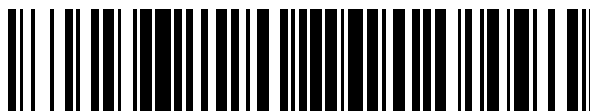


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 531**

51 Int. Cl.:

B29C 33/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.07.2014** **PCT/CN2014/082996**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016** **WO16011655**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2014** **E 14898037 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019** **EP 3172022**

54 Título: **Molde para moldear álabes de turbina eólica y conjunto de molde**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
11.05.2020

73 Titular/es:

**SUZHOU RED MAPLE WIND BLADE MOULD CO.,
LTD (100.0%)
No. 3, Nanjing Road Taicang Economic
Development Zone
Jiangsu 215400, CN**

72 Inventor/es:

**FAN, YIQIANG;
GAO, QIANG;
MIN, JUNYU;
YING, XIUDONG;
GAO, JUN y
WU, RONGYING**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 759 531 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

Molde para moldear álabes de turbina eólica y conjunto de molde

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un molde para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo, y a un método de montar un molde para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo. La presente invención se refiere en concreto a un molde y método que permiten reducir los
10 costos de transporte del molde sin poner en peligro la calidad del moldeo durante el proceso de producción de álabes eólicos o la durabilidad del molde, e incrementar al mismo tiempo la seguridad del transporte y reducir la probabilidad de daño accidental del molde durante el transporte. El molde y el método tienen aplicación particular a un molde de álabe de turbina eólica calentado eléctricamente.

15 Antecedentes técnicos de la invención

Con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la potencia eólica como una energía renovable segura y verde se ha desarrollado rápidamente. En los últimos años, la tecnología de producción de álabes de turbinas eólicas se ha desarrollado y mejorado de forma continua. Los actuales álabes de turbinas eólicas tienen típicamente una longitud
20 de más de 50 metros, incluso de hasta 70 metros, y son moldeados a partir de material compuesto de resina reforzado con fibra.

Consiguientemente, se precisan moldes excesivamente grandes que tienen una superficie de molde correspondiente a las dimensiones del álabe eólico a moldear.

La escala creciente de las dimensiones de longitud, anchura, altura y peso de los modernos moldes de álabes de turbina eólica ha hecho mucho más difícil el transporte de los moldes de álabes de turbina eólica, con un mayor costo y riesgo más alto de daño del molde. El método de transporte existente había alcanzado los límites prácticos de longitud, altura, anchura y peso de los moldes. Con unas estructuras de molde tan grandes, los
30 camiones/tráileres no pueden tomar las curvas en muchas carreteras, y el número de rutas de tráfico disponibles para el transporte de moldes por carretera se ha reducido de forma significativa. Además, el riesgo de daño del molde o de lesión del personal ha incrementado con las crecientes dimensiones de los moldes. En general, los costos de transporte de moldes más grandes de álabes de turbina eólica son mucho más altos. Además, típicamente, los moldes de álabes de turbina eólica se han empaquetado en tela impermeable al agua, pero esto ha
35 tendido a proporcionar inadecuada protección de los moldes de álabes eólicos cada vez más grandes.

WO-A-2013/097859 describe un molde que tiene las características de la parte precharacterizante de la reivindicación 1.

40 Finalidad de la invención

A la luz de los problemas de tales moldes de álabes de turbina eólica grandes existentes explicados anteriormente, la presente invención tiene la finalidad de resolver efectivamente los problemas del transporte fiable y eficiente de los moldes de álabes eólicos sin poner en peligro el rendimiento o la durabilidad de los moldes durante el uso.

En particular, la presente invención tiene la finalidad de proporcionar una solución segura y de costo razonable para transportar moldes de álabes de turbina eólica a gran escala.

50 Resumen de la invención

La presente invención proporciona consiguientemente un molde para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo, incluyendo el molde una pluralidad de secciones de molde alargadas longitudinales adaptadas para montarse juntas en una relación de extremo con extremo para formar un molde unitario, teniendo cada sección de molde una parte de molde central entre partes de extremo opuesto, estando compuesta cada
55 sección de molde de un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras, formando al menos una parte de extremo de cada sección de molde una pestaña integral orientada de forma sustancialmente ortogonal hacia abajo con respecto a una superficie superior de la sección de molde, e incluyendo la superficie superior una superficie de moldeo y un rebaje situado entre la pestaña y la superficie de moldeo, extendiéndose el rebaje a través de una anchura transversal de la sección de molde por lo que, cuando las pestañas de secciones de molde
60 adyacentes se montan juntas en una relación de apoyo, los rebajes adyacentes forman un rebaje combinado que separa las superficies de moldeo de las secciones de molde adyacentes, caracterizado porque el molde incluye además un dispositivo de alineación montado en cada sección de molde para alinear longitudinalmente las secciones de molde para formar el molde unitario, incluyendo el dispositivo de alineación un elemento de guía incluyendo una ranura o abertura para alinear un haz láser.

Opcionalmente, la parte de molde central y la pestaña están conectadas por una zona curvada del material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras que forma una superficie superior curvada de forma continua desde el rebaje a la pestaña.

- 5 En una realización preferida, el molde incluye además hilos de calentamiento dentro de cada sección de molde, extendiéndose los hilos de calentamiento desde la parte de molde central a la pestaña.

Opcionalmente, el molde incluye además una pluralidad de dispositivos de montaje para montar conjuntamente las secciones de molde para formar el molde unitario.

- 10 En realizaciones preferidas típicas, el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y al menos algunas de las secciones de molde tienen una longitud de al menos 8 metros, y/o la longitud máxima de cada sección de molde es menos de 11,8 metros.

- 15 La presente invención proporciona además un método de montar un molde para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo, incluyendo el método los pasos de:

- a. proporcionar una pluralidad de secciones de molde alargadas longitudinales adaptadas para montarse conjuntamente en una relación de extremo con extremo para formar un molde unitario, teniendo cada sección de molde una parte de molde central entre partes de extremo opuesto, estando compuesta cada sección de molde de un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras, formando al menos una parte de extremo de cada sección de molde una pestaña integral orientada sustancialmente ortogonalmente hacia abajo con respecto a una superficie superior de la sección de molde, e incluyendo la superficie superior una superficie de moldeo y un rebaje situado entre la pestaña y la superficie de moldeo, extendiéndose el rebaje a través de una anchura transversal de la sección de molde;

- b. encajar juntas las pestañas de secciones de molde adyacentes en una relación de apoyo, formando los rebajes adyacentes un rebaje combinado que separa las superficies de moldeo de las secciones de molde adyacentes, y alinear longitudinalmente las secciones de molde para formar el molde unitario usando dispositivos de alineación montados en las secciones de molde, incluyendo cada uno de los dispositivos de alineación un elemento de guía incluyendo una abertura para alinear un haz láser;

- c. llenar el rebaje combinado con una laminación de material fibroso;

- d. colocar una herramienta de molde sobre el material fibroso para definir una cavidad de molde que tiene una superficie superior sustancialmente alineada con las superficies de moldeo de las secciones de molde adyacentes;

- e. infundir una resina curable al material fibroso; y

- f. curar la resina para formar un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras unido a las secciones de molde adyacentes y que define una superficie de interconexión de molde entre ellas.

- Opcionalmente, el método incluye además el paso, antes del paso c, de disponer una pasta de resina curable en un intervalo vertical entre las pestañas adyacentes y donde la pasta de resina curable se cura durante el paso de curado f. Típicamente, la pasta de resina curable incluye partículas metálicas para proporcionar un material conductor térmico entre las pestañas adyacentes.

- Opcionalmente, el método incluye además el paso, antes del paso e, de laminar una tira de material fibroso a través de un borde inferior de las pestañas adyacentes.

- Opcionalmente, la parte de molde central y la pestaña están conectadas por una zona curvada del material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras que forma una superficie superior curvada de forma continua desde el rebaje a la pestaña.

- En realizaciones preferidas, el método incluye además el paso de disponer hilos de calentamiento dentro de cada sección de molde, extendiéndose los hilos de calentamiento desde la parte de molde central a la pestaña.

- Típicamente, el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y al menos algunas de las secciones de molde tienen una longitud de al menos 8 metros y/o la longitud máxima de cada sección de molde es menos de 11,8 metros.

- La presente invención puede ser utilizada para moldes de álabes de turbina eólica que están dimensionados, conformados, adaptados o configurados para funcionar como un molde principal o cualquier tipo de molde accesorio para fabricar moldes de álabes de turbina eólica que tienen que ser transportados a una factoría de fabricación de álabe de turbina eólica.

Las realizaciones preferidas de la presente invención pueden proporcionar una estructura de molde que está configurada para permitir que el molde alargado sea dividido en múltiples secciones para poder empaquetar las secciones individuales de molde y transportarlas por separado, con posterior montaje de las secciones de molde conjuntamente cuando llegan al destino en el que el molde se ha de usar en un proceso de moldeo de álabes de turbina eólica, pero sin poner en peligro el rendimiento o la durabilidad del molde.

Las realizaciones preferidas de la presente invención pueden reducir en particular el tamaño de las partes que hay que empaquetar y enviar al transportar un molde de álabe de turbina eólica.

Al determinar la división de las dimensiones del molde en múltiples partes de molde independientes, es necesario que las dimensiones del molde sean analizadas para definir sucesivas posiciones de división a lo largo de la longitud longitudinal del molde.

Con el fin de aumentar la seguridad del transporte y de minimizar el daño potencial de las partes del molde, es preferible dar prioridad a las divisiones del tamaño según las dimensiones típicas de los contenedores de transporte de modo que las secciones del molde sean apropiadas para el transporte en contenedores.

En realizaciones preferidas, se proporciona un dispositivo de línea recta para montar las partes de molde a lo largo de una línea recta para estar seguros de mantener la rectitud de las diferentes secciones después del montaje a lo largo de la dirección longitudinal del molde montado.

En realizaciones preferidas, la estructura de bastidor del molde situada debajo de las superficies de moldeo, y el dispositivo para montaje del molde para asegurar una conexión segura entre las secciones de molde divididas montadas, se proporciona para lograr las necesarias propiedades mecánicas del bastidor de molde.

La estructura y el proceso de montaje del molde de las realizaciones preferidas están configurados para poder montar la superficie de molde con el fin de lograr las necesarias propiedades mecánicas, geométricas y funcionales del molde final montado.

En realizaciones preferidas, el hilo de calentamiento tendido para las conexiones entre las secciones montadas está configurado para lograr uniformidad de calentamiento, comparable a un molde de álabe de turbina eólica, de un solo elemento, unitario, convencional, a través de su área superficial de molde.

En general, las realizaciones preferidas de la presente invención pueden proporcionar un molde de álabe eólico que, sin poner en peligro la calidad de la superficie de moldeo o del álabe de turbina eólica moldeado resultante, puede reducir en gran medida la dificultad y el costo del transporte de un molde de álabe de turbina eólica grande.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática en planta de un molde de álabe de turbina eólica según una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática en planta de un molde para moldear una tapa de larguero de un álabe de turbina eólica según una segunda realización de la presente invención.

La figura 3 es una vista esquemática en planta de un molde para moldear un alma cortante de un álabe de turbina eólica según una tercera realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista lateral esquemática de dos secciones de molde de un molde de álabe de turbina eólica según una cuarta realización de la presente invención, apoyando las dos secciones durante un paso inicial de un proceso de montaje para montar un molde de álabe de turbina eólica según esta realización de la presente invención.

La figura 5 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 4 después de disponer una pasta de resina curable entre las dos secciones de apoyo durante un paso posterior del proceso de montaje según esta realización de la presente invención.

La figura 6 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 5 después de llenar parcialmente un rebaje combinado entre las partes inferiores curvadas de las dos secciones de apoyo con una primera laminación de material fibroso y resina curable durante un paso posterior del proceso de montaje según esta realización de la presente invención.

La figura 7 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 6 después de completar el llenado del rebaje combinado entre las partes superiores de las dos secciones de apoyo con una segunda laminación de material fibroso durante un paso posterior del proceso de montaje según esta realización de la presente invención.

La figura 8 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 7 después de colocar una herramienta de molde sobre el material fibroso para definir una cavidad de molde que tiene una superficie superior sustancialmente alineada con las superficies de moldeo de las dos secciones de apoyo y durante la infusión de resina al material fibroso en un paso posterior del proceso de montaje según esta realización de la presente invención.

La figura 9 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 8 después de la infusión de resina, curado de resina y extracción de la herramienta de molde durante un paso posterior del proceso de montaje según esta realización de la presente invención.

La figura 10 es una vista lateral esquemática de las dos secciones de molde de la figura 9 con una tira de material fibroso laminada a través de un borde inferior de pestañas adyacentes de las dos secciones de apoyo, que puede aplicarse antes de la infusión de resina, según una realización modificada de la presente invención.

La figura 11 es una vista en perspectiva esquemática de una sección de molde del molde de la figura 1 que representa un dispositivo de alineación de un bastidor que soporta una sección de molde según otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Con referencia a la figura 1, se representa un molde de álabe de turbina eólica 2 según una primera realización de la presente invención. El molde 2 es para moldear un álabe completo de turbina eólica que tiene una longitud de más de 60 metros. El molde 2 incluye una primera sección 4, incluyendo la raíz de álabe 6, una segunda sección central 8 y una tercera sección de punta 10. Cada una de las secciones primera y segunda 4, 8 tiene una longitud de menos de 25 metros, mientras que la tercera sección de punta 10 tiene una longitud de menos de 11,8 metros. Cada sección de molde 4, 6, 10 incluye una sección de bastidor respectiva 12, 14, 16 y una superficie de moldeo respectiva asociada 18, 20, 22. Cada sección de bastidor 12, 14, 16 está formada de una estructura de acero soldada, estando provista la estructura de acero de mecanismos de conexión, tales como pernos, para conectar fijamente las secciones de bastidor 12, 14, 16 para formar un molde unitario 2. La figura 11 representa, como un ejemplo, la sección de molde 6 soportada en la sección de bastidor 14.

La longitud de las secciones se seleccionó para facilitar el transporte por tierra con camiones. La sección de punta 10 podría estar incorporada a un contenedor de transporte convencional.

Con referencia a la figura 2, se representa un molde de álabe de turbina eólica 32 según una segunda realización de la presente invención. El molde 32 es para moldear una tapa de larguero de un álabe de turbina eólica. Toda la tapa de larguero tiene una longitud de menos de más de 47,2 metros. El molde 32 incluye cuatro secciones 34, 36, 38, 40, cada una de menos de 11,8 metros de longitud de modo que cada sección 34, 36, 38, 40 puede colocarse en un contenedor de transporte convencional. Cada sección de molde 34, 36, 38, 40 incluye, como se ha descrito anteriormente con respecto a la primera realización, una sección de bastidor respectiva (no representada) y una superficie de moldeo respectiva asociada.

Con referencia a la figura 3, se representa un molde de álabe de turbina eólica 42 según una tercera realización de la presente invención. El molde 42 es para moldear un alma cortante de un álabe de turbina eólica. Toda la tapa de alma cortante tiene una longitud de menos de más de 50 metros. El molde 42 incluye cuatro secciones cortas secuencialmente adyacentes 44, 46, 48, 50, a situar en el extremo de raíz 52, cada una de menos de 2 metros de longitud, de modo que cada sección 44, 46, 48, 50 puede colocarse en un contenedor de transporte convencional. El molde 42 también incluye cuatro secciones más largas 54, 56, 58, 60, cada una de menos de 11,8 metros de longitud, de modo que cada sección 54, 56, 58, 60 pueda colocarse en un contenedor de transporte convencional. Cada sección de molde 44, 46, 48, 50, 54, 56, 58, 60 incluye, como se ha descrito anteriormente con respecto a la primera realización, una sección de bastidor respectiva (no representada) y una superficie de moldeo respectiva asociada.

Con respecto a cada uno de los moldes 2, 32, 42 de las figuras 1, 2 y 3, los extremos adyacentes de las secciones de apoyo del molde pueden ir montados y encajados juntos como se describe más adelante con referencia a las figuras 4 a 11 con el fin de montar un molde unitario a partir de las varias secciones de molde respectivas.

Con referencia a la figura 4, se representan dos secciones de molde de un molde de álabe de turbina eólica según una realización de la presente invención, contactando las dos secciones durante un paso inicial de un proceso de montaje para montar un molde de álabe de turbina eólica. El molde 62 es para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo. El molde 62 incluye una pluralidad de secciones de molde alargadas

longitudinales 64, 66 montadas conjuntamente en una relación de extremo con extremo para formar un molde unitario, tal como los moldes 2, 32 o 42, o cualquier otro molde análogo. Solamente se muestran dos de tales secciones de molde 64, 66, pero se pueden proporcionar más, como se representa en las figuras 1 a 3.

El molde 62 incluye una pluralidad de dispositivos de montaje, tal como pernos (no representados) para montar conjuntamente las secciones de molde 64, 66, por ejemplo, atornillando las secciones de bastidor, como se representa en la figura 1, para formar el molde unitario 62. Como se representa en la figura 11, el molde 62 incluye además un dispositivo de alineación 63 encajado en cada sección de molde 64, 66 para alinear longitudinalmente las secciones de molde 64, 66 para formar el molde unitario 62. El dispositivo de alineación 63 incluye un elemento de guía 65 que incluye una ranura o abertura 67 para alinear un haz láser 69.

Cada sección de molde 64, 66 tiene una parte de molde central 68 entre partes de extremo opuesto 70. Cada sección de molde 64, 66 está compuesta de un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras 72 que forma la superficie de moldeo 74, por ejemplo, epoxi reforzada con fibra de vidrio. Al menos una parte de extremo 70 de cada sección de molde 64, 66 forma una pestaña integral 76 orientada de forma sustancialmente ortogonal hacia abajo con respecto a la superficie superior 78 de la sección de molde 64, 66.

La superficie superior 78 incluye la superficie de moldeo 74 y un rebaje 80 situado entre la pestaña 76 y la superficie de moldeo 74. El rebaje 80 se extiende en una dirección longitudinal y también a través de una anchura transversal de la sección de molde 64, 66, por lo que, cuando las pestañas 76a, 76b de las secciones de molde adyacentes 64, 66 están montadas conjuntamente en una relación sustancial de contacto, típicamente con un intervalo vertical 81 entremedio, los rebajes adyacentes 80 forman un rebaje combinado 82 que separa las superficies de moldeo 74 de las secciones de molde adyacentes 64, 66.

La parte de molde central 68 y la pestaña 76 están conectadas por una zona curvada 84 del material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras 72. La zona curvada 84 forma una superficie superior curvada de forma continua 86 desde el rebaje 80 a la pestaña 76.

El molde incluye además hilos de calentamiento 90 dentro de cada sección de molde 64, 66. Los hilos de calentamiento 90 se extienden desde la parte de molde central 68 a la pestaña 76 con el fin de proporcionar calentamiento sustancialmente uniforme a través del área superficial de la superficie de molde unitario. Los hilos de calentamiento 90 están situados preferiblemente cerca de la superficie de moldeo 74, por ejemplo, los hilos incrustados están de 1 mm a 20 mm, típicamente de 2 a 10 mm de la superficie de moldeo 74.

En realizaciones preferidas típicas, el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y al menos algunas de las secciones de molde tienen una longitud de al menos 8 metros, y/o la longitud máxima de cada sección de molde es de menos de 11,8 metros.

Opcionalmente, como se representa en la figura 10, una tira 120 de material fibroso, por ejemplo, de fibra de vidrio impregnada con una resina curable tal como resina epoxi, es laminada a través de un borde inferior 122 de las pestañas adyacentes 76. Esto sella el borde inferior de cualquier intervalo entre las pestañas 76.

Con referencia a la figura 5, en un paso siguiente se coloca una pasta de resina curable 92, incluyendo, por ejemplo, una resina curable epoxi y material de relleno tal como partículas de sílice para proporcionar una pasta de alta viscosidad, en el intervalo vertical 81 entre las pestañas 76a, 76b de las dos secciones de apoyo 64, 66. La pasta de resina 92 puede incluir partículas metálicas para proporcionar un material conductor térmico entre las pestañas adyacentes 76a, 76b y por ello aumentar la conductividad térmica de la conexión entre las pestañas 76a, 76b. La provisión de tal material conductor térmico mejora la uniformidad de las propiedades térmicas del molde 62, de modo que, incluso aunque los hilos de calentamiento 90 estén longitudinalmente espaciados en las pestañas adyacentes 76a, 76b, la presencia del material conductor térmico conduce calor desde los hilos de calentamiento hacia la superficie de moldeo encima de la pasta de resina curada, siendo el curado como se explica a continuación, con el fin de compensar la discontinuidad de los hilos de calentamiento en las conexiones entre las secciones de molde. La distribución de calor para curar térmicamente el material de resina del álabe eólico durante la fabricación es sustancialmente uniforme sobre el área superficial del molde en las conexiones entre las secciones de molde.

Posteriormente, como se representa en la figura 6, la parte 94 del rebaje combinado 82 entre las zonas curvadas inferiores 84 encima de la pasta de resina 92 se llena con una primera laminación de material fibroso 96 y resina curable 98. El material fibroso 96 se compone típicamente de fibras de vidrio y la resina curable 98 es típicamente una resina epoxi. Esta primera laminación proporciona una superficie de nivel superior y actúa como un obturador para un proceso posterior de infusión al vacío, como se describe más adelante. Como se representa en la figura 7, el rebaje combinado 82 entre las partes superiores de las dos secciones de apoyo 64, 66 se llena entonces completamente con una segunda laminación 100 de material fibroso. Se colocan esterillas de fibra secas 102, por ejemplo, de fibra de vidrio, en el rebaje combinado 82, de manera que estén a nivel con las superficies de moldeo 74. Las esterillas 102 pueden incluir tela cosida o tejida.

Entonces, como se representa en la figura 8, se pone una herramienta de molde 104 sobre el material fibroso 100 para definir una cavidad de molde 105 conteniendo la laminación de fibra seca 100 que tiene una superficie superior 106 sustancialmente alineada con las superficies de moldeo 74 de las dos secciones de apoyo 64, 66. Entonces se infunde una resina curable 108, tal como resina epoxi, bajo vacío al material fibroso 100. Típicamente, el punto de infusión de la resina 108 se encuentra en el centro longitudinal del rebaje combinado 82, de modo que la resina 108 fluye hacia fuera hacia los extremos longitudinales 110, 112 del rebaje combinado 82, y el punto de infusión puede estar situado en el centro transversal o en un lado lateral del rebaje combinado 82.

Las resinas curables 98, 108 y en la pasta de resina 92 se curan entonces a temperatura elevada y bajo vacío para formar un tapón unitario de material de resina de matriz reforzado con fibra 111 íntimamente unido a las secciones de molde 64, 66 y compuesto sustancialmente de un material compuesto de resina de matriz reforzado con fibras similar a ellas. El tapón resultante 111 se representa en la figura 9. El tapón 111 tiene baja aspereza superficial, que no requiere arenado de acabado porque la superficie superior 114 del tapón 111 se define por la herramienta de molde 104, de modo que las dos secciones de molde 64, 66 se montan conjuntamente con una superficie de moldeo de interconexión sustancialmente uniforme 114 del tapón 111 sustancialmente indistinguible de las superficies de moldeo 74 de las dos secciones de molde 64, 66.

Aunque la realización ilustrada de la presente invención emplea un molde de álabe de turbina eólica, la presente invención puede implementarse en moldes para moldear otros artículos grandes de material compuesto.

REIVINDICACIONES

1. Un molde (2, 32, 42, 62) para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo, incluyendo el molde una pluralidad de secciones de molde alargadas longitudinales (64, 66) adaptadas para montarse juntas en una relación de extremo con extremo para formar un molde unitario, teniendo cada sección de molde (64, 66) una parte de molde central (68) entre partes de extremo opuesto (70), estando compuesta cada sección de molde (64, 66) de un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras (72), formando al menos una parte de extremo (70) de cada sección de molde (64, 66) una pestaña integral (76) orientada sustancialmente ortogonalmente hacia abajo con respecto a una superficie superior (78) de la sección de molde (64, 66), e incluyendo la superficie superior (78) una superficie de moldeo (74) y un rebaje (80) situado entre la pestaña (76) y la superficie de moldeo (74), extendiéndose el rebaje (80) a través de una anchura transversal de la sección de molde (64, 66) por lo que, cuando las pestañas (76a, 76b) de secciones de molde adyacentes (64, 66) están montadas conjuntamente en una relación de apoyo, los rebajes adyacentes (80) forman un rebaje combinado (82) que separa las superficies de moldeo (74) de las secciones de molde adyacentes (64, 66), **caracterizado porque** el molde incluye además un dispositivo de alineación (63) montado en cada sección de molde (64, 66) para alinear longitudinalmente las secciones de molde (64, 66) para formar el molde unitario, incluyendo el dispositivo de alineación (63) un elemento de guía (65) incluyendo una ranura o abertura (67) para alinear un haz láser (69).
2. Un molde según la reivindicación 1, donde la parte de molde central (68) y la pestaña (76) están conectadas por una zona curvada (84) del material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras (72) formando una superficie superior curvada de forma continua (86) desde el rebaje (80) a la pestaña (76).
3. Un molde según cualquier reivindicación anterior incluyendo además hilos de calentamiento (90) dentro de cada sección de molde (64, 66), extendiéndose los hilos de calentamiento (90) desde la parte de molde central (68) a la pestaña (76).
4. Un molde según cualquier reivindicación anterior, incluyendo además una pluralidad de dispositivos de montaje para montar conjuntamente las secciones de molde (64, 66) para formar el molde unitario.
5. Un molde según cualquier reivindicación anterior, donde el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y al menos algunas de las secciones de molde (64, 66) tienen una longitud de al menos 8 metros, opcionalmente donde el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y la longitud máxima de cada sección de molde (64, 66) es menos de 11,8 metros.
6. Un método de montar un molde (2, 32, 42, 62) para moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo, incluyendo el método los pasos de:
 - a. proporcionar una pluralidad de secciones de molde alargadas longitudinales (64, 66) adaptadas para montarse conjuntamente en una relación de extremo con extremo para formar un molde unitario, teniendo cada sección de molde (64, 66) una parte de molde central (68) entre partes de extremo opuesto (70), estando compuesta cada sección de molde (64, 66) de un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras (72), formando al menos una parte de extremo de cada sección de molde (64, 66) una pestaña integral (76) orientada sustancialmente ortogonalmente hacia abajo con respecto a una superficie superior (78) de la sección de molde (64, 66), e incluyendo la superficie superior (78) una superficie de moldeo (74) y un rebaje (80) situado entre la pestaña (76) y la superficie de moldeo (74), extendiéndose el rebaje (80) a través de una anchura transversal de la sección de molde (64, 66);
 - b. encajar juntas las pestañas (76a, 76b) de secciones de molde adyacentes (64, 66) en una relación de apoyo, formando los rebajes adyacentes (80) un rebaje combinado (82) que separa las superficies de moldeo (74) de las secciones de molde adyacentes (64, 66), y alinear longitudinalmente las secciones de molde (64, 66) para formar el molde unitario usando dispositivos de alineación montados en las secciones de molde (64, 66), incluyendo cada uno de los dispositivos de alineación un elemento de guía incluyendo una abertura para alinear un haz láser;
 - c. llenar el rebaje combinado (82) con una laminación de material fibroso (100);
 - d. colocar una herramienta de molde (104) sobre el material fibroso (100) para definir una cavidad de molde (105) que tiene una superficie superior (106) sustancialmente alineada con las superficies de moldeo (74) de las secciones de molde adyacentes (64, 66);
 - e. infundir una resina curable (108) al material fibroso (100); y
 - f. curar la resina (108) para formar un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras (111) unido a las secciones de molde adyacentes (64, 66) y definir una superficie de molde de interconexión (114) entre éstas.
7. Un método según la reivindicación 6, incluyendo además el paso, antes del paso c, de disponer una pasta de resina curable en un intervalo vertical (81) entre las pestañas adyacentes (76a, 76b) y donde la pasta de resina

curable (92) se cura durante el paso de curado f, opcionalmente donde la pasta de resina curable (92) incluye partículas metálicas para proporcionar un material conductor térmico entre las pestañas adyacentes (76a, 76b).

5 8. Un método según alguna de las reivindicaciones 6 a 7, incluyendo además el paso, antes del paso e, de laminar una tira (120) de material fibroso a través de un borde inferior de las pestañas adyacentes (76a, 76b).

10 9. Un método según alguna de las reivindicaciones 6 a 8, donde la parte de molde central (68) y la pestaña (76) están conectadas por una zona curvada (84) del material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras (72) formando una superficie superior curvada de forma continua (86) desde el rebaje (80) a la pestaña (76).

10 10. Un método según alguna de las reivindicaciones 6 a 9, incluyendo además el paso de disponer hilos de calentamiento (90) dentro de cada sección de molde (64, 66), extendiéndose los hilos de calentamiento (90) desde la parte de molde central (68) a la pestaña (76).

15 11. Un método según alguna de las reivindicaciones 6 a 10, donde el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y al menos algunas de las secciones de molde (64, 66) tienen una longitud de al menos 8 metros, opcionalmente donde el molde unitario tiene una longitud de al menos 50 metros y la longitud máxima de cada sección de molde (64, 66) es menos de 11,8 metros.

20 12. Un método de moldear un álabe de turbina eólica o una parte estructural alargada del mismo usando el molde de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o un molde montado por el método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11.

FIGURA 1

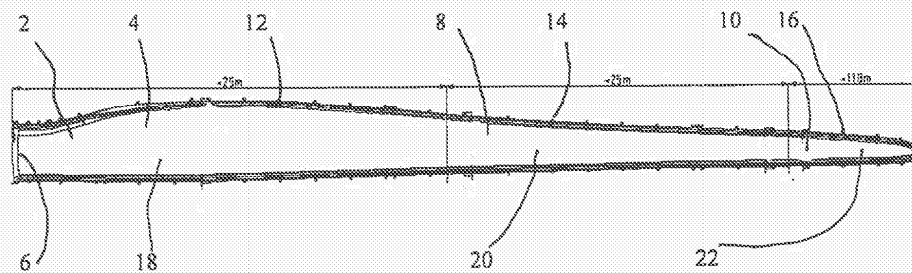


FIGURA 2

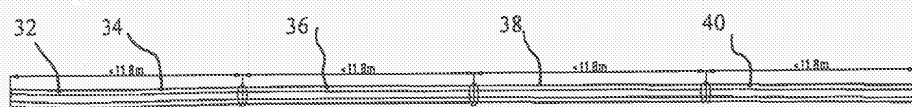


FIGURA 3

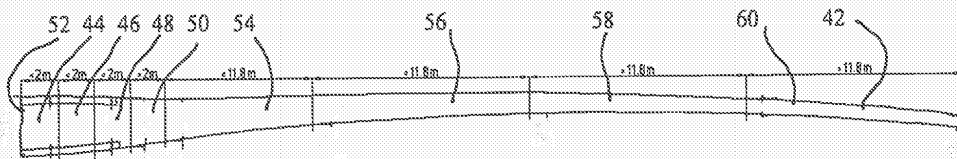


FIGURA 4

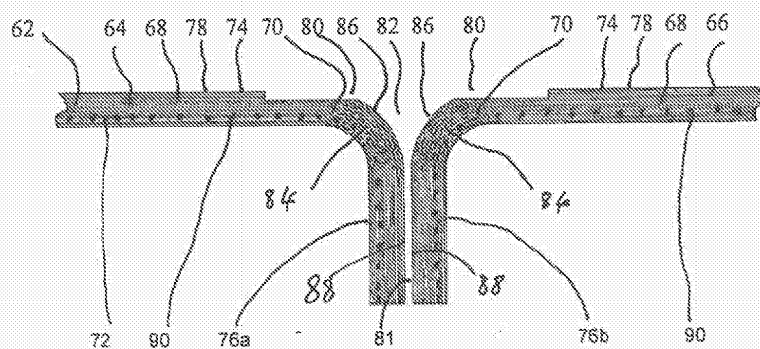


FIGURA 5

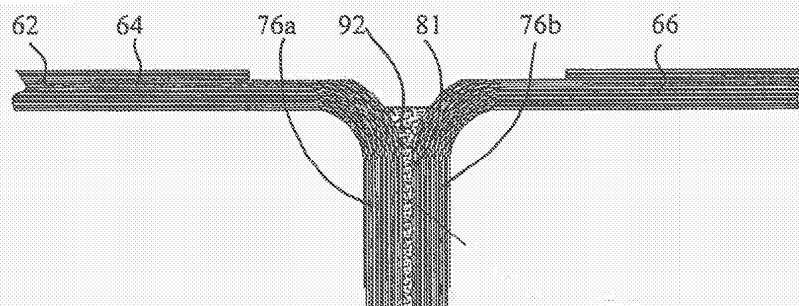


FIGURA 6

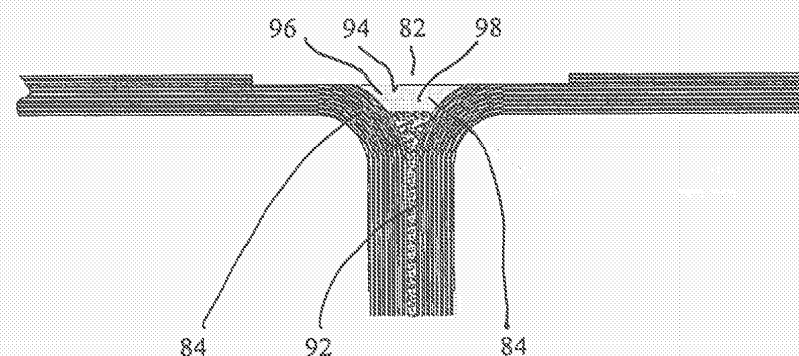


FIGURA 7

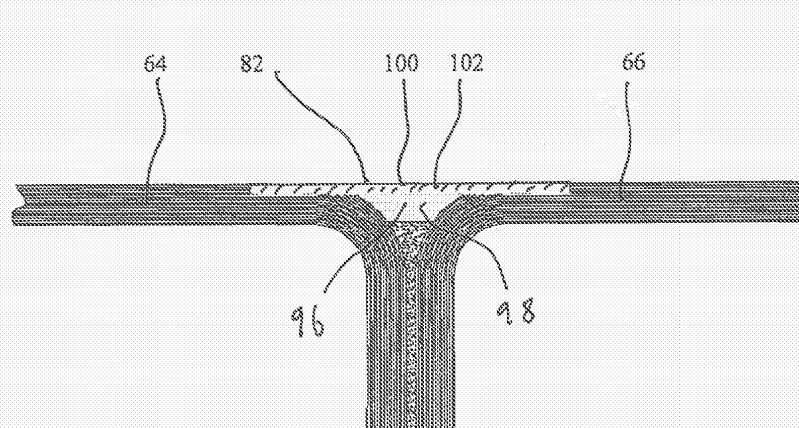


FIGURA 8

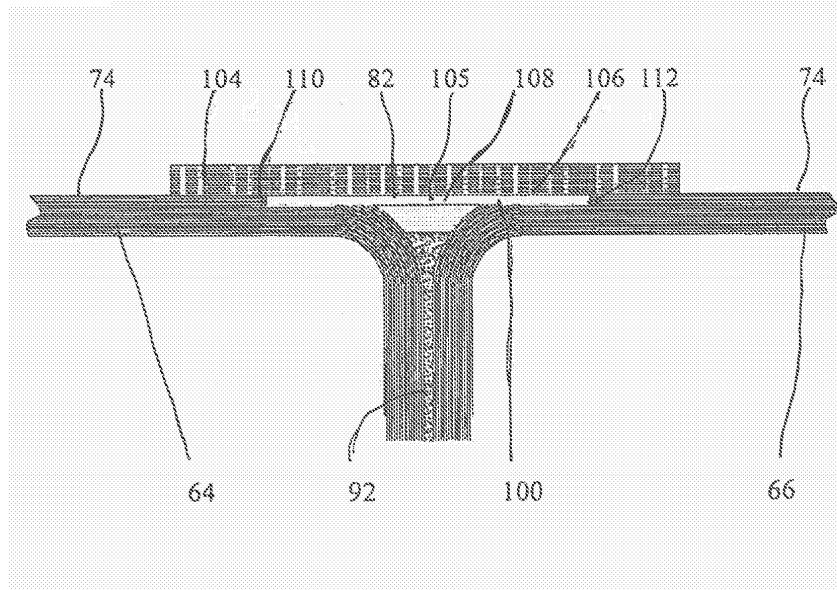


FIGURA 9

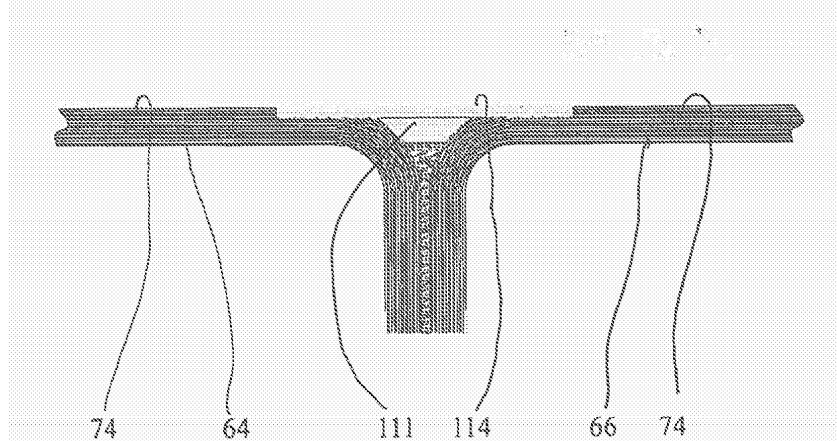


FIGURA 10

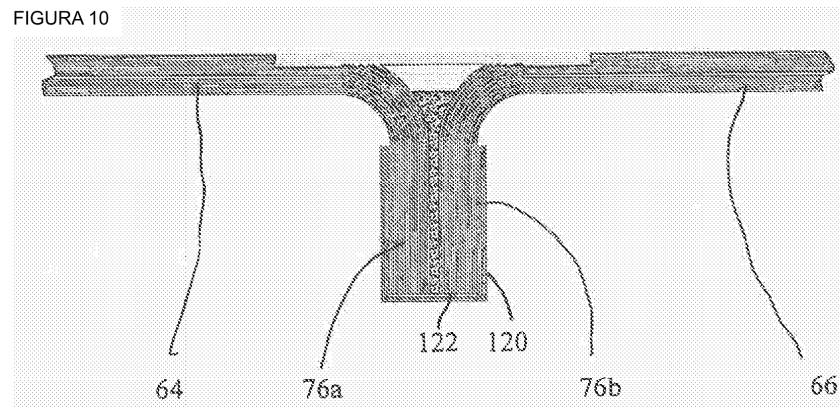


FIGURA 11

