

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 061**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

**F03D 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09768842 .8**

96 Fecha de presentación: **23.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2304228**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2011**

54 Título: **Paleta de turnina eólica reforzada**

30 Prioridad:  
**24.06.2008 DK 200800867**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.06.2012**

73 Titular/es:  
**Bladena ApS  
Sct. Hansgade 9, 2. sal  
4100 Ringsted, DK**

72 Inventor/es:  
**JENSEN, Find, Mølholt**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 383 061 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

Paleta de turbina eólica reforzada.

La presente invención se relaciona con una paleta reforzada para una turbina eólica, en particular con una paleta que tiene miembros de refuerzo alargados en la paleta con el fin de evitar la deformación de la parte trasera de la cubierta.

Típicamente, una paleta de turbina tiene una cubierta aerodinámica y una viga, tal como un brazo o una vigueta. La vigueta puede ser un brazo único, pero a menudo se utilizan dos viguetas. Las dos viguetas junto con las partes de la cubierta que se extienden entre las dos viguetas forman el así llamado perfil de caja. La parte superior e inferior del perfil de caja a menudo se denomina como tapas. Algunos tipos de paletas son diseñados con una vigueta en la forma de un perfil de caja que es elaborado separadamente y unido entre las cubiertas de superficie prefabricadas. La cubierta aerodinámica se hace típicamente de una lámina de plásticos reforzados con fibra, fibra de vidrio y/o otros materiales. Típicamente, la cubierta aerodinámica se hace de dos partes de cubierta que se ensamblan para formar la cubierta. Las paletas de la turbina eólica de acuerdo con la técnica anterior son conocidas de los documentos US 2007/0189903 A1 y US 2007/0217918 A1.

Bajo condiciones de operación normales, la paleta de turbina eólica se somete a cargas en un ángulo con la dirección de la aleta. Es común resolver esta carga sobre la paleta en sus componentes en la dirección de la aleta y del borde. La dirección de la aleta es una dirección sustancialmente perpendicular al eje transversal a través de una sección transversal de la aleta. La dirección de la aleta puede así ser considerada como la dirección, o la dirección opuesta/inversa, en el cual el levantamiento aerodinámico actúa sobre la paleta. Las cargas en el borde ocurren en una dirección perpendicular a la dirección de la aleta. La paleta está además sometida a cargas de torsión que son principalmente aerodinámicas y cargas de inercia. Estas cargas pueden someter la paleta a movimientos armónicos u oscilaciones a la frecuencia propia de torsión de la paleta; comparar con Figura 1 para una indicación de las cargas en las direcciones.

Cuando la paleta se somete a una carga de borde la sección de cubierta entre el borde trasero de la paleta y la viga interna se deforma por fuera del plano "neutro" (o inicial) de la superficie, ver Fig. 10. La deformación induce tensiones de pelado en el borde trasero de la paleta y consecuentemente esta puede conducir a una falla de fatiga en la unión adhesiva del borde de cola donde las dos partes de cubierta se conectan entre sí. Adicionalmente, la deformación de la cubierta puede conducir a las deformaciones tanto en la cubierta como en la viga en la conexión entre la viga y la cubierta y esto puede conducir a una falla de fatiga de la viga y/o falla de fatiga de la cubierta y/o falla de fatiga en la conexión entre la viga y la cubierta.

La falla de fatiga en la del borde trasero, la cubierta, la viga o las conexiones puede ser finalmente causa de que la hoja se rompa.

La deformación también puede conducir a un pandeo de la cubierta y esta reduce la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando una carga. Adicionalmente las deformaciones también comprometen la eficiencia aerodinámica de la paleta en razón a que la forma diseñada del perfil de la paleta ya no se mantiene.

Las cargas de borde pueden además originar que el borde trasero de la paleta para deformarse en un patrón de post pandeo estable. Esto es causado por el doblamiento de la paleta desde el borde de ataque hacia el borde trasero. El material de la paleta en el borde de ataque es luego sometido a tensión y el borde trasero a compresión. En razón a que el borde trasero es relativamente delgado, este no puede soportar fuerzas de compresión sustanciales antes de que este se doble fuera de su plano neutro. Cuando esto ocurre, algo de la carga del borde trasero es transferido y distribuido a través de la parte de la cubierta alejado el borde trasero hasta que se establece el equilibrio de las fuerzas. Aunque esta deformación no conduce inmediatamente a falla, esta disminuye el margen de seguridad para la carga de falla general de la paleta y también incrementa las tensiones de pelado y corte en el borde trasero.

Sometida a cargas de aleta, la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna se deforma por fuera del plano de la posición de superficie "neutra" de manera similar a la descrita anteriormente para las cargas de borde. Esta deformación también induce tensiones de corte y pelado en el borde trasero de la paleta. La sección se deformara en un estado de "nivel de energía más bajo", es decir una situación en donde la mayor cantidad de tensión en la paleta se distribuye a otras secciones de la paleta. Cuando parte de la cubierta se deforma de esta manera, es usualmente denominado como un "panel inefectivo". La distribución de las tensiones a otras partes de la paleta significa que estas partes estén sometidas a una carga mayor. Esto da como resultado una deflexión de punta mayor de la paleta. Además, las deformaciones de la superficie de la paleta comprometen la eficiencia aerodinámica de la paleta, porque la forma diseñada del perfil ya no se mantiene.

Así, existe necesidad de una paleta de turbina eólica en la cual la deformación de la cubierta se evite o minimice y en donde la estructura de la paleta se fortalezca al incrementar el peso total.

Es aún otro objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una resistencia total incrementada y una rigidez total.

Es aún otro objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con resistencia creciente a la falla de fatiga.

- 5 Es por lo tanto un objeto de la presente invención suministrar un perfil aerodinámico con resistencia mejorada contra la falla por pandeo del perfil.

Es aún otro objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una resistencia creciente al pandeo del borde trasero.

- 10 Es aun otro objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una resistencia creciente al pandeo de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna.

Es por lo tanto un objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una resistencia mejorada contra deformaciones del perfil de la paleta.

Es también un objeto de la presente invención suministrar un perfil de paleta reforzado para una paleta de turbina eólica.

- 15 Es por lo tanto un objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una resistencia mejorada contra las deformaciones de la cubierta.

Es otro objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con peso reducido.

También es un objeto de la presente invención suministrar una paleta de turbina eólica con una confiabilidad mejorada de las juntas entre las partes de la cubierta.

- 20 Es un objeto adicional suministrar una paleta de turbina eólica capaz de trabajar bajo cargas aerodinámicas severas y optimizar la eficiencia aerodinámica, por ejemplo la salida de energía de la paleta.

Es además un objeto de la presente invención suministrar alternativas a la técnica anterior.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, los objetos anteriormente mencionados y otros se cumplen mediante una paleta de turbina eólica que tiene las características de la reivindicación 1.

- 25 De acuerdo a un segundo aspecto de la presente invención, los objetos anteriormente mencionados y otros se cumplen mediante un método que tiene las características de la reivindicación 17.

- 30 La paleta de turbina eólica se puede utilizar en una turbina eólica de eje vertical, tal como una turbina eólica Darrieus, una turbina eólica estrella, etc. O en una turbina eólica de eje horizontal, tal como las turbinas de viento modernas comunes usualmente de tres paletas, algunas veces de dos paletas o aún de una paleta (y contra balanceada), etc.

La paleta de acuerdo con la presente invención también se puede utilizar en la industria aeronáutica, por ejemplo como un ala de helicóptero, como un ala de aeroplano etc.

- 35 La paleta de turbina eólica puede ser aplicable no solamente al viento, sino también a una variedad de flujos de agua, que incluyen flujo libre (ríos, arroyos), flujo de marea, corrientes oceánicas, movimiento de olas, corrientes de superficie de olas del océano etc.

- 40 La cubierta de la paleta de turbina eólica puede preferiblemente pero no exclusivamente, comprender un material compuesto o laminado. El material puede preferiblemente, pero no exclusivamente, comprender fibra de vidrio y/o fibras de carbono y/o u otros materiales durables y flexibles típicamente con un alto índice resistencia /peso. Esta puede además comprender al menos en parte metales de peso ligero o aleaciones. La cubierta puede ser típicamente una lámina o construcción en emparedado.

- 45 Preferiblemente, al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado se extiende en una dirección que es sustancialmente perpendicular con la extensión longitudinal de la paleta. En caso de una paleta curvada en donde la extensión longitudinal de la paleta forma una curva no lineal en el espacio, los miembros de refuerzo se extienden en una dirección que es sustancialmente perpendicular a la extensión longitudinal de la paleta en la vecindad del miembro de refuerzo en cuestión.

## ES 2 383 061 T3

Los miembros de refuerzo alargados pueden formar un ángulo con la extensión longitudinal de la paleta en la vecindad del miembro de refuerzo en cuestión que varía preferiblemente de 70° a 110°, preferiblemente de 80° a 100°, más preferiblemente de 85° a 95°.

5 El al menos un miembro de refuerzo alargado se puede extender sustancialmente de manera perpendicular con la cuerda del perfil de la paleta. La cuerda del perfil de la paleta es una superficie imaginaria que contiene el borde de ataque y el borde trasero de la paleta y se extiende entre ellas. Así, la dirección de borde es una dirección en paralelo con la cuerda del perfil y la dirección de la aleta es una dirección perpendicular a la cuerda del perfil.

La paleta de turbina eólica puede comprender una pluralidad de miembros de refuerzo alargados ubicados en una relación espaciada a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta.

10 La paleta de acuerdo con la invención comprende una o más vigas. Las paletas de turbina eólica con una o más vigas son bien conocidas. Una viga convencional tiene una extensión longitudinal en la dirección longitudinal de la paleta y una extensión transversal perpendicular a la cuerda del perfil de la paleta. La una o más vigas convencionales fortalecen principalmente la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta. Una viga también puede ser referida como una red. La viga convencional o red puede estar constituida por cualquier tipo de miembro de construcción alargado capaz de tomar las cargas, tal como un brazo o vigueta, por ejemplo formado como un perfil y, preferiblemente hecho de plásticos reforzados con fibra u otro material adecuado. Típicamente, las vigas convencionales se extienden a lo largo de sustancialmente la longitud completa de la paleta.

El al menos un miembro de refuerzo alargado se ubica entre la viga más trasera y el borde de cola de la paleta.

20 El al menos un miembro de refuerzo alargado está conectado con al menos dos conexiones a una superficie interna de la parte superior y la parte inferior de la cubierta, respectivamente. El miembro de refuerzo alargado evita que las fuerzas en la dirección de borde y de aleta de la paleta presionen las dos conexiones alejándola la una de la otra fortaleciendo de esta manera la cubierta contra fuerzas en la dirección del borde y de aleta y evitando la deformación de la parte de cola de la cubierta. Así, el miembro de refuerzo alargado tiene deseablemente una alta resistencia a la tensión mientras que el miembro de refuerzo alargado puede ser, pero no necesita ser, capaz de resistir las fuerzas de compresión.

Preferiblemente, el miembro de refuerzo alargado tiene una forma recta. Si la forma del miembro de refuerzo alargado no es recta, la forma del miembro de refuerzo alargado podría ser enderezada cuando se somete a fuerzas de tensión que conducen al movimiento de sus puntos de extremo y obviamente, esto no se desea.

30 El miembro de refuerzo alargado puede estar constituido por cualquier tipo de miembro de construcción alargado capaz de tomar las cargas.

El miembro de refuerzo alargado puede comprender uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste de una varilla, una placa, un tubo, capaz de resistir tanto las fuerzas de compresión como las fuerzas de tensión.

35 En razón a que el elemento de refuerzo no necesita ser capaz de resistir las fuerzas de compresión, el miembro de refuerzo alargado puede además comprender uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste de un alambre, una cuerda, un hilo, una fibra y una red de tela.

Los elementos pueden tener cualquier sección transversal adecuada, por ejemplo una sección transversal sustancialmente redonda o poligonal, tal como una sustancialmente rectangular, triangular, circular, oval, elíptica, etc., pero es preferiblemente circular u oval.

40 Los elementos se pueden aplicar individualmente o se pueden aplicar como un número de elementos individuales formando juntos un elemento "más grueso". En particular, el elemento puede comprender fibras de muy alta rigidez y resistencia, tal como, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida, fibras de polietileno, fibras PBO (polifenileno benzobisoxcuazol), etc.

Los miembros de refuerzo alargados pueden ser hechos de cualquier material adecuado. El plástico reforzado con fibra es actualmente preferido para las varillas, placas y tubos.

45 Los miembros de refuerzo alargados también pueden ser hechos de madera, tal como bambú, abedul, madera laminada, etc.,

El miembro de refuerzo alargado también puede ser hecho de acero, aleaciones de metal ligero, etc.

Los miembros de refuerzo alargado también se pueden hacer de material a base de fibras de planta con alto contenido de celulosa, tal como fibras bastas, tal como lilo, yute, etc. Estas fibras se pueden utilizar como refuerzo en un material compuesto, tal como un plástico reforzado, o se puede utilizar en la forma de alambres o varillas. El miembro de refuerzo alargado también se puede hacer en combinación con los materiales anteriormente mencionados.

5 El miembro de refuerzo alargado se requiere que tenga una resistencia de tensión alta solamente, es decir, preferiblemente, el miembro de refuerzo alargado no necesita llevar otras cargas, de tal manera que el miembro de refuerzo alargado puede ser delgado por medio de lo cual su peso y costo se mantienen en el mínimo. El grosor del miembro de refuerzo alargado es preferiblemente menor de 10 veces el grosor máximo de la cubierta más  
10 preferiblemente menos de cinco veces el grosor máximo de la cubierta, aún más preferiblemente menos de dos veces el grosor máximo de la cubierta, más preferiblemente menos del grosor máximo de la cubierta.

15 Las conexiones sobre la superficie interna del perfil pueden en principio ser ubicadas en cualquier parte sobre la superficie interna pero se debe observar que la ubicación escogida es adecuada para el miembro de refuerzo alargado para que pueda suministrar un efecto de refuerzo razonable y útil a la paleta. Las conexiones pueden comprender cualquier clase adecuada de unión tal como soldada, engomada, fundida, fusionada u otras conexiones metálicas simples. El miembro de refuerzo alargado en sí mismo puede comprender las conexiones o este puede comprender conexiones adicionales o partes de conexiones adaptadas para acoplarse o cooperar con las conexiones sobre la superficie interna de la cubierta. Las conexiones adicionales o las partes de conexión deben ser  
20 suficientemente rígidas para mantener su forma cuando se someten a tensión con el fin de cooperar adecuadamente con el miembro de refuerzo alargado para evitarlas que las conexiones sobre las cubiertas se desplacen la una de la otra.

Las conexiones pueden ser conexiones liberables que pueden comprender cualquier clase de unión, tal como ajuste rápido ajuste de presión, conexión ranura y lengüeta u otra conexión mecánica simple. La interconexión liberable se puede utilizar para suministrar un perfil aerodinámico con un grado creciente de flexibilidad.

25 El miembro de refuerzo alargado asegura y mantiene la forma de la cubierta sustancialmente sin cambio cuando el perfil aerodinámico es cargado mediante fuerzas en la dirección del borde y la aleta. Esto en cambio origina que la resistencia total del perfil aerodinámico se incremente significativamente en razón a que la resistencia contra el pandeo se incrementa. Con el miembro de refuerzo alargado de acuerdo con la invención, las dimensiones del material o materiales utilizados para la cubierta del perfil se puede además reducir drásticamente comparado con la  
30 situación o las soluciones habitualmente disponibles y así facilita las cargas dinámicas inferiores sobre otras partes del sistema, las características de manejo y transporte mejorado del perfil y la reducción de los costos de material.

Un miembro de refuerzo alargado de acuerdo con la presente invención mejora la eficiencia aerodinámica de la paleta en razón a que la forma diseñada del perfil de la paleta se mantiene en un grado mayor que para una paleta convencional.

35 Una de al menos un miembro de refuerzo alargado puede formar un ángulo con otro miembro alargado de al menos un miembro de refuerzo alargado.

El ángulo puede variar desde 15° a 135°. Preferiblemente, en al menos un miembro de refuerzo alargado se extiende sustancialmente perpendicular a la cuerda del perfil de la paleta en una sección transversal a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta.

40 Dos o más miembros de refuerzo alargado se pueden ubicar en una relación espaciada a lo largo de al menos una parte de la extensión longitudinal de la paleta de tal manera que los miembros de refuerzo alargados vecinos se monte con diferentes ángulos en relación con la cuerda del perfil de la paleta. La distancia entre los extremos adyacentes de los miembros de refuerzo alargados vecinos puede no exceder  $2xD$ , donde D es la distancia de separación de uno de los miembros de refuerzo alargados, es decir, la distancia entre dos conexiones opuestas de  
45 la cubierta del miembro de refuerzo alargado. El valor del parámetro D puede ser idéntico para dos o más miembros de refuerzo alargado vecinos.

Sin embargo, en razón a que el ancho de la sección transversal de la paleta de turbina eólica típicamente disminuye hacia la punta de la paleta, la distancia D2 del miembro de refuerzo alargado localizado más cerca a la punta será similar que la distancia D1 del miembro de refuerzo alargado localizado más cerca del cubo de la turbina eólica. La  
50 distancia máxima resultante entre dos miembros de refuerzo alargados vecinos puede ser preferiblemente calculada con base en el mínimo de las dos distancias, es decir, la distancia D2, o basada en el valor medio D1 y D2. Se ha encontrado que los valores de la distancia resultante D cumplen esta relación, existe un buen balance entre la capacidad de los miembros de refuerzo alargado a tomar las fuerzas de corte, el peso total de la paleta de turbina eólica y la rigidez de la paleta. Sin embargo, la distancia máxima entre dos miembros de refuerzo alargado puede  
55 por el contrario estar basada en otros requisitos, tales como, pero no limitados a, la necesidad de un diseño de pala

de turbina eólica particularmente fuerte, por ejemplo, cuando la turbina eólica pretende ser sometida a unas condiciones climáticas repetidamente severas, tal como cuando se erige el mar abierto.

5 Los miembros de refuerzo alargados pueden ser ubicados en ciertas secciones de la paleta solo posiblemente sin ninguna distancia máxima predeterminada o calculada. En particular, pero no exclusivamente, los miembros de refuerzo alargado se pueden localizar en posiciones en donde una deformación sustancial de la sección entre el borde trasero de la paleta y la viga se espera o se establece.

10 El o los elementos de refuerzo pueden estar equipados o pueden consistir de instalaciones activas, tal como instalaciones piezoeléctricas, que se pueden activar por medio de voltaje, corriente, campo eléctrico o magnético, por medio de la cual la longitud del elemento de refuerzo cambia y/o la tensión es impuesta sobre el elemento. Por medio de esto es posible cambiar la curvatura de la superficie del perfil y de esta manera cambiar las propiedades aerodinámicas del perfil. Con estas instalaciones es posible optimizar el desempeño del perfil aerodinámico.

Adelante la invención será descrita con más detalle con referencia las realizaciones de ejemplo ilustradas en los dibujos, en donde

15 La Fig. 1 ilustra esquemáticamente en perspectiva una paleta o turbina eólica y las flechas que indican las direcciones de la aleta, del borde, y las cargas de torsión, respectivamente,

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente en perspectiva una parte de la paleta de turbina eólica con unos miembros de refuerzo alargados que se interconectan con la parte inferior o superior de la cubierta.

La Fig. 3 muestra una sección transversal esquemática de una paleta de turbina eólica con unos miembros de refuerzo alargados en ángulo.

20 La Fig. 4 muestra una sección transversal esquemática de una paleta de turbina eólica con unos miembros de refuerzos alargados en ángulo y transversales.

La Fig. 5 muestra una sección transversal esquemática de una paleta de turbina eólica con dos hileras en miembros de refuerzo alargados.

25 La Fig. 6 ilustra esquemáticamente en perspectiva una parte de una paleta de turbina eólica con miembros de refuerzo alargados que forman una red capaz de resistir solamente las fuerzas de tensión.

La Fig. 7 muestra un ejemplo de las conexiones de un miembro de refuerzo alargado con la cubierta.

La Fig. 8 muestra otro ejemplo de conexiones de un miembro de refuerzo alargado con la cubierta,

La Fig. 9 muestra aun otro ejemplo de las conexiones del miembro de refuerzo alargado con la cubierta,

La Fig. 10 muestra aún otro ejemplo de conexiones de un miembro de refuerzo alargado con la cubierta, y

30 La Fig. 11 muestra una sección transversal esquemática de una paleta de turbina eólica convencional deformada por las fuerzas de borde y de aleta.

35 La presente invención se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos que la acompañan, en las cuales se muestran las realizaciones de ejemplo de la invención. Las figuras son esquemáticas y simplificadas por claridad, y ellas simplemente muestran detalles que son esenciales para el entendimiento de la invención, mientras que otros detalles han sido dejados fuera. En todos estos, son utilizados los mismos numerales de referencia para partes idénticas o correspondientes.

40 Además de las realizaciones mostradas, la invención puede tener modalidades en diferentes formas y se pueden considerar como limitadas a las realizaciones establecidas aquí. En su lugar, estas realizaciones se suministran de tal manera que esta descripción será total y completa, y conducirá completamente al alcance de la invención para aquellos expertos en la técnica.

45 La Fig. 1 ilustra esquemáticamente en perspectiva una paleta de turbina eólica 1 y las flechas indican las direcciones de la aleta F, el borde E, las cargas de torsión T, respectivamente. La línea punteada 12 indica la extensión longitudinal de la paleta. El sistema de coordenadas 14 tiene un eje x en la dirección del borde, un eje y en la dirección de la aleta, y un eje z en la dirección de la extensión longitudinal de la paleta 1. La sección transversal S1 es paralela con el plano xy del sistema de coordenadas 14, y S1 también se muestra en las Figs. 2a, 2b, y 3.

5 La Fig. 2 ilustra esquemáticamente en perspectiva una parte de una paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de la tapa engrosada 26, 28 de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. La realización ilustrada tiene además una pluralidad de miembros de refuerzo alargado 38 que interconecta la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo alargados 38 se ubican entre la viga 24 y el borde trasero 40 de la paleta a sustancialmente la misma distancia de la viga 24.

10 En otra realización, diferentes miembros de refuerzo alargado 38 se pueden ubicar con diferentes distancias al borde trasero de la paleta. La distancia puede por ejemplo variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar refuerzo útil de la paleta, por ejemplo, la posición relativa de los miembros de refuerzo alargado se pueden mantener constantes a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta; por ejemplo en una hilera, la distancia entre cada uno de los miembros de refuerzo alargado y la viga 24 puede ser de 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde trasero 40 en la posición del miembro de refuerzo alargado en cuestión.

Preferiblemente, cada uno de los miembros de refuerzo alargados 38 se extienden sustancialmente perpendiculares a la cuerda de perfil de la paleta 20.

15 En otra realización, los ángulos de los miembros de refuerzo alargados en relación con la cuerda de perfil de la paleta varían a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o, con el fin de compensar la variación en grosor de la cubierta de la paleta, etc.

20 En la realización ilustrada, cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se une a la superficie interna de la cubierta 30.

Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser alambres flexibles con una alta resistencia a la tensión sin una capacidad de resistir las fuerzas de compresión.

Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser varillas capaces de resistir tanto las fuerzas de compresión como las fuerzas de tensión.

25 En ambos casos, los miembros de refuerzo alargado evitan que las fuerzas en la dirección de borde y la aleta de la hoja presionen las dos conexiones alejándolas la una de la otra fortaleciendo de esta manera la cubierta contra la deformación por las fuerzas en la dirección de borde y de aleta y su vez reduciendo significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero.

30 Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra la falla de fatiga de la viga y/o la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga de la conexión entre la viga y la cubierta.

Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga.

35 Los miembros de refuerzo alargado también incrementa la resistencia de las paletas al pandeo del borde trasero originado por las cargas de borde e incrementando de esta manera el margen de seguridad para una carga de falla general de la paleta y también disminuye las tensiones de pelado y corte en el borde trasero.

Los miembros de refuerzo alargado también incrementan la resistencia de las paletas de deformarse por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye la resistencia de corte y pelado en el borde trasero de la paleta y da como resultado una deflexión de punta más pequeña que la paleta.

40 Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta se mantiene en un mayor grado que para la paleta convencional.

45 La Fig. 3 muestra esquemáticamente una sección transversal a lo largo de la extensión transversal de la paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de tapa engrosada 26, 28 de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. La realización ilustrada además tiene una pluralidad de miembros de refuerzo alargados 38 que interconectan la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo alargados 38 se ubican entre la viga 24 y el borde trasero 40 de la hoja con dos hileras con diferentes distancias a la viga 24. En cada hilera, cada uno de los miembros de los miembros de refuerzo alargados se ubican a sustancialmente la misma distancia de la viga 24.

5 En otra realización, diferentes miembros de refuerzo alargado 38 dentro de la misma hilera se pueden ubicar con diferentes distancias al borde trasero de la paleta. La distancia puede por ejemplo variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar un refuerzo útil de la paleta, por ejemplo, la posición relativa de los miembros de refuerzo alargados se puede mantener constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta; por ejemplo en una hilera, la distancia entre cada uno de los miembros de refuerzo alargados de la viga 24 puede ser 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde trasero 40 en la posición de miembro de refuerzo alargado en cuestión.

10 Cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se extienden sustancialmente perpendiculares a la cuerda del perfil en la sección transversal a lo largo de la extensión longitudinal de la viga de la paleta 20. Además, cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 forma un ángulo oblicuo con la cuerda del perfil de la paleta 20 en una sección transversal a lo largo de la extensión transversal de la paleta. Los miembros de refuerzo alargados en la misma hilera se ubican en paralelo, y los miembros de refuerzo alargado en diferentes hileras se ubican con diferentes ángulos.

15 En otra realización, dentro de cada hilera de los miembros de refuerzo alargado, los ángulos de los miembros de refuerzo alargado en relación con la cuerda del perfil de la paleta varía a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o, con el fin de compensar por varios grosores de la cubierta de la paleta etc.,

20 El número de hileras de los miembros de refuerzo alargado puede variar a lo largo de la longitud de la paleta, por ejemplo, mas hileras son ubicadas en secciones de la paleta que tienen un ancho grande mientras que una hilera única o pocas hileras se ubican en secciones de la paleta que tienen un ancho estrecho.

En la realización ilustrada, cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se une a la superficie interna de la cubierta 30.

Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser alambres flexibles con alta resistencia a la tensión sin una capacidad de resistir fuerzas de compresión.

25 Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser varillas capaces de resistir tanto las fuerzas de compresión como las fuerzas de tensión.

30 En ambos casos, los miembros de refuerzo alargados evitan que las fuerzas y la dirección de borde y de aleta de la paleta presionen las dos conexiones alejándolas la una de la otra fortaleciendo de esta manera la cubierta contra la deformación por las fuerzas en la dirección de borde y de aleta y a su vez reduzcan significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero.

Adicionalmente, la resistencia contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra la falla de fatiga de la viga y/o la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga en la conexión entre la viga y la cubierta.

Adicionalmente, la resistencia contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga.

35 Los miembros de refuerzo alargados también incrementa la resistencia de las paletas al pandeo del borde trasero originado por las cargas de borde e incrementando de esta manera el margen de seguridad para la carga de falla general de la paleta y también disminuyendo las tensiones de pelado y corte en el borde trasero.

40 Los miembros de refuerzo alargado también incrementan la resistencia de las paletas de deformarse por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye las tensiones de corte y pelado en el borde trasero para dar como resultado una deflexión de punta más pequeña de la paleta.

Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta se mantiene en un mayor grado que para una paleta convencional.

45 La Fig. 4 muestra esquemáticamente una sección transversal a lo largo de la extensión transversal de una paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de tapa engrosada 26, 28 de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. La realización ilustrada tiene además una pluralidad de miembros de refuerzo alargados 38 que interconecta en la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo alargados 38 se ubican entre la viga 24 y el borde trasero 40 de la paleta en una hilera en la cual cada uno de los miembros de refuerzo alargado se ubican a sustancialmente la misma distancia de la viga 24 en relación cruzada por medio de la cual cada segundo miembro de refuerzo alargado se ubica en paralelo uno con el otro, y los miembros de refuerzo

50

5 alargados adyacentes forman un ángulo uno con el otro de tal manera que cada segundo miembro de refuerzo alargado forma un primer ángulo con la cuerda de perfil de la paleta en una sección transversal de la paleta, y los miembros de refuerzo alargado entre estos forman un segundo ángulo con la cuerda de perfil de la paleta en la sección transversal de la paleta. Además, cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se extienden sustancialmente perpendiculares a la cuerda de perfil en una sección transversal a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta 20.

10 En otra realización, diferentes medios de refuerzo alargados 38 dentro de la hilera se pueden ubicar con diferentes distancia al borde trasero de la paleta. La distancia puede por ejemplo variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar un refuerzo eficiente y útil de la paleta, por ejemplo, la posición relativa de los miembros de refuerzo alargado se puede mantener constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta; por ejemplo en una hilera, la distancia entre cada uno de los miembros de refuerzo alargado y la viga 24 puede ser 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde trasero 40 en la posición del miembro de refuerzo alargado en cuestión.

15 Además, los primeros y segundos ángulos anteriormente mencionados de los miembros de refuerzo alargados en relación con la cuerda de perfil de la paleta pueden variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta o, con el fin de compensar una variación de grosor de la cubierta de la paleta, etc.

En la realización ilustrada, cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se unen a la superficie interna de la cubierta 30.

20 Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser alambres flexibles con una alta resistencia a la tensión sin una capacidad de resistir las fuerzas de compresión.

Los miembros de refuerzo alargado 38 pueden ser varillas capaces de resistir tanto las fuerzas de compresión como las fuerzas de tensión.

25 En ambos casos, los miembros de refuerzo alargado evitan que las fuerzas en la dirección del borde y la aleta de la paleta presionen las dos conexiones alejándolas la una de la otra fortaleciendo de esta manera la cubierta contra la deformación mediante las fuerzas en la dirección de borde y aleta y a su vez reduciendo significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero.

Adicionalmente, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la hoja contra la falla de fatiga de la viga y/o la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga de la conexión entre la viga y la cubierta.

30 Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga.

Los medios de refuerzo alargado también incrementan la resistencia de las paletas al pandeo del borde trasero originado por las cargas de borde e incrementando de esta manera el margen de seguridad para carga por falla general de la paleta y también disminuyendo las tensiones de pelado y corte en el borde trasero.

35 Los miembros de refuerzo alargados también incrementan la resistencia de las paletas al deformarse por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye las tensiones de corte y pelado en el borde trasero de la paleta y dan como resultado una deflexión de punta más pequeña de la paleta.

Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que la forma de diseño de la cubierta se mantiene en un mayor grado que para una paleta convencional.

40 La Figura 5 muestra esquemáticamente una sección transversal de la paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. La dos vigas 22, 24 y las partes de tapa engrosada 26, 28 de la viga de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. La realización ilustrada además tiene una pluralidad de miembro de refuerzo alargado 38 que interconectan la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo alargados 38 se ubican entre la viga 24 y el borde trasero 40 de la paleta en dos hileras con diferentes distancias a la viga 24. En cada hilera, cada uno de los miembros de refuerzo alargado se ubica a sustancialmente la misma distancia de la viga 24. Cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se extiende sustancialmente perpendicular a la cuerda de perfil de la paleta 20.

50 En otra realización, diferentes miembros de refuerzo alargado 38 dentro de la misma hilera se pueden ubicar con diferentes distancias al borde trasero de la paleta. La distancia puede por ejemplo variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar un refuerzo eficiente y útil de la paleta, por ejemplo, la posición relativa de los miembros de refuerzo alargado se puede mantener constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta;

por ejemplo en una hilera, la distancia entre cada uno de los miembros de refuerzo alargado y la viga 24 pueden ser de 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde trasero 40 en la posición del miembro de refuerzo alargado en cuestión.

5 En otra realización, dentro de cada hilera de los miembros de refuerzo alargado, los ángulos de los miembros de refuerzo alargado en relación con la cuerda del perfil de la paleta varían a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar por un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o, con el fin de compensar el grosor variante de la cubierta de la paleta, etc.

10 El número de hileras de los miembros de refuerzo alargados puede variar a lo largo de la longitud de la paleta, por ejemplo, más hileras se ubican en las secciones de la paleta que tienen un ancho mayor mientras que una única hilera o pocas hileras se ubican en las secciones de la paleta que tienen un ancho menor.

En la realización ilustrada cada uno de los miembros de refuerzo alargado 38 se unen a la superficie interna de la cubierta 30.

Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser alambres flexibles con alta resistencia a la tensión sin una capacidad de resistir las fuerzas de compresión

15 Los miembros de refuerzo alargados 38 pueden ser varillas capaces de resistir tanto las fuerzas de compresión como las fuerzas de tensión.

20 En ambos casos, Los miembros de refuerzo alargado evitan que las fuerzas en la dirección de borde y de aleta de la paleta presionen las dos conexiones alejándolas la una de la otra fortaleciendo de esta manera la cubierta contra la deformación por las fuerzas en la dirección de borde y de aleta y a su vez reduce significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero

Adicionalmente, la resistencia contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra la falla de fatiga de la viga y/o, la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga en la conexión entre la viga y la cubierta

Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga.

25 Los miembros de refuerzo alargado también incrementan las resistencia de la paleta al pandeo del borde trasero originado por las cargas de borde e incrementando de esta manera el margen de seguridad para la carga de falla general de la paleta y también disminuyendo las tensiones de pelado y corte en el borde trasero.

30 Los miembros de refuerzo alargado también incrementan la asistencia de las paletas a la deformación por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye las tensiones de corte y pelado en el borde trasero de la paleta y dan como resultado una deflexión de punta más pequeña de la paleta.

Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta se mantiene en un mayor grado que para una paleta convencional.

35 La Figura 6 ilustra esquemáticamente en perspectiva una parte de una paleta de turbina eólica 20 con 2 vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de la tapa engrosada 26, 28 de la hoja 20 constituyen un perfil de caja. La realización ilustrada además tiene una pluralidad de miembros de refuerzo alargado, a saber las fibras 38, ubicadas adyacentes una a la otra para formar una red que interconecta la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30. Las fibras individuales 38 forman ángulos variantes con relación a la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo, en el rango de 80° A 100°, y algunas de las fibras 38 se cruzan una a la otra para formar la red. Las fibras ilustradas tienen una alta resistencia contra las fuerzas de tensión solamente. La red formada por los miembros de refuerzo alargados 38 se ubican entre la viga 24 y el borde trasero 40 de la paleta y se extienden sustancialmente en paralelo con la viga 24 y son sustancialmente perpendiculares a la cuerda de perfil de la paleta 20. En otra realización, la red puede consistir de una tela con la mayoría de las fibras orientadas sustancialmente perpendicular a la extensión longitudinal de la paleta.

40

45

En la realización ilustrada, la distancia entre la red y el borde trasero de la paleta es constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta. En otra realización, la distancia varía a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar un refuerzo eficiente y útil de la paleta, por ejemplo, la posición relativa de la red se puede mantener constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta; por ejemplo, la distancia entre la red y la viga 24 puede ser 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde trasero 40 a lo largo de la extensión longitudinal de la red.

50

5 La red se extiende sustancialmente perpendicular a la cuerda de perfil en una sección transversal a lo largo de la extensión transversal de la paleta 20. En otra realización, la red forma un ángulo oblicuo con la cuerda de perfil de la paleta 20 en una sección transversal a lo largo de la extensión de la paleta. El ángulo puede ser constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o el ángulo puede variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o, con el fin de compensar por el grosor variante de la cubierta de la paleta, etc.

En la realización ilustrada, la red se une a la superficie interna de la cubierta 30.

10 La red preferiblemente comprende las fibras 38 de muy alta rigidez y resistencia tal como, pero no limitada, fibras de aramida. La red evita que las fuerzas en la dirección del borde y en la dirección de aleta de la paleta 20 presione las conexiones en la parte superior 32 de la cubierta 30 alejándolas con respecto a las conexiones de la parte inferior 34 de la cubierta 30 fortaleciendo de esta manera la cubierta 30 contra las fuerzas en la dirección de borde y de aleta y su vez reduciendo significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero 40. Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta 20 también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta 30 se mantiene en un mayor grado que para la paleta convencional.

15 Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra la falla de fatiga de la viga y/o la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga de la conexión entre la viga y la cubierta.

Adicionalmente, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta es la que soporta la carga.

20 La red también incrementa la resistencia de las paletas al tandeo del borde trasero causado por las cargas en el borde e incrementando de esta manera el margen de seguridad para la carga de falla el margen para la carga de falla general de la paleta y también disminuye la tensión de pelado y corte en el borde trasero.

25 La red también incrementa la resistencia de las paletas a deformarse por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye las secciones de corte y pelado en el borde trasero de la paleta y da como resultado una deflexión de punta más pequeña de la paleta.

Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que se mantiene la forma diseñada de la cubierta en un mayor grado que para la paleta convencional.

30 La Figura 7 muestra esquemáticamente una sección transversal de la paleta de turbina eólica 20 similar a la realización de la figura 2, con conexiones mecánicas 42 entre los miembros de refuerzo alargados 38 y la cubierta 30.

35 En la realización ilustrada, los miembros de refuerzo 38 están mecánicamente conectados a la cubierta 30 al conducir cada uno de los miembros de refuerzo 38 a través de unas aberturas adecuadas en la parte superior 32 y en la parte inferior 34, respectivamente, de la cubierta 30 y asegurándolos por medio de una conexión mecánica 42, tal como una tuerca que acopla con la sección roscada de las partes de extremo de los miembros de refuerzo 38. Las indentaciones se suministran en la parte superior 32 y en la parte inferior 34, respectivamente, de la cubierta 30 para acomodar las tuercas. Posteriormente al montaje de las conexiones mecánicas, las indentaciones se cubren mediante una placa u hojuela, o la cavidad se puede llenar con espuma, material adhesivo o de relleno con el fin de mantener un perfil aerodinámico suave de la cubierta 30. Preferiblemente, el material ya utilizado en la paleta tal como el plástico de refuerzo de fibra se podría utilizar.

40 La Figura 8 muestra esquemáticamente una sección transversal de la paleta de turbina eólica 20 similar a la realización de la Fig. 7, pero con otro tipo de conexiones 42 entre los miembros de refuerzo alargado 38 y la paleta 30.

45 En la realización ilustrada, los miembros de refuerzo 38 se conectan a la cubierta 30 con anclas 42. Las anclas 42 se unen a la superficie interna de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo alargados 38 se conectan al ancla mediante pasadores de interconexión insertados a través de ancla y el miembro.

50 La Fig. 9 muestra esquemáticamente una sección transversal de la paleta de turbina eólica 20 similar a la realización de la Fig. 8, pero con otro tipo de anclas 42 entre los miembros de refuerzo alargado 38 y la cubierta 30. Las anclas se pueden unir a la cubierta y al miembro de refuerzo alargado, o el ancla se puede laminar a la cubierta y al miembro. Esto se puede hacer utilizando plástico reforzado con fibra y es también conocido como laminación secundaria.

En la realización ilustrada, los miembros de refuerzo 38 están conectados a la cubierta 30 con anclas 42. Las anclas 42 se unen a la superficie interna de la parte superior 32 y la parte inferior 34, respectivamente, de la cubierta 30. Los miembros de refuerzo de alargado 38 se reciben entre las dos superficies receptoras de las anclas 42 y los miembros de refuerzo alargado 38 se unen o adhieren a las anclas 42.

5 La Fig. 10 ilustra esquemáticamente en perspectiva una parte de la paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte de tapa engrosada superior 26 y una parte de tapa engrosada inferior 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de tapa engrosada 26, 28 de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. La paleta ilustrada 20 tiene además una pluralidad de miembros de refuerzo alargado 38 formados por un alambre 44 que es arrastrado, cocido y tejido alternativamente a través de la parte superior 32 y de la parte inferior 34 de la cubierta 30 de tal manera que este se extiende a lo largo de la parte interna o externa de la parte superior respectiva 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30, respectivamente, entre los miembros de refuerzo alargados adyacentes 38.

En la paleta de turbina eólica ilustrada 20, el alambre 44 se extiende a lo largo de la parte externa de la cubierta 30. El inserto 46 muestra un detalle alargado del pasaje del alambre 44 a través de la cubierta 30. Con el fin de mantener una superficie externa aerodinámica suave de la cubierta 30, el alambre 44 puede tener un diámetro pequeño y/o la cubierta puede tener un nicho para la acomodación del alambre 44 y/o el alambre 44 puede ser cubierto por una lámina.

Preferiblemente, el alambre 44 forma un ángulo que es sustancialmente perpendicular con la cuerda de perfil de la paleta 20 entre la parte superior 32 y la parte inferior 34 de la cubierta 30; sin embargo, los miembros de la fuerza individual 38 pueden formar ángulos variantes con relación a la extensión longitudinal de las paletas, por ejemplo, en el rango de 80° a 100°. El alambre 44 tiene una alta resistencia contra las fuerzas de tensión solamente. Los miembros de refuerzo alargados 38 formados por el alambre 44 se ubican entre la viga 24 y el borde de cola 40 de la hoja 20 y se extienden sustancialmente en paralelo con la viga 24.

La distancia entre el alambre y el borde de cola de la paleta es preferiblemente constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta. Sin embargo, la distancia puede variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta para suministrar un refuerzo eficiente y útil de la paleta, por ejemplo la posición relativa del alambre 44 se puede mantener constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta; por ejemplo, la distancia entre el alambre 44 y la viga 40 puede ser 0.25 veces la distancia entre la viga 24 y el borde de paleta 40 a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta.

El alambre 44 preferiblemente se extiende sustancialmente perpendicular a la cuerda de perfil en la sección transversal a lo largo de la extensión transversal de la paleta 20. Sin embargo, el alambre puede formar un ángulo oblicuo con la cuerda de perfil de la paleta 20 en una sección transversal a lo largo de la extensión transversal de la paleta. El ángulo puede ser constante a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o el ángulo puede variar a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, por ejemplo con el fin de compensar un giro de la paleta a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta, o, con el fin de compensar el grosor variante de la cubierta de la paleta, etc.

El alambre se puede unir a la superficie de la cubierta 30.

El alambre preferiblemente comprende las fibras 38 de muy alta rigidez y resistencia tal como, pero no limitado a fibras de aramida. El alambre evita que las fuerzas en la dirección de borde y de aleta de la paleta 20 presione las conexiones de la parte superior 32 de la cubierta 30 alejándola de las conexiones respectivas la parte inferior 34 de la cubierta 30 fortaleciendo de esta manera la cubierta 30 contra las fuerzas en la dirección de borde y de aleta y a su vez reduciendo significativamente la carga de la unión adhesiva del borde trasero 40. Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta 20 también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta 30 se mantiene en un mayor grado que para la paleta convencional.

Adicionalmente, el fortalecimiento contra las deformaciones incrementa la resistencia de la paleta contra la falla de fatiga de la viga y/o la falla de fatiga de la cubierta y/o la falla de fatiga en la conexión entre la viga y la cubierta.

Además, el fortalecimiento contra la deformación incrementa la resistencia de la paleta contra el pandeo de la cubierta incrementando de esta manera la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga.

El alambre también incrementa la resistencia de las paletas al tandeo del borde trasero originado por las cargas de borde e incrementando de esta manera un margen de seguridad para la carga de falla general de la paleta y también disminuyendo las tensiones de pelado y de corte en el borde trasero.

El alambre también incrementa la resistencia de las paletas de deformar por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna. Esto disminuye la tensión de corte y pelado en el borde trasero de la paleta y dan como resultado una deflexión de punta más pequeña de la paleta.

Adicionalmente, la eficiencia aerodinámica de la paleta también se mejora en razón a que la forma diseñada de la cubierta se mantiene en un mayor grado que para la paleta convencional.

5 La Figura 11 muestra esquemáticamente una sección transversal de la paleta de turbina eólica 20 con dos vigas 22, 24 y una parte 28 de la cubierta 30. Las dos vigas 22, 24 y las partes de tapa engrosadas 26, 28 de la paleta 20 constituyen un perfil de caja. El perfil aerodinámico no cargado de la cubierta se muestra con una línea sólida, y un perfil deformado se muestra con una línea punteada.

10 Cuando la paleta se somete a una carga de borde la sección de la cubierta entre el borde trasero de la paleta y la viga interna se deforma por fuera del plano "neutra" (o inicial) de la superficie como se muestra en l Fig. 10. Esta deformación induce tensiones de pelado en el borde trasero de la paleta y consecuentemente esto puede conducir a una falla de fatiga en la unión adhesiva del borde trasero en donde las dos partes de cubiertas están conectadas una a la otra. Adicionalmente, la deformación de la cubierta puede conducir a las deformaciones tanto en la cubierta como en la viga en la conexión entre la viga y la cubierta y esto puede conducir a una falla de fatiga de la viga y/o falla de fatiga de la cubierta y/o falla en la conexión entre la viga y la cubierta.

15 La falla de fatiga en el borde trasero, la cubierta, la viga o las conexiones puede causar finalmente que la paleta se rompa.

La deformación también puede conducir al pandeo de la cubierta y esto reduce la resistencia final de la paleta porque la cubierta está soportando la carga. Adicionalmente, la deformación también comprende la eficiencia aerodinámica de la paleta en razón a que la forma diseñada del perfil de la paleta ya no se mantiene.

20 Las cargas de borde pueden además originar que el borde trasero de la paleta se deforme en un patrón de post pandeo estable. Esto es causado por el doblamiento de la paleta desde el borde de ataque hacia el borde trasero. El material de la paleta en el borde de ataque es luego sometido a tensión y el borde trasero a compresión. En razón a que el borde trasero es relativamente delgado, este no puede soportar fuerzas de compresión sustanciales antes de que este se doble por fuera de su plano neutro. Cuando esto ocurre, algo de la carga en el borde trasero es transferido y distribuido a través de una parte de la cubierta alejado del borde trasero, hasta que se establece un equilibrio de las fuerzas. Aunque la deformación no conduce inmediatamente a una falla, esto disminuye el margen de seguridad para la carga de falla general de la paleta y también incrementa las tensiones de pelado y de corte en el borde trasero.

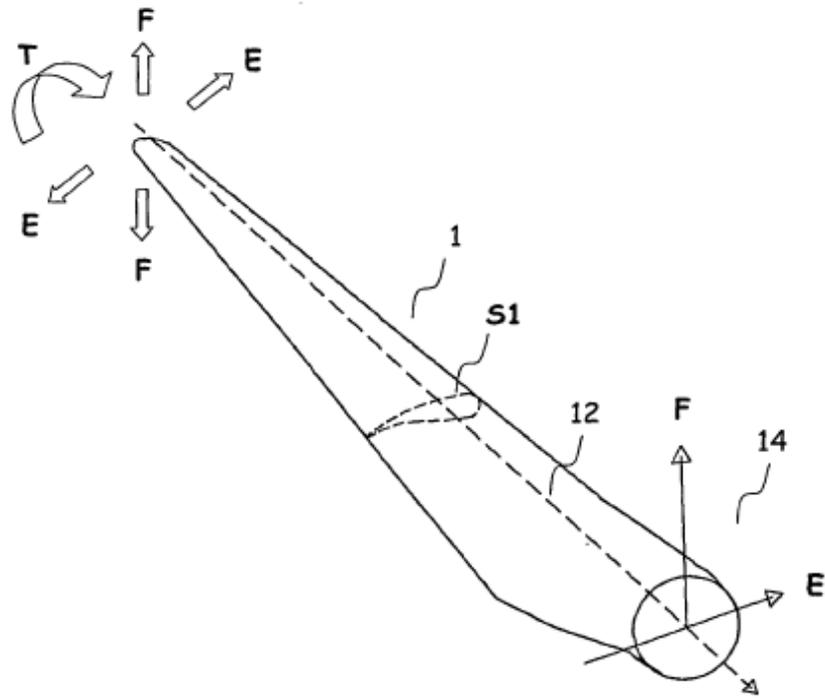
30 Sometido a las cargas de aleta, la sección de la cubierta aerodinámica entre el borde trasero y la viga interna se deforma por fuera del plano de la posición "neutra" de la superficie de manera similar a la descrita anteriormente para las cargas de borde. Esta deformación también induce tensiones de corte y pelado en el borde trasero de la paleta. La sección se deformará en un estado de "nivel de energía más bajo", es decir una situación en donde la mayor cantidad posible de tensión en la paleta se distribuye a otras secciones de la paleta. Cuando parte de la cubierta se deforma de esta manera, esto usualmente se denomina como un "panel no efectivo". La distribución de las tensiones a otras partes de la paleta significa que estas partes están sometidas a una carga mayor. Esto dará como resultado una deflexión de punta mayor de la paleta. Adicionalmente, las deformaciones de la superficie de la paleta comprometen la eficiencia aerodinámica de la paleta, porque la forma diseñada al perfil ya no se mantiene.

40 El alcance de la presente invención se establece por el capítulo reivindicativo que lo acompaña. En este contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles miembros o etapas. También, la mención de referencia es, tales como "un" "una" etc. no se debe considerar como que excluye una pluralidad. Adicionalmente, las características individuales mencionadas en las diferentes reivindicaciones, pueden ser posiblemente ventajosas combinadas, y la mención de estas características en las diferentes reivindicaciones no excluyen que una combinación de características sea posible y ventajosa.

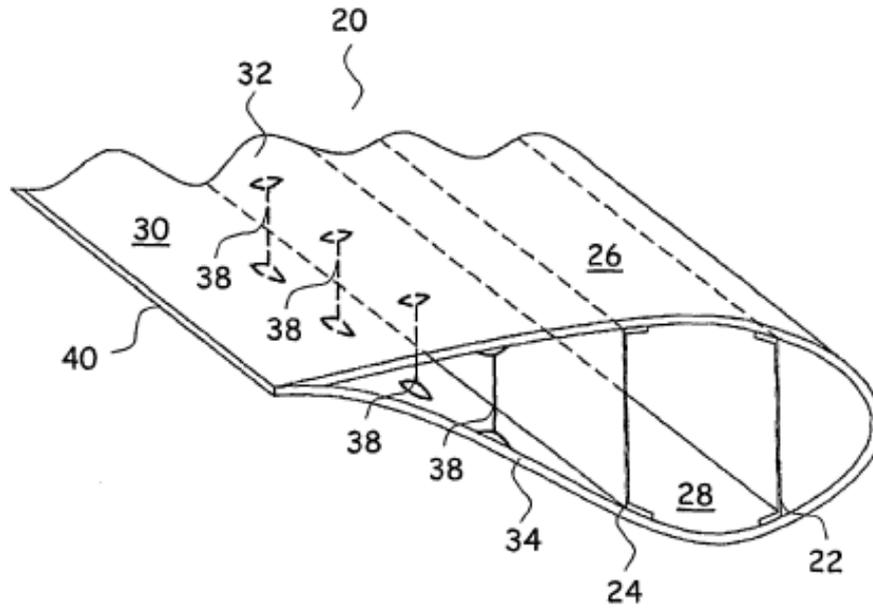
**REIVINDICACIONES**

1. Una paleta de turbina eólica que comprende  
una cubierta (30) que tiene una sección con un perfil aerodinámico,  
5 al menos una viga (22, 24), y  
al menos un miembro de refuerzo alargado (38) conectado dentro de la cubierta para incrementar la resistencia de la paleta y en donde, cada una de al menos un miembro de refuerzo alargado se ubica entre la parte más trasera de al menos una viga y en el borde trasero (40) de la paleta, cada una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) tiene un primer extremo y un segundo extremo y que se extiende en una dirección longitudinal entre el primer extremo y el segundo extremo y en donde el primer extremo se conecta la parte superior de la cubierta (32) y el segundo extremo se conecta a la parte inferior de la cubierta (34) evitando de esta manera la deformación de la parte trasera de la cubierta.  
10
2. Una paleta de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos un miembro de refuerzo alargado (38) comprende una pluralidad de miembros de refuerzo alargados ubicados en relación espaciada a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta.  
15
3. Una paleta de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se extiende en una dirección que forma un ángulo con relación a la extensión longitudinal de la paleta que varía desde 70° a 110° preferiblemente de 80° a 100°, más preferiblemente de 85° a 95°.
- 20 4. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a la reivindicación 3, en donde al menos una de al menos uno de los miembros de refuerzo alargado (38) se extiende en una dirección que es sustancialmente perpendicular con la extensión longitudinal de la paleta.
- 5, Una paleta de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se extiende sustancialmente perpendicular a la cuerda de perfil de la paleta.  
25
6. Una paleta de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos uno de los miembros de refuerzo alargado (38) comprende una pluralidad de miembros de refuerzo alargado (38) ubicado en relación espaciada a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta con una distancia mutua que es menor de 2xD, en donde D es la distancia entre el primero y segundo extremo de una de la pluralidad de los miembros de refuerzo alargado  
30
7. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde uno de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) forma un ángulo con otro de al menos un miembro de refuerzo alargado.
8. Una paleta de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el ángulo varía de 15° a 135°.
- 35 9. Una paleta de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos uno de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se extiende sustancialmente en paralelo a la viga (22, 24).
10. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1- 8, en donde al menos uno de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) forma un ángulo con la viga (22, 24) que varía de 0° a 70°, preferiblemente de 0° a 40°, más preferiblemente de 0° a 20°, más preferiblemente de 0° a 10°, y aún más preferiblemente de 0° a 5°.  
40
11. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) forma un ángulo con la viga (22, 24) que varía de 10° a 70°, preferiblemente 10° a 40°, más preferiblemente de 10° a 20°
- 45 12. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) es un alambre flexible con una resistencia a la tensión alta sin una capacidad de resistir fuerzas de compresión.

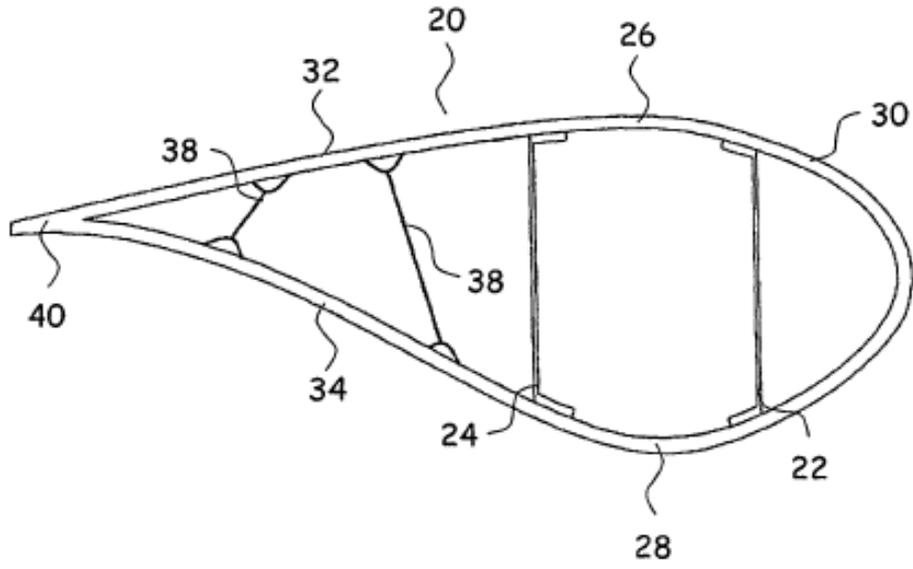
13. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se hace de plástico reforzado.
- 5 14. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos uno de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se hace de madera, tal como bambú, abedul, madera laminada, etc., o, acero, aleación de metales ligeros etc.
15. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) comprende un número de elementos individuales que comprenden fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida, fibras de polietileno, o fibras de PBO (polifenileno benzobisoxcuasol).
- 10 16. Una paleta de turbina eólica de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) se hace de material a base de fibras de planta con alto grado de contenido de celulosa, tales como fibras bastas, tales como lilo, yute, etc.
17. Un método para incrementar la resistencia de una paleta de turbina eólica que tiene una cubierta (30) con una sección que tiene un perfil aerodinámico y al menos un viga (22, 24), el método comprende las etapas de
- 15 Ubicar al menos un miembro de refuerzo alargado (38) dentro de la cubierta (30) entre la parte más trasera de al menos una viga y el borde trasero de la paleta, cada una de al menos un miembro de refuerzo alargado (38) que tiene un primer extremo y un segundo extremo y que se extiende en un dirección longitudinal entre el primer extremo y el segundo extremo y,
- 20 Conectar el primer extremo a la parte superior (32) de la cubierta y el segundo extremo a la parte inferior (34) de la cubierta.



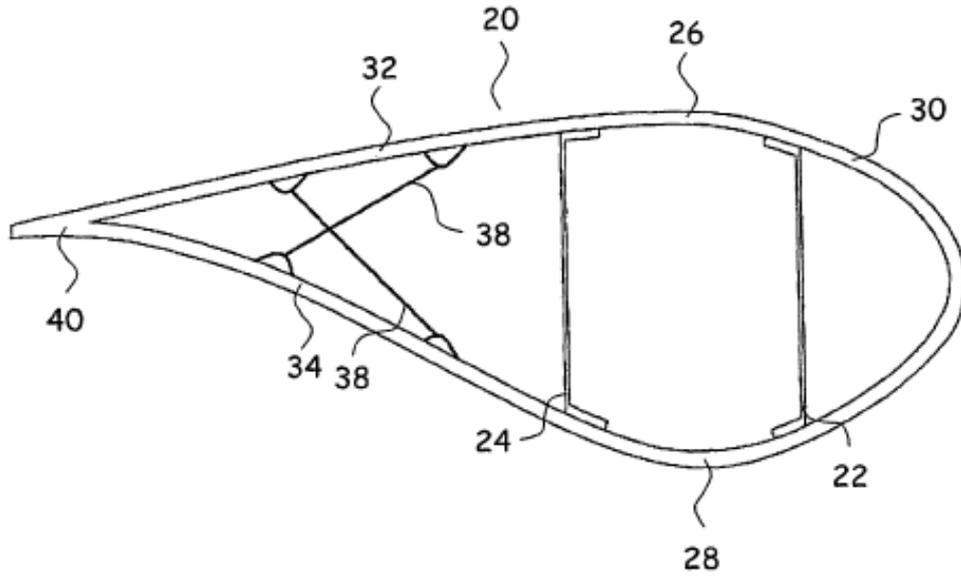
**Fig. 1**



**Fig. 2**

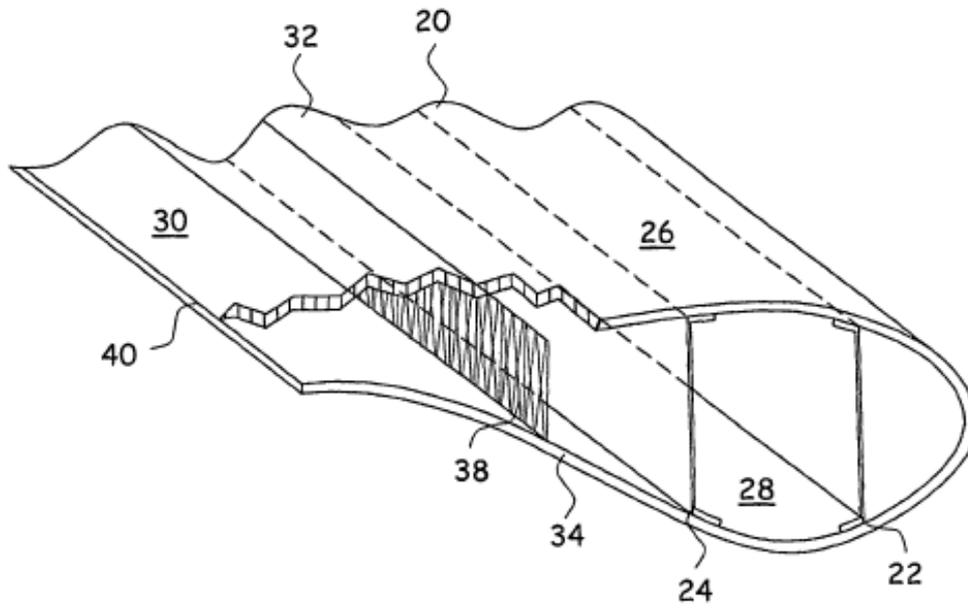


**Fig. 3**



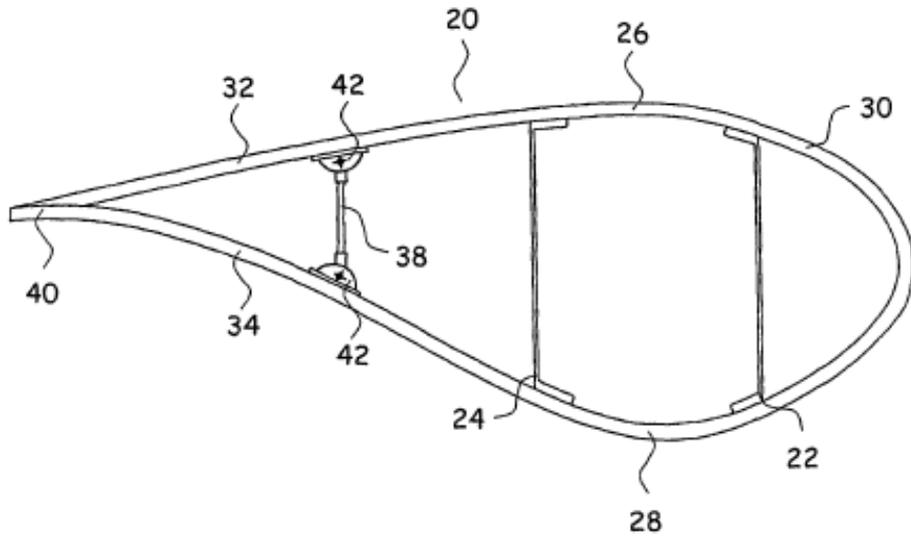
**Fig. 4**



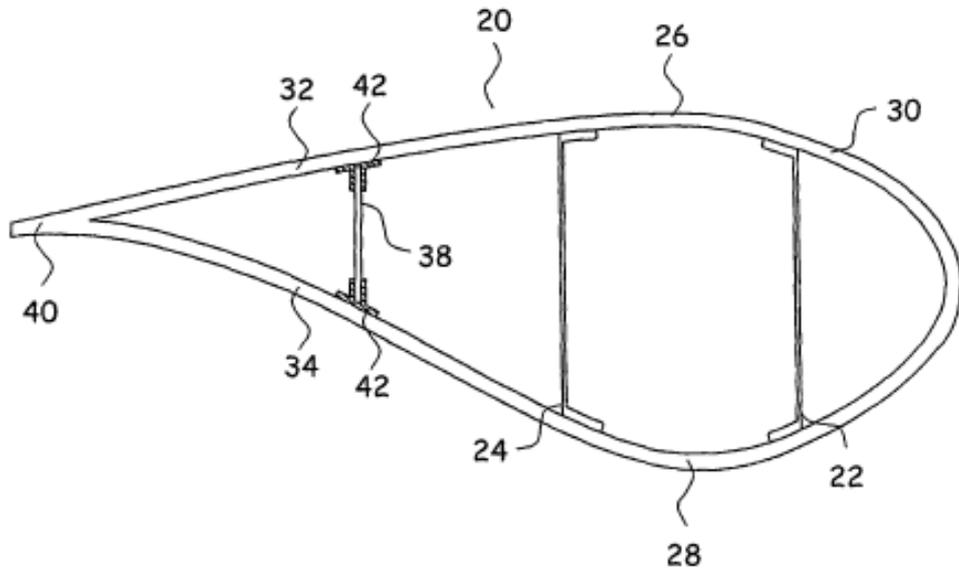


**Fig. 6**

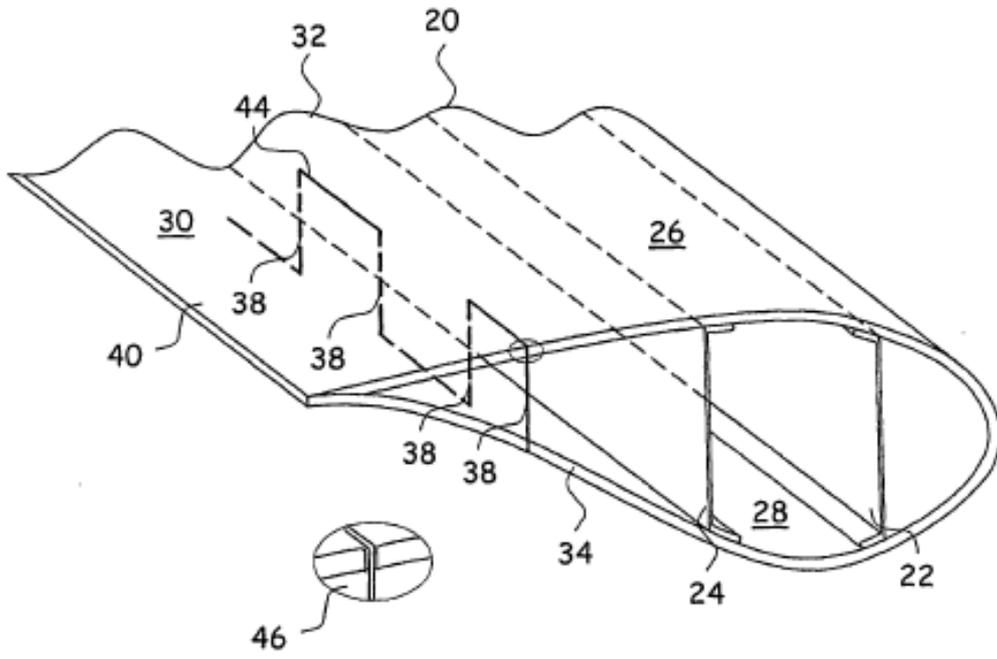




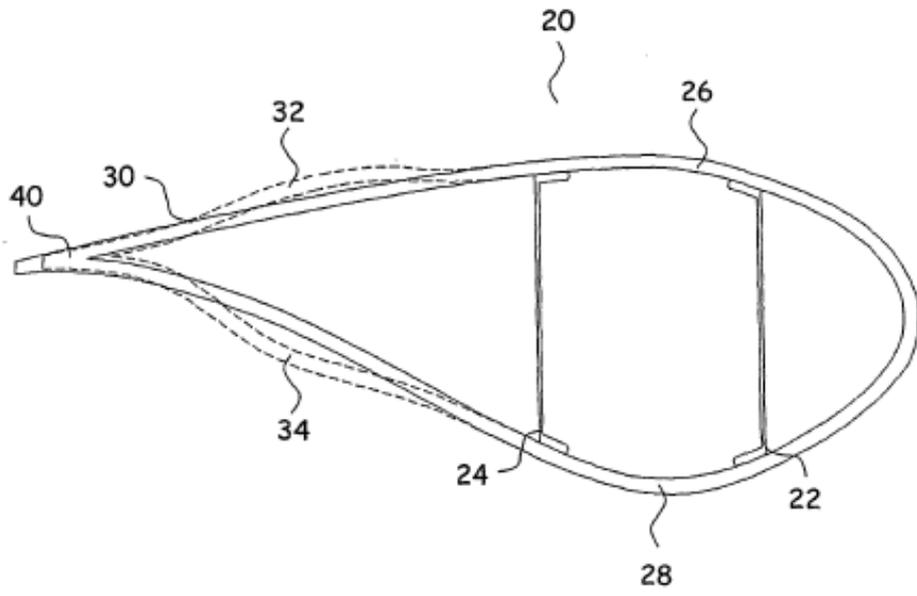
**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**