

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 496**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2019** **E 19171004 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.11.2021** **EP 3730778**

54 Título: **Tapa de larguero, pala de turbina eólica, turbina eólica y método para fabricar una tapa de larguero**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2022

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

GIROLAMO, DONATO

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 901 496 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

Tapa de larguero, pala de turbina eólica, turbina eólica y método para fabricar una tapa de larguero

5 La presente invención se refiere a una tapa de larguero para una pala de turbina eólica de una pala de turbina eólica, una pala de turbina eólica para una turbina eólica, una turbina eólica y un método para fabricar una tapa de larguero.

10 Las palas de turbina eólica deben poder convertir de manera eficiente el viento en movimiento giratorio de las palas de turbina eólica, de modo que la energía del viento pueda convertirse en movimiento mecánico de rotación de un rotor al que están unidas las palas de turbina eólica. Es preferible usar materiales que tienen un módulo específico alto (módulo elástico por densidad de masa de un material), también conocido como razón de rigidez con respecto al peso, en palas de turbina eólica para abordar la ley cuadrático-cúbica que rige el escalado de las palas de turbina eólica. Por tanto, pueden usarse materiales compuestos tales como material de plástico reforzado con fibra de carbono que tiene un módulo específico alto en palas de turbina eólica, en particular en tapas de larguero de las palas de turbina eólica. Sin embargo, el material de plástico reforzado con fibra de carbono, por ejemplo, es eléctricamente conductor y puede interactuar con un sistema de protección contra rayos de la pala de turbina eólica, cuando la tapa de larguero de la pala de turbina eólica intercepta la caída de un rayo. Actualmente, para mitigar el riesgo de fallo debido a la caída de un rayo, se proporciona una equalización potencial entre el conductor de bajada del sistema de protección contra rayos y el material compuesto conductor. En la práctica, esto requiere que se proporcione un número suficiente de puntos de conexión discretos entre el conductor de bajada y el material compuesto conductor a lo largo de la longitud de la tapa de larguero de la pala de turbina eólica. Es desafiante diseñar y realizar conexiones eléctricas fiables entre el material de plástico reforzado con fibra de carbono y el conductor de bajada debido a la naturaleza muy diferente de los dos materiales. Además, esta técnica es vulnerable a conexiones defectuosas, puesto que el número de conexiones se mantiene habitualmente a un mínimo para facilitar la capacidad de fabricación. Por tanto, una única conexión defectuosa puede dar como resultado una equalización potencial inadecuada y descargas eléctricas consecuentes y un posible fallo de la pala de turbina eólica. Adicionalmente, estas conexiones eléctricas se implementan durante la fabricación de toda la pala de turbina eólica. En particular, las conexiones eléctricas se implementan en un molde de la pala de turbina eólica con tolerancias ajustadas que resultan difíciles de conseguir para grandes estructuras y, si son defectuosas, son muy difíciles de detectar y caras de reparar. Un ejemplo de una tapa de larguero de la técnica anterior se conoce a partir del documento EP2889477A1.

35 Un objetivo de la invención es proporcionar una tapa de larguero, en la que se eliminan o se reducen al menos parcialmente las desventajas descritas anteriormente. En particular, un objetivo de la invención es proporcionar una tapa de larguero para una pala de turbina eólica de una turbina eólica, una pala de turbina eólica de una turbina eólica y un método de fabricación de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica de una turbina eólica, mediante lo cual se proporciona una protección fácil, barata y buena contra el daño que podría producirse por una caída de rayo interceptada.

40 Este objetivo se resuelve mediante una tapa de larguero según la reivindicación 1, una pala de turbina eólica según la reivindicación 7, una turbina eólica según la reivindicación 12 y un método para fabricar una tapa de larguero según la reivindicación 13. Se desarrollan detalles adicionales de la invención a partir de las otras reivindicaciones así como de la descripción y los dibujos. De ese modo, las características y detalles descritos en relación con la tapa de larguero de la invención se aplican en relación con la pala de turbina eólica de la invención, la turbina eólica de la invención y el método de la invención, de modo que observando la divulgación de los aspectos individuales de la invención es o puede hacerse referencia entre sí. Según un primer aspecto de la invención, la invención se refiere a una tapa de larguero para una pala de turbina eólica de una turbina eólica, comprendiendo la tapa de larguero al menos una viga alargada, mediante lo cual la tapa de larguero comprende al menos una cubierta de material eléctricamente aislante y al menos una cubierta de material eléctricamente conductor, en la que toda una circunferencia de la viga está encerrada por al menos una cubierta de material eléctricamente aislante y toda la circunferencia de la al menos una cubierta de material eléctricamente aislante está encerrada por al menos una cubierta de material eléctricamente conductor, mediante lo cual la cubierta de material eléctricamente conductor tiene al menos una superficie de contacto eléctrico para conectarla eléctricamente a un conductor de bajada de la pala de turbina eólica.

55 La disposición propuesta con la cubierta de material eléctricamente conductor funciona como una jaula de Faraday que bloquea campos electromagnéticos y de ese modo protege la viga, que en particular comprende o está realizada a partir de un material conductor, contra cualquier daño que pueda provocar la caída de un rayo interceptado por la tapa de larguero. La solución simple propuesta puede integrarse fácilmente y a bajo coste en un sistema de protección contra rayos que comprende el conductor de bajada de la pala de turbina eólica. Se elimina el riesgo de proporcionar conexiones eléctricas defectuosas debido a que ya no hay necesidad de conectar el material de plástico reforzado con fibra de carbono de la tapa de larguero a través de conexiones eléctricas al conductor de bajada.

65 La cubierta de material eléctricamente aislante puede comprender múltiples capas de material. En particular, la

cubierta de material eléctricamente aislante puede envolverse alrededor de la viga. La cubierta de material eléctricamente aislante puede tener una sección solapante. En la sección solapante de la cubierta de material eléctricamente aislante, los extremos de la cubierta de material eléctricamente aislante pueden conectarse entre sí, por ejemplo, por medio de un adhesivo. La cubierta de material eléctricamente aislante puede realizarse a partir de una única parte o múltiples partes, que se conectan entre sí, por ejemplo, por medio de adhesión. Debido a una retirada más fácil de una de las múltiples partes de la cubierta de material eléctricamente aislante, la viga se hace más accesible a efectos de facilidad de mantenimiento.

La cubierta de material eléctricamente conductor puede comprender múltiples capas de material. En particular, la cubierta de material eléctricamente conductor puede envolverse alrededor de la cubierta de material eléctricamente aislante. La cubierta de material eléctricamente conductor puede tener una sección solapante. En la sección solapante de la cubierta de material eléctricamente conductor, los extremos de la cubierta de material eléctricamente conductor pueden conectarse entre sí, por ejemplo, por medio de un adhesivo o por medio de soldadura. La cubierta de material eléctricamente conductor puede realizarse a partir de una única parte o múltiples partes, que se conectan entre sí, por ejemplo, por medio de adhesión o soldadura. Debido a una retirada más fácil de una de las múltiples partes de la cubierta de material eléctricamente conductor, la viga se hace más accesible a efectos de facilidad de mantenimiento.

En particular, la circunferencia encerrada de la viga y/o la circunferencia encerrada de la cubierta de material eléctricamente aislante discurre transversalmente a una dirección longitudinal de la al menos una viga. En particular, la cubierta de material eléctricamente aislante se encuentra a nula distancia de la viga. Además, en particular, la cubierta de material eléctricamente conductor está cerca de la cubierta de material aislante eléctrico.

La al menos una superficie de contacto eléctrico puede ser una superficie eléctricamente conductora de la cubierta de material eléctricamente conductor o un conductor eléctrico adicional, por ejemplo.

La tapa de larguero puede tener elementos de cuña dispuestos adyacentes a la al menos una viga. En particular, los elementos de cuña pueden disponerse opuestos entre sí adyacentes a la al menos una viga. Sin embargo, no es necesario proporcionar la cubierta de material eléctricamente aislante y/o la cubierta de material eléctricamente conductor alrededor de toda la circunferencia de la tapa de larguero. Preferiblemente, cuando hay elementos de cuña, que pueden realizarse a partir de balsa, por ejemplo, dispuestos adyacentes a la al menos una viga, la cubierta de material eléctricamente aislante y/o la cubierta de material eléctricamente conductor encierra sólo la viga pero no los elementos de cuña.

En una realización preferida de la invención, la cubierta de material eléctricamente aislante y/o la cubierta de material eléctricamente conductor están dispuestas a lo largo de al menos el 80% de la longitud de la viga y preferiblemente al menos a lo largo de toda la longitud de la viga y más preferiblemente más allá de toda la longitud de la viga, de modo que la cubierta de material eléctricamente conductor se extiende más allá de al menos un extremo longitudinal, preferiblemente más allá de ambos extremos longitudinales, de la viga. Además, la cubierta de material eléctricamente aislante y/o la cubierta de material eléctricamente conductor pueden encerrar completamente la viga. De ese modo, se aumentan las capacidades de protección contra rayos.

En una realización preferida adicional de la invención, la cubierta de material eléctricamente aislante comprende fibras de vidrio. En particular, la cubierta de material eléctricamente aislante puede estar realizada a partir de un material de fibra de vidrio. De ese modo, la adición de peso del material eléctricamente aislante a la tapa de larguero se mantiene a un mínimo. Las fibras de vidrio también contribuyen a la rigidez y resistencia mecánica globales de la viga.

En aún otra realización preferida de la invención, la cubierta de material eléctricamente conductor es una malla de metal. La cubierta de material eléctricamente conductor puede comprender múltiples mallas de metal conectadas entre sí. Esta es en particular una manera de peso ligero y eficaz de proteger la viga.

En una realización adicional de la invención, la al menos una viga está colada previamente. De ese modo, se impide que la viga deba colarse junto con la cubierta de material eléctricamente aislante y la cubierta de material eléctricamente conductor, mediante lo cual se consigue una precisión de tamaño mejor de la tapa de larguero.

En una realización preferida adicional de la invención, la al menos una viga alargada comprende material de plástico reforzado con fibra de carbono. En particular, la al menos una viga alargada puede estar realizada a partir de material de plástico reforzado con fibra de carbono y más particularmente tiras de la viga alargada pueden estar realizadas a partir de material de plástico reforzado con fibra de carbono. La al menos una viga puede ser un elemento sometido a pultrusión. La viga puede comprender al menos dos pilas de múltiples tiras apiladas unas encima de otras, en la que las al menos dos pilas están dispuestas adyacentes entre sí.

Según un segundo aspecto de la invención, la invención se refiere a una pala de turbina eólica para una turbina eólica, teniendo la pala de turbina eólica una carcasa, un conductor de bajada y un larguero unido a la carcasa, en la que el larguero comprende dos tapas de larguero y un alma de larguero que conecta las dos tapas de larguero entre

sí, mediante lo cual al menos una de las tapas de larguero es según la invención.

En una realización preferida de la invención, la al menos una superficie de contacto eléctrico de la cubierta de material eléctricamente conductor está conectada al conductor de bajada por medio de al menos un conductor de metal. El conductor de metal puede comprender o estar realizado a partir de cobre, por ejemplo. El al menos un conductor de metal puede estar dispuesto en una dirección transversal o sustancialmente transversal a la dirección longitudinal de la viga alargada.

Un conductor de metal puede estar dispuesto como una conexión equipotencial en una porción intermedia de la viga o tapa de larguero. La conexión equipotencial puede poner en equipotencia una tensión acumulada entre el conductor de bajada y el material eléctricamente conductor a lo largo de la longitud de la tapa de larguero. La porción intermedia puede ser en particular una porción que tiene una distancia de al menos 10 m, en particular 20 m desde una punta y una raíz de la viga o tapa de larguero. La cantidad de tales conexiones equipotenciales puede ser una función de la longitud de la viga. Por ejemplo, puede proporcionarse una conexión equipotencial cada 10 a 50 m, en particular cada 20 a 40 m de longitud de la pala de turbina eólica.

Preferiblemente, al menos uno del al menos un conductor de metal es un cable de metal flexible. El cable de metal flexible puede ser un cable trenzado, por ejemplo. De ese modo, se proporcionan muchas opciones de diseño para encaminar el conductor de metal hacia el conductor de bajada y la longitud del conductor de metal puede mantenerse a un mínimo.

Además preferiblemente, al menos uno del al menos un conductor de metal está proporcionado en o dentro de una distancia del 5% de la longitud de la viga a partir de una raíz de la pala de turbina eólica y/o al menos uno del al menos un conductor de metal está proporcionado en o dentro de una distancia del 5% de la longitud de la viga desde una punta de la pala de turbina eólica. De ese modo, se proporciona una transferencia de corriente eficiente desde la cubierta de material eléctricamente conductor hasta el conductor de bajada. En particular, no hay necesidad de conductores de metal adicionales entre estos dos. Sin embargo, es posible proporcionar más de dos conductores de metal.

En una realización preferida de la invención, el conductor de bajada está unido al alma de larguero, preferiblemente a lo largo de al menos el 80% y además preferiblemente a lo largo de al menos el 90% de la longitud del alma de larguero. De ese modo, puede conseguirse una disposición compacta del conductor de bajada dentro de la pala de turbina eólica.

Según un tercer aspecto de la invención, la invención se refiere a una turbina eólica que comprende al menos una pala de turbina eólica según la invención.

Según un cuarto aspecto de la invención, la invención se refiere a un método de fabricación de una tapa de larguero para una pala de turbina eólica de una turbina eólica, comprendiendo la tapa de larguero al menos una viga alargada, mediante lo cual el método comprende las etapas de: (a) encerrar toda una circunferencia de la viga por al menos una cubierta de material eléctricamente aislante, (b) encerrar toda una circunferencia de la al menos una cubierta de material eléctricamente aislante por al menos una cubierta de material eléctricamente conductor, y (c) dotar a la cubierta de material eléctricamente conductor de al menos una superficie de contacto eléctrico para conectarla eléctricamente a un conductor de bajada de la pala de turbina eólica.

En una realización de la invención, la al menos una viga está colada antes de encerrarse por la cubierta de material eléctricamente aislante y la cubierta de material eléctricamente conductor.

En una realización preferida de la invención, la al menos una viga está colada previamente junto con la cubierta de material aislante y/o el material eléctricamente conductor. Además, la al menos una viga puede colarse previamente junto con los conductores de metal. De tal manera, puede realizarse cualquier reparación fuera de línea desde una línea de fabricación de pala. Cuando se introduce una viga colada previamente de este tipo en un molde de pala, los conductores de metal pueden conectarse al conductor de bajada.

Para el transporte y la protección, una opción es añadir una capa aislante envuelta alrededor del material eléctricamente conductor.

En una realización de la invención, la al menos una cubierta de material eléctricamente aislante está envuelta alrededor de la viga y/o la al menos una cubierta de material eléctricamente conductor está envuelta alrededor de la cubierta de material eléctricamente aislante. Este es un método de fabricación particularmente rentable para proporcionar la protección contra rayos según la invención.

Ventajas, características y detalles adicionales de la invención se desarrollan a partir de la siguiente descripción, en la que por referencia a los dibujos de las figuras 1 a 4, se describen realizaciones de la presente invención en detalle.

En los dibujos, se muestra esquemáticamente:

la figura 1 es una vista lateral sobre una realización de una turbina eólica según la invención,

5 la figura 2 es una vista en sección lateral a lo largo de un plano transversal de una pala de turbina eólica de la turbina eólica de la figura 1,

la figura 3 es una vista en perspectiva lateral sobre una viga de la pala de turbina eólica de la figura 2, y

10 la figura 4 es una vista en perspectiva lateral sobre una disposición de una porción intermedia de la viga de la figura 3 en la pala de turbina eólica de la figura 2.

Los mismos objetos en las figuras 1 a 4 se denominan con el mismo número de referencia. Si hay más de un objeto del mismo tipo en una de las figuras, los objetos se numeran en orden ascendente con el número ascendente del
15 objeto que se separa de su número de referencia mediante un punto. Las dimensiones específicas de características y partes en las figuras son a modo de ejemplo y pueden estar ampliadas sólo por facilidad de referencia.

La figura 1 es una vista lateral sobre una realización de una turbina 1 eólica según la invención. La turbina 1 eólica está dotada de tres palas 10.1, 10.2, 10.3 de turbina eólica unidas a un buje 4 de la turbina 1 eólica, que está
20 conectado a una góndola 3 de la turbina 1 eólica, estando la góndola 3 soportada sobre un mástil 2 de la turbina 1 eólica. Cada una de las palas 10.1, 10.2, 10.3 de turbina eólica tiene una raíz y una punta, en la que la raíz 13.1 y la punta 14.1 de la pala 10 de turbina eólica se denominan en la figura 1.

La figura 2 es una vista en sección lateral a lo largo del plano transversal de la línea X-X representada en la figura 1
25 de la pala 10 de turbina eólica de la turbina 1 eólica de la figura 1. La pala 10 de turbina eólica tiene una extensión longitudinal en una dirección longitudinal L, una extensión de anchura en una dirección de anchura W y una extensión de altura en una dirección de altura H. La pala 10 de turbina eólica tiene además un borde 11 de salida y un borde 12 de ataque. La pala 10 de turbina eólica comprende una carcasa 20 y un larguero 30 unido a la carcasa 20. El larguero 30 comprende dos tapas 40.1, 40.2 de larguero, cada una de las cuales tiene una viga 41.1, 41.2.
30 Las dos tapas 40.1, 40.2 de larguero se orientan entre sí y están conectadas entre sí por medio de un alma 50 de larguero, en esta realización particular. Sin embargo, son posibles otras disposiciones del larguero 30, tal como un larguero 30 de tipo viga en H o viga en X. La figura 3 es una vista en perspectiva lateral sobre la viga 41.2 de la pala 10 de turbina eólica de la figura 2. La viga 41.2 es alargada en la dirección longitudinal L. La viga 41.2 presenta una sección decreciente hacia sus extremos longitudinales, en particular la raíz y la punta de la viga 41.2, que, sin
35 embargo, no se muestra en la figura 3. La viga 41.2 está realizada a partir de material de plástico reforzado con fibra de carbono. En particular, la viga comprende múltiples tiras 43 sometidas a pultrusión realizadas a partir de material de plástico reforzado con fibra de carbono, de la que se representan las tiras 43.1, 43.2, 43.3, 43.4, 43.5. Las múltiples pilas 42 están dispuestas como tres pilas 42.1, 42.2, 42.3 adyacentes, cada una de las cuales comprende cinco tiras 43 apiladas unas encima de otras. Una cubierta 44 de material eléctricamente aislante está envuelta
40 alrededor de toda una circunferencia de la viga 41.2, discurriendo la circunferencia transversalmente a una dirección longitudinal L de la viga 41.2. Una cubierta 45 de material eléctricamente conductor está envuelta alrededor de toda la circunferencia de la cubierta 44 de material eléctricamente aislante envuelta alrededor de la al menos una viga 41.2. Los extremos de la cubierta 44 de material eléctricamente aislante se solapan entre sí y en particular están conectados entre sí. Los extremos de la cubierta 45 de material eléctricamente conductor también se solapan entre
45 sí y en particular están conectados entre sí. La cubierta 44 de material eléctricamente aislante y la cubierta 45 de material eléctricamente conductor están dispuestas a lo largo de toda la longitud L_{41} de la viga 41.2, midiéndose la longitud L_{41} de la viga 41.2 en la dirección longitudinal L. Preferiblemente, la cubierta 44 de material eléctricamente aislante y/o la cubierta 45 de material eléctricamente conductor se extienden más allá de los extremos longitudinales opuestos de la viga 41.2.

50 Un primer conductor 46.1 de metal está proporcionado en la raíz 13 de la viga 41.2, es decir, la pala 10 de turbina eólica, y un segundo conductor 46.2 de metal está proporcionado en la punta 14 de la viga 41.2, es decir, la pala 10 de turbina eólica. Los conductores 46.1, 46.2 de metal primero y segundo están dispuestos transversalmente a la dirección longitudinal L.

55 La figura 4 es una vista en perspectiva lateral sobre una disposición de una porción intermedia de la viga 41.2 de la figura 3 en la pala 10 de turbina eólica de la figura 2. En la misma, una parte interior de la carcasa 20 está conectada a la viga 41.2 y el alma 50 de larguero. La cubierta 45 de material eléctricamente conductor está conectada a un conductor 51 de bajada por medio de un tercer conductor 46.3 de metal, no mostrándose el primer conductor 46.1 de metal y el segundo conductor 46.2 de metal ya que la figura 4 sólo muestra una porción intermedia de la viga 41.2. El tercer conductor 46.3 de metal es una conexión equipotencial para poner en equipotencia la tensión acumulada entre el conductor 51 de bajada y la cubierta 45 de material eléctricamente conductor. El conductor 46.3 de metal está diseñado como un cable de metal flexible en esta realización particular. El conductor 46.3 de metal está realizado además a partir de cobre en esta realización particular.

65 Un conductor 51 de bajada de la pala 10 de turbina eólica está unido a lo largo del 80% hasta el 100% de toda la

longitud del alma 50 de larguero. El conductor 51 de bajada está conectado eléctricamente a la cubierta 45 de material eléctricamente conductor por medio del tercer conductor 46.3 de metal. El tercer conductor 46.3 de metal está guiado a través de una abertura en la carcasa 20, en particular, la parte interior de la carcasa 20.

REIVINDICACIONES

1. Tapa (40.1, 40.2) de larguero para una pala (10) de turbina eólica de una turbina (1) eólica, comprendiendo la tapa (40.1, 40.2) de larguero al menos una viga (41.1, 41.2) alargada, comprendiendo la tapa (40.1, 40.2) de larguero al menos una cubierta (44) de material eléctricamente aislante y al menos una cubierta (45) de material eléctricamente conductor, en la que toda una circunferencia de la viga (41.1, 41.2) está encerrada por al menos una cubierta (44) de material eléctricamente aislante y toda la circunferencia de la al menos una cubierta (44) de material eléctricamente aislante está encerrada por al menos una cubierta (45) de material eléctricamente conductor, mediante lo cual la cubierta (45) de material eléctricamente conductor tiene al menos una superficie de contacto eléctrico para conectarla eléctricamente a un conductor (51) de bajada de la pala (10) de turbina eólica.
2. Tapa (40.1, 40.2) de larguero según la reivindicación 1, caracterizada porque, la cubierta (44) de material eléctricamente aislante y/o la cubierta (45) de material eléctricamente conductor se disponen a lo largo de al menos un 80% de una longitud (L_{41}) de la viga (41.1, 41.2), preferiblemente al menos a lo largo de toda la longitud (L_{41}) de la viga (41.1, 41.2) y más preferiblemente más allá de toda la longitud (L_{41}) de la viga (41.1, 41.2), de modo que la cubierta (45) de material eléctricamente conductor se extiende más allá de al menos un extremo longitudinal de la viga (41.1, 41.2).
3. Tapa (40.1, 40.2) de larguero según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque, la cubierta (44) de material eléctricamente aislante comprende fibras de vidrio.
4. Tapa (40.1, 40.2) de larguero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque, la cubierta (45) de material eléctricamente conductor es una malla de metal.
5. Tapa (40.1, 40.2) de larguero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque, la al menos una viga (41.1, 41.2) comprende material de plástico reforzado con fibra de carbono.
6. Tapa (40.1, 40.2) de larguero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque, la al menos una viga (41.1, 41.2) está colada previamente junto con la cubierta (44) de material aislante y/o la cubierta (45) de material eléctricamente conductor.
7. Pala (10) de turbina eólica para una turbina (1) eólica, teniendo la pala (10) de turbina eólica una carcasa (20), un conductor (51) de bajada y un larguero (30) unido a la carcasa (20), en la que el larguero (30) comprende dos tapas (40.1, 40.2) de larguero y un alma (50) de larguero que conecta las dos tapas (40.1, 40.2) de larguero entre sí, mediante lo cual al menos una de las tapas (40.1, 40.2) de larguero es según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
8. Pala (10) de turbina eólica según la reivindicación 7, caracterizada porque, la al menos una superficie de contacto eléctrico de la cubierta (45) de material eléctricamente conductor de la al menos una tapa (40.1, 40.2) de larguero está conectada al conductor (51) de bajada por medio de al menos un conductor (46) de metal.
9. Pala (10) de turbina eólica según la reivindicación 8, caracterizada porque, al menos uno del al menos un conductor (46) de metal es un cable de metal flexible.
10. Pala (10) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizada porque, al menos uno del al menos un conductor (46.1, 46.2, 46.3) de metal está proporcionado en o dentro de una distancia del 5% de la longitud (L_{41}) de la viga (41.1, 41.2) desde una raíz (13) de la pala (10) de turbina eólica y/o al menos uno del al menos un conductor (46.1, 46.2, 46.3) de metal está proporcionado en o dentro de una distancia del 5% de la longitud (L_{41}) de la viga (41.1, 41.2) desde una punta (14) de la pala (10) de turbina eólica.
11. Pala (10) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada porque, el conductor (51) de bajada está unido al alma (50) de larguero, preferiblemente a lo largo de al menos el 80% de la longitud del alma (50) de larguero.
12. Turbina (1) eólica que comprende al menos una pala (10) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11.
13. Método de fabricación de una tapa (40.1, 40.2) de larguero para una pala (10) de turbina eólica de una turbina (1) eólica, comprendiendo la tapa (40.1, 40.2) de larguero al menos una viga (41.1, 41.2) alargada, el método comprende las etapas de:
(a) encerrar toda una circunferencia de la viga (41.1, 41.2) por al menos una cubierta (44) de material

eléctricamente aislante,

(b) encerrar toda una circunferencia de la al menos una cubierta (44) de material eléctricamente aislante por al menos una cubierta (45) de material eléctricamente conductor, y

5

(c) dotar a la cubierta (45) de material eléctricamente conductor de al menos una superficie de contacto eléctrico para conectarla eléctricamente a un conductor (51) de bajada de la pala (10) de turbina eólica.

FIG 1

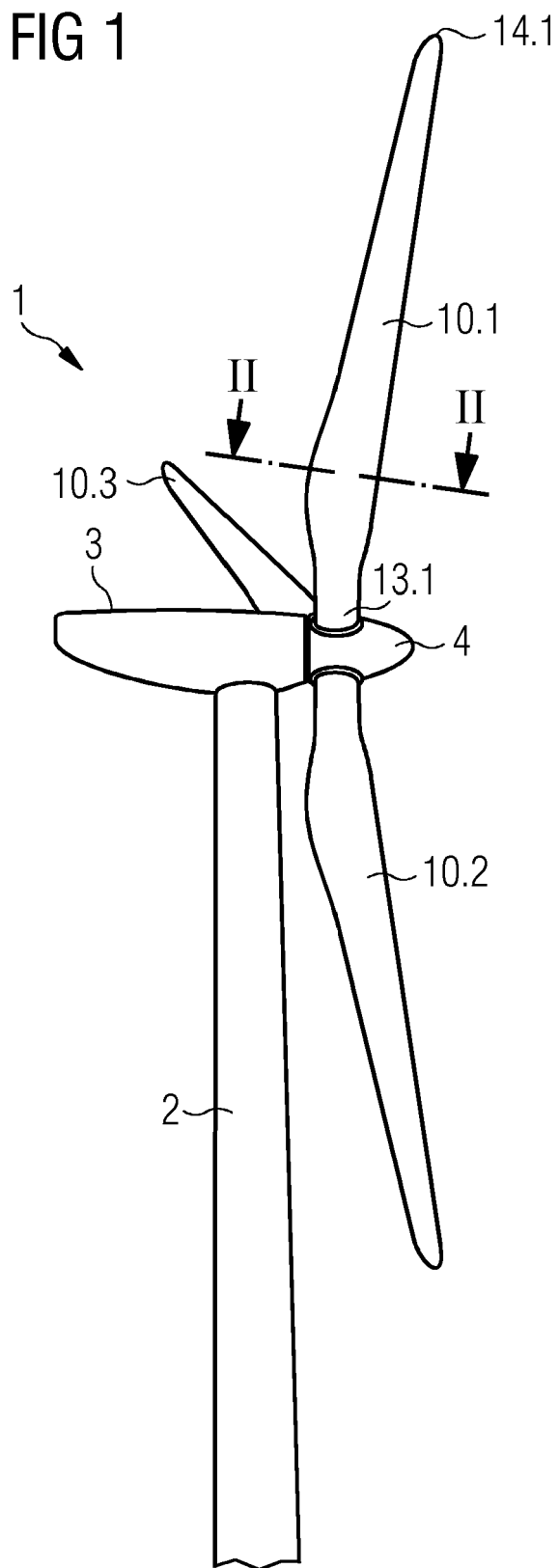


FIG 2

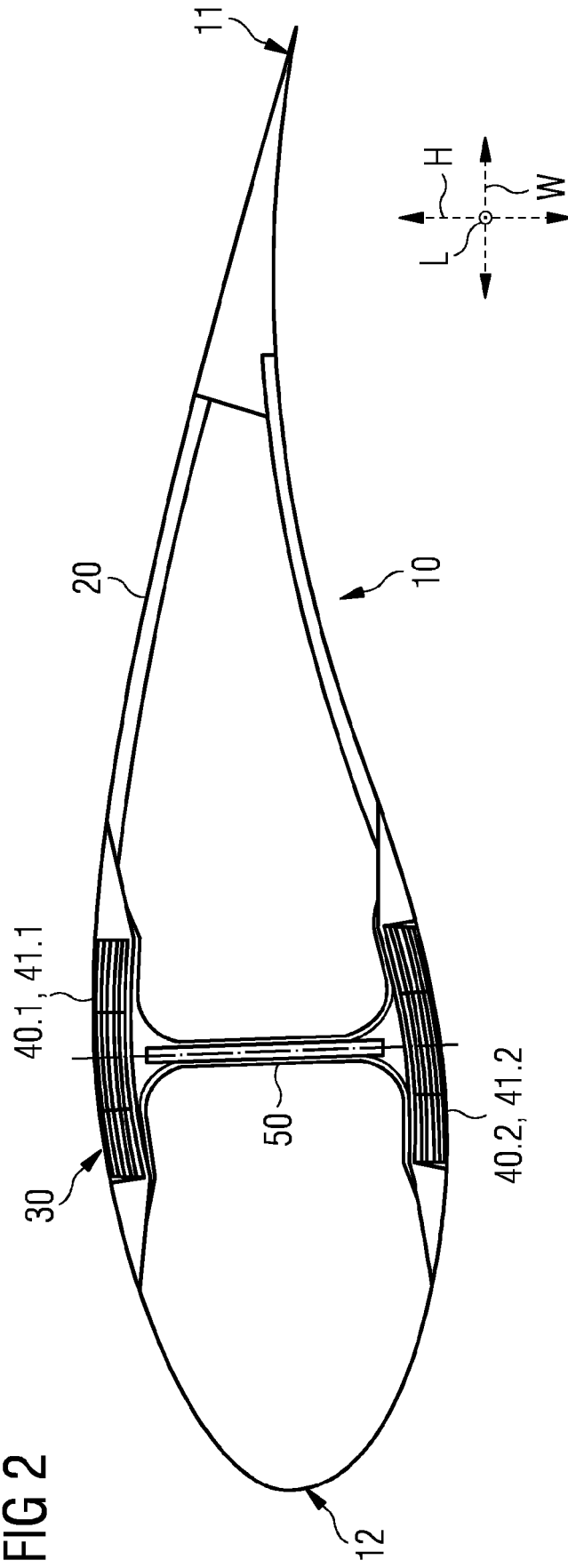


FIG 3

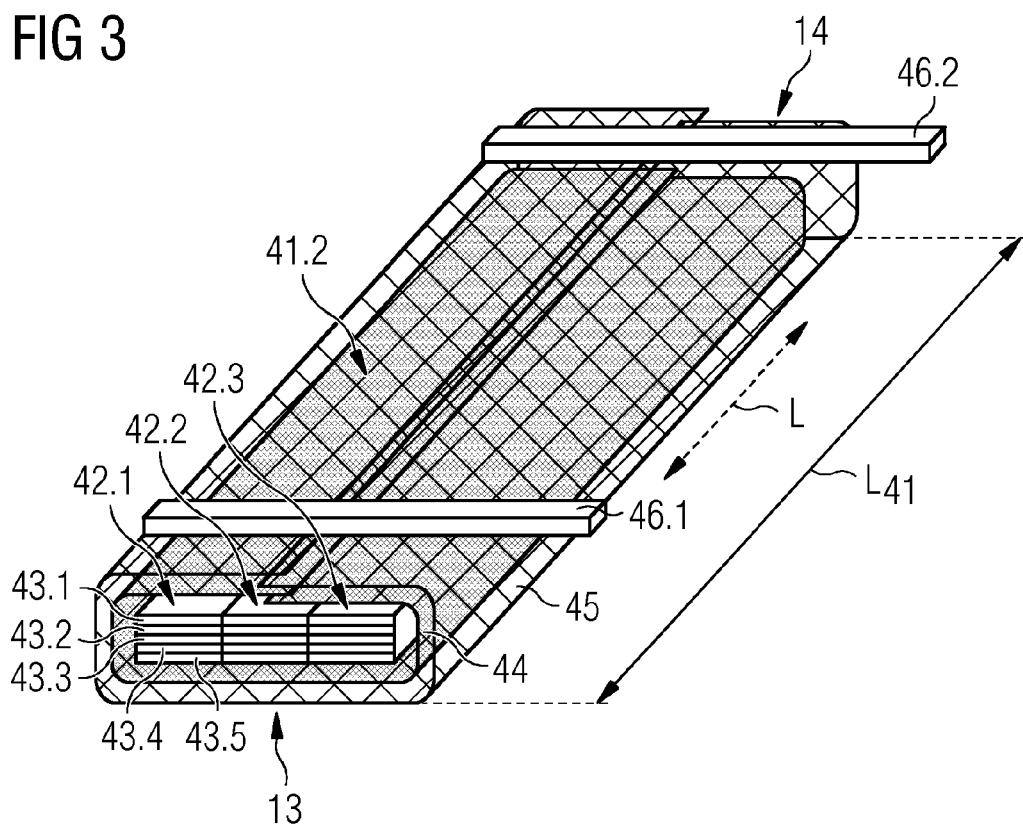


FIG 4

