

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 922 088**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2018** **E 18169535 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2022** **EP 3396154**

54 Título: **Adaptador de pala para aerogeneradores**

30 Prioridad:

27.04.2017 DE 102017004056

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

07.09.2022

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)
Beim Strohhouse 17-31
20097 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

TREDE, ALF

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 922 088 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

Adaptador de pala para aerogeneradores

5 La invención se refiere a un aerogenerador con adaptadores de pala para palas de rotor de aerogeneradores para aumentar el diámetro de rotor.

10 Los aerogeneradores se conocen por el estado de la técnica. Comprenden por regla general un rotor, que está dispuesto de manera giratoria alrededor de un eje esencialmente horizontal en una góndola, en donde la góndola está dispuesta sobre una torre de manera giratoria alrededor de un eje vertical. El rotor, dado el caso a través de un árbol de rotor y un engranaje acciona un generador. Un movimiento de rotación del rotor inducido por el viento puede transformarse así en energía eléctrica que puede alimentarse en una red eléctrica a través de convertidores y/o transformadores - en función del tipo de construcción del generador también al menos parcialmente de manera directa. El rotor comprende varias palas de rotor (por regla general tres), que se extienden esencialmente de manera radial desde el eje de rotor. Las palas de rotor a este respecto están fijadas a un buje de rotor con frecuencia de manera giratoria de tal modo que el ángulo de ataque de las palas de rotor puede modificarse.

20 La energía eléctrica que puede generarse por un aerogenerador está relacionada directamente con el área barrida por el rotor que resulta a su vez directamente de la longitud de las palas de rotor. La longitud de las palas de rotor sin embargo, además de los desafíos en términos de la tecnología de la producción, está limitada en particular por la capacidad de transporte necesaria de las palas de rotor. Tanto para el transporte terrestre para aerogeneradores *on-shore* (terrestres) como por agua en aerogeneradores *off-shore* (marinos) existen limitaciones en cuanto a la longitud máxima de palas de rotor debidas a la logística.

25 En el estado de la técnica, como, por ejemplo, el documento GB 2 517 935 A, se conocen por lo tanto los denominados "extensores de aspas" que están dispuestos entre el buje de rotor y las palas de rotor para aumentar el área barrida por el rotor. Estos extensores de aspas aprovechan la observación de que incluso con un diseño tubular de los extensores de aspas y, por consiguiente, sin la generación de momento de rotor adicional, el rendimiento de un aerogenerador puede aumentarse en su totalidad. Otros extensores de aspas que modifican adicionalmente aún la posición de las palas de rotor con respecto al buje de rotor se describen, por ejemplo, en el documento WO 03/060319 A1 y el documento US 2013/0330194 A1.

35 Sin embargo, en un estudio más preciso de los extensores de aspas conocidos por el estado de la técnica se ha demostrado que en el uso de extensores correspondientes las fuerzas que actúan en el buje de rotor y, en particular, en los cojinetes previstos para el giro de las palas de rotor alrededor de su eje de rotor respectivo aumentan y están distribuidas con frecuencia de manera desigual por el perímetro del cojinete de pala de rotor con frecuencia. Como consecuencia existe el peligro de un desgaste o de un daño elevado del cojinete de pala de rotor. Para prevenir esto, el cojinete de pala de rotor puede reforzarse en principio con respecto a un uso sin extensores de aspas, lo que sin embargo está asociado regularmente a costes elevados y a un peso elevado.

40 Por lo demás el documento DE 101 40 793 A1 describe un adaptador de pala para palas de rotor en el que está integrado el equipo de ajuste a través del cual sin embargo también es suficiente un aumento del diámetro de rotor. El adaptador de pala conocido está conectado con su primer extremo con el buje de rotor y con su segundo extremo distanciado en dirección axial con la raíz de pala de la pala de rotor. Por lo demás, la pared del adaptador de pala que se extiende en dirección axial está configurada abriéndose hacia fuera en forma de cono truncado desde el primer extremo hacia el segundo extremo en al menos una sección hacia fuera.

50 El documento US 2007/0231137 A1 describe asimismo un adaptador de pala con una sección que se abre en forma de cono truncado hacia fuera. El adaptador de pala conocido está conectado en su primer extremo a través de un rodamiento con el buje de rotor y con su segundo extremo directamente con la raíz de pala de la pala de rotor.

55 Algo similar se describe en el documento US 2011/0293417 A1. También, en este caso, entre el buje de rotor y la pala de rotor está previsto un adaptador de pala con una sección que se abre hacia fuera en forma de cono truncado, en donde el adaptador de pala está conectado directamente con la raíz de pala de la pala de rotor e indirectamente a través de un rodamiento con el buje de rotor.

En el documento US 4236873 A se describe otro estado de la técnica.

60 El objetivo de la presente invención es crear un aerogenerador con adaptadores de pala para palas de rotor de aerogeneradores para aumentar el diámetro de rotor en el que ya no se den, o se den solo en menor medida, las desventajas del estado de la técnica.

65 Este objetivo se resuelve mediante un aerogenerador según la reivindicación principal. Los perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Por consiguiente, la invención se refiere a aerogeneradores con un rotor que puede girar alrededor de un eje esencialmente horizontal que comprende al menos dos palas de rotor fijadas a un buje de rotor, en donde entre el buje de rotor y las palas de rotor individuales está previsto en cada caso un adaptador de pala para palas de rotor de aerogeneradores para aumentar el diámetro de rotor, con un primer extremo para la fijación al buje de rotor y un segundo extremo distanciado en dirección axial para la unión con la raíz de pala de una pala de rotor, en donde el adaptador de pala en su primer y segundo extremo en cada caso presenta un círculo de agujeros para la unión con el buje de rotor o la pala de rotor, y la pared del adaptador de pala que se extiende en dirección axial está abierta hacia fuera en forma de cono truncado desde el primer extremo hacia el segundo extremo en al menos una sección, en donde la pared del adaptador de pala está diseñada de tal modo que la pared del adaptador de pala que se extiende en dirección axial discurre en el primer extremo dentro del círculo de agujeros en el primer extremo, y en el segundo extremo fuera del círculo de agujeros en el segundo extremo, en donde la sección transversal a través del adaptador de pala presenta una forma similar a la z con la pared del adaptador de pala y ambos círculos de agujeros, en donde los círculos de agujeros están dispuestos en una brida en L unida firmemente con la pared del adaptador de pala, y en donde el adaptador de pala es hueco, y una unión establecida a través del círculo de agujeros en el segundo extremo entre la pala de rotor y el adaptador de pala es accesible desde el interior del buje de rotor.

En primer lugar se explican algunos términos empleados en relación con la invención.

Se denomina “círculo de agujeros” a una disposición circular de orificios que sirven para producir una unión atornillada. Los grupos de orificios de las partes que van a unirse con tornillos deben coincidir esencialmente de modo que pueden guiarse tornillos o pernos a través de los orificios del círculo de agujeros en una primera pieza constructiva también en o a través de orificios correspondientes en una segunda pieza constructiva. Además del diseño de los orificios individuales, por ejemplo, en cuanto al diámetro de orificio también es esencial la disposición de los orificios en el círculo de agujeros. Regularmente para ello deben indicarse el diámetro del círculo de agujeros, el número de orificios y la posición de los orificios.

Según la invención, la pared del adaptador de pala realizado hueco en principio se ensancha en al menos una sección en forma de cono truncado en la dirección del extremo previsto para la conexión de la pala de rotor. Se ha demostrado que una forma correspondiente es especialmente ventajosa para la introducción de fuerza de fuerzas eólicas y pesos de las palas de rotor en el buje de rotor, en particular en cuanto a una distribución uniforme de la carga a lo largo del perímetro del adaptador de pala y, con ello, en cuanto a una distribución de fuerza uniforme en el cojinete de pala de rotor. Se prefiere que la sección de la pared del adaptador de pala más próxima al primer extremo esté diseñada en forma de cono truncado.

En las secciones en las que la pared no se ensancha en forma de cono truncado en la dirección del extremo previsto para la conexión de la pala de rotor la pared puede estar diseñada de manera discrecional. En particular, en estas secciones puede discurrir cilíndricamente y/o en la dirección del extremo previsto para la conexión de la pala de rotor cónicamente hacia el interior, es decir, en última instancia opuesto a la sección en forma de cono truncado prevista forzosamente según la invención. Lo último puede ser especialmente favorable para una fabricación del adaptador de pala como pieza constructiva de fundición, en particular cuando el ángulo de cono asciende a al menos $0,5^\circ$, lo que puede favorecer el desmoldeo.

Se prefiere adicionalmente diseñar una sección cerca del segundo extremo del adaptador de pala discurriendo esencialmente cilíndrica o cónica hacia el interior. Esto puede simplificar el montaje de medios de unión, en particular pernos, en un círculo de agujeros interno con respecto a la pared en el segundo extremo, al poder fijarse los medios de unión y herramienta de montaje sin problemas desde el interior del adaptador de pala.

Se prefiere que la longitud total de las secciones en forma de cono truncado en las que la pared del adaptador de pala se abre hacia fuera sea mayor o igual a la longitud total del resto de las secciones. Longitud total designa en este contexto la suma de longitudes de las secciones respectivas en dirección axial. Al estar configurado el adaptador de pala visto a lo largo de su longitud, es decir, en al menos 50 % abierto hacia el segundo extremo en forma de cono truncado hacia el segundo extremo, la rigidez del adaptador de pala se aumenta en cuanto a las fuerzas que van a esperarse que actúan en este, lo que homogeneiza adicionalmente la distribución de la carga a lo largo del perímetro del adaptador de pala. También es posible que la longitud total de las secciones en forma de cono truncado corresponda al 100 % de la longitud del adaptador de pala.

Se prefiere que los dos círculos de agujeros presenten un diámetro idéntico. Se prefiere adicionalmente que ambos círculos de agujeros del adaptador de pala presenten un diámetro de los orificios idéntico, un número idéntico de orificios y/o una posición idéntica de los orificios. Mediante un diseño correspondiente de ambos círculos de agujeros se hace posible unir con el buje de rotor palas de rotor en principio opcionalmente con o sin adaptador de pala. Concretamente si los dos círculos de agujeros del adaptador de pala son idénticos en gran medida, una pala de rotor que puede unirse con el segundo extremo del adaptador de pala puede unirse también directamente sin más y sin adaptador de pala con el buje de rotor, siempre y cuando el buje de rotor está configurado para la unión con el primer extremo del adaptador de pala.

En la realización según la invención la pared del adaptador de pala está diseñada de tal modo que la pared del adaptador de pala que se extiende en la dirección axial discurre en el primer extremo dentro del círculo de agujeros en el primer

extremo, y en el segundo extremo fuera del círculo de agujeros en el segundo extremo. Al encontrarse la pared del adaptador de pala que se extiende axialmente en el primer extremo dentro del círculo de agujeros en el primer extremo, mientras que esta pared en el segundo extremo discurre fuera del círculo de agujeros allí situado, en la sección transversal a través del adaptador de pala resulta una forma similar a la Z con la pared del adaptador de pala y los dos círculos de agujeros. Se ha demostrado que una forma Z correspondiente es especialmente ventajosa para la introducción de fuerza de fuerzas eólicas y pesos de las palas de rotor en el buje de rotor, en particular en cuanto a una distribución uniforme de la carga a lo largo del perímetro del adaptador de pala. Además la posición del círculo de agujeros en el segundo extremo dentro de la pared del adaptador de pala ofrece la ventaja de que, siempre que el adaptador de pala sea hueco, como se reivindica - una unión establecida a lo largo del círculo de agujeros en el segundo extremo entre la pala de rotor y el adaptador de pala es accesible desde el interior del buje de rotor, lo que permite un montaje y mantenimiento sencillos de esta unión.

En la forma de Z descrita del adaptador de pala la mitad del ángulo de apertura de la sección de la pared del adaptador de pala en forma de cono truncado más cercana al primer extremo preferiblemente se selecciona de tal manera que, en una unión del primer extremo del adaptador de pala con el anillo externo de un rodamiento para el giro de la pala de rotor, la prolongación del área central de la pared del adaptador de pala en esta sección en forma de cono truncado pasa a través de los cuerpos rodantes del rodamiento. Si la pared del adaptador de pala en forma de cono truncado se diseña en correspondencia esto garantiza que el flujo de fuerza principal desde la pala de rotor hacia el buje de rotor se guíe directamente a través de los cuerpos rodantes del rodamiento de modo que se eviten cargas desfavorables, en particular en el anillo externo del rodamiento, que pueden dar lugar en caso extremo a un desgaste elevado o a una vida útil reducida del rodamiento.

En una realización alternativa no reivindicada la pared del adaptador de pala está diseñada de tal modo que el lado externo de la pared discurre fuera del círculo de agujeros en el primer y segundo extremo. En la sección transversal a través del adaptador de pala esto produce una forma similar a la C con la pared del adaptador de pala y los dos círculos de agujeros. Este diseño ofrece la ventaja de que - en particular siempre que los dos círculos de agujeros estén configurados con orificios pasantes - una unión establecida o que va a establecerse a través de uno de los círculos de agujeros entre la pala de rotor o el buje de rotor y el adaptador de pala es accesible desde el interior del adaptador de pala y con ello desde el buje de rotor, lo que permite un montaje y mantenimiento sencillo de esta unión.

En la forma de C descrita del adaptador de pala se prefiere que la sección de la pared del adaptador de pala más cercana al primer extremo esté diseñada de tal manera que, en una unión del primer extremo del adaptador de pala con el anillo interno del cojinete de pala de rotor, la prolongación del área central de la pared del adaptador de pala en esta sección pasa a través de los cuerpos rodantes del rodamiento. Esto garantiza que el flujo de fuerza principal guíe desde la pala de rotor hacia el buje de rotor directamente a través de los cuerpos rodantes del rodamiento de modo que se eviten cargas desfavorables en el rodamiento.

Independientemente de la forma de sección transversal en la región de los círculos de agujeros están previstos refuerzos en el lado interno de la pared con los que puede aumentarse adicionalmente de manera encauzada la rigidez del adaptador de pala. Los refuerzos pueden comprender a este respecto nervaduras que se extienden en dirección axial del adaptador de pala y/o anillos de refuerzo que discurren en perpendicular al eje del adaptador de pala. Las nervaduras que se extienden en dirección axial del adaptador de pala pueden mejorar en general el flujo de fuerza en el adaptador de pala, en la disposición en el área del primer extremo del adaptador de pala el flujo de fuerza desde el adaptador de pala hacia el buje de rotor o un cojinete de pala de rotor allí previsto. Un anillo de refuerzo que discurre en perpendicular al eje del adaptador de pala, en particular en la disposición en un extremo del adaptador de pala puede contrarrestar una deformación del círculo de agujeros en el extremo respectivo debido a la carga.

Preferiblemente en el área de un, al menos un, círculo de agujeros la pared del adaptador de pala puede ser más gruesa, en donde la pared preferiblemente es más gruesa en el lado opuesto al círculo de agujeros. En otras palabras, la pared en el área del círculo de agujeros correspondiente presenta un grosor de pared mayor, en donde el aumento del grosor de pared se muestra preferiblemente en el lado de la pared opuesto al círculo de agujeros. Mediante un engrosamiento correspondiente las relaciones de palanca para los tornillos o pernos guiados a través del círculo de agujeros pueden mejorarse y los picos de carga pueden reducirse.

Dentro del adaptador de pala puede estar prevista además al menos una plataforma circular que discurre perpendicular al eje del adaptador de pala con una abertura que está en contacto de manera circundante con la pared y, opcionalmente, su abertura puede cerrarse preferiblemente mediante un elemento de tapa. La abertura puede estar dispuesta centralmente de modo que se produce una plataforma anular. Una plataforma sirve, por un lado, como plataforma de trabajo, por ejemplo, para la fabricación y/o mantenimiento de una unión con una pala de rotor en el segundo extremo del adaptador de pala. Por otro lado, debido a la posibilidad de cierre opcional mediante el elemento de tapa, sirve como protección de que ninguna partícula sólida, como, por ejemplo, restos de adhesivo, o agua de condensación pueda llegar al buje de rotor desde el interior de la pala de rotor. La plataforma puede estar fijada por ejemplo, sobre superficies de apoyo o aberturas de fijación previstas para ello en la pared del adaptador de pala.

Los orificios de al menos un círculo de agujeros pueden estar diseñados como orificios pasantes u orificios ciegos. En particular cuando los orificios están realizados como orificios ciegos, estos están previstos preferiblemente con una rosca interna.

Los círculos de agujeros están dispuestos en bridas en L unidas a la pared del adaptador de pala. El adaptador de pala puede estar realizado como pieza constructiva de fundición o como construcción de soldadura. En el primer caso mencionado las bridas en L están configuradas formando una sola pieza con la pared del adaptador de pala, en el otro caso, las bridas en L pueden soldarse a la pared del adaptador de pala. El adaptador de pala está fabricado preferiblemente de acero.

En el aerogenerador según la invención entre el buje de rotor y las palas de rotor individuales están previstos en cada caso adaptadores de pala. Estos están unidos con su primer extremo con el buje de rotor, con su segundo extremo con la raíz de pala de la pala de rotor respectiva de modo que se obtienen, o al menos en principio pueden obtenerse, las ventajas anteriormente mencionadas.

Las palas de rotor del aerogenerador están alojadas a este respecto en cada caso en el buje de rotor de manera giratoria alrededor de un eje de rotor. Debido a la rigidez que puede alcanzarse con un adaptador de pala según la invención en el área de la unión, que regularmente se sitúa claramente por encima de la rigidez de una pala de rotor en el área de su raíz de pala, las fuerzas que actúan en el cojinete de pala de rotor pueden distribuirse de manera más uniforme por el perímetro, de modo que se reducen picos de carga en el cojinete de pala de rotor.

En particular, en caso de un adaptador de pala con una sección transversal en forma de Z, como ya se ha descrito anteriormente, los adaptadores de pala de rotor están conectados preferiblemente en cada caso con su primer extremo con el anillo externo de los rodamientos previstos para ello en el buje de rotor.

La invención se explica ahora a modo de ejemplo mediante formas de realización ventajosas haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

Figura 1: una representación esquemática de un aerogenerador según la invención con adaptadores de pala;

Figura 2: una vista en corte a través del rotor de la figura 1 a lo largo de la línea de corte II-II de la figura 1;

Figura 3: una representación esquemática de una variante de realización del adaptador de pala de las figuras 1 y 2;

Figura 4: una vista en corte de un segundo ejemplo de realización de un adaptador de pala;

Figura 5a-c: distintas vistas de un tercer ejemplo de realización de un adaptador de pala; y

Figura 6: una representación detallada de una variante de diseño de la brida en el primer y/o segundo extremo de un adaptador de pala.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un aerogenerador 1 según la invención. El aerogenerador 1 comprende un rotor 4 que está dispuesto en una góndola 2 de manera giratoria alrededor de un eje de rotor en perpendicular al eje de pala y que puede accionar un generador (no representado) situado en la góndola 2. La góndola 2 para modificar la dirección azimutal del rotor 4 está dispuesta sobre la torre 3 de manera giratoria alrededor de un eje perpendicular.

El rotor 4 comprende tres palas 6 de rotor fijadas en un buje 5 de rotor que pueden girar en cada caso alrededor de un eje 7 de pala de rotor para el ajuste del ángulo de paso de pala. Entre la raíz 8 de pala respectiva de las palas 6 de rotor y el buje 5 de rotor están previstos adaptadores 10 de pala.

Los adaptadores 10 de pala se explican ahora con más detalle mediante la figura 2, que muestra en corte a modo de ejemplo el adaptador 10 de pala de la pala 7 de rotor que indica hacia arriba en la figura 1. Los otros adaptadores 10 de pala están realizados idénticos a este.

El adaptador 10 de pala presenta tanto en su primer extremo 11 como en su segundo extremo 12 en cada caso un círculo 13 de agujeros. A través del círculo 13 de agujeros en su primer extremo el adaptador 10 de pala está conectado con el buje 5 de rotor, para ser más exactos con el anillo externo del cojinete 9 de pala de rotor que permite el giro alrededor del eje 7 de pala de rotor. El cojinete 9 de pala de rotor está configurado como rodamiento. En el ejemplo de realización representado, el cojinete 9 de pala de rotor es un cojinete de bolas de doble hilera.

Ambos círculos 13 de agujeros están realizados idénticos entre sí, es decir, además de un diámetro idéntico presentan también idénticos diámetros de orificio, número de orificios y posición de los orificios. Esto ofrece la ventaja de que la pala 6 de rotor representada en las figuras 1 y 2 en caso necesario también puede fijarse al buje 5 de rotor sin adaptador 10 de pala de modo que para una configuración de aerogenerador correspondiente no son necesarias palas 6 de rotor o bujes 5 de rotor especiales. Los orificios de ambos círculos 13 de agujeros están diseñados como orificios pasantes.

Los dos círculos 13 de agujeros están dispuestos en cada caso en bridas en L 14, en donde el círculo 13 de agujeros en el segundo extremo 12 está dirigido partiendo de la pared 15 del adaptador de pala 10 no obstante hacia dentro y el círculo 13 de agujeros en el primer extremo 11 hacia fuera. Debido al diámetro idéntico de los círculos 13 de agujeros esto solo puede realizarse al estar diseñada la pared 15 del adaptador de pala 10 en una sección 16 en forma de cono truncado, en donde la pared 15 del adaptador de pala 10 en esta sección 16 se ensancha hacia fuera partiendo del buje 5 de rotor. La sección 16 en forma de cono truncado se extiende prácticamente por toda la longitud del adaptador 10 de pala.

Mediante la sección 16 en forma de cono truncado de la pared 15 del adaptador 10 de pala se produce una rigidez elevada, de modo que las cargas debidas a la pala 6 de rotor se introducen en el cojinete 9 de pala de rotor distribuidas uniformemente a lo largo del perímetro del adaptador 10 de pala. En el adaptador 10 de pala representado en la figura 2 además la mitad del ángulo de apertura de la sección 16 en forma de cono truncado de la pared 15 que es la más cercana al primer extremo 11 del adaptador 10 de pala está seleccionada de tal modo que en una unión con el anillo externo del cojinete 9 de pala de rotor, la prolongación del área central de la pared 15 del adaptador 10 de pala en esta sección 16 (representada en la figura 2 a través de la línea discontinua 15') pasa a través de los cuerpos rodantes del cojinete 9 de pala de rotor. Esto reduce adicionalmente la carga del cojinete 9 de pala de rotor.

Dado que el círculo 13 de agujeros o la brida 14 en el segundo extremo 12 están orientados hacia dentro, no hay que olvidar que las uniones de perno o atornilladas entre la pala 6 de rotor y el adaptador 10 de pala son accesibles desde el interior del buje 5 de rotor o del adaptador 10 de pala, lo que simplifica mucho precisamente la fabricación y mantenimiento de esta unión. La unión externa en el primer extremo 11 del adaptador 10 de pala puede producirse o mantenerse igualmente debido a la inmediata cercanía con respecto al buje de rotor 5.

El adaptador 10 de pala de las figuras 1 y 2 está fabricado de acero como pieza fundida. Sin embargo en principio también es posible fabricar el adaptador de pala 10 como construcción soldada.

En la figura 3 se muestra una variante de realización del adaptador de pala 10 de las figuras 1 y 2. Dado que el adaptador de pala 10 en la figura 3 en las partes anchas se parece al de las figuras 1 y 2, se remite a las realizaciones anteriores y a continuación únicamente se tratan las diferencias.

La sección 16 en forma de cono truncado no se extiende en esta variante de realización por toda la longitud del adaptador de pala, sino que en la región del segundo extremo 12 está prevista una sección cilíndrica 17 para crear suficiente espacio en el lado interno de la pared 15 para guiar tornillos o pernos a través de las aberturas del círculo 13 de agujeros y para poder fijarlos con herramientas correspondientes. El hecho de que la sección 16 en forma de cono truncado represente la parte predominantemente ancha de la longitud del adaptador 10 de pala y además sea adyacente al primer extremo 11 del adaptador 10 de pala, se mantienen las ventajas conocidas por el ejemplo de realización según las figuras 1 y 2 en cuanto a la elevada rigidez del adaptador 10 de pala y la introducción de fuerzas mejorada en el cojinete 9 de pala de rotor.

Los orificios del círculo 13 de agujeros en el primer extremo 11 del adaptador 10 de pala están diseñados como orificios ciegos y presentan una rosca interna. La unión entre el buje de rotor 5 y el adaptador de pala 10 se realiza por consiguiente con un tornillo prisionero o un perno pasado, y no con un tornillo continuo o un perno continuo. No obstante, los círculos 13 de agujeros están adaptados entre sí de tal modo que también en este sentido es posible una unión directa de buje 5 de rotor y pala 6 de rotor - omitiendo el adaptador de pala.

En la figura 4 se representa un ejemplo de realización adicional de un adaptador de pala 10. El adaptador de pala 10 está construido a este respecto de manera comparable con el de la figura 3, por lo que se remite a las realizaciones respectivas. En particular, el adaptador de pala 10 además de una sección 16 en forma de cono truncado esencial según la invención presenta una sección cilíndrica 17.

En el lado interno de la pared 15 están previstos además apoyos 19 giratorios a distintas alturas sobre los cuales en cada caso una plataforma anular 20 puede fijarse de tal modo que esta discurre perpendicular al eje del adaptador 10 de pala. La plataforma 20 se extiende a este respecto hasta la pared 15 y presenta una abertura central 21. Esta abertura central 21 puede cerrarse opcionalmente mediante un elemento de tapa 22. Si debe producirse o comprobarse una conexión en el círculo de agujeros 13 en el segundo extremo 12 del adaptador 10 de pala, el elemento 22 de tapa puede eliminarse para liberar así la abertura central 21 como paso para un montador que puede moverse a su vez sobre la plataforma 20. En otro caso, el elemento 22 de tapa cierra la abertura 21 para impedir la caída de partículas sólidas como, por ejemplo, restos de adhesivo, o agua de condensación, del interior de la pala de rotor al buje de rotor.

En el adaptador 10 de pala de las figuras 5a-c discurre la pared 15 o en particular su lado externo - a diferencia de los ejemplos de realización anteriores - fuera de los círculos 13 de agujeros tanto en el primer extremo 11 como en el segundo extremo 12 (forma similar a una C). Además, aunque obviamente está prevista una sección 16 en forma de cono truncado en la que la pared 15 partiendo del primer extremo 11 se ensancha hacia el segundo extremo 12, la pared 15 en la sección restante 18 está diseñada cónica de tal modo que el ensanchamiento desde la primera sección 16 se reduce parcialmente. Esta forma de doble cono es especialmente ventajosa para la fabricación del adaptador de pala 10 en un procedimiento de fundición. Además en la región de los dos extremos 11, 12 del adaptador 10 de pala están previstos también refuerzos. En el primer extremo 11 el refuerzo se logra mediante una pluralidad de nervaduras 25 que discurren axialmente, en el segundo extremo 12 está previsto un anillo 26 de refuerzo que discurre perpendicular al eje del adaptador 10 de pala, en este ejemplo en forma de una geometría similar a la rueda de un automóvil.

El anillo 26 de refuerzo en el segundo extremo 12 aumenta la rigidez para la unión de una pala 6 de rotor. Las nervaduras 25 garantizan una rigidez suficiente en la conexión del adaptador 10 de pala por ejemplo al anillo externo de un cojinete 9 de pala de rotor, es decir, en particular cuando la prolongación del área central de la pared 15 del adaptador 10 de pala en la sección 16 adyacente al primer extremo 11 no pasa directamente a través de los cuerpos rodantes del cojinete 9 de pala de rotor. Sin embargo, si el adaptador 10 de pala se conecta con el anillo interno de un cojinete 9 de pala de rotor, puede prescindirse también de un refuerzo correspondiente, dado del caso, dado que en este caso - de manera análoga al dibujo detallado en la figura 3 - la prolongación del área central de la pared 15 del adaptador 10 de pala en la sección 16 adyacente al primer extremo 11 pasa a través de los cuerpos rodantes del cojinete 9 de pala de rotor. Esto garantiza que el flujo de fuerza principal pase desde la pala de rotor 6 hacia el buje de rotor 5 directamente a través de los cuerpos rodantes del cojinete de pala de rotor 9, de modo que aun sin prever nervaduras 25 ya se evitan cargas desfavorables en el cojinete de pala de rotor 9.

En la figura 6 se muestra una variante de diseño de la pared 15 en la región de la brida 14 en un extremo de un adaptador de pala 10, en donde puede preverse esta variante de diseño en el primer extremo 11 y/o segundo extremo 12 del adaptador de pala 10. Según esta variante de diseño la pared 15 que discurre cilíndrica en el área en cuestión es más gruesa en el lado opuesto a la brida 14 dispuesta en esta o al círculo 13 de agujeros formado en esta, por lo que resultan relaciones de palanca más favorables para los tornillos o pernos guiados a través del círculo 13 de agujeros y puede lograrse una reducción clara de los picos de carga. En la figura 6 se representa el engrosamiento para un círculo 13 de agujeros interior con respecto a la pared 15 del adaptador 10 de pala en la que el engrosamiento se encuentra por tanto en el lado externo del adaptador 10 de pala. Sin embargo también es posible diseñar el engrosamiento de otra forma, por ejemplo, prever en el caso de un círculo 13 de agujeros exterior el engrosamiento en el lado interno del adaptador 10 de pala.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador (1) con un rotor (4) que puede girar alrededor de un eje esencialmente horizontal que comprende al menos dos palas (6) de rotor fijadas a un buje (5) de rotor, en donde entre el buje (5) de rotor y las palas (6) de rotor individuales está previsto en cada caso un adaptador (10) de pala para palas (6) de rotor de aerogeneradores (1) para aumentar el diámetro de rotor, con un primer extremo (11) para la fijación al buje (5) de rotor y un segundo extremo (12) distanciado en dirección axial para la unión con la raíz (8) de pala de una pala (6) de rotor, en donde el adaptador (10) de pala en su primer y segundo extremo (11, 12) presenta en cada caso un círculo (13) de agujeros para la unión con el buje (5) de rotor o la pala (6) de rotor, en donde la pared (15) del adaptador (10) de pala que se extiende en dirección axial está abierta hacia afuera en forma de cono truncado desde el primer extremo (11) hacia el segundo extremo (12) en al menos una sección (16), y la pared (15) del adaptador (10) de pala está diseñada de tal modo que la pared (15) del adaptador (10) de pala que se extiende en dirección axial discurre en el primer extremo (11) dentro del círculo (13) de agujeros en el primer extremo (11), y en el segundo extremo (12) fuera del círculo (13) de agujeros en el segundo extremo (12), en donde la sección transversal a través del adaptador (10) de pala presenta una forma similar a la Z con la pared (15) del adaptador de pala y ambos círculos (13) de agujeros, en donde los círculos (13) de agujeros están dispuestos en una brida en L (14) unida firmemente con la pared (15) del adaptador (10) de pala, y en donde el adaptador (10) de pala es hueco, y una unión establecida a través del círculo (13) de agujeros en el segundo extremo (12) entre la pala (6) de rotor y el adaptador (10) de pala es accesible desde el interior del buje (5) de rotor.
2. Aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la longitud total de las secciones (16) en forma de cono truncado en las que la pared (15) del adaptador (10) de pala se abre hacia afuera es mayor o igual a la longitud total del resto de las secciones (17, 18).
3. Aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los dos círculos (13) de agujeros presentan un diámetro idéntico, preferiblemente presentan además un diámetro idéntico de los orificios, un número idéntico de orificios y/o una posición idéntica de los orificios.
4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el área de al menos un círculo (13) de agujeros están previstos refuerzos (25, 26) en el lado interno de la pared (15) que preferiblemente comprenden nervaduras (25) que se extienden en dirección axial y/o anillos (26) de refuerzo que discurren perpendiculares al eje del adaptador (10) de pala.
5. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, en el área de al menos un círculo (13) de agujeros, la pared (15) presenta un grosor mayor, en donde la pared (15) preferiblemente en el lado opuesto al círculo (13) de agujeros presenta un grosor mayor.
6. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dentro del adaptador (10) de pala puede estar prevista al menos una plataforma (20) circular que discurre perpendicular al eje del adaptador (10) de pala con una abertura (21) que está en contacto de manera circundante con la pared (15) y cuya abertura (21) central opcionalmente puede cerrarse preferiblemente mediante un elemento (22) de tapa.
7. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los orificios de al menos un círculo (13) de agujeros están diseñados como orificios pasantes u orificios ciegos, en donde los orificios están provistos preferiblemente de una rosca interna.
8. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el adaptador (10) de pala está realizado como pieza constructiva de fundición o como construcción soldada.
9. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las palas (6) de rotor están alojadas de manera que pueden girar en cada caso alrededor de un eje (7) de rotor en el buje (5) de rotor, en donde los adaptadores (10) de pala de rotor están unidos preferiblemente en cada caso con su primer extremo (11) con un anillo externo o interno de los cojinetes (9) de pala de rotor previstos para ello en el buje (5) de rotor.
10. Aerogenerador según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la mitad del ángulo de apertura de la sección (16) de la pared (15) del adaptador (10) de pala en forma de cono truncado más cercana al primer extremo (11) se selecciona de tal manera que, en una unión del primer extremo (11) del adaptador (10) de pala con el anillo externo del cojinete (9) de pala de rotor, la prolongación (15') del área central de la pared (15) del adaptador (10)

de pala en esta sección (16) en forma de cono truncado pasa a través de cuerpos rodantes del cojinete (9) de pala de rotor.

Fig. 1

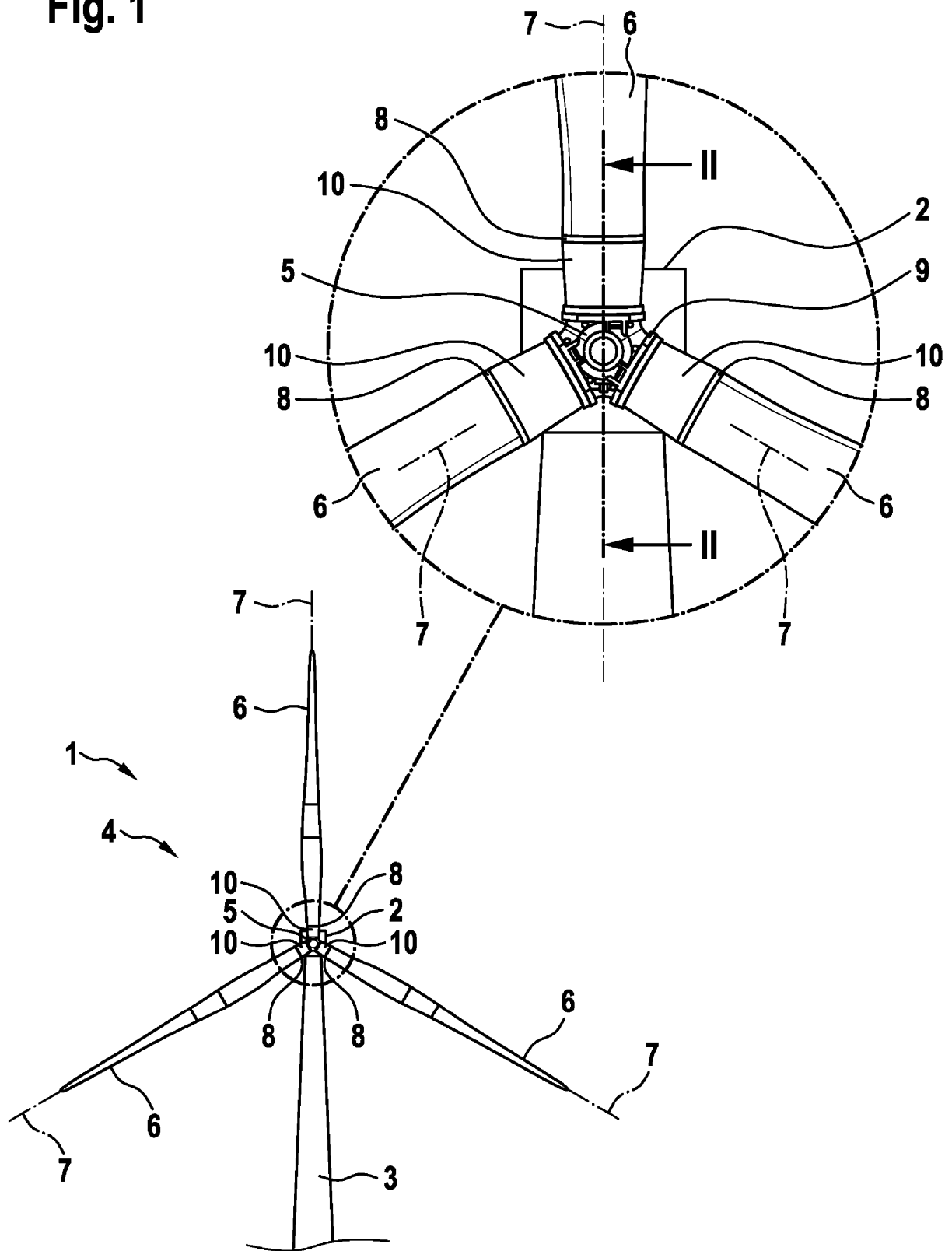


Fig. 2

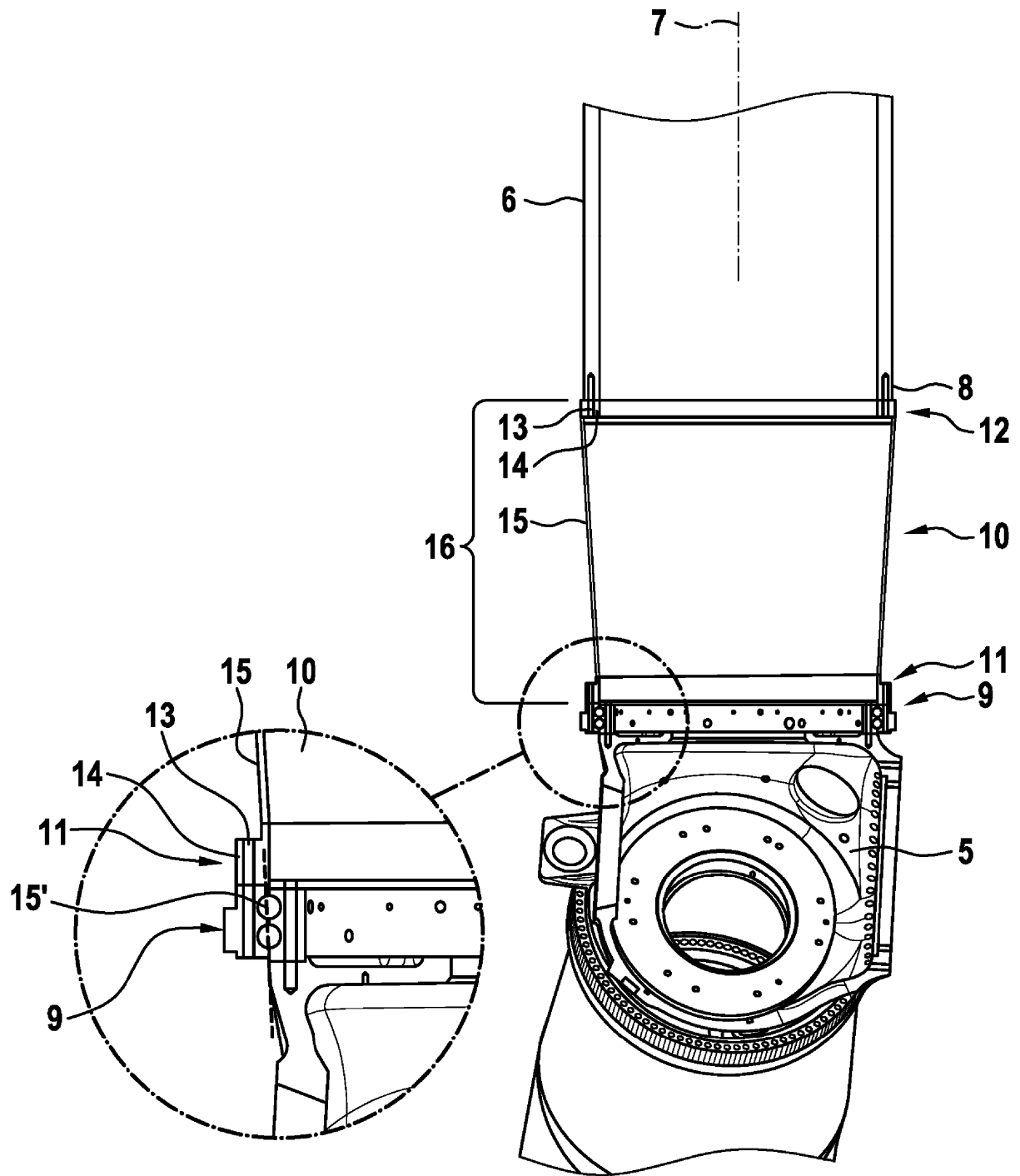


Fig. 3

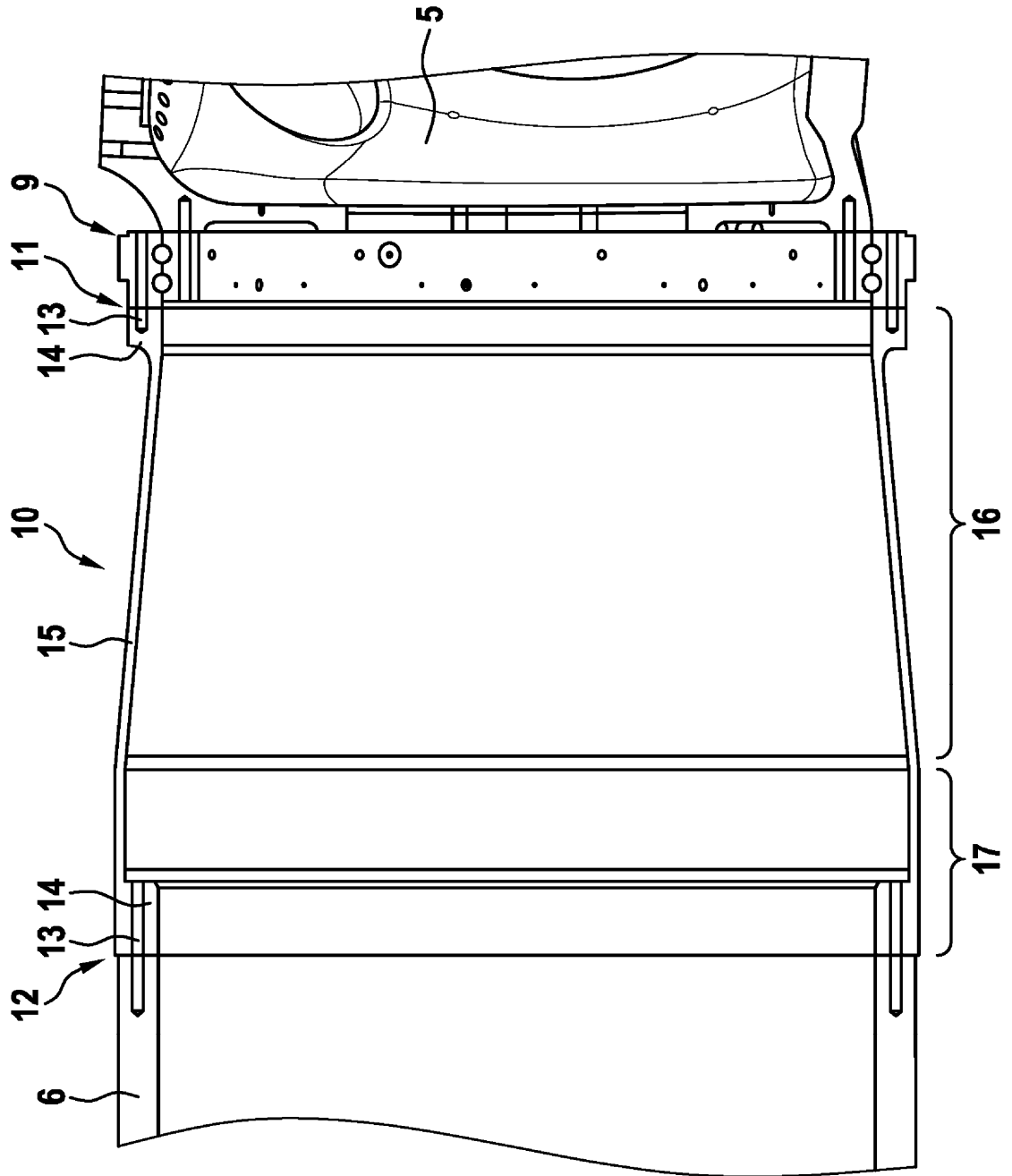


Fig. 4

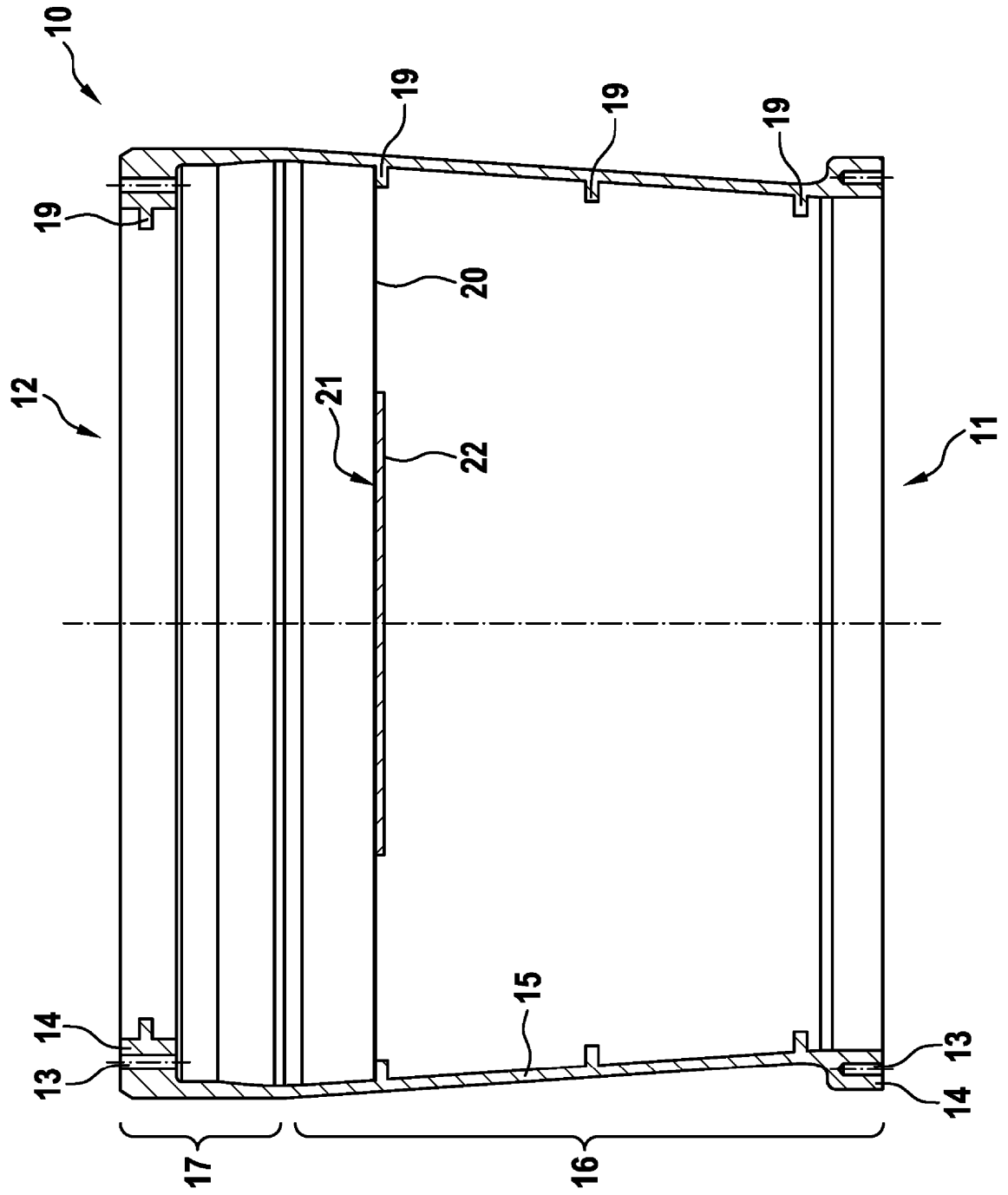


Fig. 5a

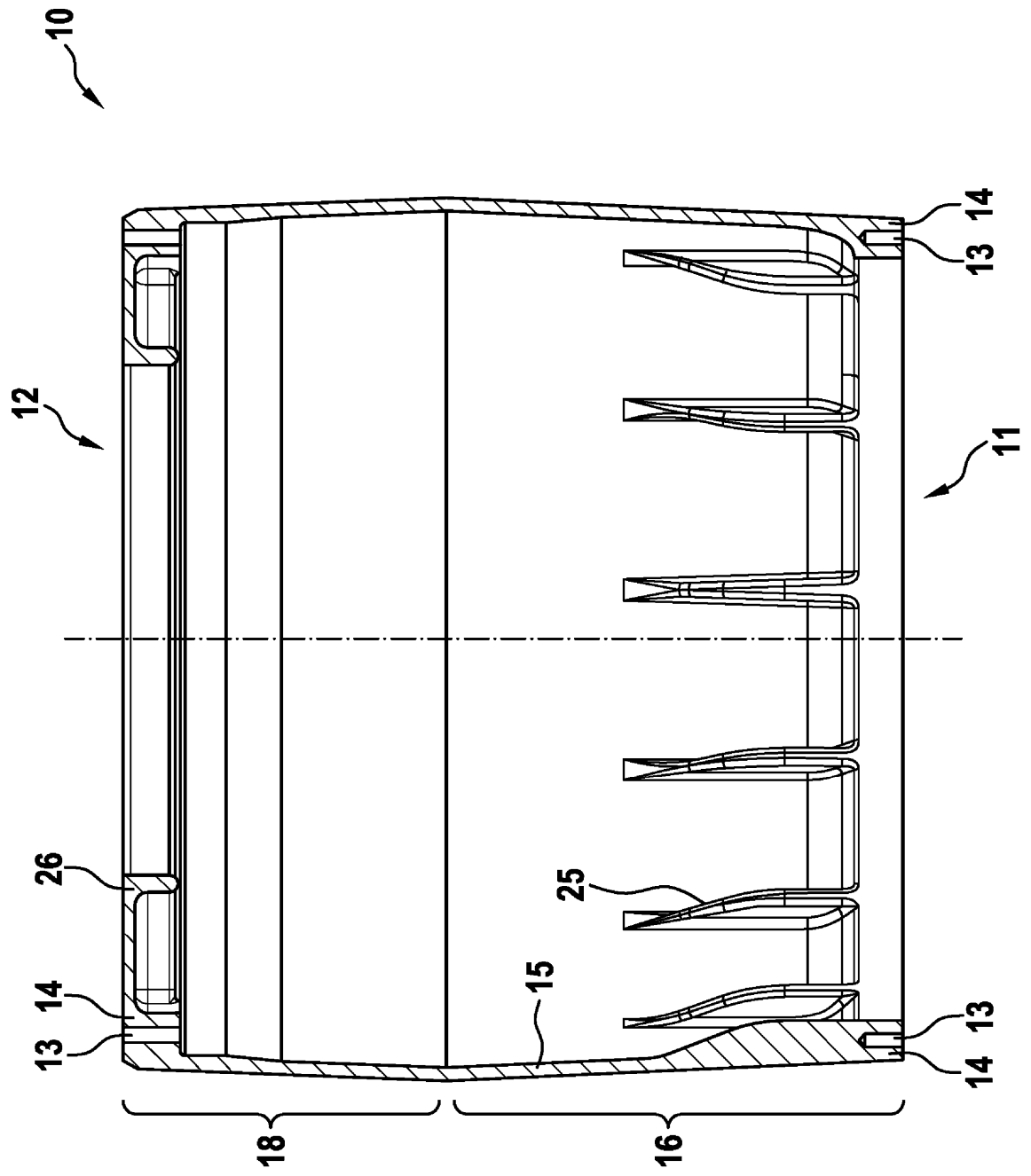


Fig. 5b

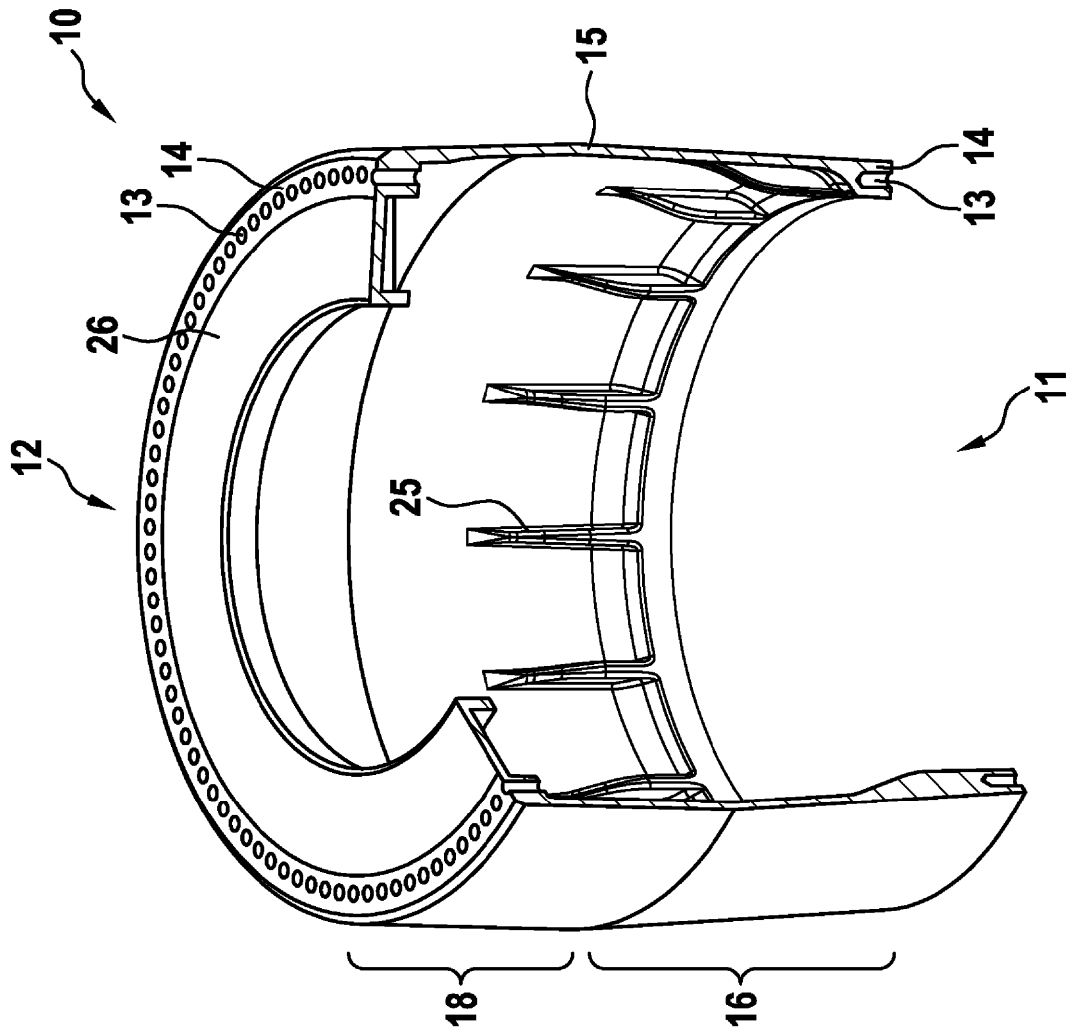


Fig. 5c

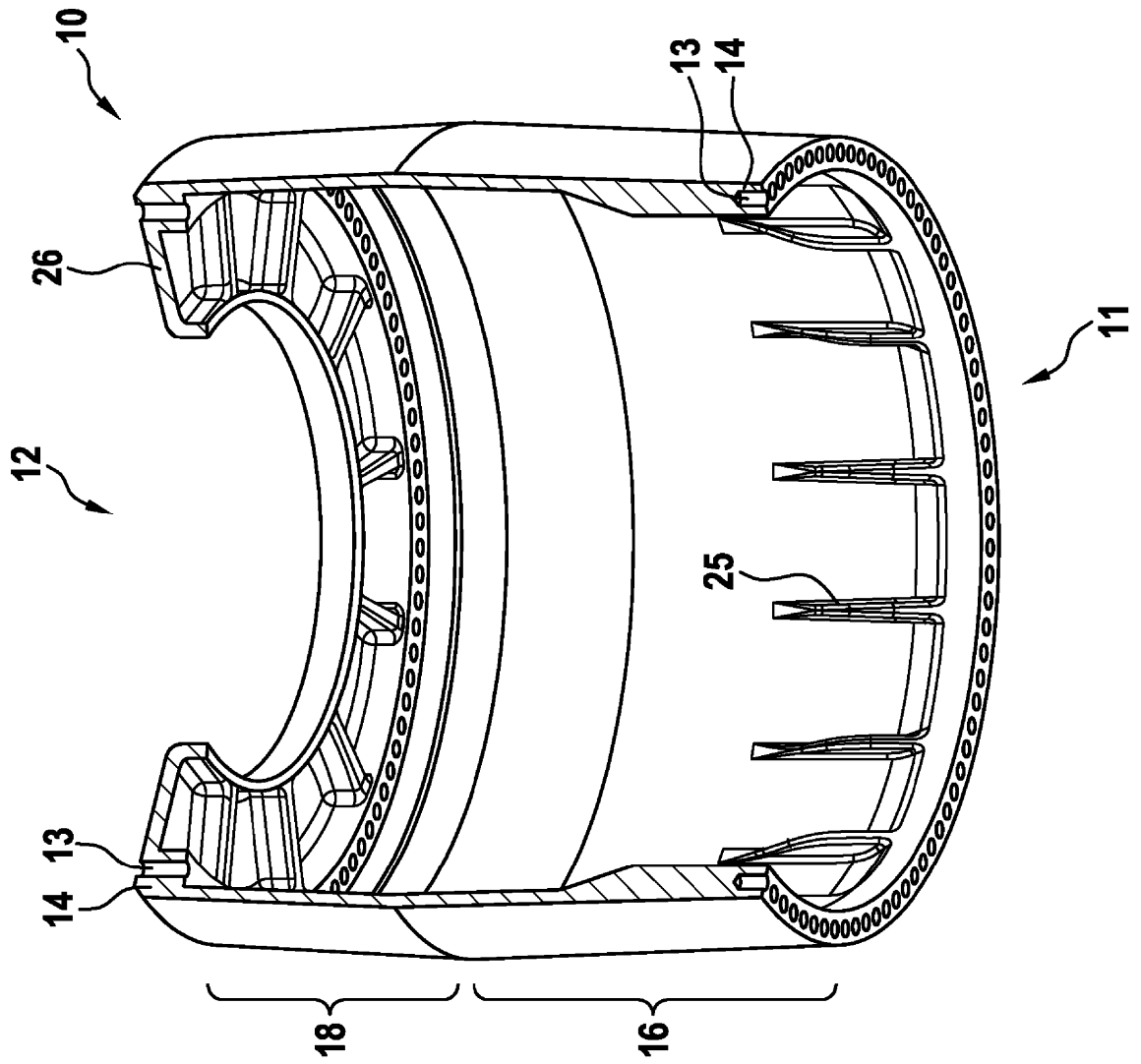


Fig. 6

