



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 963**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)
B32B 27/08 (2006.01)
B64C 21/10 (2006.01)
F15D 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08747110 .8**
96 Fecha de presentación : **29.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2153065**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.02.2010**

54 Título: **Barrera protectora para pala de turbina.**

30 Prioridad: **30.04.2007 US 742220**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.05.2011

73 Titular/es: **SAINT-GOBAIN PERFORMANCE
PLASTICS CORPORATION
1199 Chillicothe Road
Aurora, Ohio 44202, US**

72 Inventor/es: **Verma, Gaurav y
Garreau, Vincent**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 358 963 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

Barrera protectora para pala de turbina

CAMPO DE LA DESCRIPCIÓN

5 Esta descripción se refiere, en general, a barreras protectoras para palas de turbina y a métodos para formar palas de turbina.

ANTECEDENTES

10 Las entidades productoras de energía están volviéndose, cada vez más, hacia fuentes de energía alternativas. En particular, las entidades productoras de energía se encaminan a la utilización de la energía eólica y la energía solar para generar electricidad. Con frecuencia, la energía eólica se produce empleando grandes turbinas agrupadas en un campo de generación de energía situado en regiones montañosas que experimentan la acción de fuertes vientos o en regiones costeras que experimentan ciclos de viento diarios.

El documento WO 2005 092586 A se considera como la técnica anterior más parecida al objeto de las reivindicaciones 1 y 9.

15 A pesar de los avances registrados en el diseño de las palas de turbina, sigue existiendo la necesidad de diseños mejorados que incluyan recubrimientos protectores mejorados para palas de turbina y de métodos para formar tales palas de turbina.

SUMARIO

20 En una realización particular, un método de fabricar una pala de turbina incluye proporcionar una película multicapa de polímero. La película multicapa de polímero incluye una primera capa que incluye un adhesivo de base acrílica, una segunda capa dispuesta sobre la primera capa, y una tercera capa dispuesta sobre la segunda capa. La segunda capa incluye una mezcla de polímero acrílico y fluoropolímero. La tercera capa tiene, al menos, una parte con una superficie lisa. La tercera capa incluye un fluoropolímero. El método incluye, además, estratificar la película multicapa de polímero sobre, al menos, parte de una pieza de trabajo de pala de turbina. La primera capa está en contacto con la pieza de trabajo de la pala de turbina.

25 En otra realización ilustrativa, una pala de turbina incluye una pala que tiene un borde de salida y un borde de ataque, y una película multicapa de polímero dispuesta sobre, al menos, parte de la pala. La película multicapa de polímero incluye una primera capa que incluye un adhesivo de base acrílica, una segunda capa, dispuesta sobre la primera capa, y una tercera capa dispuesta sobre la segunda capa. La segunda capa incluye una mezcla de un polímero acrílico y un fluoropolímero. La tercera capa tiene una superficie lisa e incluye un fluoropolímero.

30 En otra realización ilustrativa, una pala de turbina incluye una pala que tiene un borde de salida y un borde de ataque y que tiene una superficie frontal y una superficie trasera. La pala de turbina incluye, también, una película multicapa de polímero dispuesta sobre parte de la pala. La parte de la pala se extiende desde un primer punto situado en la superficie trasera, por el borde de ataque, hasta un segundo punto situado en la superficie frontal de la pala. El primer punto está situado a una distancia no mayor que la mitad de la distancia existente, a lo largo de la superficie trasera, entre el borde de ataque y el borde de salida. El segundo punto está situado a una distancia no mayor que la mitad de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida, a lo largo de la superficie frontal. La película multicapa de polímero incluye una primera capa que incluye un adhesivo de base acrílica. La primera capa está dispuesta sobre la pala. La película multicapa de polímero incluye, también, una segunda capa dispuesta sobre la primera capa. La segunda capa incluye una mezcla de un polímero acrílico y un fluoropolímero. La película multicapa de polímero incluye, además, una tercera capa dispuesta sobre la segunda capa. La tercera capa incluye un primer fluoropolímero.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente descripción podrá comprenderse mejor y sus numerosas características y ventajas les resultarán evidentes a los expertos en la técnica, al hacer referencia a los dibujos adjuntos.

45 La fig. 1 y la fig. 2 incluyen representaciones de realizaciones ilustrativas de películas multicapa.

La fig. 3 y la fig. 4 incluyen representaciones en vista en sección transversal de palas de turbina ilustrativas.

La fig. 5 incluye la representación de un diagrama de proceso de un método ilustrativo para formar una pala de turbina.

El uso de los mismos símbolos de referencia en figuras diferentes indica elementos idénticos o similares.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 En una realización, una pala de turbina incluye una pala que tiene un borde de ataque y un borde de salida. La pala de turbina incluye, también, una película multicapa de polímero dispuesta sobre, al menos, parte de la

superficie exterior de la pala. La película multicapa de polímero incluye una primera capa dispuesta sobre parte de la superficie de la pala. La primera capa incluye un adhesivo acrílico. La película multicapa de polímero incluye, también, una capa intermedia dispuesta sobre la primera capa. Además, la película multicapa de polímero incluye una tercera capa dispuesta sobre la capa intermedia. La capa intermedia y la tercera capa pueden incluir un fluoropolímero. La tercera capa tiene una superficie lisa, libre de características superficiales. En particular, la superficie lisa puede tener una rugosidad (Rz) no mayor de 10 micrómetros.

En una realización particular, la película de polímero puede estar dispuesta sobre parte de la superficie que se extiende desde el borde de ataque hasta un punto situado a una distancia no mayor que la mitad del camino entre el borde de ataque y el borde de salida. Por ejemplo, la película multicapa de polímero puede extenderse en el lado frontal desde el borde de ataque hasta un punto situado a medio camino entre el borde de ataque y el borde de salida o puede extenderse sobre el reverso de la pala, desde el borde de ataque hasta un punto a medio camino entre el borde de ataque y el borde de salida. En particular, la película multicapa de polímero puede extenderse desde un punto situado en el lado frontal de la pala, a una distancia no mayor que la mitad del camino entre el borde de ataque y el borde de salida, sobre el borde de ataque, hasta un punto situado en el reverso de la pala, a una distancia no mayor que la mitad del camino entre el borde de ataque y el borde de salida.

En otra realización, un método para fabricar una pala de turbina incluye proporcionar una película multicapa de polímero que tiene una primera capa, una capa intermedia y una tercera capa. El método puede incluir, además, estratificar la película multicapa de polímero sobre una superficie de la pala, tal como estratificar la película de manera que se extienda desde un punto situado a una distancia no mayor que la mitad del camino entre el borde de ataque y el borde de salida de la pala en el lado frontal, en torno al borde de ataque, hasta un segundo punto situado a una distancia no mayor que la mitad del camino entre el borde de ataque y el borde de salida de la pala, en el reverso de la pala.

En una realización ilustrativa, la película multicapa incluye una capa de superficie exterior formada de un fluoropolímero e incluye una capa adhesiva en una superficie opuesta de la película. Como se ilustra en la fig. 1, una película 100 multicapa de polímero puede incluir una capa exterior 106 dispuesta sobre una capa intermedia 104 que está dispuesta sobre una capa interior 102. Si bien se ilustra una configuración de tres capas, que incluye las capas 102, 104 y 106, puede utilizarse una película multicapa que incluya tres, cuatro, cinco o más capas. En particular, la capa intermedia 104 puede ser reemplazada por múltiples capas.

En una realización particular, la película multicapa es una película de tres capas de las que la capa exterior 106 está directamente en contacto con la capa intermedia 104 y la capa intermedia 104 está directamente en contacto con la capa interior 102. En particular, la capa exterior 106 puede adherirse directamente a la capa intermedia 104, sin la intervención de adhesivos, y la capa intermedia 104 puede ponerse directamente en contacto y adherirse directamente con la capa interior 102, sin la intervención de adhesivos.

En una realización ilustrativa, la capa exterior 106 incluye un fluoropolímero. Un fluoropolímero ilustrativo puede estar formado por un homopolímero, un copolímero, un terpolímero o una mezcla de polímeros formada por un monómero, tal como tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno, clorotrifluoroetileno, trifluoroetileno, fluoruro de vinilideno, fluoruro de vinilo, perfluoro(propil vinil éter), perfluoro(metil vinil éter) o cualquier combinación de los mismos. Un fluoropolímero ilustrativo incluye un copolímero fluorado de etileno propileno (FEP), un copolímero de tetrafluoroetileno y perfluoro(propil vinil éter) (PFA), un copolímero de tetrafluoroetileno y perfluoro(metil vinil éter) (MFA), un copolímero de etileno y tetrafluoroetileno (ETFE), un copolímero de etileno y clorotrifluoroetileno (ECTFE), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) un terpolímero que incluya tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno y fluoruro de vinilideno (THV) o cualquier mezcla o aleación de los mismos. Por ejemplo, el fluoropolímero puede incluir FEP. En otro ejemplo, el fluoropolímero puede incluir PVDF. En una realización ilustrativa, el fluoropolímero puede ser un polímero reticulable mediante radiación, tal como un rayo de electrones. Un fluoropolímero reticulable ilustrativo puede incluir ETFE, THV, PVDF o cualquier combinación de los mismos. Una resina de THV ilustrativa está disponible de Dyneon 3M Corporation, de Minneapolis, Minnesota, EE.UU. Un polímero de ECTFE está disponible de Ausimont Corporation (Italia) con el nombre comercial de Halar. Otros fluoropolímeros utilizados en este documento pueden obtenerse de Daikin (Japón) y de DuPont (EE.UU.). En particular, los fluoropolímeros de FEP están comercialmente disponibles a partir de Daikin, tal como el NP-12X. Un ejemplo de PVDF está comercialmente disponible con el nombre comercial de Kynar.

En particular, la capa exterior 106 puede ser una mezcla de fluoropolímeros con otro polímero. Por ejemplo, la capa exterior 106 puede incluir una mezcla de fluoropolímero con un polímero acrílico. Un polímero acrílico puede estar formado por un monómero que tenga un grupo alcoholilo con entre 1 y 4 átomos de carbono, un grupo glicidilo o un grupo hidroxialcoholilo con entre 1 y 4 átomos de carbono. Polímeros acrílicos representativos incluyen poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de etilo), poli(metacrilato de butilo), poli(metacrilato de glicidilo) poli(metacrilato de hidroxietilo), poli(acrilato de metilo), poli(acrilato de etilo), poli(acrilato de butilo), poli(acrilato de glicidilo), poli(acrilato de hidroxietilo) y mezclas de los mismos.

El polímero acrílico puede ser, por ejemplo, un polímero acrílico de calidad resistente al impacto o modificado para soportar impactos. Los polímeros acrílicos modificados para soportar impactos comprenden, en general, un copolímero de monómeros de monómeros acrílicos con una cantidad efectiva de comonómero adecuado

o una fracción de injerto para conseguir la resistencia al impacto y el módulo elástico deseados. Pueden utilizarse un elastómero acrílico, denominado a veces caucho de acrilato, caucho de poliacrilato, elastómero poliacrílico o "ACM" y que tiene una composición basada en una mezcla de un poliacrilato y un polimetacrilato, un poliacrilato y un copolímero de metacrilato de etileno ("EMAC") (tal como EMAC 2260, de Chevron Chemicals) o un poliacrilato y un butilacrilato de etileno ("EBAC"). Alternativamente, un polímero acrílico termoplástico modificado para soportar impactos puede consistir en una mezcla de un polímero acrílico vítreo transparente, tal como un copolímero plástico de etileno y un compuesto de ácido carboxílico seleccionado de entre ácido acrílico, ácido metacrílico y mezclas de los mismos con, por ejemplo, componentes elastómeros.

En una realización, el polímero acrílico modificado para soportar impactos puede incluir partículas finas del elastómero dispersadas uniformemente en el copolímero plástico. El polímero acrílico de calidad resistente al impacto, puede comprender mezclas de termoplásticos transparentes templadas preparadas mezclando del 10 al 99 por ciento en peso de un copolímero de bloques; de 0,1 a 1 por ciento en peso de caucho en partículas, con un tamaño de partículas de desde 0,1 a 10 micras; siendo el resto un polímero vítreo transparente. Otra técnica adecuada para fabricar polímeros acrílicos modificados para soportar impactos hace uso de un producto "núcleo/envuelta", tal como la resina Atofina DR-101. En general se trata de partículas de polímeros que tienen un núcleo de un polímero rodeado por una envuelta de otro polímero. El núcleo puede ser un componente plástico o elastómero y la envuelta será lo contrario, es decir, un componente elastómero o plástico. Las partículas con núcleo/envuelta son alimentadas a un aparato mezclador en fusión, tal como un extrusor en fusión, en el que los dominios de núcleo y de envuelta se mezclan en la fase fundida para formar una mezcla homogénea a escala mucho menor y, a partir del extrudido de esta mezcla homogénea, se forma una película.

En una realización ilustrativa, la capa exterior 106 incluye, al menos, un 70% en peso de fluoropolímero. Por ejemplo, la capa exterior 106 puede incluir, al menos, un 85% en peso de fluoropolímero, tal como al menos un 90% en peso de fluoropolímero o, incluso, un 100% en peso de fluoropolímero.

Además, la capa exterior 106 puede incluir una carga tal como una carga inorgánica que incluya, por ejemplo, sílice, alúmina, silicato de alúmina, dióxido de titanio, dióxido de zirconio, óxido de cerio o cualesquiera combinaciones de los mismos. En particular, la capa exterior 106 puede incluir la carga en una cantidad de desde 5 por ciento en peso a 30 por ciento en peso, aproximadamente.

En particular, la capa exterior 106 puede ser lisa, por ejemplo al estar libre de características de ingeniería en su superficie. Por ejemplo, la capa exterior 106 puede tener una rugosidad superficial (Rz) no mayor que, aproximadamente, 10 micrómetros, tal como de no más de unos 5 micrómetros o, incluso, no mayor que, aproximadamente, 1 micrómetro. En un ejemplo particular, la rugosidad superficial puede que no sea mayor que unos 500 nanómetros.

En una realización ilustrativa, la capa exterior 106 tiene un grosor de desde unas 5 micras hasta unas 250 micras. Por ejemplo, la capa exterior 106 puede tener un grosor de desde unas 12,5 micras a unas 125 micras, tal como desde unas 25 micras hasta unas 50 micras. En particular, la capa exterior 106 constituye no más de, aproximadamente, un 20 por ciento en volumen de la película multicapa, tal como no más de, aproximadamente, el 10 por ciento en volumen o, incluso, no más de, aproximadamente, el 5 por ciento en volumen, de la película multicapa.

La capa intermedia 104 se encuentra, generalmente, entre la capa exterior 106 y la capa adhesiva o capa interior 102. En una realización ilustrativa, la capa intermedia 104 incluye un fluoropolímero. Por ejemplo, la capa intermedia 104 puede contener el mismo fluoropolímero que se utilice en la capa exterior 106. Alternativamente, para formar la capa intermedia 104 puede utilizarse un fluoropolímero diferente. La capa intermedia 104 puede incluir una mezcla de un fluoropolímero y un polímero acrílico. Generalmente, la capa intermedia 104 incluye, al menos, un 30 por ciento en peso de fluoropolímero, tal como, al menos, un 50 por ciento en peso o, al menos, un 60 por ciento en peso del fluoropolímero. En particular, la capa intermedia 104 puede incluir al menos un 70 por ciento de fluoropolímero. Además, la capa intermedia puede incluir no más de, aproximadamente, un 70 por ciento en peso de un polímero acrílico. Por ejemplo, la capa intermedia 104 puede incluir no más de, aproximadamente, un 40 por ciento, tal como no más de, aproximadamente, el 30 por ciento, de un polímero acrílico. Además, la capa intermedia puede incluir, al menos, aproximadamente un 1 por ciento de polímero acrílico, tal como, al menos, un 5 por ciento, al menos un 10 por ciento o, incluso, al menos un 15 por ciento del polímero acrílico.

En una realización alternativa, la capa intermedia 104 puede incluir una mezcla de polímero acrílico y otros componentes. Por ejemplo, la capa intermedia 104 puede incluir al menos un 70% en peso del polímero acrílico, tal como polímero acrílico de calidad resistente al impacto. En una realización ilustrativa, la capa intermedia 104 puede incluir, al menos, un 75%, por lo menos un 80%, al menos un 85% o, al menos un 90% de polímero acrílico de calidad resistente al impacto. La capa intermedia 104 puede incluir, también, otros componentes tales como el fluoropolímero. Por ejemplo, la capa intermedia 104 puede incluir no más de, aproximadamente, el 30% en peso de PVDF, copolímero de PVDF o mezcla de los mismos. En otra realización ilustrativa, la capa intermedia 104 puede incluir no más de, aproximadamente, el 25%, no más de, aproximadamente, el 20%, no más de, aproximadamente, el 15% o no más de, aproximadamente, el 10% en peso de PVDF. En una realización, la capa intermedia 104 consiste, esencialmente, en polímero acrílico.

Además, la capa intermedia 104 puede incluir cargas, colorantes, pigmentos, agentes absorbedores de la radiación ultravioleta, antioxidantes, agentes para asistencia en el tratamiento o cualquier combinación de los mismos. En particular, la capa intermedia 104 puede incluir un agente absorbedor de la radiación ultravioleta, tal como Tenuvin®, disponible de Ciba Specialty Chemicals. Alternativamente, en una o más de las capas 102, 104 y 106, puede incluirse un agente absorbedor de la radiación ultravioleta.

En una realización ilustrativa, la capa intermedia 104 tiene un grosor de, al menos, unas 25 micras, tal como desde unas 25 micras a unas 1000 micras, o desde unas 50 micras a unas 500 micras o, incluso desde unas 100 micras a unas 400 micras. En general, la capa intermedia 104 constituye, al menos, un 40 por ciento en volumen de la película multicapa.

En una realización ilustrativa, la capa adhesiva o capa interior 102, está formada de un polímero adhesivo. En particular, el polímero adhesivo puede ser un polímero sensible a la presión o un polímero de unión por calor. Por ejemplo, el polímero adhesivo puede ser un polímero acrílico, tal como un polímero acrílico sensible a la presión. En particular, el adhesivo está configurado para unirse a superficies metálicas. Alternativamente, el adhesivo puede ofrecer resistencia al desprendimiento cuando está unido a superficies recubiertas, tales como superficies metálicas recubiertas con barniz o con resina epoxídica.

En una realización particular, la capa interior 102 tiene un grosor de desde unas 5 micras a unas 125 micras, tal como desde unas 12,5 micras a unas 50 micras. En general, la capa interior 102 constituye no más de, aproximadamente, el 20 por ciento en volumen de la película multicapa. Por ejemplo, la capa interior 102 puede constituir no más de, aproximadamente, el 10 por ciento de la película multicapa, tal como no más de, aproximadamente, el 5 por ciento de ella.

El grosor total de la película puede ser de entre 35 micras y 1500 micras, tal como de entre 40 micras y 1000 micras. En otro ejemplo, el grosor total de la película puede estar en el intervalo comprendido entre, aproximadamente, 35 micras y, aproximadamente, 400 micras, tal como entre unas 35 micras y unas 100 micras.

En general, la capa exterior 106 de la película multicapa 100 tiene una superficie lisa en, al menos, parte de la película. Alternativamente, partes de la superficie pueden presentar un diseño, mientras que otras son lisas. Por ejemplo, la superficie exterior de la película multicapa puede estar configurada para tener una superficie lisa en una región configurada para quedar dispuesta sobre una parte de borde de ataque de una pala para una turbina de molino eólico. En tal ejemplo, la superficie exterior puede tener un diseño que reduzca la resistencia aerodinámica en las regiones configuradas para cubrir una parte del borde de salida de una pala de turbina para molino eólico.

Por ejemplo, la fig. 2 incluye una ilustración de una película multicapa de polímero que tiene, al menos, tres capas, una capa interior 202, una capa intermedia 204 y una capa exterior 206. En una región media 208 de la capa exterior 206, la superficie de la capa exterior es lisa, con un bajo valor de rugosidad (Rz). Una o más regiones de borde 210 de la superficie pueden tener un diseño, tal como un diseño que reduzca la resistencia aerodinámica, dispuesto en ellas. Dicha o dichas regiones 210 de borde pueden tener un valor (Rz) de rugosidad superficial de, al menos, 50 micras, tal como de, al menos, 60 micras o, incluso de al menos unas 100 micras. Cuando se estratifica sobre una pala, tal como una pala de turbina para molino eólico, las regiones 210 reductoras de la resistencia aerodinámica, se aplican sobre una parte de borde de salida, mientras que la región 208 de superficie lisa se aplica sobre una parte de borde de ataque.

Por ejemplo, una pala 300 de turbina para molino eólico ilustrada en la fig. 3 puede incluir una cara frontal 302 y una cara trasera 304. Además, la pala 300 puede incluir una parte 306 de borde de ataque situada más cerca de un borde de ataque 310 de la pala 300. Además, la pala 300 puede incluir una parte 308 de borde de salida situada más cerca de un borde de salida 312. Como se ilustra, la parte 306 de borde de ataque y el borde de salida 308 están divididos por una línea mediana 314.

En la realización ilustrada en la fig. 3, una película 316 de superficie lisa está dispuesta sobre, al menos, parte de la región 306 de borde de ataque. En particular, la película 316 de superficie lisa puede extenderse por cualquier cara (302 o 304) a lo largo de la superficie de la pala 300, desde el borde de ataque 310 hasta un punto situado no más lejos del meridiano 314. Por ejemplo, la película multicapa 316 de superficie lisa puede extenderse a lo largo de cualquier cara (302 o 304) de la pala 300, desde el borde de ataque 310 hasta un punto situado a una distancia no mayor que la mitad de camino entre el borde de ataque 310 y el borde de salida 312. Además, la película multicapa 316 de superficie lisa puede extenderse desde el borde de ataque 310 hasta un punto situado a una distancia no mayor que 1/3 de la distancia existente entre el borde de ataque 310 y el borde de salida 312, tal como no mayor de 1/4 de la distancia.

Si bien la película multicapa se ilustra extendiéndose hasta el meridiano 314 desde el borde de ataque 310 a lo largo de la superficie frontal 302 y la superficie trasera 304, la película 316 puede extenderse en una distancia, a lo largo de la cara frontal 302, diferente de la distancia en que se extiende a lo largo de la cara trasera 304. Por ejemplo, la película puede extenderse a lo largo de la superficie frontal 302 en una distancia igual a la mitad del camino entre el borde de ataque 310 y el borde de salida 312, mientras que la película 316 se extiende a lo largo de la cara trasera 304 en, aproximadamente, 1/3 de la distancia existente entre el borde de ataque 310 y el borde de salida 312.

5 En una realización ilustrativa representada en la fig. 4, la película 416 puede incluir una región 418 de superficie lisa y una región 420 de superficie con diseño. Por ejemplo, la región 418 de superficie lisa de la película 416 se extiende a lo largo del borde de ataque hasta, al menos, 1/4 de la distancia existente entre el borde de ataque 410 y el borde de salida 412 a lo largo de la superficie frontal y de la superficie trasera, 402 y 404, de la pala 400. En particular, la región 418 de superficie lisa puede extenderse sobre la región 406 del borde de ataque hasta un punto no más alejado que el meridiano 414, cuando se mira desde el borde de ataque 410. Como tal, una parte 420 de superficie con diseño de la película 416 puede extenderse sobre, al menos, el borde de salida de la región 408 de la pala 400.

10 Para formar una pala de turbina, una película multicapa de polímero con una superficie lisa en, al menos, parte de la superficie de la película multicapa de polímero, puede estratificarse sobre una pala para formar la pala de turbina. En un método ilustrativo representado en la fig. 5, una pala se limpia y se trata como preparación para la estratificación de la película multicapa, como se ilustra en 502. Por ejemplo, la pala puede limpiarse con una solución de agente tensioactivo o un disolvente. En particular, la pala puede limpiarse con una solución acuosa o una solución a base de alcohol. En otra realización ilustrativa, la pala puede tener una superficie tratada. Por ejemplo, la superficie de la pala puede estar tratada mediante descargas Corona, recubrirse mediante pulverización con agentes de acoplamiento o hacerse rugosa para mejorar la adherencia de la película multicapa de polímero. En una realización particular, basta con una limpieza con una solución acuosa para conseguir una adherencia adecuada de la película multicapa de polímero a la pala.

20 Una vez preparada la pala, se puede estratificar la película multicapa de polímero sobre la pala, como se ilustra en 504. Por ejemplo, una capa adhesiva de la película multicapa puede ser presionada contra la superficie de la pala para facilitar la unión por presión de la película multicapa a la pala. En otro ejemplo, la película multicapa puede estratificarse con calor sobre la pala. Por ejemplo, la pala puede ser calentada o, alternativamente, se pueden soplar gases calientes tales como aire caliente sobre la película a medida que se la estratifica sobre la pala. Además, una vez estratificada, la pala y la película pueden calentarse moderadamente para facilitar la ulterior unión de la película multicapa de polímero a la pala.

25 Una vez adherida a la pala la película estratificada, aquella puede instalarse en un sistema de turbina, como se ilustra en 506. Por ejemplo, la pala puede instalarse en un gran sistema de molino eólico para generación de electricidad.

30 En particular, la película multicapa de polímero puede estratificarse sobre una pala de tal modo que la película multicapa de polímero tenga una superficie lisa que se extienda hasta un punto situado a una distancia no mayor que la mitad del camino desde el borde de ataque de la pala hasta el borde de salida de la pala. Como tal, la pala incluye una película de superficie lisa sobre, al menos, parte de la región de borde de ataque de la pala. Además, partes de superficie dotadas de diseño de la película multicapa pueden estratificarse a una parte de borde de salida de la pala.

35 Realizaciones particulares de la pala de turbina presentan, ventajosamente, un comportamiento energético mejorado. En particular, realizaciones de la pala de turbina antes mencionada consiguen una producción de energía mejorada durante períodos de fuerte viento que siguen a períodos con viento débil. Por ejemplo, realizaciones de la pala de turbina pueden hacer posible una mayor producción de energía durante períodos de fuerte viento que siguen a períodos de viento débil cuando las palas no experimentan precipitación entre el período de viento débil y el período de viento fuerte.

40 En contraste, las palas de la técnica anterior pueden experimentar una acumulación de desechos al cambiar las condiciones del viento. Por ejemplo, la publicación PCT WO 2004/060662 A1 y la patente norteamericana 7.070.850 describen el uso de películas de fluoropolímeros que tienen una superficie reductora de la resistencia aerodinámica ilustrada como un diseño de crestas. En un ejemplo, las crestas tienen una altura de pico de 62,5 micras, con una separación entre picos de 62,5 micras y un ángulo entre crestas adyacentes de 53°. Sin embargo, tales películas pueden contribuir a la acumulación de desechos y, en particular, las superficies ilustradas pueden contribuir a atrapar o arrastrar desechos, siendo la causa de una salida de potencia máxima reducida durante períodos de viento fuerte seguidos por períodos de viento débil.

REIVINDICACIONES

1. Una pala de turbina, que comprende:
 una pala que tiene un borde de salida y un borde de ataque; y
 una película multicapa de polímero dispuesta sobre, al menos, parte de la pala, cuya pala de turbina se caracteriza porque la película multicapa de polímero comprende:
 una primera capa (102) que incluye un adhesivo de base acrílica;
 una segunda capa (104) dispuesta sobre la primera capa (102), comprendiendo la segunda capa (104) una mezcla de un polímero acrílico y un fluoropolímero; y
 una tercera capa (106) dispuesta sobre la segunda capa (104), teniendo la tercera capa una superficie lisa e incluyendo un fluoropolímero.
2. La pala de turbina de la reivindicación 1, en la que la tercera capa de la película multicapa tiene una rugosidad superficial (Rz) no mayor de unos 10 micrómetros.
3. La pala de turbina de la reivindicación 2, en la que la rugosidad superficial (Rz) no es mayor que unos 5 micrómetros.
4. La pala de turbina de la reivindicación 3, en la que la rugosidad superficial (Rz) no es mayor que 1 micrómetro, aproximadamente.
5. La pala de turbina de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la tercera capa (106) de la película multicapa incluye, al menos, el 70% en peso, aproximadamente, del fluoropolímero.
6. La pala de turbina de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que dicha al menos una parte de la pala se extiende a través del borde de ataque de la pala, hasta puntos primero y segundo situados a una distancia no mayor que la mitad de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida, a lo largo de una cara frontal y una cara trasera de la pala, respectivamente.
7. La pala de turbina de la reivindicación 6, en la que dicha al menos una parte de la pala se extiende a través del borde de ataque de la pala hasta los puntos primero y segundos, situados a una distancia no mayor que un tercio de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida a lo largo de la cara frontal y la cara trasera de la pala, respectivamente.
8. La pala de turbina de la reivindicación 6, en la que dicha al menos una parte de la pala se extiende a través del borde de ataque de la pala hasta los puntos primero y segundo situados a una distancia no mayor que la cuarta parte de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida, a lo largo de la cara frontal y la cara trasera de la pala, respectivamente.
9. Un método de fabricar una pala de turbina, cuyo método comprende:
 proporcionar una película multicapa de polímero, que comprende:
 una primera capa (102) que incluye un adhesivo de base acrílica;
 una segunda capa (104) dispuesta sobre la primera capa (102), incluyendo la segunda capa (104) una mezcla de un polímero acrílico y un fluoropolímero; y
 una tercera capa (106) dispuesta sobre la segunda capa (104), teniendo la tercera capa (106) una parte con una superficie lisa, incluyendo la tercera capa un fluoropolímero; y
 estratificar la película multicapa de polímero sobre, al menos, parte de una pieza de trabajo de una pala de turbina, encontrándose la primera capa en contacto con la pieza de trabajo de la pala de turbina.
10. El método de la reivindicación 9, en el que la pieza de trabajo de la pala de turbina incluye un borde de ataque y un borde de salida, y en el que la estratificación de la película multicapa de polímero sobre, al menos, parte de la pieza de trabajo de la pala de turbina, incluye estratificar la película multicapa de polímero sobre el borde de ataque para extenderla hasta un punto situado a una distancia no mayor que la mitad de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida.
11. El método de la reivindicación 10, en el que la estratificación de la película multicapa de polímero sobre, al menos, parte de la pieza de trabajo de la pala de turbina, incluye estratificar la película multicapa de polímero sobre el borde de ataque y extenderla hasta un punto situado a una distancia no mayor que la tercera parte de la distancia existente entre el borde de ataque y el borde de salida.
12. El método de la reivindicación 10, en el que la estratificación de la película multicapa de polímero incluye estratificar dicha al menos una parte de la tercera capa superpuesta al borde de ataque.

13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que la estratificación incluye estratificación con calor.

14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que la tercera capa de la película multicapa de polímero incluye, al menos, un 70% en peso del fluoropolímero.

5 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-14, en el que el fluoropolímero es poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF).

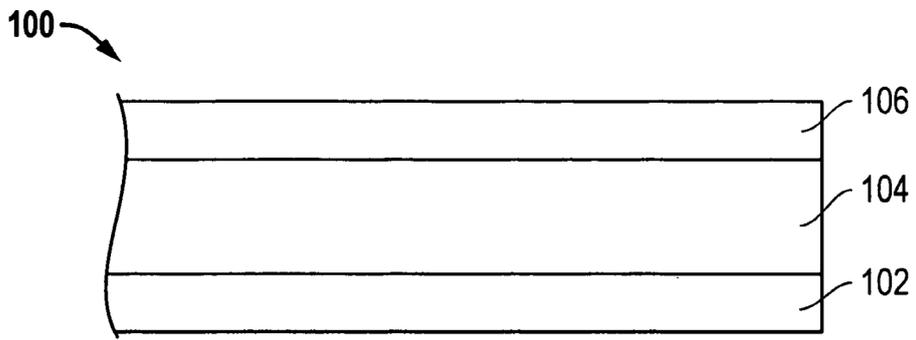


FIG. 1

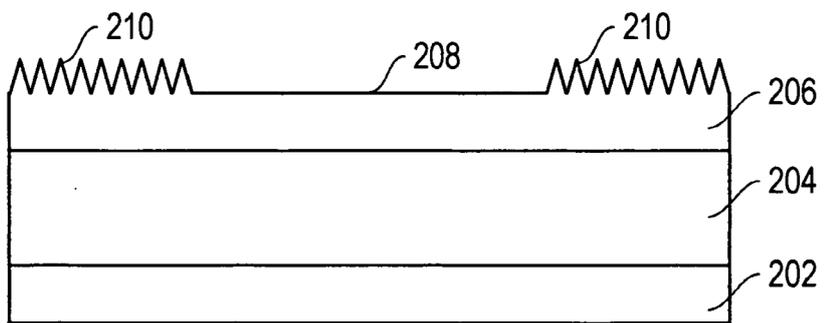


FIG. 2

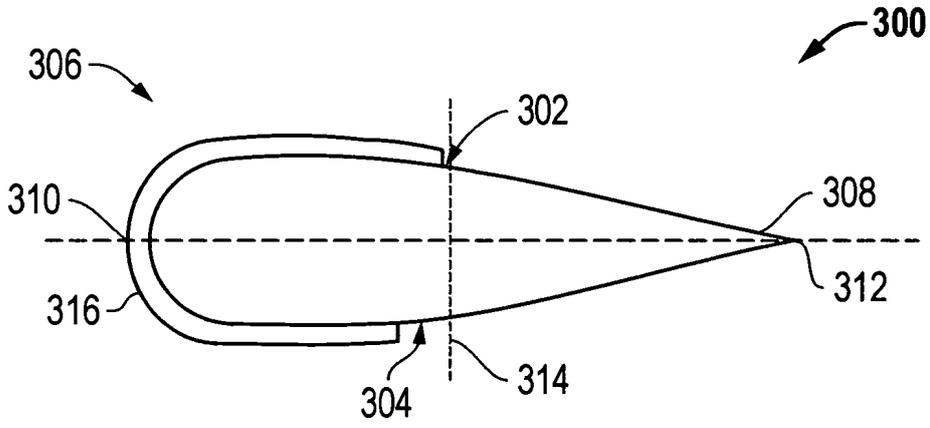


FIG. 3

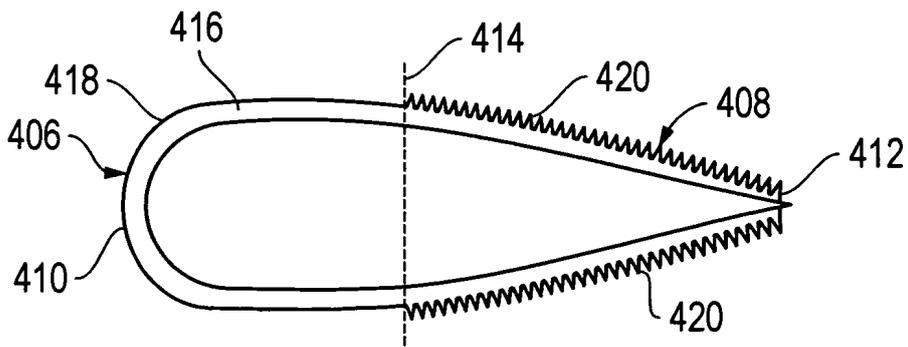


FIG. 4

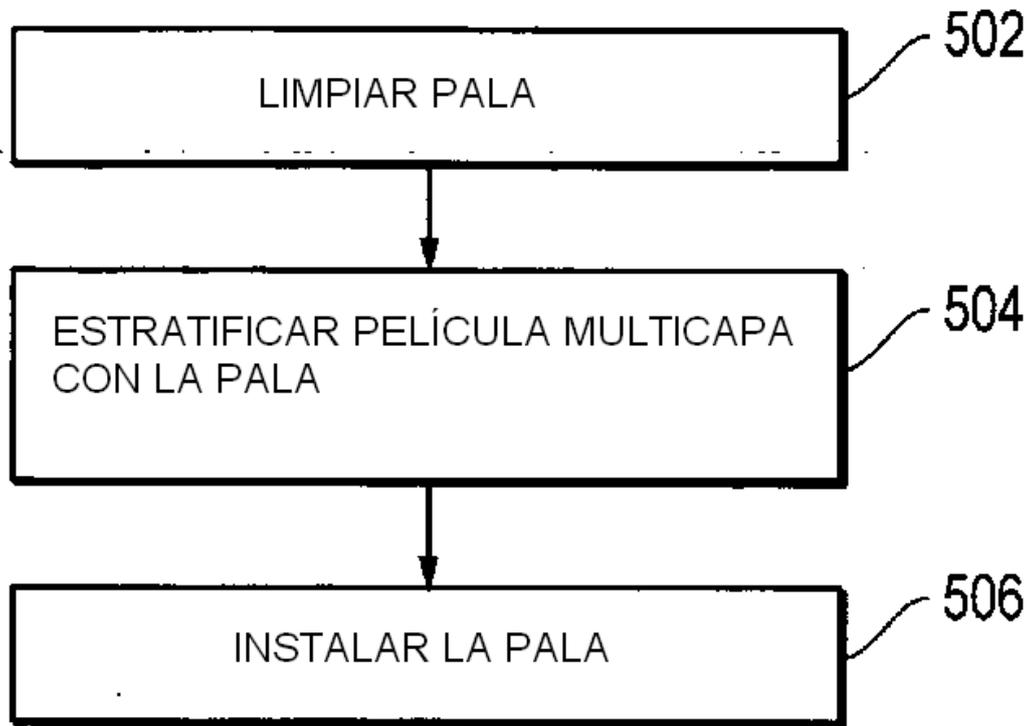


FIG. 5