

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 948**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2020 PCT/EP2020/072583**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2021 WO21028461**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2020 E 20756830 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2023 EP 4013959**

54 Título: **Conjunto de pala de turbina eólica y procedimiento para producir una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

14.08.2019 GB 201911619

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

17.11.2023

73 Titular/es:

**LM WIND POWER A/S (100.0%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

**ROBERTS, DAVID y
KORSGAARD, JOHN**

74 Agente/Representante:

DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 2 953 948 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

Conjunto de pala de turbina eólica y procedimiento para producir una pala de turbina eólica

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un conjunto de pala de turbina eólica y a un procedimiento para su producción. El conjunto de pala de turbina eólica comprende la concha de pala y un componente de perfil posterior plano ("flatback profile"). El perfil del conjunto de pala de turbina eólica se representa como un perfil posterior plano.

Antecedentes

10 **[0002]** A medida que las turbinas eólicas y las palas de turbina eólica incrementan su tamaño, se incrementan las cargas de pala, es decir, las deformaciones, los momentos de flexión, las cargas de pelado, etc., en particular a lo largo del borde de salida. Por este y otros motivos, el diseño del borde de salida es un factor importante para la eficacia de la turbina eólica.

15 **[0003]** Las palas de turbina eólica que comprenden un perfil posterior plano en el borde de salida pueden tener una eficacia incrementada en algunas circunstancias. Un perfil optimizado comprende una geometría variable del borde de salida a lo largo de la región de perfil alar de la pala. Es posible que se requiera una esquina redondeada en un perfil posterior plano que se produce como parte integral de las partes de concha. Esto es desventajoso para las propiedades aerodinámicas.

20 **[0004]** El documento EP 2 341 241 A1 muestra que se puede proporcionar una pala de turbina eólica con un borde de ataque, un borde de salida y conchas de presión y succión entre el borde de ataque y el borde de salida, en la que los bordes de las conchas de presión y succión están configurados para proporcionar un borde de salida aplanado con esquinas agudas. Sin embargo, se gasta un tiempo de fabricación considerable en la configuración de la unión de la concha de presión y la concha de succión. Además, se debe aplicar material de refuerzo sustancial para soportar cargas elevadas, especialmente para longitudes de pala largas.

25 **[0005]** Un deseo general en el campo de las palas de turbina eólica con parte posterior plana es proporcionar una estructura de pala con parte posterior plana que soporte fuerzas mecánicas elevadas, especialmente para longitudes de pala largas.

30 **[0006]** Otro deseo general en el campo de las palas de turbina eólica con parte posterior plana es proporcionar un procedimiento de ensamblaje de un perfil de pala posterior plano de este tipo que sea escalable en geometría y resistencia. Los ejemplos de la técnica anterior también están disponibles en los siguientes documentos EP 3085952 A1, US 2010/143146 A1, US 2012/134836 A1 y WO 2017/039666 A1.

Breve explicación

35 **[0007]** En este contexto, se puede ver como un objetivo de la presente divulgación proporcionar un conjunto de pala de turbina eólica con un perfil posterior plano que dé como resultado buenas propiedades aerodinámicas y que soporte cargas mecánicas elevadas.

40 **[0008]** Otro objetivo de la presente divulgación es proporcionar un procedimiento mejorado de fabricación de un conjunto de pala de turbina eólica con parte posterior plana que sea escalable en geometría y resistencia.

[0009] Uno o más de estos objetivos se pueden cumplir por aspectos de la presente divulgación como se describe en lo siguiente.

45 **[0010]** Un primer aspecto de esta divulgación se refiere a un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1.

50 **[0011]** Esto puede proporcionar la ventaja de que se puede proporcionar la concha de pala para soportar cargas mecánicas elevadas, ya que la forma de arco curvado hacia el exterior de la parte de salida tiene una forma geométrica fuerte, mientras que proporciona simultáneamente un conjunto de pala de turbina eólica con los beneficios aerodinámicos asociados con un perfil posterior plano.

55 **[0012]** Además, esto puede proporcionar la ventaja de que las funciones de la pala de turbina eólica están separadas de modo que la concha de pala proporciona la resistencia mecánica al conjunto de pala de turbina eólica y la parte de ataque de la forma de perfil alar, y el conjunto de parte posterior plana proporciona propiedades aerodinámicas mejoradas a la parte de salida de la forma de perfil alar, pero no proporciona una resistencia significativa al conjunto de pala de turbina eólica. Esto puede proporcionar la ventaja de que el componente de perfil posterior plano se puede adaptar con bajo coste al régimen de viento específico de la localización de la turbina eólica prevista, y que la misma concha de pala se puede usar para múltiples regímenes de viento, incrementando, por tanto, el volumen de producción y reduciendo los costes.

- [0013]** Un conjunto de pala de turbina eólica de este tipo también puede mejorar la fabricación, ya que se minimiza el tiempo dedicado a configurar el borde de salida, puesto que el componente de perfil posterior plano se puede configurar para que sea bastante sencillo de fijar a la concha de pala.
- 5 **[0014]** En algunos modos de realización, el componente de perfil posterior plano y la concha de pala pueden estar formados como componentes separados. Por ejemplo, la concha de pala y el componente de perfil posterior plano pueden estar fabricados en dos líneas de producción separadas o incluso en dos localizaciones geográficas diferentes.
- 10 **[0015]** Esto puede proporcionar la ventaja de que se puede utilizar una única geometría de concha de pala en múltiples regímenes de viento diferentes, ya que el componente de perfil posterior plano se puede modificar para adaptarse al régimen de viento específico.
- 15 **[0016]** En algunos modos de realización, el lado a barlovento (“upwind side”) del componente de perfil posterior plano se puede fijar, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, a una superficie exterior del lado de concha a barlovento (“upwind shell side”) y/o el lado a sotavento (“downwind side”) del componente de perfil posterior plano se puede fijar, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, a una superficie exterior del lado de concha a sotavento. La superficie exterior de cualquiera de los lados de concha puede ser la superficie en contacto con el viento.
- 20 **[0017]** Esta puede ser una manera en particular sencilla de fijar el componente de perfil posterior plano a la concha de pala y permite la fabricación de una concha de pala separada con integridad estructural completa antes de fijar el componente de perfil posterior plano.
- 25 **[0018]** En algunos modos de realización, el componente de perfil posterior plano puede comprender un primer borde entre el lado posterior plano y el lado a barlovento del componente de perfil posterior plano y/o un segundo borde entre el lado posterior plano y el lado a sotavento, en el que el primer y/o el segundo borde puede ser aerodinámicamente agudo (“sharp”). En este caso, el término "aerodinámicamente agudo" en relación con un borde se puede entender como un borde contiguo a una superficie en la que el viento que fluye a lo largo de la superficie se separa sustancialmente de forma instantánea de la superficie en el borde aerodinámicamente agudo.
- 30 **[0019]** Esto puede mejorar las propiedades aerodinámicas del conjunto de pala de turbina eólica, y puesto que la resistencia mecánica se proporciona principalmente por la concha de pala, tener uno o más bordes agudos en el componente de perfil posterior plano no compromete la resistencia mecánica del conjunto de pala de turbina eólica de una manera significativa.
- 35 **[0020]** En algunos modos de realización, el lado de concha a barlovento y el lado de concha a sotavento están formados como partes de concha a barlovento y a sotavento separadas, la concha de pala comprende además una parte de unión que tiene una parte de unión a barlovento formada integralmente con la parte de concha a barlovento en una sola pieza (“one piece”), una parte de unión a sotavento formada integralmente con la parte de concha a sotavento en una sola pieza, y una brida que se adhiere a una superficie interior de la parte de unión a barlovento y a una superficie interior de la parte de unión a sotavento, para unir estructuralmente la parte de concha a barlovento con la parte de concha a sotavento.
- 40 **[0021]** Esta puede ser una manera en particular sencilla y rentable de unir el lado de concha a barlovento con el lado de concha a sotavento para poder soportar cargas mecánicas elevadas.
- 45 **[0022]** En algunos modos de realización, en una sección transversal perpendicular al eje longitudinal, el perímetro de la parte de salida de la concha de pala desde la fijación del lado a barlovento del componente de perfil posterior plano a la fijación del lado a sotavento del componente de perfil posterior plano puede ser en forma de arco hacia el exterior, redondeado de forma convexa, en forma de arco circular, en forma de arco elíptico y/o en forma de C. En algunos modos de realización, la parte de salida de la concha de pala se puede curvar de forma no brusca.
- 50 **[0023]** Esto puede proporcionar la ventaja de una forma geométrica en particular fuerte, reduciendo, por tanto, la necesidad de un refuerzo adicional en la parte de salida.
- 55 **[0024]** En algunos modos de realización, el componente de perfil posterior plano consiste esencialmente en un material compuesto reforzado con fibra.
- 60 **[0025]** Esto puede proporcionar la ventaja de un componente de perfil posterior plano fuerte y ligero, además esto puede permitir que el componente de perfil posterior plano se suelde con plástico sobre la concha de pala.
- 65 **[0026]** En algunos modos de realización, el componente de perfil posterior plano o un material de matriz del material de parte posterior plana comprende o consiste esencialmente en un material termoplástico o un material termoestable.

[0027] Esto puede proporcionar la ventaja de una soldadura de plástico más fácil del componente de perfil posterior plano sobre la concha de pala, especialmente un material termoplástico.

5 [0028] En algunos modos de realización, el espesor del lado a barlovento, a sotavento y/o el posterior plano del componente de perfil posterior plano es igual a o menor que el espesor de la concha de pala.

10 [0029] Esto puede proporcionar la ventaja de que se ahorra material y, por tanto, coste, puesto que el componente de perfil plano es principalmente para mejorar las propiedades aerodinámicas en lugar de proporcionar resistencia mecánica al conjunto de pala de turbina eólica.

[0030] En algunos modos de realización, el componente de perfil posterior plano cubre la parte de salida de la concha de pala al menos a lo largo de un 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 % o 70 % de la distancia desde el extremo de raíz hasta el extremo de punta del conjunto de pala de turbina eólica.

15 [0031] Se ha descubierto que una extensión de este tipo del componente de perfil posterior plano es especialmente ventajosa.

[0032] Algunos modos de realización del primer aspecto se refieren a un kit de piezas para un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 11.

20 [0033] En algunos modos de realización, una turbina eólica puede comprender un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con el primer aspecto de esta divulgación.

25 [0034] En algunos modos de realización, un parque de turbinas eólicas puede comprender una pluralidad de turbinas eólicas que comprenden un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con el primer aspecto de esta divulgación.

[0035] Un segundo aspecto de esta divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 14.

30 [0036] Esto puede proporcionar la ventaja de que la concha de pala se puede proporcionar por separado del componente de perfil posterior plano y, por tanto, incrementa la flexibilidad de fabricación, por ejemplo, el componente de perfil posterior plano se puede fijar a la concha de pala después de que la concha de pala se haya movido del molde, lo que permite reducir el tiempo de producción para la concha de pala.

35 **Breve descripción de los dibujos**

[0037] Los modos de realización de la divulgación se describirán con más detalle en lo que sigue con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una manera de implementar la presente invención y no se han de interpretar como limitantes de otros posibles modos de realización que entren dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

40 La fig. 1 es una vista esquemática que ilustra una turbina eólica de ejemplo,

45 la fig. 2 es una vista esquemática que ilustra una pala de turbina eólica de ejemplo,

la fig. 3 es una vista esquemática que muestra una pala de turbina eólica con un perfil posterior plano en el borde de salida con más detalle,

50 la fig. 4 es una vista esquemática de una sección transversal perpendicular al eje longitudinal de la concha de pala con un componente de perfil posterior plano fijado,

55 la fig. 5 es una vista esquemática que muestra la parte de salida del conjunto de pala de turbina eólica con más detalle,

la fig. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para fabricar un conjunto de pala de turbina eólica.

60 **Descripción detallada**

[0038] La fig. 1 ilustra una turbina eólica a barlovento moderna convencional 2 de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un buje 8 y tres conjuntos de palas 10 que se extienden radialmente desde el buje 8, teniendo cada una una raíz de pala 16 más cercana al buje y una punta de pala 14 más alejada del buje 8.

65

5 [0039] La fig. 2 muestra una vista esquemática de un conjunto de pala de turbina eólica 10 de ejemplo. El conjunto de pala de turbina eólica 10 se extiende a lo largo de un eje longitudinal L con un extremo de raíz 17 y un extremo de punta 15 y tiene la forma de una pala de turbina eólica convencional que comprende una región de raíz 12 más cercana al buje, una región perfilada o una de perfil alar ("airfoil region") 11 más alejada del buje y una región de transición 13 entre la región de raíz 12 y la región de perfil alar 11. El conjunto de pala 10 comprende un borde de ataque 18 orientado en la dirección de rotación del conjunto de pala 10, cuando la pala está montada en el buje, y un borde de salida 20 orientado en la dirección opuesta del borde de ataque 18.

10 [0040] La región de perfil alar 11 (también llamada región perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a generar sustentación, mientras que la región de raíz 12 debido a consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica, lo que, por ejemplo, hace más fácil y más seguro montar el conjunto de pala 10 en el buje. El diámetro (o la cuerda) de la región de raíz 12 puede ser constante a lo largo de toda el área de raíz 30. La región de transición 13 tiene un perfil de transición que cambia gradualmente desde la forma circular o elíptica de la región de raíz 12 al perfil de perfil alar de la región de perfil alar 11. La longitud de cuerda de la región de transición 13 se incrementa típicamente con el incremento de la distancia r desde el buje. La región de perfil alar 11 tiene un perfil de perfil alar con una cuerda que se extiende entre el borde de ataque 18 y el borde de salida 20 del conjunto de pala 10. La anchura de la cuerda disminuye con el incremento de la distancia r desde el buje.

20 [0041] Un hombro 40 del conjunto de pala 10 se define como la posición donde el conjunto de pala 10 tiene su mayor longitud de cuerda. El hombro 40 se proporciona típicamente en el límite entre la región de transición 13 y la región de perfil alar 11.

25 [0042] Cabe destacar que las cuerdas de diferentes secciones de la pala habitualmente no se encuentran en un plano común, puesto que la pala puede estar torcida y/o curvada (es decir, flexionada previamente), proporcionando, por tanto, el plano de cuerda con un curso correspondientemente torcido y/o curvado, siendo este el caso más frecuente para compensar que la velocidad local de la pala dependa del radio desde el buje.

30 [0043] El borde de salida 20 se puede configurar como un borde de salida con parte posterior plana, en el que el borde de salida 20 está aplanado para lograr mejores propiedades aerodinámicas. Esta construcción puede incrementar la eficacia aerodinámica de la pala de turbina eólica en comparación con un diseño de borde de salida agudo.

35 [0044] La fig. 3 muestra un conjunto de pala de turbina eólica 10 con un perfil posterior plano en el borde de salida 20 con más detalle. El conjunto de pala de turbina eólica 10 comprende una concha de pala 22 que incluye dos partes de concha de pala, una primera parte de concha de pala 24 y una segunda parte de concha de pala 26, típicamente hechas de polímero reforzado con fibra. La primera parte de concha de pala 24 es típicamente una parte de presión o de concha de pala a barlovento. La segunda parte de concha de pala 26 es típicamente una parte de succión o de concha de pala a sotavento. La primera parte de concha de pala 24 y la segunda parte de concha de pala típicamente se pegan entre sí a lo largo de líneas de unión o uniones de pegamento 28 que se extienden a lo largo del borde de salida 20 y el borde de ataque 18 del conjunto de pala 10, como se muestra con más detalle en la fig. 5. Típicamente, el extremo de raíz 17 de las partes de concha de pala 24, 26 tienen una forma de sección transversal exterior semicircular o semiovalada.

45 [0045] El borde de salida 20 tiene un perfil aplanado. El perfil aplanado puede incrementar la eficacia aerodinámica y también ayuda a reducir la anchura de cuerda. El perfil posterior plano se proporciona por un componente de perfil posterior plano 30 que conecta la parte de concha lateral a barlovento 24 con la parte de concha lateral a sotavento 26. En el presente modo de realización, el componente de perfil posterior plano 30 se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud del borde de salida 20, sin embargo, en otros modos de realización, el componente de perfil posterior plano 30 se puede extender al menos a lo largo de un 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 % o 70 % de la distancia desde el extremo de raíz 17 hasta el extremo de punta 15 del conjunto de pala de turbina eólica 10. Los detalles de este componente de perfil posterior plano 30 y el procedimiento para fabricar el conjunto de pala de turbina eólica 10 se explicarán con más detalle con referencia a los siguientes dibujos.

50 [0046] La fig. 4 muestra un perfil de perfil alar posterior plano del conjunto de pala de turbina eólica 10 en una sección transversal perpendicular al eje longitudinal L a lo largo de las líneas I-I mostradas en la fig. 3. El conjunto de pala de turbina eólica 10 comprende la parte de concha de pala a barlovento 24, la parte de concha de pala 26 y el componente de perfil posterior plano 30 que se formaron como componentes separados. Las partes de concha de pala 24, 26 se han unido en una parte de salida 21 de las partes de concha de pala 24, 26 para formar una concha de pala 24, 26 integral que se analizará con más detalle en relación con la fig. 6. Una parte de ataque 19 de la concha de pala incluye el borde de ataque 18 del conjunto de pala 10 y una parte de salida 21 de la concha de pala 24, 26 está cubierta por el componente de perfil posterior plano 30 que se formó para proporcionar al conjunto de pala de turbina eólica 10 una forma de perfil alar posterior plano con un borde de salida 20 aplanado.

5 [0047] La fig. 5 muestra la parte de salida 21 de la concha de pala 24, 26 y el componente de perfil posterior plano 30 con más detalle. La parte de salida 21 de la concha de pala 24, 26 tiene una forma de arco curvado hacia el exterior sustancialmente en forma de C. Esta forma geométrica soporta las cargas mucho mejor en relación con un perfil alar más típico con un borde de salida aerodinámicamente agudo que tiene sustancialmente la forma de un >. El componente de perfil posterior plano 30 tiene un lado a barlovento 31 posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a barlovento 24, un lado a sotavento 32 posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a sotavento 26, y un lado posterior plano sustancialmente plano 33 conectado al lado a barlovento 31 en un borde a barlovento 34 y al lado a sotavento 32 en un borde a sotavento 35. El lado posterior plano 33 define el borde de salida 20 del conjunto de pala de turbina eólica 10. El borde a barlovento 34 y el borde a sotavento 35 son aerodinámicamente agudos, de modo que el viento que atraviesa los bordes 34, 35 se separa sustancialmente de forma instantánea del respectivo lado posterior plano 33 en el borde aerodinámicamente agudo 34, 35.

15 [0048] Las partes de concha de pala están hechas de plástico reforzado con fibra, típicamente un polímero termoplástico o termoestable con refuerzo de fibra de carbono o vidrio, normalmente envuelto alrededor de un núcleo, a menudo de madera de balsa, para formar una estructura intercalada. De forma ventajosa, el componente de perfil posterior plano 30 consiste esencialmente en el mismo material que las partes de concha de pala 24, 26, sin embargo, típicamente el componente de perfil posterior plano 30 está formado como una estructura no intercalada. En particular, el espesor del lado a barlovento 31, a sotavento 32 y/o el posterior plano 33 del componente de perfil posterior plano 30 es normalmente igual a o menor que el espesor de la concha de pala 24, 26.

25 [0049] Típicamente, el lado a barlovento 31 del componente de perfil posterior plano 30 se adhiere a una superficie exterior 25 de la parte lateral de concha a barlovento 24, y el lado a sotavento 32 del componente de perfil posterior plano 30 se adhiere a una superficie exterior 27 del lado de concha a sotavento 26. En otros modos de realización, el lado a barlovento 31 y a sotavento 32 están soldados con plástico sobre las respectivas superficies exteriores 25, 27.

30 [0050] La concha de pala 24, 26 comprende una parte de unión 28 que tiene una parte de unión a barlovento 28a formada integralmente con la parte de concha a barlovento 24 en una sola pieza, una parte de unión a sotavento 28b formada integralmente con la parte de concha a sotavento 26 en una sola pieza, y una brida 29 que se extiende en paralelo y ligeramente desplazada hacia la parte de salida 21 de las partes de concha de pala 24, 26. La brida 29 se adhiere a una superficie interior de la parte de unión a barlovento 28a y a una superficie interior de la parte de unión a sotavento 28b, para unir estructuralmente la parte de concha a barlovento 24 a la parte de concha a sotavento 26. En el presente modo de realización, la parte de unión 28 está posicionada en la parte de salida 21, pero en otros modos de realización, la parte de unión 28 puede estar posicionada alejada de la parte de salida 21, por ejemplo, en el lado a barlovento o a sotavento de la concha de pala 24, 26.

40 [0051] La fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra las etapas de producción de una pala de turbina eólica de acuerdo con un modo de realización detallado.

45 [0052] En primer lugar 100, se proporciona una concha de pala 24, 26, típicamente en una parte de concha de pala a barlovento 24 y una parte de concha de pala a sotavento 26 unidas en una parte de unión 28. La concha de pala 24, 26 tiene un lado de concha a barlovento 24, un lado de concha a sotavento 26, una parte de ataque 19 que define un borde de ataque 18 y una parte de salida 21 dispuesta opuesta a la parte de ataque 19 y que conecta el lado de concha a barlovento 24 con el lado de concha a sotavento 26. La parte de salida 21 tiene una forma de arco curvado hacia el exterior.

50 [0053] En segundo lugar 101, se proporciona un componente de perfil posterior plano 30. El componente de perfil posterior plano 30 tiene un lado a barlovento 31, un lado a sotavento 32 y un lado posterior plano 33 que conecta el lado a barlovento 31 con el lado a sotavento 32.

55 [0054] En tercer lugar, 102, el componente de perfil posterior plano 30 se posiciona para cubrir la parte de salida 21 de la concha de pala 24, 26 de modo que el lado posterior plano 33 defina el borde de salida 20 del conjunto de pala de turbina eólica 10.

60 [0055] En cuarto lugar, 103, el lado a barlovento 31 del componente de perfil posterior plano 30 se fija, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, al lado de concha a barlovento 24, de modo que el lado a barlovento 31 del componente de perfil posterior plano 30 se posiciona sustancialmente al ras con el lado de concha a barlovento 24.

65 [0056] En quinto lugar, 104, el lado a sotavento 32 del componente de perfil plano 30 se fija, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, al lado de concha a sotavento 26, de modo que el lado a sotavento 32 del componente de perfil plano 30 se posiciona sustancialmente al ras con el lado de concha a sotavento 26.

[0057] Debido al hecho de que la concha de pala 24, 26 se fabrica en una etapa diferente a la del componente de perfil posterior plano 30, la concha de pala 24, 26 puede formar la base estructural de muchos conjuntos de palas de turbina eólica diferentes, puesto que una serie de componentes de perfil posterior plano 30 diferentes se pueden producir para corresponderse con diferentes regímenes de viento.

5

[0058] El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

LISTA DE REFERENCIAS

10

[0059]

2 turbina eólica

4 torre

15

6 góndola

8 buje

20

10 conjunto de pala

11 región de perfil alar

12 región de raíz

25

13 región de transición

14 punta de pala

30

15 extremo de punta

16 raíz de pala

17 extremo de raíz

35

18 borde de ataque

19 parte de ataque

40

20 borde de salida

21 parte de salida

22 concha de pala

45

24 parte de concha de pala primera/inferior (parte de concha de lado a barlovento/de presión)

25 superficie exterior

50

26 parte de concha de pala segunda/superior (parte de lado a sotavento/de succión)

27 superficie exterior

28 parte de unión

55

28a parte de unión a barlovento

28b parte de unión a sotavento

60

29 brida

30 componente de perfil posterior plano

31 lado a barlovento

65

32 lado a sotavento

- 33 lado posterior plano
- 5 34 borde a barlovento
- 35 borde a sotavento
- 40 hombro
- 10 100 proporcionar una concha de pala
- 101 proporcionar un componente de perfil posterior plano
- 15 102 posicionar el componente de perfil posterior plano para cubrir la parte de salida
- 103 fijar el lado a barlovento al lado de concha a barlovento
- 104 fijar el lado a sotavento al lado de concha a sotavento

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pala de turbina eólica (10) que tiene un eje longitudinal (L) que se extiende entre un extremo de raíz (17) y un extremo de punta (15), una cuerda que se extiende transversalmente al eje longitudinal entre un borde de ataque (18) y un borde de salida (20), comprendiendo el conjunto de pala de turbina eólica:
- una concha de pala que tiene un lado de concha a barlovento (24), un lado de concha a sotavento (26), una parte de ataque (19) que define el borde de ataque del conjunto de pala de turbina eólica, y una parte de salida (21) dispuesta opuesta a la parte de ataque y que conecta el lado de concha a barlovento con el lado de concha a sotavento, en el que una sección transversal de la parte de salida perpendicular al eje longitudinal que tiene una forma de arco curvado hacia el exterior, en el que el lado de concha a barlovento y el lado de concha a sotavento están formados como partes de concha a barlovento y a sotavento (24, 26) separadas, la concha de pala comprende además una parte de unión (28) que tiene una parte de unión a barlovento (28a) formada integralmente con la parte de concha a barlovento en una sola pieza, una parte de unión a sotavento (28b) formada integralmente con la parte de concha a sotavento en una sola pieza, y una brida (29) que se adhiere a una superficie interior de la parte de unión a barlovento y a una superficie interior de la parte de unión a sotavento, para unir estructuralmente la parte de concha a barlovento con la parte de concha a sotavento; y
 - un componente de perfil posterior plano (30) que tiene un lado a barlovento (31) posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a barlovento, un lado a sotavento (32) posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a sotavento, y un lado posterior plano (33) sustancialmente plano que conecta el lado a barlovento con el lado a sotavento, definiendo el lado posterior plano el borde de salida del conjunto de pala de turbina eólica y teniendo una forma para proporcionar al conjunto de pala de turbina eólica una forma de perfil alar posterior plano;
- en el que el componente de perfil posterior plano está posicionado para cubrir la parte de salida de la concha de pala.
2. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación previa, en el que el componente de perfil plano y la concha de pala están formados como componentes separados.
3. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el lado a barlovento del componente de perfil plano está fijado, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, a una superficie exterior del lado de concha a barlovento, y/o en el que el lado a sotavento del componente de perfil plano está fijado, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, a una superficie exterior del lado de concha a sotavento.
4. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el componente de perfil posterior plano comprende un primer borde (34) entre el lado posterior plano y el lado a barlovento del componente de perfil posterior plano y/o un segundo borde (35) entre el lado posterior plano y el lado a sotavento, en el que el primer y/o el segundo borde es/son aerodinámicamente agudos.
5. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que, en una sección transversal perpendicular al eje longitudinal, el perímetro de la parte de salida de la concha de pala desde la fijación de lado a barlovento del componente de perfil plano hasta la fijación del lado a sotavento del componente de perfil posterior plano está en forma de arco hacia el exterior, redondeado de forma convexa, en forma de arco circular, en forma de arco elíptico y/o en forma de C.
6. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que la parte de salida de la concha de pala se curva de forma no brusca.
7. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el componente de perfil plano consiste esencialmente en un material compuesto reforzado con fibra.
8. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el componente de perfil posterior plano o un material de matriz del material de la parte posterior plana comprende o consiste esencialmente en un material termoplástico o un material termoestable.
9. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el espesor del lado a barlovento, a sotavento y/o el posterior plano del componente de perfil plano es/son igual/es a o menor/es que el espesor de la concha de pala.

10. Un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el componente de perfil plano cubre la parte de salida de la concha de pala al menos a lo largo de un 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 % o 70 % de la distancia desde el extremo de raíz hasta el extremo de punta del conjunto de pala de turbina eólica.
- 5
11. Un kit de piezas para un conjunto de pala de turbina eólica (10) que tiene un eje longitudinal que se extiende entre un extremo de raíz (17) y un extremo de punta (15), una cuerda que se extiende transversalmente al eje longitudinal (L) entre un borde de ataque (18) y un borde de salida (20), comprendiendo el kit de piezas:
- 10
- una concha de pala que tiene un lado de concha a barlovento (24), un lado de concha a sotavento (26), una parte de ataque (19) que define el borde de ataque del conjunto de pala de turbina eólica y una parte de salida (21) dispuesta opuesta a la parte de ataque y que conecta el lado de concha a barlovento con el lado de concha a sotavento, en el que la parte de salida tiene una formade arco curvado hacia el exterior, en el que el lado de concha a barlovento y el lado de concha a sotavento están formados como partes de concha a barlovento y sotavento (24, 26) separadas, la concha de pala comprende además una parte de unión (28) que tiene una parte de unión a barlovento (28a) formada integralmente con la parte de concha a barlovento en una sola pieza, una parte de unión a sotavento (28b) formada integralmente con la parte de concha a sotavento en una sola pieza, y una brida (29) que se adhiere a una superficie interior de la parte de unión a barlovento y a una superficie interior de la parte de unión a sotavento, para unir estructuralmente la parte de concha a barlovento con la parte de concha a sotavento; y
- 15
- un componente de perfil posterior plano (30) que tiene un lado a barlovento (31) configurado para fijarse sustancialmente al ras con el lado de concha a barlovento, un lado a sotavento (32) configurado para fijarse sustancialmente al ras con el lado de concha a sotavento y un lado posterior plano (33) que conecta el lado a barlovento con el lado a sotavento, estando configurado el lado posterior plano para proporcionar al conjunto de pala de turbina eólica una forma de perfil alar posterior plano, estando configurado el componente de perfil posterior plano para cubrir la parte de salida de la concha de pala.
- 20
- 25
- 30
12. Una turbina eólica que comprende un conjunto de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10.
- 35
13. Un parque de turbinas eólicas que comprende una pluralidad de turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 12.
- 40
14. Un procedimiento para fabricar un conjunto de pala de turbina eólica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, teniendo el conjunto de pala de turbina eólica un eje longitudinal (L) que se extiende entre un extremo de raíz (17) y un extremo de punta (15), una cuerda que se extiende transversalmente al eje longitudinal entre un borde de ataque (18) y un borde de salida (20), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 45
- proporcionar una concha de pala que tiene un lado de concha a barlovento (24), un lado de concha a sotavento (26), una parte de ataque (19) que define el borde de ataque y una parte de salida (21) dispuesta opuesta a la parte de ataque y que conecta el lado de concha a barlovento con el lado de concha a sotavento, en el que la parte de salida tiene una forma de arco curvado hacia el exterior, en el que el lado de concha a barlovento y el lado de concha a sotavento están formados como partes de concha a barlovento y a sotavento (24, 26) separadas, la concha de pala comprende además una parte de unión (28) que tiene una parte de unión a barlovento (28a) formada integralmente con la parte de concha a barlovento en una sola pieza, una parte de unión a sotavento (28b) formada integralmente con la parte de concha a sotavento en una sola pieza, y una brida (29) que se adhiere a una superficie interior de la parte de unión a barlovento y a una superficie interior de la parte de unión a sotavento, para unir estructuralmente la parte de concha a barlovento con la parte de concha a sotavento;
- 50
- proporcionar un componente de perfil posterior plano (30) que tiene un lado a barlovento (31), un lado a sotavento (32) y un lado posterior plano (33) que conecta el lado a barlovento con el lado a sotavento;
- 55
- posicionar el componente de perfil posterior plano para cubrir la parte de salida de la concha de pala de modo que el lado posterior plano defina el borde de salida del conjunto de pala de turbina eólica;
- 60
- fijar, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, el lado a barlovento del componente de perfil posterior plano al lado de concha a barlovento, de modo que el lado a barlovento del componente de perfil posterior plano esté posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a barlovento; y
- 65
- fijar, preferentemente por soldadura termoplástica, soldadura de plástico, adhesivo y/o pegamento, el lado a sotavento del componente de perfil plano al lado de concha a sotavento, de modo que el lado a

sotavento del componente de perfil plano esté posicionado sustancialmente al ras con el lado de concha a sotavento.

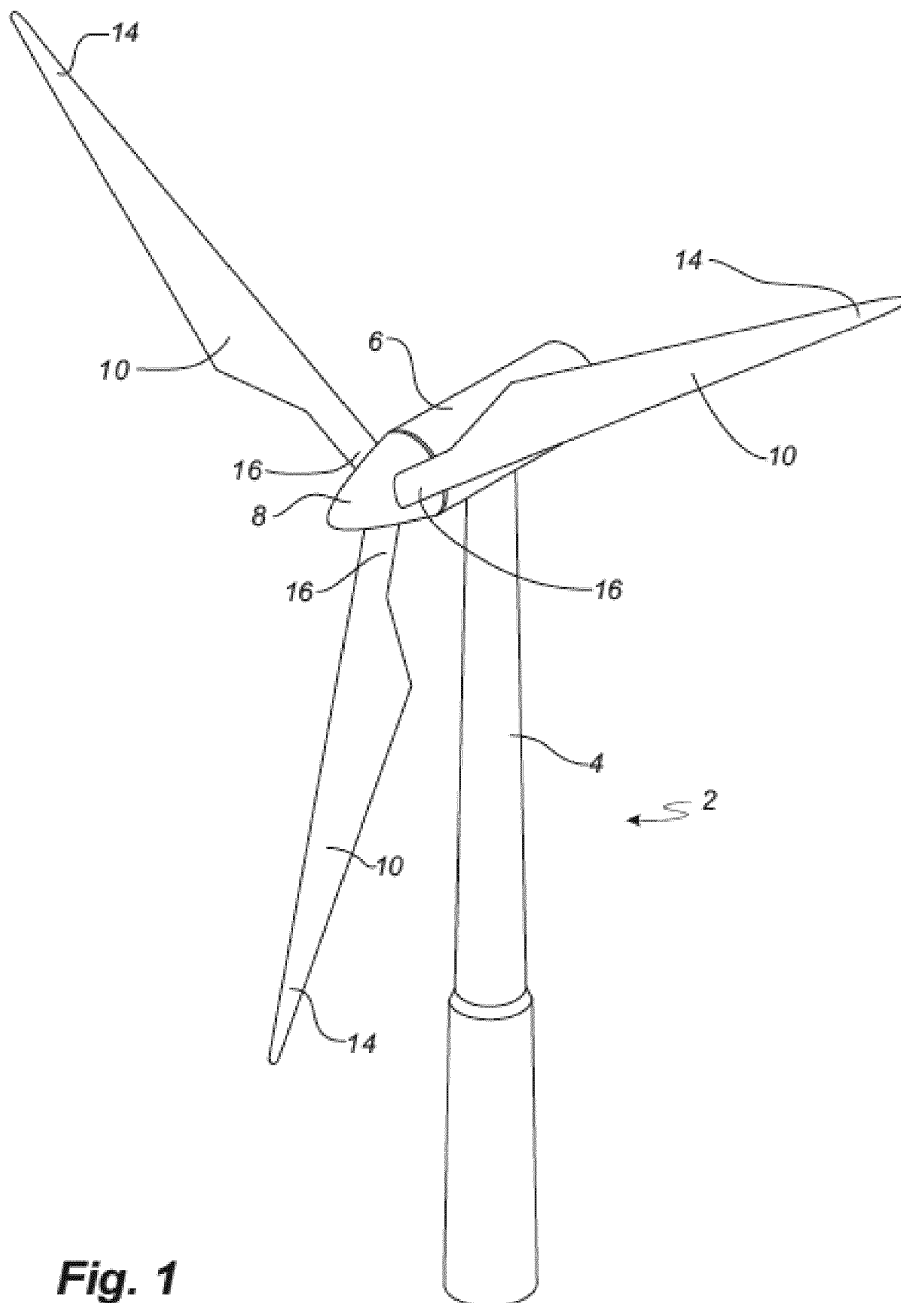


Fig. 1

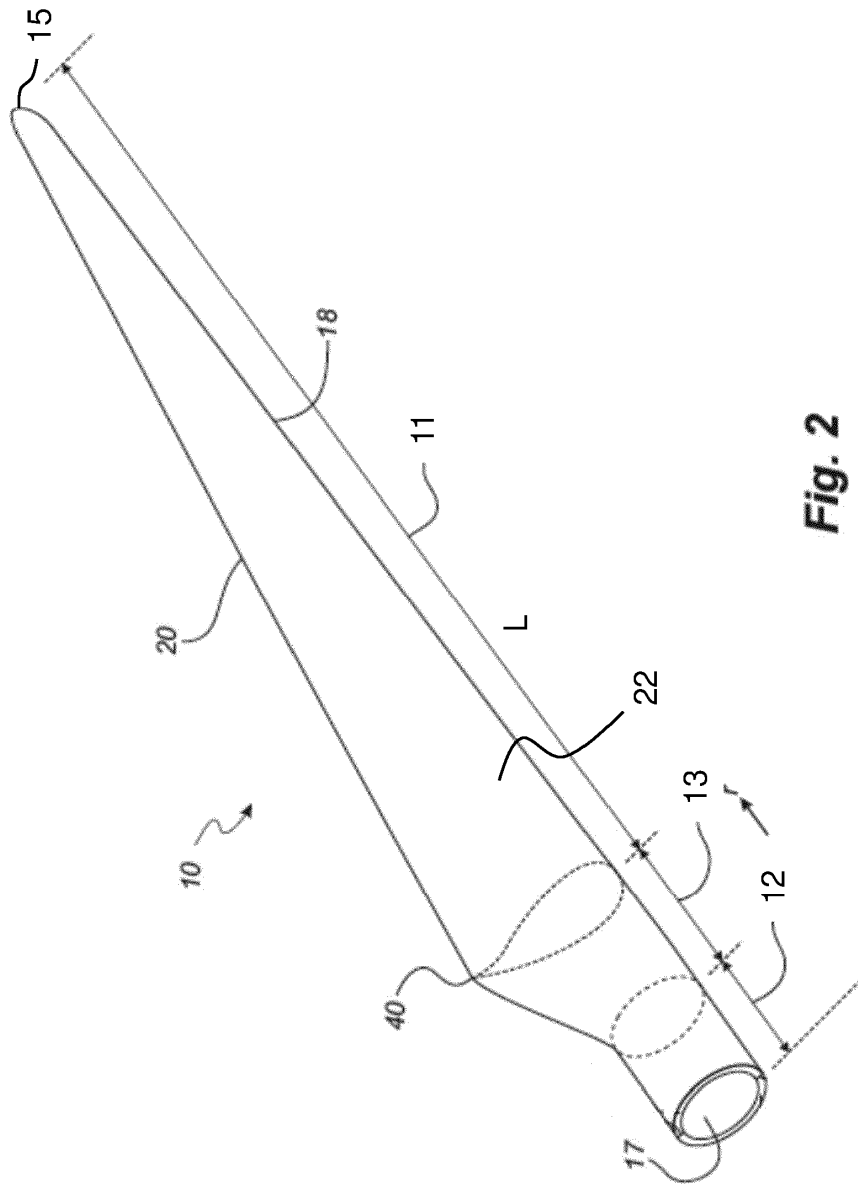


Fig. 2



Fig. 3

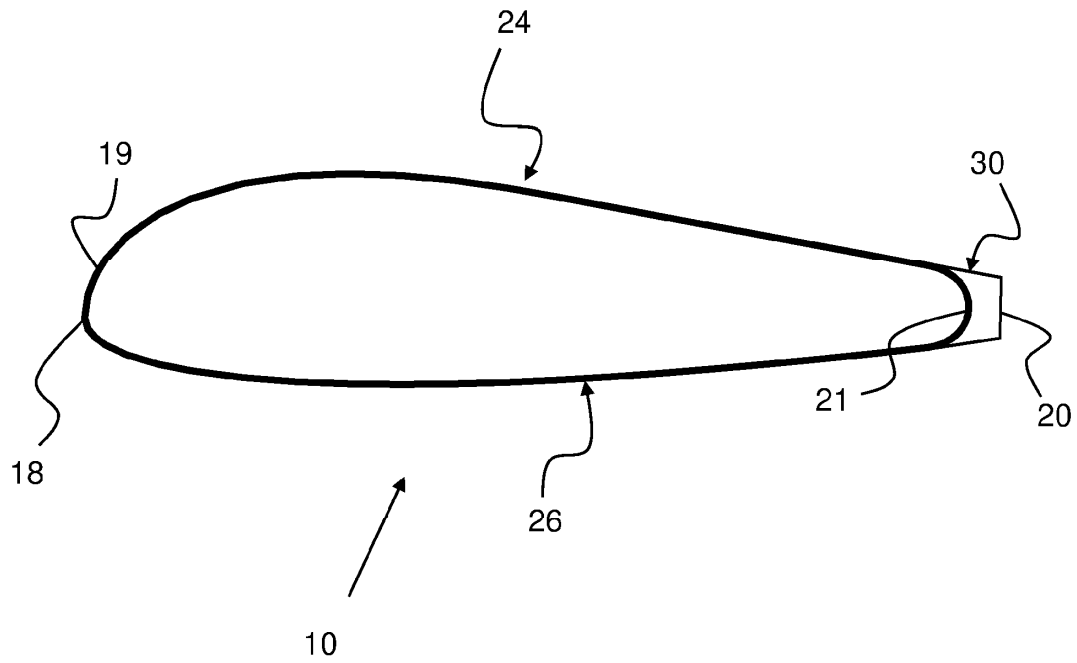


Fig. 4

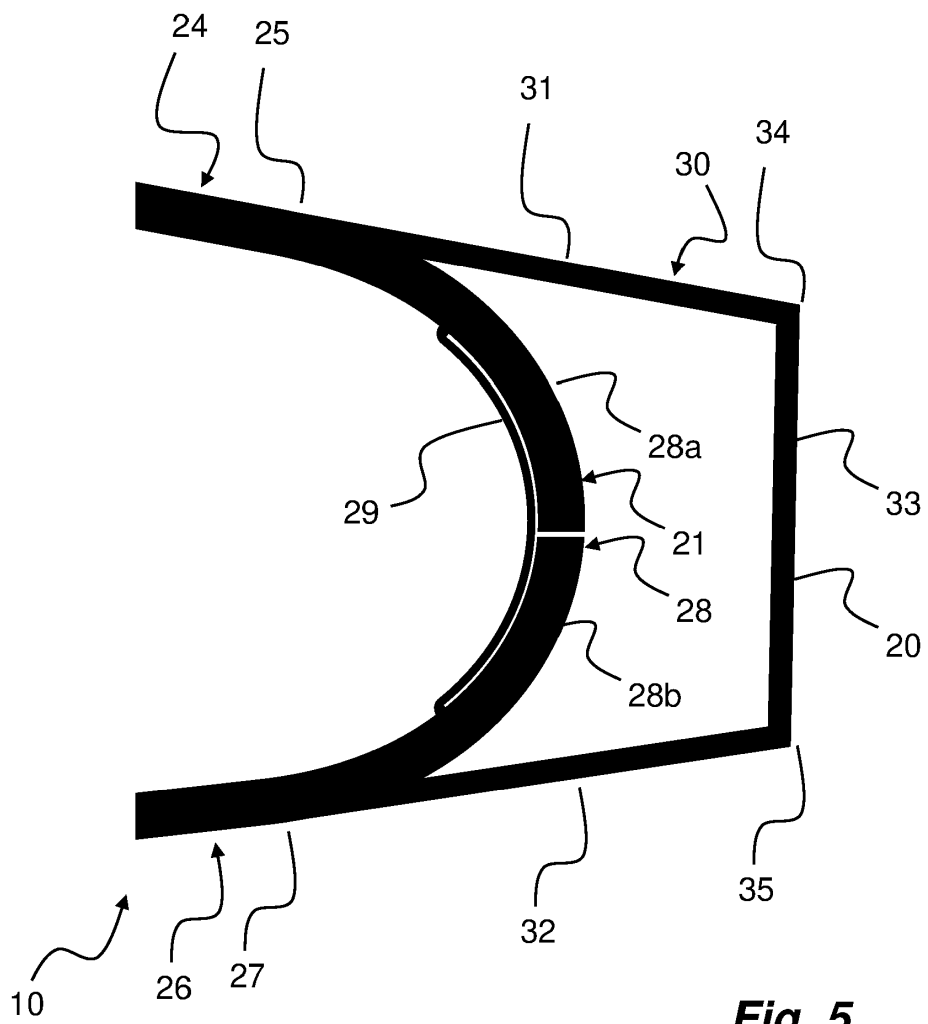


Fig. 5

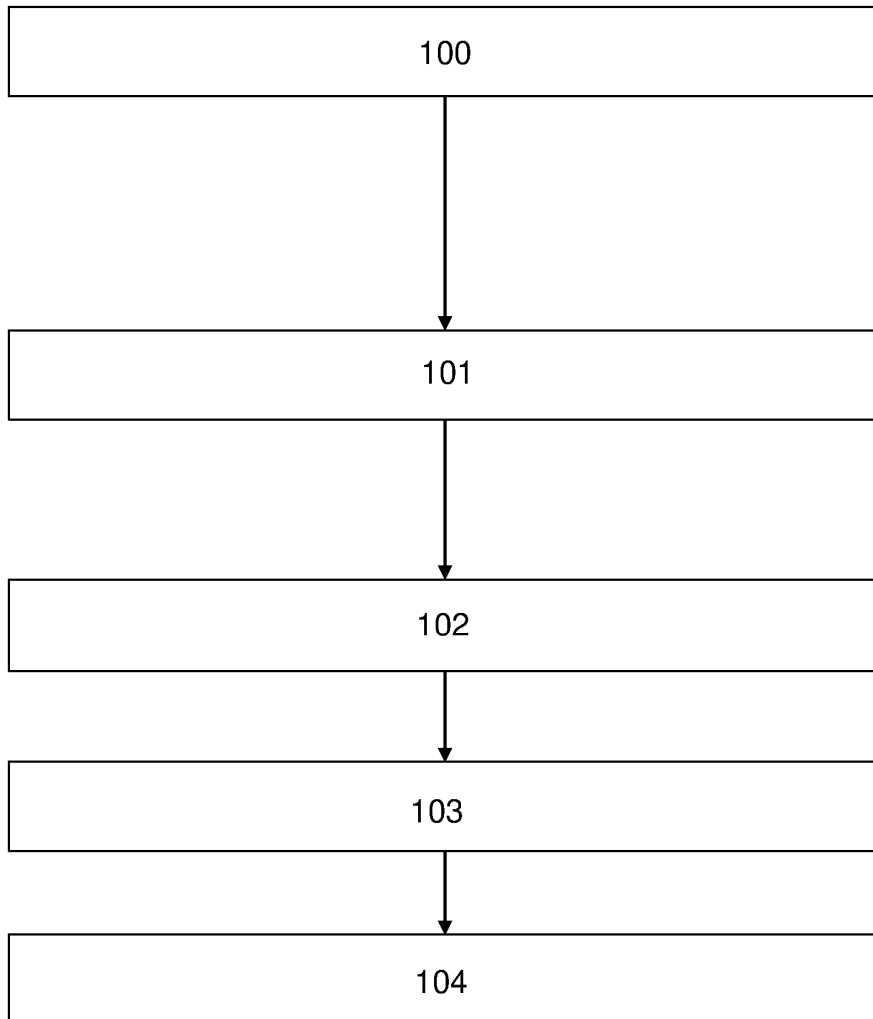


Fig. 6