

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 969**

51 Int. Cl.:

C09J 7/02 (2006.01)

C09J 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2011** **E 11176051 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014** **EP 2551314**

54 Título: **Cinta protectora perfilada para palas de rotores de generadores de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.10.2014

73 Titular/es:

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)

3M Center Post Office Box 33427
Saint Paul, MN 55133-3427, US

72 Inventor/es:

TRASER, STEFFEN;
KUEHNEWEG, BERND;
CLAUS, CHRISTIAN y
FORSTER, JAN DANIEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 504 969 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

Cinta protectora perfilada para palas de rotores de generadores de turbina eólica

5 Campo

La presente descripción se refiere a una cinta protectora para una pala de rotor de un generador de turbina eólica. La cinta tiene un perfil de espesor no uniforme en una dirección a lo ancho.

10 Antecedentes

Las palas de rotores de las centrales de energía eólica están hechas de materiales compuestos, típicamente materiales compuestos de fibra de vidrio. Los materiales pueden ser dañados por la lluvia, arena, hielo y granizo, un proceso al que se alude comúnmente como "erosión". Cintas protectoras pueden ser aplicadas a las palas del rotor para protegerlas de la erosión. Típicamente, las cintas se envuelven alrededor del borde delantero de la pala del rotor y se adhieren a la pala mediante un adhesivo. Cintas comerciales son generalmente planas y comprenden una película de polímero como capa protectora y una capa adhesiva para la fijación a la pala de rotor. Cintas típicas son de hasta 400 µm de espesor de las que capa adhesiva tiene típicamente un espesor de menos de 100 µm para evitar un impacto sobre el perfil aerodinámico de la pala. Las cintas se pueden preparar mediante la extrusión de la resina protectora través de una matriz rectangular de la dimensión requerida para definir el grosor y la anchura de la cinta y el recubrimiento del adhesivo sobre la película extrudida. La capa adhesiva está normalmente cubierta en su superficie externa por un revestimiento de liberación y las cintas se enrollan en rollos para su almacenamiento y manipulación.

25 Fabricantes de palas del rotor aplican las cintas protectoras después de la retirada del revestimiento de liberación a la pala del rotor. Después de la aplicación de la cinta, las palas del rotor son transportadas a los parques eólicos en donde son instaladas. Las cintas también se pueden aplicar a las palas después de haber sido éstas instaladas en el parque eólico.

30 Las palas de rotores para generadores de turbinas eólicas son cada vez más largas y típicamente ahora puede tener una envergadura de más de 40 m, p. ej., 60 m. Además de ello, los generadores de turbinas eólicas se instalan cada vez con mayor frecuencia mar adentro, sometiendo a la cinta protectora a fuerzas mayores y a más duras condiciones de erosión. Esto significa que las cintas protectoras tienen que enfrentarse a fuerzas más intensas, por ejemplo durante el transporte a la planta de energía de mar adentro y/o a las más duras condiciones de erosión.

Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar cintas protectoras alternativas que puedan satisfacer adecuadamente los retos anteriormente descritos.

40 Sumario

En lo que sigue se proporciona, en un aspecto, una cinta protectora multicapa (1) para las palas de rotores de turbinas de energía eólica, teniendo dicha cinta (1) una capa protectora superior (2) que comprende una película de polímero y una capa adhesiva (3) inferior, en donde la capa superior (2) tiene una superficie continua (S) que está curvada hacia fuera o es trapezoidal hacia el exterior de tal manera que la cinta (1) tiene un perfil en sección transversal que tiene una sección interior entre dos secciones laterales, y en donde la sección interior tiene un espesor (Ti) formado por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva inferior (3) que es mayor que el espesor de al menos una de las secciones laterales (T1, T2) formado por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva inferior (3), y en donde el espesor (T1 o T2) de al menos una sección lateral es de a lo sumo 600 µm y el espesor de la sección interior (Ti) es de al menos 330 µm.

En otro aspecto, se proporciona un método de proteger una pala de rotor de una turbina eólica frente a la erosión, que comprende proporcionar la cinta protectora (1) anterior y adherirla a la pala del rotor.

55 En un aspecto adicional, se proporciona un método para proteger una pala de un rotor frente a la erosión, que comprende (i) proporcionar la cinta protectora (1) anterior, en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la anterior, y en donde la superficie inferior está modelada para comprender una pluralidad de ranuras o puntos;

(ii) aplicar un adhesivo líquido a la pala del rotor, a la superficie inferior modelada de la cinta o a ambas, y (iii) fijar la cinta a la pala del rotor.

5 En aún otro aspecto, se proporciona una pala de rotor que comprende alrededor de su borde delantero una cinta protectora (1) en la que las caras laterales de la cinta se enfrentan al borde trasero de la pala.

En aún un aspecto adicional, se proporciona un procedimiento de formar una cinta protectora (1) multicapa, que comprende:

- 10 (i) proporcionar un sustrato (4);
- (ii) proporcionar en una cámara de revestimiento (6) una cuchilla de revestimiento (300) que tiene un rebaje perfilado (301) en su extremo inferior enfrentado al sustrato (4) y que forma un hueco (401) normal a la superficie del sustrato (4);
- (iii) mover el sustrato (4) con respecto a la cuchilla de revestimiento (300) en una dirección aguas abajo;
- 15 (iv) proporcionar a la cara aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) un adhesivo curable, aplicando de esta manera una capa adhesiva (3) sobre el sustrato (4) a través del hueco (401);
- (v) proporcionar una película de polímero (2) en la cara aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) y alimentar la película (2) simultáneamente con la capa adhesiva (3) a través del rebaje (301) de la cuchilla de revestimiento (300), en donde la película (2) está situada entre el rebaje (301) y la capa adhesiva (3);
- 20 (vi) curar el adhesivo de la cinta multicapa, así obtenida, en donde el rebaje (301) perfilado de la cuchilla de revestimiento (300) y el tamaño del hueco (400) entre la cuchilla de revestimiento (300) y el sustrato (4) definen el perfil en sección transversal de la cinta (1).

Breve descripción de los dibujos

25 La descripción puede ser más completamente entendida considerando la siguiente descripción detallada de diversas realizaciones de la descripción en relación con los dibujos adjuntos.

30 La Figura 1A es una representación esquemática en perspectiva de una cinta protectora según la presente descripción enrollada formando un rollo.

La Figura 1B es una representación en sección transversal ampliada de una sección de la cinta protectora de la Figura 1A.

35 La Figura 2A es una representación esquemática en sección transversal de la cinta protectora de acuerdo con la presente descripción que tiene una superficie trapezoidal.

40 La Figura 2B es una representación esquemática en sección transversal de la cinta protectora de acuerdo con la presente descripción que tiene una superficie trapezoidal.

La Figura 3 es una representación esquemática en sección transversal de una realización de la cinta protectora de acuerdo con la presente descripción que tiene una capa adhesiva con diseño.

45 La Figura 4 es una representación esquemática de un procedimiento de revestimiento húmedo-en-húmedo del ejemplo 1.

La Figura 5A es una representación esquemática en sección transversal del rebaje perfilado de la cuchilla de revestimiento aguas abajo utilizada en el ejemplo 1.

50 La Figura 5B es el perfil en sección transversal de la cinta producida en el ejemplo 1.

La Figura 6 es una vista esquemática en perspectiva en sección transversal de una pala de rotor para turbinas eólicas.

55 Descripción detallada

Se hará referencia ahora en detalle a realizaciones de la descripción, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse con otras realizaciones para producir todavía una tercera realización. Se pretende que la presente descripción incluya estas y

otras modificaciones y variaciones.

Cinta protectora:

- 5 Una vista en perspectiva de una cinta protectora ilustrativa que tiene un perfil en sección transversal de acuerdo con la presente descripción se ilustra en la FIG. 1A, que muestra la cinta enrollada formando un rollo. La cinta protectora (1) tiene una longitud (L), una anchura (W) y un espesor (T). La longitud de la cinta es su dimensión más larga seguida de su anchura, en donde la longitud de la cinta es siempre mayor que su anchura. La anchura de la cinta es siempre mayor que su espesor. Típicamente, la cinta tiene una anchura de al menos 150 mm.
- 10 Típicamente, la cinta tiene una longitud de al menos 50 cm.

- La cinta (1) tiene una sección transversal perfilada. La superficie (S) de la cinta tiene un perfil en sección transversal tal que la cinta, a través de su anchura, tiene una parte interior entre dos partes laterales, en donde la parte interior tiene un espesor (Ti) y las partes laterales tienen un espesor T1 y T2. El espesor de la parte interior (Ti) es mayor que el espesor de al menos una, preferiblemente de las dos partes laterales (T1, T2) de la cinta. El espesor en la sección interior de la cinta (Ti) puede ser el espesor máximo de la cinta. La superficie (S) de la cinta está conformada para proporcionar el perfil en sección transversal descrito anteriormente. La superficie (S) puede estar curvada hacia fuera, por ejemplo para describir una forma convexa (según se representa en las FIGs. 1A y 1B) o puede estar formando ángulo para describir una forma trapezoidal (según se representa en las FIGs. 2A y 2B). Por lo tanto, la cinta tiene un espesor en su sección interior (a través de su anchura o sección transversal) que es mayor que en sus secciones laterales o sus bordes.

- La Figura 1 B muestra la construcción en capas de la cinta (1). La cinta (1) comprende una capa protectora superior (2) y una capa adhesiva inferior (3). La capa adhesiva inferior (3) contiene el adhesivo para la fijación a la pala del rotor. La capa superior (2) y la capa adhesiva inferior (3) están dispuestas paralelas entre sí. La capa adhesiva (3) puede contactar directamente con la capa superior (2), en cuyo caso la capa superior (2) y la capa adhesiva (3) son capas superpuestas o contiguas o puede estar separada una de otra por una o más capas intermedias, que no se muestran en la FIG. 1B. En una realización preferida de la presente descripción, la cinta no contiene capas intermedias entre la capa superior y las capas adhesivas, es decir, la capa superior es contigua a la capa adhesiva.

- La capa adhesiva (3) tiene una superficie interna enfrentada a la capa superior (2) y, opuesta a la misma, una superficie externa. La superficie externa de la capa inferior se enfrenta a la pala del rotor cuando se aplica a la pala. Antes de la aplicación a la pala, por ejemplo durante la fabricación, almacenamiento y transporte de la cinta, la superficie externa de la capa adhesiva (3) puede estar cubierta por un revestimiento de liberación (4).

- La superficie (S) está típicamente constituida por la capa superior (2) de la cinta, es decir, la superficie de la cinta es típicamente también la superficie de la capa superior (2). La capa superior (2) tiene una superficie (S) perfilada hacia el exterior, de modo que la cinta tiene un espesor en su parte interior (Ti) que es mayor que su espesor en sus partes laterales (T1, T2) tal como se muestra en la FIG. 1B.

- El espesor en su parte interior (Ti) puede ser mayor que 350 μm o mayor que 400 μm y preferiblemente es mayor que 500 μm . La cinta puede tener un espesor en su parte interior de hasta 5.000 μm , o de hasta 2.000 μm o de hasta 1.000 μm , o de hasta 745 μm . El espesor interior Ti y los espesores laterales T1, T2 se entienden que son la suma de los respectivos espesores de la capa superior (2) y la capa adhesiva (3), que incluye el espesor de cualquier o cualesquiera capas intermedias entre ellas, pero excluye el espesor de cualquier revestimiento de liberación, si está presente. La parte interior de la sección transversal de la cinta puede extenderse a más del 30%, más del 50% o incluso más del 90% o a más del 95% o incluso a más del 99% de la anchura de la cinta, pero es menor que el 100% de su anchura.

- Las partes laterales de la cinta (1) pueden tener un espesor T1, T2 de a lo sumo 600 μm , o hasta 590 μm , o menos de 450 μm , menos de 400 μm o menos de 300 μm , con la condición de que el espesor en la parte interior (Ti) sea mayor que el espesor de al menos uno, preferiblemente dos partes laterales (o bordes) de la cinta (1).

- Típicamente, la cinta (1) tiene un perfil en sección transversal tal que tiene un espesor de al menos una en sus partes laterales (T1 o T2), preferiblemente en sus dos partes laterales (T1 y T2) de hasta 600 μm y un espesor creciente hacia su parte interior desde sus partes laterales hasta alcanzar un espesor de más de 700 μm , mayor que 1.000 μm , o 2.000 μm o mayor, o hasta 5.000 μm . Típicamente el espesor aumenta, preferiblemente de forma continua, desde las partes laterales de la cinta hacia la parte central de la cinta hasta alcanzar un espesor máximo

de hasta aproximadamente 5.000 μm , hasta aproximadamente 2.125 μm , hasta aproximadamente 1.200 μm o hasta aproximadamente 1.090 μm . De nuevo, se entienden que estos intervalos de espesor comprenden el espesor de la parte superior (2) y la capa adhesiva (3), incluido el espesor de capas opcionales intermedias, pero excluyendo el espesor de revestimientos de liberación (4), si están presentes.

El perfil de espesor de la cinta (1) aumenta en espesor desde los bordes laterales hacia la parte interior hasta alcanzar un máximo. Dicho perfil puede ser generado por una superficie curvada o angular (S), que en el caso de la cinta (1) representada en la FIG. 1A y la FIG. 1B es una superficie curvada hacia fuera. "Hacia fuera", tal como se utiliza en esta memoria en lo que antecede y en lo que sigue, significa una dirección a través del espesor de la cinta a partir de la capa inferior adhesiva hacia la capa superior, es decir, en la dirección hacia la parte expuesta a la intemperie de la cinta. Preferiblemente, el aumento en el espesor es continuo, por ejemplo por una forma curvada hacia fuera (como se representa en la Fig. 1A y la Fig. 1B) o una forma que tiene caras angulares (tal como se representa en la Fig. 2A y la Fig. 2B). El espesor máximo puede ser el vértice de una curva o puede ser una meseta. El perfil en sección transversal puede ser simétrico. También puede ser no simétrico, es decir, el aumento en el espesor de una parte lateral hacia la parte interior puede ser mayor que el aumento de la otra cara. Alternativamente, el espesor en las caras laterales de la cinta, es decir, T1 o T2 puede no ser igual. Por ejemplo, T1 puede ser mayor que T2. El espesor máximo puede estar en el medio de la cinta (a través de su anchura) o desplazado de la misma.

El perfil en sección transversal de la cinta (1) es continuo. Esto significa que el perfil no se interrumpe por un diseño de huecos y ranuras. Preferiblemente, toda la superficie de la cinta (en la dirección de la anchura y longitudinal) es continua. La superficie externa de la cinta es preferiblemente lisa. Sin embargo, se debe entender que puede estar presente alguna irregularidad debido a las limitaciones de fabricación, es decir, la superficie puede tener una rugosidad superficial. Generalmente, la superficie tiene una rugosidad superficial (Rz), (norma DIN EN ISO 4287), igual o menor que 150 μm , preferiblemente igual o menor que 100 μm .

Capa superior:

La capa superior (2) contiene una película de polímero. El polímero es típicamente un termoplástico o un termoplástico elastomérico. El polímero puede estar reticulado o no-reticulado. La capa superior (2) es típicamente una película de polímero extrudida, pero también puede ser una capa de polímero revestida. Polímeros que se pueden utilizar para producir la capa superior (2) o que forman la capa superior (2) incluyen poliuretanos, policarbonatos, fluoropolímeros, polímeros epoxi, siliconas, poliéster, poliéter, y combinaciones de los mismos, y copolímeros o polímeros de injerto de los mismos. Preferiblemente, la capa superior (2) contiene un polímero de poliuretano (PU) que puede ser un homopolímero o copolímero de poliuretano, más preferiblemente un polímero de poliuretano extrudido. El poliuretano extrudido puede ser un poliuretano elastomérico termoplástico. Poliuretanos elastoméricos termoplásticos son conocidos en la técnica bajo la abreviatura "TPU". Los TPUs se forman mediante la reacción de: diisocianatos con dioles de cadena corta (los denominados extendedores de la cadena) y diisocianatos con dioles de cadena larga bifuncionales (conocido como polioles). Los TPUs están disponibles comercialmente, por ejemplo bajo las denominaciones comerciales DESMOPAN, TEXIN, UTECHLLAN de Bayer AG, Alemania. Cintas de TPU también están disponibles comercialmente de 3M Company, St. Paul, EE.UU. La película de polímero puede contener aditivos para mejorar el comportamiento de la composición de polímero, por ejemplo, pero no se limita a agentes anti-oxidación, estabilizadores UV, aditivos de procesamiento, cargas y similares.

En una realización, la capa superior (2) tiene una superficie perfilada (S) según se describe anteriormente, pero es en sí misma de espesor uniforme. Esta forma de realización se representa en la Fig. 2B, que muestra una capa superior (2) trapezoidal por encima de una capa adhesiva (3) perfilada (trapezoidal) sobre un revestimiento de liberación (4). Tales construcciones de cinta se pueden obtener al proporcionar una capa adhesiva (3) que ya está perfilada y que tiene un perfil en sección transversal según se describe antes y sobre la que se adhiere la capa superior (2). La adhesión entre la capa superior (2) y la capa adhesiva (3) perfilada debajo de ella obliga a la capa superior (2) para adoptar el perfil de la capa adhesiva (3) pre-conformada. La capa superior de esta realización tiene preferiblemente un espesor de al menos 50 μm y hasta 1.500 μm , o de al menos 100 μm hasta aproximadamente 500 μm .

Una capa adhesiva (3) perfilada puede ser generada alimentando un precursor de adhesivo curable a través de una cuchilla de revestimiento que tiene un rebaje de forma apropiada para crear el perfil deseado y alimentando la capa superior, proporcionada preferiblemente como una película flexible entre el adhesivo curable alrededor del rebaje perfilado de la cuchilla de revestimiento y curando el adhesivo.

En lugar de proporcionar el material de la capa superior como una película, también se contempla por esta descripción proporcionar el material de la capa superior en forma de una composición de polímero curable que se puede curar para formar un polímero reticulado no adhesivo y alimentarlo alrededor de la cuchilla perfilada y curar el precursor de adhesivo y simultánea o posteriormente curar el material polímero para formar la cinta multicapa (1). Composiciones de polímeros curables adecuadas incluyen aquellas que no son adhesivas después del curado e incluyen, pero no se limitan a composiciones epoxídicas, composiciones de poliuretano o combinaciones de las mismas.

En otra realización, la capa superior (2) es de espesor no uniforme, es decir, tiene un espesor mayor en su sección interior que en sus secciones laterales. Esta realización se representa en la figura 1 B para cintas que tienen una forma convexa, y en la figura 2A para cintas que tienen una forma trapezoidal. La capa superior (2) de la realización de este tipo puede tener un espesor en sus secciones laterales de no más de 400 μm , o no más de 300 μm , o no más de 200 μm . La capa superior (2) tiene un espesor en su parte interior (a través de su anchura) de más de 550 μm , o de al menos 610 μm o de al menos 1.520 μm . El espesor máximo de la capa superior (2) puede ser de hasta 5.000 μm o de hasta 1.600 μm . En esta realización, el perfil en sección transversal de la cinta (1) se genera por la forma de la capa superior (2). Cintas de acuerdo con esta realización se pueden hacer, por ejemplo, mediante la extrusión del material para hacer la capa superior de la cinta a través de matrices apropiadamente conformadas (perfiladas) y la fijación de la capa superior extrudida sobre la capa adhesiva por revestimiento, estratificación u otras técnicas conocidas en la técnica, o por el proceso de revestimiento de húmedo-en-húmedo descrito en esta memoria, utilizando cuchillas de revestimiento de forma apropiada con huecos adecuados entre la cuchilla y el sustrato.

La capa superior (2) de las cintas protectoras (1) puede tener una superficie interna continua plana (es decir, la superficie orientada hacia la capa adhesiva (3)), pero también puede tener una superficie no plana y/o no continua, por ejemplo, una superficie interna modelada.

Capa adhesiva:

La capa adhesiva (3) de las cintas (1) de acuerdo con la presente descripción puede estar hecha de materiales adhesivos conocidos. Preferiblemente, el adhesivo es un adhesivo piezosensible (PSA – siglas en inglés). Adhesivos piezosensibles se pueden aplicar a una superficie utilizando la fuerza manual, que es suficiente para unir el adhesivo a la superficie. Los PSAs pueden no requerir un ajuste (es decir, endurecimiento a través de la evaporación del disolvente), tratamiento químico o térmico para adherir el adhesivo al sustrato. Materiales adhesivos adecuados, en particular pero no limitados a materiales adhesivos piezosensibles, incluyen, por ejemplo, adhesivos a base de componentes acrílicos, adhesivos a base de vinil-éteres, adhesivos a base de caucho natural o sintético, adhesivos a base de poli(alfa-olefinas) y adhesivos a base de silicona y combinaciones de los mismos, que son todos conocidos en la técnica. Ejemplos específicos se describen en las Patentes de Estados Unidos. N°s 4.925.671, 4.693.776, 3.930.102, 4.599.265, 5.116.676, 6.045.922 y 6.048.431. Los adhesivos se pueden obtener mediante curado a partir de precursores de adhesivos curables. Esto significa que los adhesivos obtienen sus propiedades adhesivas mediante el curado de los mismos, por ejemplo mediante una reacción de curado térmico o curado por irradiación, p. ej., por irradiación actínica, irradiación gamma o UV o tratamiento con haces de electrones. Un ejemplo de precursores de adhesivos curables por UV incluye precursores de adhesivos acrílicos. Esos precursores son típicamente materiales líquidos que se endurecen o solidifican o al menos aumentan su viscosidad tras la reticulación (curado), que implica típicamente un curado UV.

La capa adhesiva (3) inferior de la presente descripción puede contener también materiales adhesivos no piezosensibles. Ejemplos de tales materiales se describen en la patente de EE.UU. n° 5.851.664 y el documento WO 99/50902. Además, la capa de adhesivo de la presente invención puede ser un adhesivo no pegajoso tal como se describe en la Patente de EE.UU. N° 5.316.846.

Típicamente, los adhesivos de la capa adhesiva (3) inferior pueden tener una viscosidad de al menos 2.000, o al menos 10.000 o de aproximadamente 18.000 a aproximadamente 60.000 mPas o mayor que 60.000 mPas a temperatura ambiente.

En realizaciones particulares, los adhesivos se pueden utilizar en combinación con adhesivos endurecibles o adhesivos líquidos curables tal como se describirá con mayor detalle a continuación.

Preferiblemente, la capa adhesiva (3) inferior comprende al menos un adhesivo de base acrílica.

Los materiales adhesivos utilizados en la capa adhesiva (3) inferior también pueden incluir aditivos. Tales aditivos pueden incluir, por ejemplo, pigmentos, colorantes, plastificantes, agentes de pegajosidad, modificadores de la reología, cargas, estabilizadores, absorbentes de radiación UV, antioxidantes, aceites de procesamiento y similares. La cantidad de aditivo o aditivos utilizados puede variar de 0,1 a 50 por ciento en peso del material adhesivo, dependiendo del uso final deseado. La capa adhesiva también puede contener partículas, en particular partículas huecas o agentes que se expanden tras la exposición al calor (p. ej., agentes de soplado) para generar un adhesivo de espuma. También se puede utilizar una combinación de diferentes adhesivos para combinarlas en una sola mezcla adhesiva. Las capas adhesivas (3) inferiores proporcionados en esta memoria pueden contener una sola capa adhesiva o dos o más de dos capas adhesivas, preferiblemente capas superpuestas o contiguas a través de su espesor. En una realización preferida, la cinta (1) contiene una capa adhesiva (3) que contiene al menos dos capas adhesivas contiguas, siendo una de ellas una capa adhesiva de espuma. Un adhesivo de espuma comprende adhesivos que contienen partículas macizas o huecas tales como, pero no limitados a partículas de vidrio macizas o huecas o partículas huecas de polímeros orgánicos, partículas llenas de gas (que no sea aire) o cavidades rellenas de aire o de gas. Preferiblemente, la capa adhesiva de espuma se coloca debajo de la capa superior (2), preferiblemente contigua a la capa superior (2). Los adhesivos de espuma pueden aumentar la elasticidad de la cinta, lo cual puede ser beneficioso para propiedades amortiguadoras de impactos de la cinta.

La capa adhesiva (3) inferior puede tener, típicamente, un espesor de aproximadamente 20 a 120 μm en sus secciones laterales. En caso de una capa adhesiva (3) inferior plana, es decir, no perfilada, el espesor en sus caras laterales es el mismo que en su sección interior. En el caso de una capa adhesiva (3) inferior perfilada la capa inferior puede tener un espesor en su parte interna de 120 μm o al menos de 400 μm .

Capas adhesivas con superficie externa modelada

En realizaciones particulares, la capa adhesiva (3) inferior puede tener una superficie externa modelada. Una realización de este tipo está representada en la figura 3. La superficie externa de la capa adhesiva (3) inferior es la superficie que se enfrenta a la pala del rotor (cuando se aplica a la pala). Por ejemplo, la capa adhesiva (3) inferior puede contener en su superficie externa un diseño de ranuras como se muestra para la capa adhesiva (3) inferior en la Figura 3. En la realización representada en la figura 3, la capa adhesiva (3) inferior también está configurada para generar la superficie perfilada de la capa superior (2) de la cinta (1), pero se debe entender que esta realización puede tener cualquier capa superior (2) como se describe en esta memoria y una capa adhesiva no perfilada. Las ranuras se pueden extender por toda la anchura y/o longitud de la superficie externa de la capa adhesiva (3) o sólo por partes o secciones separadas de la misma. Preferiblemente, el patrón es tal que las ranuras permiten una trayectoria ininterrumpida para que un líquido discurra a través de la anchura de la cinta. El diseño puede ser simétrico o no simétrico. Las ranuras pueden ser paralelas entre sí o pueden estar interconectados entre sí. Las ranuras pueden ser lineales o no lineales. En lugar de ranuras también se puede utilizar un diseño de puntos, preferiblemente un diseño de puntos interconectados por ranuras. Las ranuras pueden tener una anchura de aproximadamente 5 μm a 5.000 μm (en el caso de puntos, el diámetro sustituye a la anchura). Éstos pueden tener una profundidad de aproximadamente 5 μm a 500 μm y, de hecho, pueden introducirse en todo el espesor de la capa adhesiva, dejando al descubierto la capa superior (2) o la o las capas intermedias por debajo de ella - si están presentes. En una realización, las ranuras tienen una profundidad que es igual al espesor de la capa adhesiva (3) inferior. En otra realización, las ranuras tienen una profundidad que es menor que el espesor de la capa adhesiva (3) inferior.

Las ranuras o puntos pueden cubrir de 20 a 80% de la superficie de la capa adhesiva (3) inferior.

Una ventaja de una superficie externa modelada del adhesivo es que permite que la cinta sea repuesta más fácilmente y/o pueda ser aplicada sin atrapar burbujas de aire. Otra ventaja es que una cinta de este tipo puede ser utilizada en combinación con un adhesivo separado para proporcionar una adherencia más firme a la pala de rotor.

En una realización específica, pero menos preferida de esta descripción, la cinta contiene una superficie externa modelada de la capa adhesiva (3) inferior tal como se describe arriba, pero una capa superior no perfilada, p. ej., plana, en donde la capa superior no perfilada está hecha de la materiales como se describe anteriormente. En esta forma de realización menos preferida, la cinta no tiene perfil en sección transversal. En esta realización particular, la capa superior tiene preferiblemente un espesor de más de 50 μm y de menos de 5.000 μm . La cinta de acuerdo con esta realización también puede contener una capa de espuma adhesiva como se describe anteriormente. Tales realizaciones se pueden preparar por extrusión a través de matrices normalmente (no perfiladas) y revestir o estratificar sobre la capa adhesiva. Cintas de acuerdo con la realización pueden aplicarse y utilizarse según se describe aquí arriba y más adelante para las cintas perfiladas.

Cintas protectoras (1), según se proporcionan en esta memoria, que tienen una capa adhesiva (3) con una superficie externa modelada se pueden utilizar en conexión con uno o más adhesivos líquidos. El adhesivo líquido puede ser curable, lo cual proporciona una unión mediante curado, por ejemplo mediante curado térmico, o curado por irradiación según se describe anteriormente. El adhesivo también puede ser un adhesivo endurecible, que proporciona una unión mediante endurecimiento, por ejemplo un adhesivo de fusión en caliente o un adhesivo basado en disolvente o un adhesivo de dos componentes (2K), que contiene dos componentes reactivos que se reticulan cuando se combinan, proporcionando un adhesivo, adhesivos curables por la humedad que endurecen tras la exposición a la humedad ambiental o una combinación de adhesivos curables y endurecibles. Los adhesivos líquidos pueden pintarse o pulverizarse sobre la pala del rotor. Los adhesivos líquidos se pueden aplicar a la pala del rotor, a la cinta o a ambos antes de fijar la cinta a la pala del rotor. El adhesivo líquido penetra en las ranuras de la cinta y se le permite endurecer o se cura para unir la cinta a la pala de rotor. La dimensión de las ranuras y su disposición espacial una con respecto a la otra pueden adaptarse al tipo de adhesivo líquido utilizado para conseguir la máxima adhesión y la aplicación más conveniente. Típicamente, el adhesivo líquido tiene una viscosidad a la temperatura a la que se aplica, preferiblemente a la temperatura ambiente (25°C) de menos de 18.000 mPas o menos de 10.000 mPas o menos de 5.000 mPas, típicamente de 50 a 16.000 mPas. En esta realización, en los casos en los que se utilice la cinta modelada con adhesivos líquidos separados, el adhesivo utilizado en la capa adhesiva (3) modelada de la cinta tiene una viscosidad a la temperatura ambiente (25°C) que es igual o mayor que la viscosidad del adhesivo líquido. Típicamente, el adhesivo de la capa adhesiva (3) modelada tiene una viscosidad de al menos 2.000, o al menos 10.000 o de aproximadamente 18.000 a aproximadamente 60.000 mPas o mayor que 60.000 mPas a la temperatura ambiente.

Los adhesivos líquidos pueden ser de la misma clase química (p. ej. adhesivos de base acrílica) que el adhesivo de la capa adhesiva (3) modelada, pero pueden tener una viscosidad diferente, preferiblemente menor, de modo que dicho adhesivo fluya en las ranuras de la parte inferior modelada. También son adecuados adhesivos líquidos que pertenecen a una clase química diferente a los adhesivos utilizados en la capa adhesiva (3) modelada. En una realización, el adhesivo utilizado en la capa modelada comprende un adhesivo que contiene acrilato y el adhesivo líquido se selecciona de adhesivos que comprenden acrilato y/o uretano o de adhesivos de silicona o de adhesivos basados en epoxi.

La capa adhesiva (3) inferior también puede contener un diseño como se describe anteriormente en su superficie interna enfrentada a la capa superior si se requiere una mejora de la adherencia entre la capa superior (2) o las capas intermedias (si están presentes) y la capa adhesiva (3).

El diseño en la capa adhesiva (3) inferior se puede generar por métodos conocidos. Por ejemplo, las ranuras en la capa adhesiva de la presente descripción pueden hacerse según se describe en el documento WO 98/29516, que se incorpora aquí como referencia. La topografía puede crearse en el adhesivo mediante cualquier técnica de contacto, tal como moldeo, revestimiento o compresión. La topografía se puede hacer mediante al menos uno de: (1) colar la capa adhesiva sobre una herramienta con un diseño en relieve, (2) revestir la capa adhesiva sobre un forro de liberación con un diseño de grabado en relieve, o (3) hacer pasar la capa adhesiva a través de un rodillo de presión para comprimir el adhesivo contra un forro de liberación con un diseño en relieve. El adhesivo puede ser reticulado para proporcionar una topografía permanente. La topografía de la herramienta utilizada para crear el patrón en relieve puede hacerse utilizando cualquier técnica conocida tal como, por ejemplo, ataque químico, grabado mecánico, ablación con láser, fotolitografía, estereolitografía, micromecanizado, moleteado, corte o puntuación. El diseño también se puede impartir a la capa adhesiva mediante el uso de un revestimiento de liberación adecuadamente modelado.

La capa adhesiva (3) inferior puede ser una sola capa adhesiva que puede ser modelada según se describió anteriormente o puede no ser modelada o puede contener múltiples capas adhesivas de diferentes adhesivos o de adhesivos de la misma clase química de adhesivos (p. ej., adhesivos a base de acrílico, adhesivos de uretano, adhesivos de silicona, adhesivos de caucho y similares), sino que tienen diferentes propiedades físicas como, pero no limitados a la resistencia adhesiva, pegajosidad, elasticidad y/o viscosidad.

Construcciones de la cinta que contienen varias capas contiguas se pueden preparar mediante la preparación de películas y estratificando las mismas para crear una cinta multicapa. En una realización específica, la cinta (1) contiene al menos dos capas adhesivas superpuestas que forman la capa adhesiva (3) inferior. Dichas capas pueden prepararse, por ejemplo, por un proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo. En el proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo, una primera capa de un precursor de adhesivo curable se reviste sobre un sustrato (p. ej., un revestimiento de liberación). El sustrato revestido se somete a continuación a una segunda

etapa de revestimiento, en donde un segundo precursor de adhesivo curable se reviste sobre la parte superior. Los precursores de adhesivo son típicamente líquidos y se proporcionan en una forma sustancialmente no curada. Por ejemplo, pueden tener un grado de polimerización menor que 50% o menor que 25% o incluso menor que 10%. Los precursores de adhesivo curable pueden tener una viscosidad que los mantiene separados uno de otro durante el tiempo que están en la unidad de revestimiento antes de someterlos a un curado. Las capas de precursor de adhesivo se curan a continuación. Se piensa que la difusión interfacial se produce entre las capas de adhesivo que conducen a una fuerte adhesión interfacial tras el curado, de manera que el producto multicapa resultante es más resistente a la desestratificación. Este proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo también se puede utilizar para la fabricación de capas adhesivas perfiladas, en cuyo caso la cuchilla de revestimiento más aguas abajo, es decir, la cuchilla de revestimiento que está dispuesta en el extremo de la línea de revestimiento, tiene un rebaje en forma del perfil deseado de la cinta final. Las cuchillas de revestimiento dejan un hueco entre el sustrato (y el sustrato revestido, respectivamente) y el extremo inferior de la cuchilla de revestimiento a través del cual serán alimentadas las capas adhesivas, y en algunas realizaciones, también una película protectora extrudida. El tamaño del hueco entre los extremos inferiores de las cuchillas de revestimiento y el sustrato y el perfil del rebaje de la cuchilla de revestimiento situada más aguas abajo (o última) determinan el espesor y el perfil de la cinta.

Por lo tanto, la descripción proporciona un procedimiento para fabricar una cinta perfilada (1) que tiene un perfil según se describe anteriormente, el procedimiento comprende:

- (i) proporcionar un sustrato (4);
- (ii) proporcionar en una cámara de revestimiento (6) una cuchilla de revestimiento (300) que tiene un rebaje perfilado (301) en su extremo orientado hacia el sustrato (4) y que forma un hueco (401) entre su borde inferior perfilado (301) y el sustrato (4),
- (iii) mover el sustrato (4) con respecto a la cuchilla de revestimiento (300) a través de la unidad de revestimiento (dirección aguas abajo),
- (iv) proporcionar a la parte de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) un precursor de adhesivo curable, revistiendo con ello una capa adhesiva (3) sobre el sustrato (4);
- (v) proporcionar una película polimérica extrudida (2) en el lado de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) y alimentar la película (2) simultáneamente con la capa adhesiva (3) revestida a través del rebaje perfilado (301) de la cuchilla de revestimiento (300), en donde la película (2) está situada entre el rebaje perfilado (301) de la cuchilla de revestimiento (300) y la capa adhesiva (3);
- (vi) curar el adhesivo de la cinta multicapa, así obtenida, en donde el perfil de la cuchilla de revestimiento (300) y el tamaño del hueco (401) entre la cuchilla de revestimiento (300) y el sustrato (4) definen el perfil en sección transversal de la cinta (1).

El procedimiento según se describe arriba puede contener una o más cuchillas de revestimiento adicionales dispuestas enfrente de la cuchilla de revestimiento (300), es decir, en una posición de aguas arriba con respecto a la cuchilla (300), a través del cual se pueden alimentar otros precursores de adhesivo. Las cuchillas están dispuestas de manera que dejan un hueco entre el sustrato (4) y sus bordes inferiores para el paso del adhesivo o una capa revestida. De esta manera, se pueden formar múltiples capas de adhesivos. Un procedimiento de este tipo se conoce como un proceso húmedo-en-húmedo debido a que los precursores de adhesivo curable son típicamente composiciones líquidas. Estas cuchillas de revestimiento pueden tener un rebaje perfilado en su borde inferior o pueden tener un borde inferior plano. Por ejemplo, una cuchilla de revestimiento (200) adicional puede estar situada aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300), dejando un hueco entre la cuchilla de revestimiento (200) y el sustrato (4). En el lado aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (200) un primer precursor de adhesivo se alimenta alrededor del borde de la cuchilla de revestimiento (200), revistiendo de este modo una primera capa de adhesivo (7) sobre el sustrato (4) que se alimenta entonces a través de la cámara de revestimiento (6) hacia la cuchilla de revestimiento (300) situada aguas abajo, descrita anteriormente. El hueco de la cuchilla de revestimiento (300) se elige de manera que el segundo precursor de adhesivo introducido en la cámara (6) y el revestimiento protector (2) se pueden revestir sobre la capa ya formada sobre el sustrato para formar la cinta multicapa (1). La cuchilla de revestimiento (300) que tiene el rebaje perfilado es la cuchilla de revestimiento situada más aguas abajo, es decir, está dispuesta en el extremo de la línea de revestimiento antes de que la cinta llegue a la unidad de curado.

Los precursores de adhesivo curables, utilizados en este procedimiento pueden convertirse en adhesivos o totalmente adhesivos sólo tras el curado. Los adhesivos pueden ser alimentados a través de la cuchilla de revestimiento bajo la presión ambiente o una sobre-presión, a temperatura ambiente o a temperaturas elevadas, es decir, temperaturas superiores a la temperatura ambiente. Preferiblemente, los precursores de adhesivo se utilizan en este proceso, es decir, adhesivos curables, más preferiblemente adhesivos curables por UV. Preferiblemente, los adhesivos tienen un grado de polimerización de menos de 50%, o menos de 25% o menos de 10%. En vez de

una cámara de revestimiento, puede utilizarse más de una cámara de revestimiento, preferiblemente contigua una con otra.

Los adhesivos utilizados para hacer la cinta de acuerdo con el procedimiento arriba descrito pueden ser de diferentes clases químicas o de la misma clase química, pero de diferentes propiedades físicas. Por ejemplo al menos un adhesivo, preferiblemente el adyacente a la capa superior (2), puede ser un material de espuma adhesiva. Éste puede contener partículas macizas o huecas, puede contener partículas expandibles, en particular microesferas expandibles llenas de pentano, cavidades gaseosas, o combinaciones de los mismos. Los adhesivos y/o sus precursores del procedimiento arriba descrito tienen típicamente viscosidades que les impiden que se mezclen entre sí rápidamente. Los adhesivos y/o sus precursores pueden tener viscosidades iguales o diferentes. Típicamente, un adhesivo y/o su precursor tiene una viscosidad de al menos 1000 mPas a 25°C y hasta 30.000 mPas o hasta 10.900 mPas a 25°C, y el otro adhesivo y/o su precursor, que es preferiblemente un adhesivo de espuma, tiene la misma viscosidad o una viscosidad de aproximadamente 2.000 a 12.000 mPas a 25°C, en particular de 2.500 a 9.000 mPas a 25°C.

El sustrato utilizado en este procedimiento es típicamente un revestimiento de liberación, pero también puede ser una capa intermedia. El revestimiento de liberación puede estar estructurado para proporcionar una capa adhesiva (3) inferior modelada.

Revestimiento de liberación

La capa adhesiva (3) inferior puede estar cubierta en su superficie externa por un revestimiento de liberación (4) para la manipulación y el almacenamiento convenientes. El revestimiento de liberación (4) puede estar estructurado en la cara orientada hacia el adhesivo para impartir un patrón como se describe anteriormente para el adhesivo. El revestimiento de liberación (4) puede ser cualquier revestimiento de liberación o revestimiento de transferencia conocido por los expertos en la técnica. En caso de proporcionar una superficie externa modelada de la capa adhesiva, el revestimiento de liberación puede ser en relieve. Revestimientos de liberación típicos incluyen papel recubierto con polímero con un revestimiento de liberación de silicona, un polietileno recubierto con poli(tereftalato de etileno) (PET) con revestimientos de liberación de silicona, o una película de polipropileno colada con un recubrimiento de liberación de silicona.

El revestimiento de liberación (4) tiene típicamente un espesor de entre 50 y 500 µm.

Aplicación de la cinta

En la figura 6 se muestra una pala de rotor típica. Tal como se muestra en la figura 6, la pala (11) tiene un borde delantero (12) y un borde trasero (11). El borde delantero de la pala del rotor es la cara que se enfrenta predominantemente al viento. La cinta (1) se puede aplicar a la pala del rotor mediante la eliminación del revestimiento de liberación y envolviendo la cinta alrededor de la pala de rotor, típicamente alrededor del borde delantero de la pala del rotor y uniendo la cinta a la pala. La cinta (1) está fijada preferiblemente a la pala, de tal manera que cubre el borde delantero con su parte más gruesa y las caras más delgadas de la cinta están dirigidas hacia el borde trasero de la pala.

En una realización particular de la presente descripción, se proporciona una cinta (1) que tiene una capa adhesiva (3) inferior modelada según se describe anteriormente. Se proporciona un adhesivo líquido tal como se describe arriba y se aplica a la pala sobre las partes a ser cubiertas por la cinta (1) o sobre la cara adhesiva de la cinta (1) o sobre ambas. La cinta (1) se fija entonces a la pala y el adhesivo líquido se cura (curado UV o curado térmico en el caso de que los adhesivos sean curables por UV o térmicamente curables), o el adhesivo se deja endurecer en el caso de que el adhesivo líquido obtenga su poder adhesivo mediante endurecimiento (p. ej., por evaporación del disolvente, curado por humedad o curado por reacción en el caso de un sistema 2K). La cinta (1) de acuerdo con esta realización está fijada a la pala por una unión adhesiva formada entre el adhesivo líquido y la capa adhesiva (3) inferior modelada de la cinta protectora (1).

La descripción se describirá ahora por medio de ejemplos y listas de realizaciones específicas para fines ilustrativos únicamente. No se pretende limitar la descripción a los ejemplos ni a las realizaciones específicas.

Lista de realizaciones específicas

1. Una cinta protectora (1) multicapa para las palas de rotores de turbinas de energía eólica, teniendo dicha cinta (1) una capa protectora superior (2) que comprende una película de polímero y una capa adhesiva (3) inferior, en

- 5 donde la capa superior (2) tiene una superficie continua (S) que está curvada hacia fuera o es trapezoidal hacia fuera, de tal manera que la cinta (1) tiene un perfil en sección transversal que tiene una sección interior entre dos secciones laterales, y en donde la sección interior tiene un espesor (Ti) constituido por el espesor de la capa superior (2) y una capa adhesiva (3) inferior que es mayor que el espesor de al menos una de las secciones laterales (T1, T2) constituido por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva (3) inferior, y en donde el espesor (T1 o T2) de al menos una sección lateral es de a lo sumo 600 μm y el espesor de la sección interior (Ti) es de al menos 330 μm .
- 10 2. La cinta (1) de acuerdo con la realización 1, en donde la sección interior comprende hasta 90%, hasta 95% o incluso hasta 99% de la anchura de la cinta.
3. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde el perfil en sección transversal de la cinta es simétrico.
- 15 4. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la misma, y en donde la superficie inferior está modelada para que comprenda un pluralidad de ranuras o puntos.
- 20 5. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior comprende a través de su espesor al menos dos capas adhesivas, de las cuales una capa adhesiva comprende un adhesivo de espuma.
- 25 6. La cinta (1) de acuerdo con la realización 5, en donde la capa adhesiva (3) se prepara mediante un proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo.
7. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa superior (2) tiene un espesor uniforme.
- 30 8. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa superior (2) está curvada hacia fuera.
9. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa superior (2) es convexa hacia fuera.
- 35 10. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 1 a 9, que tiene un espesor en su sección interior (Ti) de 400 μm hasta 5.000 μm y un espesor en las secciones (T1, T2) de hasta 350 μm .
- 40 11. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) comprende un adhesivo acrílico.
12. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la capa superior (2) comprende un poliuretano.
- 45 13. La cinta (1) de acuerdo con la realización 1 ó 2, en donde el perfil en sección transversal no es simétrico.
14. La cinta (1) de acuerdo con la realización 13, en donde el espesor (T1, T2) en las secciones laterales de la cinta (1) no es igual.
- 50 15. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 14 precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la misma, y en donde la superficie inferior está modelada para comprender una pluralidad de ranuras o puntos.
- 55 16. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 15 precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior comprende a través de su espesor al menos dos capas adhesivas, de las cuales una capa adhesiva comprende un adhesivo de espuma.
17. La cinta (1) de acuerdo con la realización 16, en donde la capa adhesiva (3) se prepara mediante un proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo.

18. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 17 precedentes, en donde la capa superior (2) tiene un espesor uniforme.
- 5 19. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 18 precedentes, en donde la capa superior (2) está curvada hacia fuera.
20. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 19 precedentes, en donde la capa superior (2) es convexa hacia fuera.
- 10 21. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 20 que tiene un espesor en su sección interior (Ti) de 400 μm hasta 5.000 μm y un espesor en uno de sus secciones laterales (T1) de hasta 350 μm .
- 15 22. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 21 precedentes, en donde la capa adhesiva (3) comprende un adhesivo acrílico.
23. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 13 a 22 precedentes, en donde la capa superior (2) comprende un poliuretano.
- 20 24. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 1 a 7 y 10 a 12 precedentes, que tiene un perfil en sección transversal trapezoidal hacia fuera.
25. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 12 a 18 y 21 a 23 precedentes, que tiene un perfil en sección transversal trapezoidal hacia fuera.
- 25 26. Una cinta protectora (1) multicapa para las palas de rotores de turbinas de energía eólica, teniendo dicha cinta (1) una capa protectora superior (2) que comprende una película de polímero y una capa adhesiva (3) inferior, en donde la capa superior (2) tiene una superficie continua, y en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la misma, y en donde la superficie inferior está modelada para comprender una pluralidad de ranuras o puntos, y en donde la cinta tiene un espesor (espesor combinado de las capas (2) y (3) de más de 250 μm .
- 30 27. La cinta (1) de acuerdo con la realización 26, en donde la capa adhesiva (3) inferior comprende a través de su espesor al menos dos capas adhesivas, de las cuales una capa adhesiva comprende un adhesivo de espuma.
- 35 28. La cinta (1) de acuerdo con las realizaciones 26 ó 27, en donde la capa adhesiva (3) se prepara por un procedimiento de revestimiento húmedo-en-húmedo.
- 40 29. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 28 precedentes, en donde la capa superior (2) tiene un espesor uniforme.
30. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 29 precedentes, en donde la capa adhesiva (3) comprende un adhesivo acrílico.
- 45 31. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 30 precedentes, en donde la capa superior (2) comprende un poliuretano.
32. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 31, en donde la cinta tiene un perfil en sección transversal que no es simétrico o es simétrico.
- 50 33. La cinta de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 32, en donde la cinta tiene una superficie (S) que está curvada hacia fuera o es trapezoidal hacia fuera, de tal manera que la cinta (1) tiene un perfil en sección transversal que tiene una sección interior entre dos secciones laterales, y en donde la sección interior tiene un espesor (Ti) constituido por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva inferior (3) que es mayor que el espesor de al menos una de las secciones laterales (T1, T2) constituido por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva inferior (3), y en donde el espesor (T1 o T2) de al menos una sección lateral es de a lo sumo 600 μm y el espesor de la sección interior (Ti) es de al menos 330 μm .
- 55 34. La cinta (1) de acuerdo con la realización 33, en donde la sección interior comprende hasta el 90%, hasta el 95% o incluso hasta el 99% de la anchura de la cinta.

35. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 33 y 34 precedentes, en donde la capa superior (2) es convexa hacia fuera.
- 5 36. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 33 a 35, que tiene un espesor en su sección interior (Ti) de 400 μm hasta 5.000 μm y un espesor en las secciones (T1, T2) de hasta 350 μm .
37. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 33 a 36, en donde el espesor (T1, T2) en las secciones laterales de la cinta (1) es igual o no es igual.
- 10 38. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 37 precedentes, en donde la pluralidad de ranuras o puntos tiene una profundidad que es igual o menor que igual que el espesor de la capa adhesiva (3) inferior.
- 15 39. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 33 a 37, que tiene un espesor en su sección interior (Ti) de 400 μm hasta 5.000 μm y un espesor en una de sus secciones laterales (T1) de hasta 350 μm .
40. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 33 a 39 precedentes, que tiene un perfil en sección transversal trapezoidal hacia fuera.
- 20 41. Uso de una cinta de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 1 a 40 para la protección frente a la erosión de una pala de rotor de una turbina eólica.
- 25 42. Método de protección frente a la erosión de una pala de un rotor de una turbina eólica, que comprende proporcionar una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 1 a 40 y adherirla a la pala de un rotor.
- 30 43. Método de protección frente a la erosión de una pala de un rotor, que comprende
(i) proporcionar una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 26 a 40;
(ii) aplicar un adhesivo líquido a la pala del rotor, a la superficie inferior modelada de la cinta o a ambas, y (iii) fijar la cinta a la pala del rotor.
44. El método de acuerdo con la realización 43, en el que el adhesivo líquido tiene una viscosidad de menos de 20.000 mPas.
- 35 45. El método de acuerdo con la realización 43, en el que el adhesivo líquido tiene una viscosidad de menos de 20.000 mPas y el adhesivo de la capa inferior modelada tiene una viscosidad de al menos 20.000 mPas.
- 40 46. El método de acuerdo con realizaciones 43 a 45, en el que el adhesivo líquido se pulveriza sobre la pala del rotor.
47. Una pala de un rotor que comprende alrededor de su borde delantero una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones 1 a 40, en donde las caras laterales de la cinta se enfrentan al borde trasero de la pala.
- 45 48. Procedimiento de formar una cinta multicapa (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones de 1 a 40, que comprende:
(i) proporcionar un sustrato (4);
(ii) proporcionar en una cámara de revestimiento (6) una cuchilla de revestimiento (300) que tiene un rebaje perfilado (301) en su extremo inferior enfrentado al sustrato (4) y que forma un hueco (401) normal a la superficie del sustrato (4);
(iii) mover el sustrato (4) con respecto a la cuchilla de revestimiento (300) en una dirección aguas abajo;
(iv) proporcionar a la cara aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) un adhesivo curable, aplicando de esta manera una capa adhesiva (3) sobre el sustrato (4) a través del hueco (401);
(v) proporcionar una película de polímero (2) en la cara de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) y alimentar la película (2) simultáneamente con la capa adhesiva (3) a través del rebaje (301) de la cuchilla de revestimiento (300), en donde la película (2) está situada entre el rebaje (301) y la capa adhesiva (3);
(vi) curar el adhesivo de la cinta multicapa, así obtenida, en donde el rebaje (301) perfilado de la cuchilla

de revestimiento (300) y el tamaño del hueco (400) entre la cuchilla de revestimiento (300) y el sustrato (4) definen el perfil en sección transversal de la cinta (1).

49. El procedimiento de acuerdo con la realización 48, en el que el sustrato (4) es un revestimiento de liberación estructurado.

Métodos

Viscosidad:

La viscosidad a la que se alude en la descripción general de esta descripción y la viscosidad de los materiales utilizados en la sección de ejemplos es la viscosidad Brookfield, medida a 25°C, a menos que se especifique lo contrario. Las mediciones se realizaron según la norma DIN EN ISO 2555: 1999 a 25°C utilizando un husillo 3, a 12 rpm en un Viscosímetro Brookfield Digital DV-II comercialmente disponible de Brookfield Engineering Laboratories, Inc.

Rugosidad de la superficie (Rz):

La rugosidad de la superficie (Rz; altura máxima media de perfil de la superficie) puede ser determinada de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4287 utilizando el método de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4288.

Materiales:

AA:	Ácido acrílico de BASF AG, Alemania;
2-EHA:	Acrilato de 2-etilhexilo de BASF AG, Alemania;
IOA:	Acrilato de isooctilo, éster de alcohol isooctílico y ácido acrílico, de Sartomer Company, Cray Valley, Francia;
HDDA:	Diacrilato de 1,6-hexanodiol (reticulante) de Sartomer Company, Cray Valley, Francia;
Aerosil 972:	Sílice de pirólisis, carga, disponible comercialmente de Evonik Industries GmbH, Alemania;
Burbujas de vidrio K15:	Microesferas huecas de vidrio de baja densidad (densidad 0,15 g/cm ³), material de espuma, de 3M Company, EE.UU.;
Omnirad BDK:	2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, iniciador de UV, a partir de resinas iGm, Waalwijk, Países Bajos;
Revestimiento de liberación:	HOSTAPHAN 2 SLK, poliéster siliconizado, 75 µm de espesor de Mitsubishi, Wiesbaden, Alemania.

Ejemplos:

Preparación de precursor de adhesivo líquido I:

El precursor de adhesivo líquido se preparó combinando 90% de ISO con 10% de AA y 0,04 pph (partes por cien basado en la suma de IOA y AA) de Omnirad BDK en un recipiente de vidrio con agitación durante 30 minutos. La mezcla se polimerizó parcialmente bajo una atmósfera rica en nitrógeno por irradiación UV a un grado de polimerización de aproximadamente 8%, dando una viscosidad Brookfield de aproximadamente 3.000 mPas a 25°C. Después del curado, se añadieron 0,12 pph de HDDA y 0,16 pph de Omnirad BDK, y la mezcla resultante se agitó vigorosamente durante 30 minutos, dando un material que tiene una viscosidad de 3.500 mPas.

Preparación de precursor de adhesivo líquido II (adhesivo de espuma):

El precursor líquido se preparó combinando 90% de 2-EHA con 10% de AA y 0,04 pph (partes por cien basado en la suma de 2-EHA y AA) de Omnirad BDK en un recipiente de vidrio con agitación durante 30 minutos. La mezcla se polimerizó parcialmente bajo una atmósfera rica en nitrógeno por irradiación UV a un grado de polimerización de aproximadamente 8%, dando una viscosidad Brookfield de aproximadamente 2.100 mPas a 25°C. Después del curado, se añadieron 0,10 pph de HDDA, 0,16 pph de Omnirad BDK, 3 pph de carga y 6 pph de burbujas de vidrio K15 y la mezcla resultante se agitó a fondo durante 30 minutos. El precursor resultante tenía una viscosidad de aproximadamente 10.000 mPas.

Ejemplo 1: Preparación de cinta protectora que tiene una superficie perfilada

Una capa de adhesivo perfilada se preparó por el proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo en una estación de revestimiento representada en la figura 4 a la que ahora se hace referencia.

La unidad de revestimiento (5) contenía una cámara de revestimiento (6) constituida por la cuchilla de revestimiento (200) de aguas arriba en su parte delantera y la cuchilla de revestimiento (300) de aguas abajo en su parte posterior. No se muestran las paredes laterales de la estación de revestimiento. Sin embargo, es posible proporcionar más cuchillas de revestimiento si se han de preparar capas adicionales tal como se describe arriba. Un sustrato (4) se alimentó a través de la unidad de revestimiento (5) en dirección aguas abajo tal como se indica por la flecha recta a una velocidad lineal de 6 m/min para alcanzar primero la cuchilla de revestimiento (200) de aguas arriba y luego la cuchilla de revestimiento (300) de aguas abajo. A una posición enfrentada a la dirección de la banda (dirección de aguas abajo) se la alude como "posición de aguas arriba". A la posición opuesta a la "posición de aguas arriba" se la alude como "posición de aguas abajo". El sustrato utilizado en el ejemplo era un revestimiento de liberación (4). Las dos cuchillas de revestimiento se mantuvieron en una posición que dejaba un hueco (400), (401) entre los extremos inferiores de las cuchillas de revestimiento (los extremos enfrentados al sustrato) y el sustrato (4). La cuchilla de revestimiento (200) de aguas arriba tenía un extremo inferior plano. La cuchilla de revestimiento (300) de aguas abajo estaba provista en su extremo inferior de un rebaje perfilado (301) que tiene una forma trapezoidal tal como se muestra en la figura 5 A (vista desde la dirección de la banda / dirección de aguas abajo). Las cuchillas de revestimiento (200), (300) estaban dispuestas verticalmente separadas y se mantuvieron independientes una de otra. El precursor de adhesivo líquido (i) se alimentó sobre una perla de rodadura delante de la cuchilla de revestimiento (200) (cara de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (200), sobre el sustrato) y se hizo pasar a través del hueco (400) entre el extremo inferior de la cuchilla de revestimiento (200) y el sustrato (4), revistiendo así al sustrato para formar una capa (7). El sustrato revestido se alimentó a la cámara de revestimiento (6), en donde se introdujo el segundo precursor de adhesivo líquido (II) sobre el sustrato revestido (4) bajo la presión ambiente formando una capa (8) superpuesta sobre la capa (7).

En la cámara de revestimiento (6), una película sólida (2) en forma de un revestimiento de TPU de 150 μm de espesor se transportó al lado de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) y se alimentó alrededor del rebaje perfilado (301) de la cuchilla de revestimiento (300) simultáneamente con el precursor líquido II, formando así una cinta multicapa (1) que contiene una capa adhesiva (3) que tiene capas adhesivas separadas (7) y (8). El hueco (400) entre la primera cuchilla de revestimiento (200) (aguas arriba) y el sustrato (4) era tal que la capa adhesiva (7) tenía un espesor de aproximadamente 75 μm . El hueco (401) entre las partes planas del rebaje perfilado del borde inferior de la cuchilla de revestimiento (300) y el sustrato revestido (4) era de aproximadamente 400 μm y el hueco entre el centro del rebaje perfilado y el sustrato era de aproximadamente 1.200 μm . La cinta multicapa resultante se curó luego de forma continua en una estación de curado UV de 3 metros (2,07 mW/cm^2 durante los primeros 2 m y 4,27 mW/cm^2 en el último metro) para producir una cinta protectora contra la erosión (1) que tiene un espesor perfilado. El perfil en sección transversal de la cinta resultante se muestra en la figura 5B. La línea de trazo continuo indica el perfil de espesor de la cinta (incluida la capa superior (2), la capa de adhesivo (3) compuesta por las capas (7) y (8) y el revestimiento de liberación (4). La línea punteada indica el perfil de la capa adhesiva (3) inferior perfilada - sin la capa superior (2).

El Ejemplo 1 se proporciona para demostrar la construcción de una cinta compleja que tiene un perfil curvado hacia fuera con una película de poliuretano uniforme como la capa superior y una capa inferior adhesiva que contiene varias capas adhesivas distintas. Se entiende que también construcciones de cinta mucho más simples quedan abarcadas por la presente descripción. Por, ejemplo, puede ser suficiente proporcionar una capa adhesiva (3) inferior que contiene sólo una capa adhesiva. Tales cintas menos complejas se pueden preparar también en el sistema de revestimiento tal como se describió anteriormente, pero entonces puede ser necesaria sólo la cuchilla de revestimiento perfilada. El adhesivo se debería elegir de manera que su viscosidad y poder adhesivo permita a la cinta mantener su forma. En lugar de utilizar un adhesivo de espuma, también se pueden utilizar adhesivos de fricción que no tienen propiedades de tipo espuma. También podrían proporcionarse construcciones de cinta más complejas. En este caso se pueden añadir más cuchillas de revestimiento para la generación de capas adicionales.

La construcción de cinta compleja proporcionada en el ejemplo 1 permite preparar cintas que tengan componentes adhesivos ajustados con precisión a las necesidades deseadas para una cinta protectora del viento. En particular, se piensa que una o más capas de espuma adhesiva pueden añadir una protección adicional a un deterioro por arena o granizo, proporcionando elasticidad a la cinta.

Ejemplo 2 (hipotético): Cinta protectora perfilada con capa adhesiva modelada

La cinta preparada en el ejemplo 1 se puede adherir a una cinta que contiene una capa adhesiva estructurada. Tales cintas están disponibles comercialmente, por ejemplo bajo la designación comercial CONTROLAC 180 de 3M Company, St. Paul, EE.UU. Tales cintas contienen una capa superior de PVC y una capa inferior que contiene un adhesivo estructurado. La cinta perfilada se puede adherir con su capa inferior adhesiva a la cara de PVC de la cinta CONTROLTAC, dando una cinta protectora que tiene una capa adhesiva estructurada en su parte inferior y una capa intermedia no adhesiva (la capa de PVC).

Para hacer cintas sin las capas intermedias que resultarían del ejemplo hipotético anterior, la capa adhesiva de la cinta multicapas preparada en el ejemplo 1 puede ser provista de un diseño por los métodos descritos en la descripción, por ejemplo, pero no limitados a estampado en relieve usando un revestimiento de liberación modelado.

Ejemplo 3: Adhesión de una cinta con una capa adhesiva inferior modelada para adhesivos líquidos

Una cinta protectora que tiene una capa adhesiva modelada se preparó como sigue: Una película de PVC que tiene una capa adhesiva modelada (CONTROLTAC 180 de 3M Company, St. Paul, EE.UU.) se adhirió a la cara adhesiva de una película protectora que comprende una resina de poliuretano como capa protectora y una capa inferior adhesiva (WINDTAPE 8607 de 3M Company). La cinta protectora tenía un perfil uniforme, pero el experimento se proporciona para demostrar la interacción de la capa adhesiva modelada con un adhesivo líquido sobre la unión a las palas de un rotor.

Tres adhesivos diferentes de diferentes viscosidades se aplicaron a la parte modelada de la cinta protectora, la cual se envolvió luego alrededor del borde delantero de una pala de rotor de material compuesto de fibra de vidrio y se fijó frotando manualmente desde el centro hacia los lados para eliminar el aire y el exceso de adhesivo líquido. El adhesivo líquido se dejó curar de acuerdo con las instrucciones del proveedor.

Se utilizaron los siguientes adhesivos líquidos:

Resina I: SCOTCH-WELD UV 11 de 3M Company, St. Paul, EE.UU. (adhesivo a base de uretano-acrilato), viscosidad 90 m Pas, adhesivo curable por UV.

Resina II: adhesivo a base de poliuretano SCOTCH-WELD DP 600 SL, viscosidad 2500-4050 mPas. Adhesivo de 2K (2 componentes) que cura tras la combinación de los dos componentes reactivos después de 24 horas.

Resina III: Adhesivo basado en acrilato SCOTCH-WELD DP 810, viscosidad 20.000 - 40.000 mPas, adhesivo curable por UV.

Las cintas utilizando adhesivos líquidos I y II podían aplicarse fácilmente, volver a colocarse y unirse firmemente a la pala. Cintas con resina III no podían ser fácilmente fijadas a la pala.

Para someter a ensayo la resistencia de la unión, las cintas se retiraron a mano del material compuesto de fibra de vidrio. El ensayo se comparó mediante el uso de una cinta de TPU con una capa de PSA en su parte inferior que era plana, es decir, no modelada. La cinta se fijó al mismo material compuesto de vidrio. La cinta se retiró manualmente de la pala lo cual pudo llevarse a cabo más fácilmente que los ensayos realizados con adhesivos I y II utilizando el material modelado según se describe arriba.

REIVINDICACIONES

1. Una cinta protectora (1) multicapa para palas de rotores de turbinas de energía eólica, teniendo dicha cinta (1) una capa protectora superior (2) que comprende una película de polímero y una capa adhesiva (3) inferior, en donde la capa superior (2) tiene una superficie continua (S) que está curvada hacia fuera o es trapezoidal hacia fuera, de tal manera que la cinta (1) tiene un perfil en sección transversal que tiene una sección interior entre dos secciones laterales, y en donde la sección interior tiene un espesor (Ti) constituido por el espesor de la capa superior (2) y una capa adhesiva (3) inferior que es mayor que el espesor de al menos una de las secciones laterales (T1, T2) constituido por el espesor de la capa superior (2) y la capa adhesiva (3) inferior, y en donde el espesor (T1 o T2) de al menos una sección lateral es de a lo sumo 600 µm y el espesor de la sección interior (Ti) es de al menos 330 µm.
2. La cinta (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la sección interior comprende hasta 95% de la anchura de la cinta.
3. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el perfil en sección transversal de la cinta es simétrico o no simétrico.
4. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la misma, y en donde la superficie inferior está modelada para que comprenda un pluralidad de ranuras o puntos.
5. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) inferior comprende a través de su espesor al menos dos capas adhesivas, de las cuales una capa adhesiva comprende un adhesivo de espuma.
6. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) se prepara mediante un proceso de revestimiento húmedo-en-húmedo.
7. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa superior (2) es de un espesor uniforme.
8. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa superior (2) está curvada hacia fuera.
9. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que tiene un espesor en su sección interior (Ti) de 400 µm hasta 5.000 µm y un espesor en al menos una, preferiblemente las dos secciones laterales (T1, T2) de hasta 350 µm.
10. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa adhesiva (3) comprende un adhesivo acrílico.
11. La cinta (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa superior (2) comprende un poliuretano.
12. Método de proteger frente a la erosión una pala de un rotor de una turbina eólica, que comprende proporcionar una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y adherirla a la pala de un rotor.
13. Método de proteger frente a la erosión una pala de un rotor, que comprende (i) proporcionar una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la capa adhesiva (3) inferior tiene una superficie superior enfrentada a la capa superior (2) y una superficie inferior opuesta a la anterior, y en donde la superficie inferior está modelada para que comprenda una pluralidad de ranuras o puntos; (ii) aplicar un adhesivo líquido a la pala del rotor, a la superficie inferior modelada de la cinta o a ambas, y (iii) fijar la cinta a la pala del rotor.
14. Una pala de un rotor que comprende alrededor de su borde delantero una cinta protectora (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde las caras laterales de la cinta se enfrentan al borde trasero de la pala.

15. Procedimiento de formar una cinta multicapa (1) de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones de 1 a 11, que comprende:

- 5 (i) proporcionar un sustrato (4);
- (ii) proporcionar en una cámara de revestimiento (6) una cuchilla de revestimiento (300) que tiene un rebaje perfilado (301) en su extremo inferior enfrenteado al sustrato (4) y que forma un hueco (401) normal a la superficie del sustrato (4);
- (iii) mover el sustrato (4) con respecto a la cuchilla de revestimiento (300) en una dirección aguas abajo;
- 10 (iv) proporcionar a la cara aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) un adhesivo curable, aplicando de esta manera una capa adhesiva (3) sobre el sustrato (4) a través del hueco (401);
- (v) proporcionar una película de polímero (2) en la cara de aguas arriba de la cuchilla de revestimiento (300) y alimentar la película (2) simultáneamente con la capa adhesiva (3) a través del rebaje (301) de la cuchilla de revestimiento (300), en donde la película (2) está situada entre el rebaje (301) y la capa adhesiva (3);
- 15 (vi) curar el adhesivo de la cinta multicapa, así obtenida, en donde el rebaje (301) perfilado de la cuchilla de revestimiento (300) y el tamaño del hueco (400) entre la cuchilla de revestimiento (300) y el sustrato (4) definen el perfil en sección transversal de la cinta (1).

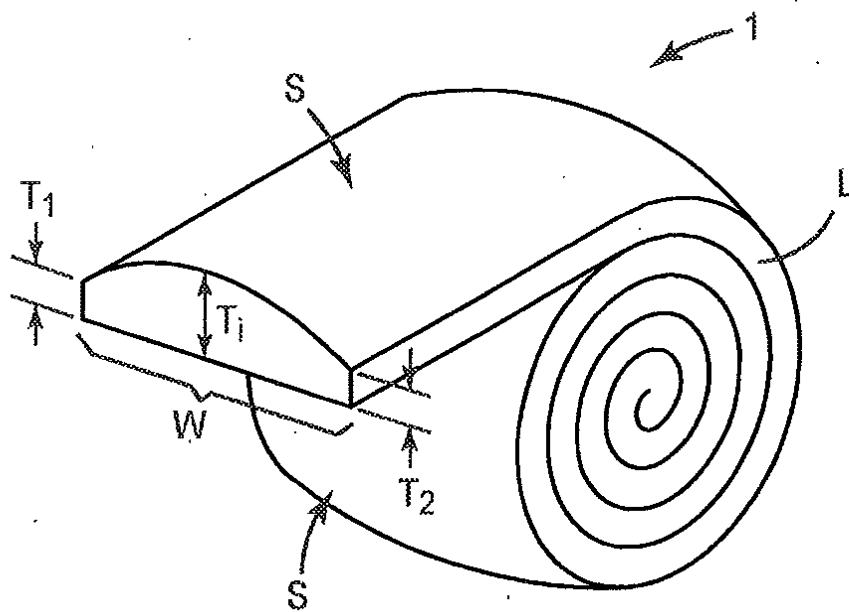


FIG. 1A

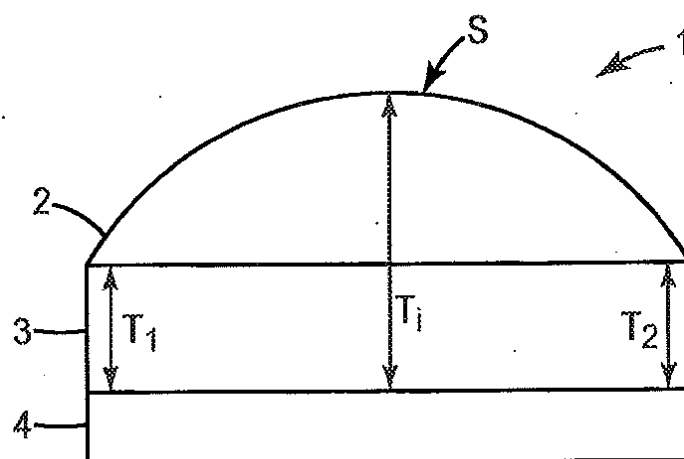


FIG. 1B

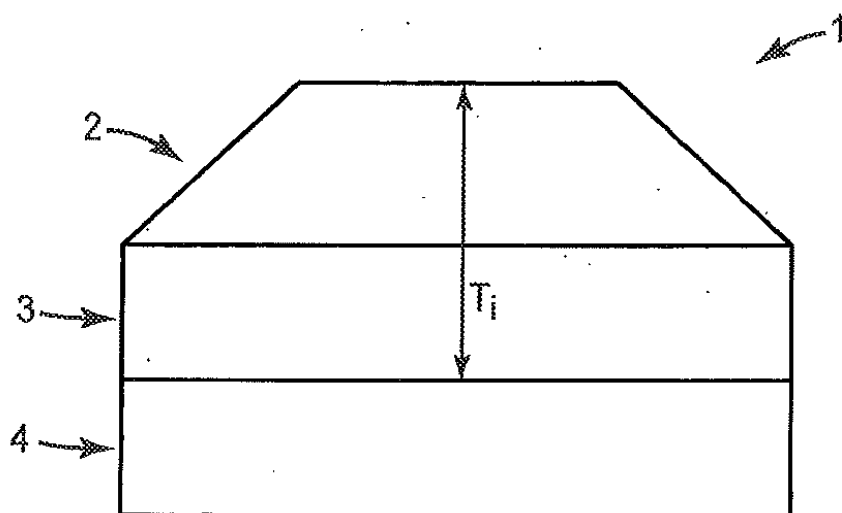


FIG. 2A

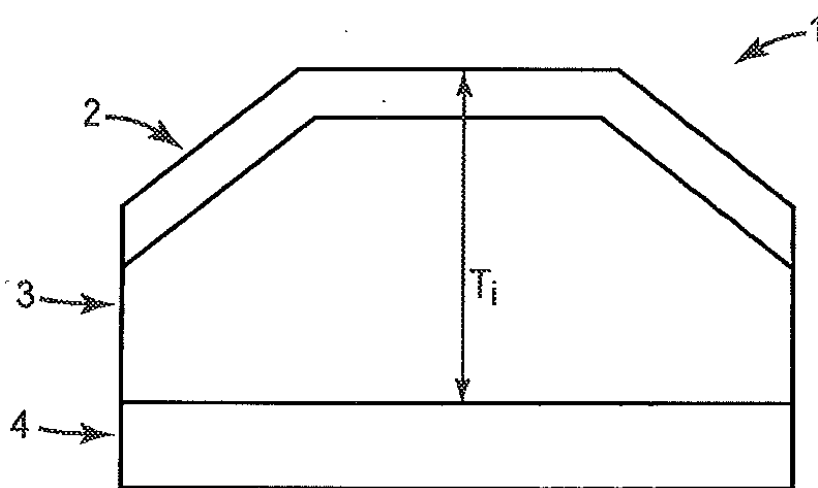


FIG. 2B

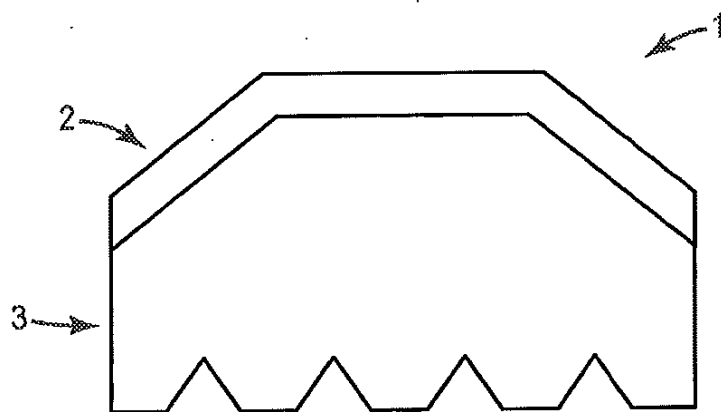


FIG. 3

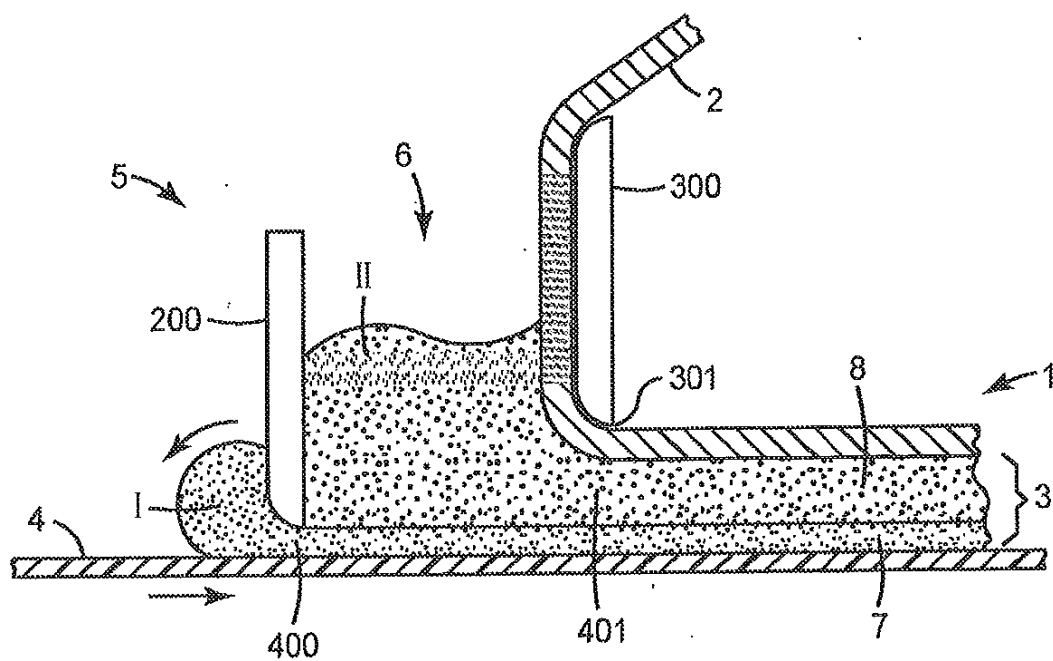


FIG. 4

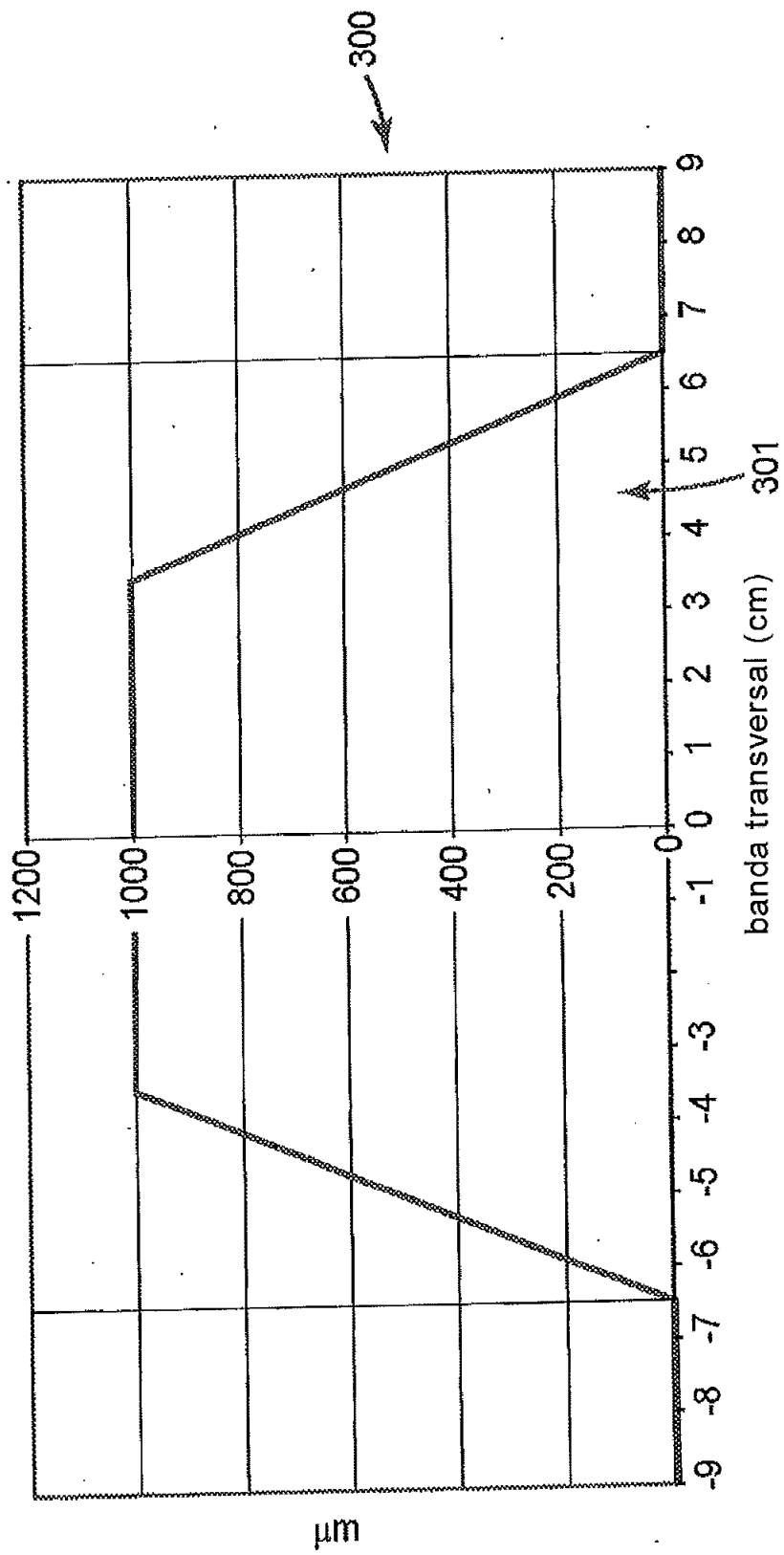


FIG. 5A

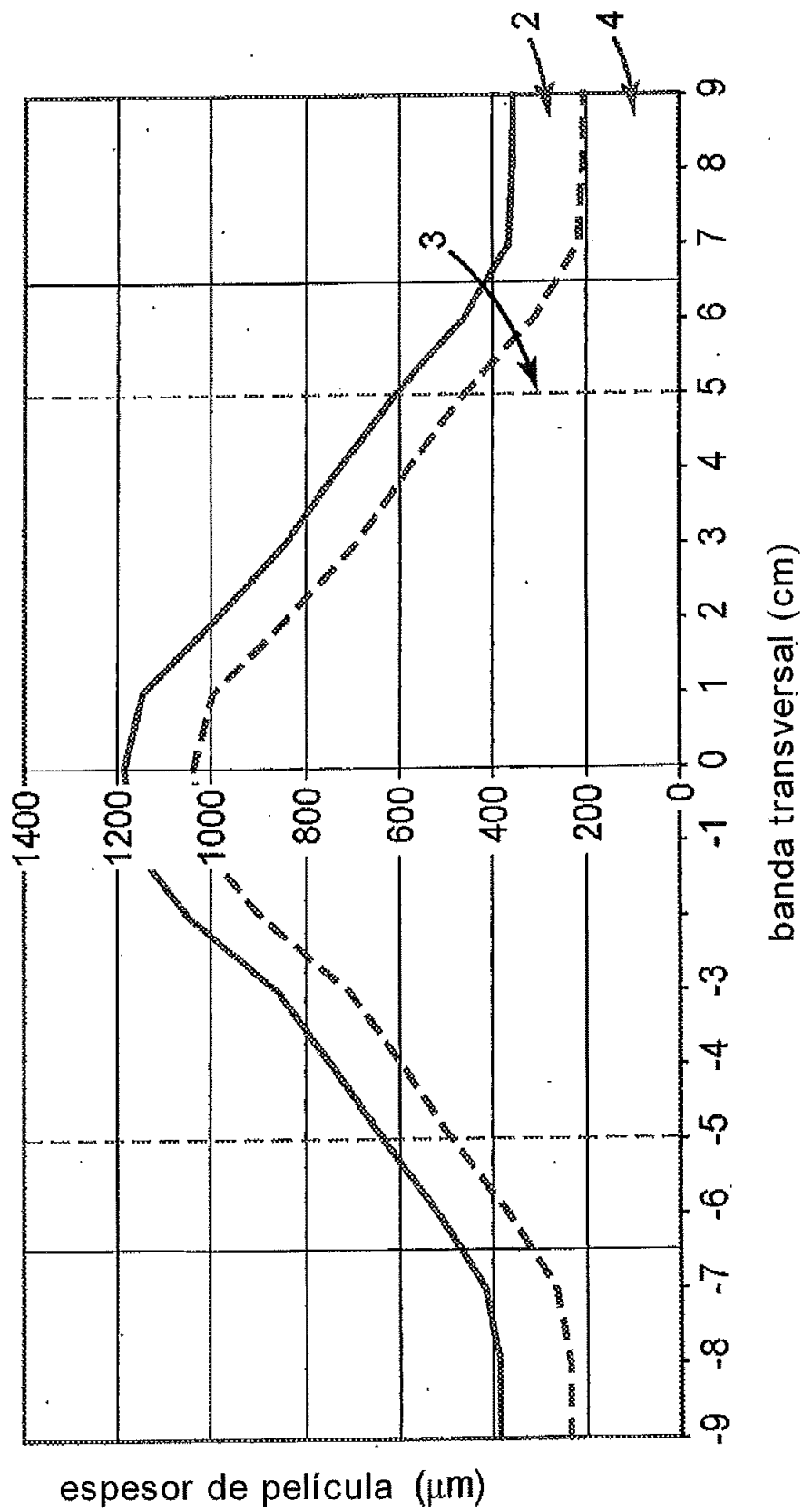


FIG. 5B

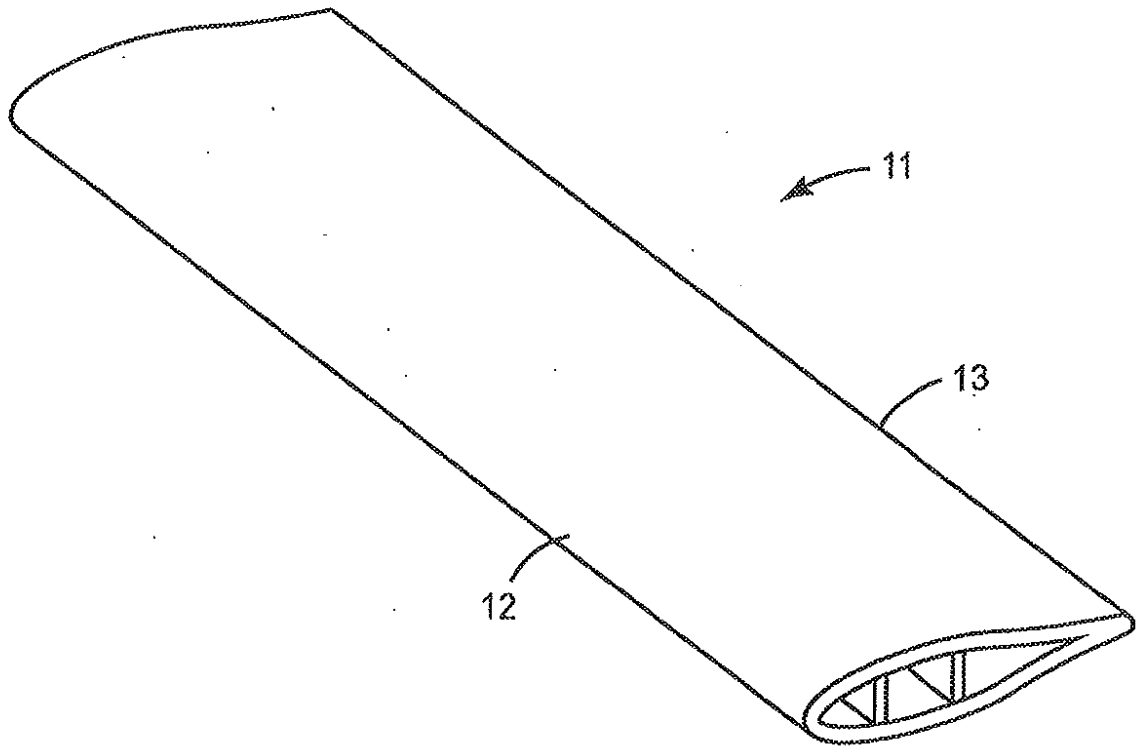


FIG. 6