido del ensamble 150, en el cual los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor están conectados mutuamente de modo fijo (por razones de claridad, no representados). En el estado de instalación se retiran las piezas 152 de montaje nuevamente de los nichos 164 de la pieza 144 de presión y pueden usarse de nuevo para otra conexión 148 de pernos.

- 45 La Figura 8 muestra una vista en corte a lo largo de un plano 168 de corte en el estado de instalación con piezas 152 de montaje que han sido retiradas. Claramente es reconocible que entre el perno 146 de unión y la pieza 144 de presión no existe ningún contacto. Más bien, entre el perno 146 de unión y la pieza 144 de presión está configurada una separación 174 (véase también la Figura 6).

A continuación se describe un procedimiento para la conexión de dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor por medio del ensamble 150, de acuerdo con las Figuras 4 a 8 en asocio con el diagrama de flujo esquemático de acuerdo con la Figura 9.

5 En primera instancia, se encuentra un segmento de hoja de rotor, por ejemplo el primer segmento 132 de hoja de rotor, en una situación de partida.

En un primer paso S1 se suministra el ensamble 150.

10 En un segundo paso S2 se introduce atornillando el perno 146 de unión parcialmente en una primera rosca interna del primer extremo 136 de conexión del primer segmento 132 de hoja de rotor, de modo que el perno 146 de unión sobresale del primer extremo 136 de conexión.

En un siguiente paso S3 se desliza la pieza 144 de presión sobre el perno 146 de unión.

En un siguiente paso S4 se introduce el segundo extremo 138 de conexión del segundo segmento 134 de hoja de rotor en el primer extremo 136 de conexión del primero segmento 132 de hoja de rotor.

15 En un siguiente paso S5 se introduce atornillando el perno 146 de unión parcialmente en una segunda rosca interior del segundo extremo 138 de conexión, correspondiente a la primera rosca interna. Al respecto, la pieza 144 de presión está dispuesta de modo que los nichos 164 están en el sector de la sección 158 de montaje del perno 146 de unión.

En un siguiente paso S6 se introducen las piezas 152 de montaje en los nichos 164, de modo que estos engranan en cada caso con unión positiva con el perno 146 de unión, y también con unión positiva con la pieza 144 de presión.

20 En un siguiente paso S7 se coloca con unión positiva una herramienta de montaje en las piezas 152 de montaje y/o la pieza 144 de presión y se atornillan firmemente o se tensionan como se describió anteriormente el perno 146 de unión y la pieza 144 de presión.

En un siguiente paso S8 se retiran las piezas 152 de montaje de la pieza 144 de presión.

25 Al respecto se indica que para la conexión de los dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor, de manera correspondiente al número de conexiones 148 de perno previstas tiene que ensamblarse parcialmente simultáneamente una multiplicidad de pernos 146 de unión y piezas 144 de presión. Esto significa que en particular tiene que completarse el atornillamiento parcial del perno 146 de unión en los extremos 136, 138 de conexión y el desplazamiento de las piezas 144 de presión, antes de atornillar finalmente de modo fijo el perno 146 de unión. En consecuencia, es necesaria una multiplicidad de ensambles 150, en donde no necesariamente se requiere una correspondiente multiplicidad de piezas 152 de montaje puesto que, como se describió, estas pueden ser ensambladas de modo que pueden soltarse,  
30 por ello pueden utilizarse de nuevo.

En este sitio se menciona que las realizaciones anteriores son válidas igualmente también para una hoja de rotor dividida con dos o más sitios 130 de división. Una hoja de rotor dividida así exhibiría tres o más segmentos de hoja de rotor, que de modo análogo pueden estar conectadas en forma correspondiente a la descripción anterior.

35 Las Figuras 10 y 11 muestran un segundo ejemplo de realización de un ensamble 150 para la conexión de dos segmentos 132, 134 de hoja de rotor en una vista de explosión. El ensamble 150 es esencialmente igual al ensamble descrito de acuerdo con las Figuras 4 a 8. A diferencia del primer ejemplo de realización, tanto la pieza 144 de presión misma, como también las piezas 152 de montaje están diseñadas con forma hexagonal. Adicionalmente, la pieza 144 de presión y la pieza 152 de montaje están configuradas respecto a su forma exterior, de modo que las piezas 152 de montaje son alojadas en el estado de montaje a ras de la superficie en los nichos 164 (véase el estado de montaje pretendido de acuerdo con la Figura 11). La pieza 144 de presión y las piezas 152 de montaje forma con ello un contorno exterior común, en donde las piezas 152 de montaje en particular no sobresalen (en dirección radial respecto al eje 145 longitudinal) más allá de las dimensiones exteriores de la pieza 144 de presión.  
40

45 Las Figuras 12 a 14 muestran otro ejemplo de realización de un ensamble 150, que de modo esencialmente análogo corresponde a los ejemplos de realización ya descritos. A diferencia de lo anterior, se realiza una denominada conexión de resorte-muesca con tres piezas 152 de montaje.

La figura 12 muestra una vista superior esquemática sobre el ensamble 150 en el estado de montaje pretendido, en donde no se muestra ningún perno 146 de unión. Se ve una pieza 144 de presión así como una chaveta 176, como pieza de montaje 152.

50 La Figura 13 muestra una vista esquemática en corte longitudinal del ensamble 150 de acuerdo con el plano A-A de corte de la figura 12. La Figura 14 muestra un corte esquemático transversal del ensamble 150 de acuerdo con el plano B-B de corte de la Figura 12. En ambas Figuras 13 y 14 se representa el perno 146 de unión. En el ejemplo de realización mostrado se suministran tres chavetas 176 como piezas 152 de montaje que van a ser ensambladas, de modo que pueden soltarse. Las chavetas 176 son introducidas, de modo que pueden soltarse, con unión positiva, en el estado de montaje, distribuidas homogéneamente sobre la periferia de la pieza 144 de presión, en nichos 164

formados de modo correspondiente de la pieza 144 de presión. Las chavetas 176 están conectadas de modo análogo a lo anterior en la sección 158 de montaje, con unión positiva con el perno 146 de unión. Para ello, las chavetas 176 engranan en muescas 166 formadas de modo correspondiente del perno 146 de unión. A diferencia de lo anterior, el perno 146 de unión en la sección 158 de montaje no tiene por ello forma hexagonal.

- 5 Las chavetas 176 exhiben en cada caso una superficie 172 de acceso de la herramienta y están configuradas de manera que puede colocarse una herramienta 180 de montaje hexagonal correspondiente (véase la Figura 14). Con ello, mediante las piezas 152 de montaje, es decir, las chavetas 176, es posible atornillar nuevamente el perno 146. Después de atornillar fijamente y tensionar, las chavetas 176 pueden ser retiradas a su vez, de modo que la pieza 144 de presión es desacoplada mecánicamente de los pernos 146.
- 10 Como se reconoce en virtud de la Figura 13, las piezas 152 de montaje exhiben opcionalmente uno o varios magnetos 178, mediante los cuales se adhieren las piezas 152 de montaje al perno 146 de unión. La fuerza de adherencia es tal que se impide una caída simple de las piezas 152 de montaje desde las piezas 144 de presión, en donde sin embargo se garantiza la capacidad de soltarse de las piezas 152 de montaje por liberación de la fuerza magnética de adherencia.
- 15 Como se reconoce adicionalmente en virtud de la Figura 13, las chavetas 176 exhiben opcionalmente un dispositivo 182 de prevención de pérdida. Por ejemplo, las chavetas 176 están atadas a la herramienta 180 de montaje mediante una conexión de cuerda, de modo que cuando éstas se sueltan de la pieza 144 de presión para otro montaje de otra conexión 148 de pernos, no se pierden o quedan fuera del alcance.
- 20 Como se reconoce además en virtud de la Figura 13, la pieza 144 de presión exhibe opcionalmente un medio de centramiento 184 en forma de un estuche de centramiento o un anillo de centramiento, como se describió al principio.
- 25 La Figura 15 muestra en una vista análoga a la Figura 14 otro ejemplo de realización para un ensamble 150, que corresponde esencialmente al ejemplo de acuerdo con las Figuras 12 a 14. A diferencia, las chavetas 176 exhiben en cada caso dos superficies 172 de acceso de la herramienta dispuestas mutuamente formando un ángulo, que se ajustan a una esquina de una herramienta 180 hexagonal de montaje correspondiente y engrana en ésta para atornillar el perno 146.
- En resumen, los ensambles 150 de los ejemplos de realización descritos tienen en común que se suministran dos o más piezas 152 de montaje que son introducidas en nichos 164 de una pieza 144 de presión, de modo que se genera tanto una conexión con unión positiva a la pieza 144 de presión, como también al perno 146 de unión. Las piezas 152 de montaje son ensambladas, de modo que puede soltarse, se dejan retirar fácilmente de nuevo de los nichos 164.
- 30 Para todos los ejemplos de realización descritos es válido que en ejemplos de realización alternativos, se suministran en cada caso también más o menos piezas 152 de montaje y correspondientes nichos 164. También se menciona que son imaginables otras formas de moldeo para el perno 146 de unión en la sección 185 de montaje, las piezas 144 de presión y/o las piezas 152 de montaje, en tanto sean posibles correspondientes uniones positivas que garanticen el montaje y funcionalidades descritos. Además, se menciona que todos los rasgos de los ensambles 150 descritos,
- 35 pueden ser combinados de acuerdo con los ejemplos de realización. Por ejemplo, también son imaginables magnetos para las piezas 152 de montaje de los ejemplos de realización de acuerdo con las Figuras 1 a 8, 10 y 11.

Lista de signos de referencia

- 100 unidad de energía eólica
- 102 torre
- 40 104 cimiento
- 106 góndola
- 108 rotor
- 110 hoja de rotor
- 112 buje de rotor
- 45 114 sector de raíz de hoja de rotor
- 116 sector de transferencia
- 118 sector de perfil
- 120 dirección de extensión longitudinal
- 122 lado de presión

- 124 lado de succión
- 126 extremo de conexión de hoja de rotor
- 128 conexión de brida
- 130 sitio de división
- 5 132 primer segmento de hoja de rotor
- 134 segundo segmento de hoja de rotor
- 136 primer extremo de conexión
- 138 segundo extremo de conexión
- 140 primer estuche de cojinete
- 10 142 segundo estuche de cojinete
- 144 pieza de presión
- 145 eje longitudinal de una pieza de presión
- 146 perno de conexión
- 148 conexión de perno
- 15 150 ensamble
- 152 pieza de montaje
- 154 eje longitudinal de un perno de unión
- 156 rosca exterior
- 158 sección de montaje
- 20 160 hexágono
- 162 abertura pasante
- 164 nicho
- 166 muesca
- 168 plano de corte
- 25 170 superficie de ajuste
- 172 superficie de acceso de herramienta
- 174 brecha
- 176 chaveta
- 178 magneto
- 30 180 herramienta de montaje
- 182 dispositivo de prevención de pérdida
- 184 agente de centramiento
- A-A plano de corte
- B-B plano de corte
- 35 S1 a S8 pasos

## REIVINDICACIONES

1. Ensamble (150) para conectar dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor de una hoja (110) de rotor de planta de energía eólica, que exhibe
  - un perno (146) de unión para atornillar los dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor,
- 5
  - una pieza (144) de presión configurada como estuche, que exhibe un nicho (164) y que en un estado conectado de los dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor está dispuesta entre los segmentos (132, 134) de hoja de rotor, y
  - una pieza (152) de montaje para una herramienta (180) de montaje para aplicar una fuerza de tornillo,

en donde el ensamble (150) está configurado de modo que en un estado de montaje pretendido del ensamble (150) para conectar los dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor
- 10
  - el perno (146) de unión pasa a través de la pieza (144) de presión, de modo que una sección (158) de montaje del perno (146) de unión está dispuesta en el sector del nicho (164) de la pieza (144) de presión, y
  - la pieza (152) de montaje puede utilizarse, de modo que puede soltarse, en el nicho (164) de la pieza (144) de presión, de modo que la pieza (152) de montaje está conectada en la sección (158) de montaje tanto con unión positiva con el perno (146) de unión, como también con unión positiva con la pieza (144) de presión, y
- 15
  - en un estado de instalación pretendido del ensamble (150), la pieza (152) de montaje puede ser retirada de la pieza (144) de presión.
2. Ensamble (150) de acuerdo con la reivindicación 1,
  - en donde en el estado de instalación pretendido del ensamble (150), la pieza (144) de presión y el perno (146) de unión están desacoplados uno de otro.
- 20
  - 3. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la pieza (152) de montaje exhibe una o varias superficies (172) de acceso de la herramienta para la herramienta (180) de montaje.
  - 4. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la pieza (152) de montaje exhibe una muesca (166), que en el estado de montaje pretendido agarra con unión positiva al perno (146) de unión en la sección (158) de montaje.
- 25
  - 5. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde el perno (146) de unión en la sección (158) de montaje exhibe una muesca (166), en la cual en el estado de montaje pretendido engrana con unión positiva la pieza (152) de montaje.
  - 6. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde en el estado de montaje pretendido, se inserta la pieza (152) de montaje de manera precisa en el contorno exterior de la pieza (144) de presión.
- 30
  - 7. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde es adecuado un moldeo exterior de la pieza (152) de montaje para formar un hexágono en el estado de montaje pretendido.
  - 8. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la sección (158) de montaje del perno (146) de unión exhibe una sección (160) hexagonal.
- 35
  - 9. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, 5 o 6, en donde la pieza (152) de montaje está configurada como chaveta (176).
  - 10. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde en el estado de montaje pretendido, la pieza (152) de montaje se adhiere magnéticamente al perno (146) de unión.
- 40
  - 11. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la pieza (144) de presión exhibe un medio (184) de centramiento, el cual está configurado para centrar la pieza (144) de presión en el estado de montaje pretendido del ensamble (150), respecto a los dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor.
  - 12. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la pieza (152) de montaje exhibe un dispositivo (182) de prevención de pérdida.
- 45
  - 13. Ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde se suministran dos o más piezas (152) de montaje y la pieza (144) de presión exhibe de modo correspondiente dos o más nichos (164).
  - 14. Ensamble (150) de acuerdo con la reivindicación 13,
    - en donde los nichos (164) o piezas (152) de montaje están distribuidos homogéneamente en el perímetro de la pieza (144) de presión.

15. Procedimiento para conectar dos segmentos (132, 134) de hoja de rotor de una hoja (110) de rotor de planta de energía eólica, en donde

el primer segmento (132) de hoja de rotor exhibe en un primer extremo (136) de conexión una multiplicidad de primeros elementos (140) de conexión, que en cada caso exhibe una primera rosca interna, y

- 5 el segundo segmento (134) de hoja de rotor exhibe en un segundo extremo (138) de conexión asignado al primer extremo (136) de conexión, una multiplicidad de segundos elementos (142) de conexión, que exhiben en cada caso una segunda rosca interna,

en donde el procedimiento exhibe las etapas de:

suministro de un ensamble (150) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14,

- 10 atornillamiento parcial del perno (146) de unión en una primera rosca (156) interior de un primer elemento (140) de conexión del primer extremo (136) de conexión, de modo que el perno (146) de unión sobresale del primer extremo (136) de conexión,

aplicación de la pieza (144) de presión sobre el perno (146) de unión,

- 15 introducción del segundo extremo (138) de conexión del segundo segmento (134) de hoja de rotor en el primer extremo (136) de conexión del primer segmento (132) de hoja de rotor,

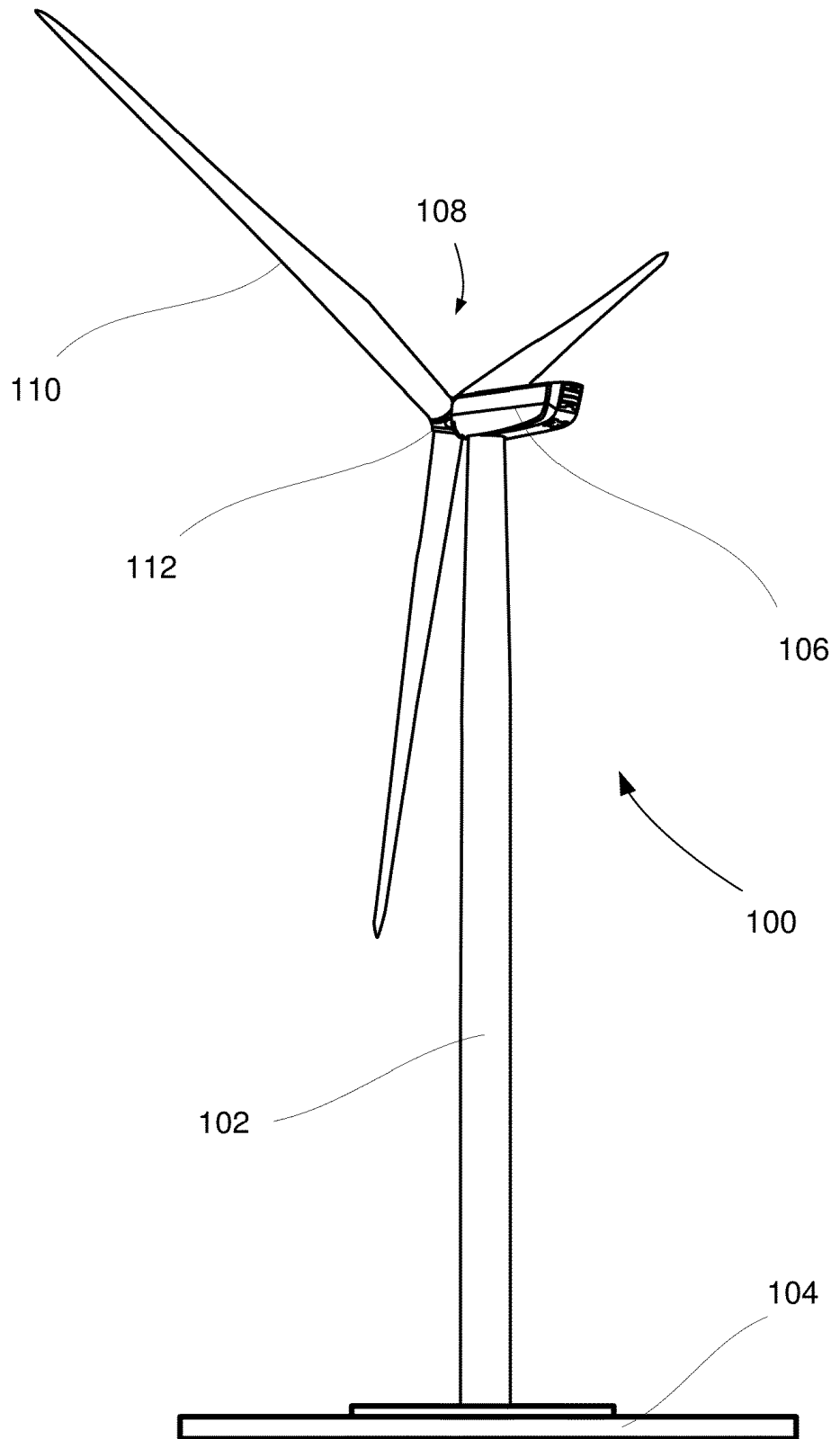
atornillamiento parcial del perno (146) de unión en la correspondiente segunda rosca (158) interna de un segundo elemento (142) de conexión del segundo extremo (138) de conexión y disposición de la pieza (144) de presión, de modo que el nicho (164) está en el sector de la sección (158) de montaje del perno (146) de unión,

- 20 introducción de la pieza (152) de montaje en el nicho (164) de la pieza (144) de presión, de modo que la pieza (152) de montaje está conectada en la sección (158) de montaje tanto con unión positiva con el perno (146) de unión como también con unión positiva con la pieza (144) de presión,

aplicación de una herramienta (180) de montaje a la pieza (152) de montaje y/o la pieza (144) de presión y fijación de correspondiente perno (146) de unión, y

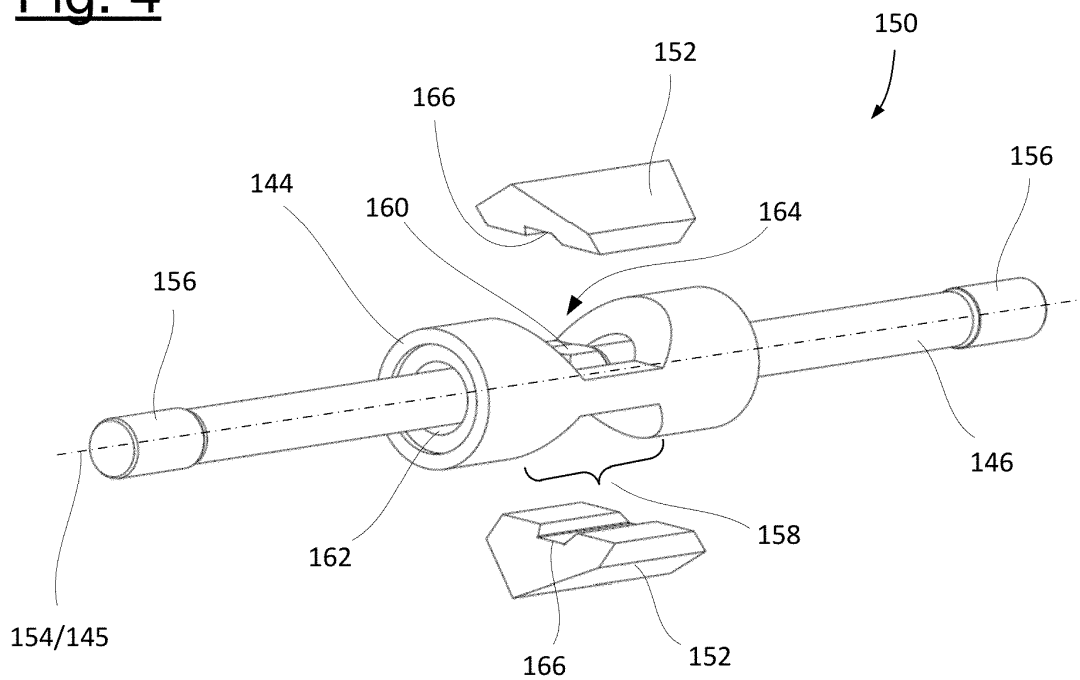
retiro de la pieza (152) de montaje del nicho (164) de la correspondiente pieza (144) de presión.

Fig. 1





**Fig. 4**



**Fig. 5**

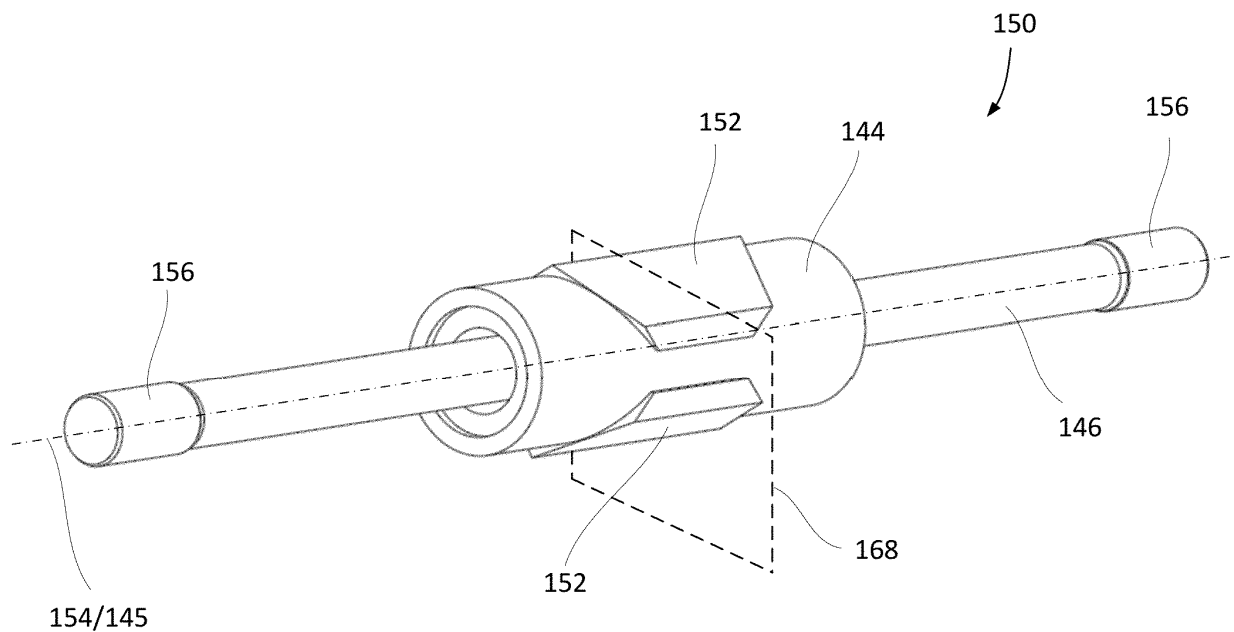


Fig. 6

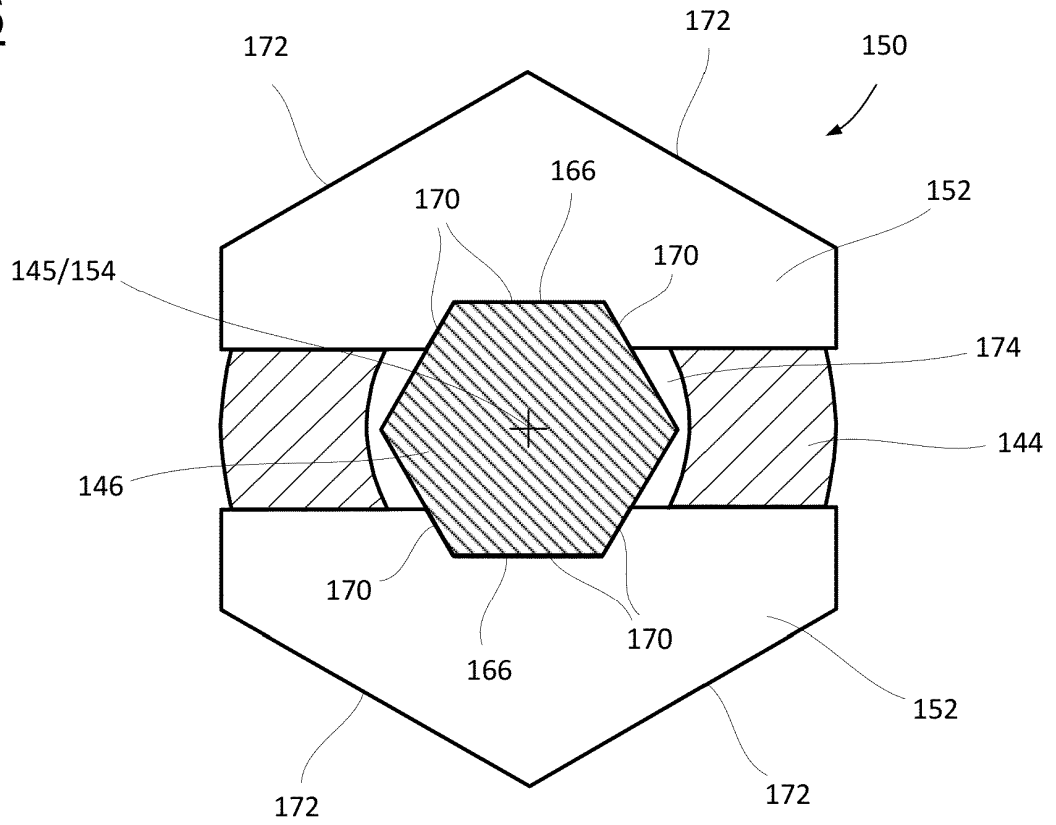


Fig. 7

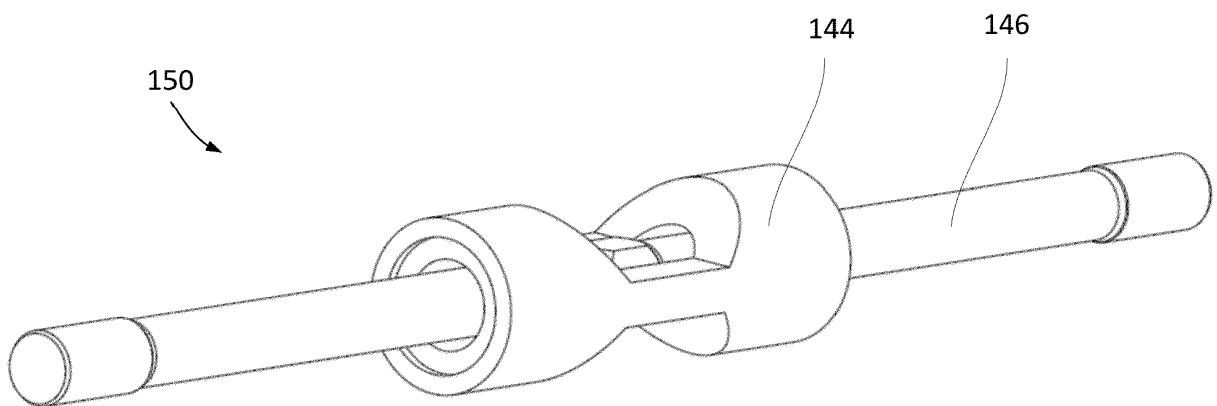


Fig. 8

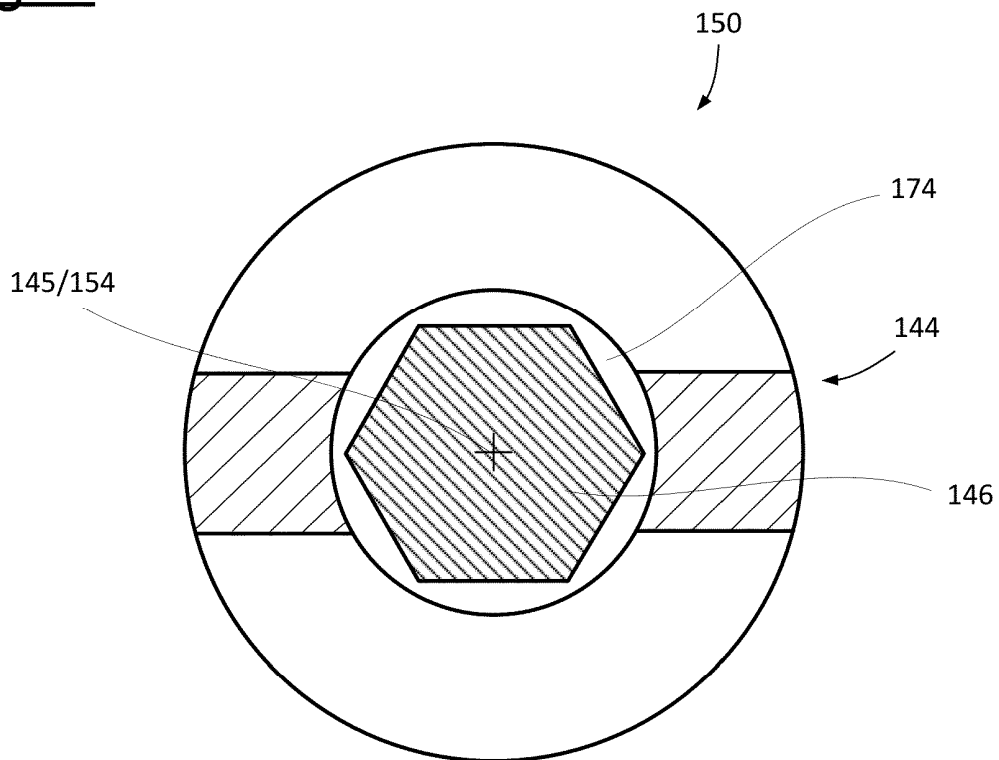


Fig. 9

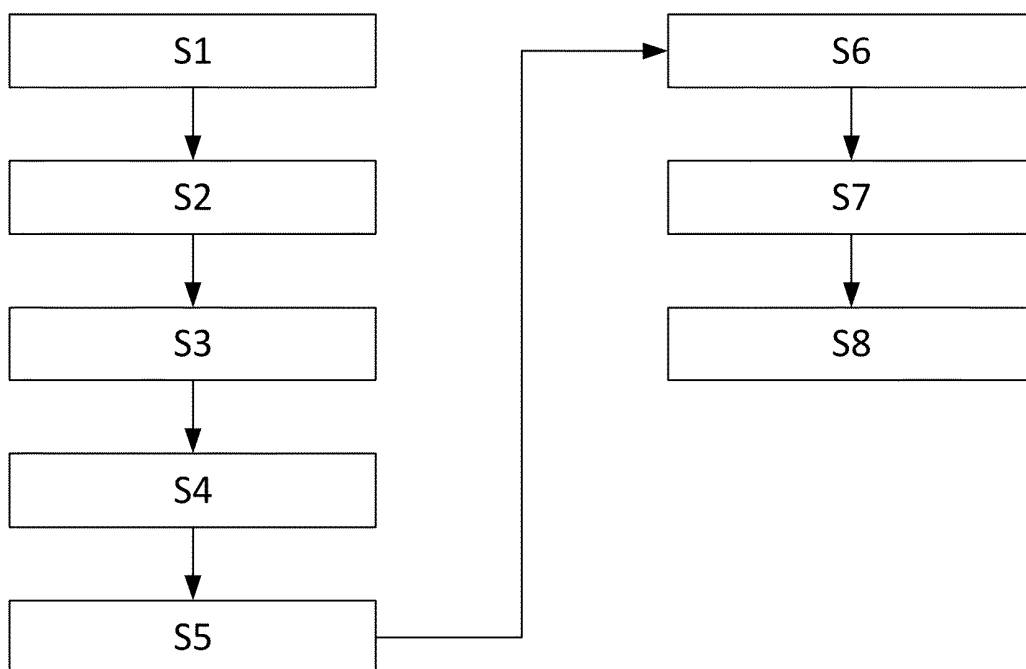


Fig. 10

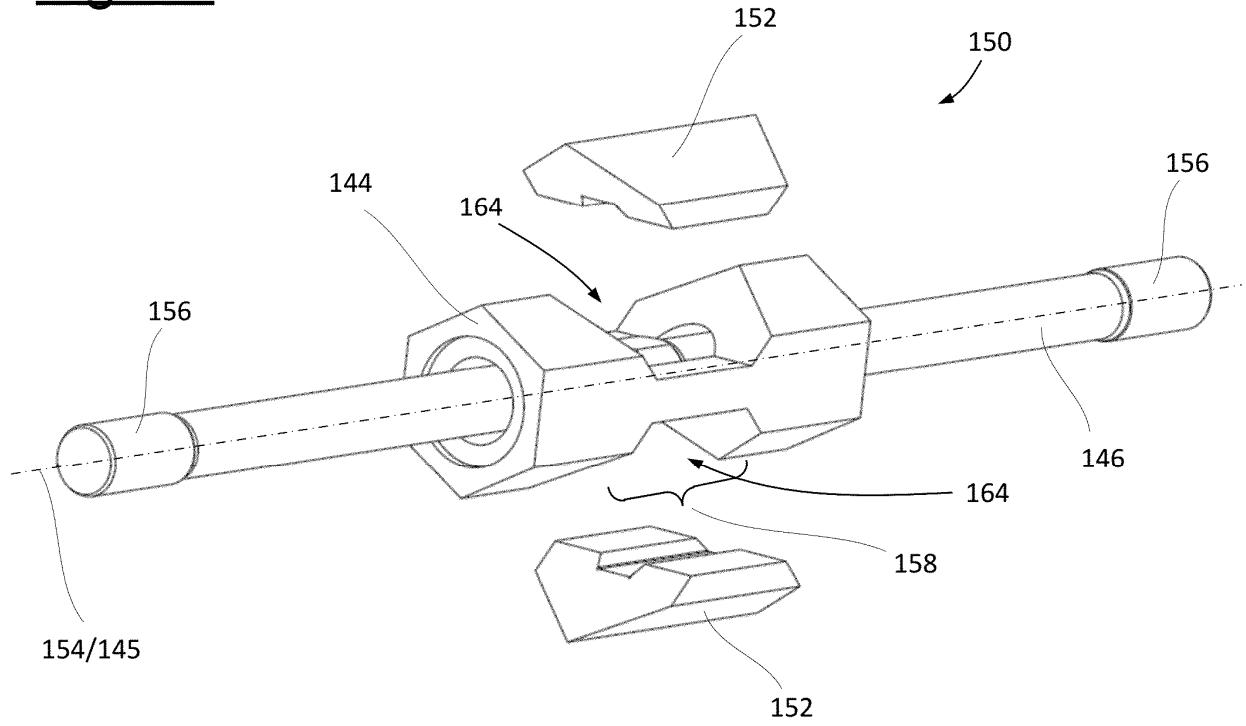


Fig. 11

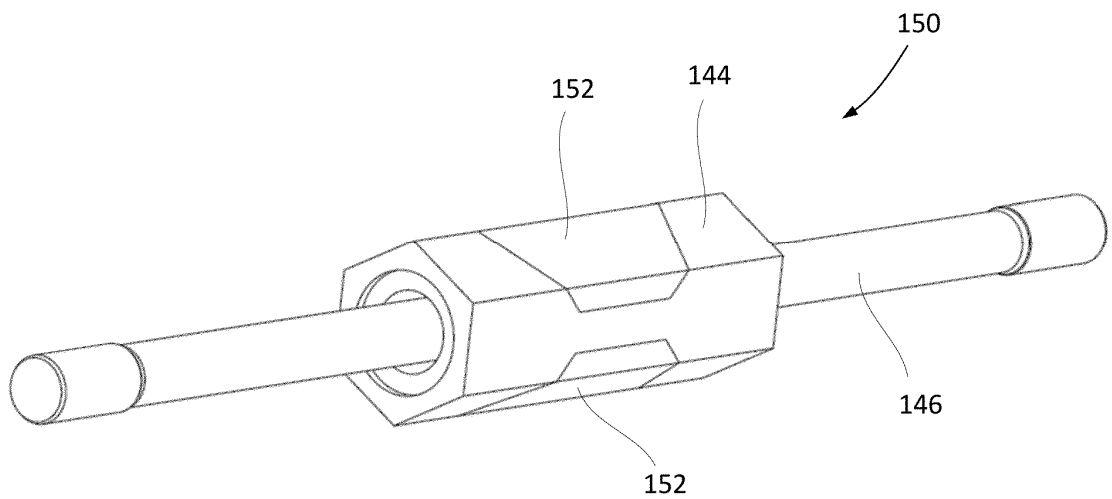


Fig. 12

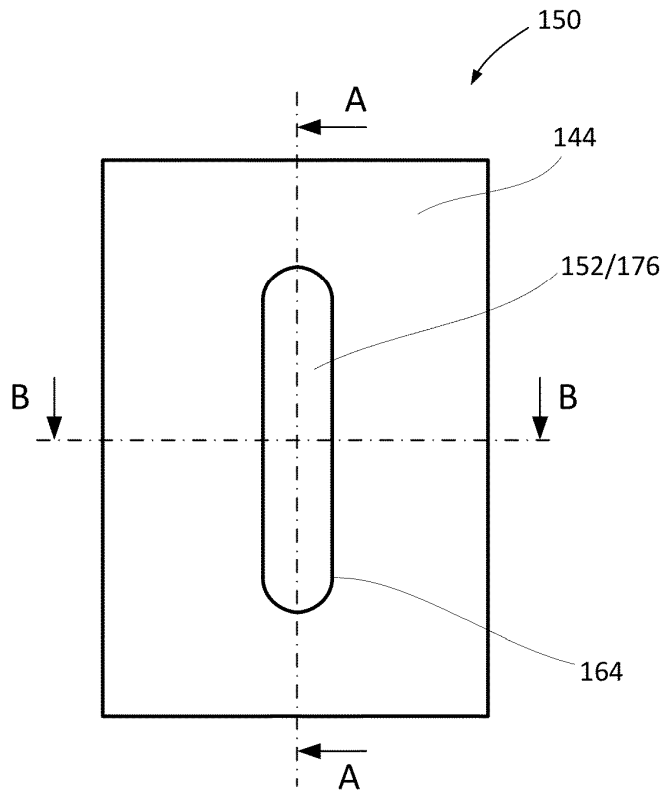


Fig. 13

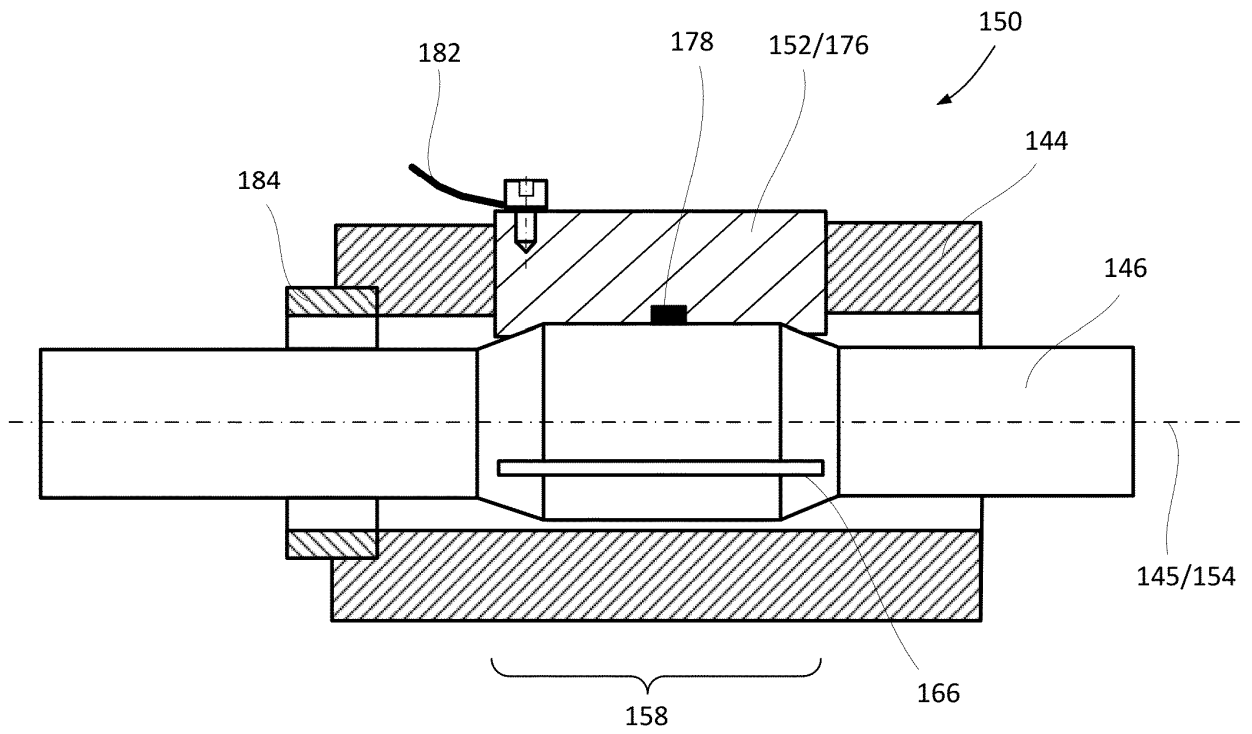


Fig. 14

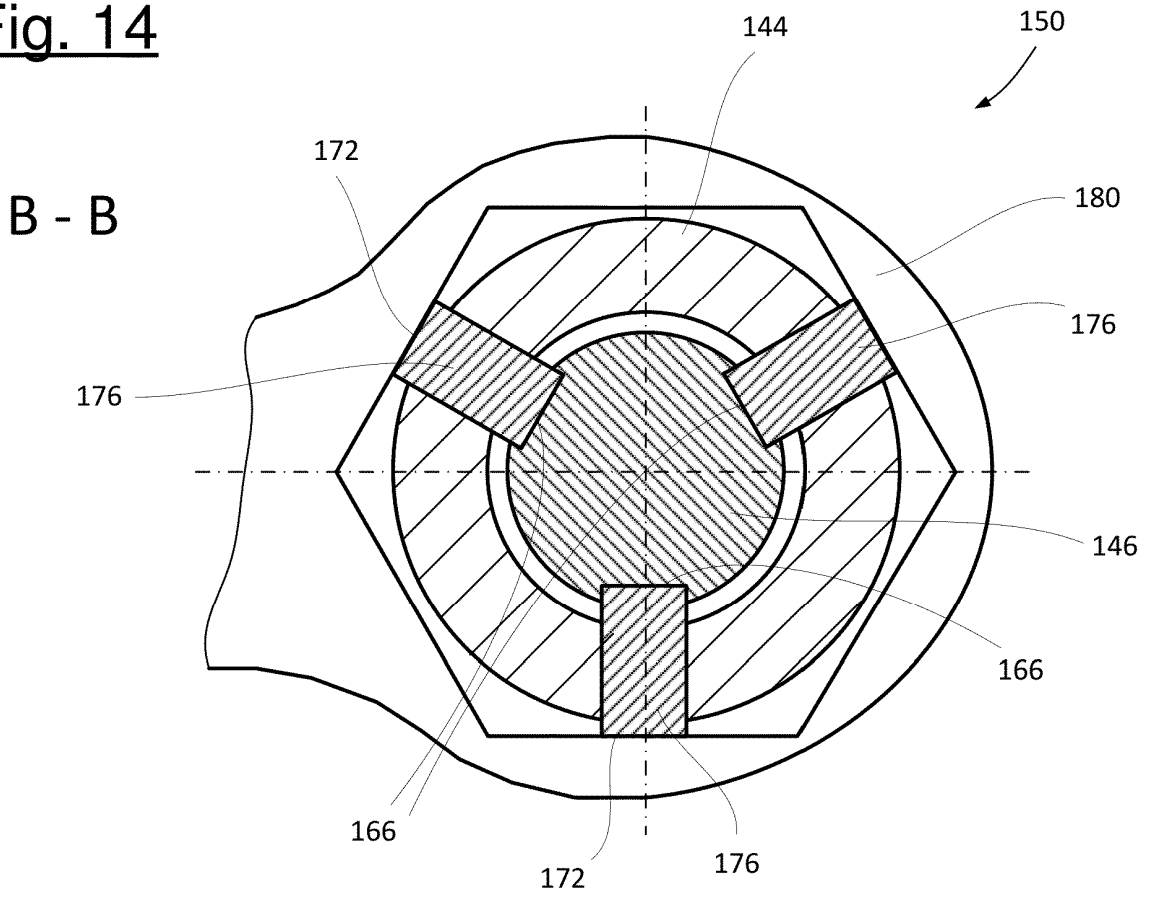


Fig. 15

