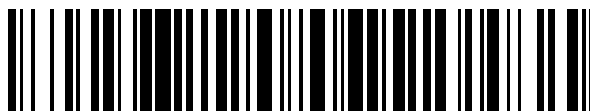


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 850**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)
B29C 65/18 (2006.01)
B29C 65/48 (2006.01)
B29C 65/78 (2006.01)
B29C 65/00 (2006.01)
B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2016** **PCT/IB2016/001297**
87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018** **WO18051153**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2016** **E 16778106 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020** **EP 3513060**

54 Título: **Pala de turbina eólica que incluye una cubierta protectora**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.10.2020

73 Titular/es:
POLYTECH A/S (100.0%)
Industrivej 37
6740 Bramming, DK

72 Inventor/es:
KIRKEGAARD, MADS y
GLIESE, THOMAS

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 787 850 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 que incluye una cubierta protectora

- 5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica que incluye una cubierta protectora, en la que la cubierta protectora se fabrica de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter, en la que la cubierta protectora está unida a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal de la pala de turbina eólica mediante una capa de adhesivo dispuesta entre un interior de la cubierta protectora y una superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, en la que la cubierta protectora es alargada en una dirección longitudinal y
- 10 tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U, en la que la cubierta protectora incluye una sección de cubierta central que se extiende en la dirección longitudinal y dos secciones de cubierta periférica que se extienden en la dirección longitudinal a cada lado de la sección de cubierta central y cada una con un borde exterior, respectivamente, en la que la sección de cubierta central tiene un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y en la que cada sección de cubierta periférica tiene un espesor que disminuye de un espesor máximo de al menos 1
- 15 milímetro a un espesor mínimo en su borde exterior de menos de 1 milímetro.

El documento EP 2 927 482 A1 desvela una pala de turbina eólica provista de un escudo contra la erosión. El escudo contra la erosión se dispone a través de la línea de unión de una parte de la carcasa del lado de presión y una parte de la carcasa del lado de aspiración y comprende una capa interna fabricada de un material de poliuretano reforzado con fibras de aramida, una capa externa fabricada de una capa de revestimiento resistente a los rayos UV y una capa de imprimación intermedia. Se dispone un sellante a los lados del escudo contra la erosión para proporcionar una superficie aerodinámica suave y mejorar la adherencia a la superficie exterior de la pala. El sellante puede proporcionarse por separado, o puede ser, por ejemplo, parte de la capa de revestimiento resistente a los rayos UV.

25 El documento US 2011/0243751 A1 desvela una pala de turbina eólica que incluye un miembro de carcasa superior y un miembro de carcasa inferior unidos en los bordes delantero y trasero de la pala con un material de unión. Algunas partes del material de unión están expuestas externamente. La unión del borde de delantero puede utilizar una tapa de unión aplicada sobre las superficies externas del miembro de la carcasa con un material adhesivo adecuado. Se puede usar un material de carga en la región de transición entre la tapa de unión y los miembros de la carcasa para definir una región de transición lisa, combinada.

30

El documento WO 2016/075619 A1 (Polytech A/S) desvela una cubierta protectora preformada para una pala de turbina eólica fabricada de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter, que se adapta para unirse a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal de la pala de turbina eólica mediante la adhesión de un interior de la cubierta protectora preformada a una superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica. La cubierta protectora preformada es alargada en una dirección longitudinal y tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U. La adhesión se realiza proporcionando un adhesivo, como un adhesivo de poliuretano de dos componentes, en el interior de la cubierta protectora preformada, presionando el interior de la

35 cubierta protectora preformada contra la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, y retirando el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección de cubierta periférica y la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica. Otros ejemplos de la técnica anterior se desvelan en los documentos WO2004076852 y US2010028160.

40

45 Sin embargo, de acuerdo con soluciones de la técnica anterior, el área de transición entre una cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica puede ser problemática, porque incluso la más leve irregularidad puede causar el deterioro y/o la delaminación de los materiales involucrados como resultado de las grandes fuerzas aerodinámicas en el trabajo durante la operación de la pala de turbina eólica.

50 El objetivo de la presente invención es proporcionar una pala de turbina eólica que incluya una cubierta protectora que sea más resistente al desgaste en el área de transición entre la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica en comparación con las soluciones de la técnica anterior.

En vista de este objetivo, el adhesivo es un adhesivo de uso general, como un adhesivo epoxi de dos componentes, que tiene propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, el adhesivo forma una junta entre el borde exterior de cada sección de cubierta periférica y la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, de modo que el borde exterior está al menos cubierto completamente por el adhesivo en todo su espesor y para que la junta forme una superficie oblicua desde el borde exterior de cada sección de cubierta periférica hasta la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, la junta tiene una primera altura en el borde exterior y una segunda altura en la posición en la que termina en la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, la segunda altura es menor que la primera altura e inferior a 0,2 milímetros, preferentemente inferior a 0,1 milímetros, y la junta está formada integralmente con la capa de adhesivo dispuesta entre el interior de la cubierta protectora y la superficie del

55

60

65 De ese modo, al formar la junta entre el borde de la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica como una transición muy suave sin pasos significativos, y formando la junta integralmente con la capa adhesiva que

une la cubierta protectora a la superficie de la pala de turbina eólica, se puede obtener un área de transición muy fuerte entre la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica.

5 Preferentemente, la primera altura es de más de 0,250 milímetros y preferentemente de más de 0,5 milímetros. De ese modo, se puede obtener un espesor adecuado del borde exterior de cada sección de cubierta periférica para garantizar una buena unión entre el borde exterior y el adhesivo que forma la junta.

10 En una realización, la junta tiene una anchura desde el borde exterior de la sección de cubierta periférica hasta la posición en la que termina en la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, y en la que dicha anchura es entre 2 y 5 milímetros. De ese modo, se puede obtener una transición suave adecuada entre la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica.

15 En una realización, un primer lado de una cinta de transferencia adhesiva de doble cara se adhiere al interior de la cubierta protectora, y un segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara se adhiere a la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica. De ese modo, la cubierta protectora puede colocarse provisionalmente en la pala de turbina eólica en la posición correcta, antes de aplicar el adhesivo.

20 En una realización, el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara se adhiere al interior de la cubierta protectora al menos sustancialmente a lo largo de un eje central de la cubierta protectora. De ese modo, ventajosamente, el adhesivo se puede aplicar en el interior de la cubierta protectora y/o en la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, puesto que se aplica primero en un primer lado en relación con la cinta de transferencia adhesiva de doble cara y se aplica en segundo lugar en un segundo lado en relación con la cinta de transferencia adhesiva de doble cara.

25 La presente invención se refiere además a un método para proporcionar a una pala de turbina eólica una cubierta protectora, mediante el que la cubierta protectora se fabrica de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter, mediante el que la cubierta protectora se une a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal de la pala de turbina eólica, mediante el que la cubierta protectora se alarga en una dirección longitudinal y tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U, mediante el que la cubierta protectora incluye una sección de cubierta central que se extiende en la dirección longitudinal y dos secciones de cubierta periférica que se extienden en la dirección longitudinal a cada lado de la sección de cubierta central y cada una con un borde exterior, respectivamente, mediante el que la sección de cubierta central tiene un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y en la que cada sección de cubierta periférica tiene un espesor que disminuye de un espesor máximo de menos de 1 milímetro a un espesor mínimo en su borde exterior de menos de 1 milímetro, y mediante el que el procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:

- proporcionar un adhesivo, como un adhesivo epoxi de dos componentes, en el interior de la cubierta protectora,
- presionar el interior de la cubierta protectora contra una superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica,
- 40 • retirar el exceso de adhesivo que se escapa entre las secciones de cada cubierta periférica y la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica.

El método está caracterizado por que el adhesivo es un adhesivo de uso general, como un adhesivo epoxi de dos componentes, que tiene propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, y por que el procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:

- antes de la aplicación de la cubierta protectora en la pala de turbina eólica, adherir provisionalmente una cinta de enmascaramiento en la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica a lo largo y a una distancia del borde exterior de cada sección de cubierta periférica, teniendo la cinta de enmascaramiento un espesor de menos de 0,2 milímetros, preferentemente menos de 0,1 milímetros,
- 50 • después de la aplicación de la cubierta protectora en la pala de turbina eólica, raspar el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección de la cubierta periférica y la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, y
- retirar la cinta de enmascaramiento de la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica.

De ese modo, una junta entre el borde de la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica puede formarse como una transición muy suave sin pasos significativos, y la junta puede formarse integralmente con la capa adhesiva que une la cubierta protectora de la pala de turbina eólica, por lo que se puede obtener un área de transición muy fuerte entre la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica.

60 En una realización, el espesor mínimo en el borde exterior de cada sección de cubierta periférica es superior a 0,250 milímetros y preferentemente superior a 0,5 milímetros. De ese modo, se pueden obtener las características mencionadas anteriormente.

65 En una realización, la distancia de la cinta de enmascaramiento provisionalmente adherida desde el borde exterior de cada sección de cubierta periférica es de entre 2 y 5 milímetros. De ese modo, se pueden obtener las

características mencionadas anteriormente.

En una realización, antes de la aplicación de la cubierta protectora en la pala de turbina eólica, un primer lado de una cinta de transferencia adhesiva de doble cara se adhiere al interior de la cubierta protectora y, por lo tanto, antes de proporcionar adhesivo en el interior de la cubierta protectora, un segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara está adherido a la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica. De ese modo, se pueden obtener las características mencionadas anteriormente.

En una realización, el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara se adhiere al interior de la cubierta protectora al menos sustancialmente a lo largo de un eje central de la cubierta protectora. De ese modo, se pueden obtener las características mencionadas anteriormente.

En una realización, el adhesivo se aplica en el interior de la cubierta protectora o en la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, puesto que primero se aplica en un primer lado en relación con la cinta de transferencia adhesiva de doble cara y en segundo lugar se aplica en un segundo lado en relación con la cinta de transferencia adhesiva de doble cara.

En una realización, antes de aplicar el adhesivo en el segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara, la cubierta protectora se presiona contra la superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica en el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara.

A continuación se explicará la invención con más detalle por medio de ejemplos de realización con referencia a varios dibujos esquemáticos, en los que

la Figura 1 ilustra un método para proporcionar cubiertas protectoras a palas de turbina eólica montadas en una turbina eólica ,

la Figura 2 ilustra una sección transversal a través de una pala de turbina eólica y una cubierta protectora antes de la fijación a la pala de turbina eólica,

la Figura 3 ilustra una sección transversal a través de una pala de turbina eólica y una cubierta protectora después de la fijación a la pala de turbina eólica, siendo las dimensiones muy exageradas,

la Figura 4 ilustra la cubierta protectora de la Figura 2 vista desde su interior,

la Figura 5 es una vista lateral de una parte de punta de turbina eólica provista de una cubierta protectora mantenida en su lugar durante la adherencia por medio de un dispositivo de calentamiento y accesorio combinado, y

la Figura 6 es una sección transversal a través de la parte de la punta de la turbina eólica ilustrada en la Figura 5.

La Figura 1 ilustra un método para proporcionar cubiertas protectoras 1 a palas de turbina eólica 2 montadas en una turbina eólica 8 existente . Como se ve, el método puede ser realizado por un solo técnico de servicio 20 mediante el acceso con cuerdas, mediante el que el técnico de servicio baja de la góndola 19 por medio de cuerdas.

La Figura 2 muestra en sección transversal una cubierta protectora 1 de tipo preformado para una pala de turbina eólica 2, en la que la cubierta protectora preformada 1 se fabrica de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter. La cubierta protectora preformada 1 está adaptada para unirse a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 mediante la adhesión de un interior 4 de la cubierta protectora preformada 1 a una superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2. La cubierta protectora preformada 1 es alargada en una dirección longitudinal D y tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U. La cubierta protectora preformada 1 incluye una sección de cubierta central 6 que se extiende en la dirección longitudinal D y dos secciones de cubierta periférica 7 que se extienden en la dirección longitudinal a cada lado de la sección de cubierta central 6, respectivamente. La sección de cubierta central 6 puede tener un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y cada sección de cubierta periférica 7 puede tener un espesor que disminuye de un espesor máximo de menos de 1 milímetro a un espesor mínimo de, por ejemplo, menos de 1/2 milímetro.

La forma particular de las secciones de cubierta periférica 7 proporciona una buena transición desde la sección de cubierta central de la cubierta protectora preformada 1 hasta la superficie de la pala de turbina eólica 2. Una buena transición sin bordes es de gran importancia para evitar que el viento destruya los materiales o separe la cubierta protectora 1 de la superficie de la pala de turbina eólica 2.

El espesor máximo de cada sección de cubierta periférica 7 puede corresponder al espesor mínimo de la sección de cubierta central. El espesor mínimo de la sección de cubierta central puede ser de al menos 2 milímetros, preferentemente de al menos 3 milímetros, más preferido de al menos 4 milímetros y lo más preferido de aproximadamente 5 milímetros.

El espesor de la sección de cubierta central 6 puede ser al menos sustancialmente constante de lado a lado de la sección de cubierta central.

5 El interior de la cubierta protectora preformada 1 puede estar provisto de una serie de protuberancias no mostradas que tienen una altura de entre 1/2 y 2 milímetros, preferentemente de aproximadamente 1 milímetro. Dichas protuberancias no mostradas pueden tener la función de garantizar un espesor de capa de adhesivo apropiado entre la cubierta protectora preformada 1 y la superficie de la pala de turbina eólica 2.

10 Como se ve en la Figura 2, la cubierta protectora preformada 1 se adapta para unirse a lo largo de al menos una parte del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 por adhesión a la superficie 5 del borde longitudinal de la pala de turbina eólica.

15 La pala de turbina eólica 2 puede incluir una primera carcasa de pala 9 y una segunda carcasa de pala 10 unidas para formar 2 palas de turbina eólica a lo largo de una primera junta longitudinal 11 en un borde delantero 13 de la pala de turbina eólica y a lo largo de una segunda junta longitudinal 12 en un borde trasero 14 de la pala de turbina eólica. La cubierta protectora preformada 1 se puede fijar en la primera o segunda junta longitudinal 11, 12, y preferentemente en el borde delantero 13 de la pala de turbina eólica. La cubierta protectora preformada 1 se puede fijar al menos aproximadamente de forma simétrica alrededor de la primera o segunda junta longitudinal 11, 12.

20 La pala de turbina eólica 2 puede estar provista de la cubierta protectora preformada 1 como una operación de reparación, por lo que se mecaniza un área de dicha superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 correspondiente a la cubierta protectora preformada 1, tal como amolado o fresado, antes de colocar la cubierta protectora preformada 1. De ese modo, de acuerdo con la invención, una pala de turbina eólica 2 dañada puede
25 repararse de forma ventajosa. Poco antes de la aplicación de las cubiertas protectoras 1 en una pala de turbina eólica 2, antes de proporcionar el adhesivo en el interior 4 de las cubiertas protectoras preformadas 1, el interior 4 puede estar provisto de una imprimación adecuada, como por ejemplo SIKa (marca registrada). Esto puede hacerse, por ejemplo, en la góndola 19, antes de que el técnico de servicio baje de la góndola 19 por medio de cuerdas.

30 Como se ve además en la Figura 1, la cubierta protectora 1 de cada pala de turbina eólica 2 está formada por varias secciones de cubierta 17 dispuestas consecutivamente a lo largo del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2. Preferentemente, cada sección de cubierta 17 se superpone ligeramente a una sección de cubierta vecina 17. Las secciones de cubierta 17 se adhieren a la pala de turbina eólica mediante un adhesivo de uso general que se cura a temperatura ambiente o superior. El adhesivo podría ser, por ejemplo, un adhesivo de dos componentes de tipo
35 Cianoacrilato/Epoxi Híbrido. Antes de aplicar las secciones de cubierta 17 en una sección 18 de una pala de turbina eólica 2, un número de dispositivos de calentamiento 15 se disponen en el borde longitudinal 3 de dicha sección 18 de dicha pala de turbina eólica 2 consecutivamente en la dirección longitudinal D de la pala de turbina eólica 2, y el calentamiento de los dispositivos de calentamiento 15 se activa para precalentar la pala de turbina eólica consecutivamente a medida que los dispositivos de calentamiento se disponen en el borde longitudinal 3. Los
40 dispositivos de calentamiento 15 pueden tener la forma de mantas de calentamiento disponibles comercialmente.

Después de que ha transcurrido un período de calentamiento predeterminado desde la aplicación del primer dispositivo de calentamiento 15 en dicha sección 18 de dicha pala de turbina eólica 2, los dispositivos de
45 calentamiento 15 se retiran o se separan consecutivamente al menos parcialmente del borde longitudinal 3 de dicha sección 18 de dicha pala de turbina eólica 2 en el mismo orden en que se aplicaron. De ese modo, las secciones de cubierta 17 se aplican consecutivamente y se adhieren al borde longitudinal 3 de dicha sección 18 de la pala de turbina eólica 2 al ritmo de la retirada o separación al menos parcial de los dispositivos de calentamiento 15 del borde longitudinal 3 de dicha sección 18 de la pala de turbina eólica 2. Debe entenderse que los dispositivos de
50 calentamiento 15 pueden ser más largos que las secciones de cubierta 17. Solo como un ejemplo, los dispositivos de calentamiento 15 podrían tener una longitud de 1,8 metros en la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica 2, cuando se aplican a la misma, mientras que las secciones de cubierta 17 pueden tener, por ejemplo, una longitud en esta dirección de 1,0 a 1,1 metros. Por lo tanto, la expresión anterior, "al ritmo de", debe entenderse de modo que cuando los dispositivos de calentamiento 15 se retiren o se separen al menos parcialmente consecutivamente, se
55 aplica por lo general una sección de cubierta posterior 17 cuando se descubre un área suficientemente grande en la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica 2 mediante la retirada de un dispositivo de calentamiento 15. Con las dimensiones dadas justo arriba como ejemplo, por ejemplo, después de retirar un primer dispositivo de calentamiento 15, solo se puede aplicar una sección de cubierta 17. Sin embargo, después de retirar un segundo dispositivo de calentamiento 15, se pueden aplicar otras dos secciones de cubierta 17. Esto es porque, en este
60 ejemplo, la longitud de dos dispositivos de calentamiento 15 corresponde a más de la longitud de tres secciones de cubierta 17.

El período de calentamiento predeterminado podría ser, por ejemplo, de 1 a 2 horas. En el caso de que la disposición y fijación de un dispositivo de calentamiento 15 en el borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 tome aproximadamente 10 minutos, esto significa que se pueden disponer de 6 a 12 dispositivos de calentamiento
65 15 durante este período de calentamiento predeterminado. Las Figuras podrían diferir, especialmente en condiciones de clima frío.

- En la realización ilustrada en las Figuras 5 y 6, un número de dispositivos constituidos por los dispositivos de calentamiento 15 se disponen consecutivamente en la dirección longitudinal D de la pala de turbina eólica 2 en las secciones de cubierta 17 adheridas a dicha sección de dicha pala de turbina eólica 2, proporcionando así una presión superficial sobre las secciones de cubierta 17 durante el curado del adhesivo. Los accesorios constituidos por los dispositivos de calentamiento 15 se disponen consecutivamente en las secciones de cubierta 17 de dicha sección de la pala de turbina eólica 2 al ritmo de la aplicación y adherencia consecutivas de las secciones de cubierta 17 en el borde longitudinal 3 de dicha sección de la turbina eólica pala 2. Después de que ha transcurrido un período de curado predeterminado desde la aplicación del primer accesorio en dicha sección de dicha pala de turbina eólica 2, los accesorios se retiran del borde longitudinal 3 de dicha sección de dicha pala de turbina eólica 2. Los accesorios se retiran preferentemente consecutivamente en el mismo orden en que se aplicaron, debido a que la retirada se puede iniciar tan pronto como se cure el adhesivo de la primera sección de cubierta aplicada 17, y por lo tanto este procedimiento es más eficaz en el tiempo.
- El período de curado predeterminado podría ser, por ejemplo, aproximadamente 4 horas en las que el elemento de calentamiento se calienta a una temperatura de aproximadamente 60 grados Celsius. Como alternativa, el período de curado predeterminado podría ser, por ejemplo, aproximadamente 6 horas en las que el elemento de calentamiento se calienta a una temperatura de aproximadamente 40 grados Celsius.
- Como se puede entender, los accesorios constituidos por los dispositivos de calentamiento 15 están dispuestos antes de aplicar secciones de cubierta 17 en una sección de una pala de turbina eólica 2, de modo que cuando un dispositivo de calentamiento 15 se ha retirado o separado al menos parcialmente de una posición a lo largo del borde longitudinal 3 de una pala de turbina eólica 2 y una o más secciones de cubierta 17 se han adherido a la pala de turbina eólica 2 en dicha posición, dicho dispositivo de calentamiento 15 se reposiciona al menos sustancialmente en la misma posición nuevamente para soportar dichas una o más secciones de cubierta 17 durante el curado del adhesivo.
- Como se ilustra en las Figuras 5 y 6, cada accesorio constituido por un dispositivo de calentamiento 15 está provisto de un primer grupo de dispositivos de fijación en forma de ventosas 27, que están adaptadas para unirse a una primera superficie de la pala de turbina eólica 2, y un segundo grupo de dispositivos de fijación, como las ventosas 27, que están adaptadas para unirse a una segunda superficie de la pala de turbina eólica 2 situada opuestamente con respecto al borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2. Dicha retirada o separación, al menos en parte, de los accesorios constituidos por dispositivos de calentamiento 15 desde el borde longitudinal 3 de dicha sección de la pala de turbina eólica 2 constituye la separación del segundo grupo de dispositivos de fijación de la segunda superficie de la pala de turbina eólica 2. Preferentemente, el primer grupo de dispositivos de fijación se mantiene unido a la primera superficie de la pala de turbina eólica 2 durante la aplicación de la sección de cubierta correspondiente 17 o secciones en la pala de turbina eólica 2. De ese modo, el procedimiento de aplicación puede simplificarse porque el técnico de servicio que cuelga de una cuerda no tiene que retirar y reposicionar completamente el accesorio constituido por un dispositivo de calentamiento, y por lo tanto no es necesario colocar temporalmente el accesorio en una bolsa o similar. Como resultado, el procedimiento de solicitud puede ser aún más eficaz en el tiempo.
- En la realización ilustrada, cada dispositivo de fijación se conecta al dispositivo constituido por un dispositivo de calentamiento 15 por medio de un dispositivo de conexión ajustable, como una correa ajustable 28. Durante el posicionamiento del accesorio, la fijación constituida por un dispositivo de calentamiento 15 se estira al menos sustancialmente de manera uniforme sobre las secciones de cubierta respectivas 17 mediante un ajuste adecuado de algunos o todos los dispositivos de conexión ajustables. De ese modo, se puede lograr que se aplique una presión superficial distribuida uniformemente adecuada en las secciones de la cubierta durante el curado del adhesivo. De ese modo, se puede lograr una adhesión más fuerte.
- En la realización de las Figuras 5 y 6, el accesorio constituido por el dispositivo de calentamiento 15 está formado por una red 25 provista de un cordón 26 en sus bordes opuestos. Por medio de las correas ajustables 28, los cordones 26 están conectados a las ventosas 27. La red 25 está provista de un elemento de calentamiento no visible, formando así el accesorio constituido por el dispositivo de calentamiento 15. Alternativamente a una red, Se puede aplicar un escudo elástico preformado con un elemento de calentamiento integrado. Por ejemplo, se podría formar un escudo elástico preformado de plástico, y adecuado de espuma. Alternativamente a las ventosas 27, otros dispositivos podrían ser empleados, tales como ganchos que se agarran a un borde de la pala de turbina eólica 2 opuesto al borde longitudinal 3, cinta adhesiva o cualquier otro dispositivo de fijación adecuado.
- Preferentemente, bajo condiciones climáticas estándar, toda la parte de la pala de turbina eólica a la que proporcionar las secciones de cubierta 17 está provista de dispositivos de calentamiento 15 antes de que cualquier sección de cubierta 17 se adhiera a dicha pala de turbina eólica 2.
- Preferentemente, bajo condiciones climáticas severas, en un número de palas de turbina eólica 2, preferentemente todas las palas de turbina eólica de la turbina eólica 8, toda la parte de la pala de turbina eólica que estará provista de las secciones de cubierta 17 está provista de dispositivos de calentamiento 15 antes de que cualquier sección de

cubierta 17 se adhiera a cualquiera de dicho número de las palas de turbina eólica 2. De ese modo, se puede lograr un tiempo de precalentamiento aún mayor para las palas de turbina eólica, sin tiempo de espera para el servicio técnico. De ese modo, incluso en climas muy fríos y en condiciones climáticas adversas, todo el procedimiento de la solicitud puede llevarse a cabo de forma muy rápida y eficaz.

5 Preferentemente, bajo condiciones climáticas severas, en un número de palas de turbina eólica 2, preferentemente todas las palas de turbina eólica de la turbina eólica 8, toda la parte de la pala de turbina eólica que estará provista de las secciones de cubierta 17 está provista de las secciones de cubierta 17 y los accesorios antes de que se retire cualquier accesorio de cualquiera de dicho número de palas de turbina eólica 2. De ese modo, se puede lograr un
10 tiempo de curado aún mayor para el adhesivo, sin tiempo de espera para el servicio técnico. De ese modo, incluso en climas muy fríos y en condiciones climáticas adversas, todo el procedimiento de la solicitud puede llevarse a cabo incluso más rápido y de forma más eficaz.

15 Ventajosamente, para cada pala de turbina eólica 2, la primera sección de cubierta 17 se coloca en la sección de punta de la pala de turbina eólica 2. De ese modo, la primera sección de cubierta 17 puede estar formada específicamente para ajustarse a la sección de punta, y la primera sección de cubierta aplicada 17 puede por lo tanto definir las posiciones de las secciones de cubierta 17 aplicadas posteriormente.

20 La Figura 3 ilustra el método de acuerdo con la invención de aplicar una sección de cubierta 17 sobre una pala de turbina eólica. Sin embargo, con fines ilustrativos, las dimensiones en la Figura 3 son muy exageradas. De acuerdo con el método, la sección de cubierta central 6 tiene un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y cada sección de cubierta periférica 7 tiene un espesor que disminuye de un espesor máximo de menos de 1 milímetro a un espesor mínimo en su borde exterior 30 de menos de 1 milímetro. El procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:

- 25 • proporcionar un adhesivo, como un adhesivo epoxi de dos componentes, en un interior 4 de la cubierta protectora 1,
- presionar el interior 4 de la cubierta protectora 1 contra una superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2,
- 30 • retirar el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección de cubierta periférica 7 y la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2,

El adhesivo es un adhesivo de uso general, como un adhesivo epoxi de dos componentes, con propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, y el procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:

- 35 • antes de la aplicación de la cubierta protectora 1 en la pala de turbina eólica 2, adherir provisionalmente una cinta de enmascaramiento 24 en la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 a lo largo y a una distancia del borde exterior 30 de cada sección de cubierta periférica 7, teniendo la cinta de enmascaramiento 24 un espesor de menos de 0,2 milímetros, preferentemente menos de 0,1 milímetros,
- 40 • después de la aplicación de la cubierta protectora 1 en la pala de turbina eólica 2, raspar el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección periférica de la cubierta 7 y la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2, y
- retirar la cinta de enmascaramiento 24 de la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2.

45 De ese modo, se puede lograr una transición muy suave desde la superficie de la cubierta protectora 1 a la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2. De esta forma, puede garantizarse que las características de flujo de la pala de turbina eólica 2 se vean influenciadas al mínimo por la aplicación de la cubierta protectora 1. Una cinta de enmascaramiento adecuada 24 puede ser, por ejemplo, Magic Tape (marca registrada) disponible por 3M.

50 El espesor mínimo en el borde exterior 30 de cada sección de cubierta periférica 7 puede ser superior a 0,250 milímetros y preferentemente puede ser superior a 0,5 milímetros.

La distancia de la cinta de enmascaramiento adherida provisionalmente 24 desde el borde exterior 30 de cada sección de cubierta periférica 7 puede estar entre 2 y 5 milímetros.

55 En una realización, antes de la aplicación de la cubierta protectora 1 en la pala de turbina eólica 2, un primer lado de una cinta de transferencia adhesiva de doble cara 23 está adherido al interior 4 de la cubierta protectora 1, y antes de proporcionar adhesivo en el interior 4 de la cubierta protectora 1, un segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara 23 está adherido a la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2. De
60 ese modo, la cubierta protectora 1 puede colocarse provisionalmente en la pala de turbina eólica 2 en la posición correcta, antes de aplicar el adhesivo.

En una realización, el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara 23 está adherido al interior 4 de la cubierta protectora 1 al menos sustancialmente a lo largo de un eje central de la cubierta protectora 1.

65 El adhesivo se puede aplicar en el interior 4 de la cubierta protectora 1 y/o en la superficie 5 del borde longitudinal 3

de la pala de turbina eólica 2, ya que se aplica primero en un primer lado en relación con el adhesivo de doble cara cinta de transferencia 23 y se aplica en segundo lugar en un segundo lado en relación con la cinta de transferencia adhesiva de doble cara 23.

- 5 Antes de aplicar el adhesivo en el segundo lado de la cinta de transferencia de adhesivo de doble cara 23, la cubierta protectora 1 puede presionarse contra la superficie 5 del borde longitudinal 3 de la pala de turbina eólica 2 en el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara 23.

- 10 Como se ve en la Figura 3, el adhesivo forma una junta 21, 22 o sello entre el borde exterior 30 de cada sección de cubierta periférica 7 y la superficie 5 del borde longitudinal de la pala de turbina eólica 2, de modo que el borde exterior 30 está cubierto al menos sustancialmente por completo por el adhesivo en todo su espesor y de forma que la junta 21, 22 o sello forme una superficie oblicua desde el borde exterior 30 de cada sección de cubierta periférica 7 hasta la superficie 5 del borde longitudinal de la pala de turbina eólica 2. La junta 21, 22 o sello tiene una primera altura h_1 en el borde exterior 30 y una segunda altura h_2 en la posición en la que 21, 22 termina en la superficie 5 del
- 15 borde longitudinal de la pala de turbina eólica 2. La segunda altura h_2 es menor que la primera altura h_1 e inferior a 0,2 milímetros, preferentemente inferior a 0,1 milímetros. La junta 21, 22 o sello está formada integralmente con la capa 16 de adhesivo dispuesta entre el interior 4 de la cubierta protectora y la superficie 5 del borde longitudinal de la pala de turbina eólica 2. Debido a que la junta 21, 22 o sello se forma integralmente con la capa 16 de adhesivo, la junta o sello es mucho más fuerte unido a la cubierta protectora 1 y la pala de turbina eólica 2 de lo que sería el
- 20 caso, si la junta 21, 22 o sello se aplicara como una junta separada en relación con la capa adhesiva 16.

Debido a que el adhesivo utilizado para la capa adhesiva 16 tiene propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, puede formar una junta 21,22 o sellado adecuada resistente a las condiciones climáticas adversas.

- 25 Preferentemente, la primera altura h_1 es de más de 0,250 milímetros y preferentemente de más de 0,5 milímetros.

Preferentemente, la junta 21,22 o sello tiene una anchura W desde el borde exterior 30 de la sección de cubierta periférica 7 hasta la posición en la que 21, 22 termina en la superficie 5 del borde longitudinal de la pala de turbina eólica 2, y dicha anchura W es entre 2 y 5 milímetros.

30

Lista de números de referencia

D	dirección longitudinal de la pala de turbina eólica
W	anchura de la junta oblicua
h_1	primera altura de la junta oblicua
h_2	segunda altura de la junta oblicua
1	cubierta protectora
2	pala de turbina eólica
3	borde longitudinal de la pala de turbina eólica
4	interior de la cubierta protectora
5	superficie del borde longitudinal de la pala de turbina eólica
6	sección de cubierta central
7	sección de cubierta periférica
8	turbina eólica existente
9	primera carcasa de la pala
10	segunda carcasa de la pala
11	primera junta longitudinal en el borde de delantero
12	segunda junta longitudinal en el borde trasero
13	borde de delantero
14	borde trasero
15	dispositivos de calentamiento
16	capa de adhesivo
17	sección de cubierta
18	sección de la pala de turbina eólica
19	góndola
20	técnico de servicio
21, 22	junta oblicua
23	cinta de transferencia adhesiva de doble cara
24	cinta adhesiva
25	red
26	cordón
27	ventosa
28	correa ajustable
29	protección contra rayos
30	borde exterior de la sección de la cubierta periférica

REIVINDICACIONES

1. Una pala de turbina eólica (2) que incluye una cubierta protectora (1), en donde la cubierta protectora (1) está hecha de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter, en donde la cubierta protectora (1) está unida a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica mediante una capa de adhesivo dispuesta entre un interior (4) de la cubierta protectora y una superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica, en donde la cubierta protectora es alargada en una dirección longitudinal (D) y tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U, en donde la cubierta protectora incluye una sección de cubierta central (6) que se extiende en la dirección longitudinal y dos secciones de cubierta periférica (7) que se extienden en la dirección longitudinal a cada lado de la sección de cubierta central (6) y cada una de las que tiene un borde exterior (30), respectivamente, en donde la sección de cubierta central (6) tiene un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y en donde cada sección de cubierta periférica (7) tiene un espesor que disminuye de un espesor máximo de al menos 1 milímetro a un espesor mínimo en su borde exterior (30) de menos de 1 milímetro, por lo que el adhesivo es un adhesivo de uso general, tal como un adhesivo epoxi de dos componentes, que tiene propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, **caracterizada por que** el adhesivo forma una junta (21, 22) entre el borde exterior (30) de cada sección de cubierta periférica (7) y la superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica (2) de modo que el borde exterior (30) está cubierto al menos sustancialmente por completo por el adhesivo en todo su espesor y de modo que la junta (21, 22) forma una superficie oblicua desde el borde exterior (30) de cada sección de cubierta periférica (7) a la superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica (2), en donde la junta (21, 22) tiene una primera altura (h_1) en el borde exterior (30) y una segunda altura (h_2) en la posición en la que (21, 22) termina en la superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica (2), en donde la segunda altura (h_2) es menor que la primera altura (h_1) e inferior a 0,2 milímetros, preferentemente inferior a 0,1 milímetros, en donde la junta (21, 22) está formada integralmente con la capa (16) de adhesivo dispuesta entre el interior (4) de la cubierta protectora y la superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica (2).
 2. Una pala de turbina eólica (2) que incluye una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera altura (h_1) es de más de 0,250 milímetros y preferentemente de más de 0,5 milímetros.
 3. Una pala de turbina eólica (2) que incluye una cubierta protectora (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la junta (21, 22) tiene una anchura (W) desde el borde exterior (30) de la sección de cubierta periférica (7) hasta la posición en la que (21, 22) termina en la superficie (5) del borde longitudinal de la pala de turbina eólica (2), y en donde dicha anchura (W) está entre 2 y 5 milímetros.
 4. Una pala de turbina eólica (2) que incluye una cubierta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un primer lado de una cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) está adherido al interior (4) de la cubierta protectora (1), y en donde un segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) está adherido a la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2).
 5. Una pala de turbina eólica (2) que incluye una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) está adherido al interior (4) de la cubierta protectora (1) al menos sustancialmente a lo largo de un eje central de la cubierta protectora (1).
 6. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1), mediante el cual la cubierta protectora (1) se fabrica de un material polimérico, tal como un poliuretano a base de poliéter, mediante el cual la cubierta protectora (1) se une a lo largo de al menos una parte de un borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica, mediante el cual la cubierta protectora se alarga en una dirección longitudinal (D) y tiene una sección transversal al menos sustancialmente en forma de U, mediante el cual la cubierta protectora incluye una sección de cubierta central (6) que se extiende en la dirección longitudinal y dos secciones de cubierta periférica (7) que se extienden en la dirección longitudinal a cada lado de la sección de cubierta central (6) y teniendo cada una un borde exterior (30), respectivamente, mediante el que la sección de cubierta central (6) tiene un espesor mínimo de al menos 1 milímetro, y en el cual cada sección de cubierta periférica (7) tiene un espesor que disminuye de un espesor máximo de al menos 1 milímetro a un espesor mínimo en su borde exterior (30) de menos de 1 milímetro, y mediante el cual el procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:
 - proporcionar un adhesivo, tal como un adhesivo epoxi de dos componentes, en el interior (4) de la cubierta protectora (1),
 - presionar el interior (4) de la cubierta protectora (1) contra una superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2),
 - retirar el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección de cubierta periférica (7) y la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2),
- caracterizado por** que el adhesivo es un adhesivo de uso general, como un adhesivo epoxi de dos componentes, que tiene propiedades tixotrópicas y resistentes a los rayos UV, y por que el procedimiento de fijación incluye las siguientes etapas:
- antes de la aplicación de la cubierta protectora (1) en la pala de turbina eólica (2), adherir provisionalmente una

- cinta de enmascaramiento (24) en la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2) a lo largo y a una distancia del borde exterior (30) de cada sección de cubierta periférica (7), teniendo la cinta de enmascaramiento (24) un espesor de menos de 0,2 milímetros, preferentemente menos de 0,1 milímetros,
- 5 • después de la aplicación de la cubierta protectora (1) en la pala de turbina eólica (2), raspar el exceso de adhesivo que se escapa entre cada sección de cubierta periférica (7) y la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2), y • retirar la cinta de enmascaramiento (24) de la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2).
- 10 7. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 6, mediante el cual el espesor mínimo en el borde exterior (30) de cada sección de cubierta periférica (7) es superior a 0,250 milímetros y preferentemente superior a 0,5 milímetros.
- 15 8. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, mediante el cual la distancia de la cinta de enmascaramiento adherida provisionalmente (24) desde el borde exterior (30) de cada sección de cubierta periférica (7) está entre 2 y 5 milímetros.
- 20 9. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, mediante el cual, antes de la aplicación de la cubierta protectora (1) en la pala de turbina eólica (2), un primer lado de una cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) se adhiere al interior (4) de la cubierta protectora (1), y mediante el cual, antes de proporcionar adhesivo en el interior (4) de la cubierta protectora (1), un segundo lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) se adhiere a la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2).
- 25 10. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 9, mediante el cual el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23) se adhiere al interior (4) de la cubierta protectora (1) al menos sustancialmente a lo largo de un eje central de la cubierta protectora (1).
- 30 11. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 10, mediante el cual el adhesivo se aplica en el interior (4) de la cubierta protectora (1) o en la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2) aplicándolo primero en un primer lado en relación con la cinta de transferencia de adhesivo de doble cara (23) y aplicándolo en segundo lugar en un segundo lado en relación con la cinta de transferencia de adhesivo de doble cara (23).
- 35 12. Un método para proporcionar a una pala de turbina eólica (2) una cubierta protectora (1) de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual antes de aplicar el adhesivo en el segundo lado de la cinta de transferencia de adhesivo de doble cara (23), se presiona la cubierta protectora (1) contra la superficie (5) del borde longitudinal (3) de la pala de turbina eólica (2) en el primer lado de la cinta de transferencia adhesiva de doble cara (23).

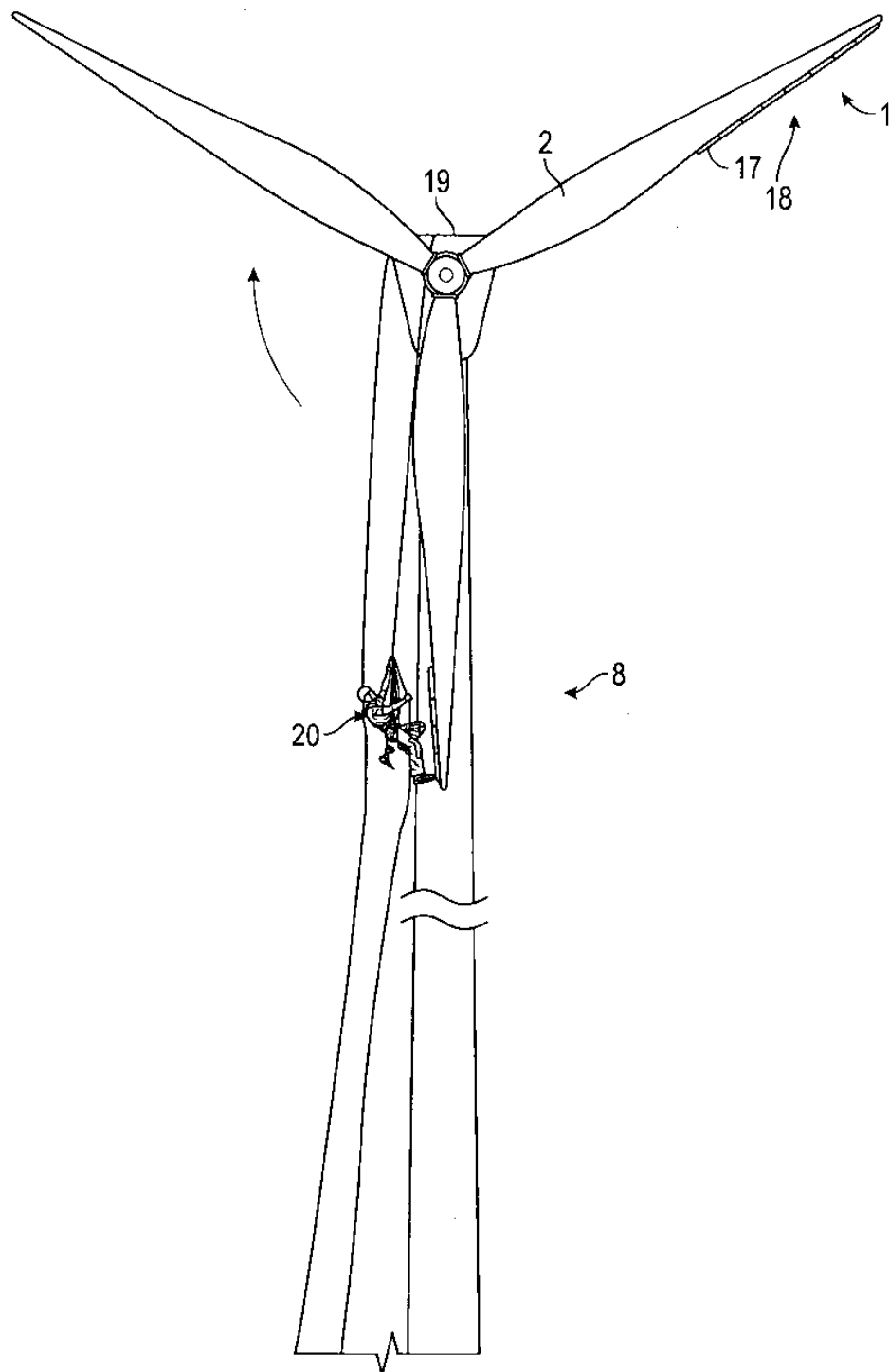


FIG. 1

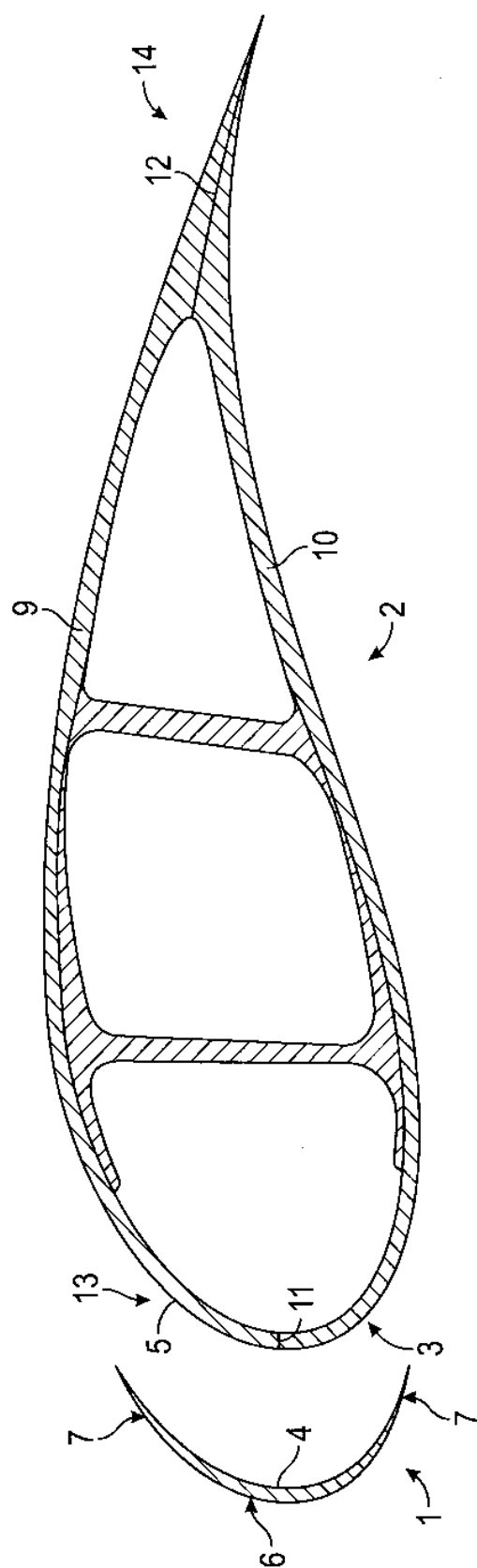
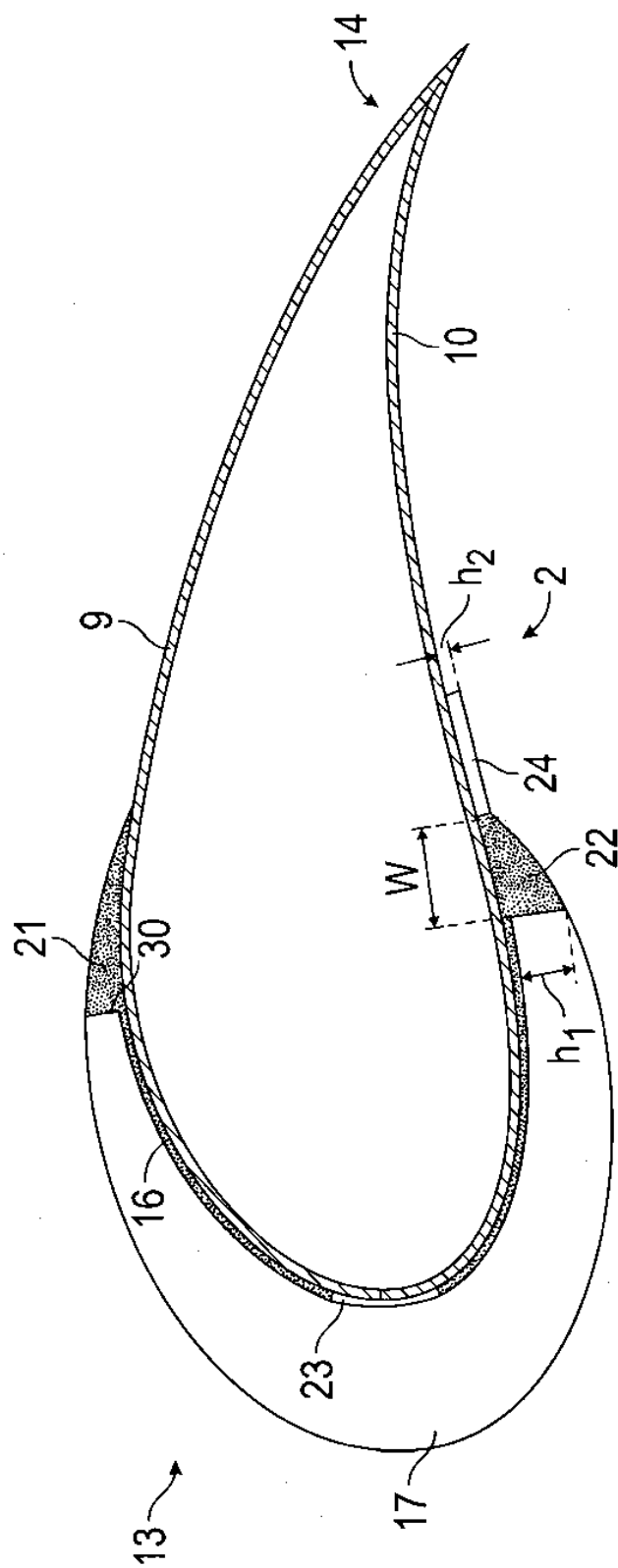


FIG. 2

**FIG. 3**

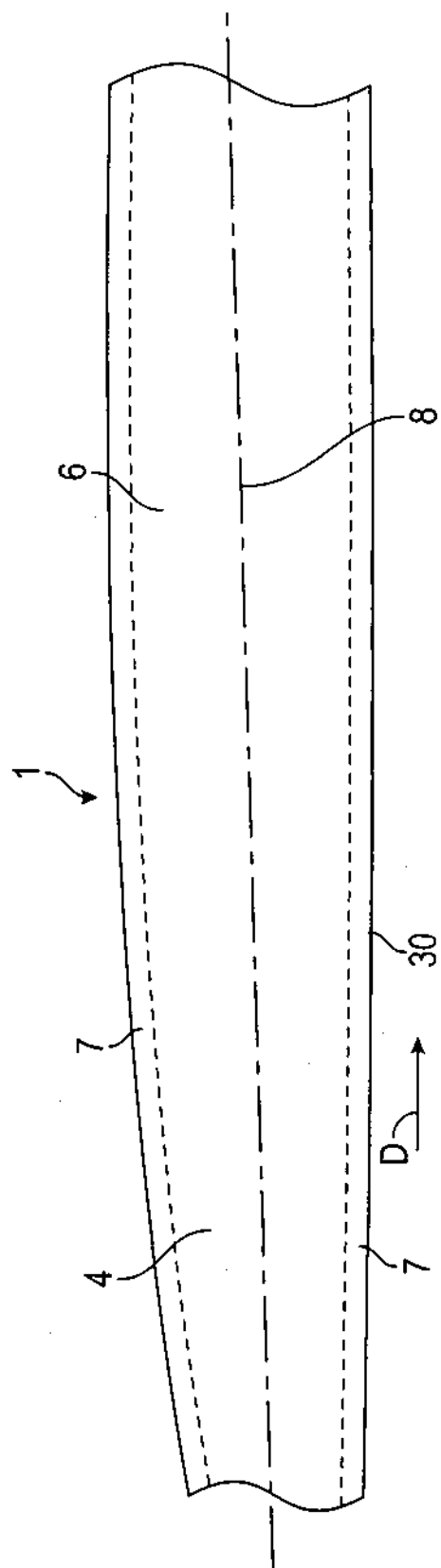


FIG. 4

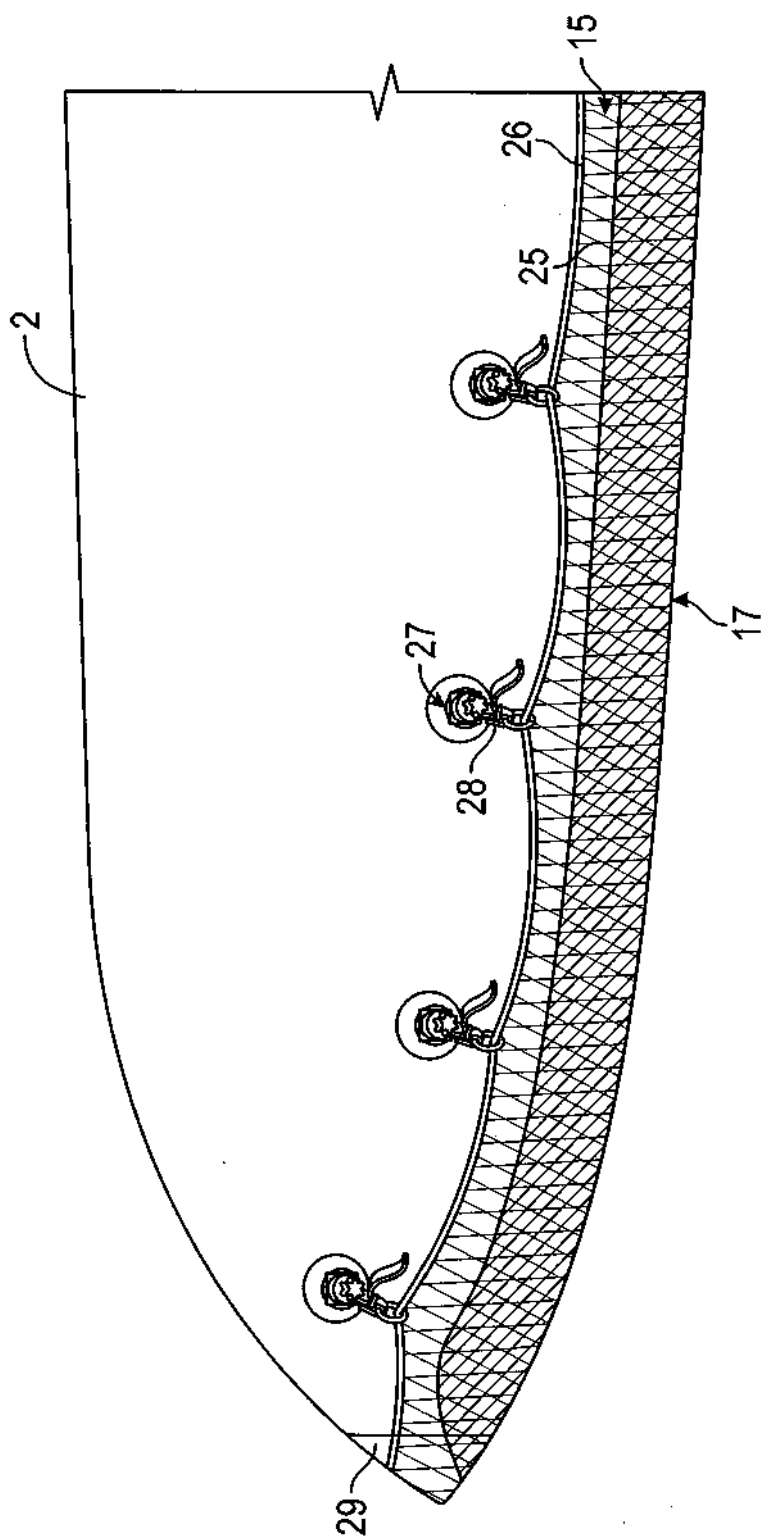


FIG. 5

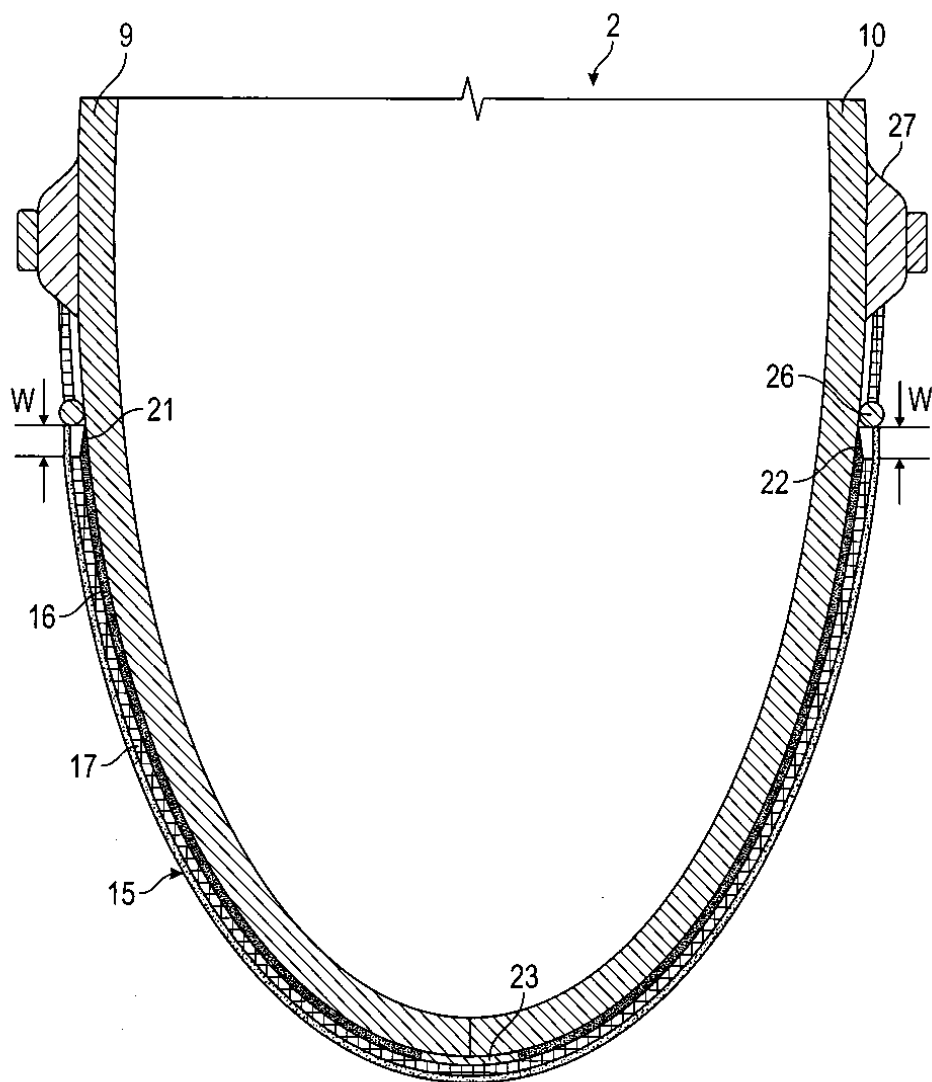


FIG. 6