

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 349**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2012 PCT/US2012/070218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13096233**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2012 E 12809535 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2795107**

54 Título: **Reductor de ruido para pala de rotor en un aerogenerador**

30 Prioridad:

19.12.2011 US 201113329426

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

19.05.2020

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**DROBIETZ, ROGER;
HERRIG, ANDREAS;
LIN, WENDY, WEN-LING y
FRERE, ARIANE**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 761 349 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

Reductor de ruido para pala de rotor en un aerogenerador

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente descripción se refiere, en general, a palas de rotor de aerogenerador y, más particularmente, a reductores de ruido configurados en las palas de rotor.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente actualmente disponibles, y los aerogeneradores han ganado una mayor atención a este respecto. Un aerogenerador moderno típicamente incluye una torre, un generador, un multiplicador, una góndola y una o más palas de rotor. Las palas de rotor transmiten la energía cinética en forma de energía rotacional para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor a un multiplicador o, si no se utiliza multiplicador, directamente al generador. El generador convierte después la energía mecánica en energía eléctrica que puede utilizarse en una red eléctrica.

20 En muchos casos, a las palas del rotor de los aerogeneradores se acoplan componentes accesorios para realizar diversas funciones durante el funcionamiento de los aerogeneradores. Estos componentes pueden acoplarse frecuentemente junto a los bordes de salida de las palas del rotor. Por ejemplo, pueden acoplarse reductores de ruido adyacentes a los bordes de salida de las palas del rotor para reducir el ruido y aumentar la eficiencia asociada a las palas del rotor. Sin embargo, los reductores de ruido típicos de la técnica anterior tienen una variedad de inconvenientes, y pueden no reducir adecuadamente el ruido asociado a las palas de rotor típicas. Por ejemplo, muchos reductores de ruido conocidos actualmente incluyen una pluralidad de dentados. Los dentados están diseñados para reducir el ruido cuando el viento pasa por el reductor de ruido en una dirección determinada. Sin embargo, si se altera la dirección del flujo del viento, puede reducirse la efectividad de los dentados para reducir el ruido. Otros reductores de ruido conocidos actualmente incluyen cerdas. Las cerdas están separadas entre sí y también están diseñadas para reducir el ruido. Sin embargo, las cerdas típicas son relativamente flexibles, y esta flexibilidad combinada con la separación entre las cerdas puede dar como resultado un reductor de ruido que efectivamente es casi completamente permeable durante el funcionamiento de un aerogenerador asociado. Esta permeabilidad puede causar cambios drásticos en las condiciones de contorno entre una pala del rotor y el reductor de ruido asociado, reduciendo así la efectividad del reductor de ruido para reducir el ruido. En DE10340978A1 puede encontrarse un ejemplo de un reductor de ruido de la técnica anterior.

35 Sería deseable, por lo tanto, un reductor de ruido mejorado para una pala de rotor. Sería ventajoso, por ejemplo, un reductor de ruido con características de reducción de ruido mejoradas. Específicamente, sería deseable un reductor de ruido con características de reducción de ruido que permitan unas transiciones de condiciones de contorno más suaves.

40 BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

45 En la siguiente descripción se expondrán aspectos y ventajas de la invención en parte, o pueden ser obvios a partir de la descripción, o pueden derivarse al poner en práctica la invención.

50 En una realización, se describe un conjunto de pala de rotor. El conjunto de pala de rotor incluye una pala de rotor que tiene superficies exteriores que definen un lado de presión, un lado de succión, un borde de ataque y un borde de salida que se extienden cada uno entre una punta y una raíz. La pala del rotor define, además, una envergadura y una cuerda. El conjunto de pala del rotor incluye, además, un reductor de ruido configurado en la pala del rotor. El reductor de ruido incluye una pluralidad de barras, cada una de las cuales tiene un cuerpo que se extiende entre un primer extremo y un segundo extremo. El cuerpo de cada una de la pluralidad de barras contacta con el cuerpo de una barra adyacente de la pluralidad de barras, y se extiende paralelo al mismo, cuando el reductor de ruido se encuentra en una posición estable.

55 En otra realización, se describe un reductor de ruido para una pala de rotor de un aerogenerador. El reductor de ruido incluye una pluralidad de barras, cada una de las cuales tiene un cuerpo que se extiende entre un primer extremo y un segundo extremo. El cuerpo de cada una de la pluralidad de barras queda en contacto con el cuerpo de una barra adyacente de la pluralidad de barras, y se extiende paralelo al mismo, cuando el reductor de ruido se encuentra en una posición estable.

60 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan y forman parte de esta

memoria, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 En la memoria se da una descripción completa y suficiente de la presente invención, incluyendo el mejor modo de llevar a cabo la misma, dirigida a un experto en la materia, la cual hace referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

10 La figura 1 es una vista lateral de un aerogenerador de acuerdo con una realización de la presente descripción;
 La figura 2 es una vista desde arriba de un conjunto de pala de rotor de acuerdo con una realización de la presente descripción;
 La figura 3 es una vista en sección transversal de un conjunto de pala de rotor de acuerdo con una realización de la presente descripción;
 15 La figura 4 es una vista en perspectiva de una parte de un conjunto de pala de rotor en una posición estable de acuerdo con una realización de la presente descripción;
 La figura 5 es una vista en perspectiva de una parte del conjunto de pala de rotor de la figura 4 en una posición operativa; y,
 La figura 6 es una vista en perspectiva de una parte de un conjunto de pala de rotor en una posición estable de acuerdo con otra realización de la presente descripción;
 20 La figura 7 es una vista en perspectiva de una parte de un conjunto de pala de rotor en una posición estable de acuerdo con otra realización de la presente descripción; y,
 La figura 8 es una vista inferior de una parte de un conjunto de pala de rotor de acuerdo con una realización de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

30 Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se da a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que el alcance de protección está definido por las reivindicaciones de patente adjuntas.

35 La figura 1 ilustra un aerogenerador 10 de configuración convencional. El aerogenerador 10 incluye una torre 12 con una góndola 14 montada sobre la misma. Una pluralidad de palas de rotor 16 van montadas en un buje del rotor 18, el cual, a su vez, está conectado a una brida principal que gira un eje de rotor principal. Los componentes de control y generación de energía del aerogenerador se encuentran alojados dentro de la góndola 14. La vista de la figura 1 se da con fines ilustrativos sólo para situar la presente invención en un campo de uso de ejemplo. Debe apreciarse que la invención no se limita a ningún tipo de configuración de aerogenerador particular.

40 Con referencia a la figura 2, una pala de rotor 16 de acuerdo con la presente descripción puede incluir superficies exteriores que definen un lado de presión 22 (véanse las figuras 3 a 8) y un lado de succión 24 que se extiende entre un borde de ataque 26 y un borde de salida 28, y pueden extenderse desde una punta de la pala 32 hasta una raíz de la pala 34. Las superficies exteriores pueden ser superficies substancialmente aerodinámicas que presenten contornos substancialmente aerodinámicos, tal como se conoce en general en la técnica.

45 En algunas realizaciones, la pala de rotor 16 puede incluir una pluralidad de segmentos de pala individuales alineados en un orden de extremo a extremo desde la punta de la pala 32 hasta la raíz de la pala 34. Cada uno de los segmentos de pala individuales puede estar configurado de manera única de modo que la pluralidad de segmentos de pala define una pala de rotor completa 16 que tiene un perfil aerodinámico diseñado, una longitud y otras características deseadas. Por ejemplo, cada uno de los segmentos de pala puede tener un perfil aerodinámico que corresponde al perfil aerodinámico de segmentos de pala adyacentes. Por lo tanto, los perfiles aerodinámicos de los segmentos de pala pueden formar un perfil aerodinámico continuo de la pala de rotor 16. Alternativamente, la pala de rotor 16 puede estar formada como una pala singular unitaria que presente el perfil aerodinámico diseñado, longitud y otras características deseadas.

55 En realizaciones de ejemplo, la pala del rotor 16 puede ser curvada. La curvatura de la pala del rotor 16 puede implicar doblar la pala del rotor 16 substancialmente en una dirección perpendicular a la cuerda del perfil en la parte plana y/o en una dirección substancialmente paralela a la cuerda del perfil. La dirección perpendicular a la cuerda del perfil, en general, puede interpretarse como la dirección (o la dirección contraria) en la que la sustentación aerodinámica actúa sobre la pala del rotor 16. La dirección paralela a la cuerda del perfil es substancialmente perpendicular a la dirección perpendicular a la cuerda del perfil. La curvatura en la dirección perpendicular a la cuerda del perfil de la pala del rotor 16 también se conoce como pre-curva, mientras que la curvatura en la dirección paralela a la cuerda del perfil también se conoce como barrido. Por lo tanto, una pala de rotor curvada 16 puede ser

doblada y/o barrida previamente. Una curvatura puede permitir que la pala del rotor 16 resista mejor cargas en dirección perpendicular a la cuerda del perfil y en la dirección paralela a la cuerda del perfil durante el funcionamiento del aerogenerador 10, y puede proporcionar, además, espacio libre para la pala del rotor 16 desde la torre 12 durante el funcionamiento del aerogenerador 10.

5 La pala del rotor 16 puede definir, además, una cuerda 42 y una envergadura 44. Tal como se muestra en la figura 2, la cuerda 42 puede variar a lo largo de la envergadura 44 de la pala del rotor 16. Por lo tanto, puede definirse una cuerda local para la pala del rotor 16 en cualquier punto de la pala del rotor 16 a lo largo de la envergadura 44.

10 Además, la pala del rotor 16 puede definir una zona interior 52 y una zona exterior 54. La zona interior 52 puede formar parte de la pala del rotor 16 que se extiende desde la raíz 34. Por ejemplo, la zona de interior 52 puede incluir, en algunas realizaciones, aproximadamente un 33%, 40%, 50%, 60%, 67%, o cualquier porcentaje o rango de porcentajes entre ellos, o cualquier otro porcentaje o rango adecuado de porcentajes, de la envergadura 44 desde la raíz 34. La zona exterior 54 puede ser una parte a lo largo de la envergadura de la pala del rotor 16 que se
15 extiende desde la punta 32 y, en algunas realizaciones, puede incluir la parte restante de la pala del rotor 16 entre la zona interior 52 y la punta 32. Además, o alternativamente, la zona exterior 54, en algunas realizaciones, puede incluir aproximadamente un 33%, 40%, 50%, 60%, 67%, o cualquier porcentaje o rango de porcentajes entre ellos, o cualquier otro porcentaje o rango adecuado de porcentajes, de la envergadura 44 desde la punta 32.

20 Tal como se ilustra en las figuras 2 a 8, la presente descripción puede ir dirigida, además, a uno o más conjuntos de palas de rotor 100. Un conjunto de palas de rotor 100 de acuerdo con la presente descripción incluye una pala de rotor 16 y uno o más reductores de ruido 110. En general, un reductor de ruido 110 puede configurarse en una superficie de la pala del rotor 16, y puede reducir el ruido aerodinámico que se emita desde la pala del rotor 16 durante el funcionamiento del aerogenerador 10 y/o aumentar la eficiencia de la pala del rotor 16. En una realización
25 de ejemplo de la presente descripción, el reductor de ruido 110 puede configurarse en una superficie de la pala del rotor 16 adyacente al borde de salida 28 de la pala del rotor 16. Alternativamente, el reductor de ruido 110 puede configurarse en una superficie de la pala del rotor 16 adyacente al borde de ataque 26 de la pala del rotor 16, o adyacente a la punta 32 o la raíz 34 de la pala del rotor 16, o en cualquier otra posición adecuada en la pala del rotor 16.

30 En realizaciones de ejemplo, tal como se muestra en las figuras 2 a 6 y 8, el reductor de ruido 110 puede configurarse, por ejemplo, montado en el lado de presión 22 de la pala del rotor 16. En realizaciones alternativas, el reductor de ruido 110 puede configurarse, por ejemplo, montado en el lado de succión 24. Todavía en otras realizaciones alternativas, el reductor de ruido 110 puede configurarse en la pala del rotor 16 en el borde de salida
35 28 o el borde de ataque 26, tal como entre el lado de presión 22 y el lado de succión 24.

Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 7, el reductor de ruido 110 puede configurarse en el borde de salida 28 entre el lado de presión 22 y el lado de succión 24. En algunas de estas realizaciones, la pala del rotor 16 puede estar formada a partir de una o más partes de la cubierta. Por ejemplo, una parte de la cubierta puede incluir el lado
40 de presión 22 y extenderse entre el borde de ataque 26 y el borde de salida 28, mientras que otra parte de la cubierta puede incluir el lado de succión 24 y extenderse entre el borde de ataque 26 y el borde de salida 28. El reductor de ruido 110 puede montarse entre estas partes de la cubierta de manera que una parte del reductor de ruido 110 quede dispuesta en el interior de la pala del rotor 16, mientras que otra parte se extiende desde la pala del rotor 16. Alternativamente, el reductor de ruido 110 puede extenderse a través de una parte de la cubierta de la pala
45 del rotor 16 en una posición deseada, tal como en el borde de salida 28. En otras realizaciones alternativas, el reductor de ruido 110 puede montarse directamente en el exterior de la pala del rotor 16 entre el lado de presión 22 y el lado de succión 24 mediante el uso, por ejemplo, de un adhesivo adecuado o unos elementos de sujeción mecánica apropiados. Por ejemplo, en realizaciones de ejemplo, el reductor de ruido 110 puede montarse directamente en el borde de salida 28. En otras realizaciones de ejemplo, tal como se muestra en la figura 7, el
50 reductor de ruido 110 puede ser solidario de la pala del rotor 16, de modo que estén formados de los mismos materiales.

Tal como se muestra en las figuras 2 a 8, un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción incluye una pluralidad de barras 112. Tal como se describe a continuación, las barras 112 pueden presentar una disposición
55 ventajosa entre sí y respecto a una pala de rotor 16 que facilita unas características mejoradas de reducción de ruido. Además, cada una de la pluralidad de barras 112 puede estar formada ventajosamente de un material adecuado y tener una anchura o un diámetro adecuado que proporcione una rigidez adecuada para la barra 112. La disposición de las barras 112, junto con su material y tamaño, puede permitir unas transiciones de condiciones de contorno más suaves para el viento que pasa a través de un conjunto de palas de rotor 100, reduciendo así
60 ventajosamente el ruido asociado al conjunto de palas de rotor 100 durante el funcionamiento de un aerogenerador 10.

Tal como se muestra, cada una de la pluralidad de barras 112 tiene un cuerpo 114 que se extiende entre un primer extremo 116 y un segundo extremo 118. El cuerpo 114 de una barra 112 puede presentar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, un cuerpo 114 puede ser substancialmente cilíndrico, presentando una sección transversal de forma circular u ovalada, o puede ser substancialmente en forma de cubo, presentando una sección transversal de forma cuadrada o rectangular, o puede presentar cualquier otra forma, y forma en sección transversal. Además, en realizaciones de ejemplo, la forma y el tamaño de la sección transversal del cuerpo 114 pueden ser constantes entre el primer extremo 116 y el segundo extremo 118. Sin embargo, en realizaciones alternativas, la forma y el tamaño de la sección transversal del cuerpo 114 pueden disminuir desde el primer extremo 116 hacia el segundo extremo 118 o desde el segundo extremo 118 hacia el primer extremo 116.

Tal como se muestra, el cuerpo 114 de cada una de la pluralidad de barras 112 en un reductor de ruido 110 puede hacer contacto con el cuerpo 114 de una o más barras adyacentes 112 cuando el reductor de ruido 110 se encuentra en una posición estable. Una posición estable es una posición en la que el reductor de ruido 110, y las barras 112 del mismo, no se ven afectados por ninguna fuerza externa, tal como por la fuerza del viento que pasa más allá de la pala del rotor 16. Así, por ejemplo, la posición estable puede ser la posición en la que el reductor de ruido 110 se encuentra antes o después del funcionamiento de la pala del rotor 16 y el aerogenerador 10, tal como cuando la pala del rotor 16 y el aerogenerador 10 no están funcionando. En la posición estable, cada barra 112 de un reductor de ruido 110 hace contacto con por lo menos una barra adyacente 112, de modo que no hay espacio entre las barras 112 en los puntos de contacto. En realizaciones de ejemplo, dicho contacto, puede producirse en todo el cuerpo 114 de cada barra 112 entre el primer extremo 116 y el segundo extremo 118. Además, en realizaciones de ejemplo, las barras 112 de un reductor de ruido 110 están dispuestas en una sola fila, haciendo contacto cada barra 112 con las barras adyacentes cuando se encuentra en una posición estable.

Tal como se muestra adicionalmente, en realizaciones de ejemplo, cada una de la pluralidad de barras 112 es substancialmente paralela a una o más barras adyacentes 112. Por lo tanto, tal como se muestra, el cuerpo 114 de cada barra 112 puede extenderse paralelo a las barras adyacentes 112 entre el primer extremo 116 y el segundo extremo 118. Este paralelismo puede ser claro en una vista desde arriba o desde abajo, tal como se muestra en la figura 8 y/o en una vista lateral en sección transversal, tal como se muestra en la figura 3.

Las barras 112 de un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción, en algunas realizaciones, cada una de ellas puede estar, además, substancialmente alineadas a una dirección de flujo local para la pala del rotor 16. Por ejemplo, puede definirse una dirección de flujo local en la posición a lo largo de la envergadura de cada una de las barras 112 respecto a la pala del rotor 16. La dirección del flujo local puede ser la dirección del flujo en esa posición de viento que pasa por la pala del rotor 16 durante el funcionamiento del aerogenerador 10 y la pala del rotor 16. En las figuras 3, 5 y 8 se muestran varias direcciones de flujo locales 120. En realizaciones de ejemplo, cada barra 112 puede estar alineada con la dirección de flujo local respectiva para la posición a lo largo de la envergadura de la barra 112, de modo que la barra 112 en la posición estable y/o en una posición operativa sea substancialmente paralela a esa dirección de flujo local. Una posición de funcionamiento es una posición en la que puede encontrarse un reductor de ruido 110, y las barras 112 del mismo, durante el funcionamiento del aerogenerador 10 y la pala del rotor 16, de modo que el viento que pasa por la pala del rotor 16 puede interactuar con el reductor de ruido 110. Este paralelismo puede ser claro en una vista desde arriba o desde abajo, tal como se muestra en la figura 8 y/o en vista lateral en sección transversal, tal como se muestra en la figura 3.

Cada una de la pluralidad de barras 112, como el cuerpo 114 de las mismas, puede extenderse, además, entre el primer extremo 116 y el segundo extremo 118 a lo largo de cualquier trayectoria adecuada. Por ejemplo, en algunas realizaciones, tal como se muestra en las figuras 3 a 5 y 7, cada una de la pluralidad de barras 112 puede ser substancialmente curvilínea, extendiéndose así entre un primer extremo 116 y un segundo extremo 118 a lo largo de una trayectoria substancialmente curvilínea. Una vista lateral de cada una de la pluralidad de barras 112 en estas vistas puede ser, por lo tanto, substancialmente curvilínea, tal como se muestra. En otras realizaciones tal como se muestra en la figura 6, cada una de la pluralidad de barras 112 puede ser substancialmente lineal, extendiéndose así entre un primer extremo 116 y un segundo extremo 118 a lo largo de una trayectoria substancialmente lineal. Una vista lateral de cada una de la pluralidad de barras 112 en estas vistas puede ser, por lo tanto, substancialmente lineal, tal como se muestra.

Cada una de la pluralidad de barras 112 puede estar formada de un material adecuado que tenga una rigidez apropiada que proporcione al reductor de ruido 110 y al conjunto de palas de rotor 100 unas cualidades de reducción de ruido mejoradas, tales como una mejora de las transiciones de condición de límite para el viento entre la pala de rotor 16 y reductor de ruido asociado. Por ejemplo, cada barra 112 puede tener un módulo de elasticidad. En realizaciones de ejemplo, cada barra 112 puede estar formada de un material que tenga un módulo de elasticidad mayor o igual que aproximadamente $2,5 \times 10^3$ N/mm², mayor o igual que aproximadamente 5×10^3 N/mm², mayor o igual que aproximadamente 10×10^3 N/mm², mayor o igual que aproximadamente 20×10^3 N/mm², mayor o igual que aproximadamente 30×10^3 N/mm², mayor o igual que aproximadamente 40×10^3 N/mm², mayor o igual que

aproximadamente $50 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$, mayor o igual que aproximadamente $100 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$, mayor o igual que aproximadamente $200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$, o hasta aproximadamente $200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$.

En algunas realizaciones, por ejemplo, cada una de la pluralidad de barras 112 puede estar formada de un material plástico reforzado con fibra ("FRP") adecuado. La fibra puede ser, por ejemplo, vidrio, basalto, carbono, poliimida, o polietileno, tal como polietileno de peso molecular ultra elevado o cualquier otra fibra adecuada. El plástico puede ser, por ejemplo, epoxi, vinil éster, polipropileno, tereftalato de polibutileno, polietileno o poliamida, o cualquier otro material plástico adecuado. En otras realizaciones, cada una de la pluralidad de barras 112 puede estar formada a partir de un material de poliamida o polipropileno adecuado. En todavía otras realizaciones, cada una de la pluralidad de barras 112 puede estar formada a partir de un metal o aleación de metales adecuados. Sin embargo, debe entenderse que la presente descripción no se limita a los materiales o propiedades de material descritos anteriormente, y que cualquier material adecuado que tenga unas propiedades de material apropiadas se encuentra dentro del alcance y espíritu de la presente descripción.

Cada una de la pluralidad de barras 112 puede tener, además, un tamaño adecuado que proporcione al reductor de ruido 110 y al conjunto de palas de rotor 100 unas cualidades de reducción de ruido mejoradas, tales como una mejora de las transiciones de condición límite para el viento que pasa por el reductor de ruido asociado 110 de una pala de rotor 16. Por ejemplo, cada una de la pluralidad de barras 112, en algunas realizaciones, puede tener un diámetro 122. Debe entenderse que el término "diámetro" puede ser el diámetro de una barra 112 que tenga una sección transversal circular, pero también puede ser el diámetro mayor de una barra 112 que tenga una sección transversal ovalada o la anchura de una barra 112 que tenga una sección transversal cuadrada, rectangular u otra sección adecuada. En realizaciones de ejemplo, el diámetro 122 de cada una de la pluralidad de barras 112 puede ser menor o igual a aproximadamente 3,0 mm, menor o igual a aproximadamente 2,5 mm, menor o igual a aproximadamente 2,0 mm, menor o igual a aproximadamente 1,5 mm, o menor o igual que aproximadamente 1,0 mm.

Tal como se ha descrito, la disposición de las barras 112, junto con su material y tamaño, puede permitir transiciones de condiciones límite más suaves para el viento que pasa a través de un conjunto de palas de rotor 100, reduciendo así ventajosamente el ruido asociado al conjunto de palas de rotor 100 durante el funcionamiento de un aerogenerador 10. Por ejemplo, la disposición de las barras 112 de manera que sean substancialmente paralelas y en contacto entre sí proporciona al reductor de ruido 110 una superficie substancialmente cerrada, de modo que haya pocos o ningún espacio entre las diferentes barras 112, cuando se encuentra en una posición estable. Además, el material y el tamaño de las barras 112 de un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción pueden hacer que las barras 112 sean relativamente más rígidas que los reductores de ruido conocidos anteriormente. Así, durante el funcionamiento del aerogenerador cuando el reductor de ruido 110 se encuentra en una posición de funcionamiento, tal como se muestra en la figura 5, la desviación de las barras 112 puede ser relativamente menor, de modo que la permeabilidad efectiva del reductor de ruido 110 para el viento que pasa a través del mismo puede reducirse relativamente, y puede ser menos del 100%. La permeabilidad efectiva puede ser, por lo tanto, en función del material, el tamaño y la disposición. Esta permeabilidad reducida debido a la disposición, el material, y el tamaño de las barras 112 permite un flujo de viento más suave más allá del conjunto de pala de rotor 100, y específicamente más allá del reductor de ruido asociado 110 de una pala de rotor 16. Específicamente, la transición de condición límite para el viento que pasa por el reductor de ruido 110 es más suave. Esto facilita una mejor reducción de ruido por los reductores de ruido 110 y los conjuntos de pala de rotor 100 de la presente descripción.

La disposición de las barras 112, junto con su material y tamaño, puede permitir, además, que las barras 112 mantengan una alineación ventajosa durante el funcionamiento del aerogenerador 10. Por ejemplo, la rigidez resultante de las barras 112 permite que las barras 112 mantengan una alineación que sea relativamente similar a la alineación de la posición estable incluso cuando están sometidas al funcionamiento del aerogenerador 10. La alineación puede ser respecto a la cuerda 42 y/o la envergadura 44. Por lo tanto, la alineación de las barras en la posición de funcionamiento puede ser relativamente similar a la de la posición estable.

Además, la posición de un reductor de ruido 110 respecto a una pala de rotor 16 puede afectar a las cualidades de reducción de ruido del reductor de ruido 110. Por ejemplo, un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción puede disponerse a lo largo de cualquier parte adecuada de la envergadura 44 de la pala del rotor 16. En realizaciones de ejemplo, un reductor de ruido 110 puede estar dispuesto completamente dentro de la zona exterior 54. En particular, un reductor de ruido 110 puede estar situado completamente dentro de aproximadamente un 30% de la envergadura 44 de la pala del rotor 16 desde la punta 32. Sin embargo, en otras realizaciones, un reductor de ruido 110 puede estar situado completamente dentro de aproximadamente un 33%, aproximadamente un 40%, o aproximadamente un 50% de la envergadura 44 de la pala del rotor 16 desde la punta 32. En todavía otras realizaciones, un reductor de ruido 110 puede estar situado completamente dentro de una parte adecuada de la zona interior 52, o dentro de partes adecuadas tanto de la zona interior 52 como de la zona exterior 54.

Además, un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción puede estar situado en cualquier parte adecuada de la pala del rotor 16, y puede extenderse más allá de la pala del rotor 16 cualquier distancia adecuada. Por ejemplo, en realizaciones de ejemplo, cada una de la pluralidad de barras 112 en el reductor de ruido 110 puede extenderse más allá de la pala del rotor 16, tal como más allá del borde de salida 28, entre aproximadamente un 5% y aproximadamente un 15% de la cuerda local 46 para esa barra 112, o entre aproximadamente un 10% de la cuerda local 46 para esa barra 112.

Un reductor de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción puede incluir, en algunas realizaciones, una placa de soporte 130. El primer extremo 116 de cada barra 112 de un reductor de ruido 110 puede estar conectado a la placa de soporte 130, y la placa de soporte 103 puede estar montada en la pala del rotor 16, tal como se muestra en las figuras 3 a 6 y 8. Las barras 112 y la placa de soporte 130 pueden fabricarse por separado y conectarse después entre sí, o pueden fabricarse integralmente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, puede disponerse una placa, y después cortarse una parte de la placa en la pluralidad de barras 112. El resto de la placa puede formar la placa de soporte 130. En otras realizaciones, tal como se muestra en la figura 7, la pluralidad de barras 112 de un reductor de ruido 110, tal como los primeros extremos 116 de la misma, pueden montarse directamente en la pala del rotor 16, tal como en algunas realizaciones entre cubiertas que definen el lado de presión 22 y el lado de succión 24.

Debe entenderse que los reductores de ruido 110 de acuerdo con la presente descripción pueden conectarse a las palas del rotor 16 durante la fabricación de la pala del rotor 16, o pueden reajustarse a palas del rotor existentes 16, para formar conjuntos de palas del rotor 100. Debe entenderse en cuenta, además, que cada barra 112 de un reductor de ruido 110 puede tener características idénticas, tales como material, tamaño, posición, etc., o una o más barras individuales 112 o grupos de barras 112 pueden tener características individuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un reductor de ruido 110 puede incluir una pluralidad de grupos de barras 112, incluyendo cada grupo una pluralidad de barras 112. Las barras 112 en cada grupo pueden tener características idénticas, y una o más de estas características pueden variar entre grupos.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier persona experta en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Reductor de ruido (110) para una pala de rotor (16) de un aerogenerador (10), comprendiendo el reductor de ruido (110):
- 5 una pluralidad de barras (112), presentando cada una un cuerpo (114) que se extiende entre un primer extremo (116) y un segundo extremo (118), extendiéndose el cuerpo (114) de cada una de la pluralidad de barras (112) paralelo al cuerpo de una barra adyacente (112) de la pluralidad de barras (112) y en contacto con el cuerpo de la barra adyacente (112) en todo el cuerpo (114) entre el primer extremo (116) y el segundo extremo (118) cuando el reductor de ruido (110) se encuentra en una posición estable, es decir, una posición en la que el reductor de ruido (110), y las barras (112) del mismo, no se ven afectados por ninguna fuerza externa, tal como la fuerza del viento que pasa por la pala del rotor (16).
- 10
2. Reductor de ruido (110) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que cada una de la pluralidad de barras (112) está formada es un material que tiene un módulo de elasticidad mayor o igual que aproximadamente $2,5 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$.
- 15
3. Reductor de ruido (110) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el diámetro de cada una de la pluralidad de barras (112) es menor o igual a aproximadamente 3,0 mm.
- 20
4. Conjunto de pala de rotor (100), que comprende:
- una pala de rotor (16) que tiene unas superficies exteriores que definen un lado de presión (22), un lado de succión (24), un borde de ataque (26) y un borde de salida (28) extendiéndose cada uno entre una punta (32) y una raíz (34), definiendo la pala del rotor una envergadura (44) y una cuerda (42); y
- 25 un reductor de ruido (110) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3 configurado en la pala del rotor (16).
- 30
5. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que cada una de la pluralidad de barras (112) está formada de un material plástico reforzado con fibra.
- 35
6. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el reductor de ruido (110) está situado completamente dentro de aproximadamente un 30% de la envergadura de la pala de rotor (16) desde la punta (32).
- 40
7. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que cada una de la pluralidad de barras (112) se extiende más allá del borde de salida (28) de la pala de rotor (16) entre aproximadamente un 5% y aproximadamente un 15% de una cuerda local (42) para esa barra (112).
- 45
8. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que cada una de la pluralidad de barras (112) está aproximadamente alineada con una dirección de flujo local para la pala de rotor (16).
- 50
9. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que cada una de la pluralidad de barras (112) es substancialmente curvilínea.
10. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el reductor de ruido (110) está configurado en el borde de salida (28) de la pala de rotor (16).
11. Conjunto de pala de rotor (100) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el reductor de ruido (110) está montado en el lado de presión (22) de la pala de rotor (16).
12. Aerogenerador (10), que comprende:
una pluralidad de conjuntos de palas de rotor (16) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 - 11.

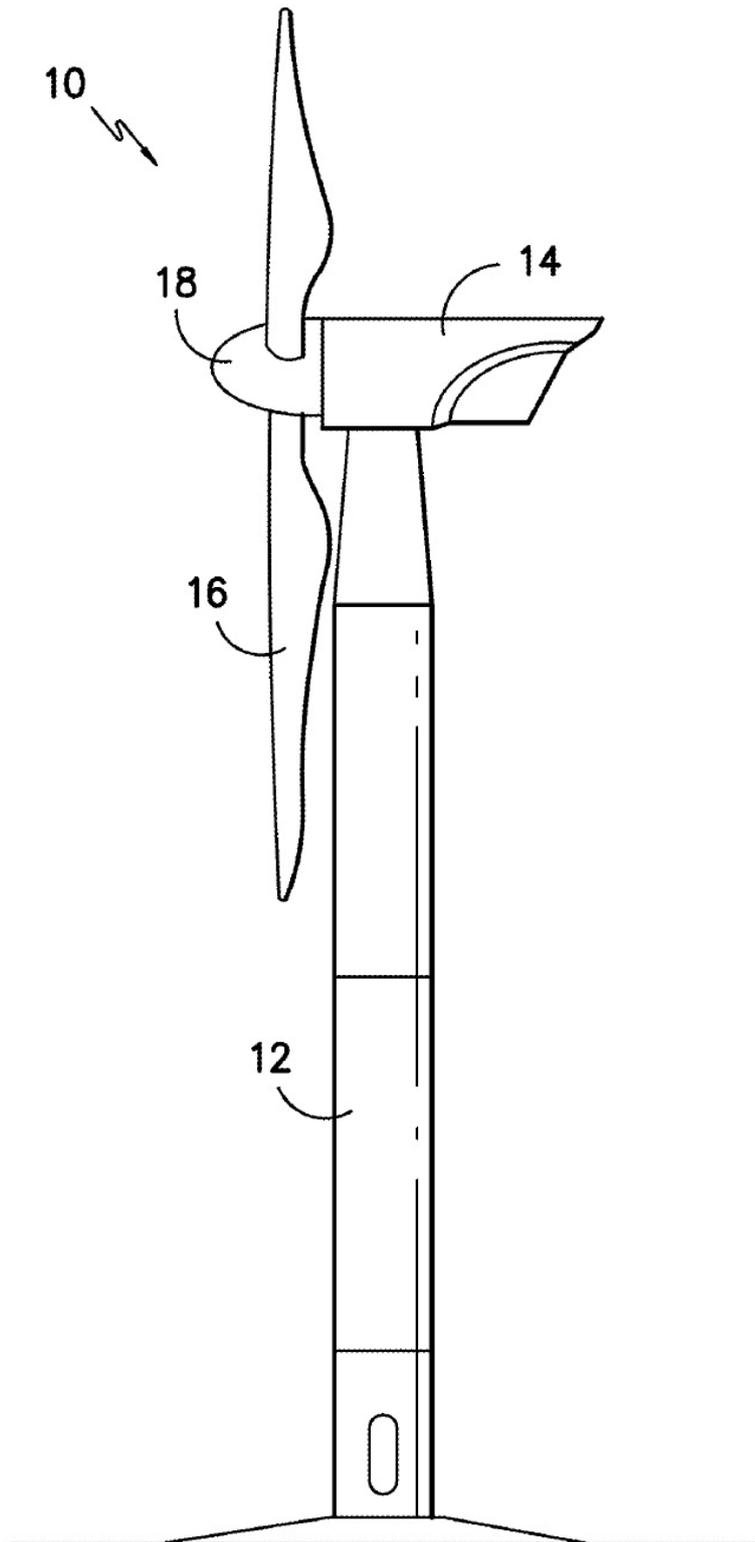


FIG. -1-
ESTADO DE LA TÉCNICA

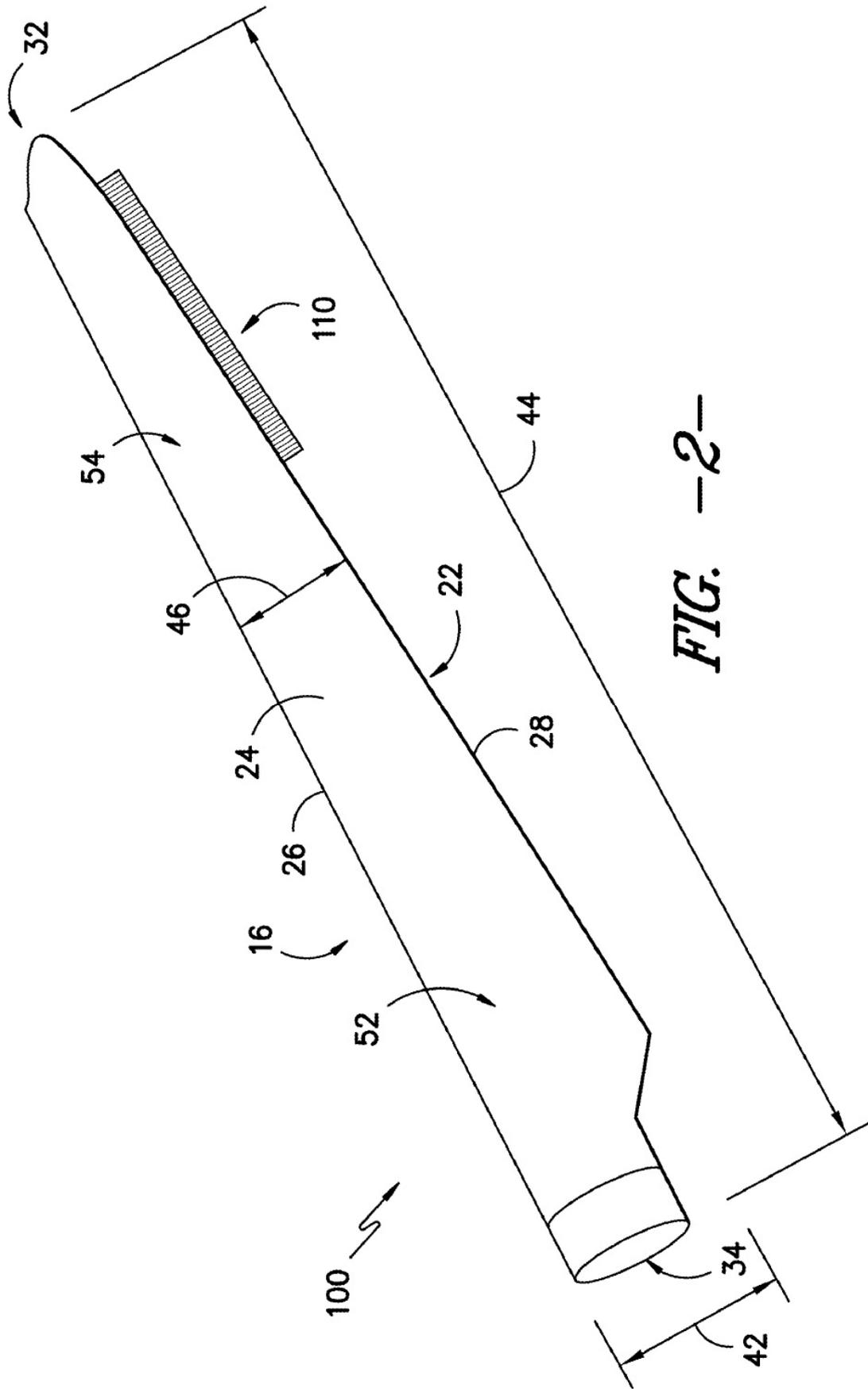


FIG. -2-

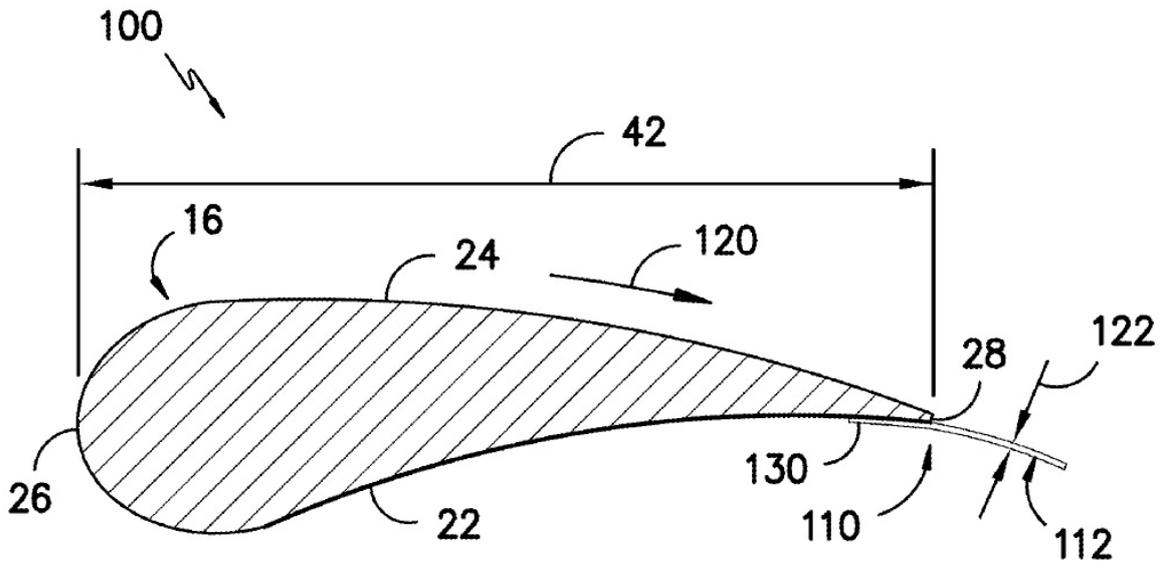


FIG. -3-

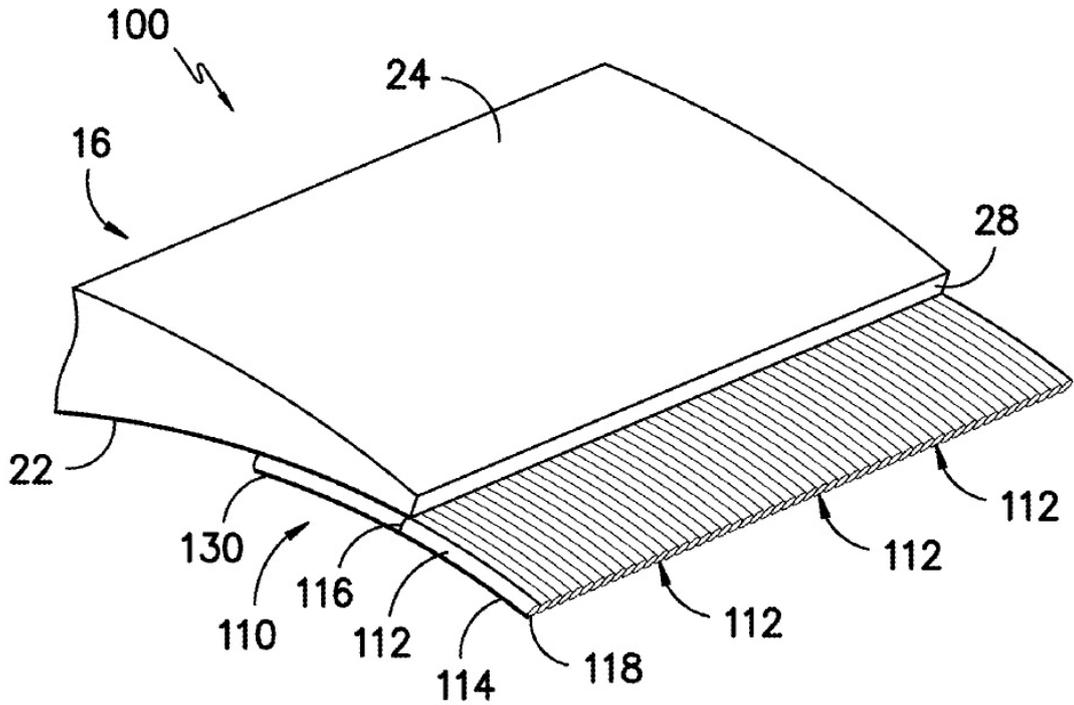


FIG. -4-

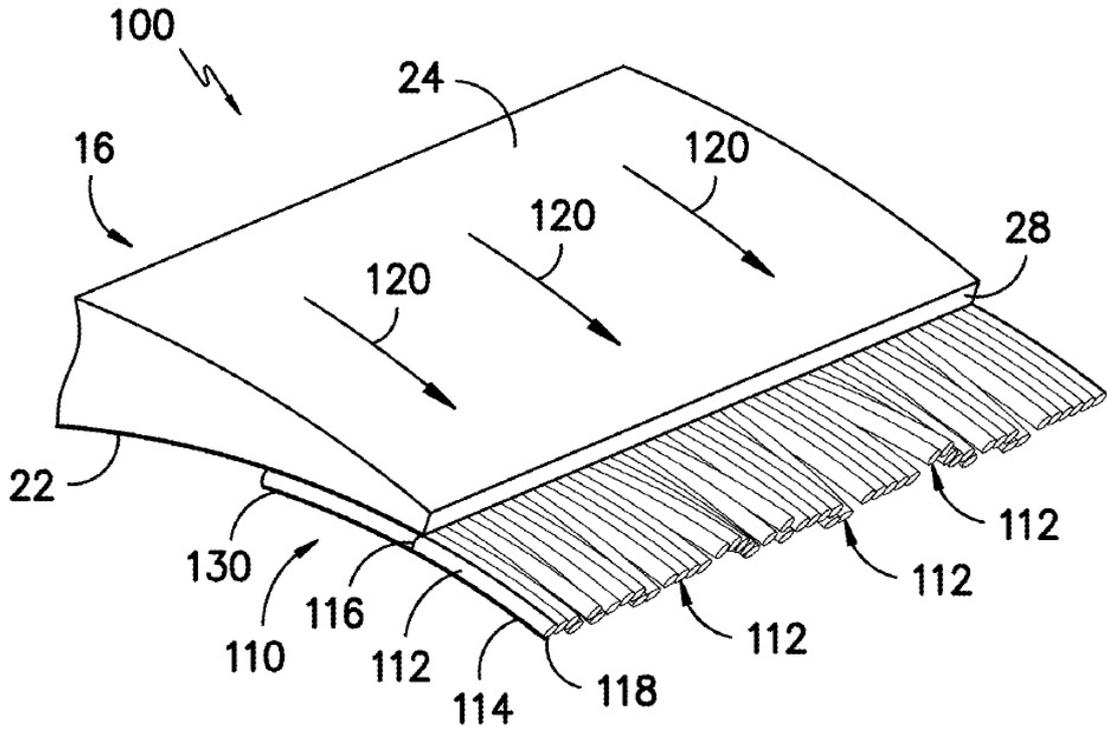


FIG. -5-

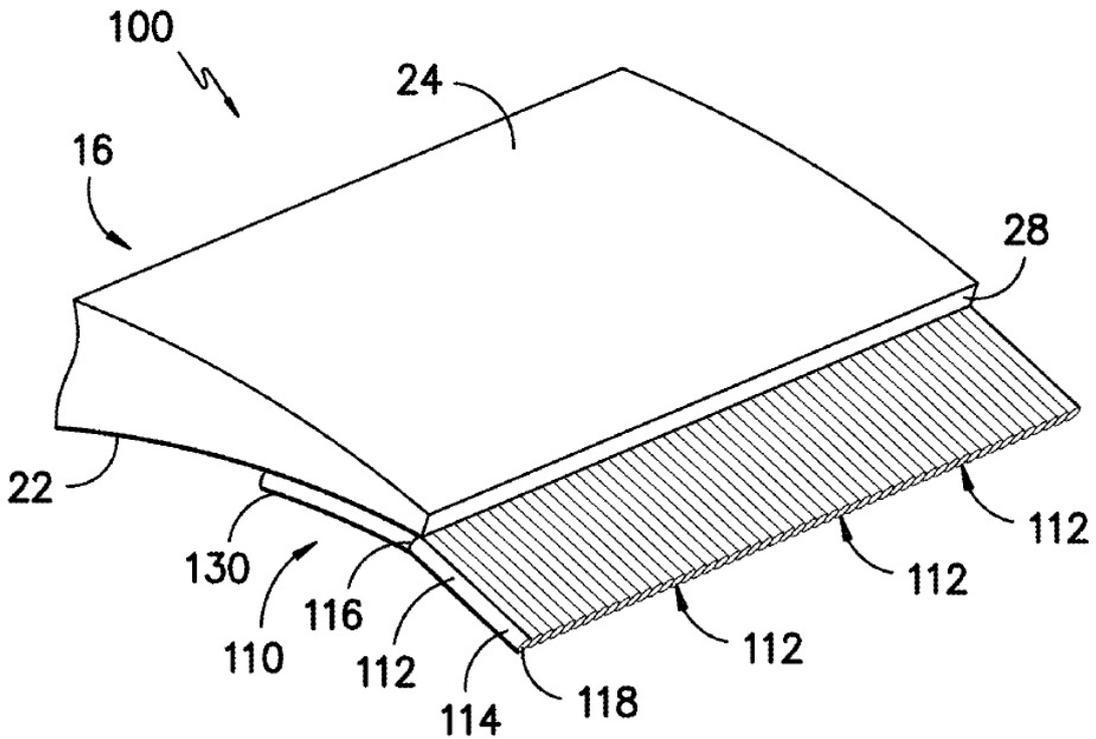


FIG. -6-

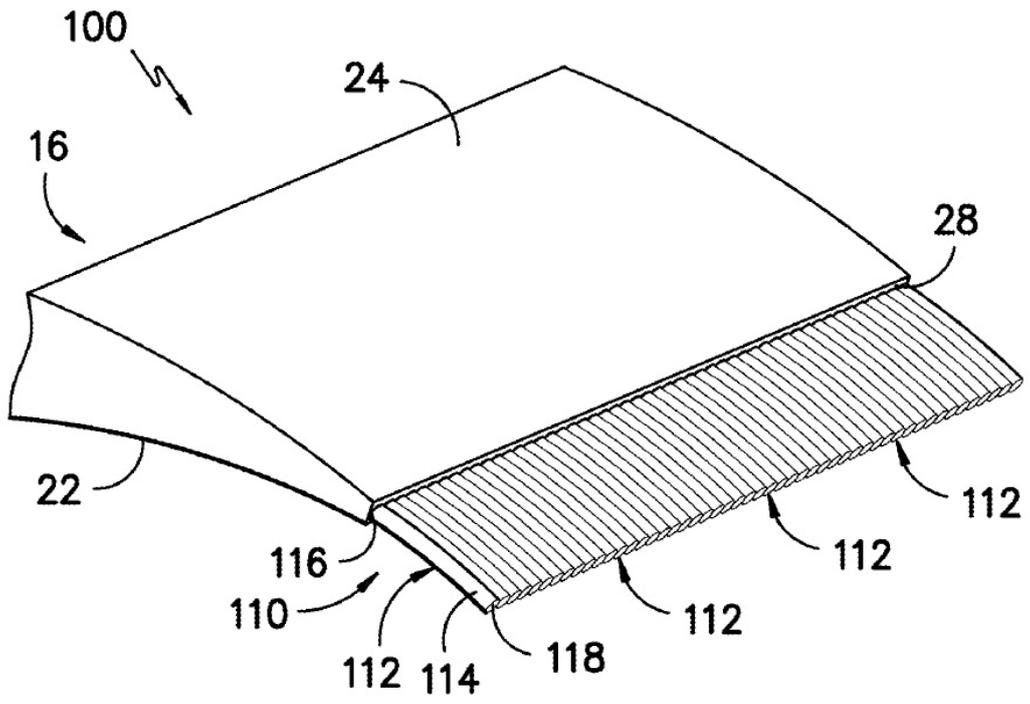


FIG. -7-

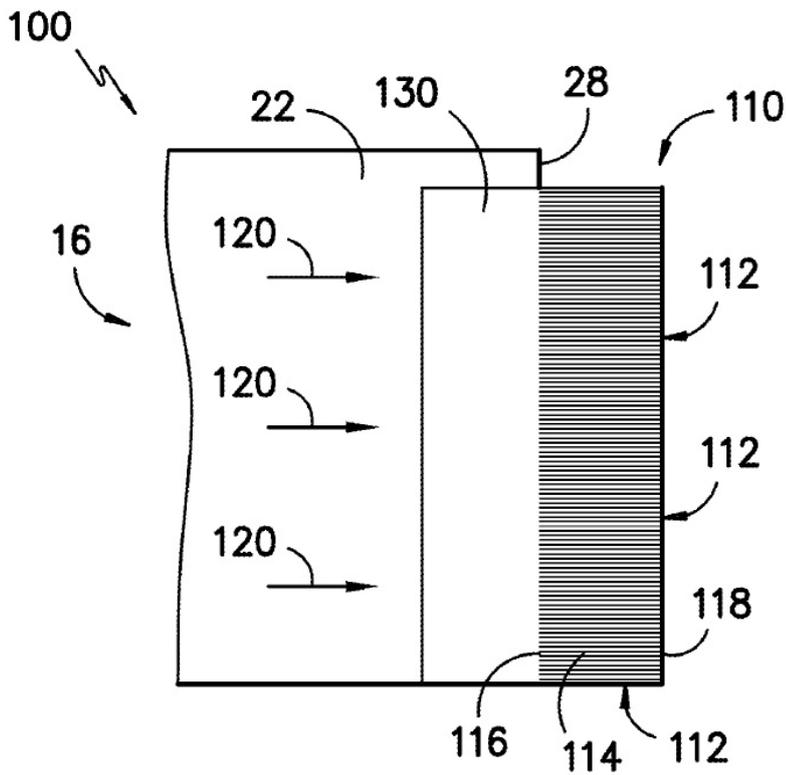


FIG. -8-

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • DE 10340978 A1 [0003]