

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 148**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B32B 27/08 (2006.01)

B32B 7/12 (2006.01)

B32B 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2009 PCT/GB2009/000851**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2009 WO09118545**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2009 E 09725403 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2274514**

54 Título: **Pala de aerogenerador**

30 Prioridad:

28.03.2008 GB 0805713

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

18.02.2020

73 Titular/es:

**BLADE DYNAMICS LIMITED (100.0%)
Saunders Drive, Isle Of Wight
Cowes PO31 8HU, GB**

72 Inventor/es:

RUDLING, PAUL

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 743 148 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 aerogenerador

5 La presente invención se refiere a una pala de aerogenerador, y más concretamente, a un revestimiento superficial mejorado para una pala de aerogenerador.

10 El revestimiento en la superficie de una pala de aerogenerador está expuesto a un ambiente hostil de abrasión, UV, humedad, corrosión, tensiones cíclicas, y fluctuaciones extremas de temperatura y requiere un material de alto rendimiento. Los revestimientos deben mantener el rendimiento durante hasta 20 años, lo que los coloca en un rango de mayor rendimiento y diferentes especificaciones que la mayoría de las aplicaciones civiles/automotrices y, además, deben tener un coste significativamente menor que los productos que se encuentran típicamente en aplicaciones aeroespaciales.

15 Las palas de un aerogenerador normalmente están formadas de un compuesto de polímero reforzado con fibra de vidrio. Pueden estar formadas de compuestos de fibra de vidrio, poliéster, viniléster o carbono y madera con fibra de vidrio en una matriz epoxi. Los materiales compuestos a base de epoxi son útiles puesto que ofrecen una combinación de ventajas ambientales, de producción, y de costes sobre otros sistemas de resinas. Los largueros de soporte de carga reforzados con fibra de carbono pueden introducirse en la pala como medio rentable para reducir peso y aumentar rigidez. Véase, por ejemplo, WO 2007/140771, WO 00/66889 y JP 2006 183598.

20 Las palas de los aerogeneradores presentan topografías superficiales complejas para optimizar la eficiencia aerodinámica del rotor, mantener el generador dentro de sus límites de velocidad y par, mantener el rotor y la torre dentro de sus límites de resistencia y reducir el ruido y la resistencia. En consecuencia, los revestimientos superficiales que convencionalmente se han aplicado a las palas de los aerogeneradores se han centrado en composiciones pintadas y revestimientos en molde. Tales revestimientos pueden aplicarse de una manera relativamente rápida.

25 Las palas de un aerogenerador generalmente están recubiertas de una capa de gel, o están pintadas. Durante la fabricación de la pala se aplica una capa de gel directamente al molde y está formulada a partir de una estructura química compatible con el laminado de sustrato, que generalmente es un poliéster, viniléster o una resina epoxi. Los acabados pintados normalmente se logran utilizando variaciones de pintura de poliuretano reticulada, suministrada generalmente como dos componentes (con una base de resina de poliol y/o poliéster y un agente de curado de isocianato alifático). Éstos se mezclan antes de la aplicación y la reacción química produce el polímero de poliuretano reticulado. Algunas palas utilizan una combinación de capa de gel aplicada al molde y pintura aplicada a la pala después del desmoldeo. Esto proporciona una vida útil adicional a la superficie.

30 Algunas palas de aerogeneradores tienen sus bordes frontales pegados con cinta resistente al impacto que, a menudo, se aplica a palas más antiguas para repararlas.

35 Las deficiencias de la tecnología actual son las siguientes:
 40 Con la tecnología denominada "en molde", tal como la capa de gel, resulta muy difícil, si no imposible, lograr una superficie perfecta nada más salir del molde. Prácticamente, cualquier pequeña variación de calidad de mezcla, viscosidad, humedad, estado del sustrato, y la habilidad del operario puede ocasionar una gran cantidad de defectos cosméticos fuera del molde, pero también una serie de problemas de adhesión cuando se encuentra en funcionamiento. En realidad, se invierte una gran cantidad de tiempo y mano de obra (alrededor de un tercio de la mano de obra necesaria para producir la pala) reparando defectos en la superficie de estas palas antes del uso y rellenando las juntas de fabricación del molde, lo que resulta en un aumento de los costes de la pala. Estos problemas y la probabilidad de un defecto en la superficie sólo aumentan al aumentar el tamaño de la pala.

45 Pintar como un proceso, en particular pulverización, es un proceso que supone un gran derroche y requiere mucha habilidad del operario para garantizar un revestimiento consistente. Además, las superficies pintadas tienden a carecer de resistencia cohesiva y durabilidad. Los sistemas de revestimiento de poliuretano utilizados para las palas de aerogeneradores se basan en disolventes y cuando éstos se rocían, se libera a la atmósfera una gran cantidad de disolvente orgánico peligroso (típicamente un 50% en peso). La pulverización de poliuretanos también es una operación potencialmente peligrosa tanto para los trabajadores como para el medio ambiente debido al componente de isocianato en el agente de curado que es un agente sensibilizante y debe tenerse mucho cuidado para evitar que los operarios involucrados en la operación de pulverización inhalen vapores de isocianato.

50 Los inventores han descubierto que los revestimientos de tipo pintura para palas de aerogeneradores tienden a ser insuficientemente duraderos para proteger las palas los aerogeneradores. Además, los tratamientos de pintura ayudan poco en suavizar la superficie de cualquier irregularidad resultante de defectos en el molde. Por lo tanto, los tratamientos de pintura requieren una preparación extensa de la superficie de la pala antes de que pueda aplicarse un revestimiento

superficial pintado. Si se aplica una capa de pintura demasiado delgada, las imperfecciones en la superficie de la pala pueden provocar defectos menores en la pintura, lo que puede reducir drásticamente la vida útil esperada de la pala.

5 Además, se encuentra que, aunque los poliuretanos alifáticos son las pinturas de mayor rendimiento disponibles para revestir aerogeneradores, a menudo es necesario reparar dicho revestimiento después de poco más de cinco años de funcionamiento (dependiendo de las condiciones de funcionamiento). Esto es extremadamente costoso y añade un coste adicional a la vida útil de la pala dado que la vida útil de la pala necesaria de un aerogenerador es de 20 años.

10 De acuerdo con la presente invención, se presenta una pala de aerogenerador tal como se define en la reivindicación 1 en la que por lo menos un 50% de la superficie está recubierta con una película termoplástica autoadhesiva.

15 Al aplicar una película termoplástica autoadhesiva a la pala, se elimina la necesidad de una capa de gel o pintura. Se estima que la película termoplástica tardará un tiempo similar en aplicarse como la capa de gel y/o pintura. Sin embargo, no se requiere ningún tratamiento adicional una vez que se ha aplicado, lo que reduce significativamente el trabajo implicado en el acabado de la pala. Para ahorrar costes, se prefiere aplicar un revestimiento adicional (pintura o de otro tipo) a la película termoplástica. Además, debe realizarse menos trabajo preparatorio antes de aplicar la película, tal como alisar la superficie de la pala. La película tiene la doble función de proteger la pala y también puede utilizarse para cubrir cualquier imperfección menor, tal como poros, en la superficie de la pala. Además, el grosor de la película se controla con precisión antes de su aplicación a la pala, lo que garantiza que se produzca una superficie con un grosor uniforme. Las técnicas de fabricación de películas permiten controlar con precisión la composición de la película e incluso variarla a través del grosor de la película. Por lo tanto, se elimina casi por completo la posibilidad de tener una resistencia a la intemperie variable o deficiente a lo largo de la vida útil de la pala debido a variabilidad en procesos de producción/aplicación de revestimiento.

25 Se obtendrían algunas ventajas si la película se aplica en una proporción significativa de la pala del aerogenerador con técnicas convencionales que se utilizan para recubrir el resto de la pala. Sin embargo, preferiblemente, sustancialmente toda la pala se cubre con la película. La película termoplástica puede ser poliuretano alifático, termoplásticos vinilo, acrílico o fluorados, tales como fluoruro de polivinilideno (PVDF); tetrafluoroetileno (TFE); hexafluoropropileno (HFP); copolímero PVDF + HFP; THV (PVDF, HFP, TFE); fluoruro de polivinilo (PVF); FEP (TFE, HFP); perfluoroalcoxi o PFA (TFE, PFVE); clorotrifluoroetileno (CTFE); CTFE + VF2 (difluoroetileno)/HFP, o una combinación de dos o más de cualquiera de estos. Los polímeros fluorados son particularmente preferidos ya que son repelentes al agua y la suciedad.

30 La película termoplástica es preferiblemente una lámina termoplástica autoportante. Es decir, la película está formada como una lámina que por sí misma presenta una integridad estructural antes de aplicarse a la pala. La integridad de la película facilita la aplicación de la película a la pala y reduce la probabilidad de que la película sea dañada durante el proceso de aplicación de la película.

35 Se prefiere que la superficie superior de la película expuesta a la atmósfera una vez aplicada a la pala sea resistente y elástica. Por consiguiente, por lo menos la superficie de la película está formada preferiblemente de un termoplástico de alta densidad. El termoplástico debajo de la superficie puede ser de menor densidad para ahorrar costes.

40 La película termoplástica está formada por una estructura de dos capas que tiene una capa (o superficie) exterior con propiedades mejoradas de UV, erosión, desprendimiento de suciedad y resistencia a la intemperie (a lo que se hace referencia en última instancia como 'resistente a la intemperie') en comparación con la capa interior. Esto permite que el material resistente a la intemperie, que puede ser relativamente costoso, se concentre hacia la superficie exterior de la película donde es más efectivo. Con la estructura de dos capas, la capa interior tiene preferiblemente propiedades de adhesión mejoradas en comparación con la capa exterior. Si se utiliza un polímero fluorado en la película termoplástica, esto puede reducir las propiedades adhesivas de la película y, por lo tanto, se prefiere que cualquier polímero fluorado se concentre más en la capa superficial que en la capa interior. Esto facilita la adhesión de la película a la pala.

45 Se prefiere que la capa exterior esté formada por un termoplástico de alta densidad. Esto ayuda a proporcionar a la pala terminada una resistencia al impacto puntual y una alta resistencia a la intemperie. También se ha observado que proporcionar un revestimiento con un grado de resistencia flexible ayuda a proporcionar un revestimiento liso a través de la superficie de la pala. Por "alta densidad" se entiende que el termoplástico tiene una densidad de por lo menos 1,1 g/cc, según se mide de acuerdo con ISO 1183. Se prefiere que la densidad superficial sea de 1,3 a 3 g/cc y más preferiblemente entre 1,7 y 1,9 g/cc. Se ha encontrado que el termoplástico de alta densidad permite disponer películas muy duraderas y relativamente delgadas sin añadir demasiado peso a la pala. Por encima de 3 g/cc se ha encontrado que la película se vuelve más difícil de manejar y aplicar. Los polímeros de alta densidad generalmente no son adecuados para la aplicación mediante procedimientos de pintura.

60

5 También se prefiere que la película termoplástica se forme por extrusión. Si la película comprende una estructura de dos capas, las capas pueden formarse por coextrusión. Para facilitar la fabricación, la película también puede extruirse con un adhesivo en una superficie. La extrusión es particularmente preferida ya que permite disponer una película orientada axialmente. El grado de orientación axial que puede proporcionarse por extrusión de la película ayuda a proporcionar a la película termoplástica una mayor durabilidad.

10 Se prefiere que la película termoplástica, en particular la capa exterior (si se utiliza una estructura de dos capas), presente un índice de fluidez (ASTM D1238, 230 °C, 2,16 kg) de 20g/10 minutos o menos. Preferiblemente, el índice de fluidez es entre 1g/10 min y 15g/10 min y, más preferiblemente, de aproximadamente 8g/10 min. Los termoplásticos de alto índice de fluidez, tales como ceras, no son adecuados para su uso en la presente invención. Tales termoplásticos no proporcionan una superficie de desgaste que sea suficientemente duradera para su uso en una pala de aerogenerador.

15 La película termoplástica tiene preferiblemente una dureza Shore D (2 mm de grosor; ASTM D2240) de por lo menos 20. Más preferiblemente, la dureza es entre 40 y 100 y más preferiblemente de aproximadamente 60. La dureza de la capa superficial ayuda a proteger la superficie de la pala contra cualquier impacto o daño puntual, por ejemplo, durante el transporte después de la fabricación.

20 Una manera de obtener las propiedades de resistencia a la intemperie mejoradas de la capa exterior y las propiedades de adhesión mejoradas de la capa interior es que la capa interior y exterior estén realizadas en fluoruro de polivinilideno (PVDF) y polimetil metacrilato (PMMA) presentando la capa exterior más PVDF que PMMA y presentando la capa interior más PMMA que PVDF.

25 Las dos capas pueden fabricarse por separado y fusionarse o adherirse juntas. Sin embargo, preferiblemente, las dos capas se coextruyen. Esto es particularmente adecuado para una composición de PVDF y PMMA, ya que son muy adecuados para la coextrusión.

30 La película termoplástica contiene preferiblemente pigmentación y/o cargas para dar a la película el color deseado. Dado que se requiere que la mayoría de las palas de aerogenerador sean blancas, esta pigmentación se logra normalmente mediante la adición de un grado adecuado de dióxido de titanio rutilo con revestimiento superficial. La opacidad de la película puede medirse observando sus propiedades de transmisión de radiación. En particular, puede medirse hasta qué punto se transmite la luz visible. Un 0% de opacidad indica que la película es completamente clara y que se transmite toda la luz. Un 100% de opacidad indica que la película es completamente opaca y que no se transmite luz.

35 La película también contiene preferiblemente cantidades de un absorbente de UV presente en niveles de entre un 0,1% y un 5% en función del peso de la película. El propósito del absorbente de UV es evitar el paso de la radiación UV dañina a través de la película y a la capa adhesiva. El absorbente de UV puede utilizarse individualmente o puede ser una combinación de dos tipos diferentes de absorbente de UV para obtener resultados óptimos. Ejemplos de tal combinación serían una benzofenona y un estabilizador de la luz de aminas impedidas que pueden actuar juntos de manera sinérgica. Otro absorbente de UV adecuado para la película termoplástica es dióxido de nano titanio que contiene partículas de óxido inorgánico modificadas en la superficie. Esto puede ser extremadamente efectivo en dicha película y tiene el beneficio adicional de que es completamente estable en el polímero y no puede sufrir efectos de "migración". Dichos efectos de migración pueden ser volatilización durante la fabricación de la película, produciendo efectos de placa en el troquel de extrusión, o efectos de migración en funcionamiento que pueden dar lugar a una resistencia a la intemperie reducida o incluso al desprendimiento de la película. Dicho nano dióxido de titanio estaría presente en la película entre un 40 45 0,1% y un 8% del peso de la película (excluyendo el adhesivo).

Todos los porcentajes indicados para la composición del material de la película son porcentajes en peso para la película, excluyendo la capa adhesiva.

50 Para una pala de aerogenerador, es deseable que las palas no tengan un alto brillo y/o alta reflectancia ya que esto causa una molestia inaceptable en el producto terminado cuando las palas están en funcionamiento. Por lo tanto, preferiblemente, este efecto se minimiza tratando la superficie de la película, por ejemplo, aplicando un rodillo frío a la película a medida que se extruye y/o mediante un agente mateante incorporado en la película. Un agente mateante adecuado sería una resina acrílica estable a la luz de un tamaño de partícula controlado.

55 El grosor de la película termoplástica (excluyendo el adhesivo) es preferiblemente inferior a 300 µm, y preferiblemente entre 50 y 150 micras de grosor. Se ha encontrado que películas de estos grosores son suficientemente duraderas.

60 Al aplicar la película a la pala, debe tenerse cuidado en evitar que entre la película y la pala queden atrapadas burbujas de aire. Por lo tanto, la película puede ser porosa de modo que sea permeable al aire e impermeable al agua, ya que esto ayuda a evitar la formación de burbujas de aire durante el proceso de fabricación.

5 El adhesivo es preferiblemente un adhesivo sensible a la presión tal como caucho, acrílico, acrílico modificado (adhesivo modificado) o adhesivo de silicona. Se prefiere que el adhesivo no requiera activación térmica y pueda aplicarse a temperaturas de entre 5 y 35 grados. Pueden utilizarse adhesivos fotoactivados (incluyendo iniciadores) que pueden curar por exposición a radiación después de que se haya aplicado la película.

10 La invención también se extiende a un procedimiento de fabricación de una pala de aerogenerador que comprende moldear el cuerpo de la pala y adherir una película termoplástica por lo menos en un 50% de la superficie del cuerpo tal como se define en la reivindicación 15 adjunta.

15 La invención también se extiende a un procedimiento para reparar una pala de aerogenerador adhiriendo una película termoplástica por lo menos a un 50% de la superficie del cuerpo tal como se define en la reivindicación 16 adjunta. Cualquier etapa descrita aquí relacionada con la fabricación de una pala de aerogenerador se aplica igualmente a la reparación de una pala de aerogenerador.

20 Las palas del aerogenerador pueden desgastarse por la exposición a la intemperie o por impacto de residuos por el viento y puede ser necesario reparar la pala. Cuando se lleva a cabo la reparación, es posible aplicar una película termoplástica a una pala convencional. Alternativamente, la etapa de reparación puede implicar reparar una pala de acuerdo con la presente invención retirando una película termoplástica anterior y sustituyéndola por una nueva película termoplástica de acuerdo con las películas de la presente invención.

25 La película se aplica preferiblemente al cuerpo de la pala en una serie de tiras que discurren entre el borde frontal y posterior de la pala. La película también puede aplicarse preferiblemente de manera que las tiras queden orientadas de modo que pueda reducirse notablemente la complejidad de la curvatura en la cual se aplica la película.

30 El borde de una tira puede superponerse al borde de una tira adyacente. Alternativamente, los bordes de tiras adyacentes no se superponen y la unión se cubre con una tira adicional de película termoplástica, pintada con adhesivo acrílico o epoxi, pintada con pintura PVDF o soldados entre sí en caliente. Se prefiere que cualquier pintura de superficie esté restringida a la zona inmediata de una junta o unión entre tiras de la película.

Pueden aplicarse consideraciones similares en el bordes frontal y posterior donde las tiras adyacentes pueden solaparse o bien la unión puede cubrirse con una tira adicional de película termoplástica que se extienda a lo largo del borde.

35 Sorprendentemente, los inventores han descubierto que la aplicación de la película termoplástica en tiras no interfiere con el rendimiento de la pala de aerogenerador terminada. Se había especulado que las uniones y las superposiciones podrían ocasionar irregularidades en la superficie y aumentar la resistencia aerodinámica y/o el ruido. La película termoplástica de la presente invención es suficientemente delgada y el laminar autoportante de la película es suficientemente elástico, de modo que no se observan estos inconvenientes. La película sirve más bien para aumentar la durabilidad de la pala del aerogenerador y para proporcionar una superficie de la pala lisa y eficiente.

40 El procedimiento también incluye preferiblemente la etapa de calentar la película termoplástica poco antes de/o durante su aplicación al cuerpo de la pala. Esto se hace preferiblemente soplando aire caliente sobre la película. Esto aumenta la flexibilidad de la película permitiendo que ésta se aplique más fácilmente a la superficie de la pala. En vista de la naturaleza autoadhesiva de la película, preferiblemente no se requiere calentamiento de la película una vez que la película se ha aplicado a la superficie de la pala.

45 La película puede aplicarse 'seca' a la superficie de la pala o 'húmeda' utilizando agua u otro fluido adecuado para permitir que la película se coloque más fácilmente sin que se arrugue o atrape aire.

50 La película puede suministrarse en varias secciones, cada una de ellas con una forma especial para ajustarse a una sección apropiada de la pala. Preferiblemente, sin embargo, la película se aplica desde un rollo. En este caso, la película puede recortarse antes de su aplicación al cuerpo de la pala. Esto es particularmente útil, por ejemplo, alrededor de la raíz de la pala que tiene una forma compleja.

55 La película termoplástica puede aplicarse a un moldeado de toda la longitud de la pala. Sin embargo, también es posible que la pala esté compuesta por una pluralidad de módulos tal como se describe en nuestra solicitud anterior GB 0717690.2. En este caso, la película termoplástica puede aplicarse a los módulos individuales antes de montarlos en la pala terminada, o bien los módulos pueden montarse antes de aplicar la película.

60 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se dispone una película termoplástica de dos capas que comprende una capa superior y una capa inferior, en el que:

la capa superior comprende

- (a) entre un 50% y un 85% de fluoruro de polivinilideno (PVDF), en el que hasta un 30% del PVDF puede reemplazarse por hexafluoropropileno (HFP);
- (b) entre un 10% y un 45% de polimetil metacrilato (PMMA);
- (c) opcionalmente hasta un 8% de estabilizadores y/o absorbentes de UV;
- (d) opcionalmente hasta un 10% de agente mateante; y
- (e) opcionalmente hasta un 40% de un pigmento inorgánico;

comprendiendo la capa inferior

- (f) un polímero de entre un 10% y un 45% de (PVDF), en el que hasta un 30% del PVDF puede reemplazarse por hexafluoropropileno (HFP);
- (g) entre un 50% y un 85% de PMMA;
- (h) opcionalmente hasta un 8% de estabilizadores/absorbentes de UV;
- (i) opcionalmente hasta un 10% de agente mateante; y
- (j) opcionalmente hasta un 40% de un pigmento inorgánico;

en el que la película tiene un brillo inicial de menos de un 30% cuando se mide con un reflectómetro en un ángulo de 60° respecto a la superficie de la película.

Preferiblemente, los componentes (a) y (f) son copolímeros de PVDF y hexafluoropropileno en las cantidades indicadas. Es decir, los componentes son copolímeros que contienen monómeros de cada uno de los polímeros nombrados.

Preferiblemente, la capa superior tiene un grosor entre 40 y 240 micras, más preferiblemente entre 60 y 200 micras y la capa inferior tiene un grosor entre 2 y 60 micras, más preferiblemente entre 10 y 40, y más preferiblemente entre 2 y 20 micras. En una realización preferida, la capa superior está entre 60 y 240 micras y la capa inferior es entre 2 y 10 micras.

Preferiblemente, los estabilizadores UV se basan en materiales de dióxido de 'nano' titanio ultrafino que contienen partículas de óxido inorgánico de superficie modificada.

Preferiblemente, el PVDF contiene hasta un 30% de HFP o es un copolímero de un 70% de PVDF y un 30% de HFP.

Preferiblemente, la película comprende, además, adhesivo, sobre la capa inferior.

Preferiblemente, la película tiene una opacidad de un 60% o más, más preferiblemente un 80% o más. Es ventajoso que la película sea opaca, ya que transmite muy poca luz y, por lo tanto, refleja, dispersa o absorbe la mayor parte. Esto ayuda a que la pala del aerogenerador sea menos llamativa.

Debe entenderse que cualquiera de las características preferidas del procedimiento o fabricación de reparación anterior pueden aplicarse en combinación con cualquiera de las características preferidas de la pala mencionadas anteriormente. Además, cualquier característica descrita respecto a la película de la presente invención puede aplicarse en combinación con cualquiera de las características preferidas de la pala.

En un cuarto aspecto, la presente invención también incluye el empleo de las películas descritas anteriormente para su uso como revestimiento de una pala de aerogenerador. Se prefiere que la película esté dispuesta de modo que la capa superior corresponda a la capa superficial de la pala y quede expuesta a la atmósfera en funcionamiento.

Se describirá ahora un ejemplo de una pala de aerogenerador de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en planta esquemática de una pala completa;

La figura 2 es una sección transversal de un primer ejemplo de una unión entre tiras adyacentes.

La figura 3 es una sección transversal de un segundo ejemplo de una unión entre tiras adyacentes.

Las figuras 4A-E muestran varias configuraciones diferentes de tiras que podrían utilizarse;

Las figuras 5A-E muestran configuraciones similares a las de las figuras 4A-E pero incluyen una tira de protección de bordes;

La figura 6 es una sección transversal que se refiere a un ejemplo de una película y la pala subyacente; y

La figura 7 es una sección transversal a través de un segundo ejemplo de una película y la pala subyacente.

En la figura 1 se muestra una pala de aerogenerador. El cuerpo básico de la pala puede formarse de acuerdo con técnicas convencionales en las que se realizan molduras de longitud completa de cada mitad y las dos mitades se unen en una configuración en forma de concha. Alternativamente, las palas pueden presentar una configuración modular, tal como se describe en nuestra solicitud GB anterior número 0717690.2.

5

La presente invención se refiere sólo al revestimiento superficial. Tal como puede apreciarse en la figura 1, la pala está recubierta con una serie de tiras 1 de autoadhesivo de material termoplástico 6 y adhesivo 4. Cada tira se extiende desde el borde frontal 2 hasta el borde posterior 3. El lado opuesto de la pala corresponde a éste. En este borde frontal y posterior 2, 3, la tira de un lado puede solaparse ligeramente con la tira del lado opuesto o puede disponerse otra tira delgada a lo largo del borde para cubrir la unión entre las tiras de manera similar a la descrita en referencia a las figuras 2 y 3 a continuación.

10

Tal como puede apreciarse en la figura 1, cada tira se superpone con una tira adyacente. En la figura 3 se muestra con más detalle la unión entre los dos. En la superficie inferior de cada tira se dispone adhesivo 4 y se adherirá a la superficie de la pala subyacente 5. En una parte de solapamiento, la tira 1 se adhiere a la superficie de la película termoplástica adyacente 6 tal como se muestra. En la figura 2 se muestra una alternativa en la que las tiras adyacentes 1, 1 quedan en contacto entre sí y otra tira 7 con adhesivo 8 del mismo material o uno similar discurre a lo largo de la unión. El grosor del material es tal que la parte superpuesta o las tiras delgadas no tienen un efecto significativo en el rendimiento de la pala. Como alternativa, la unión que se muestra en la figura 3 puede pintarse, por ejemplo, con una pintura PVDF y, de hecho, se trata de la preferencia actual.

15

20

Las tiras 1 se suministran en un rollo. Las tiras pueden tener un material de soporte que cubra el adhesivo que se desprenda antes de que la tira se aplique a la superficie de la pala. Sin embargo, no es necesario un material de soporte si la superficie superior de la película 1 es de un material que no se adhiere al adhesivo. Se desenrolla una cantidad adecuada y, si es necesario, se recorta a la forma correcta. Después se sopla aire caliente sobre la tira para que sea flexible y después se aplica a la superficie de la pala. La tira se adhiere inicialmente en una posición cercana a uno de los bordes 23 y se adhiere progresivamente a través de la pala con el operario teniendo cuidado de asegurarse de que no quede aire atrapado a medida que la película se adhiere progresivamente.

25

Las figuras 4A-E muestran varias configuraciones de las tiras que pueden aplicarse a una pala. Las palas pueden presentar la misma configuración de tiras en ambos lados, o pueden ser diferentes. Las tiras pueden discurrir a través de la pala (figura 4A), a lo largo de la pala (figura 4B) o en diagonal (figura 4C). Alternativamente, el extremo de la raíz de la pala, que tiene la mayor curvatura, puede presentar una configuración de las tiras diferente del resto de la pala. En la figura 4D, el extremo de la raíz de la pala está cubierto con varias tiras triangulares que convergen adyacentes al extremo de la raíz. Estas tiras ofrecen el mayor grado de conformidad con la curvatura de la pala y este ejemplo será más útil para un material relativamente no flexible. Sin embargo, en el ejemplo de la figura 4D, las tiras deben suministrarse previamente cortadas o bien, si se toman de un rollo, requieren una cantidad considerable de recorte y este ejemplo será más difícil de producir en la práctica. Como compromiso, el ejemplo de la figura 4E proporciona una conformidad razonablemente buena en las regiones curvas, pero las tiras pueden utilizarse desde un rollo con relativamente poco corte.

30

35

40

Los ejemplos de las figuras 5A a 5E son similares a los mostrados en las representaciones de la figura 4 correspondientes. La única diferencia es que el borde frontal está provisto de una tira protectora 1A. Ésta se extiende a ambos lados de la pala y, por lo tanto, proporciona una buena resistencia a la intemperie en el borde frontal donde más se necesita.

45

La preferencia actual es para la configuración que se muestra en la figura 5A ya que tiene una tira resistente a la intemperie 1A en el borde frontal, y también la disposición transversal de las tiras 1 asegura que las uniones entre tiras adyacentes se encuentren sustancialmente en la dirección de desplazamiento de la pala minimizando así cualquier turbulencia.

La naturaleza de la película termoplástica y el adhesivo se describirá ahora con mayor detalle con referencia a las figuras 6 y 7. La figura 6 es una sección transversal a través de la superficie de la pala y una primera película que consiste en una capa adhesiva 4 y una película termoplástica 6 que tiene una sola capa. La figura 7 es similar, excepto en que la película termoplástica 6 se ha separado en la capa superior 9 e inferior 10.

50

En todos los casos, la película termoplástica 6 tiene preferiblemente un grosor de entre 50 y 300 micras.

55

Para la capa única de la figura 4, la película termoplástica consiste preferiblemente en un 45,9% de fluoruro de polivinilideno, un 25,5% de PMMA, un 1,5% de estabilizadores y absorbentes de UV, un 1,5% de agente mateante y un 25,6% de pigmento inorgánico.

60

Para la doble capa de la figura 5, la capa superior consiste preferiblemente en un 52,8% de fluoruro de polivinilideno (del cual un 15% es HFP), un 22% PMMA, un 1,5% estabilizadores y absorbentes de UV, un 1,5% de agente mateante y un

ES 2 743 148 T3

22,2% de pigmento inorgánico para dar suficiente color y opacidad. La capa inferior consiste preferiblemente en un 22% de fluoruro de polivinilideno (del cual un 15% es HFP), un 52,8% de PMMA, un 1,5% de estabilizadores y absorbentes de UV, un 1,5% de agente mateante y un 22,2% de pigmento inorgánico para dar suficiente color y opacidad.

5 Para la doble capa de la figura 5, la capa superior tiene un grosor entre 5 y 295 micras y la capa inferior tiene un grosor entre 5 y 295 micras, siendo la capa superior preferiblemente entre 40 y 240 micras y la capa inferior preferiblemente entre 10 y 60 micras.

10 La película puede extruirse (en el caso del ejemplo de la figura 4) o coextruirse (en el caso del ejemplo de la figura 5) utilizando una extrusora que es bien conocida, por ejemplo, el tipo de coextrusora utilizada para fabricar ventanas de UPVC. El material extruido puede someterse después a un segundo tratamiento superficial tal como un rodillo frío para producir la falta de reflectancia de la superficie superior deseada. Después, la película también puede pasar preferiblemente a través de un segundo proceso para recubrir el adhesivo sobre la superficie inferior antes de enrollar la película en un rollo listo para el transporte.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala de aerogenerador, por lo menos un 50% de cuya superficie queda recubierta con una película termoplástica autoadhesiva para proporcionar una superficie lisa de la pala, en el que la película se aplica en una serie de tiras que discurren a través de la pala entre el borde frontal y posterior de la pala, o a lo largo de la pala o en diagonal, en el que la película termoplástica comprende una estructura de dos capas que tiene una capa exterior con propiedades mejoradas de resistencia a la intemperie en comparación con la capa interior.
- 10 2. Pala de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la película se aplica en una serie de tiras dispuestas para reducir la complejidad de la curvatura de cada tira.
3. Pala de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que el borde de una tira se solapa con el borde de una tira adyacente.
- 15 4. Pala de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que los bordes de tiras adyacentes no se solapan y la unión queda recubierta con una tira de película termoplástica adicional.
- 20 5. Pala de aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que los bordes de tiras adyacentes no se superponen y la unión se pinta con una pintura PVDF.
- 25 6. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la película termoplástica comprende por lo menos uno de un poliuretano alifático, un vinilo, un acrílico o un termoplástico fluorado.
- 30 7. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que toda la pala queda recubierta con el revestimiento de película.
8. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizada por el hecho de que la capa interior tiene propiedades de adhesión mejoradas en comparación con la capa exterior.
- 35 9. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizada por el hecho de que la capa interior y exterior incluyen fluoruro de polivinilideno (PVDF) y polimetil metacrilato (PMMA) presentando la capa exterior más PVDF que PMMA y presentando la capa interior más PMMA que PVDF.
- 40 10. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por el hecho de que las capas están coextruidas.
11. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la película termoplástica tiene un brillo inicial de menos de un 30% cuando se mide con un reflectómetro en un ángulo de 60° respecto a la superficie de la película.
- 45 12. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la película termoplástica tiene un grosor de menos de 300pm, o un grosor de entre 50 y 150pm.
13. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la película termoplástica es porosa de manera que es permeable al aire e impermeable al agua.
- 50 14. Pala de aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que el autoadhesivo es un adhesivo a base de acrílico o silicio.
- 55 15. Procedimiento para fabricar una pala de aerogenerador que comprende moldear el cuerpo de la pala y adherir una película termoplástica a por lo menos un 50% de la superficie del cuerpo para proporcionar una superficie de la pala lisa, y en el que la película se aplica en una serie de tiras que discurren a través de la pala entre el borde frontal y posterior de la pala, o a lo largo de la pala o en diagonal, y en el que la película termoplástica comprende una estructura de dos capas que tiene una capa exterior con propiedades de resistencia a la intemperie mejoradas en comparación con la capa interior.
- 60 16. Procedimiento para reparar una pala de aerogenerador que comprende adherir una película termoplástica a por lo menos un 50% de la superficie de un cuerpo de la pala desgastado para proporcionar una superficie de la pala lisa, en el que la película se aplica en una serie de tiras que discurren a través de la pala entre el borde frontal y posterior de la pala, a lo largo de la pala o en diagonal, y

ES 2 743 148 T3

en el que la película termoplástica comprende una estructura de dos capas que tiene una capa exterior con propiedades de resistencia a la intemperie mejoradas en comparación con la capa interior.

- 5 17. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, caracterizado por el hecho de que la película se aplica en una serie de tiras dispuestas para reducir la complejidad de la curvatura de cada tira.
18. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que el borde de una tira se solapa con el borde de una tira adyacente.
- 10 19. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que los bordes de la tira adyacente no se solapan y la unión se cubre con una tira de película termoplástica adicional.
- 15 20. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que los bordes de tiras adyacentes no se superponen y la unión se pinta con una pintura de PVDF.
- 20 21. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20, caracterizado por el hecho de que la película termoplástica se calienta poco antes y/o durante su aplicación al cuerpo de la pala.
22. Procedimiento de fabricación o reparación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 21 para producir una pala de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

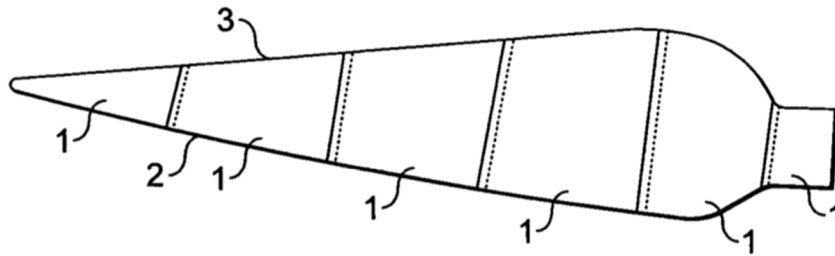


FIG. 1

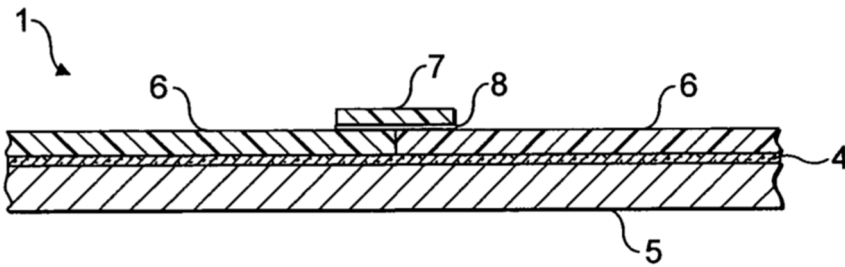


FIG. 2

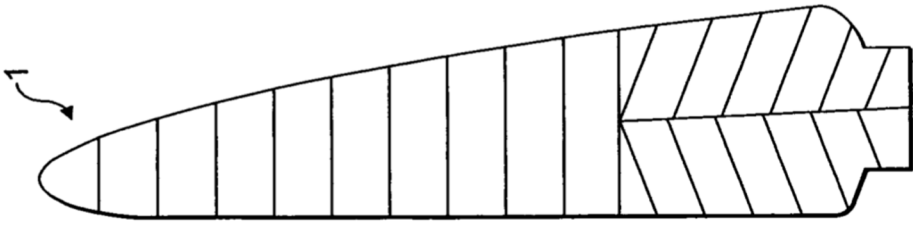


FIG. 4E

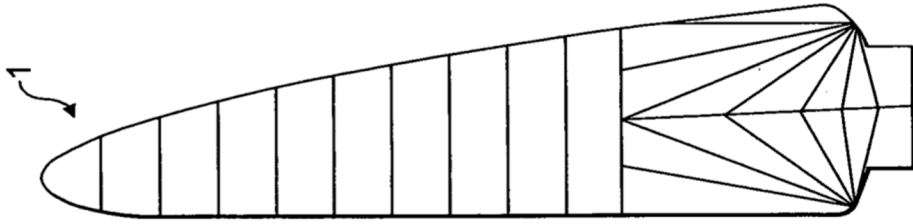


FIG. 4D

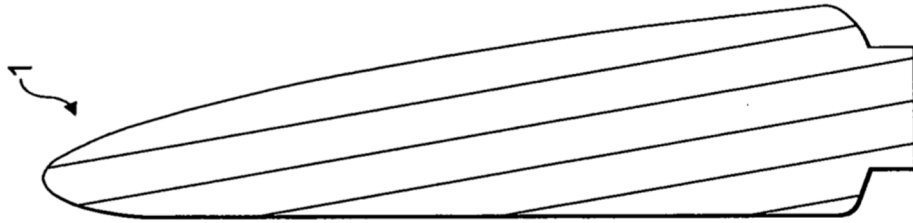


FIG. 4C

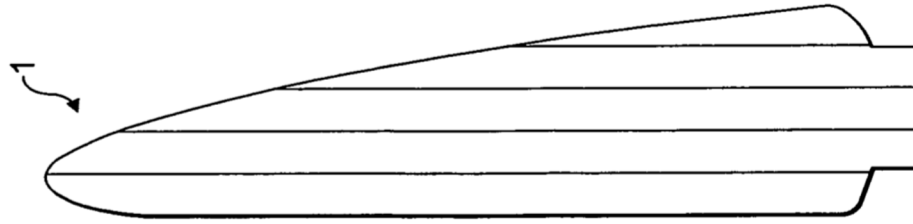


FIG. 4B

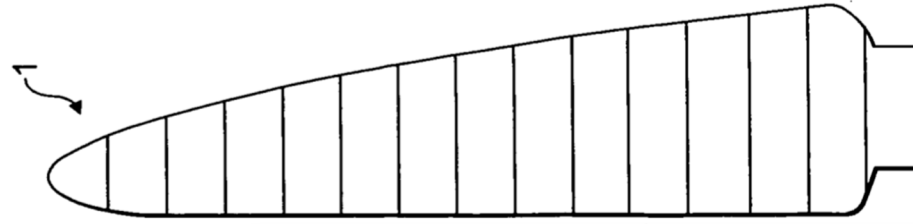


FIG. 4A

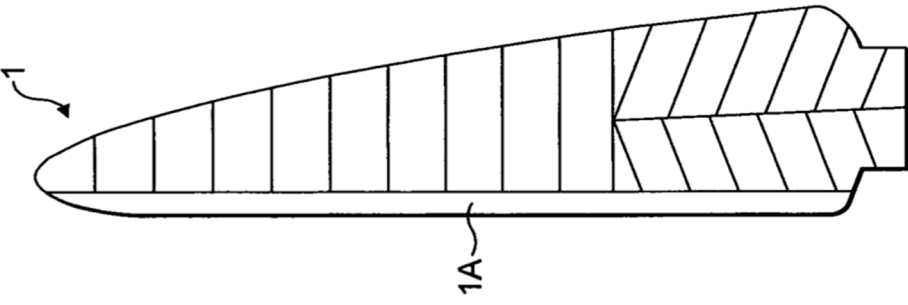


FIG. 5A

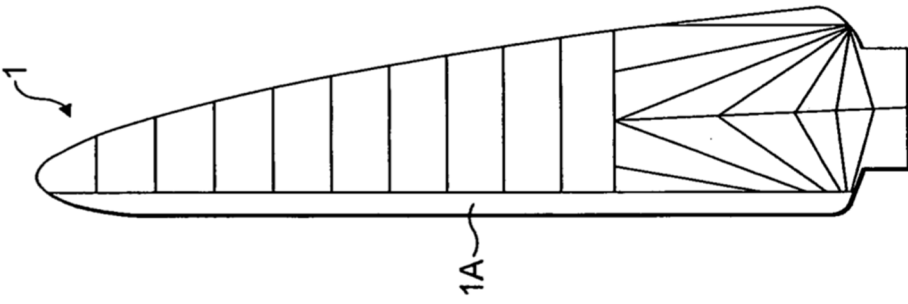


FIG. 5B

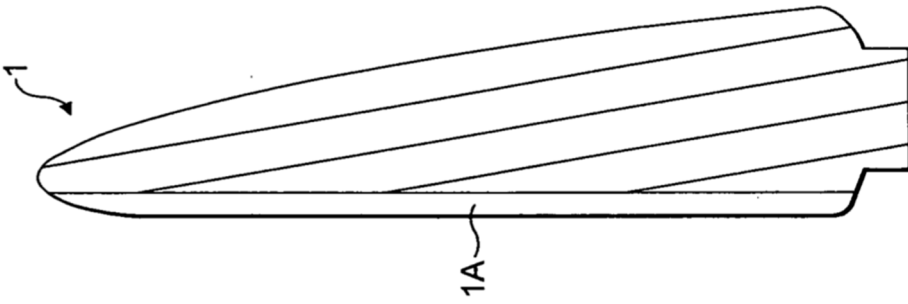


FIG. 5C

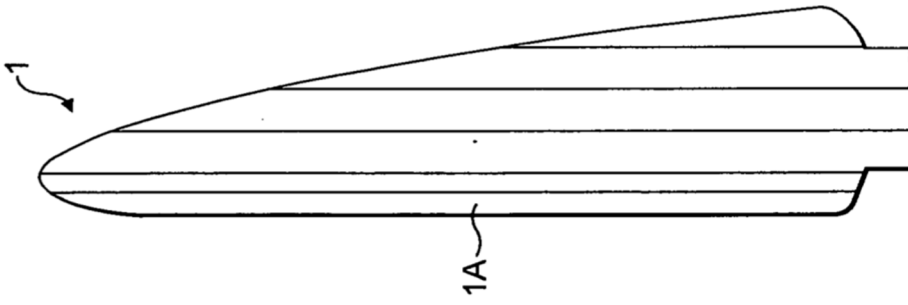


FIG. 5D

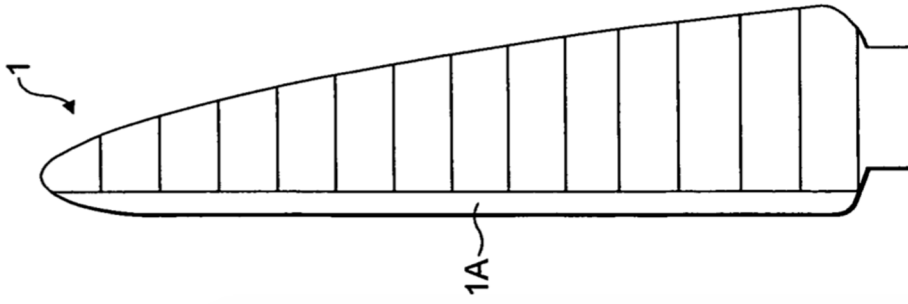


FIG. 5E

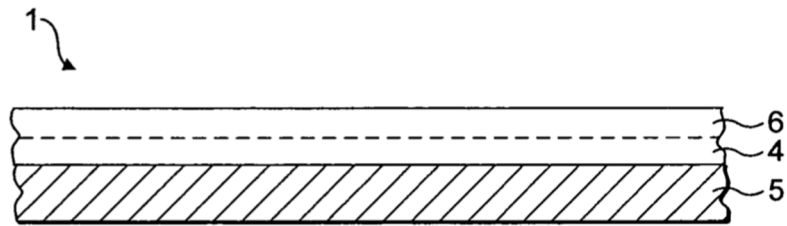


FIG. 6

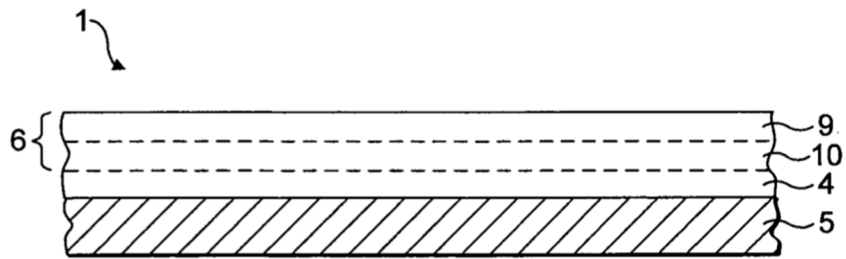


FIG. 7

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

10 **Documentos de patentes citados en la descripción**

- WO 2007140771 A [0003]
- WO 0066889 A [0003]
- JP 2006183598 A [0003]
- GB 0717690 A [0040] [0051]

15