

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 853 300**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2017 PCT/EP2017/080452**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2018 WO18149526**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2017 E 17816514 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020 EP 3568587**

54 Título: **Pala de turbina eólica, turbina eólica y método para producir una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

**17.02.2017 DE 102017202617**

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

**15.09.2021**

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S  
(100.0%)**

**Borupvej 16  
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**NIELSEN, PER**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 853 300 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**

Pala de turbina eólica, turbina eólica y método para producir una pala de turbina eólica

5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica para una turbina eólica. Además, la presente invención se refiere a una turbina eólica. Además, la presente invención se refiere a un método para producir una pala de turbina eólica.

10 Las palas de rotor de turbina eólica modernas se construyen a partir de plásticos reforzados con fibra. Una pala de rotor comprende normalmente un perfil aerodinámico que tiene un borde de ataque redondeado y un borde de salida afilado. La pala de rotor se conecta con su raíz de pala hasta un buje de la turbina eólica. La pala de rotor se conecta al buje por medio de un cojinete de paso que permite un movimiento de paso de la pala de rotor. Las palas de rotor largas experimentan fuerzas del viento altas.

15 Las palas de rotor pueden estar formadas por dos mitades de concha conectadas entre sí. Además, puede disponerse un alma de cizalladura entre las dos mitades de concha para reforzar la pala de rotor. El alma de cizalladura puede conectarse a las conchas de pala por medio de tapas de larguero que se conectan a una superficie interior de las conchas de pala.

20 El documento US 2012/0027612 A1 muestra una pala de turbina eólica que comprende un elemento de concha inferior, una tapa de larguero que tiene un elemento hembra y un alma de cizalladura que tiene un elemento macho. El alma de cizalladura se conecta al elemento de concha por medio de la tapa de larguero dispuesta entre el alma de cizalladura y el elemento de concha. El elemento macho se ajusta en el elemento hembra.

25 Los documentos US 2011/0187115 A1, US 2012/0027615 A1 y DE 10 2011 082 664 A1 muestran palas de turbina eólica adicionales.

30 Un objetivo de la presente invención es proporcionar una pala de turbina eólica mejorada, una turbina eólica mejorada y un método mejorado para producir una pala de turbina eólica.

35 Esto se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. Por consiguiente, se proporciona una pala de turbina eólica para una turbina eólica. La pala de turbina eólica comprende una concha de pala que tiene una superficie interior, un alma de cizalladura que tiene un extremo y una porción macho que sobresale desde el extremo, y una tapa de larguero que tiene una porción hembra que aloja la porción macho del alma de cizalladura, en la que una cara de extremo de la porción macho se une a la superficie interior de la concha de pala.

40 En contraste con palas de turbina eólica conocidas, el alma de cizalladura se une directamente a la concha de pala y, adicionalmente, el alma de cizalladura se conecta a la concha de pala por medio de la tapa de larguero. Por tanto, la distancia entre las conchas de pala está bien definida. Al mismo tiempo, se proporciona una conexión fiable entre el alma de cizalladura y la concha de pala.

45 Preferiblemente, la pala de turbina eólica comprende una primera concha de pala y una segunda concha de pala que se conectan entre sí para formar la concha exterior de la pala de turbina eólica orientada hacia el entorno de la turbina eólica. Una superficie interior de la primera concha de pala y una superficie interior de la segunda concha de pala rodean preferiblemente un espacio interior de la pala de turbina eólica.

50 El "alma de cizalladura" significa una estructura de soporte de la pala de turbina eólica. Preferiblemente, el alma de cizalladura está configurada para impedir el pandeo o alabeo de la pala de turbina eólica. Preferiblemente, el alma de cizalladura forma una pared, nervadura o viga dispuesta entre la superficie interior de la primera concha de pala y la superficie interior de la segunda concha de pala y que se extiende en la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica. El "extremo" del alma de cizalladura significa un extremo del alma de cizalladura adyacente a la superficie interior de la concha de pala y/o la tapa de larguero. La "porción macho" significa un saliente que sobresale desde el extremo del alma de cizalladura hacia la superficie interior de la concha de pala. Preferiblemente, el alma de cizalladura tiene un extremo adyacente a la superficie interior de la primera concha de pala y/o una primera tapa de larguero y otro extremo adyacente a la superficie interior de la segunda concha de pala y/o una segunda tapa de larguero. Preferiblemente, una primera porción macho sobresale desde el un extremo del alma de cizalladura y una segunda porción macho sobresale desde el otro extremo del alma de cizalladura. Preferiblemente, el alma de cizalladura se proporciona como un cuerpo de una sola pieza, por ejemplo, realizado de material compuesto, en particular, material de plástico reforzado con fibra y/o madera (por ejemplo, madera contrachapada).

60 La "tapa de larguero" significa un receptáculo configurado para alojar y unir el alma de cizalladura, en particular, una porción de extremo del alma de cizalladura, a la concha de pala. Preferiblemente, la tapa de larguero se realiza de un material compuesto, en particular, material de plástico reforzado con fibra y/o madera (por ejemplo, madera contrachapada). La "porción hembra" significa un espacio dispuesto en el interior de la tapa de larguero que está configurada para alojar la porción macho. Preferiblemente, la porción hembra es un canal o hueco dispuesto en el interior de la tapa de larguero hacia la superficie interior de la concha de pala.

La tapa de larguero comprende una base unida a la superficie interior de la concha de pala y paredes que sobresalen desde la base que intercalan el alma de cizalladura entre las mismas.

- 5 Por tanto, puede proporcionarse un receptáculo adecuada para la porción de extremo del alma de cizalladura. Preferiblemente, las paredes se forman de manera solidaria con la base formando un cuerpo de una sola pieza. Preferiblemente, la base comprende una superficie de soporte que soporta el extremo del alma de cizalladura. Preferiblemente, una primera pared y una segunda pared se extienden en la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica e intercalan el alma de cizalladura, en particular, la porción de extremo del alma de cizalladura.
- 10 Preferiblemente, las paredes se vuelven más anchas hacia la base. Preferiblemente, las paredes presentan una forma en sección decreciente.

Según una realización adicional, el alma de cizalladura se une de manera adhesiva, en una dirección transversal del alma de cizalladura, a las paredes.

- 15 Esto tiene la ventaja de que puede proporcionarse una conexión fiable entre el alma de cizalladura y la tapa de larguero, en particular sus paredes. Preferiblemente, la dirección transversal al alma de cizalladura se dispone en perpendicular a la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica.

- 20 Según una realización adicional, las paredes de la tapa de larguero están separadas del alma de cizalladura formando un depósito lleno con adhesivo a cada lado.

- Por tanto, puede acumularse adhesivo suficiente en el interior del depósito para proporcionar una unión resistente entre las paredes y el alma de cizalladura. Preferiblemente, se proporciona un primer depósito en un lado del alma de cizalladura y un segundo depósito en el otro lado del alma de cizalladura. Preferiblemente, cada depósito está definido por una superficie interior de la pared orientada hacia el alma de cizalladura, una superficie exterior del alma de cizalladura orientada hacia la superficie interior de la pared y una superficie de la base orientada en sentido contrario a la superficie interior de la concha de pala. Alternativamente, se proporciona sólo uno de dichos depósitos.
- 25

- 30 Según una realización adicional, los depósitos presentan una sección decreciente en anchura hacia el centro del alma de cizalladura.

- El "centro del alma de cizalladura" significa un centro dispuesto lejos de la tapa de larguero. Por tanto, las superficies interiores de las paredes orientadas hacia el alma de cizalladura socavan la tapa de larguero observando desde el centro del alma de cizalladura. Esto tiene la ventaja de que se proporciona una superficie de contacto fuerte entre la tapa de larguero y el alma de cizalladura puesto que el adhesivo se forma en forma de cuña debido a los depósitos en sección decreciente. Una vez que el adhesivo se endurece, se proporcionan cuñas de adhesivo endurecido que enganchan las paredes de tapa de larguero.
- 35

- 40 La porción hembra está formada en la base de la tapa de larguero.

Según una realización adicional, la cara de extremo de la porción macho se une de manera adhesiva a la superficie interior de la concha de pala.

- 45 Por tanto, el alma de cizalladura tanto se conecta de manera adhesiva directamente a la superficie interior de la concha de pala como se conecta indirectamente a la superficie interior de la concha de pala por medio de la tapa de larguero. Preferiblemente, la porción macho se une de manera adhesiva a una superficie de la porción hembra adyacente a la porción macho.

- 50 Según una realización adicional, la base de la tapa de larguero se une de manera adhesiva a la superficie interior de la concha de pala.

Por tanto, puede proporcionarse una unión fiable entre la tapa de larguero y la concha de pala.

- 55 Según una realización adicional, la pala de turbina eólica comprende material de fibra que cubre la concha de pala, la tapa de larguero y el alma de cizalladura para formar una estructura reforzada con fibra.

- Esto tiene la ventaja de que se aumenta adicionalmente la resistencia estructural de la pala de turbina eólica. Preferiblemente, el material de fibra se une a la superficie interior de la concha de pala. El material de fibra puede comprender un apilamiento de fibras y resina. Las fibras pueden infundirse con la resina, o puede usarse material de fibra preimpregnado (impregnado previamente).
- 60

Además, se proporciona una turbina eólica que comprende una pala de turbina eólica de este tipo.

- 65 "Turbina eólica" se refiere en este caso a un aparato que convierte la energía cinética del viento en energía de rotación, que puede convertirse de nuevo en energía eléctrica por el aparato. Además, un método para producir una

5 pala de turbina eólica, en particular, una pala de turbina eólica de este tipo, para una turbina eólica comprende las siguientes etapas: a) proporcionar una concha de pala que tiene una superficie interior, b) proporcionar un alma de cizalladura que tiene un extremo y una porción macho que sobresale desde el extremo, c) proporcionar una tapa de larguero que tiene una porción hembra configurada para alojar la porción macho del alma de cizalladura, d) ajustar la porción macho del alma de cizalladura en la porción hembra de la tapa de larguero, y e) unir una cara de extremo de la porción macho del alma de cizalladura a la superficie interior de la concha de pala.

10 Preferiblemente, se proporcionan una primera concha de pala y una segunda concha de pala en la etapa a). Preferiblemente, se proporcionan una primera tapa de larguero y una segunda tapa de larguero en la etapa c).

Según una realización, antes de la etapa d), se llena un receptáculo formado por la tapa de larguero con un adhesivo y, en la etapa d), el extremo de la tapa de larguero que incluye la porción macho se inserta en el receptáculo desplazando el adhesivo.

15 Según una realización adicional, el adhesivo se desplaza hacia cada lado del alma de cizalladura formando depósitos correspondientes.

20 Según una realización adicional, los depósitos llenos con adhesivo, una vez endurecido, enganchan la tapa de larguero en ambos lados del alma de cizalladura.

Según una realización adicional, la concha de pala, la tapa de larguero y el alma de cizalladura se cubren por material de fibra para formar una estructura reforzada con fibra.

25 Las realizaciones y características descritas con referencia a la pala de turbina eólica de la presente invención se aplican, cambiando lo que corresponda, al método para producir la pala de turbina eólica de la presente invención.

30 Posibles implementaciones o soluciones alternativas adicionales de la invención también abarcan combinaciones, que no se mencionan explícitamente en el presente documento, de características descritas anteriormente o a continuación con respecto a las realizaciones. El experto en la técnica también puede añadir aspectos y características individuales o aisladas o la forma más básica de la invención.

Resultarán evidentes realizaciones, características y ventajas adicionales de la presente invención a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones dependientes, tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

35 la figura 1 muestra una vista en perspectiva de una turbina eólica según una realización;

la figura 2 muestra una vista en perspectiva de una pala de turbina eólica de la turbina eólica según la figura 1;

40 la figura 3 muestra una vista en sección transversal III-III de la figura 2;

la figura 4 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización;

la figura 5 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional;

45 la figura 6 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional;

la figura 7 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional;

50 la figura 8 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional;

la figura 9 muestra, en una vista en sección transversal, un alma de cizalladura de la pala de turbina eólica según la figura 7; y

55 la figura 10 muestra un diagrama de bloques de un método para producir la pala de turbina eólica.

60 En las figuras, números de referencia similares designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, a menos que se indique de otro modo. La figura 1 muestra una turbina 1 eólica. La turbina 1 eólica comprende un rotor 2 conectado a un generador (no mostrado) dispuesto en el interior de una góndola 3. La góndola 3 está dispuesta en el extremo superior de una torre 4 de la turbina 1 eólica.

65 El rotor 2 comprende tres palas 5 de rotor. Las palas 5 de rotor se conectan a un buje 6 de la turbina 1 eólica. Los rotores 2 de este tipo pueden tener diámetros que oscilan entre, por ejemplo, 30 y 200 metros o incluso más. Las palas 5 de rotor están sometidas a cargas de viento altas. Al mismo tiempo, las palas 5 de rotor tienen que ser ligeras. Por estas razones, las palas 5 de rotor en las turbinas 1 eólicas modernas se fabrican a partir de materiales compuestos reforzados con fibra. En los mismos, en general se prefieren fibras de vidrio en vez de fibras de carbono por motivos de coste. A veces se usan fibras de vidrio en forma de esteras de fibras unidireccionales.

La figura 2 muestra una pala 5 de rotor. La pala 5 de rotor comprende una porción 7 diseñada aerodinámicamente que está conformada para un aprovechamiento óptimo de la energía eólica y una raíz 8 de pala para conectar la pala 5 de rotor al buje 6.

5 La figura 3 muestra una vista en sección transversal III-III de la figura 2. La pala 5 de turbina eólica comprende una primera concha 9 de pala y una segunda concha 10 de pala que se conectan entre sí en un lado 11 de la pala 5 de turbina eólica, en particular, en un borde de salida, y en el otro lado 12 de la pala 5 de turbina eólica, en particular, en un borde de ataque, para formar la concha exterior de la pala 5 de turbina eólica. Las conchas 9, 10 de pala pueden comprender material compuesto de fibra. Además, la primera concha 9 de pala y la segunda concha 10 de pala pueden encolarse entre sí.

15 La primera concha 9 de pala comprende una superficie 13 interior y la segunda concha 10 de pala comprende una superficie 14 interior, en la que un espacio 15 interior de la pala 5 de turbina eólica está definido por las superficies 13, 14 interiores. Un alma 16 de cizalladura está ubicada en el interior del espacio 15 interior que se extiende desde la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala hasta la superficie 14 interior de la segunda concha 10 de pala. La pala 5 de turbina eólica comprende además una primera tapa 17 de larguero unida a la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala y una segunda tapa 18 de larguero unida a la superficie 14 interior de la segunda concha 10 de pala. Un extremo 19 del alma 16 de cizalladura se conecta a la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala por medio de la primera tapa 17 de larguero y el otro extremo 20 del alma 16 de cizalladura se conecta a la superficie 14 interior de la segunda concha 10 por medio de la segunda tapa 18 de larguero.

25 El alma 16 de cizalladura forma una estructura de soporte que impide la rotura o el pandeo de la pala 5 de turbina eólica. Además, una segunda alma de cizalladura (no mostrada) puede estar ubicada en el interior del espacio 15 interior que se extiende desde la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala hasta la superficie 14 interior de la segunda concha 10 de pala. La segunda alma de cizalladura puede disponerse en paralelo a la primera alma 16 de cizalladura y puede tener una conexión idéntica a las conchas 9, 10 de pala.

30 La figura 4 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización. Una porción 21 macho sobresale desde el extremo 19. La porción 21 macho tiene un primer grosor D1. El extremo 19 tiene un segundo grosor D2, en la que el primer grosor D1 es menor que el segundo grosor D2.

35 La tapa 17 de larguero tiene una porción 23 hembra que aloja la porción 21 macho del alma 16 de cizalladura. La porción 23 hembra es un canal o hueco que recorre todo el camino a través de la tapa 17 de larguero hacia la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala y se proporciona en una base 24 de la tapa 17 de larguero. La base 24 se une de manera adhesiva a la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala. Una cara 25 de extremo de la porción 21 macho se une de manera adhesiva a la superficie 13 interior de la primera concha 9 de pala. Alternativamente, la cara 25 de extremo sólo toca la superficie 13 interior de la concha 9 de pala.

40 Además, la tapa 17 de larguero comprende una primera pared 26 y una segunda pared 27 que sobresalen desde la base 24 que intercalan el extremo 19 del alma 16 de cizalladura entre las mismas. Por tanto, la porción 23 hembra está formada en la base 24 entre la primera pared 26 y la segunda pared 27. Las paredes 26, 27 se vuelven más anchas hacia la base 24.

45 Las paredes 26, 27 de la tapa 17 de larguero están separadas del alma 16 de cizalladura formando un depósito 28, 29 lleno con adhesivo 30 a cada lado. Por tanto, el alma 16 de cizalladura se une de manera adhesiva, en una dirección transversal R1 del alma 16 de cizalladura, a las paredes 26, 27. Los depósitos 28, 29 presentan una sección decreciente en anchura hacia un centro 31 (mostrado como una línea discontinua) del alma 16 de cizalladura. "Centro" significa a medio camino de la extensión del alma 16 de cizalladura desde la primera concha 9 de pala hasta la segunda concha 10 de pala. Una superficie 32 interior de la primera pared 26 está formada con una socavación de modo que el depósito 28 se ensancha hacia la base 24 cuando se observa desde el centro 31 del alma 16 de cizalladura. Además, una superficie 33 interior está formada con una socavación de modo que el depósito 29 se ensancha hacia la base 24 cuando se observa desde el centro 31 del alma 16 de cizalladura. La superficie 32 interior y la superficie 33 interior tienen un contorno recto en una vista en sección transversal (tal como se muestra en la figura 4) que se extiende hacia la base 24. Preferiblemente, la distancia más corta entre las superficies 32, 33 interiores es igual al grosor D2 del extremo 19 del alma 16 de cizalladura. Por tanto, las superficies 32, 33 pueden tocar el alma 16 de cizalladura en ambos lados del alma 16 de cizalladura.

60 Una vez que el adhesivo 30 se endurece, se forman cuñas de adhesivo 30 endurecido que impiden la separación del alma 16 de cizalladura y la tapa 17 de larguero. Las cuñas de adhesivo 30 endurecido tienen una forma triangular en una vista en sección transversal.

65 La figura 5 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional. En contraste con la figura 4, las superficies 32, 33 interiores de las paredes 26, 27 orientadas hacia el alma 16 de cizalladura tienen una forma convexa tal como se observa desde el alma 16 de cizalladura. Por tanto, las paredes 26, 27 forman un receptáculo estrecho para el extremo 19 del alma 16 de cizalladura.

5 La figura 6 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional. En contraste con la figura 4, las superficies 32, 33 interiores de las paredes 26, 27 orientadas hacia el alma 16 de cizalladura tienen una forma cóncava tal como se observa desde el alma 16 de cizalladura. Por tanto, las paredes 26, 27 forman depósitos 28, 29 más grandes (en comparación con la figura 4 y 5).

10 La figura 7 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional. La pala 5 de turbina eólica comprende además material 34 compuesto de fibra que cubre la superficie 13 interior de la concha 9 de pala, la tapa 17 de larguero y el alma 16 de cizalladura para formar una estructura reforzada con fibra. Además, el centro 31 del alma 16 de cizalladura puede tener un tercer grosor D3. El segundo grosor D2 del extremo 19 del alma 16 de cizalladura se menor que el tercer grosor D3 del centro 31 del alma 16 de cizalladura. El grosor del alma 16 de cizalladura presenta una sección decreciente desde el centro 31 del alma 16 de cizalladura hacia el extremo 19 del alma 16 de cizalladura.

15 La figura 8 muestra una vista de detalle IV de la figura 3 según una realización adicional. La pala 5 de turbina eólica comprende un apilamiento de esteras 35 de fibras unidireccionales. Las esteras 35 de fibras cubren la superficie 13 interior de la concha 9 de pala y una superficie exterior 36 de la tapa 17 de larguero. Además, las esteras 35 de fibras superiores orientadas hacia el espacio 15 interior están diseñadas más largas que las esteras 35 de fibras inferiores orientadas hacia la superficie 13 interior de la concha 9 de pala.

20 La figura 9 muestra el alma 16 de cizalladura de la figura 7 en una vista en sección transversal. El alma 16 de cizalladura comprende un elemento 37 de inserción rodeado por un material base (por ejemplo, material compuesto de fibras) del alma 16 de cizalladura. El elemento 37 de inserción puede ser una placa 37 de polímero o madera contrachapada. El elemento 17 de inserción se dispone en el centro 31 del alma 16 de cizalladura en el grosor D3.

25 La figura 10 muestra un diagrama de bloques de un método para producir la pala de turbina eólica.

30 En la etapa S1, se proporciona una concha 9 de pala que tiene una superficie 13 interior. En la etapa S2, se proporciona un alma 16 de cizalladura que tiene un extremo 19 y una porción 21 macho que sobresale desde el extremo 19. En la etapa S3, se proporciona una tapa 17 de larguero que tiene una porción 23 hembra configurada para alojar la porción 21 macho del alma 16 de cizalladura. En la etapa S4, se ajusta la porción 21 macho del alma 16 de cizalladura en la porción 23 hembra de la tapa 17 de larguero. En la etapa S5, se une una cara 25 de extremo de la porción 21 macho del alma 16 de cizalladura a la superficie 13 interior de la concha 9 de pala.

35 Antes de la etapa S4, se llena un receptáculo formado por la tapa 17 de larguero con un adhesivo 30 y, en la etapa S4, se inserta el extremo 19 de la tapa 17 de larguero que incluye la porción 21 macho en el receptáculo desplazando el adhesivo 30.

40 El adhesivo 30 se desplaza hacia cada lado del alma 16 de cizalladura formando depósitos 28, 29 correspondientes.

Los depósitos 28, 29 llenos con adhesivo 30, una vez endurecido, enganchan la tapa 17 de larguero en ambos lados del alma 16 de cizalladura.

45 La concha 9 de pala, la tapa 17 de larguero y el alma 16 de cizalladura se cubren por material 34 de fibra para formar una estructura reforzada con fibra.

Las realizaciones y características descritas con referencia a las figuras 1 a 9 con respecto a la pala de turbina eólica se aplican, cambiando lo que corresponda, al método para producir la pala de turbina eólica.

50 Aunque la presente invención se ha descrito según realizaciones preferidas, resulta evidente para el experto en la técnica que son posibles modificaciones en todas las realizaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Pala (5) de turbina eólica para una turbina (1) eólica, que comprende
  - 5 una concha (9) de pala que tiene una superficie (13) interior,
    - un alma (16) de cizalladura que tiene un extremo (19) y una porción (21) macho que sobresale desde el extremo (19), y
    - 10 una tapa (17) de larguero que tiene una porción (23) hembra que aloja la porción (21) macho del alma (16) de cizalladura, en la que una cara (25) de extremo de la porción (21) macho se une a la superficie (13) interior de la concha (9) de pala, en la que la tapa (17) de larguero comprende una base (24) unida a la superficie (13) interior de la concha (9) de pala y paredes (26, 27) que sobresalen desde la base (24) que intercalan el alma (16) de cizalladura entre las mismas, y en la que la porción (23) hembra está formada en la base (24) de la tapa (17) de larguero.
  2. Pala de turbina eólica según la reivindicación 1, en la que el alma (16) de cizalladura se une de manera adhesiva, en una dirección transversal (R1) del alma (16) de cizalladura, a las paredes (26, 27).
  - 20 3. Pala de turbina eólica según la reivindicación 2, en la que las paredes (26, 27) de la tapa (17) de larguero están separadas del alma (16) de cizalladura formando un depósito (28, 29) lleno con adhesivo (30) a cada lado.
  4. Pala de turbina eólica según la reivindicación 3, en la que los depósitos (28, 29) presentan una sección decreciente en anchura hacia el centro (31) del alma (16) de cizalladura.
  - 25 5. Pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 - 4, en la que la cara (25) de extremo de la porción (21) macho se une de manera adhesiva a la superficie (13) interior de la concha (9) de pala.
  - 30 6. Pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 - 5, en la que la base (24) de la tapa (17) de larguero se une de manera adhesiva a la superficie (13) interior de la concha (9) de pala.
  7. Pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 - 6, que comprende además material (34) de fibra que cubre la concha (9) de pala, la tapa (17) de larguero y el alma (16) de cizalladura para formar una estructura reforzada con fibra.
  - 35 8. Turbina (1) eólica que comprende una pala (5) de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 - 7.
  9. Método para producir una pala (5) de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 - 7 para una turbina (1) eólica que comprende las siguientes etapas:
    - a) proporcionar (S1) una concha (9) de pala que tiene una superficie (13) interior,
    - 45 b) proporcionar (S2) un alma (16) de cizalladura que tiene un extremo (19) y una porción (21) macho que sobresale desde el extremo (19),
    - c) proporcionar (S3) una tapa (17) de larguero que tiene una porción (23) hembra configurada para alojar la porción (21) macho del alma (16) de cizalladura,
    - 50 d) ajustar (S4) la porción (21) macho del alma (16) de cizalladura en la porción (23) hembra de la tapa (17) de larguero, y
    - e) unir (S5) una cara (25) de extremo de la porción (21) macho del alma (16) de cizalladura a la superficie (13) interior de la concha (9) de pala.
  - 55 10. Método según la reivindicación 9, en el que, antes de la etapa d), un receptáculo formado por la tapa (17) de larguero se llena con un adhesivo (30) y, en la etapa d), el extremo (19) de la tapa (17) de larguero que incluye la porción (21) macho se inserta en el receptáculo desplazando el adhesivo (30).
  - 60 11. Método según la reivindicación 10, en el que el adhesivo (30) se desplaza hacia cada lado del alma (16) de cizalladura formando depósitos (28, 29) correspondientes.
  12. Método según la reivindicación 11, en el que los depósitos (28, 29) llenos con adhesivo (30), una vez endurecido, enganchan la tapa (17) de larguero en ambos lados del alma (16) de cizalladura.
  - 65 13. Método según una de las reivindicaciones 9 - 12, en el que la concha (9) de pala, la tapa (17) de larguero y

el alma (16) de cizalladura se cubren por material (34) de fibra para formar una estructura reforzada con fibra.

FIG 1

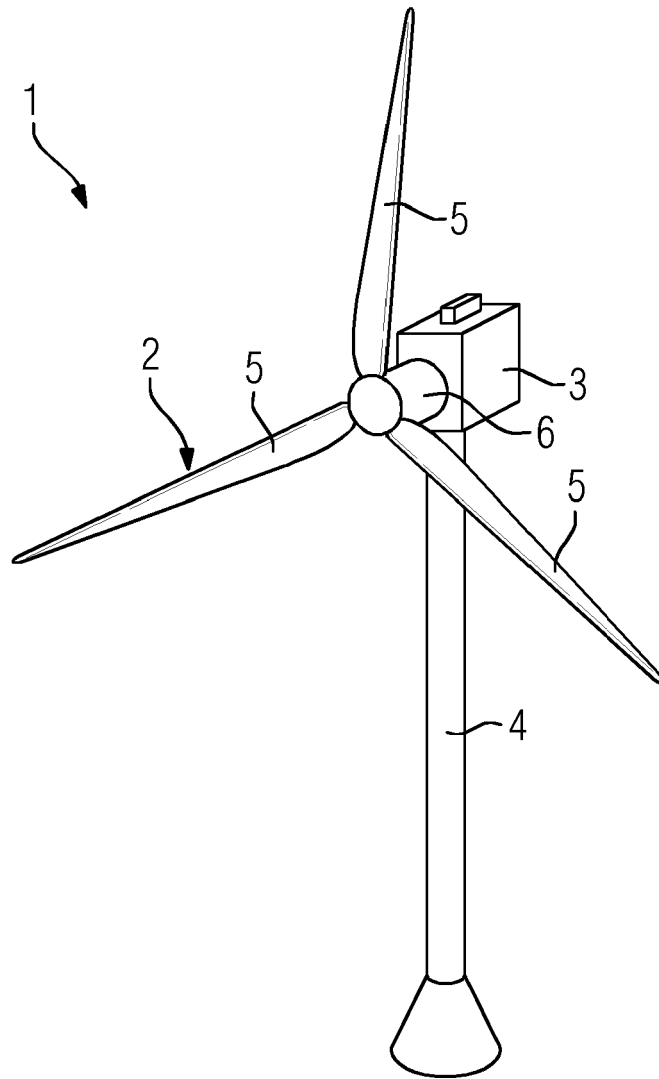


FIG 2

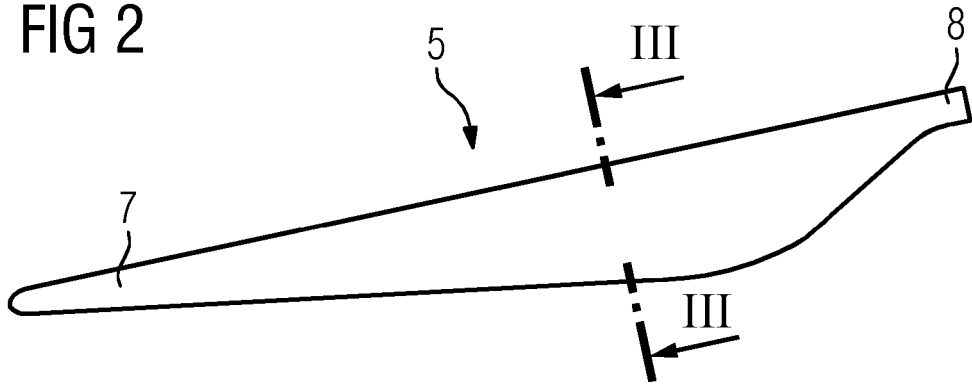


FIG 3

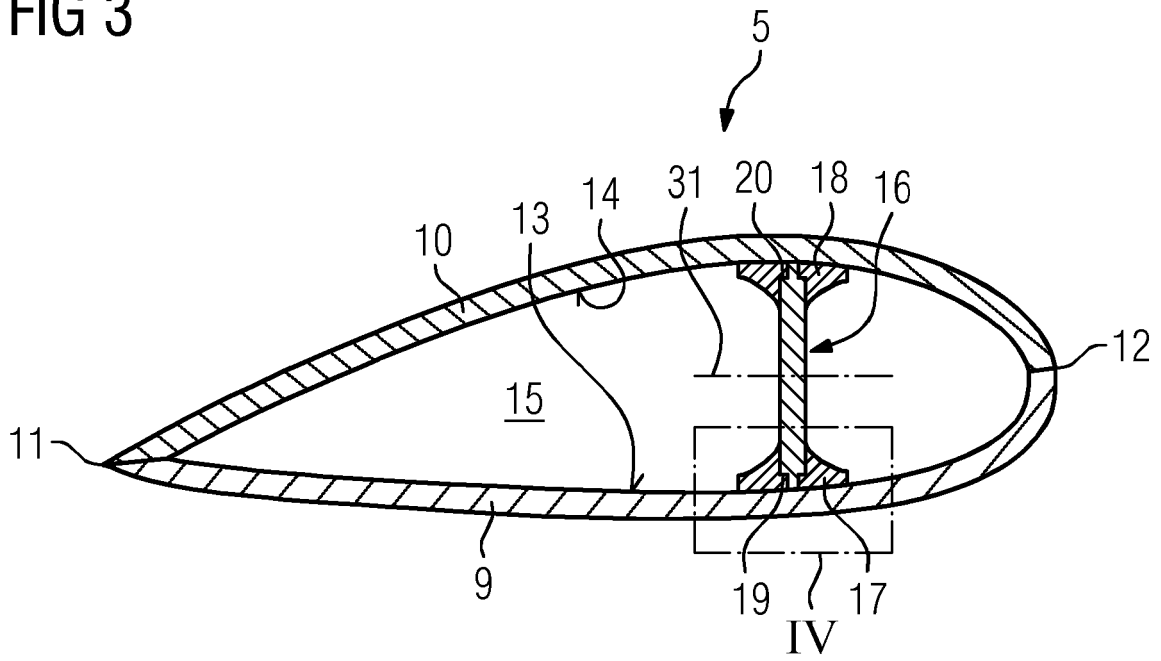




FIG 6

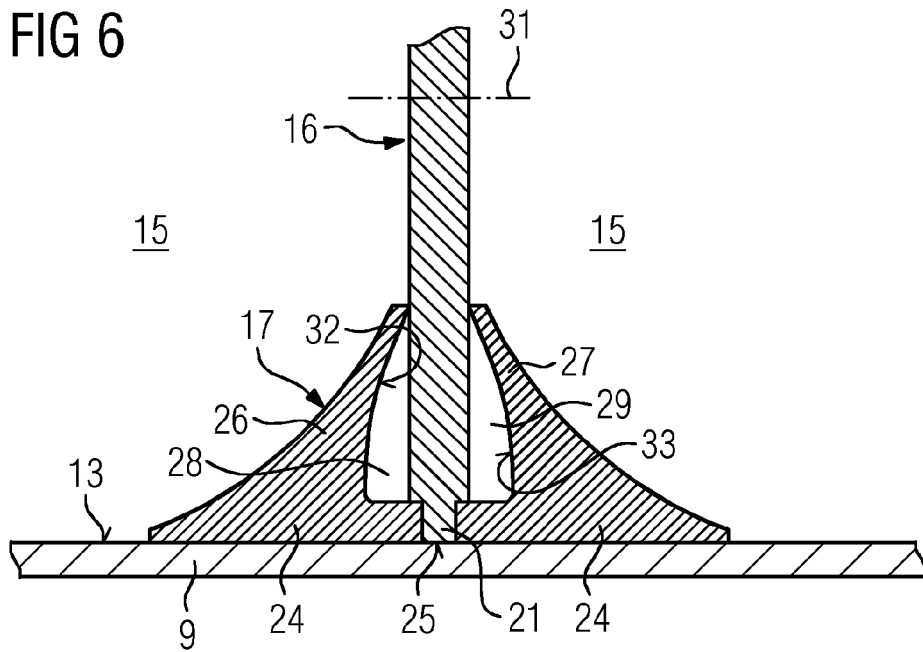


FIG 7

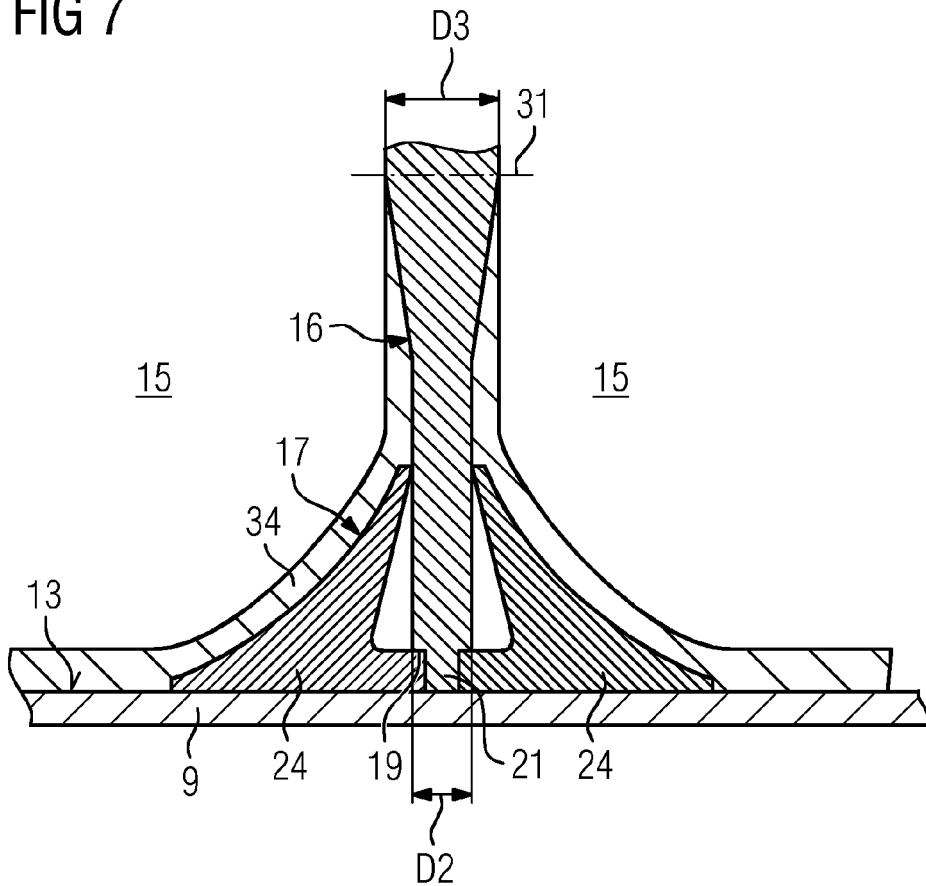


FIG 8

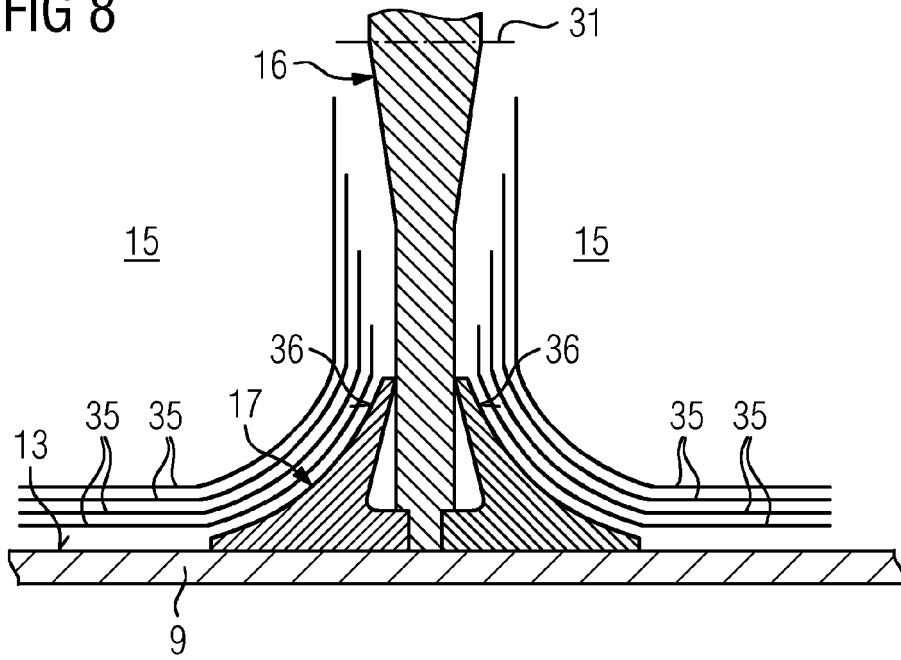


FIG 9

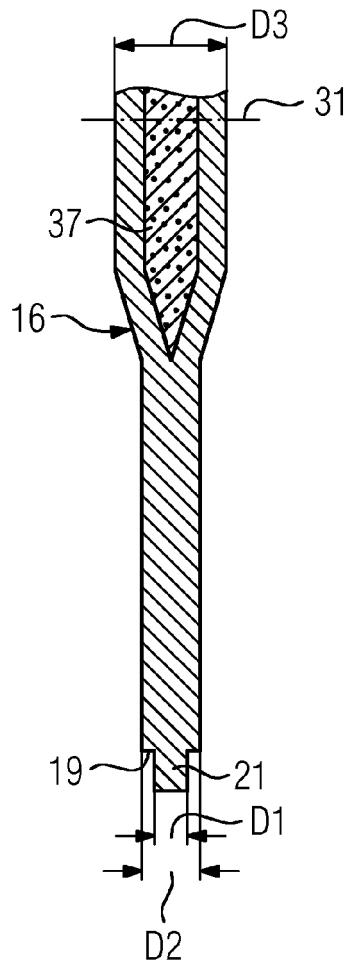


FIG 10

