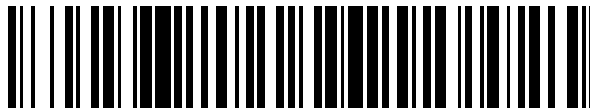


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 446**

51 Int. Cl.:

**F03D 80/00** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2013** **E 13194734 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017** **EP 2878812**

54 Título: **Pala de rotor de aerogenerador para un rotor con cono**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.09.2017**

73 Titular/es:  
**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)**  
**Langenhorner Chaussee 600**  
**22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:  
**LIPKA, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 632 446 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**

Pala de rotor de aerogenerador para un rotor con cono

5 La invención se refiere a una pala de rotor de aerogenerador para el montaje en un buje de rotor que está revestido con un cono que presenta una abertura de pala de rotor.

10 Los bujes de rotor de aerogeneradores presentan por regla general escotaduras especiales, que son adecuadas para pasar piezas o herramientas, para llevar estas en el buje o góndola o intercambiarlas. Para proteger el buje de rotor de influencias ambientales, este puede revestirse con un cono. Un cono es una carcasa que rodea el buje de rotor completa o parcialmente. El cono mejora las propiedades aerodinámicas del rotor y contribuye a una apariencia estética del aerogenerador. Un cono ofrece además la ventaja de que en su interior puede trabajarse también con mal tiempo a gran altura.

15 El cono presenta para cada pala de rotor una abertura de pala de rotor en la que se puede introducir la pala de rotor durante el montaje. Entre cono y pala de rotor se encuentra un paso anular que requiere una hermetización especial para proteger el interior del cono de influencias ambientales. De lo contrario, especialmente agua que corre hacia abajo en la pala de rotor podría penetrar libremente en el interior del cono y dañar los elementos del buje de rotor, por lo general no protegidos especialmente de las influencias ambientales, que se encuentran dentro.

20 El montaje de la pala de rotor en el buje de rotor se efectúa la mayoría de las veces a gran altura y no siempre con viento en calma. Para poder llevar la pala de rotor al buje de rotor, no obstante, de forma segura y libre de daños a través la abertura de pala de rotor en el cono, el paso anular debe presentar una anchura considerable de, por ejemplo, 160 mm aproximadamente. Durante el funcionamiento posterior del aerogenerador se efectúa, además, al modificar la posición del ángulo de ajuste de pala, un movimiento relativo entre la pala de rotor y la abertura de pala de rotor en el cono, que debe tenerse en cuenta durante la hermetización del paso anular.

25 Por el documento CN 201739095 U se ha dado a conocer un perfil de recubrimiento para cubrir el paso anular. Presenta una sección cónica media y dos secciones cilíndricas circulares cortas que se unen a la misma.

30 El perfil de recubrimiento conocido por el documento CN 201326508 Y presenta una sección transversal del mismo tipo, está, sin embargo, subdividida en dos segmentos semicirculares.

35 Por el documento CN 202326034 U se ha dado a conocer un perfil de recubrimiento adicional que está subdividido en dos segmentos semicirculares. En un ejemplo de realización se montan los segmentos solapando uno a otro.

40 Ambos documentos WO 2011/012664 A2 y WO 2011/012683 A2 muestran un recubrimiento del paso anular con dos anillos de revestimiento dispuestos contiguamente. Uno de los anillos de revestimiento está fijado a una carcasa a modo de cono, el otro, a la pala de rotor.

45 Por el documento EP 2 154 361 A1 se ha dado a conocer un aerogenerador en el que interactúan dos perfiles de recubrimiento para el recubrimiento del paso anular. Un primer perfil de recubrimiento es anular y está fijado a la pala de rotor. Presenta una sección cónica que comienza en la pala de rotor y una sección cilíndrica circular que se une a la misma. El extremo libre de la sección cilíndrica circular encaja en una especie de ranura anular que está configurada en un segundo perfil de recubrimiento anular fijado a la abertura de rotor del cono. Con ello se debe evitar que el agua penetre en el paso anular, dando igual si el agua fluye desde el buje o desde la pala de rotor hacia el paso anular.

50 Por el documento US 2010/0135607 A1 se ha dado a conocer una pala de rotor de aerogenerador que está fijada al buje de rotor por un cojinete de pala. Entre un anillo interior y un anillo exterior del cojinete de pala está configurado un paso del que podría salirse un lubricante bajo carga dinámica. Para evitar esto se propone un recubrimiento del paso con un escudo de caucho anular y un cepillo elástico. Escudo de caucho y cepillo están fijados a la pala de rotor.

55 Por el documento CN 201714586 U se ha dado a conocer una pala de rotor de aerogenerador para el montaje en un buje de rotor según el preámbulo de la reivindicación 1. Pueden presentarse dificultades especiales en el montaje de los perfiles de recubrimiento. La superficie de la pala de rotor presenta, dado el caso, irregularidades, de modo que entre el perfil de recubrimiento y la superficie de pala de rotor aparecen paso que deben hermetizarse. Esto se efectúa, por lo general, con una masa de sellado altamente viscosa, la cual, sin embargo, puede utilizarse solo en entorno seco. Se presentan problemas considerables cuando la pala de rotor ya no es cilíndrica circular en la zona de la abertura de pala de rotor del cono, sino que se convierte ya en un perfil aerodinámico de la pala de rotor. Si se montan perfiles de recubrimiento convencionales en tal pala de rotor, se deforman, de modo que su perímetro exterior tampoco es ya redondo, por lo cual ya no está garantizado un recubrimiento óptimo de la abertura de pala de rotor redonda.

65

Partiendo de esto, el objetivo de la invención es poner a disposición una pala de rotor de aerogenerador con un perfil de recubrimiento para cubrir un paso anular, que se debe producir y montar fácilmente y que debe asegurar un recubrimiento suficiente del paso anular, así como un procedimiento para la fabricación de tal pala de rotor de aerogenerador y una herramienta de colocación para el montaje del perfil de recubrimiento.

5 Este objetivo se soluciona mediante la pala de rotor de aerogenerador con las características de la reivindicación 1.

La pala de rotor de aerogenerador está prevista para el montaje en un buje de rotor que está revestido con un cono que presenta una abertura de pala de rotor. La pala de rotor de aerogenerador presenta una sección de fijación para la fijación de la pala de rotor de aerogenerador al buje de rotor y una sección longitudinal que debe disponerse dentro de la abertura de pala de rotor. Para cubrir un paso anular entre la sección longitudinal y la abertura de pala de rotor está fijado un perfil de recubrimiento a la pala de rotor de aerogenerador, que presenta un margen exterior anular circular,

- 15 • presentando el perfil de recubrimiento un margen interior anular circular que presenta una distancia radial desde la pala de rotor de aerogenerador y
- un elemento de recubrimiento anular que está fijado a la pala de rotor de aerogenerador y que salva la distancia radial.

20 En la medida en la que a continuación se utilizan expresiones tales como “axial”, “radial”, “dirección longitudinal”, “dirección periférica” o indicaciones de dirección semejantes, estos se refieren siempre a la unión de pala de la pala de rotor con su sección de fijación en esencia cilíndrica circular. La dirección longitudinal tiene su recorrido partiendo del punto medio de la sección de fijación en dirección perpendicular respecto al plano de la sección de fijación. La dirección radial está en perpendicular a esta dirección longitudinal, la dirección axial, en paralelo respecto a esta.

25 La pala de rotor de aerogenerador puede estar destinada a un aerogenerador con eje de rotor en esencia horizontal, especialmente para el funcionamiento con ángulo de ajuste de pala variable. La sección de fijación se encuentra en la raíz de pala y puede presentar una brida. La sección de fijación puede atornillarse por una multitud de pernos con el buje de rotor. Para ello, la sección de fijación puede presentar perforaciones para el alojamiento de los pernos. La fijación de la sección de fijación al buje de rotor puede efectuarse en un anillo de cojinete de un cojinete de pala, de modo que se pueda modificar la posición del ángulo de ajuste de pala mediante un accionamiento de pala adecuado para esto.

30 La abertura de pala de rotor se encuentra en el cono. El cono puede presentar varias aberturas de pala de rotor según el número de las palas de rotor. Cada abertura de pala de rotor es redonda. La sección longitudinal de la pala de rotor que debe disponerse dentro de la abertura de pala de rotor se encuentra en dirección longitudinal de la pala de rotor en una distancia de la sección de fijación, de modo que la sección de fijación y, con ello, la conexión entre pala de rotor y buje de rotor está dispuesta dentro del cono. En la zona de la sección longitudinal, la sección transversal de la pala de rotor de aerogenerador se desvía de forma más o menos intensa de la sección transversal redonda de la sección de fijación.

35 El perfil de recubrimiento presenta un margen exterior anular circular que está adaptado a la abertura de pala de rotor de modo que se cubre el paso anular entre abertura de pala de rotor y pala de rotor de aerogenerador de la manera prevista. El perfil de recubrimiento tiene un margen interior también anular circular. Especialmente el perfil de recubrimiento puede tener en su totalidad simetría rotacional, lo que simplifica su producción. El perfil de recubrimiento puede estar fabricado con plástico especialmente reforzado con fibra o con materiales metálicos como, por ejemplo, aluminio.

45 El margen interior anular circular presenta una distancia radial desde la pala de rotor de aerogenerador. Esta distancia hace posible fijar el perfil de recubrimiento a la pala de rotor de aerogenerador de la manera prevista, también cuando la sección transversal de la pala de rotor de aerogenerador se desvía de una forma circular perfecta en la zona del perfil de recubrimiento. Tales desviaciones pueden presentarse, por ejemplo, a consecuencia de tolerancias de producción o en refuerzos adicionales en el lado exterior de la pala de rotor de aerogenerador. La distancia radial puede estar configurada por el perímetro total del margen interior o solo en una o varias secciones del mismo. Puede presentar ahí, por ejemplo, un tamaño de 2 mm o más, 5 mm o más o 10 mm o más. El diámetro del margen interior puede ser mayor que un diámetro máximo de la pala de rotor de aerogenerador en la zona del margen interior, especialmente en torno a 2 mm o más, 5 mm o más o 10 mm o más. La distancia radial se salva mediante un elemento de recubrimiento anular que está fijado también a la pala de rotor de aerogenerador.

50 El paso anular entre la abertura de pala de rotor del cono y la pala de rotor de aerogenerador es cubierto completamente por el perfil de recubrimiento y el elemento de recubrimiento. Perfil de recubrimiento y elemento de recubrimiento están ambos fijados indirecta o directamente a la pala de rotor de aerogenerador, de modo que en la modificación de la posición del ángulo de ajuste de pala rotan conjuntamente con la pala de rotor de aerogenerador en torno a su eje longitudinal.

En una configuración, la distancia radial varía en dirección periférica. Este es especialmente el caso cuando la sección longitudinal de la pala de rotor se convierte ya en un perfil aerodinámico y, por lo tanto, no posee ninguna sección transversal exactamente redonda. En este caso, el paso anular presenta también una anchura que varía entre abertura de pala de rotor y sección longitudinal. La distancia entre el margen interior del perfil de recubrimiento y la pala de rotor de aerogenerador es salvada en cada posición periférica por el elemento de recubrimiento.

El elemento de recubrimiento puede estar configurado con una o varias partes del mismo modo que el perfil de recubrimiento. El elemento de recubrimiento puede encontrarse especialmente en el lado del perfil de recubrimiento opuesto a la sección de fijación. La extensión radial del elemento de recubrimiento puede estar seleccionada de modo que no se sobrepasen las dimensiones permitidas de transporte de la pala de rotor, por ejemplo, al no realizarse el diámetro exterior del elemento de recubrimiento mayor que 4,20 m. El elemento de recubrimiento puede estar compuesto de un material elástico y estar configurado, por ejemplo, en forma de una falda de goma. El perfil de recubrimiento puede estar subdividido en dirección periférica en uno o más segmentos. Los segmentos pueden estar unidos uno con otro. En uno o ambos extremos del perfil de recubrimiento o de un segmento del perfil de recubrimiento puede estar configurado un orificio alargado que durante el montaje del perfil de recubrimiento alrededor de la pala de rotor de aerogenerador hace posible una adaptación exacta del perfil de recubrimiento al perímetro de la pala de rotor de aerogenerador. Dos extremos del perfil de recubrimiento o segmentos correspondientes del perfil de recubrimiento unidos uno con otro por orificios alargados pueden estar unidos uno con otro especialmente con ayuda de una orejeta.

La invención hace posible un recubrimiento fácil y con un ajuste perfecto del paso anular entre abertura de pala de rotor en el cono y pala de rotor, especialmente con tales palas de rotor cuya sección longitudinal dispuesta en la abertura de pala de rotor no es circular en la sección transversal. Especialmente, el perfil de recubrimiento y su margen circular exterior mantienen la geometría deseada en cuanto a la abertura de pala de rotor. A este respecto, el perfil de recubrimiento puede emplearse incluso independientemente de la forma exacta de la sección longitudinal porque se pueden compensar tolerancias mediante el elemento de recubrimiento. Esto vale especialmente también cuando se deben emplear diferentes variantes de pala de rotor para un determinado tipo de aerogenerador, por ejemplo, para regiones de viento débil y fuerte.

En una configuración, el perfil de recubrimiento presenta una sección de retención que se extiende desde el margen interior en dirección a la sección de fijación de la pala de rotor. La sección de retención puede extenderse en esencia en dirección axial. Puede estar configurada como brida cilíndrica circular perimetral. Como alternativa, la sección de retención puede estar subdividida en varias secciones o presentar una multitud de orejetas individuales. La sección de retención se encuentra siempre en un lado interior, es decir, en un lado del perfil de recubrimiento dirigido al interior del cono.

La fijación del perfil de recubrimiento por la sección de retención puede, con ello, efectuarse desde el lado interior y los medios de fijación utilizados, así como la propia sección de retención, están protegidos de las influencias ambientales mediante el perfil de recubrimiento.

En una configuración, el perfil de recubrimiento está montado en la pala de rotor de aerogenerador con una multitud de elementos de fijación cuya posición se puede modificar, adaptados a la distancia radial entre perfil de recubrimiento y pala de rotor de aerogenerador. Los elementos de fijación pueden estar unidos con la pala de rotor de aerogenerador y el perfil de recubrimiento de manera discrecional, por ejemplo, mediante encolado o atornillado. Mediante la adaptación de los elementos de fijación a la distancia radial, que varía dado el caso, los elementos de fijación retienen el perfil de recubrimiento en la disposición deseada y hacen en cierto modo de espaciador.

En una configuración, los elementos de fijación presentan respectivamente un tornillo prisionero y un tope que se puede cambiar de posición. El tornillo prisionero puede estar fijado a la pala de rotor de aerogenerador y estar dispuesto con respecto a la pala de rotor de aerogenerador en una dirección radial. Por ejemplo, el tornillo prisionero puede atornillarse en un casquillo roscado en la pala del rotor o adherirse a la pala del rotor. Para adaptar el elemento de fijación a la distancia radial variable, un tope, por ejemplo una tuerca, se puede llevar mediante giro con respecto al tornillo prisionero a la posición deseada. De este modo es posible una adaptación particularmente sencilla del elemento de fijación a la distancia radial respectivamente dada, pudiendo estar configurados todos los elementos de fijación necesarios de manera idéntica.

En una configuración, el elemento de recubrimiento se ajusta al perfil de recubrimiento. Con ello, la interfaz entre elemento de recubrimiento y perfil de recubrimiento se configura de manera estanca de forma fácil. Especialmente el perfil de recubrimiento puede presentar una sección cónica a la que se ajusta un margen del elemento de recubrimiento. El elemento de recubrimiento puede también presentar una sección cónica que no solo puede ajustarse a la sección cónica del perfil de recubrimiento con un margen, sino por su superficie. Se puede prescindir de un sellado adicional de la interfaz entre elemento de recubrimiento y perfil de recubrimiento que debe fabricarse con un alto esfuerzo y someterse a mantenimiento regularmente en ciertas circunstancias.

El objetivo arriba mencionado se soluciona también mediante el procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de aerogenerador con las características de la reivindicación 7. El procedimiento presenta las siguientes

etapas:

- 5 • facilitar una pala de rotor de aerogenerador que esté prevista para el montaje en un buje de rotor, que esté revestido con un cono, que presente una abertura de pala de rotor, y que presente una sección de fijación para la fijación de la pala de rotor de aerogenerador al buje de rotor y una sección longitudinal que debe disponerse dentro de la abertura de pala de rotor,
- facilitar un perfil de recubrimiento para cubrir un paso anular entre la sección longitudinal y la abertura de pala de rotor, presentando el perfil de recubrimiento un margen exterior circular y un margen interior circular,
- 10 • disponer y fijar el perfil de recubrimiento en la pala de rotor de aerogenerador de tal forma que el margen interior presente una distancia radial desde la pala de rotor de aerogenerador y
- disponer y fijar un elemento de recubrimiento en la pala de rotor de aerogenerador de tal forma que el elemento de recubrimiento salve la distancia radial.

15 Se entiende que en principio las etapas de procedimiento se pueden realizar en orden discrecional. Respecto a las características y ventajas del procedimiento se hace referencia a las explicaciones precedentes de la pala de rotor de aerogenerador que se puede fabricar con el procedimiento, que se aplican correspondientemente.

20 El procedimiento facilita la fabricación de la pala de rotor de aerogenerador especialmente dado que la combinación de perfil de recubrimiento y elemento de recubrimiento es adecuada para superar tolerancias en la superficie de la pala de rotor de aerogenerador durante el montaje. Además, el perfil de recubrimiento no debe adaptarse al perfil respectivo de la pala de rotor en la sección longitudinal. Salvar el paso que queda entre perfil de recubrimiento y pala de rotor de aerogenerador con el elemento de recubrimiento resulta especialmente fácil cuando el elemento de recubrimiento es flexible. Así puede, por ejemplo, o encajarse el perfil de recubrimiento en el elemento de recubrimiento para el montaje, o el elemento de recubrimiento después del montaje del perfil de recubrimiento simplemente se bordea. A continuación, el elemento de recubrimiento puede ajustarse estrechamente al perfil de recubrimiento por su superficie. Como alternativa, el elemento de recubrimiento podría realizarse también con una sección transversal rectangular de material flexible, de modo que durante el montaje del perfil de recubrimiento se comprima en el paso de tal forma que este esté cerrado de forma estanca.

30 En una configuración, el procedimiento presenta las siguientes etapas adicionales:

- fijar una multitud de elementos de fijación, que presentan espaciadores regulables, a la pala de rotor de aerogenerador,
- adaptar los espaciadores a la distancia radial entre perfil de recubrimiento y pala de rotor de aerogenerador.

35 Mediante estas etapas adicionales, que pueden realizarse también en orden discrecional, se simplifica adicionalmente el montaje del perfil de recubrimiento en la disposición deseada, especialmente cuando los elementos de fijación se adaptan con los espaciadores ya antes de la fijación del perfil de recubrimiento a la distancia radial. Independientemente del orden de la realización de las etapas individuales, los espaciadores ajustados a la medida correcta proporcionan una retención segura del perfil de recubrimiento en la disposición deseada.

Los espaciadores pueden adaptarse también a una distancia radial que varía, por ejemplo, cuando la pala de rotor de aerogenerador en la sección longitudinal se convierte ya en un perfil aerodinámico.

45 En una configuración se alinea y/o fija en la pala de rotor de aerogenerador una herramienta de colocación en la sección de fijación. Mediante la herramienta de colocación se simplifica sustancialmente la disposición y fijación de los elementos de fijación y/o espaciadores en la posición deseada. También es posible utilizar la herramienta de colocación para la disposición del elemento de recubrimiento en la posición prevista.

50 En una configuración se coloca uno de los elementos de fijación en la pala de rotor de aerogenerador con la herramienta de colocación y/o se adapta uno de los espaciadores a la distancia radial entre perfil de recubrimiento y pala de rotor de aerogenerador. La herramienta de colocación predetermina indirecta o directamente la posición de montaje de los elementos de fijación y/o espaciadores. Los espaciadores pueden estar configurados especialmente como topes regulables, la distancia puede salvarse también, sin embargo, de otra forma, por ejemplo, mediante una

55 capa de adhesivo.

En una configuración se inserta el elemento de fijación en un alojamiento de la herramienta de colocación después del montaje de la herramienta de colocación en la sección de fijación. Esto hace posible llevar el elemento de fijación hasta la pala de rotor de aerogenerador exactamente en la posición prevista. Especialmente puede insertarse en dirección radial en un alojamiento de la herramienta de colocación y llevarse hasta una superficie de la pala de rotor de aerogenerador y pegarse a esta. Así se obtiene de forma especialmente fácil una disposición exacta del perfil de recubrimiento.

65 En una configuración, el elemento de recubrimiento se fija a la pala de rotor de aerogenerador antes de un transporte de la pala de rotor de aerogenerador a un lugar de instalación del aerogenerador y el perfil de

recubrimiento, después. Igualmente ya antes del transporte de la pala de rotor de aerogenerador se pueden montar los elementos de fijación o espaciadores mencionados para el perfil de recubrimiento. Entonces es especialmente fácil montar el perfil de recubrimiento en el lugar de instalación del aerogenerador en la disposición deseada y, dado el caso, solo después de la fijación de la pala de rotor de aerogenerador al buje de rotor, porque la disposición correcta del perfil de recubrimiento se simplifica considerablemente mediante el elemento de recubrimiento montado previamente, al cual se puede ajustar el perfil de recubrimiento, y/o mediante los elementos de fijación o espaciadores montados previamente en la posición correcta. En una realización preferida se necesita solo una llave inglesa, una persona y ninguna herramienta de medición. Gracias a la fácil hermetización con el elemento de recubrimiento tampoco es necesaria ninguna hermetización convencional con masa de sellado líquida altamente viscosa, con ello, todos los trabajos se pueden realizar también con tiempo húmedo y lluvioso. Al mismo tiempo, no es preciso un transporte de la pala de rotor de aerogenerador con perfil de recubrimiento ya montado, de modo que las dimensiones de la pala de rotor de aerogenerador que se debe transportar no aumentan considerablemente.

El objetivo arriba mencionado se soluciona también mediante una herramienta de colocación para el montaje de un elemento de fijación para la fijación de un perfil de recubrimiento a una pala de rotor de aerogenerador, especialmente con un procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 12. La pala de rotor de aerogenerador presenta una sección de fijación para la fijación a un buje de rotor y la herramienta de colocación comprende lo siguiente:

- un dispositivo de retención que está equipado para el montaje en la sección de fijación en una posición predeterminada en relación con la sección de fijación y
- un dispositivo de colocación para la colocación del elemento de fijación en una disposición predeterminada en relación con la pala de rotor de aerogenerador y/o para la adaptación de un espaciador de un elemento de fijación a una distancia radial entre el perfil de recubrimiento y la pala de rotor de aerogenerador.

Respecto a las características y ventajas de la herramienta de colocación se hace referencia a las explicaciones precedentes de la pala de rotor de aerogenerador y del procedimiento respecto a su fabricación, que se aplican correspondientemente.

La herramienta de colocación simplifica la disposición del elemento de fijación y/o la adaptación del espaciador en la posición de montaje prevista y presenta, para ello, un dispositivo de retención y un dispositivo de colocación. El dispositivo de retención está equipado para la fijación a la sección de fijación de la pala de rotor, de modo que la herramienta de colocación puede fijarse fácilmente en una posición determinada previamente en relación con la pala de rotor. El dispositivo de colocación simplifica la colocación del elemento de fijación y/o espaciador, al interactuar con el elemento de fijación o el espaciador de forma adecuada, especialmente con ayuda de un tope, una marca o un alojamiento.

Después de la colocación correspondiente del elemento de fijación en el dispositivo de colocación se encuentra el elemento de fijación automáticamente en la posición de montaje prevista en relación con la pala de rotor de aerogenerador. Para esto no son precisas etapas complejas de medición o ajuste.

En una configuración, el dispositivo de retención presenta al menos una perforación que se puede poner sobre un perno de fijación anclado en una sección de fijación. Por ejemplo, el dispositivo de retención puede ser en forma de placa con dos perforaciones de este tipo, de modo que se pueden fijar fácilmente a la sección de fijación en una posición determinada previamente de forma exacta. En una sección de fijación cilíndrica circular, esto es posible en diferentes "posiciones de giro", de modo que el dispositivo de colocación puede utilizarse en varias posiciones. El dispositivo de retención siempre se encuentra después del montaje en la sección de fijación en una posición longitudinal determinada previamente de forma exacta y a una distancia respecto a un eje longitudinal de la pala de rotor de aerogenerador determinada previamente de forma exacta.

En una configuración, el dispositivo de colocación presenta un adaptador con un alojamiento para el elemento de fijación. El adaptador puede estar configurado también de modo que pueda alojar un elemento de fijación con un espaciador montado previamente en él. El adaptador se puede fijar de forma separable al dispositivo de colocación, especialmente con el dispositivo de retención fijado a la sección de fijación. Especialmente se puede llevar el elemento de fijación y/o el adaptador retenido en el alojamiento en dirección radial hasta la pala de rotor de aerogenerador. En principio, el elemento de fijación puede insertarse también directamente en una abertura correspondiente del dispositivo de colocación. La utilización de un adaptador puede, sin embargo, simplificar la disposición del elemento de fijación. Al mismo tiempo, la herramienta de colocación se puede retirar de la pala de rotor de aerogenerador de forma especialmente fácil después de que el elemento de fijación se fije a la pala de rotor de aerogenerador. Para ello, el adaptador se puede quedar en el elemento de fijación en un primer momento, mientras el dispositivo de colocación se separa del adaptador. Después de retirar el dispositivo de colocación de la pala de rotor de aerogenerador, puede soltarse entonces el adaptador del elemento de fijación.

En una configuración, la disposición del dispositivo de colocación es ajustable en relación con el dispositivo de retención. Por ejemplo, puede modificarse la posición del dispositivo de colocación en dirección radial y/o axial en relación con el dispositivo de retención y fijarse en una disposición deseada, por ejemplo, mediante tornillos de

ajuste y/o de apriete y/o una guía. De esta forma, la herramienta de colocación se puede emplear en gran parte de forma universal, pudiendo adaptarse la posición de montaje del perfil de recubrimiento resultante, por ejemplo, a aberturas de pala de rotor de diferente tamaño (mediante modificación radial de la posición) y/o a diferentes distancias de la sección longitudinal que debe disponerse en la abertura de pala de rotor desde la sección de fijación (mediante modificación axial de la posición).

A continuación se explica la invención más en detalle mediante un ejemplo de realización representado en las figuras. Muestran:

- 10 La figura 1, una pala de rotor de aerogenerador de acuerdo con la invención que está montada en un buje con cono,
- La figura 2, una representación aumentada del recorte señalado con "A" en la figura 1,
- 15 La figura 3, el perfil de recubrimiento y el elemento de recubrimiento de la figura 1 con pala de rotor contigua en una representación de sección transversal,
- La figura 4, perfil de recubrimiento y elemento de recubrimiento de la figura 1 en una representación despiezada en perspectiva,
- 20 La figura 5, una herramienta de colocación en una representación en perspectiva,
- Las figuras 6 a) a e), diferentes etapas de procedimiento en la utilización de la herramienta de colocación de la figura 5.

25 La figura 1 muestra una pala de rotor de aerogenerador 10 que está fijada a un buje de rotor 12. El buje de rotor 12 está previsto para el alojamiento de dos palas de rotor de aerogenerador 10 adicionales, es decir, para un rotor de tres palas. El buje de rotor 12 está revestido con un cono 14 que presenta una abertura de pala de rotor 16 para cada pala de rotor de aerogenerador 10. Las aberturas de pala de rotor 16 son redondas.

30 Durante el montaje de una pala de rotor de aerogenerador 10 en el buje 12, se guía la pala de rotor de aerogenerador 10 con una sección de fijación 88 no representada en la figura 1 (véase las figuras 6 d) y e)) introduciéndola por la abertura de pala de rotor 16 y se fija al buje de rotor 12. La fijación se efectúa especialmente en un anillo de cojinete, alojado de forma giratoria, de un cojinete de pala no representado, para hacer posible una modificación de la posición de ángulo de ajuste de pala de la pala de rotor de aerogenerador 10.

35 La figura 2 muestra el recorte indicado con "A" en la figura 1. Adicionalmente a los elementos explicados en relación con la figura 1, en la figura 2 están representados esquemáticamente un perfil de recubrimiento 18 y un elemento de recubrimiento 20. En la figura 2 se observa que el cono 14 presenta una sección 22 cilíndrica circular que forma la abertura de pala de rotor 16 y rodea la pala de rotor de aerogenerador 10. Dentro de la abertura de pala de rotor 16 está dispuesta una sección longitudinal 24 (véase las figuras 6 d) y e)) de la pala de rotor de aerogenerador 10. Entre la abertura de pala de rotor 16 y la sección longitudinal 24 de la pala de rotor de aerogenerador está configurado un paso anular 26 que presenta una anchura de, por ejemplo, 100 hasta 200 mm. La sección de fijación 88 de la pala de rotor de aerogenerador 10 se encuentra en el interior del cono 14 y no está representada en la figura 2.

40 El perfil de recubrimiento 18 y el elemento de recubrimiento 20 cubren el paso anular 26 conjuntamente. Para ello, el perfil de recubrimiento 18 presenta una sección cónica 28, un margen interior 30 y un margen exterior 32. El margen interior 30 y el margen exterior 32 son respectivamente redondos. Al margen interior 30 de la sección cónica 28 se une una sección de retención 34, que está configurada cilíndrica circular, que señala hacia la sección de fijación. Está dispuesta a una distancia desde la superficie de la pala de rotor de aerogenerador 10 y fijada a la pala de rotor de aerogenerador 10 con un elemento de fijación 36 que salva esta distancia.

45 Como la pala de rotor de aerogenerador 10 no es completamente cilíndrica circular en la zona de la abertura de pala de rotor 16, sino que se convierte ya en el perfil aerodinámico de la pala de rotor de aerogenerador 10, varía la distancia radial entre la pala de rotor de aerogenerador 10 y el margen interior redondo 30 del perfil de recubrimiento 18 en dirección periférica.

50 El elemento de recubrimiento 20 está configurado cónico y fijado a su margen interior en la pala de rotor de aerogenerador 10. Rodea de forma anular la pala de rotor de aerogenerador 10 y se encuentra en el lado del perfil de recubrimiento 18 opuesto a la sección de fijación 88. Está formado por un material flexible, por ejemplo, caucho, y se ajusta por su superficie a la sección cónica 28 del perfil de recubrimiento 18, de modo que se evita especialmente que agua que corre hacia abajo en la pala de rotor de aerogenerador 10 penetre en el paso entre perfil de recubrimiento 18 y pala de rotor de aerogenerador 10.

El elemento de fijación 36 es accesible desde el lado interior del cono 14 y está cubierto incluso por el perfil de recubrimiento 18 y elemento de recubrimiento 20 y, así, está protegido de influencias del tiempo.

5 La figura 3 muestra el perfil de recubrimiento 18 con el elemento de recubrimiento 20 en una representación de sección transversal aumentada nuevamente. Se observa que el elemento de recubrimiento 20 presenta una sección cónica 38 y una sección 40 orientada de forma axial, que se une a su margen interior. La sección 40 orientada de forma axial se ajusta a la superficie de la pala de rotor de aerogenerador 10 y no está configurada, por lo tanto, completamente cilíndrica circular. A causa de la extensión radial relativamente pequeña en conjunto del elemento de recubrimiento 20 y una elección de material correspondiente (por ejemplo, caucho), el elemento de recubrimiento 20 puede deformarse sin más correspondientemente al fijarlo a la pala de rotor de aerogenerador 10.

15 El elemento de fijación 36 presenta un tornillo prisionero 42 que está enroscado en un casquillo roscado 44 en la pala de rotor de aerogenerador. Un espaciador en forma de una primera tuerca 46 está enroscado sobre el tornillo prisionero 42, y se ajusta en relación con la superficie de la pala de rotor de aerogenerador 10 de modo que, conjuntamente con una primera arandela 48, forme un tope para la sección de retención 34 del perfil de recubrimiento 18. Por encima de la sección de retención 34 se encuentra una segunda arandela 50 que se aprieta contra la sección de retención 34 con una segunda tuerca 52, que está también enroscada sobre el tornillo prisionero 42. Con ello, la sección de retención 34 y, por tanto, el perfil de recubrimiento 18 están fijados de forma segura a la pala de rotor de aerogenerador 10 a la distancia radial deseada.

20 Cuando la sección longitudinal de la pala de rotor 10, a la que se fija el perfil de recubrimiento 18, presenta una sección transversal redonda, se puede utilizar también un manguito en lugar de la tuerca 46 como tope para la sección de retención 34. La altura del manguito es igual, entonces, para todos los tornillos prisioneros.

25 Se observa que la sección cónica 38 del elemento de recubrimiento 20 se ajusta por su superficie a la sección cónica 28 del perfil de recubrimiento 18. Al margen exterior 32 de la sección cónica 28 se une una sección cilíndrica circular 54, que está orientada de forma axial y rodea la sección cilíndrica circular 22 del cono 14, esbozada solo esquemáticamente. Para hermetizar el paso entre la sección cilíndrica circular 54 del perfil de recubrimiento y el cono se pueden colocar cepillos (no representados) en el cono.

30 La figura 4 muestra el perfil de recubrimiento 18 con elemento de recubrimiento 20 en una representación despiezada. Se observa que el perfil de recubrimiento 18 está compuesto de cuatro segmentos de círculo 56 que presentan en sus extremos respectivamente dos orificios alargados 58. Con ello se puede adaptar el perímetro del perfil de recubrimiento 18 a los requisitos. Los segmentos de círculo 56 se unen uno con otro respectivamente por una orejeta 60, guiándose tornillos introduciéndolos por los orificios alargados 58 y atornillándose en las orejetas 60. Las orejetas 60 están provistas en el lado posterior preferentemente de caucho celular, el cual se comprime durante el montaje de tal forma que las orejetas 60 se hermetizan en los perfiles 56. En la figura 4 se pueden observar también bien orificios alargados 62 adicionales orientados en dirección periférica, que sirven para el alojamiento de los elementos de fijación 36. Mediante la división en segmentos de círculo se pueden reducir las medidas de transporte del perfil de recubrimiento.

35 La figura 5 muestra una herramienta de colocación 64 que puede utilizarse para el montaje del perfil de recubrimiento 18 en una pala de rotor de aerogenerador 10. La herramienta de colocación 64 tiene un dispositivo de retención 66 y un dispositivo de colocación 68. Como se esboza mediante las flechas, la disposición relativa del dispositivo de colocación 68 respecto al dispositivo de retención 66 se puede ajustar en dirección radial y en dirección axial con ayuda de una guía.

45 El dispositivo de retención 66 presenta una sección en forma de placa 70 con dos perforaciones pasantes 72 que están dispuestas en dirección axial. A las perforaciones pasantes 72 se unen dos tubos de retención 74, de modo que los pernos de fijación 86 (véase las figuras 6 d) y e)), que sobresalen de la sección de fijación 88 de la pala de rotor de aerogenerador 10, pueden guiarse introduciéndolos por las perforaciones pasantes 72 y los tubos de retención 74. En el extremo libre del dispositivo de colocación 68 está dispuesto un adaptador 76 con un alojamiento 78 para un elemento de fijación 36.

55 El empleo de la herramienta de colocación 64 en la fabricación de una pala de rotor de aerogenerador 10 se explica mediante la figura 6. La figura 6a) muestra un elemento de fijación 80 con un tornillo prisionero 82 y una placa base 84. Al contrario que el tornillo prisionero 42 del elemento de fijación 36 de la figura 3, el tornillo prisionero 82 no se enrosca en una abertura en la pala de rotor de aerogenerador 10, sino que está fijamente unido con la placa base 84 que se pega a la superficie de la pala de rotor de aerogenerador 10.

60 Como se muestra en la figura 6 b), para ello se inserta el elemento de fijación 80 en el alojamiento 78 del adaptador 76 adecuado para el alojamiento del tornillo prisionero 82.

65 En la etapa de procedimiento de la figura 6 c), la herramienta de colocación 64 se ajusta adecuadamente en primer lugar mediante el ajuste de la posición axial y radial del dispositivo de colocación 68 en relación con el dispositivo de retención 66 para la pala de rotor de aerogenerador 10 que se debe producir.



Según la figura 6d), la herramienta de colocación 64 se pone a continuación sobre dos pernos de fijación 86 que sobresalen de la sección de fijación 88 de la pala de rotor de aerogenerador 10 en dirección axial. A este respecto se guían los pernos de fijación 86 introduciéndolos por las perforaciones pasantes 72 y los tubos de retención 74 del dispositivo de retención 66 y la sección en forma de placa 70 se acerca hasta la sección de fijación 88. Entonces, la herramienta de colocación 64 se encuentra en una posición predeterminada en relación con la pala de rotor de aerogenerador 10.

A continuación, como se muestra en la figura 6 e), el adaptador 76 se coloca con el elemento de fijación 80 en el extremo libre del dispositivo de colocación 68 en la herramienta de colocación 64. Después se introduce adhesivo en el paso entre la superficie de la pala de rotor y el lado inferior de la placa base 84. Este sirve en este ejemplo de realización como espaciador y salva las diferentes medidas de paso. Después de endurecer el adhesivo, el elemento de fijación 80 está fijado a la pala de rotor de aerogenerador 10 exactamente en la posición prevista.

Como alternativa, los elementos de fijación 80 pueden fijarse a la pala de rotor también uniformemente con una fina capa de adhesivo. La colocación en la pala de rotor se efectúa con ayuda del dispositivo de colocación. Una tuerca 46 que sirve como separador, como se representa en la figura 3, se enrosca ya antes de la adhesión sobre el tornillo prisionero 82 y se retiene en el adaptador 76. La posición de la tuerca 46 sobre el tornillo prisionero 82 se ajusta también con ayuda de la herramienta de colocación 64 después de endurecer el adhesivo.

Se entiende que las etapas de las figuras 6 d) y e) se pueden repetir en diferentes posiciones en dirección periférica de la pala de rotor de aerogenerador. Para ello se aloja la pala de rotor de aerogenerador 10 preferentemente en un bogie.

Como se ha explicado ya, los elementos de fijación 36, 80 se encuentran con respecto a la sección de fijación 88 de la pala de rotor de aerogenerador siempre en la posición correcta, que se puede encontrar con una sección longitudinal 24 no cilíndrica circular de la pala de rotor de aerogenerador 10 a una distancia radial diferente de su superficie.

Lista de referencias usadas:

30	10	Pala de rotor de aerogenerador
	12	Buje de rotor
	14	Cono
	16	Abertura de pala de rotor
35	18	Perfil de recubrimiento
	20	Elemento de recubrimiento
	22	Sección cilíndrica circular
	24	Sección longitudinal
	26	Paso anular
40	28	Sección cónica
	30	Margen interior
	32	Margen exterior
	34	Sección de retención
	36	Elemento de fijación
45	38	Sección cónica
	40	Sección orientada de forma axial
	42	Tornillo prisionero
	44	Casquillo roscado
	46	Primera tuerca
50	48	Primera arandela
	50	Segunda arandela
	52	Segunda tuerca
	54	Sección cilíndrica circular
	56	Segmento circular
55	58	Orificio alargado
	60	Orejeta
	62	Orificio alargado adicional
	64	Herramienta de colocación
	66	Dispositivo de retención
60	68	Dispositivo de colocación
	70	Sección en forma de placa
	72	Perforación pasante
	74	Tubo de retención
	76	Adaptador
65	78	Alojamiento
	80	Elemento de fijación

- 82 Tornillo prisionero
- 84 Placa base
- 86 Perno de fijación
- 88 Sección de fijación

5

**REIVINDICACIONES**

1. Pala de rotor de aerogenerador (10) para el montaje en un buje de rotor (12), que está revestido con un cono (14), que presenta una abertura de pala de rotor (16), comprendiendo la pala de rotor de aerogenerador (10) una sección de fijación (88) para la fijación de la pala de rotor de aerogenerador (10) en el buje de rotor (12) y una sección longitudinal (24) que debe disponerse dentro de la abertura de pala de rotor (16), con un perfil de recubrimiento (18) para cubrir un paso anular (26) entre la sección longitudinal (24) y la abertura de pala de rotor (16), estando el perfil de recubrimiento (18) fijado a la pala de rotor de aerogenerador (10) y presentando un margen exterior circular (32), **caracterizada**
- por que el perfil de recubrimiento (18) presenta un margen interior circular (30) que presenta una distancia radial desde la pala de rotor de aerogenerador (10), estando configurado un paso entre el perfil de recubrimiento (18) y la pala de rotor de aerogenerador (10) y
  - por un elemento de recubrimiento (20) anular que está fijado a la pala de rotor de aerogenerador (10) que salva la distancia radial y cubre el paso entre el perfil de recubrimiento (18) y la pala de rotor de aerogenerador (10).
2. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la distancia radial varía en dirección circunferencial.
3. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el perfil de recubrimiento (18) presenta una sección de retención (34) que se extiende desde el margen interior (30) en dirección a la sección de fijación (88).
4. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el perfil de recubrimiento (18) está fijado a la pala de rotor de aerogenerador (10) con una multitud de elementos de fijación (36, 80) regulables, que pueden adaptarse a la distancia radial entre perfil de recubrimiento y pala de rotor de aerogenerador (10).
5. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 4, **caracterizada por que** los elementos de fijación (36) presentan respectivamente un tornillo prisionero (42) y un tope regulable.
6. Pala de rotor de aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** el elemento de recubrimiento (20) se ajusta al perfil de recubrimiento (18).
7. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, con las siguientes etapas:
- facilitar una pala de rotor de aerogenerador (10) que está prevista para el montaje en un buje de rotor (12), que está revestido con un cono (14), que presenta una abertura de pala de rotor (16), y que presenta una sección de fijación (88) para la fijación de la pala de rotor de aerogenerador (10) en el buje de rotor (12) y una sección longitudinal (24) que debe disponerse dentro de la abertura de pala de rotor (16),
  - facilitar un perfil de recubrimiento (18) para cubrir un paso anular (26) entre la sección longitudinal (24) y la abertura de pala de rotor (16), presentando el perfil de recubrimiento (18) un margen exterior circular (32) y un margen interior circular (30), **caracterizado por**
  - disponer y fijar el perfil de recubrimiento (18) en la pala de rotor de aerogenerador (10) de tal forma que el margen interior (30) presente una distancia radial desde la pala de rotor de aerogenerador (10) y entre el perfil de recubrimiento (18) y la pala de rotor de aerogenerador (10) esté configurado un paso y
  - disponer y fijar un elemento de recubrimiento (20) en la pala de rotor de aerogenerador (10) de tal forma que el elemento de recubrimiento (20) salve la distancia radial y cubra el paso entre el perfil de recubrimiento (18) y la pala de rotor de aerogenerador (10).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por** las etapas adicionales:
- fijar una multitud de elementos de fijación (36, 80), que presentan espaciadores regulables, en la pala de rotor de aerogenerador (10),
  - adaptar los espaciadores a la distancia radial entre perfil de recubrimiento (18) y pala de rotor de aerogenerador (10).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** se alinea y/o se fija una herramienta de colocación (64) en la sección de fijación (88).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** con la herramienta de colocación (64) se coloca uno de los elementos de fijación (36, 80) en la pala de rotor de aerogenerador (10) y/o se adapta uno de los espaciadores a la distancia radial entre el perfil de recubrimiento (18) y la pala de rotor de aerogenerador (10).

11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** el elemento de fijación (36, 80) después del montaje de la herramienta de colocación (64) en la sección de fijación (88) se inserta en un alojamiento (78) de la herramienta de colocación (64).
- 5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado por que** antes de un transporte de la pala de rotor de aerogenerador (10) a un lugar de instalación del aerogenerador, el elemento de recubrimiento (20) se fija a la pala de rotor de aerogenerador (10) y el perfil de recubrimiento (20), después.

Fig. 1

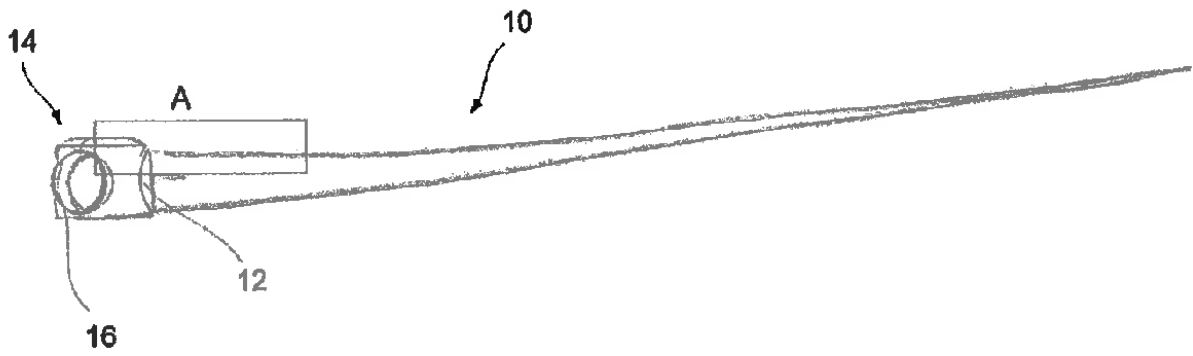


Fig. 2

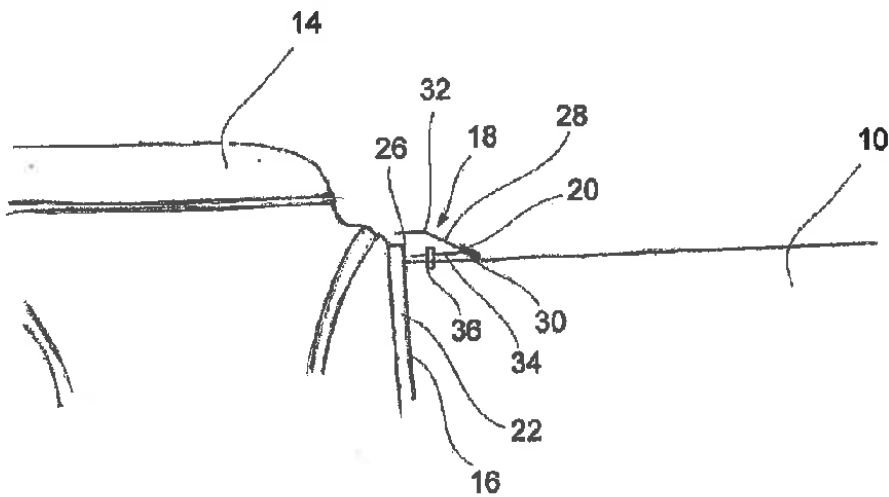


Fig. 3

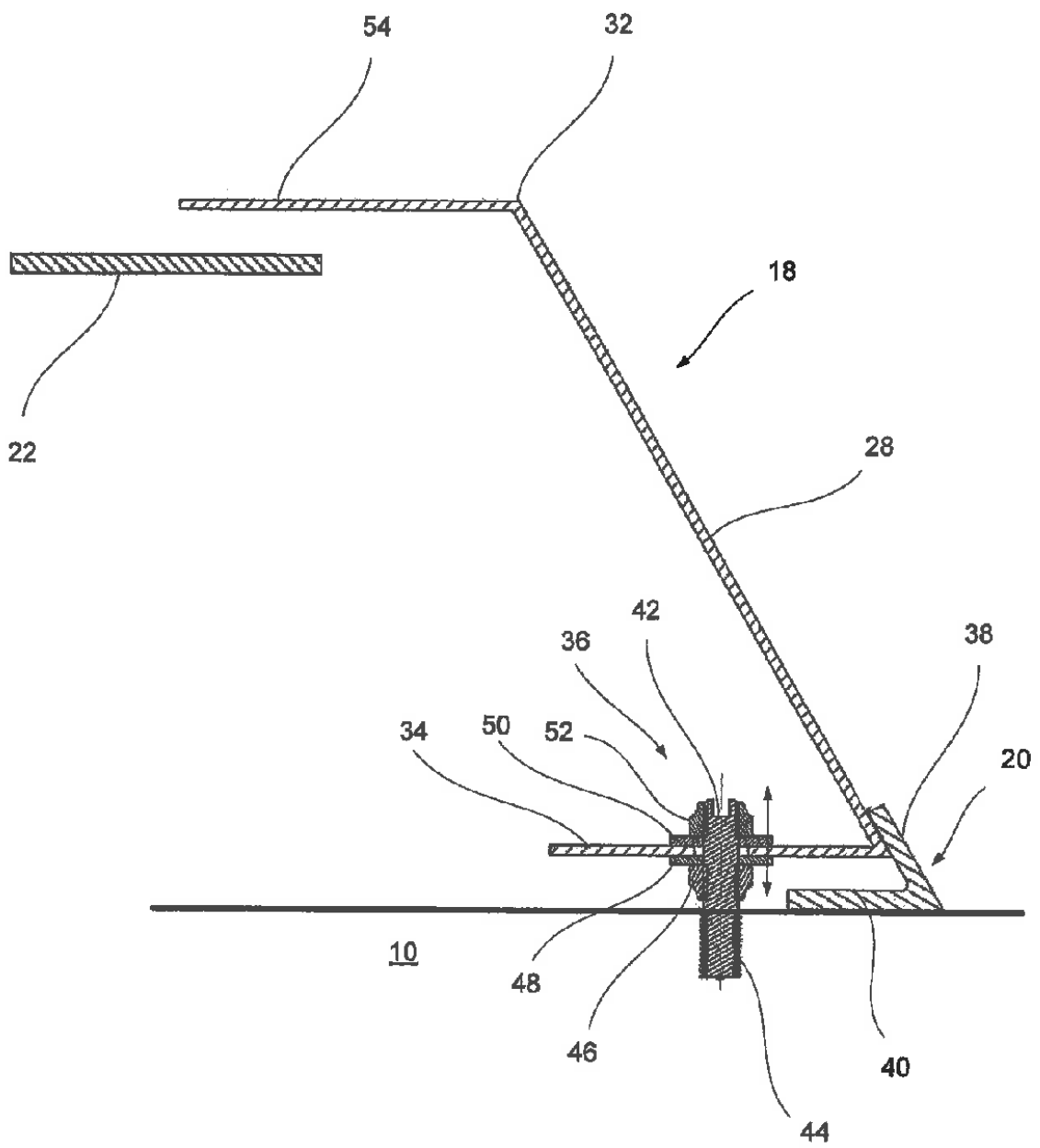


Fig. 4

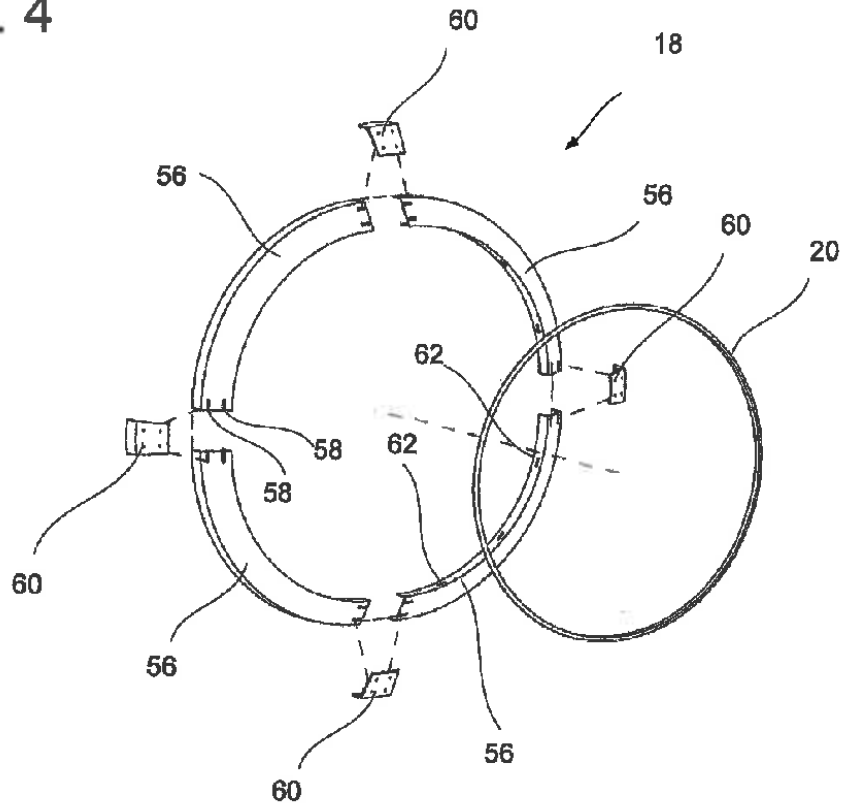


Fig. 5

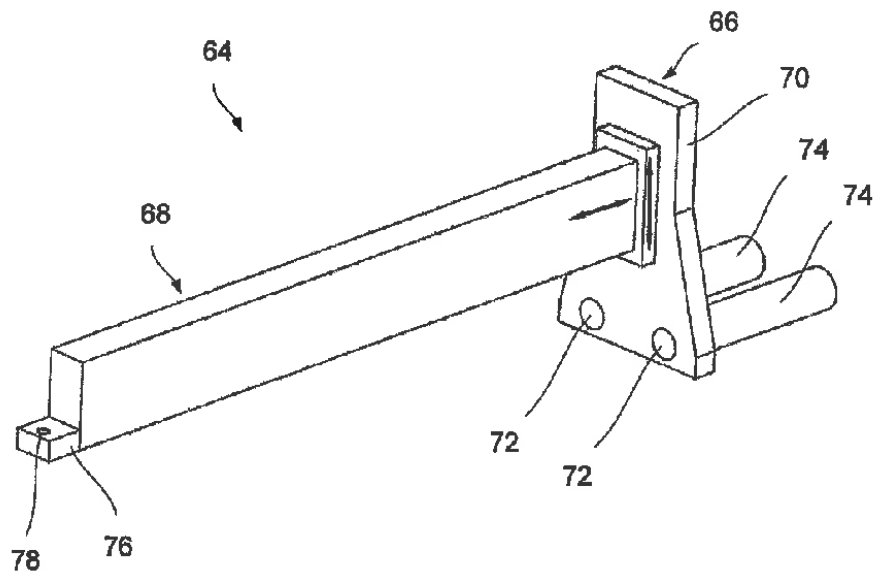


Fig. 6

