

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 264**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2018 PCT/EP2018/058484**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2018 WO18219524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2018 E 18716977 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023 EP 3601786**

54 Título: **Escudo protector con marca de posicionamiento**

30 Prioridad:

31.05.2017 DE 102017209214

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

16.01.2024

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)**

**Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**KRATMANN, KASPER KOOPS y
GRISHAUGE, NIKOLAI BAK**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 957 264 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

Escudo protector con marca de posicionamiento

5 La invención se refiere a un escudo protector para una pala de rotor de una turbina eólica, en donde el escudo está destinado a proteger de la erosión a la sección del borde anterior. La invención también se refiere a una disposición que comprende una pala de rotor de una turbina eólica y tal escudo protector. Finalmente, la invención se refiere a un método para colocar con precisión el escudo protector sobre la superficie de la pala de rotor y, específicamente, para documentar con qué precisión se ha unido realmente el escudo a la superficie de la pala de rotor.

10 Dicho escudo protector puede comprender una cierta flexibilidad y, en este caso, también se conoce como “carcasa blanda”. Los escudos protectores se han convertido recientemente en medios populares de afrontar el problema de la erosión del borde anterior en las palas de rotor de las turbinas eólicas. Los escudos protectores también pueden, en principio, montarse en nuevas palas, aunque se usan principalmente como soluciones de actualización en las turbinas eólicas ya instaladas, ya que la erosión del borde anterior se produce típicamente después de varios años en funcionamiento bajo condiciones externas severas.

15 El rendimiento aerodinámico de una pala de turbina eólica generalmente es extremadamente sensible al correcto posicionamiento de la carcasa blanda. Debido a la flexibilidad de la carcasa blanda, el correcto posicionamiento no es solo intuitivo a partir del “ajuste de forma” en sí mismo. Además, tan desafiante como el posicionamiento de la carcasa, es la documentación del correcto posicionamiento de la carcasa protectora de cara al cliente.

20 El documento EP 2 927 482 A1 divulga una pala de turbina eólica provista de un escudo anti erosión. El documento DK 2015 70881 A1 divulga un método para la creación de un recubrimiento resistente a la erosión.

25 Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un concepto mejorado de cómo montar de forma precisa un escudo protector sobre la superficie de una pala de rotor de una turbina eólica.

30 Este objetivo se logra mediante las reivindicaciones independientes. Se divulgan modificaciones y realizaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

35 Según la invención, se proporciona un escudo protector para una pala de rotor de una turbina eólica, en donde el escudo se destina a proteger de la erosión a la sección del borde anterior. La pala de rotor comprende una sección de borde posterior con un borde posterior, y una sección de borde anterior con un borde anterior. El borde posterior y el borde anterior dividen la superficie exterior de la pala de rotor en un lado de succión y un lado de presión. La pala de rotor comprende, además, una raíz y una punta. El escudo se destina, además, a cubrir al menos una parte del borde anterior de la pala de rotor. El escudo está preformado con una forma que corresponde aproximadamente al contorno de la sección del borde anterior donde está destinado que se monte. El escudo comprende un extremo de raíz que está destinado a orientarse hacia la raíz de la pala de rotor, y un extremo de punta que está destinado a orientarse hacia la punta de la pala de rotor. Además, el escudo comprende una marca que permite posicionar con precisión el escudo en una posición predeterminada sobre la superficie de la pala de rotor, o que permite posicionar con precisión una herramienta en una posición predeterminada sobre la superficie del escudo.

40 La provisión de una marca en el escudo permite un punto de referencia. Este punto de referencia puede alinearse con otro punto de referencia, p. ej., una marca correspondiente. La marca en el escudo también se puede alinear con un elemento característico de la pala de rotor, tal como una parte de la pala de rotor que, por ejemplo, tenga una forma característica y única.

45 El posicionamiento preciso del escudo protector sobre la superficie de la pala del rotor es de suma importancia. El diseño del escudo normalmente se optimiza aerodinámicamente, lo que resulta, por ejemplo, en diferentes grosores del escudo (la parte central puede ser más gruesa, con un grosor decreciente del escudo hacia su borde superior e inferior). Las experiencias han demostrado que una desalineación del escudo por unos pocos milímetros, ya podría afectar negativamente a la eficiencia aerodinámica de la pala de rotor y, en última instancia, a la producción anual de energía de la turbina eólica. Por lo tanto, un posicionamiento fiable y preciso del escudo resulta ventajoso en comparación con la posición prevista.

En una primera realización de la invención, la marca comprende al menos un indicador.

60 El indicador puede, por ejemplo, realizarse como una línea. El indicador se puede imprimir y/o grabar en el escudo de manera ilustrativa. Si el indicador se graba, debe tenerse cuidado de que la integridad estructural y la estabilidad del escudo no se vean comprometidas. Alternativamente, podría proporcionarse una marca complementaria en el molde que se utilice durante la fabricación del escudo protector, en donde la marca complementaria deje una impresión correspondiente en el escudo.

65 Una forma eficaz de realizar la marca en el escudo es grabar un indicador y, posteriormente, imprimir los indicadores adicionales (si los hay), en donde para la impresión de los indicadores adicionales se tome como referencia el indicador

grabado. Esto tiene la ventaja de que si se necesitan cambios de diseño para los indicadores impresos, esto puede realizarse de una manera relativamente fácil en comparación con un cambio en la configuración (hardware) del medio de grabado.

5 En principio, un solo indicador en el escudo es suficiente para proporcionar un punto de referencia. La ventaja de proporcionar solo un indicador, es un mínimo impacto estructural y estético en el escudo.

10 De forma ventajosa, sin embargo, se proporcionan una pluralidad de indicadores. A modo ilustrativo, un indicador indica una alineación óptima con una marca correspondiente en la pala del rotor, y uno o más indicadores adicionales indican un rango de tolerancia en el que aún sea aceptable el posicionamiento del escudo sobre la superficie de la pala del rotor.

15 En una realización de la invención, la marca está diseñada como una escala y, en particular, comprende una graduación lineal.

20 Esto tiene la ventaja de que se habilita una precisión mejorada con respecto a la precisión del posicionamiento del escudo. Una escala se entiende como un marcador con una pluralidad de indicadores y un etiquetado correspondiente. Una graduación lineal se entiende como una escala con medidas lineales, tales como pulgadas o milímetros, similares a una regla. A modo de comparación, una graduación no lineal comprendería una escala logarítmica.

25 En una segunda realización de la invención, la marca está diseñada como una muesca en uno de los extremos del escudo.

30 En otras palabras, el escudo comprende una muesca ya sea en el extremo de la raíz o en el extremo de la punta del escudo. Dicha muesca también puede servir como punto de referencia, y también puede ser capaz de alinear el posicionamiento del escudo sobre la superficie de la pala del rotor. También se puede hacer referencia a una muesca como una hendidura o como un recorte.

35 A modo ilustrativo, la muesca se conforma como un corte en forma de V, comprendiendo un primer flanco y un segundo flanco, en donde el primer flanco y el segundo flanco se encuentran en un punto de extremo común.

40 En otras palabras, la muesca puede tener una forma triangular, como se ve en una vista superior. En particular, la forma de la muesca en una vista superior puede asemejarse a un triángulo isósceles. Si la muesca se describe como un triángulo, el punto de extremo común del primer y segundo flancos puede denominarse vértice.

45 Una muesca en forma de V tiene la ventaja de que es fácil de proporcionar y, al mismo tiempo, permite un posicionamiento del escudo relativamente preciso con respecto a una marca correspondiente en la superficie de la pala del rotor.

50 Una combinación de la primera y segunda realización de la invención comprendería un escudo que comprende una muesca en forma de V, y una pluralidad de indicadores en al menos uno de los flancos de la muesca.

55 Tal marca permite tanto una fácil alineación del escudo con una marca correspondiente de la pala de rotor, como una evaluación fácil y precisa con respecto a la precisión de la alineación.

60 Alternativamente, la marca puede diseñarse como un recorte circular, en donde el diámetro del recorte sea igual a la banda de tolerancia de la marca.

65 En una realización de la invención, la marca se proporciona en el extremo de raíz del escudo.

El fondo de esta característica específica del escudo es el siguiente: Típicamente, el escudo protector se segmenta en una pluralidad de escudos. Como los escudos individuales se conectan ventajosamente entre sí de manera que los bordes, huecos o desniveles no puedan perturbar el flujo de aire y, por lo tanto, perturbar la eficiencia aerodinámica de la pala del rotor, los escudos adyacentes a menudo se solapan en un área específica, relativamente pequeña. Con el fin de lograr un grosor constante a lo largo del área de transición o solapamiento, el grosor de los escudos individuales puede, por tanto, disminuir (o estrecharse) hacia los extremos de raíz y de punta.

Suponiendo que los segmentos de escudo superpuestos, y suponiendo que la marca en el escudo se compara y alinea con una marca correspondiente en la superficie de la pala de rotor, que está diseñada, p. ej., como una línea y simboliza el borde anterior, entonces solo una marca que sea visible en ese extremo, que esté dispuesta directamente sobre la superficie de la pala de rotor y no en una parte restante de un segmento de escudo adyacente, es útil.

Si el procedimiento de montaje se lleva a cabo desde la punta de la pala de rotor hacia su raíz, es ventajoso una disposición de la marca en el extremo de raíz del escudo.

Obsérvese que también una marca realizada como una línea que se extienda por toda la longitud desde el extremo de raíz del escudo hasta el extremo de punta del escudo, es otra opción que podría ser ventajosa.

En una realización preferida, la marca se proporciona en la superficie exterior del escudo. En este sentido, la superficie “exterior” se refiere a la superficie del escudo que está destinada a no unirse y ni conectarse a la superficie de la pala del rotor.

5 Sin embargo, en principio, existe la opción de proporcionar la marca en la superficie interior del escudo, que se define como esa superficie que está destinada a unirse y conectarse a la superficie de la pala del rotor. Por lo tanto, en otras palabras, la marca también podría proporcionarse en el interior del escudo protector.

10 Ventajosamente, la posición de la marca del escudo está destinada a compararse con la posición de una marca correspondiente que se proporciona sobre la superficie de la pala del rotor, tal como una línea que indica la trayectoria del borde anterior de la pala del rotor.

15 Obsérvese que el borde anterior de la pala del rotor podría determinarse mediante una herramienta apropiada que tome el afilado borde posterior como punto de referencia. En principio, el borde anterior puede marcarse mediante una línea continua, pero también puede marcarse solo selectivamente mediante segmentos de línea relativamente pequeños.

20 Como variante, la posición de la marca del escudo está destinada a compararse con la posición de una marca correspondiente que se proporciona sobre otro escudo. En este caso, el otro escudo puede ser un escudo que ya esté montado sobre la superficie de la pala del rotor. Entonces, si el escudo aún a montar comprende una marca, tal como una línea que indique la trayectoria del borde anterior de la pala del rotor en su extremo de punta, esta marca en el extremo de punta del escudo puede alinearse con una marca correspondiente en el extremo de raíz del escudo ya montado.

Ventajosamente, el escudo es un escudo flexible.

25 En otras palabras, particularmente para “carcasas blandas” que presenten una cierta flexibilidad y que no se “ajusten de forma” en sí mismas, la presente invención es ventajosa. Sin embargo, también las “carcasas duras” pueden en principio, estar equipadas con el marcador de la presente invención, p. ej., para mejorar más la precisión del montaje, o solo como medio para controlar la precisión del montaje.

30 En otra realización de la invención, la marca del escudo está prevista a utilizarse para posicionar con precisión una herramienta en una posición predeterminada sobre la superficie del escudo.

35 Un ejemplo de dicha herramienta es una manta térmica, en particular una manta térmica de vacío, para curar un adhesivo tal como una película adhesiva de reacción latente.

40 El escudo protector puede unirse a la superficie de la pala del rotor por medio de un adhesivo, que necesita curarse a fin de activar sus propiedades adhesivas. El curado se puede llevar a cabo ventajosamente aplicando calor al adhesivo. En el caso del escudo unido a la superficie de la pala del rotor, una o varias mantas térmicas pueden disponerse en el escudo. A este respecto, un posicionamiento preciso de la(s) manta(s) térmica(s) sobre la superficie del escudo, es importante a fin de asegurar que todo el adhesivo esté completamente curado. Por lo tanto, se puede garantizar una unión fiable del escudo protector a la superficie de la pala del rotor.

45 La marca en el escudo puede realizarse como una línea que esté situada entre el extremo de raíz y el extremo de punta del escudo. En particular, la línea puede estar orientada sustancialmente en paralelo al extremo de raíz y al extremo de punta del escudo.

50 Obsérvese que la invención no solo está relacionada con el escudo protector como tal, sino también a una disposición que comprende una pala de rotor de una turbina eólica, y un escudo protector como se ha descrito anteriormente. En este caso, el escudo se une firmemente a la superficie de la pala del rotor.

Un ejemplo de una unión adecuada es a través de una película adhesiva de reacción latente.

55 Además, la invención está relacionada con un método para posicionar con precisión un escudo protector sobre la superficie de una pala de rotor de una turbina eólica. El método comprende las siguientes etapas:

- a) proporcionar al escudo con las características según se describieron anteriormente, y
- b) posicionar el escudo sobre la superficie de la pala del rotor, de manera que la marca del escudo coincida en un grado predeterminado con una marca correspondiente sobre la superficie de la pala de rotor.

60 Bajo un “grado predeterminado”, se entiende una tolerancia de error predeterminada, o, en otras palabras, una desviación aceptable de una alineación óptima.

65 Específicamente, la marca del escudo puede diseñarse como una escala, y la marca correspondiente sobre la superficie de la pala del rotor puede ser una línea que indique la trayectoria del borde anterior de la pala del rotor. En este caso, la etapa

de posicionamiento del escudo implica ventajosamente alinear el escudo de tal manera que la línea que representa el borde anterior esté dentro de un rango predeterminado de la escala que se proporciona en el escudo.

5 Obsérvese que la línea no necesariamente necesita ser una línea continua, pero puede que también solo indique en esa sección de la sección del borde anterior dónde se necesita la trayectoria precisa del borde anterior.

Finalmente, la presente invención también se refiere a un método para documentar con qué precisión realmente se ha unido un escudo protector a la superficie de una pala de rotor de una turbina eólica. El método comprende las siguientes etapas:

10 a) tomar una foto del escudo que se une a la pala del rotor, comprendiendo la marca del escudo y la marca correspondiente de la pala del rotor, y

b) guardar la foto en un formato adecuado.

15 Como una etapa opcional adicional, una etapa adicional puede incluir

c) analizar mediante un programa informático en qué medida la posición de la marca del escudo coincide con la posición de la marca correspondiente de la pala del rotor.

20 Mediante este método, se proporciona un método de bajo coste y bajo esfuerzo para documentar de manera fiable y, opcionalmente, incluso evaluar la precisión del montaje de un escudo protector sobre una superficie de una pala de rotor.

Seguidamente se describen realizaciones de la invención, solo a modo ilustrativo, con la ayuda de los dibujos adjuntos, de los cuales:

25 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una pala de rotor de una turbina eólica con un escudo de protección del borde anterior;

30 La Figura 2 muestra una vista superior sobre el lado de presión de la sección de la punta de una pala de rotor con un escudo de protección del borde anterior;

La Figura 3 muestra una vista superior sobre el borde anterior de la sección de la punta de una pala de rotor con un escudo de protección del borde anterior;

35 La Figura 4 muestra una vista en perspectiva de un escudo de protección según la invención;

La Figura 5 muestra una primera realización de un escudo con una marca;

40 La Figura 6 muestra una segunda realización de un escudo con una marca;

La Figura 7 muestra una tercera realización de un escudo con una marca;

La Figura 8 muestra una cuarta realización de un escudo con una marca; y

45 La Figura 9 muestra un ejemplo de la alineación de un segundo escudo con un primer escudo.

Obsérvese que los dibujos están en forma esquemática. Además, los mismos signos de referencia pueden hacer referencia a elementos similares o idénticos.

50 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una pala 10 de rotor y un escudo 20 de protección del borde anterior. En otras palabras, la Figura 1 ilustra una disposición 40 que comprende una pala 10 de rotor de una turbina eólica y un escudo protector 20. La pala 10 de rotor comprende una sección 11 de raíz con una raíz 111 y, en su extremo opuesto, una sección 12 de punta con una punta 121. La pala 10 de rotor comprende, además, una sección 14 de borde posterior con un borde 141 posterior, y una sección 13 de borde anterior con un borde 131 anterior. La sección de borde posterior comprende aproximadamente el diez por ciento en extensión en dirección a la cuerda, alejándose del borde 141 posterior como tal; la sección 13 de borde anterior comprende aproximadamente el diez por ciento en extensión en dirección a la cuerda, alejándose del borde 131 anterior. De forma típica, la sección 13 de borde anterior tiene una forma redonda con una curvatura relativamente pequeña, mientras que la sección 14 de borde posterior tiene una forma típica relativamente afilada y presenta un borde. El borde 141 posterior y el borde 131 anterior dividen la superficie exterior de la pala 10 de rotor en un lado 15 de succión y un lado 16 de presión.

55 La erosión de la sección 13 de borde anterior es un problema habitual si la turbina eólica funciona bajo condiciones severas, lo que normalmente es el caso. La erosión del borde anterior puede deberse a la suciedad, el polvo, los insectos y similares. La erosión del borde anterior no solo provoca un problema con respecto a la integridad estructural y la estabilidad de la pala del rotor, sino que, además, generalmente reduce la eficiencia aerodinámica y el rendimiento de la pala del rotor y, en consecuencia, también de la turbina eólica. Aunque existen varias medidas para evitar o aliviar la erosión del borde anterior,

el montaje relativamente complejo y costoso de un escudo protector 20 no se puede esquivar a menudo. El escudo protector 20 cubre típicamente entre un pequeño porcentaje, tal como un cinco por ciento, y un veinte por ciento, en extensión en dirección a la cuerda, de la pala de rotor en la sección externa de la pala de rotor. Principalmente, la sección externa de una pala de rotor es propensa a la erosión del borde anterior, de tal manera que el veinte por ciento externo o el treinta por ciento de la pala de rotor están protegidos, típicamente por un escudo protector como máximo. Los escudos protectores se pueden segmentar en varios escudos individuales de, por ejemplo, una longitud de un metro cada uno.

La Figura 2 muestra una vista superior del lado 16 de presión de la sección 12 de punta de una pala 10 de rotor. La pala 10 de rotor está equipada con una pluralidad de escudos a fin de proteger de la erosión al borde anterior y a las partes de la sección del borde anterior. Específicamente, se muestra un escudo 201 de punta que está adyacente a un primer escudo 202, que está adyacente a un segundo escudo 203, que está adyacente a un tercer escudo 204, que está adyacente a un cuarto escudo 205, que está adyacente a un quinto escudo 206. Durante el montaje de los escudos individuales 201-206, normalmente se empieza con un escudo 201 de punta, ya que este escudo 201 de punta tiene una forma muy característica, y actúa como una funda para la punta 121 de la pala 10 de rotor. Posteriormente, se monta el primer escudo 202, en donde existen diferentes medidas y formas de realizar una unión entre el escudo 201 de punta y el primer escudo 202. Es importante que la junta sea fiable a la vez que no perjudique la eficiencia aerodinámica de la pala del rotor en esa sección. Un concepto bien conocido de una unión en este contexto, es proporcionar un determinado solapamiento de, por ejemplo, del uno al cinco por ciento de la longitud de un escudo. El solapamiento puede realizarse incluso de tal manera que el grosor de los escudos solapados disminuya correspondientemente, de tal manera que el grosor total en la región de transición, es decir, la región de solapamiento, sea constante.

La Figura 3 muestra una vista superior de la sección 12 de punta de una pala 10 de rotor con una vista sobre el borde 131 anterior de la pala 10 de rotor. Como la vista superior está sobre el borde 132 anterior, la mitad del lado 15 de succión y aproximadamente la mitad del lado 16 de presión se pueden ver también, en contraste con el borde posterior, que no se puede ver en esta perspectiva. Aquí se puede ver que los escudos 201, 202, 203 realmente solo cubren un área relativamente pequeña de la superficie de la pala del rotor. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, los escudos individuales cubren aproximadamente ambas partes, es decir, el lado 16 de presión y el lado 15 de succión, en similar medida.

La Figura 4 muestra una vista en perspectiva de un escudo 20. El escudo 20 comprende un extremo de 21 raíz, que se denomina el extremo 21 de raíz porque si el escudo está montado en la superficie de una pala 10 de rotor, el extremo 21 de la raíz del escudo 20 está dispuesto y preparado para orientarse hacia la raíz 111 de la pala 10 de rotor. Asimismo, el extremo opuesto del escudo 20 se denomina extremo 22 de punta porque el extremo 22 de la punta del escudo 20 está dispuesto y preparado para orientarse hacia la punta 121 de la pala 10 de rotor.

Además, el escudo 20 comprende un borde superior 23 y un borde inferior 24. La característica innovadora del escudo protector 20, tal como se muestra en la Figura 4, es la marca 30 que puede verse parcialmente en el extremo 21 de raíz del escudo 20. La marca 30 se realiza como una pluralidad de indicadores, a saber, un indicador 311 de línea central, un indicador de rango superior (no visible en la Figura 4), y un indicador 313 de rango inferior. Estos indicadores 311, 312, 313 se realizan como líneas, y se imprimen sobre el escudo 20. El indicador 311 de línea central indica el centro o la línea central del escudo 20, y está destinado a alinearse con un borde 131 anterior de una pala de rotor. Los indicadores 312, 313 de rango superior e inferior indican una desviación máxima, todavía aceptable, desde la línea central. En otras palabras, indican un rango de tolerancia o banda de tolerancia para montar el escudo 20 en la superficie de una pala de rotor.

Obsérvese que en el caso de escudos solapados, y comenzando desde la punta hacia la raíz, como se describe en relación a la Figura 2, proporcionar una marca en el extremo 22 de punta del escudo 20 no conllevaría una ventaja adicional, ya que aquí el borde anterior no es visible en general, porque se supone que el extremo 22 de punta ha de descansar directamente sobre el área adyacente al extremo de raíz del otro escudo, y no directamente sobre la superficie de la pala de rotor.

La Figura 4 también representa otro indicador, a saber, un indicador 315 de manta térmica. El indicador 315 de manta térmica se dispone en la parte central del escudo 20, entre el extremo 21 de raíz y el extremo 22 de punta del escudo 20. El indicador 315 de manta térmica está alineado sustancialmente en paralelo al extremo 21 de raíz y al extremo 22 de punta.

El objetivo del indicador 315 de manta térmica es proporcionar una línea de referencia para disponer una manta térmica sobre la superficie del escudo 20. En la realización ejemplar ilustrada en la Figura 4, se pretende que la manta térmica se coloque sobre aproximadamente la mitad del escudo 20 (con respecto a la extensión longitudinal del escudo 20) y, por lo tanto, se debe colocar hasta el indicador 315 de manta térmica. En principio, también es posible cualquier otra forma y ubicación de un indicador de manta térmica.

La Figura 5 muestra una primera realización concreta de una marca 30 sobre un escudo 20. De nuevo, la marca 30 se proporciona en el extremo 21 de raíz del escudo 20. La marca 30 se realiza en esta realización nuevamente como una entidad de tres indicadores, a saber, un indicador 311 de línea central, un indicador 312 de rango superior, y un indicador 313 de rango inferior. Aquí se puede ver cómo el escudo 20 se colocaría, o se podría colocar, con respecto al borde 131 anterior de la pala del rotor, y lo que representaría un nivel aceptable de precisión del montaje. Esto sería aceptable porque el borde anterior no necesita estar perfectamente alineado ni equipado con el indicador 311 de línea central. Generalmente, es aceptable si el borde anterior se sitúa dentro de los indicadores 312, 313 de rango superior e inferior.

La Figura 6 muestra una segunda realización de la invención. Aquí, la marca 30, que también está dispuesta en el extremo 21 de raíz del escudo 20, comprende, además del indicador 311 de línea central, el indicador 312 de rango superior y el indicador 313 de rango inferior, una pluralidad de indicadores adicionales, los denominados indicadores intermedios 314. Estos indicadores intermedios 314 están dispuestos, respectivamente, entre el indicador 311 de línea central y el indicador 312 de rango superior y el indicador 313 de rango inferior. Si se requiere información adicional con respecto a la desviación del montaje concreto y real del escudo 20 con respecto al borde 131 anterior, estos indicadores intermedios 314 son útiles.

Obsérvese que, a este respecto, el borde 131 anterior es solo un ejemplo de un punto de referencia en la pala de rotor, con el que se puede alinear la marca 30 del escudo 20. El punto de referencia también puede denominarse marca correspondiente 301. Es esta marca correspondiente 301 la que se alinea con la marca 30 del escudo 20. En la segunda realización, como se ilustra en la Figura 6, la distribución lineal de los indicadores intermedios 314 facilita una evaluación o análisis de la precisión que el análisis puede, por ejemplo, llevar a cabo mediante un ordenador después de tomar una fotografía y almacenar la fotografía en un hardware.

Obsérvese que la marca correspondiente 301 no es visible cuando el escudo 20 está dispuesto sobre la marca correspondiente 301. Esto es válido para todas las marcas correspondientes 301 mostradas en las Figuras 5-8.

La Figura 7 muestra una tercera realización de una marca 30 de un escudo 20. Esta vez, la marca 30 se realiza como una muesca o rebaje 32. La muesca tiene una forma en v, comprende un primer flanco 321, un segundo flanco 322 y un punto 323 de extremo común, donde el primer flanco 321 se encuentra con el segundo flanco 322. En otras palabras, se proporciona un recorte en forma de triángulo, en donde el vértice del triángulo está alejado del extremo 21 de raíz del escudo 20. Dicha muesca 32 en forma de v puede tener la ventaja de una alineación más fácil durante el montaje del escudo 20 sobre la superficie de la pala de rotor. En el ejemplo que se muestra en la Figura 7, se puede ver que el escudo se ha alineado relativamente lejos de la posición ideal, que típicamente sería con el punto 323 de extremo común de la muesca 32.

La Figura 8 muestra una realización de la invención, en donde la marca 30 se realiza como una muesca 32 en forma de v y comprende indicadores 31. Los indicadores 31 están colocados o dispuestos en el primer flanco 321 y el segundo flanco 322. Esto facilita la evaluación de la precisión y la posición real concreta del escudo con respecto a una marca correspondiente 301 de la pala de rotor.

La Figura 9 muestra cómo alinear varios escudos plurales, a saber, un segundo escudo 202 con un primer escudo 201, entre sí. Supongamos que el primer escudo 201 ya está montado rígidamente en la superficie de la pala de rotor. El segundo escudo 202, por el contrario, aún necesita montarse en la pala de rotor. Con el fin de elegir con precisión una posición predeterminada para el segundo escudo 202, la marca 30 del segundo escudo 202 está alineada con una marca correspondiente 301 del primer escudo.

En el ejemplo como se ilustra en la Figura 9, la marca 30 del segundo escudo 202 se realiza como un único indicador colocado en el extremo 22 de la punta del segundo escudo 202. La marca correspondiente 301 del primer escudo 201 se realiza como tres indicadores (indicador de línea central, indicador de rango superior e indicador de rango inferior) que se colocan en el extremo 21 de raíz del primer escudo. Además, se proporciona un indicador adicional que es perpendicular a los tres indicadores mencionados, y que indica la región de solapamiento entre el primer y el segundo escudo 201, 202.

El alineamiento de ambos escudos 201, 202 se lleva a cabo colocando el extremo 22 de punta (sección) del segundo escudo 202 sobre la parte superior del extremo 21 de raíz (sección) del primer escudo 201 (véase las flechas 50 simbolizando el movimiento de traslación respectivo), a la vez que se respeta el límite del indicador de solapamiento, e idealmente poniendo la marca 30 del segundo escudo 202 en convergencia con la marca correspondiente 301 del primer escudo. Una ventaja de esta forma de alineación es que no se necesita ninguna marca correspondiente sobre la superficie de la pala de rotor; en su lugar, la marca correspondiente se proporciona en el escudo que está adyacente al escudo que se va a montar.

REIVINDICACIONES

1. Escudo protector (20) para una pala (10) de rotor de una turbina eólica, comprendiendo la pala (10) de rotor una sección (14) de borde posterior con un borde (141) posterior, y una sección (13) de borde anterior con un borde (131) anterior, dividiendo el borde (141) posterior y el borde (131) anterior la superficie exterior de la pala (10) de rotor en un lado (15) de succión y un lado (16) de presión, y comprendiendo la pala (10) de rotor una raíz (111) y una punta (121), en donde
 - 5
 - 10
 - el escudo (20) está destinado a proteger de la erosión a la sección (13) de borde anterior,
 - el escudo (20) está, además, destinado a cubrir al menos una parte del borde (131) anterior de la pala (10) de rotor,
 - el escudo (20) está preformado con una forma que corresponde aproximadamente al contorno de la sección (13) de borde anterior donde está destinado a montarse,
 - 15
 - el escudo (20) comprende un extremo (21) de raíz que está destinado a orientarse hacia la raíz (111) de la pala (10) de rotor, y un extremo (22) de punta que está destinado a orientarse hacia la punta (121) de la pala (10) de rotor,
 - caracterizado por que**
 - el escudo (20) comprende una marca (30) que permite colocar con precisión el escudo (20) en una posición predeterminada sobre la superficie de la pala (10) de rotor, o que permite colocar con precisión una herramienta en una posición predeterminada sobre la superficie del escudo (20).
 2. Escudo (20) según la reivindicación 1, en donde la marca (30) comprende al menos un indicador (31) para indicar un punto de referencia en el escudo (20).
 - 25
 - 3. Escudo (20) según la reivindicación 2, en donde el indicador (31) está impreso y/o grabado en el escudo (20).
 - 30
 - 4. Escudo (20) según la reivindicación 1, en donde la marca (30) está diseñada como una muesca (32) en uno de los extremos (21, 22) del escudo (20), o como una escala.
 - 35
 - 5. Escudo (20) según la reivindicación 4, en donde la muesca (32) está conformada como un recorte en forma de V, comprendiendo un primer flanco (321) y un segundo flanco (322), en donde el primer flanco (321) y el segundo flanco (322) se encuentran en un punto (323) de extremo común.
 - 40
 - 6. Escudo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la marca (30) está diseñada como un recorte, en particular un recorte circular, en uno de los extremos (21, 22) del escudo (20).
 - 45
 - 7. Escudo (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la marca (30) se proporciona en el extremo (21) de raíz del escudo (20).
 - 50
 - 8. Escudo (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la posición de la marca (30) del escudo (20) está destinada a compararse con la posición de una marca correspondiente (301), tal como una línea que indique la trayectoria del borde (131) anterior de la pala (10) de rotor.
 - 55
 - 9. Escudo (20) según la reivindicación 8, en donde la marca correspondiente (301) se proporciona sobre la superficie de la pala (10) de rotor, o sobre otro escudo, que ya está montado sobre la pala (10) de rotor.
 - 60
 - 10. Escudo (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la herramienta es una manta térmica para curar un adhesivo, en particular una película adhesiva de reacción latente.
 - 65
 - 11. Disposición (40) que comprende una pala (10) de rotor de una turbina eólica, y un escudo protector (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el escudo (20) está firmemente unido a la superficie de la pala (10) de rotor, en particular mediante una película adhesiva de reacción latente.
 - 65
 - 12. Método para posicionar con precisión un escudo protector (20) sobre la superficie de una pala (10) de rotor de una turbina eólica, en donde el método comprende las siguientes etapas:
 - a) proporcionar el escudo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 10, y la pala (10) de rotor, y

b)posicionar el escudo (20) sobre la superficie de la pala (10) de rotor, de tal manera que la marca (30) del escudo (20) coincida en un grado predeterminado con una marca correspondiente (301), particularmente sobre la superficie de la pala (10) de rotor.

5 13. Método según la reivindicación 12,
en donde

-la marca (30) del escudo (20) está diseñada como una escala según se reivindica en la reivindicación 4, y

10 -la marca correspondiente (301), particularmente sobre la superficie de la pala (10) de rotor, es una línea que indica la trayectoria del borde (131) anterior de la pala (10) de rotor, y en donde

-la etapa b) del método comprende alinear el escudo (20), de tal manera que la línea que representa el borde (131) anterior esté dentro de un rango predeterminado de la escala que se proporciona en el escudo (20).

15 14. Método de documentar con qué precisión un escudo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 10, se ha unido a la superficie de una pala (10) de rotor de una turbina eólica, con las siguientes etapas del método:

a)tomar una foto del escudo (20) que se une a la pala (10) de rotor, comprendiendo la marca (30) del escudo (20) y la marca correspondiente (301) de la pala (10) de rotor, y

20 b)guardar la foto en un formato adecuado.

15. Método según la reivindicación 14,
en donde el método comprende la etapa adicional de

25 c)analizar mediante un programa informático en qué medida la posición de la marca (30) del escudo (20) coincide con la posición de la marca correspondiente (301) de la pala (10) del rotor.

Figura 1

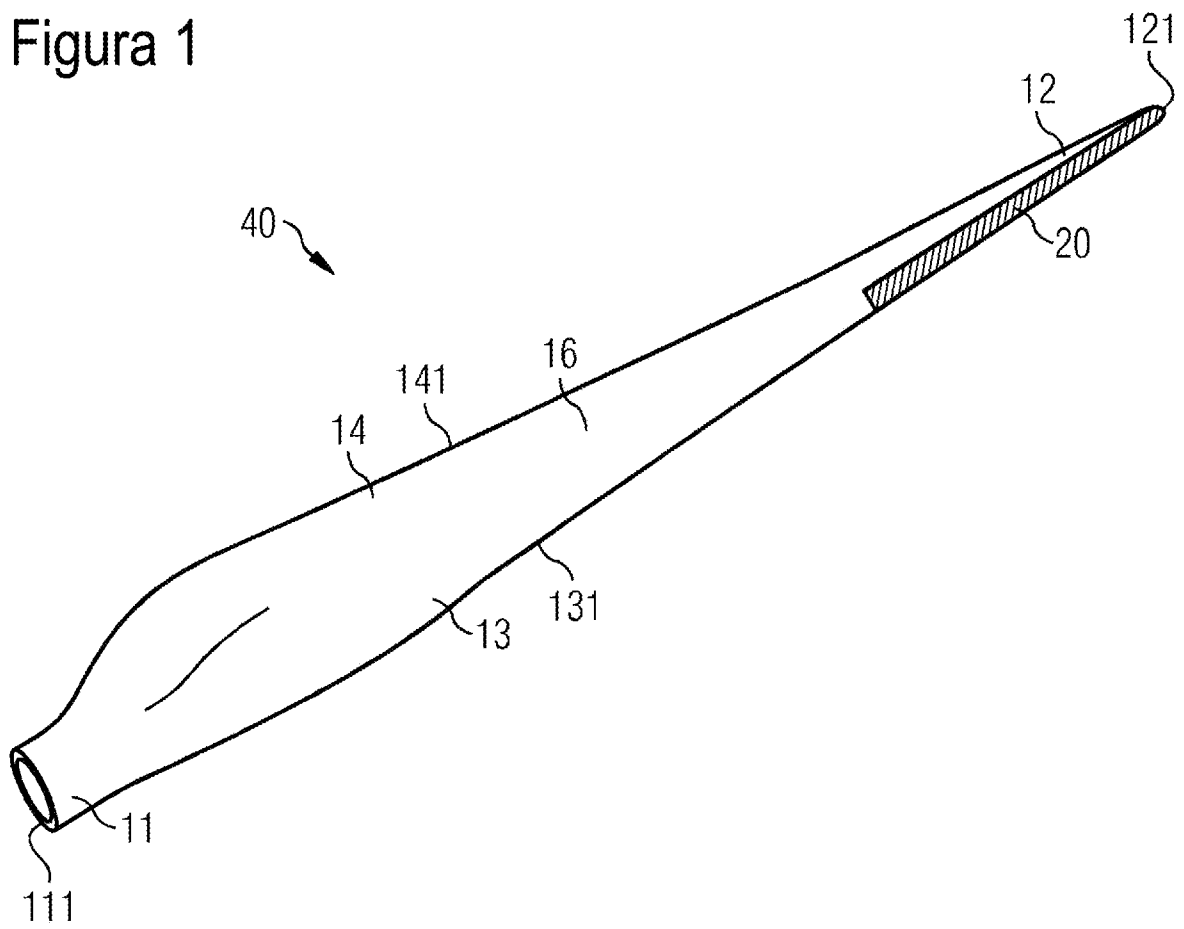


Figura 2

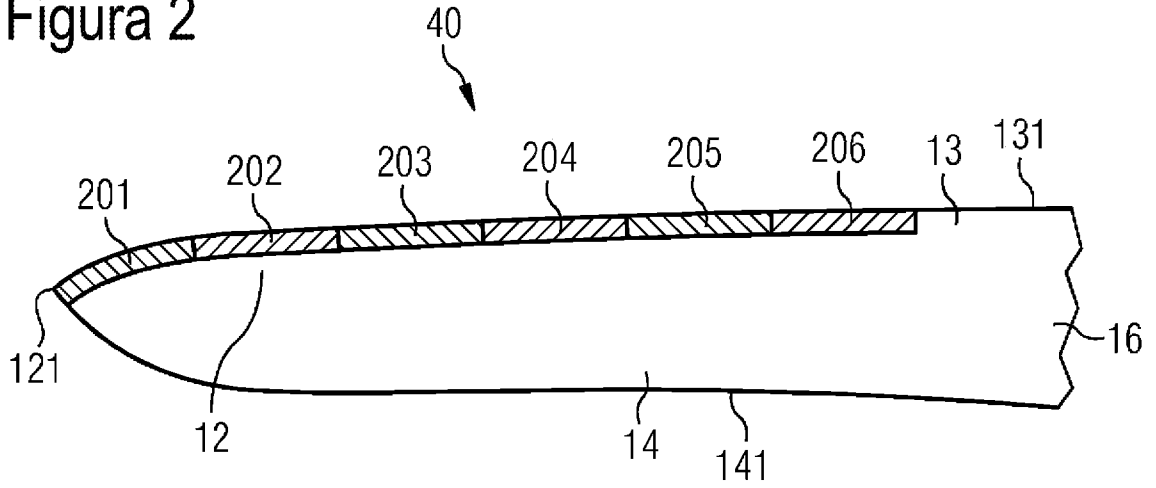


Figura 3

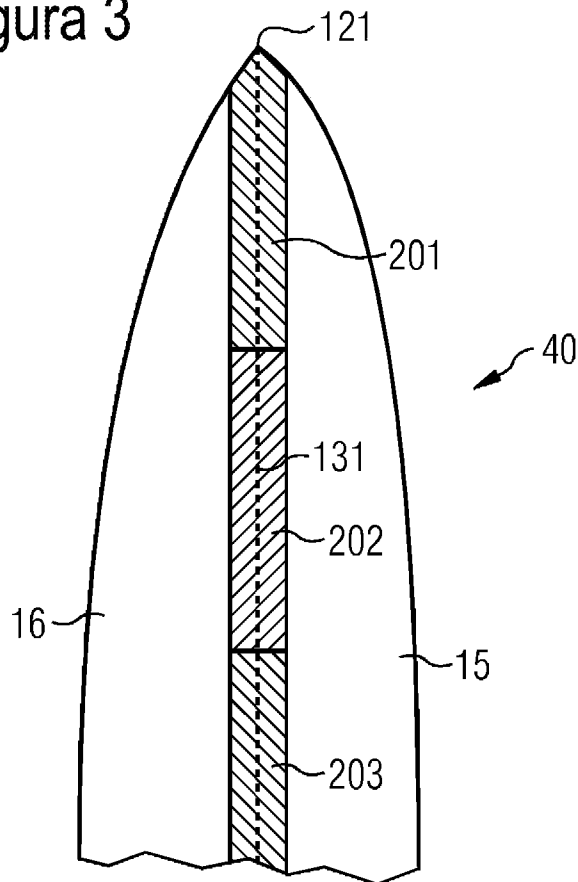


Figura 4

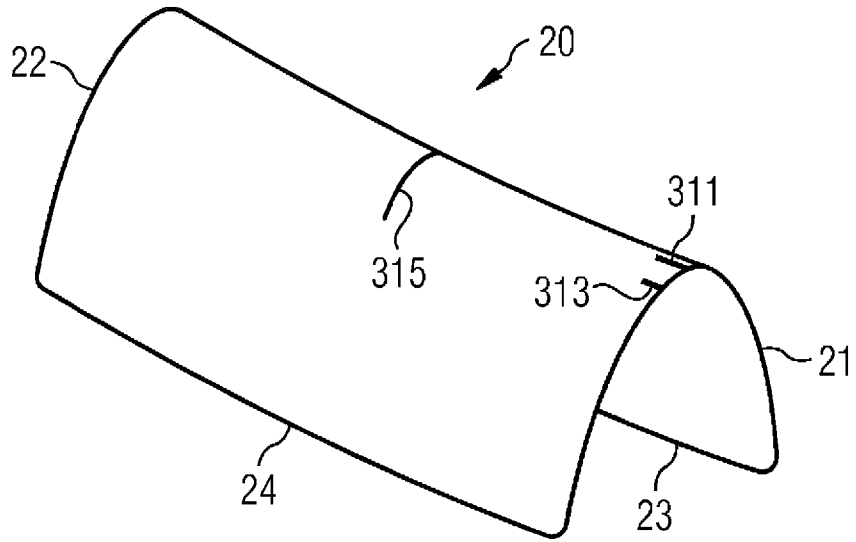


Figura 5

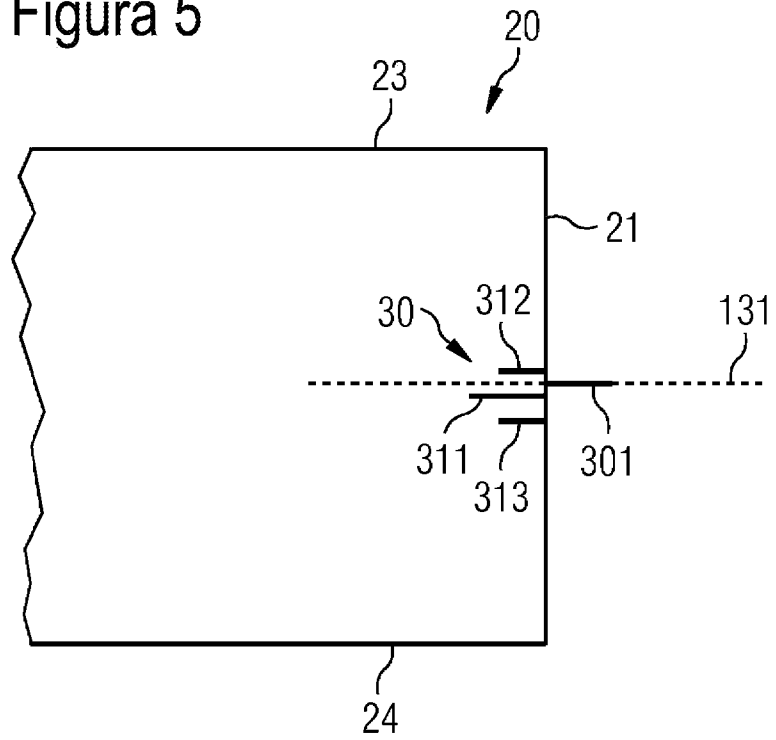


Figura 6

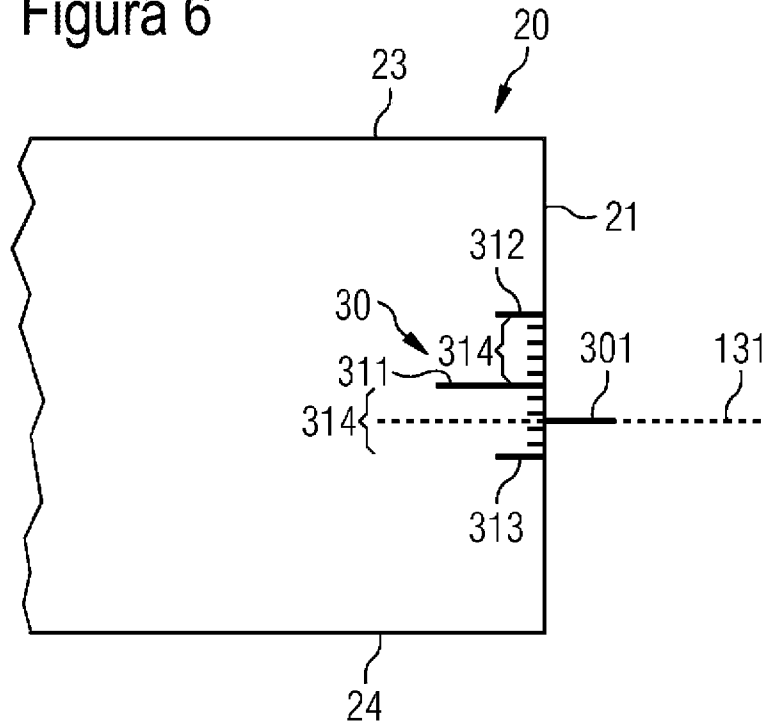


Figura 7

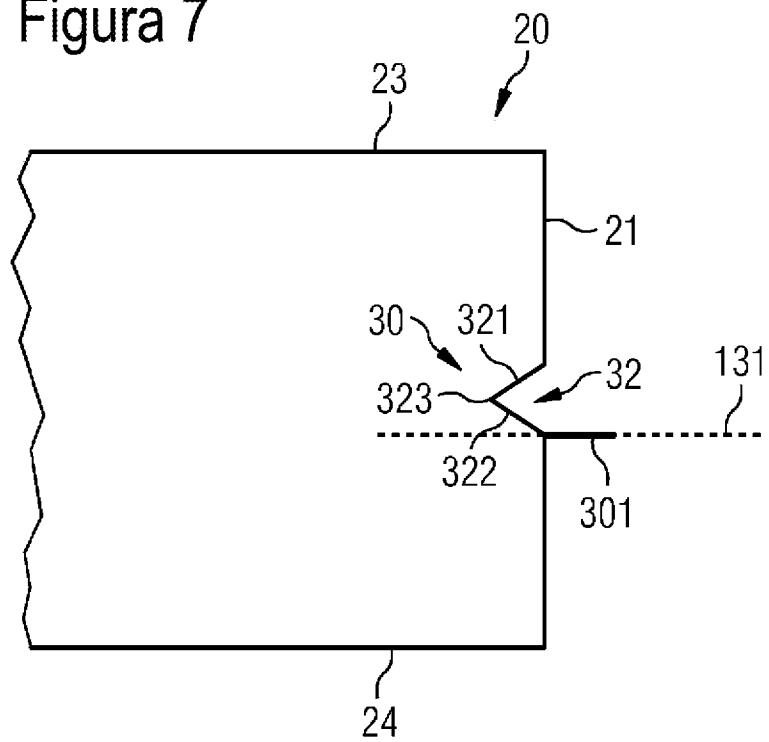


Figura 8

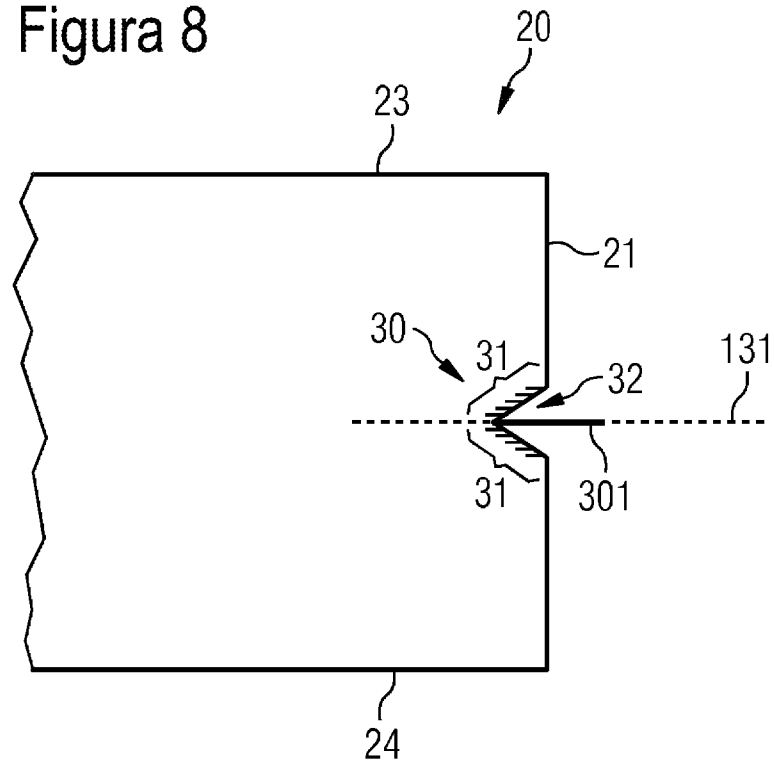


Figura 9

