

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 864 028**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2015** **E 15168714 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021** **EP 3096003**

54 Título: **Pala de rotor con dentados para turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.10.2021

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**ASHEIM, MICHAEL J. y
SINGH, MANJINDER J.**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 864 028 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

Pala de rotor con dentados para turbina eólica.

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor para una turbina eólica que está configurada de tal manera que se reduce la generación de ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor en comparación con palas de rotor convencionales. La invención se refiere además a una turbina eólica que comprende al menos una de una pala de rotor de este tipo.

10 Durante la rotación de una pala de rotor alrededor del eje de rotación del rotor de una turbina eólica, se genera generalmente ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor. Entre otras cosas, la principal fuente de ruido es la interacción de estructuras turbulentas en la capa límite con el borde de salida. La bibliografía muestra que la mayor parte del ruido se emite si el ángulo entre la dirección de flujo promedio y el borde de salida es de aproximadamente 90 grados. Adicionalmente, la mezcla del flujo del lado de succión y el lado de presión de la pala de rotor más allá del borde de salida, que también se denomina recuperación de flujo, puede conducir a una turbulencia lo que también puede afectar negativamente al ruido generado por la turbina eólica.

15 Este ruido puede ser un problema, especialmente si la turbina eólica se instala en tierra cerca de un área residencial. En este caso, aplican generalmente valores umbral que indican el ruido permitido máximo que se genera por la turbina eólica.

Por tanto, es muy ventajoso un concepto de cómo reducir el ruido que se genera en la sección de borde de salida de la pala de rotor.

25 En la técnica anterior, existen diferentes conceptos referentes a la reducción de ruido de palas de rotor de una turbina eólica. Un enfoque es la provisión de dentados, tales como un panel dentado, en la sección de borde de salida de la pala de rotor. Debido a los dentados, se modifica el ángulo entre la dirección del flujo de aire y el borde de salida. Esta modificación puede reducir significativamente el ruido generado en el borde de salida.

30 Otro enfoque de la reducción de ruido de palas de rotor es la provisión de cerdas, tales como un cepillo, o un peine en la sección de borde de salida. Se ha dado a conocer un ejemplo de una pala de rotor de una turbina eólica que comprende una estructura similar a un peine en el borde de salida en la solicitud de patente US 2007/0077150 A1. En ese documento, se proporciona una pala de rotor con una pluralidad de cerdas flexibles que están alineadas en una fila y que sobresalen por el borde de salida de la pala de rotor con el fin de reducir el ruido que se genera debido a la interacción de las estructuras turbulentas en la capa límite con los bordes de salida, así como el ruido debido a la turbulencia generada por la recuperación de presión. También se conoce el uso de cerdas a partir del documento US 2008/187442 A1.

40 Adicionalmente, la solicitud de patente japonesa JP 2015 042864 A se refiere a un concepto de cómo reducir el ruido que se genera por un flujo de aire que incide sobre una pala de rotor de una turbina eólica. Según una realización dada a conocer en esa solicitud de patente, se propone proporcionar a tela de vidrio entre los dientes de los dentados de borde de salida de la pala de rotor.

45 Finalmente, la solicitud de patente estadounidense US 2011/0223030 A1 se refiere al problema de que los dentados de borde de salida convencionales son menos efectivos si la dirección del flujo de aire incidente se desvía con respecto a una dirección predeterminada. Según una realización dada a conocer en esa solicitud de patente, se propone proporcionar una pluralidad de cerdas en los dentados de borde de salida de la pala de rotor.

50 Sin embargo, la reducción de ruido que puede lograrse aplicando uno de los conceptos mencionados puede ser insuficiente e insatisfactoria.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar una pala de rotor para una turbina eólica con un potencial de reducción de ruido mejorado.

55 Este objetivo se alcanza mediante el objeto de la reivindicación independiente. Se dan a conocer realizaciones y modificaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

Según la invención, se proporciona una pala de rotor para una turbina eólica según la reivindicación 1.

60 Un aspecto clave de la presente invención es que, proporcionando material poroso entre dos dientes adyacentes de los dentados, se reduce el ruido que se genera al hacer confluir el flujo de aire del lado de presión y el lado de succión entre los dientes adyacentes. Dicho de otro modo, mientras que en una pala de rotor con dentados convencionales, el chorro de flujo de aire que pasa a través de los dientes, es decir, que pasa a través del hueco o el intersticio entre dos dientes adyacentes, genera ruido debido a la recuperación de presión desde el lado de presión y el lado de succión de la pala de rotor, el material poroso entre los dientes adyacentes permite que el gradiente de presión en la dirección de flujo a lo largo del borde de salida se iguale más lentamente. Por consiguiente, puede

lograrse una reducción de la magnitud de la emisión acústica.

Un segundo aspecto y una ventaja adicional de la presente configuración es que las estructuras generalmente más delgadas del material poroso, en comparación con la estructura de los dentados provoca que aumenten las frecuencias del ruido emitido. Un ruido que comprende mayores frecuencias tiene las ventajas de que se amortigua más rápidamente en el aire ambiental que el ruido con menores frecuencias. Por tanto, se reduce el nivel de presión sonora percibido por un observador en el terreno.

En resumen, la pala de rotor inventiva que comprende dentados y un material poroso entre dos dientes adyacentes tiene la doble ventaja de que se reduce la intensidad del ruido porque el gradiente de presión entre el lado de succión y el lado de presión tiene un entorno más estable para igualarse; y el ruido que se genera tiene generalmente mayores frecuencias debido a la estructura más delgada del material poroso en comparación con la estructura de los dentados. En general, por tanto, puede lograrse una reducción de ruido significativa.

Se denomina turbina eólica a un dispositivo que convierte energía cinética del viento en un movimiento de rotación, es decir, en energía de rotación del rotor de la turbina eólica. Esta energía de rotación se destina a usarse para generar electricidad.

El primer diente está distanciado del segundo diente, lo que tiene que entenderse como que la punta del primer diente está separada por un hueco de la punta del segundo diente. En una alternativa, también está separada la base de ambos dientes en una distancia predeterminada. En otra alternativa, el primer diente y el segundo diente son adyacentes estrechamente entre sí en sus bases y sólo están separados entre sí en sus puntas.

El área entre el primer diente y el segundo diente está llena parcialmente con material poroso. Puede estar incluso completamente llena con material poroso.

En el contexto de esta solicitud de patente, un material poroso se entiende como un material que comprende una fracción de área abierta que es distinta del cero por ciento y distinta del cien por ciento. La fracción de área abierta se define como la fracción del área abierta al aire libre en comparación con el área total cubierta por el material poroso.

En términos descriptivos, cualquier material que se componga de secciones macizas y de secciones con aberturas es un material poroso que es adecuado en principio para disponerse entre dientes adyacentes de los dentados de la pala de rotor.

Ventajosamente, la fracción de área abierta del material poroso, es decir, la porosidad del material poroso, es mayor del 10% y/o menor del 90%. El valor preferido exacto de la porosidad depende de cómo de rápido se requiera la igualación de presión. Obsérvese que, en principio, una configuración de menor porosidad permite una igualación/recuperación más rápida en comparación con una mayor porosidad del material poroso. En particular, la porosidad del material poroso es mayor del 20% y/o menor del 80%.

La porosidad se ajusta preferiblemente al impacto deseado del material poroso sobre los flujos de aire confluyentes entre el lado de presión y el lado de succión. El límite inferior y el límite superior mencionados para la porosidad se consideran particularmente adecuados para una reducción de ruido eficiente.

Según una realización no reivindicada, el material poroso puede ser, por ejemplo, una malla que comprende una pluralidad de hebras que están conectadas entre sí con un patrón regular.

La malla puede consistir, por ejemplo, en un primer conjunto de hebras paralelas y un segundo conjunto de hebras paralelas y ambos conjuntos de hebras paralelas están dispuestos formando un ángulo predeterminado. Este ángulo predeterminado puede ser, por ejemplo, de 90°.

Una ventaja de tener una malla como material poroso es que está fácilmente disponible y es robusta. Además, la porosidad, que se define como la fracción del área abierta al aire libre en comparación con el área total cubierta por la malla, puede ajustarse mediante el grosor de las hebras y la distancia de las hebras adyacentes.

Según una realización no reivindicada, el material poroso también puede estar compuesto por una espuma de células abiertas. Una espuma se entiende como una sustancia que está formada por cavidades de gas en un sólido.

Resulta ventajoso usar una espuma de células abiertas porque una espuma de células abiertas se caracteriza por cavidades de gas que están conectadas entre sí. Por tanto, el aire del lado de presión puede fluir a través de un laberinto de cavidades de gas interconectadas hasta el lado de succión, y viceversa.

Una ventaja de elegir una espuma de células abiertas como material poroso entre dientes adyacentes es que puede elegirse la porosidad del material poroso en un intervalo relativamente amplio y que el material de espuma de células abiertas está fácilmente disponible. Ventajosamente, se usa una espuma reticulada maciza.

Según la invención, el material poroso comprende una pluralidad de fibras.

5 Se entienden generalmente que las fibras tienen una longitud que supera significativamente su grosor. Las fibras también se denominan cerdas o cepillos. Una pluralidad de fibras puede conducir a una estructura similar a un peine.

10 Según la invención, las fibras son sustancialmente paralelas entre sí. Según la invención, las fibras sustancialmente paralelas están dispuestas en la dirección sustancialmente en el sentido de la cuerda de la pala de rotor. La dirección en el sentido de la cuerda se define como la dirección de las líneas de cuerda de la pala de rotor. Las líneas de cuerda son perpendiculares a la envergadura de la pala de rotor y conectan el borde de ataque de la pala de rotor con el borde de salida de la pala de rotor. El flujo de aire a lo largo del lado de succión o el lado de presión también fluye normalmente en la dirección sustancialmente en el sentido de la cuerda.

15 Particularmente, las fibras pueden presentar una sección decreciente en la dirección hacia el borde de salida de la pala de rotor.

20 Obsérvese que, en el contexto de esta solicitud de patente, el borde de salida de la pala de rotor se define como la parte de la pala de rotor que está ubicada en la zona más aguas abajo con respecto al flujo de aire que fluye a lo largo del lado de succión y el lado de presión. El borde de salida forma parte de la sección de borde de salida.

25 El borde de salida de una pala de rotor sin dentados o similares tiene normalmente la forma de una línea recta. En presencia de dentados, el contorno de los dentados representa el borde de salida de la pala de rotor. En el caso del material poroso que se llena en el área entre los dentados, el borde de salida puede estar formado tanto por una porción del contorno de los dentados como por el reborde exterior del material poroso (respetando la definición de que el borde de salida de la pala de rotor se define como la parte de la pala de rotor que está ubicada en la zona más aguas abajo).

30 Ventajosamente, el material poroso está compuesto por metal y/o plástico y/o tejido.

Estos materiales tienen la ventaja de que son relativamente económicos, están fácilmente disponibles, son inocuos y robustos. Particularmente, este último punto es importante dado que las palas de rotor están destinadas a funcionar durante muchos años en condiciones adversas. Dado que una reparación o una sustitución del material poroso es compleja y costosa, se prefiere un material de larga vida útil de este tipo tal como se mencionó.

35 En una realización no reivindicada, el material poroso comprende una primera porción que está dispuesta dentro del plano de cuerda de la pala de rotor, y una segunda porción que está dispuesta fuera del plano de cuerda de la pala de rotor.

40 El plano de cuerda se define como el plano que está definido por la pluralidad de líneas de cuerda de la pala de rotor. En el caso de una pala de rotor sin torsión, el plano de cuerda es un plano llano. En el caso de una pala de rotor con torsión, las líneas de cuerda pueden estar dispuestas entre sí de tal manera que no son paralelas entre sí, sino que comprenden diferentes ángulos entre sí. En este caso, el plano de cuerda tiene la forma de un plano curvo.

45 En particular, todos los dentados pueden estar dispuestos dentro del mismo plano, preferiblemente el plano de cuerda de la pala de rotor. Según la invención, el material poroso está dispuesto totalmente dentro del plano de cuerda. Esto tiene la ventaja de la facilidad de fabricación.

50 En una realización no reivindicada, el material poroso en una segunda porción también puede estar fuera del plano de cuerda. Esto tiene la ventaja de que puede mejorarse adicionalmente la capacidad de reducción de ruido de los dentados con el material poroso. En particular, la segunda porción puede ser adyacente al borde de salida de la pala de rotor, es decir, estar aguas abajo. Obsérvese que el material poroso se dobla permanentemente fuera del plano de cuerda en la segunda porción del material poroso. Además, puede doblarse o desviarse adicionalmente fuera del plano de cuerda con determinadas cargas, en particular pesadas, de la sección de borde de salida de la pala de rotor. Este caso también se denomina una sección de borde de salida flexible y que se dobla de manera pasiva.

60 El borde de salida de la pala de rotor se define como la línea o el borde de la pala de rotor que está ubicado más aguas abajo con respecto al flujo de aire que fluye a lo largo de la pala de rotor. El material poroso puede llenar completamente el área entre el primer diente y el segundo diente. Por tanto, el borde de salida puede describirse como una línea sustancialmente recta.

65 Alternativamente, puede ser ventajoso disponer el material poroso de tal manera que llene la totalidad del área adyacente a las puntas de los dientes pero que no llene completamente la parte de esta área en la parte central entre dos dientes adyacentes. Esto da como resultado un borde de salida que está desplazado hacia el borde de ataque de la pala de rotor entre dos dientes adyacentes.

El primer diente y/o el segundo diente puede(n) tener una forma triangular tal como se observa en una vista desde arriba sobre los dentados. En particular, la forma triangular puede describirse como que tiene una punta y una base en la que la punta está dirigida hacia el borde de salida, es decir, puede ser incluso una parte del borde de salida, y la base del diente está dirigida hacia el borde de ataque de la pala de rotor. Se ha demostrado que esta forma y orientación de los dientes son particularmente ventajosas para la reducción de carga, la reducción de ruido y el aumento de sustentación de la pala de rotor.

La invención se refiere además a una turbina eólica que comprende al menos una pala de rotor tal como se describió anteriormente.

Ahora se describen realizaciones de la invención, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una turbina eólica;

la figura 2 muestra una pala de rotor inventiva para una turbina eólica;

la figura 3 muestra un panel dentado con material poroso en una primera realización;

la figura 4 muestra un panel dentado con material poroso en una segunda realización; y

la figura 5 muestra un panel dentado con material poroso en una tercera realización.

La ilustración en los dibujos es de forma esquemática. Se observa que, en figuras diferentes, los elementos similares o idénticos pueden tener los mismos signos de referencia.

En la figura 1, se muestra una turbina 10 eólica. La turbina 10 eólica comprende una góndola 12 y una torre 11. La góndola 12 está montada en la parte superior de la torre 11. La góndola 12 está montada de manera rotatoria con respecto a la torre 11 por medio de un cojinete de guiñada. El eje de rotación de la góndola 12 con respecto a la torre 11 se denomina el eje de guiñada.

La turbina 10 eólica también comprende un buje 13 con tres palas 20 de rotor (de las que se representan dos palas 20 de rotor en la figura 1). El buje 13 está montado de manera rotatoria con respecto a la góndola 12 por medio de un cojinete principal. El buje 13 está montado de manera rotatoria alrededor de un eje 14 de rotación de rotor.

La turbina 10 eólica comprende además un árbol principal que conecta el buje 13 a un rotor de un generador 15. El buje 13 está conectado directamente al rotor del generador 15, por tanto, la turbina 10 eólica se denomina una turbina eólica sin engranajes, de accionamiento directo. Como alternativa, el buje 13 también puede estar conectado al rotor del generador 15 mediante una caja de engranajes. Este tipo de turbina eólica se denomina turbina eólica accionada por engranajes.

El generador 15 está alojado dentro de la góndola 12. Comprende el rotor y un estator. El generador 15 está dispuesto y preparado para convertir la energía de rotación del rotor en energía eléctrica.

La figura 2 muestra una pala 20 de rotor de una turbina eólica. La pala 20 de rotor comprende una sección 21 de raíz con una raíz 211 y una sección 22 de punta con una punta 221. La raíz 211 y la punta 221 están conectadas virtualmente por la envergadura 26 que sigue la forma de la pala 20 de rotor. Si la pala de rotor fuera un objeto con forma rectangular, la envergadura 26 sería una línea recta. Sin embargo, dado que la pala 20 de rotor presenta un grosor variable, la envergadura 26 es ligeramente curva, es decir, también se dobla. Obsérvese que, si la pala 20 de rotor estuviera doblada en sí misma, entonces la envergadura 26 también estaría doblada.

La pala 20 de rotor comprende además una sección 24 de borde de ataque con un borde 241 de ataque y una sección 23 de borde de salida con un borde 231 de salida.

La sección 23 de borde de salida rodea el borde 231 de salida. Así mismo, la sección 24 de borde de ataque rodea el borde 241 de ataque.

En cada posición en el sentido de la envergadura, puede definirse una línea 27 de cuerda que conecta el borde 241 de ataque con el borde 231 de salida. Obsérvese que la línea 27 de cuerda es perpendicular a la envergadura 26. El apoyo 28 está definido en la región en la que la línea de cuerda comprende una longitud de cuerda máxima.

La figura 2 da a conocer además dentados 30 que se ubican en la sección exterior de la pala 20 de rotor. Más particularmente, los dentados 30 se ubican en la sección 23 de borde de salida de la pala 20 de rotor. Los dentados 30 comprenden una pluralidad de dientes adyacentes. La extensión en el sentido de la cuerda de los dientes disminuye hacia la punta 221 de la pala 20 de rotor. Obsérvese que un material poroso llena totalmente el área entre los dientes adyacentes de los dentados 30. El borde 231 de salida en la sección exterior de la pala de rotor en la que

se unen los dentados 30 se representa por la parte más exterior del material poroso y las puntas de los dentados 30.

La figura 3 muestra un panel 41 dentado que está dispuesto y preparado para unirse a una pala de rotor para una turbina eólica. El panel 41 dentado comprende una porción 43 de unión que está dispuesta y preparada para unir el panel 41 dentado a la parte restante de la pala de rotor. El panel 41 dentado comprende además una porción con dentados 30. Los dentados comprenden una pluralidad de dientes. En particular, se ilustran en la figura 3 un primer diente 31, un segundo diente 32, un tercer diente 33 y un cuarto diente 34. Todos los dientes 31-34 mostrados en la figura 3 tienen sustancialmente la misma forma, concretamente una forma triangular tal como se observa en una vista desde arriba. Los triángulos comprenden puntas redondeadas. Alternativamente, los dientes con forma de triángulo también pueden comprender una punta afilada. En el área 35 entre el primer diente 31 y el segundo diente 32 se coloca una malla. La malla sirve como material poroso para modificar la recuperación del gradiente de presión desde el lado de presión hasta el lado de succión de una manera favorable, que reduzca el ruido. Además, la malla está diseñada para desplazar las frecuencias del ruido generado a valores más altos. La malla está compuesta por una pluralidad de primeras hebras que son sustancialmente paralelas entre sí y que cruzan una pluralidad de segundas hebras que también son a su vez sustancialmente paralelas entre sí. Por tanto, se obtiene un material poroso regular y reproducible. La malla llena la totalidad del área 35 entre el primer diente 31 y el segundo diente 32. También cubre las áreas entre los dientes 32, 33, 34 adicionales de los dentados 30.

La figura 4 muestra otro panel 41 dentado en el que el material poroso está realizado por un conjunto de fibras 42. Estas fibras 42, que también pueden describirse como cerdas o agujas, están orientadas en la dirección sustancialmente en el sentido de la cuerda de la pala de rotor. Esto ha de entenderse como que el panel 42 dentado está dispuesto y preparado para unirse a la parte restante de la pala de rotor de tal manera que las fibras 42 estén orientadas en la dirección en el sentido de la cuerda después de unir el panel 41 dentado a la pala de rotor restante. Obsérvese que las fibras 42 entre el primer diente 31 y el segundo diente 32 terminan todas aproximadamente en la misma posición de cuerda. Por tanto, se obtiene un borde 231 de salida recto.

A diferencia de esto, varía la longitud de las fibras entre el segundo diente 32 y el tercer diente 33, así como entre el tercer diente 33 y el cuarto diente 34. Esto conduce a que un borde 231 de salida que está retraído, es decir, desplazado hacia el borde de ataque una vez que el panel 41 dentado se ha unido a la pala de rotor restante. Una forma de este tipo de las fibras 42 tiene la ventaja de que se proporciona más flexibilidad en el diseño del material poroso y un potencial de mejora adicional referente a la reducción de ruido. En la realización de la figura 4, sólo se realiza una variación en la longitud de las fibras 42. Esto significa que todavía todas las fibras 42 están dispuestas dentro del plano de cuerda de la pala de rotor.

La figura 5 muestra una realización en la que las fibras 42 están dentro del plano de cuerda en una primera porción 36, pero están fuera del plano de cuerda en una segunda porción 37. Por tanto, se obtiene una forma ondulada o sinuosa del material poroso tal como se observa en una vista en sección transversal. Este diseño también tiene el potencial de una mejora adicional de la reducción de ruido. Obsérvese que la figura 5 ilustra una deflexión permanente de las fibras 42 fuera del plano de cuerda en la segunda porción 37 y no un doblado de las fibras 42 con cargas extremas. Pueden producirse adicionalmente variaciones en la orientación de las fibras 42 debido a las cargas de las fibras 42.

Puede resultar ventajoso que las fibras 42 presenten una sección decreciente hacia el borde 231 de salida. Esto puede ser ventajoso en cuanto a consideraciones estructurales.

Con respecto a las variaciones de longitud de las fibras, una forma de onda sinusoidal puede ser particularmente ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Pala (20) de rotor para una turbina (10) eólica,
- 5 en la que
- la pala (20) de rotor comprende dentados (30) a lo largo de al menos una porción de la sección (23) de borde de salida de la pala (20) de rotor,
 - 10 - los dentados (30) comprenden un primer diente (31) y al menos un segundo diente (32), y
 - el primer diente (31) es adyacente a y está distanciado del segundo diente (32),
 - 15 - el área (35) entre el primer diente (31) y el segundo diente (32) está llena al menos parcialmente con material poroso que comprende una pluralidad de fibras (42) de tal manera que se reduce la generación de ruido en la sección (23) de borde de salida de la pala (20) de rotor,
 - las fibras (42) están dispuestas sustancialmente paralelas entre sí,
 - 20 - las fibras (42) están dispuestas en la dirección sustancialmente en el sentido de la cuerda de la pala (20) de rotor, y
 - las fibras (42) están dispuestas de tal manera que el borde (231) de salida de la pala (20) de rotor entre la punta del primer diente (31) y la punta del segundo diente (32) está formada por una línea sustancialmente recta;
 - 25
- y dicho material poroso está dispuesto totalmente dentro del plano de cuerda de la pala (20) de rotor.
2. Pala (20) de rotor según la reivindicación 1,
- 30 en la que la fracción de área abierta del material poroso es mayor del 10 por ciento y/o menor del 90 por ciento.
3. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que las fibras (42) presentan una sección decreciente en la dirección hacia el borde (231) de salida de la pala (20) de rotor.
- 35 4. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el material poroso comprende metal y/o plástico y/o tejido.
- 40 5. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el primer diente (31) tiene una forma triangular con una base que está orientada hacia el borde (241) de ataque de la pala (20) de rotor en una vista sobre el plano de cuerda de la pala (20) de rotor.
- 45 6. Turbina (10) eólica con al menos una pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG 1

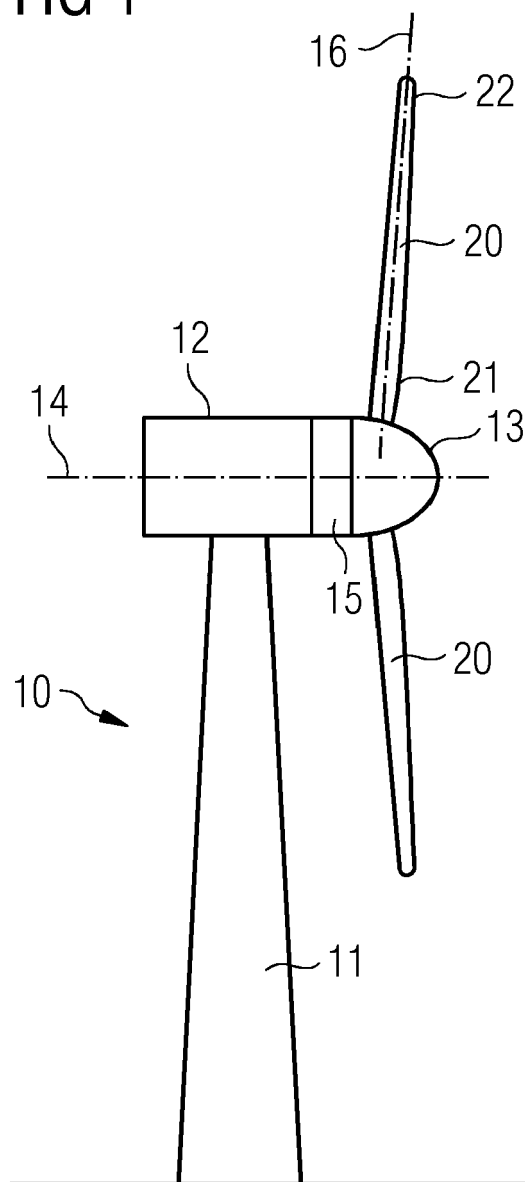


FIG 2

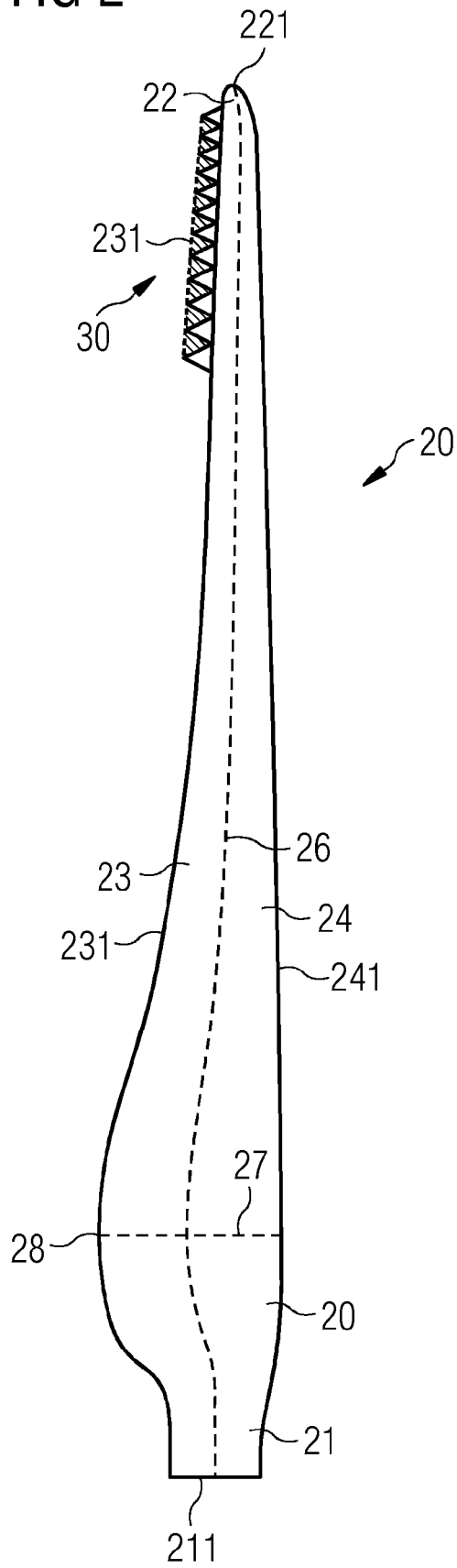


FIG 3

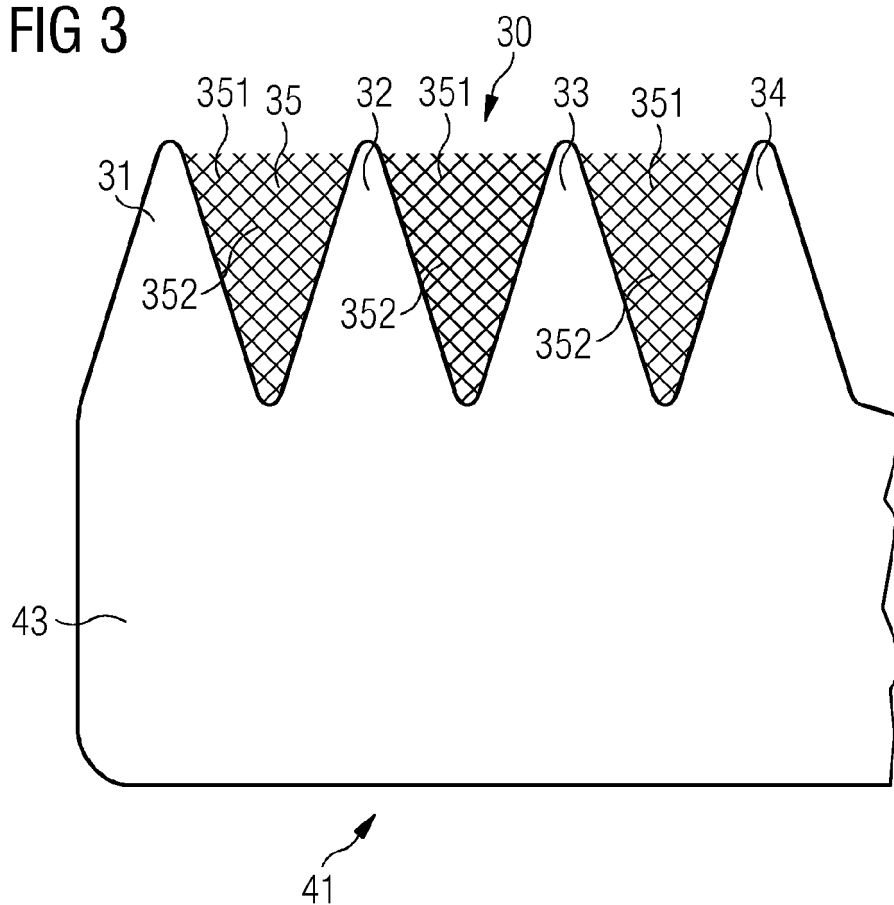


FIG 4

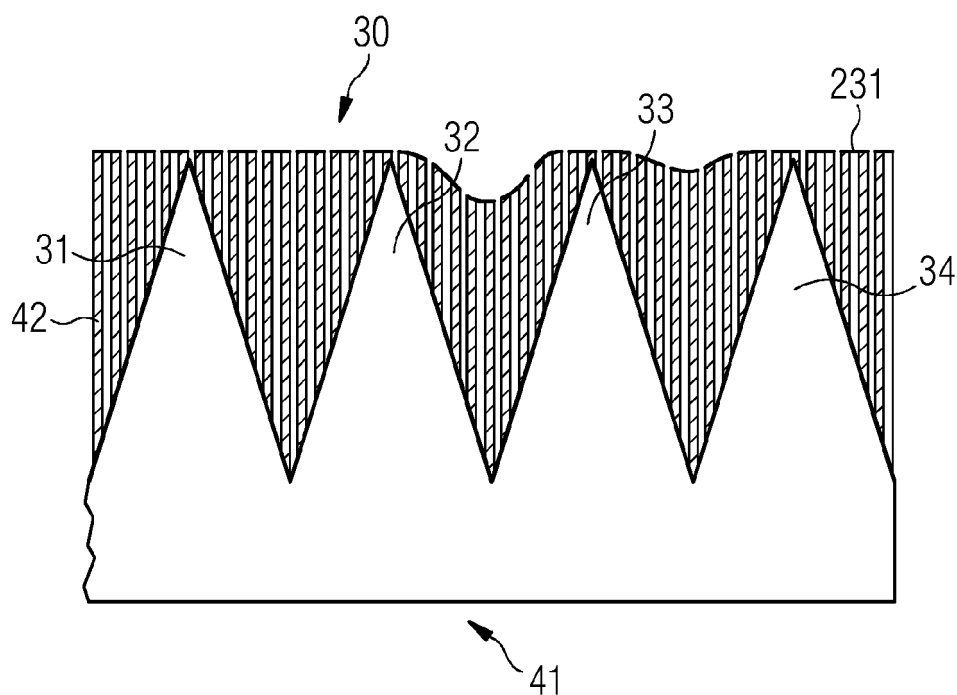


FIG 5

