



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 322 262**

51 Int. Cl.:
F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04732943 .8**

96 Fecha de presentación : **14.05.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1636490**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.03.2006**

54 Título: **Conexión de pala de rotor.**

30 Prioridad: **28.05.2003 DE 103 24 166**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.06.2009

73 Titular/es: **Aloys Wobben**
Argestrasse 19
26607 Aurich, DE

72 Inventor/es: **Wobben, Aloys**

74 Agente: **López Bravo, Joaquín Ramón**

ES 2 322 262 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

Conexión de pala de rotor.

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor para una instalación de energía eólica, con una pluralidad de agujeros dispuestos en la zona de la base de la pala de rotor, que están configurados como agujeros pasantes, que se extienden esencialmente transversalmente al eje longitudinal de la pala de rotor, con bulones transversales introducidos en los agujeros y elementos de tracción que pueden unirse con los bulones transversales.

10 Del documento DE 197 33 372 C1 se conoce una pala de rotor con agujeros dispuestos en la zona de la base de la pala de rotor, que se extienden esencialmente transversalmente al eje longitudinal de la pala de rotor, con bulones transversales introducidos en los agujeros y elementos de tracción que pueden unirse con los bulones transversales. Estos agujeros están configurados como agujeros ciegos.

15 Del libro "Windkraftanlagen" de Erich Hau, 2ª edición, Springer-Verlag, 1996, página 202, que se considera como el estado de la técnica más próximo, se conoce una pala de rotor del tipo nombrado al inicio. En esta pala de rotor conocida un elemento de tracción (allí denotado como tensor) discurre desde el bulón transversal a una brida. Por consiguiente la pala de rotor puede fijarse en la brida, por ejemplo, del cubo de rotor.

20 El estado de la técnica da a conocer elementos de tracción que discurren dentro de la base de la pala de rotor. Luego deben estar presentes canales en el material de la base de la pala de rotor, en los que están introducidos los elementos de tracción. Conforme al debilitamiento del material unido a ello, el material debe reforzarse en la zona de la base de la pala de rotor mediante medidas constructivas apropiadas para que se garantice la rigidez necesaria.

25 Para eliminar estas desventajas mediante una simplificación constructiva, la pala de rotor según la invención se caracteriza porque los elementos de tracción discurren fuera de la base de la pala de rotor.

30 A este respecto la invención se basa en el conocimiento de que con ello la zona de la base de la pala de rotor en el cubo se modifica de forma desventajosa aerodinámicamente, no obstante, esto no tiene una influencia negativa en el comportamiento acústico y en las restantes propiedades de la instalación, ya que esta zona de la pala de rotor está cubierta por el casquete o al menos se encuentra en la parte del rotor que gira más lentamente.

35 Con la pala de rotor según la invención está asociada la ventaja de que, por un lado, el material de la pala de rotor no está debilitado por canales en la zona de la base de la pala de rotor, y que los elementos de tracción pueden someterse en todo momento a una prueba visual sin que para ello sea necesario un desmontaje. Por ello puede reconocerse y eliminarse inmediatamente, por ejemplo, una corrosión incipiente.

Además, también es posible un intercambio de un elemento de tracción de forma sencilla.

40 En particular al emplear el material compuesto de resina epoxi reforzada con fibras de vidrio como material ligero y al mismo tiempo robusto para las palas de rotor, puede realizarse un anclaje duradero de los bulones transversales en la base de la pala de rotor. En este caso se produce una introducción favorable de fuerzas de un bulón transversal en el material compuesto de resina epoxi de la pala de rotor.

45 De forma conveniente están previstos una pluralidad de agujeros espaciados para la recepción de una pluralidad de bulones transversales en la pala de rotor, ya que puede aumentarse esencialmente por ello la rigidez de la conexión de la pala de rotor, lo que es necesario en particular en instalaciones de energía eólica muy grandes. Los agujeros pueden estar espaciados de forma que el material se debilita sólo insignificamente por los agujeros.

50 Es especialmente preferida una forma de realización de la invención en la que la pala de rotor presenta en la zona de la base de la pala de rotor una sección transversal ampliada, y el agujero o los agujeros están dispuestos en la zona de esta sección transversal ampliada. También mediante estas medidas puede aumentarse esencialmente la capacidad de carga de la unión entre la pala de rotor y el cubo de rotor, ya que la pala de rotor se expone a tensiones esencialmente pequeñas por la ampliación de la sección transversal en la zona de la base de la pala de rotor, y por consiguiente puede cargarse con fuerzas mayores. Mediante la disposición según la invención de los agujeros en la zona de la sección transversal ampliada es posible una introducción favorable de fuerzas de los bulones transversales al material de la pala de rotor a través de una superficie correspondientemente aumentada, mientras que una presión superficial esencialmente menor aparece en la superficie de separación entre los bulones transversales y la superficie interior de la entalladura. En este caso la ampliación de la sección transversal puede presentar una dimensión claramente menor que en el caso de una pala de rotor conocida, ya que no deben compensarse los orificios para elementos de tracción que discurren dentro de la pala de rotor.

65 Según una forma de realización especialmente preferida de la invención, la sección transversal de la pala de rotor se amplía a ambos lados en la dirección de una sección final de la pala de base en el lado del cubo. De esta manera se realiza una introducción simétrica de fuerzas de los bulones transversales en la pala de rotor.

Según una variante preferida de este ejemplo de realización, la pala de rotor presenta dos secciones opuestas de engrosamiento, configuradas respectivamente en una pieza con ésta, y los agujeros están dispuestos al menos

parcialmente en la zona de las secciones de engrosamiento. Las secciones de engrosamiento que contribuyen a la ampliación de la sección transversal pueden conformarse de forma sencilla y conocida por laminado de una pluralidad de capa de material compuesto fibroso y resina epoxi.

5 Además, es especialmente preferida una forma de realización en la que la pala de rotor presenta en la zona de la base de la pala de rotor una sección final esencialmente tubular, en la que están configurados una pluralidad de agujeros. Una sección final tubular puede fijarse de forma especialmente uniforme y sencilla en el cubo de rotor, y es ventajosa en particular en instalaciones de energía eólica muy grandes, en las que aparecen fuerzas extremas, y cuyas palas de rotor se transforman de una sección final tubular para la fijación en una sección perfilada de ala.

10 Una gran ligereza del material, unida con una gran solidez se produce en una forma de realización en la que la pala de rotor está hecha esencialmente de un material compuesto de resina epoxi reforzado con fibra de vidrio.

15 Para conseguir una retirada mejor de la carga, los bulones transversales están pegados preferiblemente en el agujero. Adicionalmente se produce la ventaja de que los bulones transversales pueden mantenerse de forma segura en la posición predeterminada, también mientras que se montan los elementos de tracción.

20 De forma en particular preferida pueden estar previstos discos metálicos de forma concéntrica alrededor del eje longitudinal del agujero (o del bulón transversal) en al menos un extremo, pero preferiblemente los dos extremos del agujero. Estos discos que pueden compararse en su forma con arandelas conocidas, se colocan enrasadas con la superficie de la base de la pala de rotor en la zona del agujero e impiden un deterioro de los bordes del agujero.

25 En una forma de realización asimismo preferida, en el agujero se introduce y pega un casquillo. Este casquillo está hecho de un material metálico e impide un rozamiento entre la pared del agujero y el bulón transversal. El rozamiento originado eventualmente tiene lugar entre el bulón transversal y el casquillo.

30 Las ventajas explicadas anteriormente de una pala de rotor según la invención se producen de forma similar en un rotor para una instalación de energía eólica del tipo nombrado al inicio, que está equipado de una pala de rotor según la invención. Para evitar repeticiones se remite por ello a las realizaciones precedentes respecto a los efectos ventajosos.

35 Una ampliación preferida del rotor según la invención se destaca porque el cubo de rotor presenta una sección de brida periférica con una sección transversal esencialmente en forma de T para la conexión de la pala de rotor, y la pala de rotor está atornillada con la sección de brida mediante una pluralidad de elementos de tracción que están unidos con bulones transversales dispuestos en la pala de rotor. Mediante la forma conveniente de sección de brida simétrica en forma de T puede realizarse una introducción simétrica de fuerzas de la pala de rotor en el cubo, mientras que en las dos secciones libres, situadas esencialmente en un plano, de la sección de brida en forma de T están configurados orificios de paso a través de los que engranan los elementos de tracción. De forma conveniente la pluralidad de elementos de tracción están dispuestos por parejas paralelamente uno a otro y en dos filas dispuestas esencialmente de forma concéntrica una a la otra.

45 Las ventajas según la invención se hacen realidad también en una instalación de energía eólica que está equipada de un rotor y/o una pala de rotor del tipo descrito anteriormente; respecto a la ventaja según la invención, que puede obtenerse por ello, se remite a las realizaciones precedentes en relación con un rotor y pala de rotor según la invención.

La invención se describe a continuación mediante un ejemplo de realización de un rotor de una instalación de energía eólica mediante los dibujos adjuntos. En este caso muestran:

50 Figura 1 una representación simplificada de una instalación de energía eólica según la invención;

Figura 2 una representación en corte de la fijación según la invención de una pala de rotor en un cubo de rotor de una instalación de energía eólica;

55 Figura 3 una vista en detalle de la figura 2; y

Figura 4 una representación en corte de una forma de realización alternativa de la invención.

60 La instalación de energía eólica 1 representada en la figura 1 comprende esencialmente una torre 3 y una góndola 5 fijada en ésta para la recepción de un generador 7, así como de un rotor 9 unido con éste directamente. El rotor 9 presenta un cubo de rotor 11, así como tres palas de rotor 2 fijadas en el cubo de rotor 11. Por las fuerzas del viento que actúan sobre la pala de rotor 2 se hace girar el cubo de rotor 11 para accionar el generador 7.

65 El generador 7 configurado como generador anular presenta un estator 13 y un inducido 15. El inducido 15 está montado junto con el cubo de rotor 11 mediante un apoyo principal 17 en un muñón del eje 19, que está unido de forma fija con un, así llamado, soporte de máquina 21. El soporte de máquina 21 está montado de forma giratoria sobre la torre 3 por mediación de un cojinete de giro (no representado) mediante motores acimutales 23. En el soporte de máquina 21 está fijado además un dispositivo 27 con un anemómetro y aleta.

ES 2 322 262 T3

La figura 2 muestra en una representación en corte una sección de una pala de rotor 2 de una instalación de energía eólica 1, del lado de la base de pala, en la que puede tratarse, por ejemplo, de una así llamada instalación de energía eólica de eje horizontal, según se representa en la figura 1.

5 La pala de rotor 2 representada parcialmente en la figura 2 está fabricada en una forma constructiva ligera de un material compuesto de resina epoxi reforzado con fibras de vidrio y está unida de forma fija con el cubo de rotor 11 mediante una conexión de pala de rotor 29 según la invención (figura 1), estando la pala de rotor 2 atornillada con una brida 4 periférica esencialmente en forma de T que, por su lado, está configurada en una pieza con el cubo de rotor 11. La sección de la pala de rotor 2 representada en la figura 1 está configurada, igual que la brida 4, de forma periférica y esencialmente tubular, y se transforma con distancia creciente del cubo de rotor 11 en el perfil de pala de rotor aerodinámicamente eficaz (no representado). Entre la conexión de la pala de rotor 29 y el cubo de rotor 11 puede estar dispuesto un adaptador de pala 31. Con la ayuda de un motor de ajuste de pala, la pala de rotor 2 puede girarse junto con la conexión de pala 29 y el adaptador de pala 31 alrededor del eje longitudinal de la pala de rotor 2.

15 La figura 2 ilustra la ampliación según la invención de doble cara de la sección transversal de la pala de rotor 2 en la zona de la base de pala de rotor 6, es decir, en el ejemplo de realización de la zona final de la sección esencialmente tubular de la pala de rotor 2, que en el estado montado está en contacto con la brida 4 del cubo de rotor 11. En las zonas laterales opuestas de la base de la pala de rotor 6 están conformadas secciones de engrosamiento 8, 10, que proporcionan una ampliación de la sección transversal de la pala de rotor 2 en la dirección de la zona final de la pala de rotor 2 en la zona de la base de la pala de rotor 6. Mediante la sección transversal ampliada se obtiene allí una gran solidez. Las secciones de engrosamiento 8, 10 pueden fabricarse, por ejemplo, por aplicación de capas adicionales de resina epoxi y fibras de forma integral en la base de la pala de rotor 6.

25 En la zona de la base de la pala de rotor 6 están previstos de forma distribuida agujeros de paso 12 sobre el contorno de la base de la pala de rotor 6. En estos agujeros 12 están introducidos bulones transversales 16 de metal como elementos de anclaje dentro de la pala de rotor 2.

30 Los bulones transversales 16 presentan una longitud que supera el espesor de la base de la pala de rotor 6, y en sus zonas finales fuera de la base de la pala de rotor 6 están previstos agujeros de paso en ambos lados de la base de la pala de rotor. Estos agujeros pueden presentar, por ejemplo, una rosca interior (no representada). Estos cooperan con los elementos de tracción 20, 22 en forma de bulones cilíndricos de metal. Estos elementos de tracción 20, 22 pueden estar provistos de una rosca exterior con la que se atornillan en la rosca interior adecuada del bulón transversal 16.

35 Los elementos de tracción 20, 22 se extienden fuera de la pala de rotor 2 a ambos lados de la base de la pala de rotor a través de agujeros 28, 30 de la brida 4. Mediante una tuerca 32, 34, que puede atornillarse en una (otra) rosca exterior de los elementos de tracción 20, 22, con interposición de un casquillo o de una arandela 36, 38, los elementos de tracción 20, 22 pueden cargarse con grandes fuerzas de tracción, y por consiguiente la pala de rotor 2 de forma fija en la brida 4 y con ello puede tirarse del cubo de rotor 11, de forma que se genera una unión fija entre la pala de rotor 2 y el cubo de rotor 11.

40 La figura 3 muestra de forma ampliada un detalle de la figura 2. Aquí puede reconocerse de forma especialmente adecuada, como están dispuestos el casquillo 15 en el agujero 12, el bulón transversal 16 en el casquillo 15 y un disco 17 alrededor del bulón transversal.

45 Para que los elementos de tracción 20, 22 discurren lo más cerca posible de la superficie de la zona de base 6 de la pala de rotor 2, los discos 17 están dispuestos enrasados con la superficie de la zona de base 6 de la pala de rotor 2.

50 Al igual que el bulón transversal 16 puede estar pegado en el agujero 12, el casquillo 15 puede pegarse en el agujero. Con ello pueden evitarse los movimientos entre el bulón transversal 16 y la pared del agujero 12. Éstos se producen por el contrario entre el casquillo 15 y el bulón transversal 16. Aún cuando estos movimientos pueden ser sólo (así llamados, micromovimientos) sumamente pequeños por el empotramiento fijo del bulón transversal 16 por los elementos de tracción 20, 22, pueden producirse daños también por lo demás por la carga permanente.

55 En la figura 4 está representada una forma de realización alternativa más sencilla de la invención. En esta forma de realización el bulón transversal 16 discurre sólo dentro del agujero 12 sin un casquillo. Naturalmente el bulón transversal 16 puede estar pegado de nuevo en el agujero 12 para impedir un movimiento entre los dos componentes y por consiguiente un accionamiento del material de la base de la pala de rotor 6, y al mismo tiempo mantener el bulón transversal 16 en su posición predeterminada durante el montaje.

60 El resto de la estructura se corresponde con aquella de la forma de realización conocida; los elementos de tracción 20, 22 discurren a través de la brida 4 y están fijados con mediación de discos 36, 38 con tuercas 32, 34.

65 En la realización de la pala de rotor en las instalaciones de energía eólica es especialmente ventajoso, que la instalación de energía eólica sea tal que la pala de rotor esté soportada por un rotor, y mediante un sistema de control de Pitch puedan regularse las palas de rotor en su ángulo hacia el viento. En este caso puede ser especialmente ventajoso cuando el accionamiento de Pitch no está hecho sólo de uno, sino de dos o tres accionamientos de Pitch.

REIVINDICACIONES

5 1. Pala de rotor (2) para una instalación de energía eólica (1), con una pluralidad de agujeros dispuestos en la zona de la base de la pala de rotor, que están configurados como agujeros pasantes, que se extienden esencialmente transversalmente al eje longitudinal de la pala de rotor, con bulones transversales (16) introducidos en los agujeros y elementos de tracción (20, 22) que pueden unirse con los bulones transversales, presentando los bulones transversales una rosca interior y los elementos de tracción una rosca exterior que se corresponde con el diámetro de la rosca interior, y estando atornillados los elementos de tracción con los bulones transversales, **caracterizada** porque los elementos de tracción (20, 22) discurren fuera de la base de la pala de rotor (6).

10 2. Pala de rotor según la reivindicación 1, **caracterizada** porque están previstos una pluralidad de agujeros (12) espaciados para la recepción de una pluralidad de bulones transversales (16).

15 3. Pala de rotor según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque la pala de rotor (2) presenta en la zona de la base de la pala de rotor (6) una sección transversal ampliada, y porque el agujero (12) o los agujeros (12) está/están dispuestos en la zona de la sección transversal ampliada.

20 4. Pala de rotor según la reivindicación 3, **caracterizada** porque la sección transversal de la pala de rotor (2) se amplía a ambos lados en la dirección de una sección final de la pala de rotor (6) en el lado del cubo.

25 5. Pala de rotor según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque la pala de rotor (2) presenta en la zona de la base de la pala de rotor (6) una sección final esencialmente tubular en la que están configurados una pluralidad de agujeros (12).

30 6. Pala de rotor según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque está hecha esencialmente de un material compuesto de resina epoxi reforzada con fibras de vidrio.

35 7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque los bulones transversales (16) están pegados en los agujeros (12).

40 8. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque en el agujero (12) está previsto un casquillo (15) y porque el bulón transversal (16) está dispuesto dentro del casquillo (15).

45 9. Pala de rotor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque en al menos un extremo del agujero (12) está previsto un disco (17) metálico de forma concéntrica al eje longitudinal del agujero (12).

50 10. Rotor para una instalación de energía eólica, con un cubo de rotor y al menos una pala de rotor fijada en el cubo de rotor, **caracterizado** porque la al menos una pala de rotor (2) está configurada según una de las reivindicaciones precedentes.

55 11. Rotor según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el cubo de rotor (11) presenta una brida (4) periférica esencialmente en forma de T en sección transversal para la conexión de la pala de rotor (2), y la pala de rotor (2) está atornillada con la brida (4) mediante una pluralidad de elementos de tracción (20, 22) que están unidos con bulones transversales (16) dispuestos en la pala de rotor (2).

60 12. Rotor según la reivindicación 11, **caracterizado** porque los elementos de tracción (20, 22) están dispuestos por parejas paralelamente uno a otro y en dos filas dispuestas esencialmente de forma concéntrica una a la otra.

65 13. Instalación de energía eólica, **caracterizada** por una pala de rotor (2) según una de las reivindicaciones precedentes y/o **caracterizada** por un rotor (9) según una de las reivindicaciones precedentes.

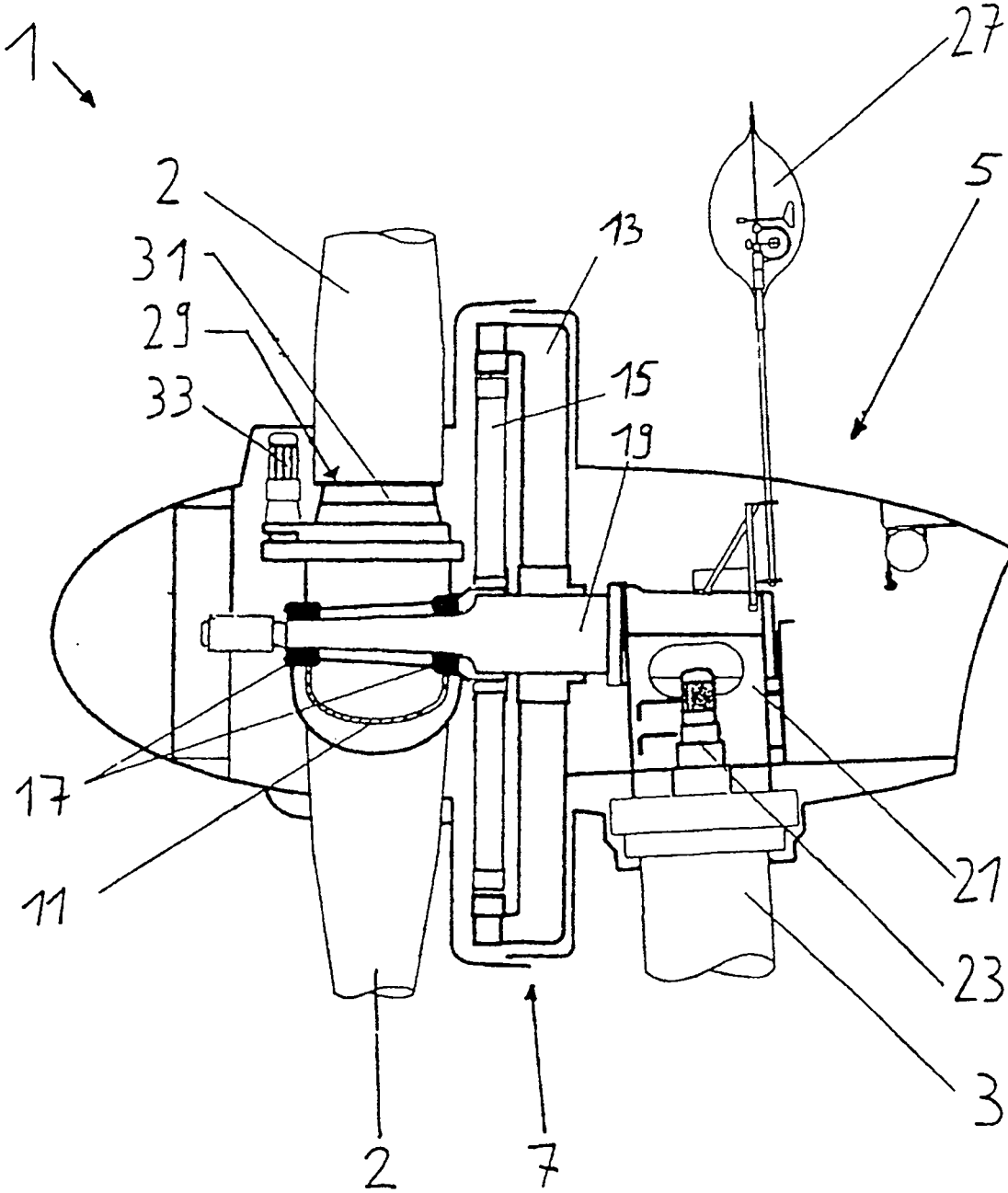


Fig. 2

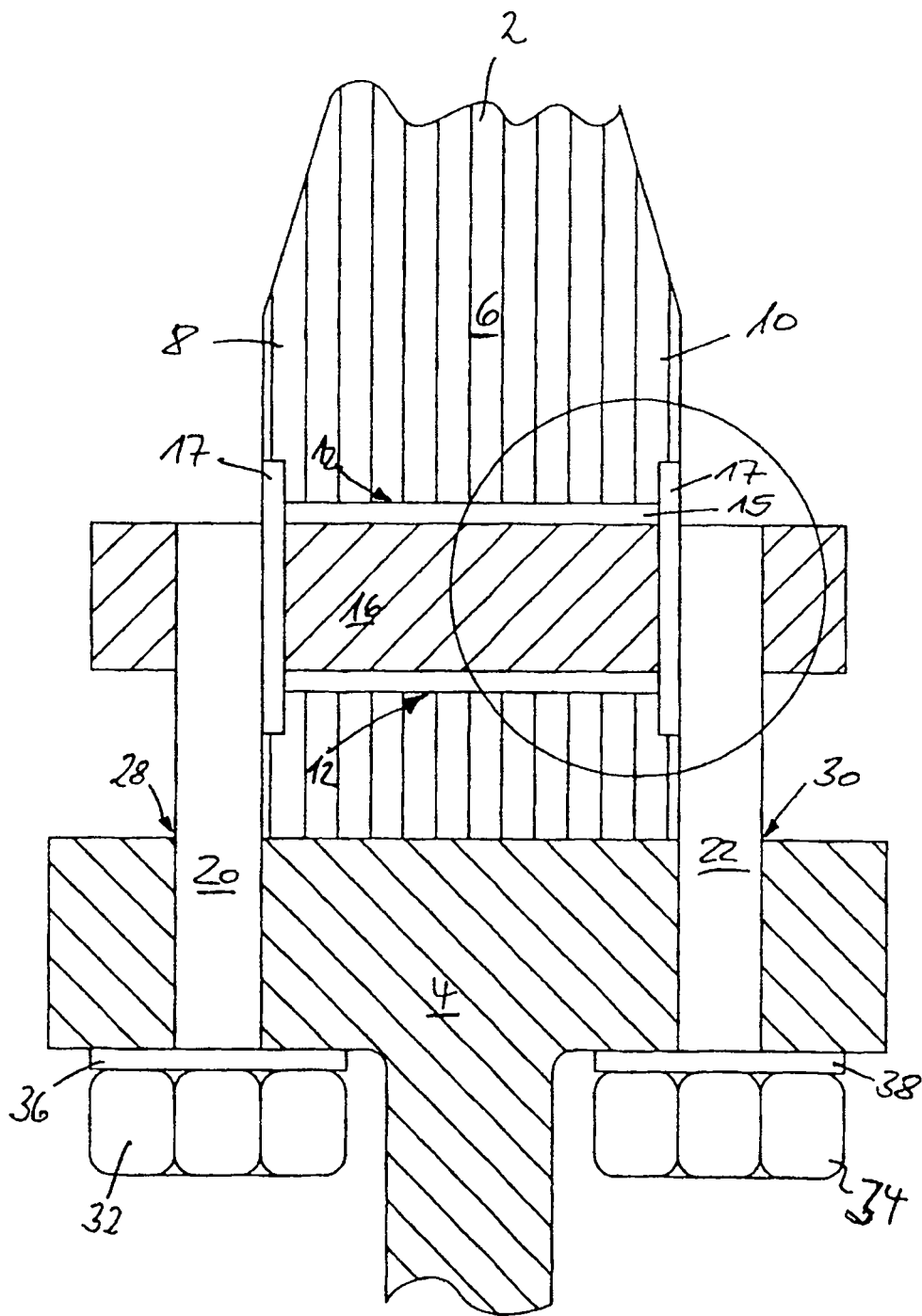


Fig. 3

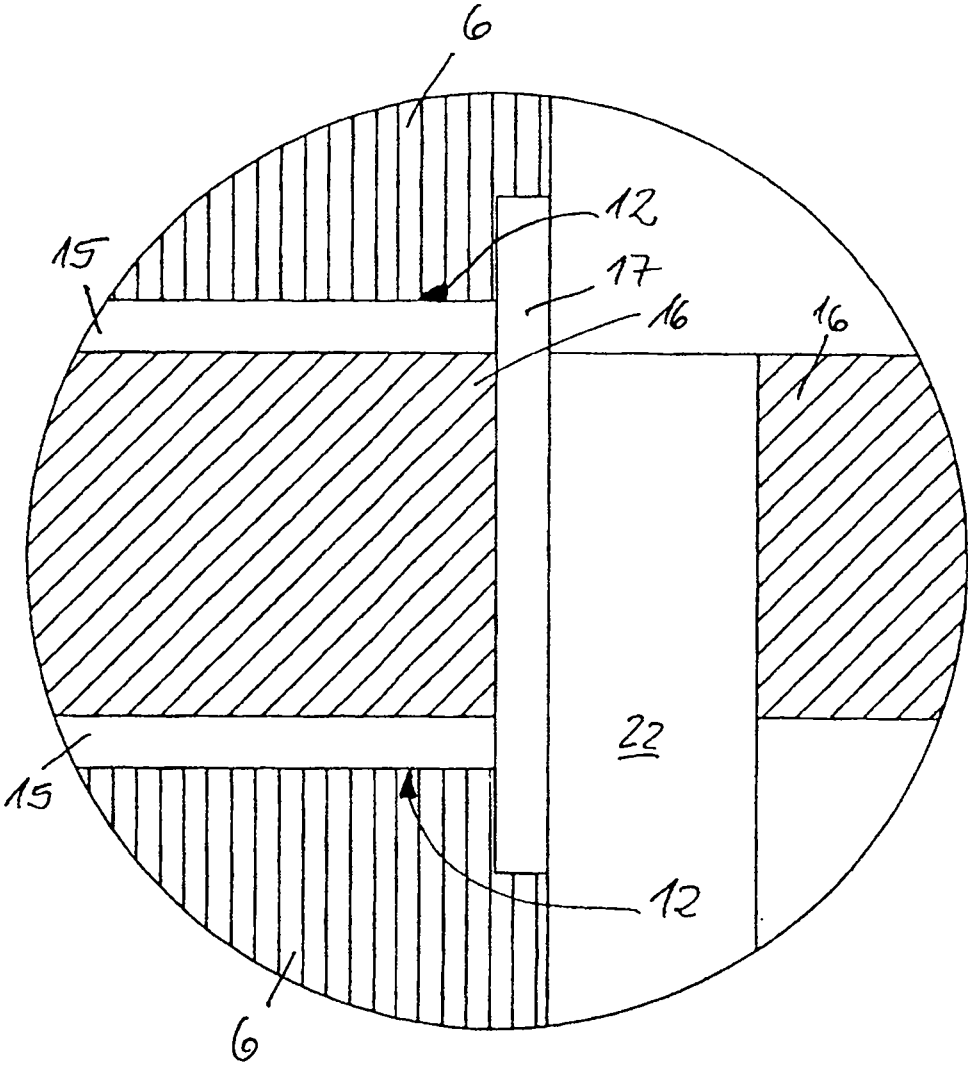


Fig. 4

