

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 073**

51 Int. Cl.:

**H02G 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2012 E 12004473 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2675030**

54 Título: **Componente estructural para una pala de rotor de una instalación de energía eólica con un conductor de pararrayos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.07.2017**

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FRANKOWSKI, MARCO y  
AUSTINAT, DIRK**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 627 073 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

Componente estructural para una pala de rotor de una instalación de energía eólica con un conductor de pararrayos

- 5 La invención se refiere a un componente estructural para una pala de rotor de una instalación de energía eólica, presentando el componente estructural un conductor de pararrayos.

Las palas de rotor de instalación de energía eólica son afectadas con frecuencia por un rayo, ya que, independientemente de la posición de giro del rotor durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica, siempre constituyen el punto más elevado de la instalación. Existe un riesgo especialmente elevado por rayo en la posición de Y invertida del rotor, cuando una pala de rotor señala perpendicularmente hacia arriba. Por ello es necesario equipar las palas de rotor con un dispositivo pararrayos. Éste se compone la mayoría de las veces de un receptor de pararrayos en la zona de la punta de pala y un conductor de pararrayos, a través del que se puede derivar la corriente del rayo hacia un buje de rotor y luego a través de la torre de la instalación de energía eólica al suelo, sin que se produzcan deterioros en la pala de rotor. Para aumentar la fiabilidad de la protección contra rayos y simplificar la elaboración de una pala de rotor con un conductor de pararrayos se han conocido diferentes enfoques, en los que el conductor de pararrayos se integra en un componente estructural de la pala de rotor o se fija en éste.

Así el documento EP 1 692 752 B1 propone usar un conductor de pararrayos convencional y conectarlo con diferentes componentes eléctricamente conductores de la pala de rotor a través del elemento de compensación de potencial, a fin de impedir una descarga eléctrica entre los componentes y/o uno de los componentes y el conductor de pararrayos.

Por el documento WO 2009/153341 A2 se ha conocido guiar un conductor de pararrayos convencional lateralmente en un larguero de la pala de rotor y conectarlo eléctricamente mediante placas de cobre delgadas con dos soportes del larguero en forma de tapa.

Por el documento EP 2 110 552 A2 se conoce disponer un conductor de pararrayos plano, trenzado junto con un material de fibras en el molde de fabricación durante la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica en un procedimiento de infusión en vacío. Después del endurecimiento de un material plástico, el conductor de pararrayos discurre a lo largo de un alma de la pala de rotor.

Por el documento DE 10 2010 017 062 A1 se ha conocido fabricar una pala de rotor de un material plástico reforzado con fibras de carbono y embeber piezas insertadas metálicas en la matriz de plástico. Las piezas insertadas metálicas son perfiles de acero en forma de banda, provistos de agujeros. Debido al módulo de elasticidad elevado del acero se tiene que poder reducir la fracción de fibras de carbono del material plástico reforzado con fibras. Adicionalmente las piezas insertadas de acero deben servir como pararrayos.

Por el documento EP 2 375 066 A1 se ha conocido una carcasa para la góndola de una instalación de energía eólica. La carcasa presenta un marco autoportante. En el marco se fijan placas cobertoras de plástico. En una configuración se usan en lugar de placas de plástico placas de aluminio que presentan una espuma de aluminio en el interior. Placas de aluminio de este tipo deben presentar una rigidez especialmente elevada.

El documento DE 10 2008 002 849 A1 describe una pala de rotor de una instalación de energía eólica, que se compone parcialmente de una espuma metálica o polimérica. La espuma forma una sección de una superficie expuesta, por lo que se consigue una reducción del ruido.

Por el documento DE 198 26 086 A1 se ha conocido una pala de rotor de una instalación de energía eólica, que se compone principalmente de un plástico no conductor. Como dispositivo pararrayos está integrada una banda de tejido conductor. Además, hay una jaula de rejilla metálica en la que se inserta un núcleo de espuma dura. Toda la disposición se rodea de espuma con una espuma plástica.

Por el documento DE 10 2008 002 961 A1 se ha conocido una pala de rotor de una instalación de energía eólica con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Por el documento WO2010/034755 A2 se ha conocido un alma de un material compuesto para una pala de rotor de una instalación de energía eólica. El material compuesto conocido está fabricado en construcción tipo sándwich y presenta un material plástico espumado, que está dispuesto entre una capa superior y una inferior de un material de fibras de refuerzo. Entre las dos capas de las fibras de refuerzo se deben establecer conexiones a partir de un material de fibras de refuerzo. Además, el material compuesto conocido puede presentar insertos que se pueden

disponer de modo y manera diferentes entre las capas de las fibras de refuerzo y se pueden elaborar de diferentes materiales.

5 Partiendo de ello el objetivo de la invención es especificar una solución alternativa para la integración de un conductor de pararrayos en un alma para una pala de rotor de una instalación de energía eólica.

Este objetivo se resuelve mediante el alma con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas están especificadas en las reivindicaciones dependientes siguientes.

10 El alma para una pala de rotor de una instalación de energía eólica presenta un conductor de pararrayos que presenta una espuma eléctricamente conductora.

15 El alma es un componente estructural y está determinada para una pala de rotor de una instalación de energía eólica o está montada en una tal. Con el término componente estructural se considera que el componente contribuye a la conservación de la estructura deseada de la pala de rotor.

20 El alma presenta un conductor de pararrayos. El conductor de pararrayos está configurado para poder derivar sin deterioros las corrientes muy elevadas, que fluye en el caso de un rayo, de por ejemplo 10 kA o más. El conductor de pararrayos se extiende en particular en una dirección longitudinal del ama. Adicionalmente al conductor de pararrayos, el alma puede presentar al menos otro componente. El conductor de pararrayos puede estar integrado en el alma.

25 En la invención el conductor de pararrayos presenta una espuma eléctricamente conductora. El conductor de pararrayos se puede componer exclusivamente de la espuma eléctricamente conductora o incluir otros componentes eléctricamente conductores. La espuma eléctricamente conductora se puede extender en el alma sobre una sección longitudinal, que constituye una gran parte de toda la longitud del conductor de pararrayos, o sobre toda la longitud del conductor de pararrayos. La dirección longitudinal del alma se puede corresponder con una dirección longitudinal de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en la que está montada o se monta el alma. La espuma eléctricamente conductora puede presentar una estructura de poros abiertos o cerrados. Por ejemplo, los poros  
30 pueden estar llenos de aire o gas. La espuma eléctricamente conductora se ha podido fabricar mediante espumado de un material eléctricamente conductor.

35 En una configuración la espuma eléctricamente conductora presenta, en una sección transversal transversalmente a una dirección longitudinal del alma, una superficie de 100 mm<sup>2</sup> o más. La superficie de sección transversal mencionada también puede tener un tamaño de 200 mm<sup>2</sup> o más, 500 mm<sup>2</sup> o más o 1.000 mm<sup>2</sup> o más. La sección transversal puede presentar una forma cualquiera, en particular una rectangular. El uso de una espuma eléctricamente conductora con las superficies en sección transversal del tamaño mencionado proporciona una conductividad eléctrica suficiente del conductor de pararrayos. El uso de grandes superficies en sección transversal permite además la integración de la espuma eléctricamente conductora en el alma, de manera que la espuma  
40 eléctricamente conductora satisface adicionalmente a la facilitación del conductor de pararrayos otra función para el alma, por ejemplo, material de relleno o de núcleo.

45 En una configuración la espuma eléctricamente conductora presenta, en una dirección longitudinal del alma, una conductividad que se corresponde con la conductividad eléctrica de un conductor de cobre macizo con una sección transversal de 10 mm<sup>2</sup> o más. En particular la conductividad eléctrica se puede corresponder con aquella de un conductor de cobre macizo con una superficie de sección transversal en el rango de 30 mm<sup>2</sup> a 80 mm<sup>2</sup>. Mediante esta medida también se obtiene una conductividad suficiente para la derivación de las corrientes que aparecen.

50 En otra configuración el alma tiene forma de disco o placa y presenta dos lados planos lisos opuestos entre sí. El alma puede estar configurada en particular esencialmente rectangular en la sección transversal. La espuma eléctricamente conductora está integrada en la forma de disco o placa del alma, de modo que no se menoscaba la planicidad de los dos lados planos como en el caso construcciones convencionales debido al conductor de pararrayos. De este modo el alma se puede manipular de forma más sencilla, en particular durante el montaje en una pala de rotor, ya que en los lados planos lisos se pueden disponer sin más ventosas por vacío u otros medios de  
55 agarre o fijación. Además se reduce la probabilidad de un deterioro del conductor de pararrayos durante la manipulación del alma.

60 El alma puede estar prevista para la conexión con dos semicubiertas de pala de rotor. Puede estar dispuesta en particular perpendicularmente entre las dos semicubiertas y estar pegada con las dos semicubiertas de pala de rotor. El alma puede ser un componente prefabricado, que se fabrica por ejemplo en un procedimiento de infusión en

vacío. El alma puede tener esencialmente forma de disco o placa y se extienden sobre toda la longitud de la pala de rotor. El alma puede presentar secciones de fijación, en particular bridas de fijación dispuestas en un lado o en ambos lados. El alma puede estar configurada en forma de C o forma de doble T en sección transversal. La disposición del conductor de pararrayos, que presenta la espuma eléctricamente conductora, dentro de un alma para la pala de rotor es especialmente útil, dado que en general se extiende de la raíz de pala hasta casi la punta de pala y, debido a los elevados requisitos de rigidez en el alma, presenta un grosor suficiente para poder recibir sin problemas la espuma eléctricamente conductora con la superficie de sección transversal necesaria. El espesor del alma se puede situar, por ejemplo, en el rango de 20 mm a 100 mm.

10 En una configuración el alma en construcción tipo sándwich está hecha de un núcleo y dos capas cobertoras, presentando el núcleo del alma la espuma eléctricamente conductora. En las almas de este tipo en construcción tipo sándwich, las capas cobertoras absorben las cargas que aparecen, mientras que el núcleo dispuesto en medio mantiene las capas cobertoras en su disposición deseada e impide ampliamente una deformación de las capas cobertoras. El material de núcleo debería satisfacer los requisitos de rigidez relativamente bajos que se desprende de ello y simultáneamente presentar un peso específico lo más bajo posible. La espuma eléctricamente conductora es muy apropiada como material de núcleo, ya que debido a la estructura espumada presenta un peso específico relativamente bajo. En la zona del conductor de pararrayos, así la espuma eléctricamente conductora se puede poner en el lugar de un material de núcleo convencional, usado en otro caso. Esto conduce a un ahorro de material adicional.

20 En una configuración el núcleo presenta adicionalmente a la espuma eléctricamente conductora al menos otro material de núcleo. Como otros materiales de núcleo entran en consideración en particular materiales espumados, como por ejemplo espumas de PET o PVC u otros plásticos, pero también estructuras de panal, rejilla o aletas a partir de una multiplicidad de materiales o materiales naturales, como por ejemplo madera de balsa. El al menos otro material de núcleo forma junto con la espuma eléctricamente conductora el núcleo del alma. Para ello la espuma eléctricamente conductora y el otro material de núcleo se pueden conectar, en particular pegar, entre sí durante la fabricación del alma. Para simplificar la disposición de los materiales de núcleo diferentes durante la fabricación del alma, éstos también se pueden combinar provisionalmente entre sí formando un así denominado kit de núcleo. Debido a la combinación de la espuma eléctricamente conductora con el al menos otro material de núcleo, las propiedades del núcleo se pueden adaptar a diferentes requisitos y simplificar la fabricación del alma.

35 En una configuración la espuma eléctricamente conductora está dispuesta de forma centrada en una sección transversal a través del alma y rodeada por todos los lados por una de las capas cobertoras y/o otro material de núcleo. El plano en sección transversal considerado puede discurrir en particular transversalmente a una dirección longitudinal del alma. De este modo se puede evitar un deterioro de la espuma eléctricamente conductora bajo sollicitación del alma. Además, la espuma eléctricamente conductora no está expuesta a influencias corrosivas en la disposición mencionada.

40 En una configuración al menos una de las capas cobertoras presenta un material plástico reforzado con fibras. Independientemente del uso de un alma en construcción tipo sándwich también puede ser útil rodear la espuma eléctricamente conductora en al menos un lado con un material plástico reforzado con fibras. El material plástico reforzado con fibras puede contribuir esencialmente a la rigidez del alma. Además, protege la espuma eléctricamente conductora frente al deterioro.

45 En una configuración la espuma eléctricamente conductora y el material de fibras están embebidos en una matriz de plástico. Esto se puede realizar en particular mediante disposición de la espuma eléctricamente conductora y del material de fibras, así como eventualmente otros componentes en un molde de fabricación, en el que se infunde un material plástico líquido o se introduce de otra manera. Después del endurecimiento del material plástico líquido, la espuma conductora y el material de fibras están conectados entre sí de forma fija y están sellados respecto al entorno. Así se origina un material compuesto con propiedades estables de forma permanente.

55 En una configuración la espuma eléctricamente conductora se extiende durante el uso previsto del alma desde una zona cerca de una raíz de pala de la pala de rotor hasta una zona cerca de una punta de pala de la pala de rotor. En este caso la espuma eléctricamente conductora es determinante para la conductividad eléctrica esencialmente sobre toda la longitud del conductor de pararrayos de la pala de rotor.

60 En una configuración la espuma eléctricamente conductora presenta un metal espumado. Por ejemplo, se puede usar cobre espumado o aluminio espumado o una mezcla o aleación de estos dos metales, también con uno o varios otros metales u otros materiales. Las espumas de cobre y aluminio presentan una conductividad muy elevada con peso simultáneamente relativamente bajo.

En una configuración un elemento de conexión eléctrica se inserta en la espuma eléctricamente conductora. El elemento de conexión eléctrica sirve para la conexión de la espuma eléctricamente conductora con otro objeto requerido para la derivación de rayos, en particular un receptor de pararrayos, que está dispuesto en una superficie de la pala de rotor de la instalación de energía eólica, por ejemplo en la zona de la punta de pala, o con otra línea eléctrica para la conexión con un receptor de pararrayos semejante y/o con otra línea eléctrica que se interna, por ejemplo, en el buje de rotor y/o en la torre de la instalación de energía eólica. El elemento de conexión eléctrica puede ser, por ejemplo, un perno, un pasador, un tornillo u otro elemento de anclaje, que se atornilla, introduce a presión o inserta de otra manera en la espuma eléctricamente conductora. Una superficie de contacto entre el elemento de conexión eléctrica y la espuma eléctricamente conductora puede tener un tamaño, por ejemplo, de 200 mm<sup>2</sup> o más. En cada uno de los casos mencionados se obtiene una puesta en contacto eléctrica sencilla y fiable de la espuma eléctricamente conductora.

En una configuración el elemento de conexión eléctrica está insertado en el núcleo a través de una capa cobertora del alma fabricada en construcción tipo sándwich. Básicamente el elemento de conexión eléctrica también puede estar dispuesto en paralelo a una capa cobertora e insertarse en la espuma eléctricamente conductora desde un borde lateral del alma, por ejemplo, en una zona de un alma cerca de la punta de pala. En particular para la conexión con otros receptores de pararrayos dispuestos de forma distribuida sobre la longitud de la pala de rotor, mediante el paso del elemento de conexión eléctrica a través de una capa cobertora se puede establecer de manera sencilla un contacto fiable con la espuma eléctricamente conductora. Esto también se puede realizar igualmente de forma muy sencilla después del montaje del componente estructural en la pala de rotor de la instalación de energía eólica.

El objetivo arriba mencionado se resuelve igualmente mediante la pala de rotor de la instalación de energía eólica con las características de la reivindicación 15. La pala de rotor de la instalación de energía eólica presenta un alma según una de las reivindicaciones 1 a 14.

La invención se explica a continuación más en detalle mediante un ejemplo de realización representada en cuatro figuras. Muestran:

Fig. 1 un alma para una pala de rotor de una instalación de energía en una sección transversal a lo largo de la dirección longitudinal del alma,

Fig. 2 una sección transversal a través del alma de la fig. 1 en el plano de corte designado con A-A,

Fig. 3 una ampliación de la zona del alma próxima a la punta de pala de la fig. 1,

Fig. 4 una pala de rotor de una instalación de energía eólica según la invención en una representación en perspectiva simplificada.

La fig. 1 muestra un componente estructural según la invención, concretamente un alma 10 para una pala de rotor de una instalación de energía eólica. El alma 10 presenta un extremo en un lado de punta de pala 12 y un extremo en el lado de raíz de pala 14. El alma 10 tiene esencialmente forma de placa, aumentando la altura del alma desde el extremo en un lado de punta de pala 12 hasta el extremo en el lado de raíz de pala 14 del alma 10. En el extremo en el lado de raíz de pala 14 el alma 10 presenta una escotadura 16 semicircular.

En el alma 10 está integrado un conductor de pararrayos que presenta una espuma eléctricamente conductora 18. La espuma eléctricamente conductora 18 discurre dentro del alma desde el extremo en el lado de raíz de pala 14 hasta el extremo en el lado de punta de pala 12. A este respecto, la espuma eléctricamente conductora 18 se extiende en la dirección de la altura del alma 10 durante un recorrido de algunos centímetros y presenta una superficie en sección transversal esencialmente uniforme a lo largo de toda la longitud del alma 10.

Un elemento de conexión eléctrica 20 está insertado cada vez en la espuma eléctricamente conductora 18 en el extremo en el lado de raíz de pala 14 y en el extremo en el lado de punta de pala 12.

Por encima y por debajo de la espuma eléctricamente conductora 18, en el plano de corte mostrado en la fig. 1 está dispuesto un material de núcleo 22 convencional, por ejemplo una espuma PVC o PET. Referido a la altura del alma 10, la espuma eléctricamente conductora 18 está dispuesta aproximadamente en el centro del alma 10, en particular en una sección longitudinal del alma 10, que se extiende desde el extremo en el lado de punta de pala 12 hasta una posición longitudinal 24 situada a una distancia del extremo en el lado de raíz de pala 14. La posición longitudinal 24

se sitúa a una distancia de aproximadamente el 15% de la longitud total del alma 10 de su extremo en el lado de raíz de pala 14. Entre el extremo en el lado de raíz de pala 14 y la posición longitudinal 24, la espuma eléctricamente conductora 18 está dispuesta más cerca de un borde del alma 10 mostrada abajo en la fig. 1, a fin de ser fácilmente accesible en el extremo en el lado de raíz de pala 12 cerca de un perímetro de la pala de rotor terminada a través del elemento de conexión eléctrica 20.

En la fig. 2 está representada una sección transversal a través del alma 10 de la fig. 1 en el plano de corte designado con A-A en la fig. 1. Se reconoce que el alma 10 está fabricada en construcción tipo sándwich compuesta de un núcleo 26 dispuesto de forma centrada en la fig. 2 y en ambos lados capas cobertoras 28 dispuestas lateralmente a él. El núcleo 26 está subdividido en tres secciones, concretamente en la espuma eléctricamente conductora 18 dispuesta de forma centrada y dos secciones que se conectan con ella por encima o por debajo a partir de un material de núcleo 22 convencional. Los tres componentes mencionados del núcleo 26 presentan todos la misma anchura, de modo que las capas cobertoras 28 se conectan en todas las tres secciones del núcleo 26 directamente con los materiales de núcleo correspondientes y son exteriormente lisas de modo que el alma 10 presenta dos lados planos lisos.

Las dos capas cobertoras 28 se componen de un laminado de un material de fibras, por ejemplo, de una malla o tejido o una mezcla de ellos de fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida u otras fibras o una combinación de estos materiales de fibras y una matriz de plástico. El material de fibras está embebido en la matriz de plástico. Con las capas cobertoras 28 se conectan secciones de fijación 30 construidas por encima y por abajo cada vez igualmente a partir del laminado, que señalan desde el núcleo 26 alejándose hacia fuera, de modo que el alma 10 tiene en conjunto en forma de doble T en sección transversal. El alma 10 se puede pegar a través de las secciones de fijación 30 con dos semicubiertas de la pala de rotor.

La cara superior del núcleo 26 dispuesta entre las dos capas cobertoras 28 opuestas entre sí y la cara inferior del núcleo 26 dispuesta entre las dos capas cobertoras 28 opuestas entre sí están recubiertas por una capa del material de fibras. Toda el alma 10 se ha fabricado en un procedimiento de infusión en vacío, en el que las capas cobertoras 28, la espuma eléctricamente conductora 18, los materiales de núcleo 22 convencionales y eventualmente otros componentes del alma 10 se han introducido en un molde de fabricación y se han impregnado o rodeado a continuación con un material plástico líquido. Como variantes de fabricación también entran en consideración el uso de prepeg o laminado a mano.

La fig. 3 muestra una representación ampliada del extremo en el lado de punta de pala 12 del alma 10 en una vista conforme a la fig. 1. Se puede reconocer adecuadamente que el elemento de conexión eléctrica 20 está insertado en la espuma eléctricamente conductora 18. El elemento de conexión eléctricamente conductor 20 es un perno roscado, que está enroscado en la espuma eléctricamente conductora 18. El extremo libre del elemento de conexión eléctrica 20, que sobresale del componente estructural o de la espuma eléctricamente conductora 18, se puede conectar de forma eléctricamente conductora con un receptor de pararrayos dispuesto en la punta de pala, por ejemplo mediante atornillado o prensado con una línea de conexión correspondiente.

La fig. 4 muestra una pala de rotor de una instalación de energía eólica 32 según la invención, en la que está montada el alma 10 de la fig. 1, en una representación en perspectiva simplificada.

**Lista de referencias usadas**

10	Alma
12	Extremo en el lado de punta de pala
5 14	Extremo en el lado de raíz de pala
16	Escotadura
18	Espuma eléctricamente conductora
20	Elemento de conexión eléctrica
22	Material de núcleo
10 24	Posición longitudinal
26	Núcleo
28	Capa cobertora
30	Sección de fijación
32	Pala de rotor de instalación de energía eólica
15	

**REIVINDICACIONES**

1. Alma (10) para una pala de rotor de una instalación de energía eólica, presentando el alma (10) un conductor de pararrayos, **caracterizada porque** el conductor de pararrayos presenta una espuma eléctricamente conductora (18).
2. Alma (10) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la espuma eléctricamente conductora (18) presenta, en una sección transversal transversalmente a una dirección longitudinal del alma (10), una superficie de 100 mm<sup>2</sup> o más.
3. Alma (10) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la espuma eléctricamente conductora (18) presenta, en una dirección longitudinal del alma (10), una conductividad eléctrica, que se corresponde con la conductividad eléctrica de un conductor de cobre macizo con una sección transversal de 10 mm<sup>2</sup> o más.
4. Alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el alma (10) tiene forma de disco o de placa y presenta dos lados planos lisos opuestos entre sí.
5. Alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** el alma (10) está fabricada en construcción tipo sándwich a partir de un núcleo (26) y dos capas cobertoras (28), presentando el núcleo (26) del alma (10) la espuma (10) eléctricamente conductora (18).
6. Alma (10) según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el núcleo (26) presenta adicionalmente a la espuma eléctricamente conductora (18) al menos otro material de núcleo (22).
7. Alma (10) según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizada porque** la espuma eléctricamente conductora (18) está dispuesta de forma centrada en una sección transversal a través del alma (10) y está rodeada por todos los lados por una capa cobertora (28) y/u otro material de núcleo (22).
8. Alma (10) según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada porque** al menos una de las capas cobertoras (28) presenta un material plástico reforzado con fibras.
9. Alma (10) según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la espuma eléctricamente conductora (18) y el material plástico reforzado con fibras de vidrio están embebidos en una matriz de plástico.
10. Alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** en el caso del uso previsto del alma (10), la espuma eléctricamente conductora (18) se extiende desde una zona cerca de una raíz de pala de la pala de rotor hasta una zona cerca de una punta de pala de la pala de rotor.
11. Alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** la espuma eléctricamente conductora (18) presenta un metal espumado.
12. Alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque** un elemento de conexión eléctrica (20) está insertado en la espuma eléctricamente conductora (18).
13. Alma según la reivindicación 12, **caracterizada porque** el elemento de conexión eléctrica (20) está insertado en el núcleo (26) a través de una capa cobertora (28) del alma (10) fabricada en construcción tipo sándwich.
14. Pala de rotor de instalación de energía eólica con un alma (10) según una de las reivindicaciones 1 a 13.



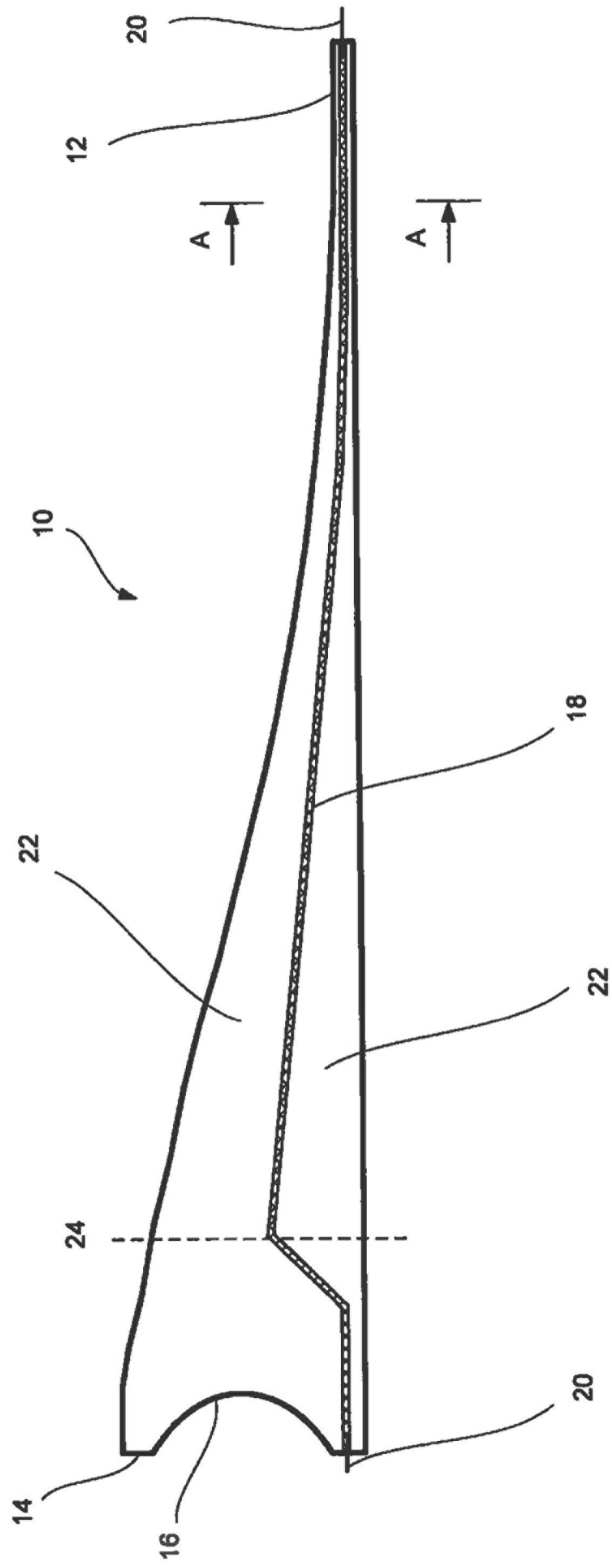


Fig. 1

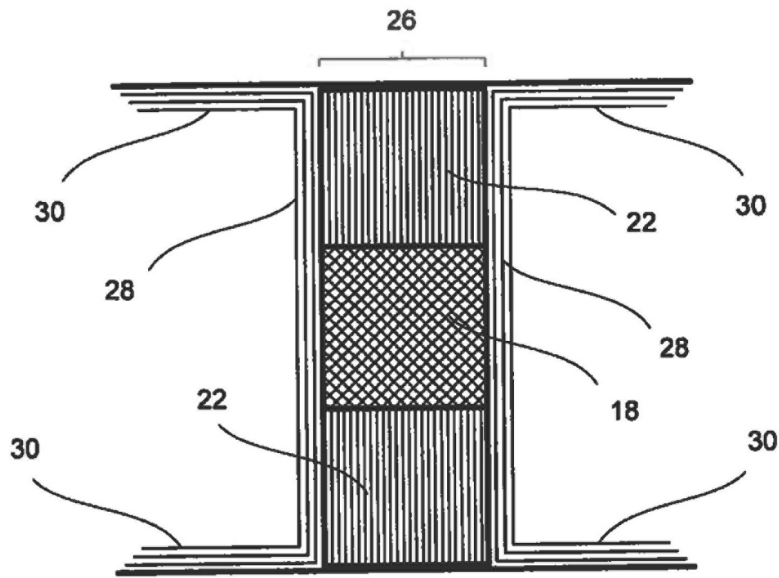


Fig. 2

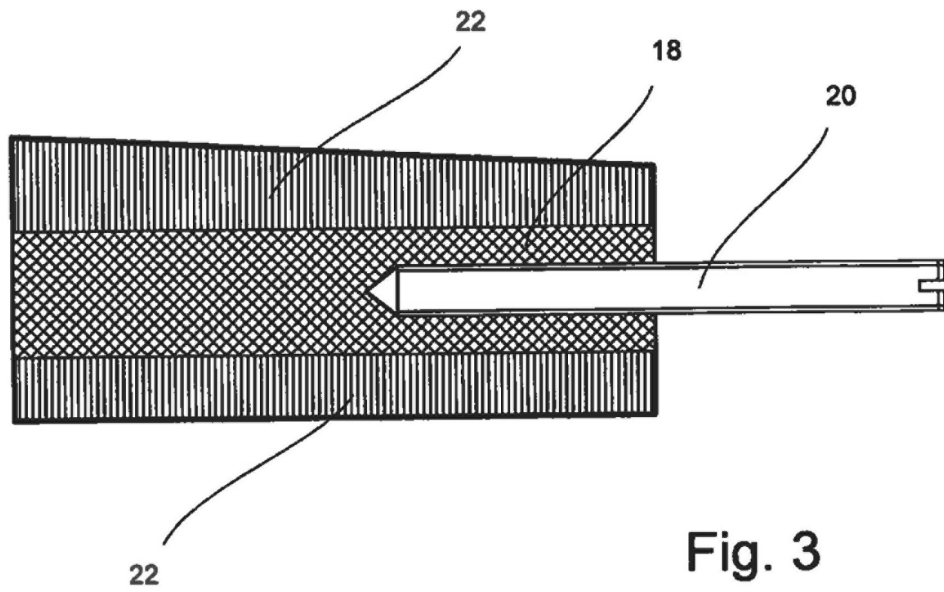


Fig. 3

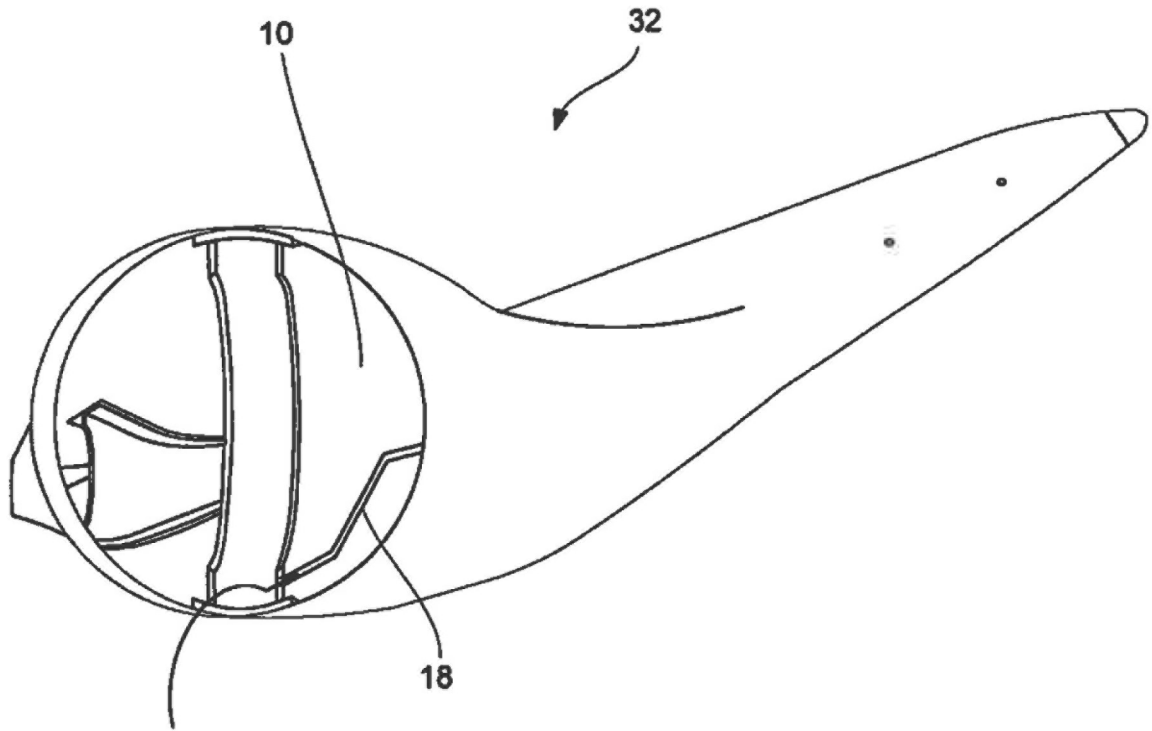


Fig. 4