

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 853**

51 Int. Cl.:

**F16B 35/02** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

**F16B 35/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2012 E 12184762 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2708733**

54 Título: **Sistema de guía para guiar una raíz de una pala de rotor durante la instalación y procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.05.2017**

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)  
Am Lunedeich 156  
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

**FACH, HANS-JOACHIM**

74 Agente/Representante:

**PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén**

**ES 2 612 853 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**

5 Sistema de guía para guiar una raíz de una pala de rotor durante la instalación y procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador

**Campo de la invención**

10 La invención se refiere a un sistema de guía para guiar una raíz de una pala de rotor durante la instalación de la pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador. Además, la invención se refiere a un procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador. La invención también se refiere a medios y dispositivos de guía para guiar una raíz de una pala de rotor durante la instalación de la pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador.

**15 Antecedentes de la invención**

20 Durante la instalación de un aerogenerador marino (también denominado instalación de energía eólica o instalación eólica), un rotor completo se ensambla en tierra y posteriormente se transporta hasta el aerogenerador marino. Normalmente, las tres palas de rotor se montan en un buje de rotor y el ensamblaje de rotor completo se traslada a un buque o barcaza adecuados para transportarlo hasta el aerogenerador marino. Tras llegar al aerogenerador marino, el ensamblaje de rotor se descarga del buque de transporte y se monta en la góndola del aerogenerador, por ejemplo, usando una barcaza grúa para grandes cargas.

25 En algunos aspectos, el ensamblaje en tierra del rotor es cómodo y eficaz porque, desde el punto de vista técnico, es menos complicado que los trabajos en alta mar. La instalación de las palas de rotor se puede llevar a cabo usando el equipo disponible, por ejemplo, en una instalación de producción. Además, las condiciones meteorológicas influyen menos en los trabajos de ensamblaje. No obstante, un ensamblaje de rotor de un aerogenerador marino es un dispositivo grande que tiene un diámetro que puede ser de hasta 135 m o incluso más en el futuro. Las instalaciones portuarias estrechas pueden obstaculizar el transporte desde  
30 la instalación terrestre hasta el aerogenerador marino. Para realizar el mantenimiento del ensamblaje de rotor, se extrae todo el rotor de la góndola del aerogenerador. Para realizar este trabajo, se debe disponer de una barcaza grúa para grandes cargas y se debe trabajar en alta mar. Tras extraer el ensamblaje de rotor es necesario un nuevo transporte para esta pieza de gran dimensión.

35 Otra opción es el ensamblaje en alta mar de las palas de rotor. Esto significa, que primero se monta el buje de rotor en la góndola y, posteriormente se montan las palas de rotor en el buje de rotor. Las palas de rotor se pueden manipular usando un dispositivo especial para coger la pala de rotor y para posicionarla en casi cualquier posición angular para instalación en el buje de rotor.

40 No obstante, hay que acercar la pala de rotor al buje de rotor con cuidado, especialmente para evitar dañar la cubierta del buje de rotor y la pala de rotor propiamente dicha. La herramienta para coger y alinear la pala de rotor se debe manejar muy lentamente, lo que, no obstante, es un proceso que requiere mucho tiempo. Además, incluso un pequeño error en el sistema de manipulación puede dar lugar a un control inestable y difícil de la pala de rotor.

45 En el documento GB 2483678 A se describe un aparato para montar palas de turbina eólica en un buje, que comprende barras de guía cerca de la raíz de pala y buje para conexión a secciones correspondientes de casquillo provistas en secciones respectivas de una raíz y un buje para facilitar su conexión y pueden estar provistas en la pala o el buje o en ambos. Las barras y los casquillos engranan, antes de unir una sujeción hembra y macho, por ejemplo, pernos, para permitir posicionar la pala en el buje en una orientación de rotación correcta para facilitar la conexión de las sujeciones necesarias. Las barras se pueden sujetar con pernos y los casquillos pueden formar parte de sus componentes, acoplados con adhesivo o pernos o se pueden acoplar por medio de un tirante o cuerda a través de los principales pernos de sujeción de la raíz de pala, de manera que el tirante se pueda cortar para reutilizar el casquillo. También se describe un sistema de brazos de montaje y posicionamiento de palas.  
50  
55

60 En el documento DE 1798509 U se describe un elemento de conexión para construcción, en particular grúas, que tiene una punta de guía extraíble en la parte superior de un tornillo. En el documento FR 2577286 A3 se describe un elemento de conexión similar.

**Sumario de la invención**

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de guía mejorado para guiar una raíz de pala durante la instalación de una pala en un buje de rotor. Además, es un objetivo proporcionar un procedimiento

mejorado de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador.

El objetivo se logra con el objeto de las reivindicaciones independientes.

5 Se proporciona un sistema de guía para guiar una raíz de una pala de rotor, que tiene una brida de pala, durante la instalación de la pala de rotor en un buje de rotor del aerogenerador. El sistema de guía comprende al menos una punta de guía que está configurada para fijarla de manera no permanente en un extremo libre de uno de los pernos que están alojados en la brida de pala. Los pernos de la brida de pala se extienden hacia fuera de la pala de rotor. Una dimensión de la punta de guía, que se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal del perno y que se considera en una condición en la que la punta de guía está montada en el perno, es mayor que un diámetro de una rosca del perno.

10 15 Durante la instalación de una pala de rotor en un buje de rotor, los pernos que se extienden desde la brida de pala están insertados en aberturas o agujeros pasantes correspondientes de la brida de buje. A fin de permitir la inserción de los pernos en las aberturas, o a través de las mismas, hay un espacio entre un diámetro máximo de los pernos y un diámetro interior de las aberturas de la brida de buje. Normalmente, un diámetro máximo del perno es un diámetro de una rosca que está dispuesta en una punta o extremo libre de uno de los respectivos pernos, o muy cerca de éste. No obstante, durante la inserción de los pernos en las aberturas de la brida de buje, la rosca se puede dañar, incluso con desalineaciones muy pequeñas de la pala de rotor respecto al buje de rotor. Además, existe el riesgo de que se dañe la brida de buje si los pernos y las aberturas de la brida de buje no están exactamente alineados entre sí.

20 25 De manera ventajosa, el sistema de guía según aspectos de la invención proporciona una punta de guía que tiene un diámetro mayor que la rosca de los pernos. La punta de guía guiará los pernos en las aberturas de la brida de buje. Se minimiza el riesgo de colisión entre la rosca y una pared interna de los agujeros pasantes, aunque unos cuantos pernos estén provistos de una punta de guía. De manera ventajosa, la punta de guía no está fijada de manera permanente en los pernos y, en particular, la punta de guía se puede extraer de una punta del perno sin una herramienta.

30 35 Según una forma de realización ventajosa, la punta de guía tiene una forma cónica que se ensancha hacia el extremo libre del perno. Esto se considera cuando la punta de guía está montada en el perno. La forma cónica de la punta de guía simplificará la inserción de la cabeza de perno en la abertura correspondiente de la brida de buje.

40 45 En otra forma de realización ventajosa, la punta de guía está configurada para ajustarla a presión en una cavidad del perno, en la que dicha cavidad sobresale sustancialmente en una dirección de una extensión longitudinal del perno. En particular, el perno puede comprender un casquillo hexagonal que está dispuesto en la cavidad del perno. Asimismo, la punta de guía puede comprender un tornillo de cabeza hexagonal que está atornillado en un vástago de la punta de guía y que se corresponde con el casquillo hexagonal del perno. El vástago se extiende desde una cabeza de punta de guía de la punta de guía. Además, puede haber una junta tórica elástica que está dispuesta entre la cabeza de tornillo hexagonal y un reborde del vástago de la punta de guía. Dicho reborde del vástago está orientado hacia la cabeza de tornillo hexagonal. La punta de guía puede estar configurada para montarla en la cavidad del perno ajustando la cabeza de tornillo hexagonal en el casquillo hexagonal del interior de la cavidad y atornillando el tornillo en el vástago, para comprimir la junta tórica elástica. Debido a la fuerza de compresión que se aplica a la junta tórica, aumenta un diámetro de la junta tórica. Por consiguiente, se puede establecer una conexión con ajuste a presión entre una pared interna de la cavidad y la junta tórica comprimida.

50 De manera ventajosa, la conexión con ajuste a presión es lo suficientemente resistente como para fijar de manera no permanente la punta de guía en el perno. No obstante, la punta de guía se puede extraer del perno sin usar una herramienta. Esto facilitará el trabajo cuando se monte la pala de rotor en el buje de rotor.

55 60 Según otro aspecto ventajoso de la invención, el sistema de guía comprende además un perno de guía para sustitución de uno de los pernos de la brida de pala. Un perno de guía puede estar configurado de forma similar a los pernos que se alojan en la brida de pala. En particular, el perno de guía puede ser un perno de vástago resistente a la fatiga o de vástago reducido. El perno de guía puede llevar la punta de guía y puede comprender además un elemento de separación que rodea el perno de guía en una sección entre su extremo libre y la brida de buje. Dicho elemento de separación amplía un diámetro del perno de guía en dicha sección. En particular, el diámetro del perno de guía se amplía para que se corresponda con un diámetro de su rosca o para que sea mayor que un diámetro de la rosca.

Tras la inserción de los pernos en las aberturas correspondientes de la brida de buje, la punta de guía guiará los pernos a través de los agujeros pasantes. No obstante, cuando los pernos están completamente o casi

completamente insertados en los agujeros pasantes, sus extremos libres que llevan la guía se extenderán desde una abertura opuesta de los agujeros pasantes. En consecuencia, la punta de guía puede dejar de guiar los pernos y hay una holgura entre los pernos y los agujeros pasantes. El elemento de guía que rodea los pernos de guía se encarga de guiar los pernos y minimiza dicha holgura. Los pernos de la pala de rotor se guían, en toda su longitud, a lo largo de los agujeros pasantes de la brida de buje.

Además, el sistema de guía según la invención comprende un sujetador de raíz de pala que está configurado para fijarlo en un anillo externo de un cojinete de raíz del buje de rotor. La aleta de guía sobresale del buje de rotor para engranar una superficie externa de la pala de rotor para guiar la raíz de pala hacia la brida de buje, durante la instalación de la pala de rotor en el buje de rotor. De manera ventajosa, el sujetador de raíz de pala está configurado para engranar con la superficie externa de la pala de rotor antes del engranaje de otras piezas de la pala de rotor y el buje de rotor. Es decir, el sujetador de raíz de pala es el elemento que contacta primero con la pala de rotor.

En un aspecto ventajoso, el sistema de guía comprende además un dispositivo para espaciar la brida de buje del buje de rotor de la brida de pala de la pala de rotor durante la instalación de la pala de rotor en el buje de rotor. Normalmente, un buje de rotor está configurado para que tenga un espacio entre una superficie interna de la brida de buje y una estructura de refuerzo interior del buje de rotor. No obstante, cuando los pernos de la pala de rotor están totalmente insertados y se extienden a través de los agujeros pasantes correspondientes de la brida de buje, un segundo espacio entre las cabezas de perno y la estructura de refuerzo del buje de rotor, normalmente, es demasiado pequeño para la inserción de tuercas en las cabezas de perno. De manera ventajosa, el sistema de guía comprende un dispositivo para espaciar la brida de buje y la brida de rotor, para aumentar dicho espacio entre las cabezas de perno y la estructura de refuerzo interior del buje de rotor. Esto se debe a que los pernos no están totalmente insertados en los agujeros pasantes de la brida de rotor. El segundo espacio aumentado permite la inserción lateral de las tuercas usando dicho espacio aumentado y la colocación de las tuercas en las cabezas de perno. El ensamblaje de la pala de rotor y, en particular, la colocación de las tuercas en las cabezas de perno no se reduce a la colocación de tuercas a través de los agujeros de acceso definidos en la estructura de refuerzo interior del buje de rotor. El ensamblaje de la pala de rotor en el buje de rotor se puede llevar a cabo de manera más fácil y sencilla porque se puede montar a la vez una cantidad arbitraria de tuercas.

No obstante, la pala de rotor puede aplicar una fuerza en el buje de rotor. Por consiguiente, el dispositivo para espaciar se puede presionar entre la brida de buje y la brida de rotor. El dispositivo para espaciar se puede extraer solo cuando la pala de rotor está ligeramente separada del buje de rotor. No obstante, incluso pequeños movimientos de la pala de rotor representan un riesgo ya que se puede dañar la pala de rotor o la cubierta de buje de rotor. Además, la pala de rotor puede ser muy sensible a las fuerzas del viento. De manera ventajosa, el sistema de guía según aspectos comprende un dispositivo para espaciar la brida de rotor y la brida de buje. Dicho dispositivo tiene un elemento de separación que define un espacio entre la brida de buje y la brida de pala. Además, el dispositivo para espaciar puede estar configurado para un ajuste variable de dicho espacio. Es decir, el elemento de separación está configurado para proporcionar un espacio ajustable. Si se aplica una fuerza en el dispositivo para espaciar, se puede reducir el espacio entre la brida de buje y la brida de rotor, lo que liberará el elemento de separación de las fuerzas de compresión. Posteriormente, el dispositivo para espaciar se puede extraer fácil y cómodamente del espacio entre la brida de rotor y la brida de pala.

Hay también un sujetador de raíz de pala para un sistema de guía según aspectos de la invención. El sujetador de raíz de pala se puede configurar para fijarlo a un anillo externo de un cojinete de raíz del buje de rotor y que sobresalga del buje de rotor, para engranar con una superficie externa de la pala de rotor a fin de guiar la raíz de pala hacia la brida de buje, durante la instalación de la pala de rotor en el buje de rotor.

Hay también un dispositivo para un sistema de guía según aspectos de la invención. El dispositivo se puede configurar para espaciar la brida de buje del buje de rotor de la brida de pala de la pala de rotor durante la instalación de la pala de rotor en el buje de rotor, en el que el dispositivo para espaciar define un espacio entre la brida de buje y la brida de pala.

Hay también una punta de guía para guiar una raíz de una pala de rotor, que tiene una brida de pala, durante la instalación de la pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador. La punta de guía está configurada de manera ventajosa para un sistema de guía según aspectos de la invención. La punta de guía se puede configurar para fijarla de manera no permanente en un extremo libre de uno de los pernos que se alojan en la brida de pala y que se extienden hacia fuera de la pala de rotor. Una dimensión de la punta de guía, que se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal del perno y en una condición en la que la punta de guía está montada en el perno, puede ser mayor que un diámetro de una rosca del perno.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador. Una punta de guía se fija de manera no permanente en un extremo libre de uno de los pernos que se alojan en una brida de pala de la pala de rotor. Dichos pernos se extienden hacia fuera de la pala de rotor. Una dimensión de dicha punta de guía, en la que la dimensión se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal del perno y en una condición en la que la punta de guía está montada en la cabeza de perno, puede ser mayor que un diámetro de una rosca del perno. Además, se monta un sujetador de raíz de pala en un anillo externo del cojinete de raíz del buje de rotor. El sujetador de raíz de pala sobresale del buje de rotor. La pala de rotor se acopla al buje de rotor, en la que una superficie externa de la pala de rotor engrana el sujetador de raíz de pala cuando la raíz de pala se acerca a la brida de rotor. El sujetador de raíz de pala está configurado para engranar una superficie externa de la pala de rotor antes del engranaje de otras piezas de la pala de rotor y el buje de rotor, en particular, antes del engranaje de los pernos que se alojan en la brida de pala. Con ayuda del sujetador de raíz de pala, la raíz de la pala de rotor se guía hacia la brida de buje y, posteriormente, la punta de guía engrana y se introduce en uno de los agujeros pasantes de la brida de buje. Cuando la brida de rotor y la brida de buje se acercan, la brida de rotor puede contactar con un elemento de separación que se puede montar en la brida de buje. Posteriormente, se montan las tuercas en los pernos, en los que las tuercas se insertan a través de un espacio lateral. Dicho espacio lateral se aumenta debido al dispositivo para espaciar y está situado entre una estructura de refuerzo interior del buje de rotor y las cabezas de perno. Además, el espaciador se puede extraer antes de apretar las tuercas en los pernos.

Además, la invención también proporciona un procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador en el que se puede usar el dispositivo de accionamiento de paso de una pala de rotor para ajustar una punta de guía respecto a un agujero pasante de la brida de buje. Esto prevé que la raíz de la pala de rotor se rote activamente con su propio dispositivo de accionamiento de paso a fin de poner los pernos y las puntas de guía en una posición adecuada respecto a los agujeros pasantes.

Las mismas ventajas o similares, que se han mencionado respecto al sistema de guía según aspectos de la invención, son aplicables, del mismo modo o similar, al procedimiento según aspectos de la invención y, por lo tanto, no se repiten.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

Otros aspectos y características de la invención se derivan de la siguiente descripción de las formas de realización preferentes de la invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que

35 la figura 1 es una vista en perspectiva detallada, simplificada, que muestra una parte de una brida de pala que tiene una pluralidad de pernos que se extienden desde la brida de pala, en la que dos pernos se sustituyen por pernos de guía según una forma de realización de la invención,

40 la figura 2 es una vista en perspectiva simplificada, más detallada, que muestra pernos que se extienden desde la brida de pala según una forma de realización de la invención,

la figura 3 es una vista lateral simplificada que muestra una punta de guía según una forma de realización de la invención,

45 la figura 4 es una vista en perspectiva detallada, simplificada que muestra una brida de buje que tiene aletas de guía montadas en la misma;

50 la figura 5 es una vista lateral en perspectiva simplificada que muestra una aleta de guía que está montada en una brida de buje, además hay una superficie externa de una pala de rotor que está montada en la brida de buje,

la figura 6 es una vista desde arriba simplificada que muestra un dispositivo para espaciar la brida de buje y la brida de pala según una forma de realización de la invención,

55 la figura 7 es una vista transversal simplificada del dispositivo para espaciar según la figura 6.

### **Descripción detallada de formas de realización de ejemplo**

60 La figura 1 es una vista en perspectiva detallada, simplificada, que muestra la raíz de pala 2 que tiene una brida de pala 4 que lleva una pluralidad de pernos 6 que se extienden desde la brida de pala 4 y sobresalen de la pala de rotor. Solo a modo de ejemplo, dos de los pernos 6 se sustituyen por pernos de guía 8. Los pernos de guía 8 pueden ser pernos de vástago reducido o de vástago resistente a la fatiga que están sustancialmente configurados de manera similar al resto de pernos 6. Cada perno de guía 8 comprende una

5 punta de guía 10 y un elemento de separación. En particular, dos elementos de separación 12 pueden estar dispuestos en el vástago del perno de guía 8. La punta de guía 10 está fijada de manera no permanente a un extremo libre 14 de los pernos de guía 8. Además, los pernos de guía 8 tienen una rosca 16 que está dispuesta en el extremo libre 14 o muy cerca de éste. Una dimensión de la punta de guía 10 se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal L de los pernos de guía 8. Dicha dimensión, por ejemplo, un diámetro de la punta de guía 10, es mayor que un diámetro de la rosca 16 de los pernos de guía 8. La colocación de las puntas de guía 10 no se limita a los pernos de guía 8. Asimismo, las puntas de guía 10 pueden estar colocadas en un extremo libre 14 de uno o más de los pernos 8.

10

La figura 2, que es una vista en perspectiva simplificada, más detallada, muestra en más detalle el perno de guía 8 que está dispuesto en la brida de pala 4. Los elementos de separación 12, que pueden ser, por ejemplo, juntas tóricas, están dispuestos en el vástago del perno de guía 8 para ampliar un diámetro del perno de guía 8. Dicho diámetro se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal L del perno de guía 8. El diámetro ampliado del perno de guía 8 está dispuesto para que se corresponda con un diámetro de su rosca 16.

15

En la figura 3 hay una vista lateral simplificada que muestra una punta de guía 10 según una forma de realización de la invención. La punta de guía 10 está configurada para fijarla de manera no permanente al extremo libre 14 de uno de los pernos de guía 8 o a los otros pernos 6. La punta de guía 10 tiene una cabeza de punta de guía de forma cónica 18. Cuando la punta de guía 10 está dispuesta en el perno de guía 8, la forma cónica se ensancha hacia el extremo libre 14 del perno de guía 8. Además, hay un vástago 20 que se extiende desde la cabeza de punta de guía 18. Un tornillo 22 está atornillado en dicho vástago 20. La cabeza de punta de guía 18 y el vástago 20 pueden ser una única pieza.

20

25

El perno de guía 8 y los otros pernos 6 pueden comprender una cavidad que se extiende sustancialmente a lo largo de una dirección de la extensión longitudinal L de los pernos 6, 8. La cavidad de los pernos 6, 8 puede comprender un casquillo hexagonal que está dispuesto en dicha cavidad. El tornillo 22 de la punta de guía 10 comprende una cabeza hexagonal que está configurada para que se corresponda con el casquillo hexagonal de los pernos 6, 8. Además, hay una junta tórica elástica 24 que está dispuesta entre la cabeza de tornillo hexagonal y un reborde del vástago 20 que está orientado hacia la cabeza de tornillo. La punta de guía 10 está configurada para montarla en la cavidad de uno de los pernos 6, o en una cavidad de un perno de guía 8, encajando la cabeza de tornillo del tornillo 22 en el casquillo hexagonal del perno 6, 8. Rotando la cabeza de punta de guía cónica 18 respecto al tornillo 22 (que está fijado en el perno 6, 8), se comprime la junta tórica elástica 24. En consecuencia, el diámetro de la junta tórica elástica 24 (que se considera en una dirección perpendicular a una dirección de la extensión longitudinal L de la punta de guía 10) aumentará para establecer una conexión con ajuste a presión entre una pared interna de la cavidad de los pernos 6, 8 y la junta tórica 24 comprimida. De manera ventajosa, esto se puede llevar a cabo rotando la cabeza de punta 18 sin una herramienta, por ejemplo, manualmente.

30

35

40

Solo a modo de ejemplo, un primer y mayor diámetro D1 de la cabeza de punta cónica 18 es, aproximadamente, de 37 mm. Dicho primer diámetro D1 está configurado para ser mayor que un diámetro de la rosca 16 de los pernos 6, 8. Cuando los pernos 6, 8 estén insertados en los agujeros pasantes correspondientes de la brida de buje, un reborde circunferencial 26 de la cabeza de punta de guía 18 contactará con una superficie interna de los agujeros pasantes. De manera ventajosa, se puede impedir que la rosca 16 de los pernos 6 contacte con una superficie interna de los agujeros pasantes. Esto protege, por un lado, las roscas 16 y, por otro lado, las superficies internas de los agujeros pasantes de la brida de buje. El reborde circunferencial 26 de la cabeza de punta de guía 18, solo a modo de ejemplo, tiene una anchura, que se considera en una dirección paralela a la dirección de la extensión longitudinal L de la punta de guía 10, de, aproximadamente, 6 mm. Además, un diámetro menor D2 de la cabeza de punta cónica 18 puede ser de, aproximadamente, 14 mm. La forma cónica de la cabeza de punta cónica 18 facilitará la inserción de la punta de guía 10 en los agujeros pasantes de la brida de buje. La cabeza de punta cónica 18 junto con el vástago 20 de la punta de guía 10 puede, por ejemplo, tener una longitud L1, que se considera en una dirección de la extensión longitudinal L, de, aproximadamente, 31 mm. Una longitud total L2 de la punta de guía 10 puede ser de, aproximadamente, 40 mm, en la que la longitud total L2 se considera nuevamente en una dirección que es sustancialmente paralela a una dirección de la extensión longitudinal L.

45

50

55

En la figura 4, hay una vista en perspectiva detallada, simplificada que muestra una brida de buje 28 de un buje de rotor 30. Solo a modo de ejemplo, dos aletas de guía 32 están fijadas en un anillo externo de un cojinete de raíz del buje de rotor 30. Las aletas de guía 32 sobresalen del buje de rotor 30 y están configuradas para engranar con una superficie externa de la pala de rotor antes del contacto de cualquier otra pieza de la pala de rotor con el buje de rotor 30. Además, dos dispositivos para espaciar 42 pueden estar montados en la brida de buje 28. Se hará referencia a este dispositivo más adelante.

60

5 La figura 5 es una vista lateral en perspectiva detallada, simplificada, que muestra la aleta de guía 32 que está fijada al anillo externo 34 del cojinete de raíz del buje de rotor 30. La aleta de guía 32 comprende una superficie de contacto 36 que está dispuesta para inclinarse desde una superficie 38 de la pala de rotor 39 en una parte que está cerca de un extremo libre 40 de la aleta de guía 32. Dicha superficie de contacto inclinada 36 facilita el acercamiento de la pala de rotor 39 respecto a la brida de buje 28. La superficie de contacto 36 puede estar recubierta de un material de baja fricción, por ejemplo, Teflón.

10 Cuando los pernos 6, 8 de la pala de rotor 39 se extienden a través de los agujeros pasantes correspondientes de la brida de buje 28 del buje de rotor 30, la etapa siguiente durante la instalación de la pala de rotor 39 en el buje de rotor 30 es la colocación de tuercas en las cabezas de perno de los pernos 6. Esto se puede llevar a cabo usando agujeros de acceso 56 de una estructura de soporte interior 54 del buje de rotor 30 (véase la figura 4). No obstante, hay una cantidad limitada de agujeros de acceso 56 y, por consiguiente, se puede colocar a la vez una cantidad limitada de tuercas. Para colocar más tuercas en las cabezas de perno, hay que rotar la pala de rotor 39 para que los otros pernos se alineen con los agujeros de acceso correspondientes 56.

20 No obstante, hay un espacio entre una superficie interna de la brida de buje 28 y la estructura de soporte interior 54 del buje de rotor 30. Este espacio define un segundo espacio entre las cabezas de perno y la estructura de soporte interior 54. No obstante, si los pernos están totalmente insertados en los agujeros pasantes de la brida de buje 28, dicho segundo espacio es demasiado pequeño para insertar las tuercas en las cabezas de perno. Cuando se mantiene una distancia adecuada entre la raíz de pala y la brida de buje, las tuercas se pueden insertar lateralmente porque los pernos 6 no están totalmente insertados en los agujeros pasantes correspondientes de la brida de buje 28. Una cantidad arbitraria de tuercas se puede disponer a la vez en las cabezas de perno correspondientes, es decir, en una única etapa. A fin de proporcionar un espacio entre la brida de pala de rotor y la brida de buje 28, hay un dispositivo para espaciar 42 que se muestra en la vista desde arriba simplificada de la figura 6.

30 El dispositivo para espaciar 42 puede estar montado en la brida de buje 28, como se muestra en la vista en perspectiva simplificada de la figura 4. El dispositivo para espaciar 42 comprende una primera superficie plana 44 que está definida para contactar con la superficie de contacto de la brida de buje 28. Una segunda superficie de contacto opuesta 50 (véase la figura 7) está definida para contactar con una superficie de contacto de la brida de pala. Además, el dispositivo para espaciar 42 comprende una pluralidad de cavidades 46 que están dispuestas para recibir los pernos 6 de la pala de rotor 39 cuando se acerca la raíz de pala a la brida de buje 28. A fin de fijar el dispositivo para espaciar 42 en la brida de buje 28, hay elementos de fijación 48, por ejemplo, imanes. En particular, dichos elementos de fijación 48 pueden estar insertados en una cualquiera de las superficies de contacto 44, 50, para proporcionar una superficie de contacto plana y lisa 44, 50.

40 Esto se muestra en más detalle en la vista transversal simplificada de la figura 7, que muestra una sección transversal del dispositivo 42 a lo largo de la línea VII-VII. Los elementos de fijación 48 están insertados en la primera superficie de contacto 44, que es para contactar con la brida de buje 28, y en la segunda superficie de contacto 50, que es para contactar con una superficie de contacto de la brida de pala. Para simplificar una extracción del dispositivo para espaciar 42, hay un agujero pasante 52 que permite que un extremo distal del dispositivo para espaciar 42 haga las veces de un asa para extracción del dispositivo 42 del espacio entre la brida de buje 28 y la brida de pala.

50 Para montar una pala de rotor 39 en un buje de rotor 30 de un aerogenerador, al menos una punta de guía 10 se fija de manera no permanente en un extremo libre 14 de un perno de guía 8, o un perno 6, que se extiende desde la brida de pala 4. Además, una aleta de guía 32 se monta, preferentemente, en un anillo externo del cojinete de raíz del buje de rotor 30 para que sobresalga del buje de rotor 30. La pala de rotor 39 se monta en el buje de rotor 30 acercando la raíz de pala a la brida de buje 28. Primero, hay un contacto entre la superficie 38 de la pala de rotor 39 y la superficie de contacto 38 de la aleta de guía 32. La pala de rotor 39 se centra respecto a la brida de buje 28 del buje de rotor 30 y se guía hacia la brida de buje 28. Posteriormente, los pernos 6, 8 se guían a través de los agujeros pasantes de la brida de buje 28 con la ayuda de las puntas de guía 10. Con la ayuda de las puntas de guía 10, se puede evitar una colisión entre la rosca 16 de los pernos 6, 8 y una superficie interna de los agujeros pasantes y la brida de buje 28. Cuando los pernos 6, 8 se extienden casi completamente a través de los agujeros pasantes correspondientes, los pernos 6,8 se pueden guiar en los agujeros pasantes con la ayuda de los elementos de separación 12 de los pernos de guía 8, para minimizar una holgura de los pernos 6, 8 en los agujeros pasantes. Si la brida de pala 4 se acerca más a la brida de buje 28, la brida de pala 4 contactará con una segunda superficie de contacto 50 de un dispositivo para espaciar 42 que está dispuesto en la brida de buje 28. Un grosor T1 del dispositivo para espaciar 42 (por ejemplo, el grosor T1 puede ser de, aproximadamente, 44 mm) define un espacio mayor entre un extremo libre 14 de los pernos 6, 8 y la estructura de soporte interior 54 del buje de rotor 30. Las tuercas se pueden colocar en las cabezas de perno insertando las tuercas lateralmente usando el espacio entre la superficie

## ES 2 612 853 T3

interna de la brida de pala 28 y la estructura de soporte interior 54. Tras extraer el dispositivo para espaciar 42 del espacio central entre la brida de pala 4 y la brida de buje 28, las tuercas se pueden apretar en los pernos 6 para montar la pala de rotor 39 en el buje de rotor 30 del aerogenerador.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de guía para guiar una raíz (2) de una pala de rotor (39), que tiene una brida de pala (4), durante la instalación de la pala de rotor (39) en un buje de rotor (30) de un aerogenerador, comprendiendo el sistema de guía al menos una punta de guía (10) que está configurada para fijarla de manera no permanente en un extremo libre (14) de uno de los pernos (6,8) que se alojan en la brida de pala (4) y que se extienden hacia fuera de la pala de rotor (39), en el que una dimensión de la punta de guía (10), que se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal del perno (6, 8) y en una condición en la que la punta de guía (10) está montada en el perno, es mayor que un diámetro de una rosca (16) del perno (6, 8), **caracterizado porque** el sistema de guía comprende además aletas de guía (32) que están configuradas para fijarlas a un anillo externo (34) de un cojinete de raíz del buje de rotor (30) y que sobresalen del buje de rotor (30) para engranar con una superficie externa de la pala de rotor (39) antes del contacto de cualquier otra pieza de la pala de rotor con el buje de rotor, a fin de guiar la raíz de pala hacia la brida de buje durante la instalación de la pala de rotor (39) en el buje de rotor (30).
- 10
- 15
- 20 2. El sistema de guía según la reivindicación 1, en el que la punta de guía (10) tiene una forma cónica que se ensancha hacia el extremo libre (14) del perno (6, 8), cuando la punta de guía (10) está montada en el perno (6, 8).
- 25 3. El sistema de guía según la reivindicación 1 ó 2, en el que la punta de guía (10) está configurada para ajustarla a presión en una cavidad del perno (6, 8) que se extiende sustancialmente en una dirección de una extensión longitudinal del perno (6, 8).
- 30 4. El sistema de guía según la reivindicación 3, en el que el perno (6, 8) comprende un casquillo hexagonal que está dispuesto en la cavidad y la punta de guía (10) comprende un tornillo de cabeza hexagonal que está atornillado en un vástago que se extiende desde una cabeza de punta de guía, en el que una junta tórica elástica (24) está dispuesta entre una cabeza de tornillo y un reborde del vástago que está orientado hacia la cabeza hexagonal del tornillo (22) y la punta de guía (10) está configurada para montarla en la cavidad del perno (6, 8) ajustando la cabeza de tornillo hexagonal en el manguito hexagonal del interior de la cavidad y atornillando el tornillo en el vástago para comprimir la junta tórica elástica (24) y para establecer una conexión de ajuste a presión entre una pared interna de la cavidad y la junta tórica comprimida.
- 35 5. El sistema de guía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un perno de guía (8) para sustitución de uno de los pernos (6) de la brida de pala (4), llevando el perno de guía (8) la punta de guía (10) y comprendiendo un elemento de separación (12) que rodea el perno de guía (8) en una sección que está entre su extremo libre (14) y la brida de buje (28) en el que el elemento de separación (12) aumenta un diámetro del perno de guía (8).
- 40 6. El sistema de guía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo (42) para espaciar la brida de buje (28) del buje de rotor (30) de la brida de pala (4) de la pala de rotor durante la instalación de la pala de rotor en el buje de rotor, en el que el dispositivo (42) para espaciar define un espacio entre la brida de buje (28) y la brida de pala (4).
- 45 7 .Un procedimiento de montaje de una pala de rotor en un buje de rotor de un aerogenerador, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 50 a) fijar de manera no permanente una punta de guía (10) en un extremo libre (14) de al menos un perno (6, 8) que se aloja en una brida de pala (4) de la pala de rotor (39) y que se extiende hacia fuera de la pala de rotor (39), en el que una dimensión de la punta de guía (10), que se considera en una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección de una extensión longitudinal del perno y en una condición en la que la punta de guía está montada en el perno, es mayor que un diámetro de una rosca (16) del perno (6, 8), el procedimiento estando **caracterizado por**
- 55 b) montar una aleta de guía (32) en un anillo externo (34) de un cojinete de raíz del buje de rotor, en el que la aleta de guía (32) sobresale del buje de rotor,
- 60 c) montar la pala de rotor (39) en el buje de rotor (30), en el que una superficie externa. de la pala de rotor (39) engrana la aleta de guía (32) cuando la raíz de pala se guía hacia la brida de buje (28) y en el que la punta de guía (10) engrana y se introduce en un agujero pasante de la brida de buje (28), cuando la pala de rotor (39) se acerca al buje de rotor (30) y

- d) montar tuercas en los pernos (6, 8) que se alojan en la brida de pala de la pala de rotor.
- 5
- 8. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende la etapa de usar el dispositivo de accionamiento de paso de una pala de rotor a fin de ajustar la punta de guía (10) respecto al agujero pasante de la brida de buje (28) cuando la raíz de pala se guía hacia la brida de buje.
9. El procedimiento según la reivindicación 7 u 8, que comprende además las etapas de:
- 10
- a) montar un dispositivo (42) para espaciar en la brida de buje (28) del buje de rotor (30) antes de colocar las tuercas en los pernos (6, 8),
  - b) extraer el dispositivo (42) para espaciar antes de apretar las tuercas en los pernos (6, 8).

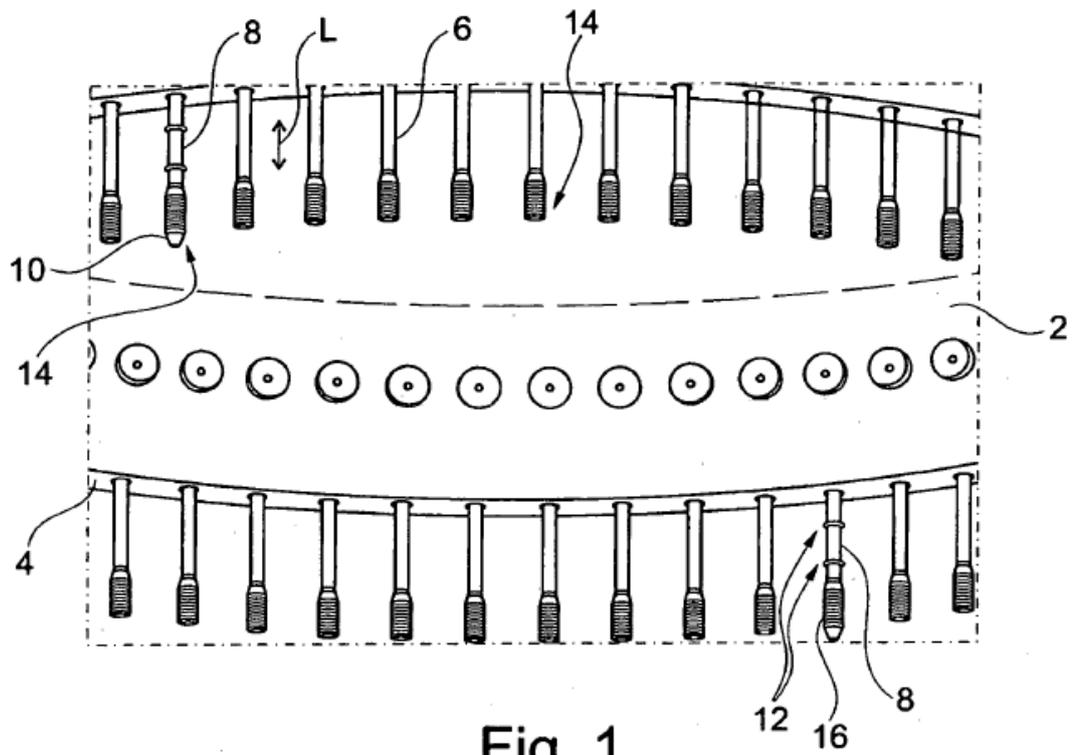


Fig. 1

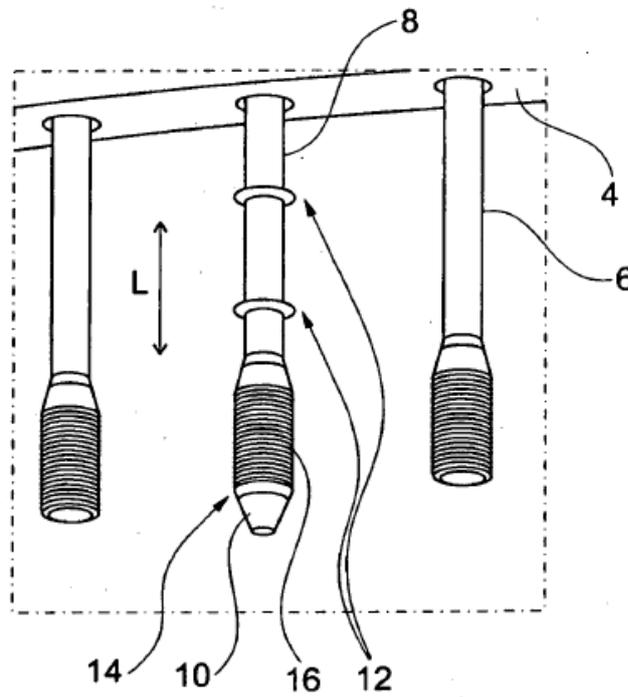


Fig. 2

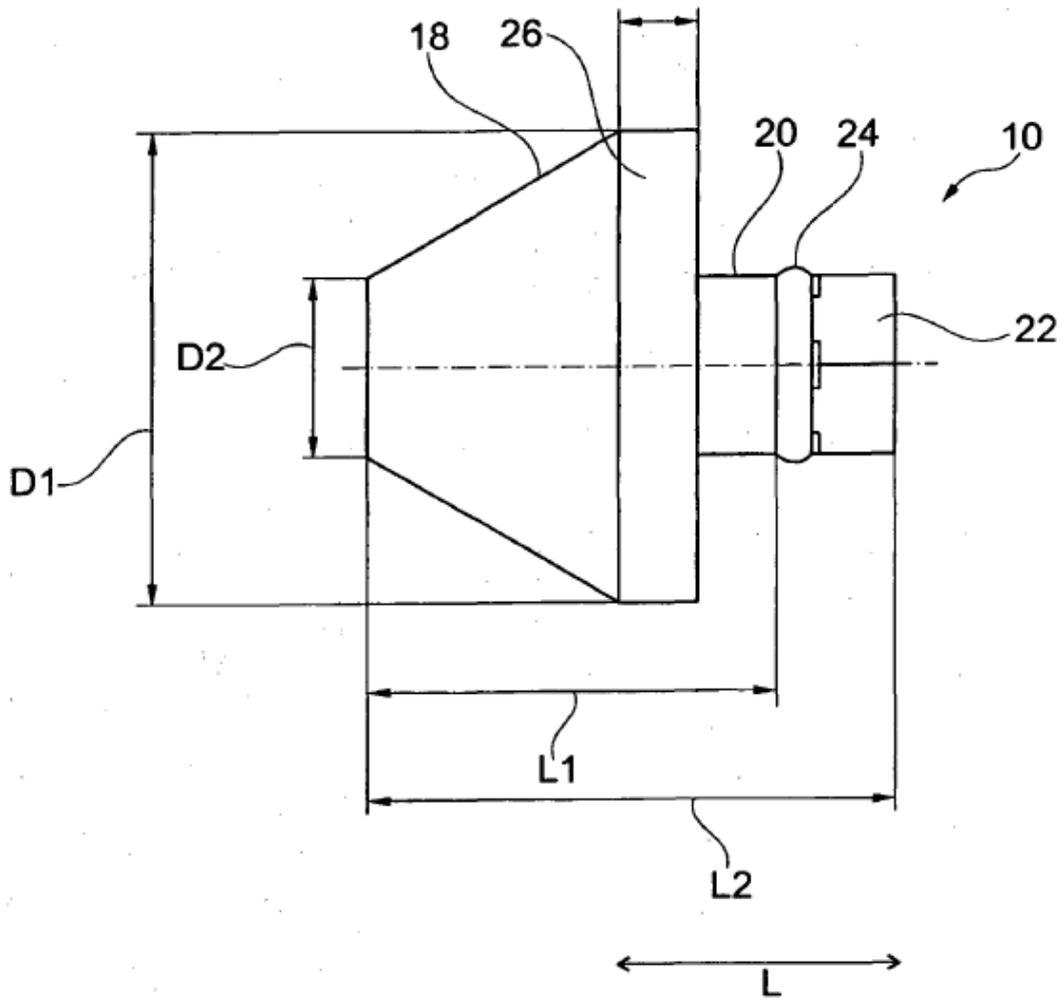


Fig. 3

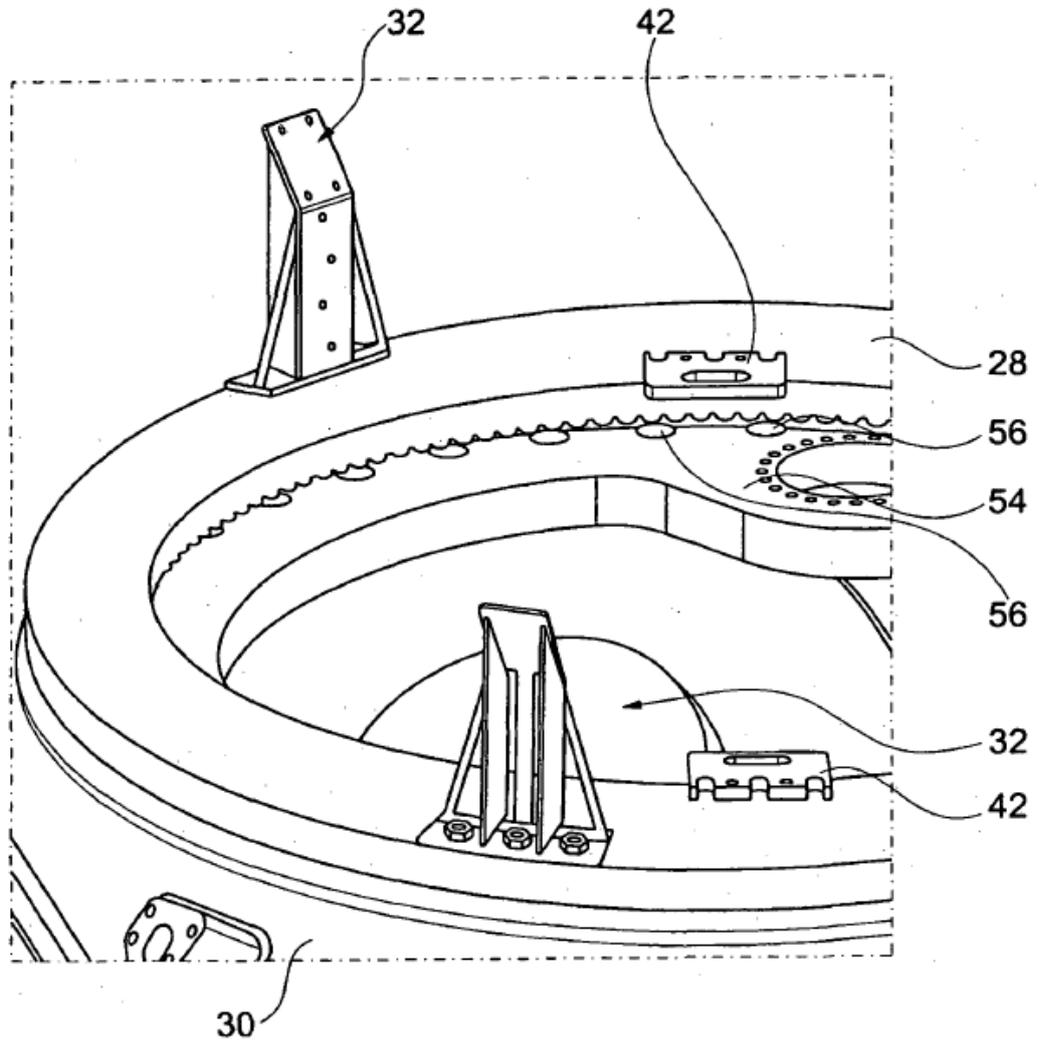


Fig. 4

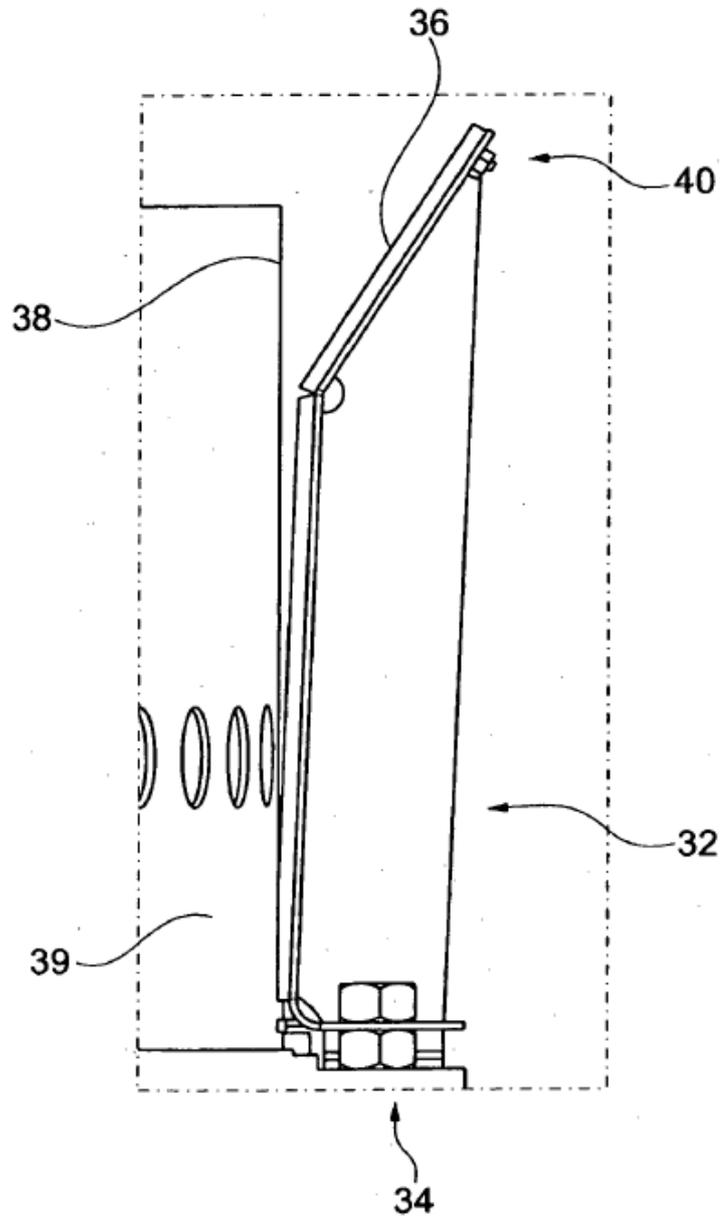


Fig. 5

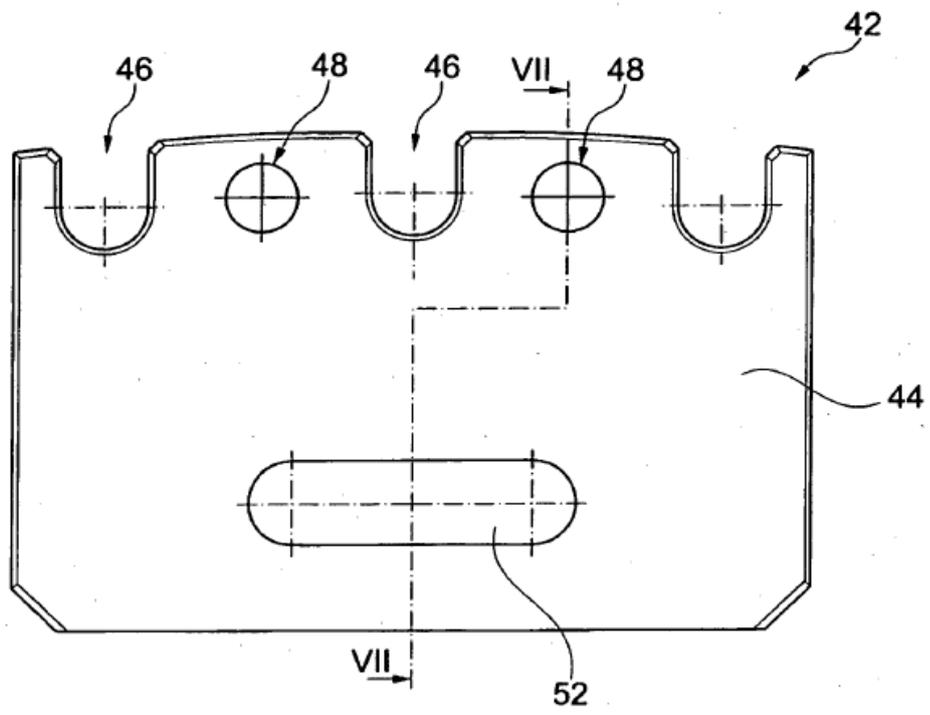


Fig. 6

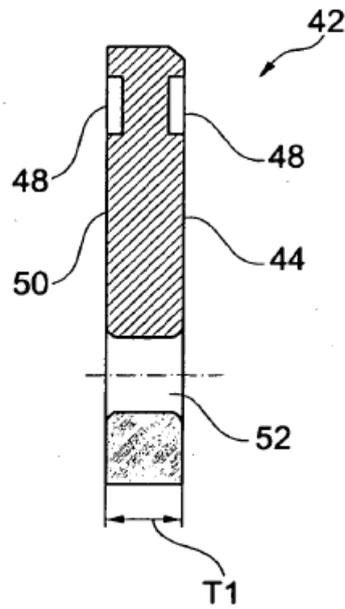


Fig. 7