

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 228**

51 Int. Cl.:

B23P 15/04	(2006.01)	F03D 1/06	(2006.01)
B29C 70/54	(2006.01)		
B32B 5/02	(2006.01)		
B29C 70/20	(2006.01)		
B29C 70/30	(2006.01)		
F01D 5/28	(2006.01)		
B29L 31/08	(2006.01)		
B32B 3/02	(2006.01)		
B32B 5/26	(2006.01)		
B32B 3/26	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2012 PCT/DK2012/050261**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2013 WO13007263**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2012 E 12737475 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2732153**

54 Título: **Disposición en el sentido de la cuerda de material de lámina de fibra para palas de turbina**

30 Prioridad:

13.07.2011 DK 201170379
15.07.2011 US 201161508076 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BECH, ANTON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 647 228 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

Disposición en el sentido de la cuerda de material de lámina de fibra para palas de turbina

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de disponer un material de lámina de fibra para fabricar productos de compuesto reforzados con fibra, tal como, en este caso, en particular palas de turbina eólica. La invención comprende adicionalmente una pala fabricada mediante el método.

10

Antecedentes de la invención

La Figura 1 ilustra una turbina eólica 1. La turbina eólica comprende una torre 2 de turbina eólica sobre la que se monta una góndola 3 de turbina eólica. Se monta un rotor 4 de turbina eólica que comprende al menos una pala 5 de turbina eólica sobre un buje 6. El buje 6 se conecta a la góndola 3 a través de un árbol de baja velocidad (no mostrado) que se extiende desde el frente de la góndola. La turbina eólica ilustrada en la Figura 1 puede ser un modelo pequeño dirigido a utilización doméstica o de iluminación, o puede ser un modelo grande, como los usados en generación de electricidad a gran escala o en una granja eólica por ejemplo. En este último caso, el diámetro del rotor podría ser tan grande como 100 metros o más.

15

20

Cuando se construye la estructura de una pala de turbina eólica, en la que la estructura comprende principalmente material de fibra y resina, tanto en un proceso de preimpregnado como de infusión, es importante tener cierta cantidad de fibras dispuestas en una dirección longitudinal de la pala para proporcionar resistencia y rigidez en el doblado en el sentido del ala de la pala. Las fibras también son necesarias en otras direcciones para controlar el retorcido de la pala y los requisitos estructurales generales.

25

Actualmente, se disponen por ejemplo láminas de fibra tri-axiales en la dirección longitudinal de la pala, en la que se dispone al menos una capa de fibras, normalmente en la dirección de envoltura de un tejido tri-axial, sustancialmente en paralelo con la dirección longitudinal de la pala o en paralelo al borde de ataque o al borde de salida para proporcionar realmente la resistencia y rigidez anteriormente mencionadas en el doblado en el sentido del ala.

30

La solicitud publicada WO2006/015598, se divulga para proporcionar una estructura de capa laminada para un objeto tal como una pala de turbina eólica en la que el número de capas de laminado se disminuye gradualmente a lo largo de la longitud del objeto. El documento divulga la mejora de la disminución en pendiente de capas sucesivas de la estructura que se extiende longitudinalmente mediante la aplicación de un corte en esquina en la orilla transversal de las capas de laminado.

35

De acuerdo con una realización divulgada la capa de laminado es una capa de fibra, por ejemplo fibra de vidrio, fibra de carbono u otros tipos de fibra para compuestos plásticos. La capa de fibra o la malla puede consistir por ejemplo en fibras cortas, cortadas (troceadas), de fibras dispuestas principalmente en una dirección (unidireccional), o de fibras dispuestas axialmente en dos direcciones en algún ángulo u en otra relación entre sí.

40

Sin embargo, debido a la forma de la pala, que es muy ancha en el área alrededor de donde se localiza la cuerda máxima y muy puntiaguda en la punta de la pala, hay una cantidad masiva de desperdicio de material cuando se cortan láminas de ancho uniforme para adaptarse a dicha forma. Esto es debido a que las láminas usadas se producen normalmente en una máquina, que produce en masa el material de láminas, que tras la fabricación se enrolla para formar grandes rodillos de material de lámina. Frecuentemente el corte preciso del material de lámina a ser localizado en una cierta posición se realiza previamente al uso real del material de lámina, lo que incrementa la velocidad de disposición, pero a l mismo tiempo incrementa el desperdicio de material.

50

La recuperación del material cortado dividiéndolo para formar un material utilizable no se ha visto factible, dado que las juntas, como los cortes y los extremos solapados, no han mostrado un comportamiento adecuado en cuanto a resistencia. La junta típica muestra solo una resistencia del 50-60 % de la resistencia del material original.

55 Sumario de la invención

Un primer objeto de la invención es evitar o minimizar la cantidad de material de residuo anteriormente mencionado. Otros objetos surgen a partir de la descripción, reivindicaciones y figuras adjuntas. Se define un método de acuerdo con la invención en la reivindicación 1 adjunta. Aspectos preferidos opcionales adicionales del método de la invención se definen en las sub-reivindicaciones adjuntas 2-9. Al disponer el material lateralmente en el molde en lugar de en el sentido longitudinal se minimiza la cantidad de residuo. La invención también engloba una pala de turbina eólica tal como se define en las reivindicaciones adjuntas 10 u 11.

60

En ciertos aspectos, cuando se dispone el material de lámina en el molde, desde la parte que conforma el borde de ataque de la pala hacia la parte que forma el borde de salida de la pala, y disponiendo una siguiente lámina de material solapando la lámina dispuesta anteriormente, a partir de la parte del molde, que conforma el borde de salida

65

de la pala, y hacia la parte del molde que conforma el borde de ataque de la pala, entonces el ángulo de corte de la lámina anteriormente dispuesta casi, aunque no completamente, se iguala al ángulo requerido para la siguiente lámina dispuesta para adaptarse al molde. Por ello, solo se requiere una cantidad mínima de recorte de la siguiente capa, por lo que la cantidad de material de lámina residual se reduce grandemente. Y naturalmente, se presenta el mismo efecto cuando se dispone una lámina adicional desde la parte del molde que conforma el borde de ataque de la pala hacia la parte del molde que conforma el borde de salida de la pala.

El material de lámina de fibra alargada a ser dispuesta en el molde de la pala de acuerdo con el método de la invención tiene una dirección en el sentido longitudinal y una dirección lateral, en la que el material de lámina de fibra comprende múltiples capas de fibra apiladas y tiene una capa superficial, en la que al menos una capa de fibra es una capa unidireccional, y la capa unidireccional tiene principalmente fibras en la dirección lateral, y en la que cada capa tiene caras laterales en el sentido longitudinal, y en la que la capa superficial tiene un ancho, que en la dirección lateral es más ancho que la capa media unidireccional, y en la que la capa unidireccional se sitúa con relación a la capa superficial de modo que la capa superficial solape la capa unidireccional y ambas caras laterales en el sentido longitudinal de la capa unidireccional, y en la que las caras laterales en el sentido longitudinal de al menos la capa superficial se proporciona con un adelgazamiento de un grosor de la capa.

La capa lateral, unidireccional permite una colocación de la lámina de fibra en un molde para palas de turbina en una dirección en el sentido de la cuerda de modo que las fibras unidireccionales se extiendan en la dirección en el sentido de la envergadura del molde. Los bordes de la capa de fibra están con la disposición en el sentido de la cuerda perpendiculares a la dirección en el sentido de la envergadura de la pala. Debido a esto, las cargas en la concha de la pala por flexiones en el sentido del ala se transfieren a través del solape de los bordes de la capa de fibra desde una a la siguiente, etc. La resistencia de estos solapes es por ello crítica. Un simple solape del borde de una malla sobre la otra no es apropiado dado que la resistencia se reduce en un 50-60 % de la resistencia general. Se necesita por lo tanto una mejora de la junta solapada para tener menor reducción de resistencia. Con la formación de bordes de la capa de fibra a partir de un borde de grosor completo como en un borde, que progresivamente se hace más delgado hacia el borde, la junta de solape creada en el solape de dos bordes de capa cambia de ser una junta de solape simple a una junta en bisel que tiene una retención de tensiones mucho mejor. La reducción del grosor de la capa puede tener diferentes formas. Una forma es una disminución lineal entre el grosor completo hasta el borde final. Otra es escalonar el ancho de las capas de fibra individuales en la malla de modo que el grosor de la malla se escalone disminuyendo hacia el borde. Una tercera forma es una mejora de los bordes en las capas escalonadas mediante la distensión del borde de cada capa individual para reducir las concentraciones de tensiones en el borde de las capas de fibra individuales.

En realizaciones preferidas las caras laterales en el sentido longitudinal de la capa superficial y/o la capa lateral, unidireccional y/o todas las capas de fibra se desilachan, machacan, pulverizan, disminuyen o cortan para proporcionar el adelgazamiento de un grosor de la capa o capas. El adelgazamiento es, tal como se ha explicado anteriormente, realmente importante para reducir las concentraciones de tensiones cuando se solapan las láminas de fibra.

En otra realización la capa superficial puede ser una capa de tejido de fibras bi-axiales. Para aplicar también la capa lateral, unidireccional, se pueden coser todas las capas juntas con una fibra o filamento delgado.

En una realización adicional, el material de lámina de fibra puede comprender una capa de fibra adicional situada sobre la capa unidireccional, lateral, en la que la capa unidireccional es más ancha que la capa de fibra adicional. El uso de varias capas de ancho decreciente permite un solape entre dos láminas de material de fibra, en el que puede obtenerse un grosor gradual en el solape, que, cuando se adelgazan las caras laterales de las capas de fibra, incrementa la resistencia en el solape sin provocar una elevada concentración de tensiones.

En otras realizaciones la capa superficial puede comprender principalmente fibras en una dirección unidireccional, que es diferente de la capa unidireccional lateral. Por ello, se obtiene resistencia en más de una dirección. También, la capa de fibra adicional puede tener fibras principalmente en una dirección unidireccional, que es diferente a una capa unidireccional de la capa superficial. Por lo que se obtiene resistencia incluso en una dirección adicional. De nuevo las capas pueden coserse juntas, preferentemente usando una fibra o filamento de fibra delgada.

El filamento de fibra para la costura puede fabricarse a partir de poliéster, que es de baja rigidez y por ello hace a la lámina de fibra más fácil de adaptar a una cierta forma del molde.

También, la capa unidireccional de la capa de fibra adicional y la capa de fibra unidireccional de la capa superficial pueden colocarse en ángulos simétricos con relación a la dirección longitudinal. Esto equilibra el material de lámina de fibra con relación al doblado en el sentido del ala de una pala, aunque la pala se retuerza normalmente desde el extremo de punta a la raíz aproximadamente en 15-10 grados, lo que induce una cierta cantidad de par de contorsión bajo el doblado en el sentido del ala.

En una realización preferida adicional el material de lámina de fibra puede ser un material de fibra tri-axial e incluso más preferido, el material de fibra tri-axial tiene ángulos de $+45^\circ/-45^\circ/90^\circ$ o $-45^\circ/+45^\circ/90^\circ$ correspondientes a la

dirección de envoltura de la lámina en un rodillo. Por ello la lámina se equilibra contra la contorsión y la capa lateral a 90 grados se protege por otras dos capas.

5 Preferentemente, el material de lámina se dispone en un rodillo para moverlo fácilmente adelante y atrás a través del molde. Por supuesto, el material de lámina puede estar también precortado para que sea más práctico.

10 En ciertos aspectos, la invención comprende un método de fabricación de una pala de turbina eólica de concha superficial aerodinámica que comprende la disposición de materiales de lámina de fibra, en la que los materiales de lámina se sitúan de modo que su propia dirección en el sentido longitudinal corresponde a una dirección en el sentido de la cuerda de una dirección de pala de turbina del molde y solapándose en una dirección en el sentido de la envergadura, y en el que al menos dos láminas de fibra tienen las capas superficiales enfrentadas al molde. Mediante la disposición en el sentido de la cuerda del material en lugar de en el sentido longitudinal se minimiza la cantidad de residuos. Cuando se dispone el material de láminas en el molde, a partir de la parte que conforma el borde de ataque de la pala hacia la parte que forma el borde de salida de la pala, y la disposición de una siguiente lámina de material solapada con la lámina dispuesta anteriormente, a partir de la parte del molde, que conforma el borde de salida de la pala, y hacia la parte del molde que conforma el borde de ataque de la pala, entonces el ángulo de corte de la lámina anteriormente dispuesta casi, aunque no completamente, se iguala al ángulo requerido para la siguiente lámina dispuesta para adaptarse al molde. Por ello, solo se requiere una cantidad mínima de recorte de la siguiente capa, por lo que la cantidad de material de lámina residual se reduce grandemente. Y naturalmente, se presenta el mismo efecto cuando se dispone una lámina adicional desde la parte del molde que conforma el borde de ataque de la pala hacia la parte del molde que conforma el borde de salida de la pala.

15 En una realización preferida se dispone una primera lámina de fibra desde un lateral del molde, que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala de turbina, y hacia el lado opuesto del molde, que está adaptado para conformar un borde de salida de una pala, en la que el material de láminas se corta para adaptarse al molde, y en el que un lado de la lámina, que se cortó para adaptarse al molde, se dispone como una segunda lámina desde la parte del molde, que está adaptada para conformar un borde de salida de la pala, y hacia el lado opuesto del molde, que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala. Por lo tanto, cuando se corta el material de láminas, se corta en un ángulo adaptado al borde de salida, se adaptará casi a un ángulo de la posición adyacente del borde de salida. Por lo tanto, significa de nuevo que puede evitarse una cantidad significativa de material de lámina de residuo.

25 También, la lámina de fibra puede cortarse para adaptarse al molde, que está adaptado para conformar el borde de salida de la pala. El borde del molde que está adaptado para conformar el borde de salida está mucho más en ángulo que la parte del molde que conforma el borde de ataque, por lo que se obtiene la disminución más alta en residuos por la parte del molde que está adaptada para conformar el borde de salida.

30 Para tener suficiente resistencia de las juntas/solape, pueden situarse al menos dos láminas de fibra en el sentido de la envergadura en una forma en la que al menos la capa lateral, unidireccional de cada lámina y de otra lámina se sitúan solapándose a una capa lateral adyacente, unidireccional y a otra capa en una dirección en el sentido de la envergadura. De este modo, por ejemplo cuando la lámina es una lámina tri-axial en lugar de capas 2x3 en el solape, solo pueden usarse 2x2, lo que proporciona resistencia suficiente del solape como 2x2, lo que es 4, que es más que 3.

35 En otra realización preferida las dos láminas de fibra solapadas pueden comprender un número irregular de capas de fibra, y las capas de fibra situarse de modo que al menos un número de capas de fibra correspondientes a la lámina con un número mínimo de fibras o más capas están presentes desde ambas láminas de fibra solapadas en una posición de solape. De ese modo es posible usar también el método para obtener la disminución del plegado denominada ply-drop que es una característica común de las palas de turbina debido a la disminución en la sección transversal desde el extremo de raíz a la punta.

40 En ciertos aspectos de la invención, el material de la lámina de fibra puede disponerse en un rodillo.

45 En ciertos aspectos de la invención, el material de la lámina de fibra pueden ser unas fibras secas, pre-impregnadas o una semi-impregnación.

50 Otros aspectos de la invención comprenden una pala para una turbina eólica fabricada mediante un método o un material de láminas tal como se ha descrito anteriormente así como un uso de dicha pala de turbina eólica de acuerdo con la Figura 1.

60 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 muestra una turbina eólica que incluye componentes clásicos y vista desde una dirección en la que el rotor está mirando al viento incidente.

65 La Fig. 2 muestra un material de lámina de fibra de acuerdo con la invención visto desde arriba.

La Fig. 3 muestra otro material de lámina de fibra de acuerdo con la invención visto desde arriba.

La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal lateral de una lámina de fibra de la Figura 2.

5 La Fig. 5 muestra una vista en sección transversal lateral de una lámina de fibra de la Figura 3.

La Fig. 6a muestra un solape entre dos láminas de fibra de acuerdo con la Figura 5.

La Fig. 7 muestra la disposición de material de láminas de fibra sobre un rodillo en un molde visto desde arriba.

10 La Fig. 8 muestra un rodillo de material de lámina de fibra.

La Fig. 9 muestra una vista en sección transversal lateral de una lámina de fibra, en la que todas las capas tienen una longitud correspondiente y no es para su uso en la presente invención.

15 La Fig. 10 muestra una vista en sección transversal lateral de una lámina de fibra, en la que las capas se han cortado por ejemplo en ángulo para obtener una disminución.

20 La Fig. 11a muestra una vista en sección transversal lateral de una lámina de fibra, en la que cada capa de fibra acaba abruptamente.

La Fig. 11b muestra una vista en sección transversal lateral de la lámina de fibra de la Figura 11a, en la que las caras laterales de cada capa se han difundido.

25 La Fig. 6b muestra un solape entre dos láminas de fibra, en el que las láminas tienen un número irregular de capas de fibra.

La Fig. 12 muestra una pala fabricada al menos parcialmente mediante la disposición de láminas de fibra lateralmente y el solape en un molde.

30 **Descripción detallada de la invención**

Con referencia a la Figura 1, la presente invención se refiere a materiales, fabricación, etc. de una pala para una turbina eólica 1.

35 La figura 2 muestra un material de lámina de fibra alargado 26 para palas de turbina eólica, teniendo el material de lámina de fibra una dirección en el sentido longitudinal 7 y una dirección lateral 8. La lámina 26 comprende tres capas de fibra 10, 12, 14 apiladas, en la que la capa 14 es una capa superficial y una capa de fibra lateral 10 es una capa unidireccional, que tiene fibras principalmente en la dirección lateral 8. Cada capa 10, 12, 14 tiene caras laterales en el sentido longitudinal que van en la dirección del sentido longitudinal 7. La capa superficial 14 tiene un ancho, que en la dirección lateral es más ancho que la capa lateral, unidireccional 10. La capa unidireccional 10 se sitúa con relación a la capa superficial 14 de modo que la capa superficial 14 solape la capa unidireccional 10 en ambas caras laterales en el sentido longitudinal de la capa unidireccional. La capa de fibra lateral, unidireccional 10 se coloca en la parte superior de la capa superficial 14, que es más ancha que la capa lateral, unidireccional 10. La capa 10 es más ancha que la capa 12. Esto también se muestra en la Figura 4, en la que la lámina 26 se coloca sobre una superficie del molde 18.

50 Las caras laterales en el sentido longitudinal de la capa superficial 14 están provistas con un adelgazamiento de un grosor (no mostrado) de la capa. Ambas capas de fibra 12 y 14 son principalmente unidireccionales, teniendo la capa 14 una dirección principal en un ángulo +A y la capa 12 una dirección principal en un ángulo -B con relación a la dirección lateral 8. Los ángulos +A y -B pueden ser numéricamente diferentes o iguales dependiendo del uso predeterminado y propiedades de la lámina 26. La lámina 26 es tri-axial significando que tiene tres capas 10, 12, 14, que tienen direcciones principales diferentes. Las tres capas pueden ensamblarse en una forma de lámina mediante cualquier método conocido tales como cosido, encolado o incluyendo una pequeña cantidad de fibras termoplásticas, que permiten la soldadura por puntos de las capas para su ensamblaje.

60 La Figura 3 muestra otra realización de un material de lámina de fibra 26 alargado que tiene una capa superficial 16 fabricada de un material de fibra bi-axial tejido con caras laterales 11 difundidas, es decir las caras laterales 11 se deshilachan, machacan, pulverizan, disminuyen o cortan para proporcionar un adelgazamiento de un grosor de la capa. Se coloca una capa de fibra lateral, unidireccional 10 en la parte superior de la capa superficial 16, que es más ancha que la capa lateral, unidireccional 10, como también se muestra en la figura 5, en la que la lámina 26 se coloca sobre una superficie del molde 18.

65 En la figura 7 y 8, el material de lámina 26 se muestra dispuesto en un rodillo. El material de lámina puede estar también precortado para encajar en localizaciones exactas sobre o en un molde.

La figura 6a muestra un método de fabricación de una pala de turbina eólica de concha superficial aerodinámica que comprende materiales de lámina de fibra 26, 26' que se disponen sobre una superficie de molde de pala 18, en la que los materiales de lámina se sitúan en el sentido longitudinal en una dirección que corresponde a una dirección en el sentido de la cuerda de una dirección de pala de turbina del molde y solapándose en una dirección en el sentido de la envergadura, y en el que al menos dos láminas de fibra tienen las capas superficiales 16 y 16' enfrentadas a la superficie del molde 18. Desde el lado izquierdo de la Figura 6a se localizan dos capas de fibra 16 y 10. La capa 16 es más ancha que la capa 10. Desde el lado derecho se localizan dos capas de fibra 16' y 10'. La capa 16' es más ancha que la capa 10' y solapa ambas capas 10 y 16 de la lámina 26. La capa 10' solo solapa la capa 16 de la lámina 26 y por ello hay un mínimo de tres capas de fibra en el solape. Ambas capas 16' y 10' podrían también solapar las capas 10 y 16, pero eso engrosaría el solape. En la forma mostrada de solape se obtiene una junta con un bajo nivel de concentración de tensiones y grosor.

La figura 6b muestra un método de fabricación de una pala de turbina eólica de concha superficial aerodinámica que comprende materiales de lámina de fibra 26, 26' que se disponen sobre una superficie de molde de pala 18, en el que los materiales de lámina en el sentido longitudinal se sitúan en una dirección correspondiente a una dirección en el sentido de la cuerda de una dirección de pala de turbina del molde y solapándose en una dirección en el sentido de envergadura. La lámina 26 comprende dos capas de fibra 10 y 16 y la lámina 26' tiene tres capas de fibra 10, 12, 14. Las dos láminas de fibra 26, 26' tienen capas superficiales 16 y 14 que miran hacia la superficie del molde 18. Desde el lado izquierdo de la Figura 6a se localizan dos capas de fibra 16 y 10. La capa 16 es más ancha que la capa 10. Desde el lado derecho se localizan tres capas de fibra 14, 10 y 12. La capa 14 es más ancha que la capa 10. La capa 10 es más ancha que la capa 12. La capa 14 solapa ambas capas 10 y 16 de la lámina 26. La capa 10 de la lámina 26' solo solapa la capa 16 de la lámina 26. La capa 12 no solapa ninguna capa de la lámina 26. Por ello hay un mínimo de tres capas de fibra en el solape. En la forma mostrada de solape se obtiene una junta con un bajo nivel de concentración de tensiones y grosor. Las dos láminas de fibras solapadas tienen dos y tres capas, y las capas de fibra se sitúan de modo que al menos un número de capas de fibra correspondientes a la lámina 26 con un número mínimo de capas de fibra están presentes desde ambas láminas de fibra solapadas en una posición de solape.

La Figura 7 muestra la fabricación de una pala de turbina eólica, en la que se dispone una primera lámina de fibra 28 desde un lateral del molde 20, que está adaptada para conformar un borde de ataque de una pala de turbina, y hacia el lado opuesto del molde 20, que está adaptado para conformar un borde de salida de una pala, en el que el material de láminas se cortó para adaptarse al molde, y en el que un lado de la lámina, que se cortó para adaptarse al molde, se dispone como una segunda lámina 26 desde la parte del molde, que está adaptada para conformar un borde de salida de la pala, y hacia el lado opuesto del molde, que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala.

Adicionalmente en la Figura 7 se muestra que un rodillo 22 con material de lámina se da una vuelta en U 24 principalmente horizontal para disponer una lámina de fibra adicional que solapa la lámina 28, lámina adicional que se ha de disponer desde un lateral del molde 20, que está adaptado para conformar un borde de salida de una pala de turbina, y hacia el lado opuesto del molde 20, que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala.

La Figura 8 muestra un material de lámina de fibra 26 en la forma de un rodillo 22. El material de lámina tiene tres capas de fibra 14, 10 y 12, en el que la capa 14 es la más ancha y la capa 12 es más ancha que la capa lateral, unidireccional 10.

La Figura 9 muestra una lámina de fibra 26, en la que todas las capas tienen una longitud correspondiente y no son para su uso por la presente invención.

La Figura 10 muestra una lámina de fibra 26, en la que las capas se han cortado por ejemplo en ángulo para obtener una disminución.

Las Figuras 11a,b muestran láminas de fibra 26, en las que en la Figura 11a cada capa de fibra acaba abruptamente y la Figura 11b muestra la lámina de fibra de la Figura 11a, en la que las caras laterales de cada capa se han difundido.

La Figura 12 muestra una pala que comprende un cierto número de láminas de fibra 26. Las láminas de fibra pueden ser de ancho similar o de un cierto número de anchos diferentes. Por ejemplo en el área de cuerda máxima de la pala las láminas pueden ser anchas y en una transición entre el extremo de raíz y el área de cuerda máxima las láminas pueden ser de menor ancho. Una lámina de menor ancho facilitará la disposición de las láminas en áreas de alto grado de doble curvatura.

La invención no está limitada al material de láminas de fibra con dos o más capas y capas de fibras unidireccionales, bi-axiales o tri-axiales. Puede usarse cualquier número múltiplo de capas de fibras y cualquier material fibroso conocido, tal como vidrio, carbono, amida, etc.

Se describen en el presente documento realizaciones preferidas de la presente invención, incluyendo el mejor modo

conocido por el inventor para llevar a cabo la invención. Pueden ser evidentes para los expertos en la materia variaciones de estas realizaciones preferidas tras la lectura de la descripción precedente. El presente inventor espera que los expertos empleen dichas variaciones según es apropiado, y el presente inventor pretende que su invención sea puesta en práctica en otra forma que la específicamente descrita en el presente documento. En consecuencia, la presente invención incluye todas las modificaciones y equivalentes de la materia objeto enumerada o sugerida en el presente documento tal como se permite por la ley aplicable. Más aún, cualquier combinación de los elementos anteriormente descritos en todas las variaciones posibles de los mismos está englobada por la invención a menos que se indique lo contrario en el presente documento o se contradiga claramente en otro sentido por el contexto.

5

10

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una concha superficial aerodinámica de pala de turbina eólica que comprende disponer materiales de lámina de fibra (26, 26') alargados en un molde de pala (20), teniendo los materiales de lámina de fibra (26, 26') una extensión en el sentido longitudinal, y una extensión lateral que es más corta que la extensión en el sentido longitudinal, en el que los materiales de lámina (26, 26') comprenden una capa de fibra respectiva que tiene caras laterales en el sentido longitudinal paralelas a la extensión en el sentido longitudinal del material de lámina de fibra (26, 26') respectivo en el que el material de lámina de fibra (26, 26') comprende una capa de fibra (10, 10', 12, 14, 16, 16') respectiva en la forma de una capa de fibra unidireccional que tiene principalmente fibras en la dirección lateral (8) del material de láminas de fibra (26, 26') respectivo, en el que dicho material de lámina de fibra (26, 26') alargado comprende múltiples capas de fibra (10, 10', 12, 14, 16, 16') apiladas y tiene una capa superficial, en la que al menos una capa de fibra es una dicha capa unidireccional, y en el que cada capa de fibra tiene caras laterales en sentido longitudinal, y en el que dicha capa superficial tiene un ancho, que en dicha dirección lateral (8) es más ancha que dicha capa unidireccional, y en el que dicha capa unidireccional se sitúa con relación a dicha capa superficial de modo que dicha capa superficial solape dicha capa unidireccional en ambas caras laterales en el sentido longitudinal de dicha capa unidireccional, y en el que dichas caras laterales en el sentido longitudinal de al menos dicha capa superficial están provistas con un adelgazamiento de un grosor de dicha capa, y en el que dichos materiales de lámina de fibra (26, 26') en el sentido longitudinal (7) se sitúan en una dirección que corresponde a una dirección en el sentido de la cuerda de una dirección de pala de turbina del molde (20) y solapándose en una dirección en el sentido de la envergadura de modo que dichas fibras unidireccionales se extiendan en una dirección en el sentido de la envergadura de dicho molde (20), en el que al menos dos de dichas láminas de fibra (26, 26') tienen dichas capas superficiales (10, 10', 12, 14, 16, 16') mirando hacia el molde (20).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se dispone una primera lámina de fibra (26, 26') desde un lateral del molde (20), que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala de turbina, y hacia el lado opuesto del molde (20), que está adaptado para conformar un borde de salida de una pala, en el que se corta el material de láminas (26, 26') para adaptarse al molde (20), y en el que un lado de la lámina (26, 26'), que se cortó para adaptarse al molde (20), se dispone como una segunda lámina (26, 26') desde la parte del molde (20), que está adaptada para conformar un borde de salida de una pala, y hacia el lado opuesto del molde (20), que está adaptado para conformar un borde de ataque de una pala.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha lámina de fibra (26, 26') se corta para adaptarse a dicho molde (20), que está adaptado para conformar un borde de salida de dicha pala.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos dos de dichas láminas de fibra (26, 26') se sitúan en el sentido de la envergadura en dicho molde (20) en una forma en la que al menos en dicha dirección lateral (8), se posiciona una capa de fibra unidireccional (10, 10', 12, 14, 16, 16') de cada lámina solapando una dirección lateral adyacente (8), la capa de fibra unidireccional y otra capa de otra de dichas láminas de fibra en una dirección en el sentido de la envergadura.
5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación previa, en el que al menos un material de lámina de fibra (26, 26') es seco y el método comprende la infusión de fibras secas con resina.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las caras laterales en sentido longitudinal de dicha capa superficial y/o la capa unidireccional en dirección lateral (8) y/o todas las capas de fibra se deshilachan, machacan, pulverizan, disminuyen o cortan para proporcionar un adelgazamiento de un grosor de la capa o capas.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho material de lámina de fibra (26, 26') comprende una capa de fibra adicional situada sobre la capa unidireccional, lateral, en la que la capa unidireccional es más ancha que la capa de fibra adicional.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha capa superficial tiene principalmente fibras unidireccionales en una dirección que es diferente de dicha capa unidireccional de dirección lateral (8).
9. Método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que los bordes laterales en el sentido longitudinal de dicho material de lámina de fibra (26, 26') son perpendiculares a la dirección en el sentido de la envergadura de dicha pala.
10. Una pala de turbina eólica (5) fabricada mediante un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente.
11. Una pala de turbina eólica (5) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha pala comprende un cierto número de dichas láminas de fibra 26 de diferentes anchos.

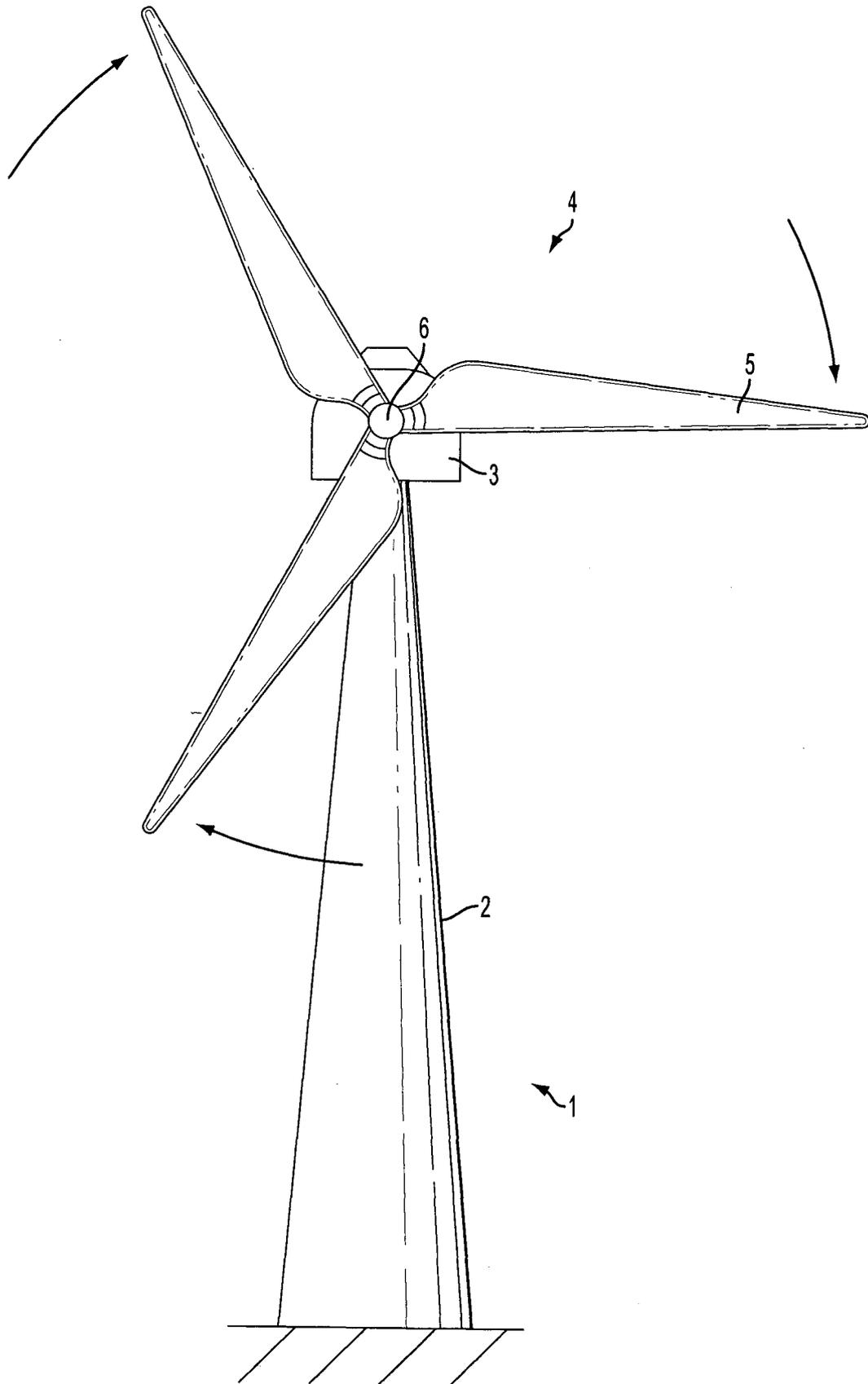


FIG. 1

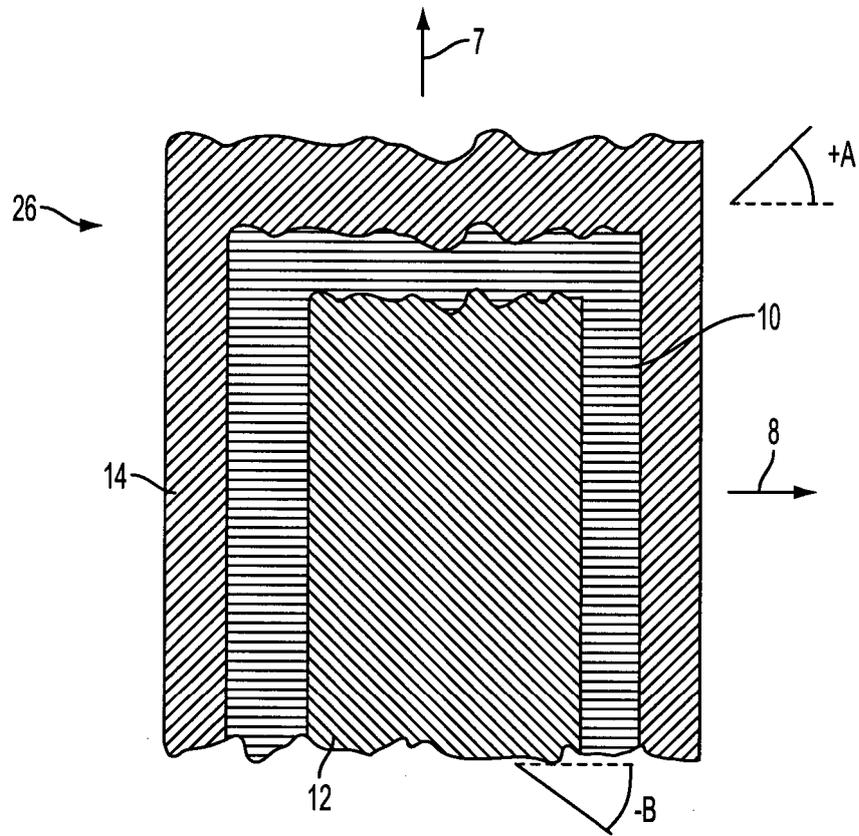


FIG. 2

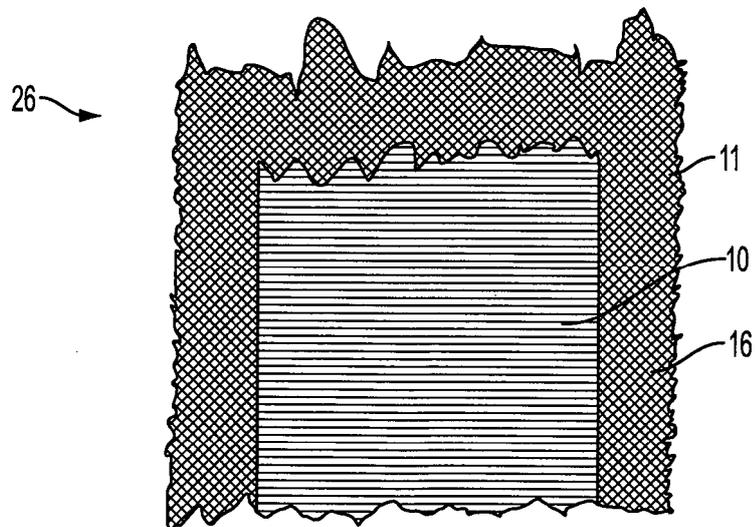


FIG. 3

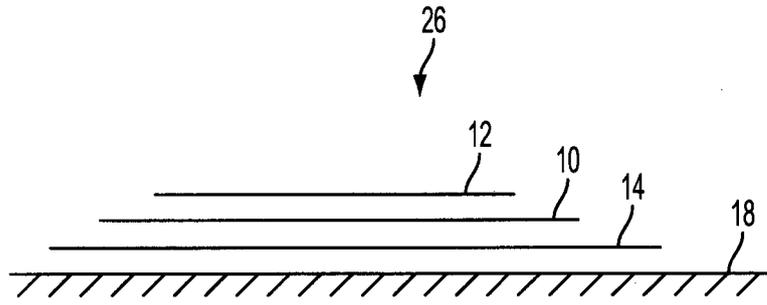


FIG. 4

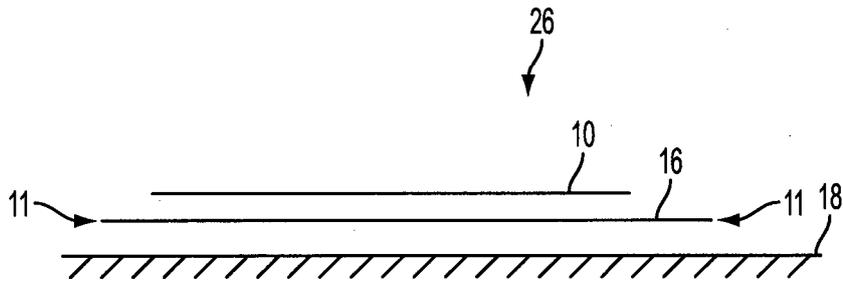


FIG. 5

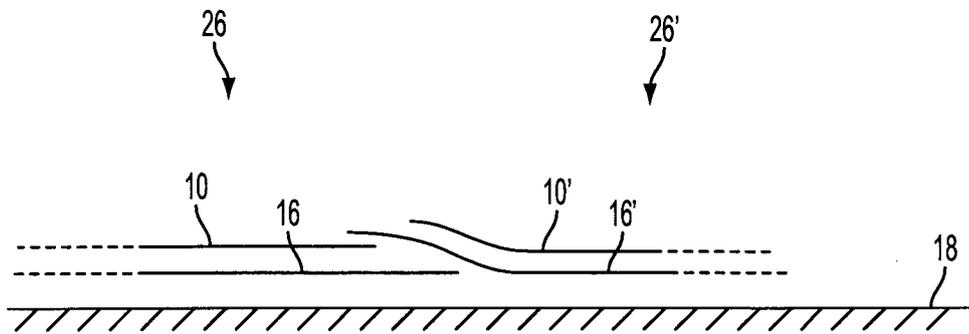


FIG. 6a

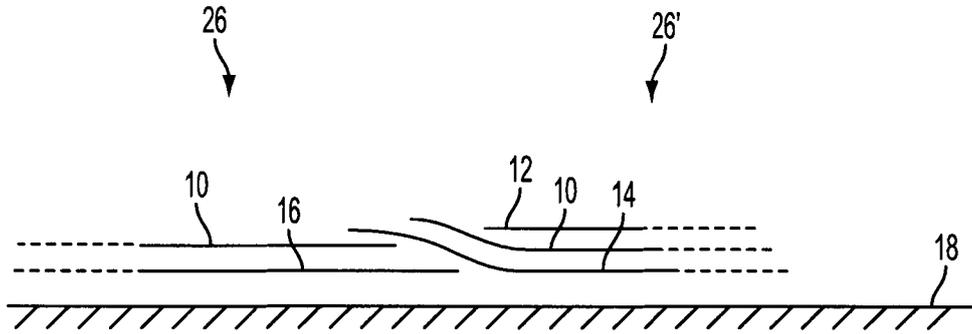


FIG. 6b

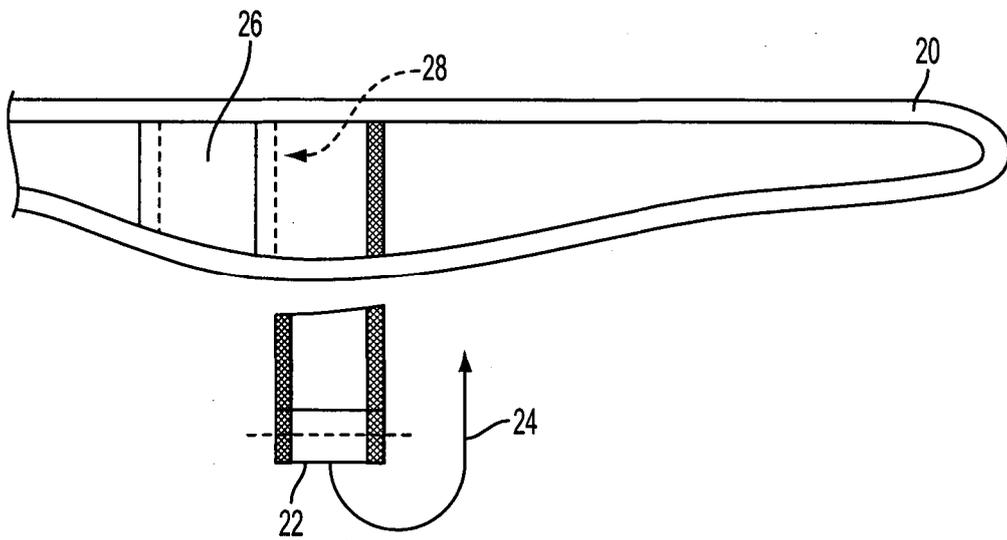


FIG. 7

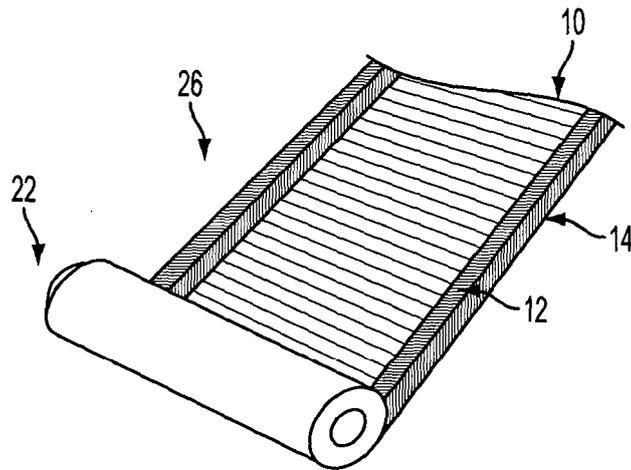


FIG. 8

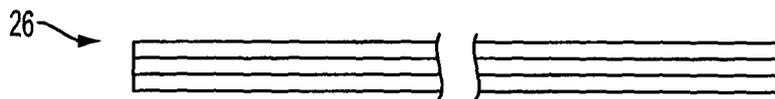


FIG. 9



FIG. 10



FIG. 11a



FIG. 11b

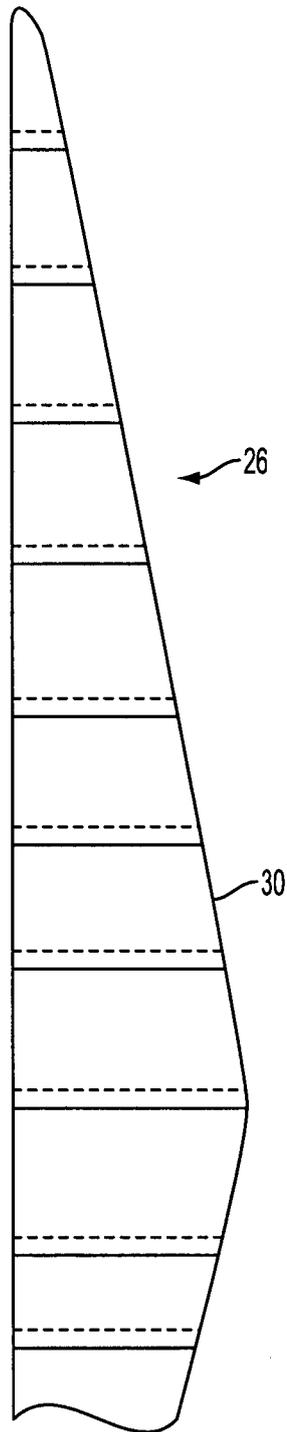


FIG. 12