

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 176**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30	(2006.01)
B29C 70/86	(2006.01)
B29D 99/00	(2010.01)
F03D 1/06	(2006.01)
F03D 3/06	(2006.01)
B29C 70/08	(2006.01)
B29K 101/10	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2012 PCT/GB2012/000809**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2013 WO13061016**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2012 E 12790935 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2771171**

54 Título: **Procedimiento para realizar una unión de un extremo de una raíz de una pala de un aerogenerador y segmento de raíz para dicha unión**

30 Prioridad:

25.10.2011 GB 201118419

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.03.2020

73 Titular/es:

**BLADE DYNAMICS LIMITED (100.0%)
Saunders Drive, Cowes
Isle Of Wight PO31 8HU, GB**

72 Inventor/es:

**HAYDEN, PAUL, TREVOR y
BROOME, PETER, ANTHONY**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 747 176 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

Procedimiento para realizar una unión de un extremo de una raíz de una pala de un aerogenerador y segmento de raíz para dicha unión

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para realizar una unión de un extremo de una raíz de una pala de un aerogenerador y un segmento de raíz para dicha unión.

10 La mayoría de las palas de los aerogeneradores modernos se fabrican de plástico reforzado con fibra de vidrio o carbono. Tal como es bien conocido en la técnica, en el extremo de la raíz (buje) de la pala, ésta es típicamente fibra de vidrio combinada con resina epoxi (y, algunas veces, familias de resinas de poliéster, viniléster y poliuretano). Los procedimientos de fabricación típicos son los procedimientos de infusión de resina al vacío o previamente impregnada.

15 El grosor del laminado requerido en el extremo de la raíz puede ser muy grande en comparación con algunas otras partes de la pala del aerogenerador y, a menudo, se encuentra en el rango entre 50 mm y 80 mm de grosor, pero con palas más modernas puede ser de un grosor de hasta 150 mm. Este gran grosor puede causar problemas de fabricación. Al curarse el sistema de resina, se genera calor en una reacción exotérmica. En las zonas gruesas de la raíz, el calor generado puede llegar a ser tan grande que provoca daños con el componente acabado de manera que no puede utilizarse.

20 En las figuras 1A-1C se muestra procedimiento típico para formar el extremo de una raíz. En el mismo, la matriz de tela seca se coloca en el molde de manera adecuada. Después se infunde la resina y se cura a la parte terminada tal como se muestra en la figura 1B).

25 Una vez que se cura el componente de la raíz de la pala, éste es típicamente transferido a una ubicación de perforación donde se forman varios orificios 4 en el extremo del laminado de la raíz para permitir unir o fijar mecánicamente en posición unos insertos metálicos de raíz con roscas de tornillo hembra. Después se unen entre sí dos subconjuntos semicirculares para formar la unión extrema de la raíz acabada tal como se muestra en la figura 1c). US 2009/0226320, WO 2010/092168 y EP 2 341 240 todos muestran disposiciones similares en las que las raíces se dividen, además, en segmentos de cuarto de círculo. La formación de los orificios es un proceso lento y costoso, y la cantidad de calor que se genera en la perforación debe controlarse cuidadosamente para no dañar el material. Dado que la precisión de la perforación es muy importante, se requieren unos posicionadores grandes. Una vez que se forma el orificio, se une o se sujeta mecánicamente en posición el inserto metálico en el orificio. El acoplamiento del inserto de la raíz es muy crítico puesto que se trata de componentes de cargas muy elevadas y pueden ser propensos a fallos.

35 US 2010/0084079 A1 describe un inserto reforzado con fibra para formar una conexión final en el extremo de la raíz de una pala de un aerogenerador.

40 FR 2 863 321 describe una serie de segmentos de raíz que están incrustados en el interior de la cara extrema de un aerogenerador y cada uno presenta una pluralidad de insertos roscados gracias a los cuales la pala se conecta al buje. En EP 2 400 147, publicada después de la fecha de prioridad de la presente solicitud, se da una descripción similar.

45 US 2010/0086409 A1 describe un buje rotor realizado en un material compuesto en el que la relación entre material unidireccional y multiaxial varía, lo que permite un uso y orientación óptimos de diferentes tipos de refuerzo.

50 De acuerdo con la presente invención, se presenta un procedimiento para realizar una unión del extremo de la raíz de un aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 1.

55 Dividiendo el extremo de la raíz en una serie de segmentos más pequeños, surgen una serie de ventajas. En primer lugar, dado que los segmentos son físicamente más pequeños, la masa no curada se reduce y la cantidad de calor generado se reduce significativamente.

Además, dado que los orificios pueden realizarse en componentes más pequeños, la manipulación durante la perforación se simplifica enormemente. Los posicionadores que se requieren pueden ser mucho más pequeños y más precisos. Además, si se comete un error, sólo se desperdicia un segmento pequeño, en lugar de la mitad del extremo de la raíz.

60 Tener una mayor concentración de fibras uniaxiales en el extremo con los orificios aumenta la rigidez de la sección de la raíz compuesta para fines de transferencia de cargas, mientras que una alta proporción de fibras multiaxiales

más abajo del segmento mejora la resistencia torsional del segmento en la región próxima al lado de la región de unión y proporciona una buena unión y conexión a cizalladura al resto de la pala.

5 Como alternativa a la formación de los orificios de conexión después de formarse los segmentos de raíz, el procedimiento puede comprender la etapa de formar los orificios de conexión a medida que se forman los segmentos de raíz. Una manera de hacerlo es formar in situ los segmentos de raíz con insertos que tengan roscas de tornillo hembra. Alternativamente, los segmentos de raíz pueden formarse in situ con insertos desechables.

10 Preferiblemente, las caras laterales adyacentes de segmentos adyacentes presentan una configuración de anclaje complementaria. Esto proporciona una ubicación más rápida y precisa de los segmentos entre sí.

15 Los segmentos pueden presentar una sección transversal uniforme de un extremo al otro. Sin embargo, preferiblemente, el grosor del segmento se estrecha desde la cara extrema arqueada hacia el extremo opuesto. Esto permite mezclar gradualmente los segmentos con el material circundante de la pala.

Los segmentos se unen preferiblemente entre sí para formar una configuración sustancialmente semicircular. Esto posteriormente permite manipularlos a modo de segmento de raíz convencional con una configuración semicircular de una sola pieza.

20 Los segmentos unidos se acoplan preferiblemente al extremo de la raíz de una pala de un aerogenerador. Se unen preferiblemente al extremo de la raíz por laminación. Preferiblemente, esto se materializa colocando los segmentos en una herramienta de raíz y formando partes adyacentes de la pala añadiendo capas adicionales de laminación a la herramienta para unir los segmentos y construir el extremo de la raíz de la pala. Al hacer esto, el laminado forma efectivamente una unión de bufanda muy larga entre los segmentos y el extremo de la raíz. Esto asegura una unión muy fuerte sin requerir las fijaciones externas.

25 Si es necesario, en los orificios de conexión pueden insertarse insertos que tengan roscas. Si éstos se insertan antes de unir los segmentos, el segmento puede ser "pre-certificado" como un componente individual, lo que simplifica enormemente el proceso de montaje curso abajo y certificación.

30 El ángulo subtendido por el segmento arqueado es preferiblemente de 60° o menos y más preferiblemente de 45° o menos.

35 La presente invención también se extiende a un segmento raíz para la unión del extremo de la raíz de una pala de un aerogenerador de acuerdo con la reivindicación 12.

Este segmento tiene la ventaja de que puede utilizarse en el procedimiento anterior, lo que facilita el montaje de una unión de un extremo de una raíz.

40 El ángulo subtendido por el arco y la cara es preferiblemente de 60° o menos y más preferiblemente de 45° o menos.

Preferiblemente, las caras laterales del segmento presentan una configuración de anclaje que permite que un lado de un segmento quede enchavetado con el lado opuesto de un segmento adyacente de la misma configuración.

45 Preferiblemente, el grosor del segmento se estrecha desde la cara extrema arqueada hacia el extremo opuesto.

Preferiblemente, los insertos de raíz que tienen roscas de tornillo hembra se fijan en los orificios de conexión.

50 Se describirá ahora un ejemplo de un procedimiento y un segmento de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Las figuras 1a) a 1c) son representaciones esquemáticas del procedimiento de montaje de una unión de un extremo de una raíz de un aerogenerador convencional;

La figura 2 es una vista en perspectiva de un segmento de acuerdo con la presente invención;

55 Las figuras 3a) a 3c) son representaciones esquemáticas del procedimiento de montaje de acuerdo con la presente invención; y

Las figuras 4a) a 4c) son vistas en sección transversal alineadas a 4a) a 4c) respectivamente en las figuras 3a) a 3c).

60 Una serie de segmentos tal como se muestra en la figura 2 se utilizan para construir una unión de un extremo de una raíz de un aerogenerador. Cada uno de los segmentos 10 tiene un extremo de conexión 11 en el cual se forman una pluralidad de orificios 12 y un extremo opuesto 13. El segmento presenta forma general de segmento de cilindro hueco que se estrecha en grosor desde el extremo de conexión 11 hacia el extremo opuesto 13. En general, se

pretende que se conecten entre sí 16 segmentos (8 en cada mitad) para formar el extremo de la raíz completo. En este caso, cada segmento presentará un ángulo de 22,5° en el centro del buje. Sin embargo, puede haber tan solo 4 segmentos de este tipo (2 en cada mitad) subtendiendo un ángulo de 90°, o más de 16 segmentos para palas más grandes que subtenderán un ángulo correspondientemente más pequeño.

5 Cada lado del segmento es una chaveta 14, 15 diseñada para situarse y enclavarse con la chaveta correspondiente en un segmento adyacente.

10 Típicamente, cada segmento tendrá una longitud de 2000 mm y una anchura de 500 mm. En el extremo de la conexión hay una cantidad significativa de fibra unidireccional con un pequeño porcentaje de fibra biaxial. La cantidad de fibra se desplaza hacia el extremo opuesto 13 donde termina teniendo un grosor de capa de 1 lámina.

15 Dependiendo de su aplicación (raíz de pala por infusión o previamente impregnada), el segmento de raíz se realiza de dos maneras. Para una pala por infusión, ésta puede fabricarse por laminación húmeda con vacío, infusión de resina al vacío, moldeo por transferencia de resina o proceso similar. Las primeras capas de la fibra se colocan en la herramienta, después se colocan unos insertos metálicos o separadores tubulares en la herramienta y se mantienen en posición con una estructura de alineación en el extremo de la herramienta. La estructura de alineación permite el posicionamiento preciso de los insertos. Las capas finales de fibra se colocan entonces en la herramienta. Toda la disposición se coloca al vacío y la resina se infunde o bien se inyecta y después se cura completamente.

20 Para una pala previamente impregnada, el proceso es muy similar, excepto en que en la herramienta se insertan unas capas de material previamente impregnado en lugar de las capas de fibra. La disposición de material previamente impregnado se coloca entonces al vacío y se cura parcialmente, de modo que se convierte en una preforma semicurada.

25 Alternativamente, los segmentos pueden realizarse sin los insertos o separadores 16 y los orificios se forman en una etapa posterior en un posicionador separado.

30 Una vez que se han realizado los segmentos de raíz individuales, éstos pueden someterse a un proceso de garantía de calidad con el fin de evaluar la integridad estructural de los segmentos y también evaluar la integridad de los insertos.

35 Los insertos pueden ser insertos metálicos convencionales que son bien conocidos en la técnica. Alternativamente, pueden ser los insertos descritos en nuestra solicitud anterior WO 2010/041008.

En las figuras 3a) a 3c) y 4a) a 4c) se muestra el montaje de la unión del extremo de la raíz.

40 En la figura 3 (a) se muestran cuatro segmentos para formar la mitad de la unión del extremo de la raíz. En la práctica, normalmente habrá ocho. Los segmentos se colocan en una herramienta que presenta una configuración substancialmente semicircular antes de colocar cualquier otro laminado en la herramienta. El extremo de la raíz del inserto se conecta a una estructura de alineación 15 tal como se muestra en las figuras 4a) a 4c) y se atornillan en posición utilizando tornillos 16. Esto garantiza que la alineación del círculo de tornillos se mantenga durante el proceso de fabricación. En la etapa b), una vez que se han colocado los segmentos con precisión, se coloca el resto del laminado de la pala. El laminado forma efectivamente una unión de bufanda muy larga con el laminado que se estrecha en el segmento de raíz. Una vez que se ha colocado todo el laminado, la pala se coloca al vacío y se infunde con resina (si se trata de una pala por infusión) o simplemente se cura (si se trata de una pala previamente impregnada). La mitad de la pala se completa entonces y queda lista para el montaje final de las dos mitades de la pala como es habitual.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para realizar una unión de un extremo de una raíz de una pala de un aerogenerador, comprendiendo el procedimiento formar una pluralidad de segmentos de raíz (10) de un material compuesto, presentando cada segmento substancialmente forma de segmento de cilindro hueco que tiene por lo menos un cara extrema arqueada (11) que subtiende un ángulo de 90° o menos con una pluralidad de orificios de conexión (12) y un par de caras laterales que se extienden axialmente desde la cara extrema arqueada, comprendiendo el procedimiento, además, unir una pluralidad de segmentos uno junto al otro, caracterizado por el hecho de que los segmentos incluyen fibras uniaxiales y multiaxiales, en el que la proporción relativa de fibras uniaxiales respecto a fibras multiaxiales disminuye desde la cara extrema arqueada hacia el extremo opuesto, de manera que la proporción de fibras uniaxiales es mayor que la proporción de fibras multiaxiales en la cara extrema arqueada y la proporción de fibras multiaxiales es mayor que la proporción de fibras uniaxiales en el extremo opuesto.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que caras laterales adyacentes de segmentos adyacentes (10) presentan una configuración de anclaje complementaria (14,15).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que el grosor del segmento se estrecha desde la cara extrema arqueada (11) hacia el extremo opuesto (13).
- 20 4. Procedimiento de acuerdo cuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que los segmentos (10) se unen entre sí para formar una configuración sustancialmente semicircular.
5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, acoplar los segmentos unidos (10) a un extremo de la raíz de una pala de un aerogenerador.
- 25 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que los segmentos unidos (10) se acoplan al extremo de la raíz por laminación.
- 30 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que los segmentos (10) se colocan en una herramienta de raíz y las partes adyacentes de la pala se forman añadiendo capas adicionales de laminación a la herramienta para unir los segmentos y formar el extremo de la raíz de la pala.
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, formar los orificios de conexión (12) después de formar los segmentos de raíz.
9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por el hecho de que comprende, además, formar los orificios de conexión (12) a medida que se forman los segmentos de raíz.
- 40 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que la etapa de formar los orificios de conexión (12) se realiza formando in situ los segmentos de raíz con insertos que tienen roscas de tornillo hembra.
- 45 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas de insertar insertos desechables en el segmento de raíz (10) durante la etapa de formación y retirar los insertos desechables para formar los orificios de conexión.
- 50 12. Segmento de raíz para la unión de un extremo de una raíz de una pala de un aerogenerador, estando realizado el segmento (10) en un material compuesto que presenta una forma general de segmento de cilindro hueco, que tiene por lo menos una cara extrema arqueada (11) que subtiende un ángulo a 90° o menos con una pluralidad de orificios de conexión (12) y un par de caras laterales que se extienden axialmente desde la cara extrema arqueada, caracterizado por el hecho de que el segmento comprende fibras uniaxiales y multiaxiales, en el que la proporción relativa de fibras uniaxiales respecto a fibras multiaxiales disminuye desde la cara extrema arqueada hacia el extremo opuesto, de manera que la proporción de fibras uniaxiales es mayor que la proporción de fibras multiaxiales en la cara extrema arqueada y la proporción de fibras multiaxiales es mayor que la proporción de fibras uniaxiales en el extremo opuesto.
- 55 13. Segmento de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que las caras laterales del segmento presentan una configuración de anclaje que permite que un lado de un segmento quede enchavetado con el lado opuesto de un segmento adyacente de la misma configuración
- 60 14. Segmento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado por el hecho de que el grosor del segmento se estrecha desde la cara extrema arqueada (11) hacia el extremo opuesto (13).

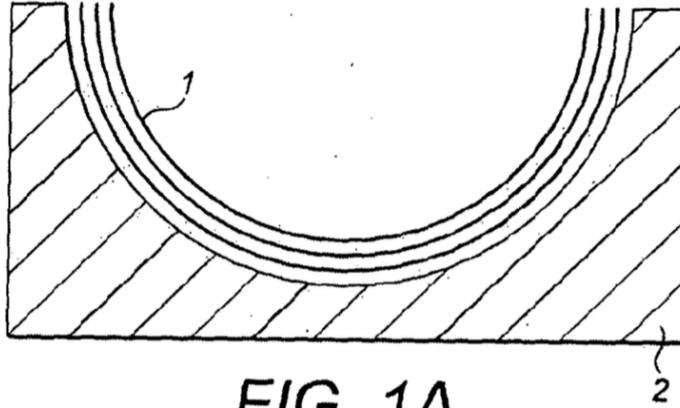


FIG. 1A

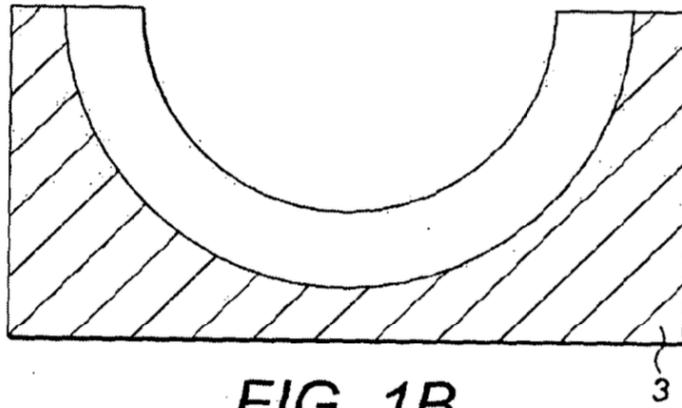


FIG. 1B

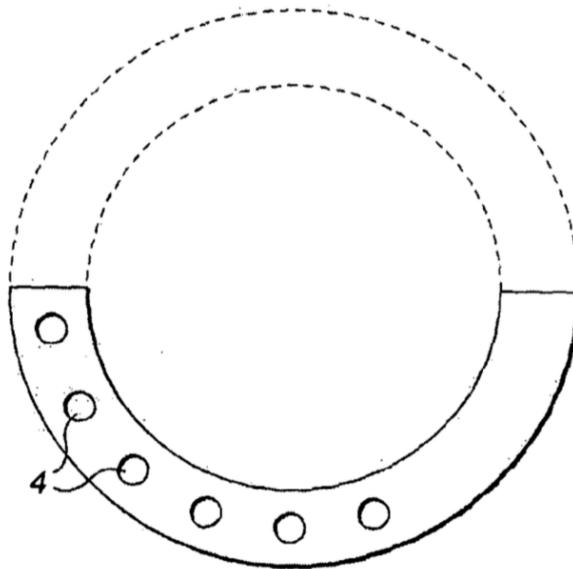


FIG. 1C

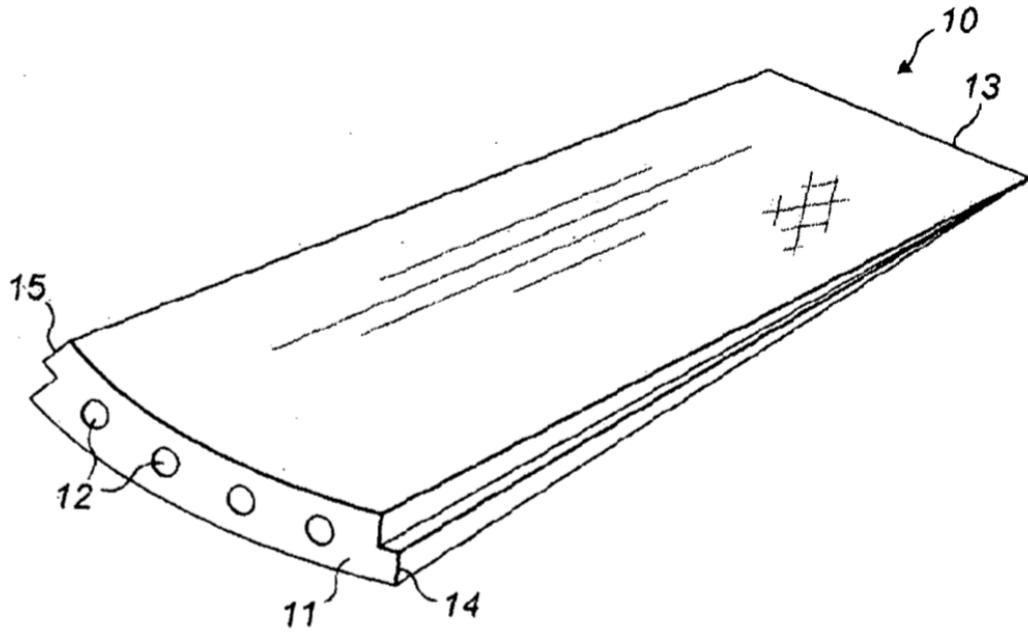


FIG. 2

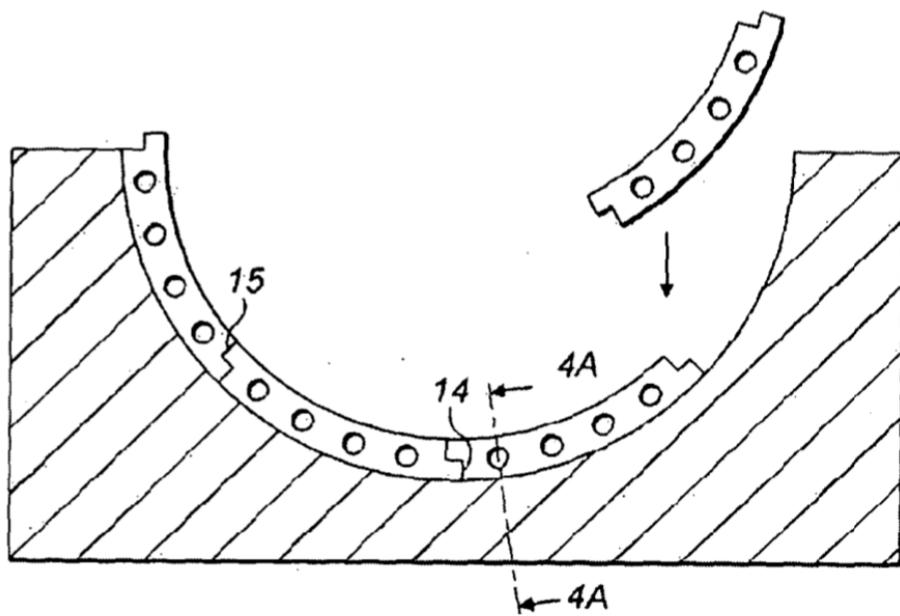


FIG. 3A

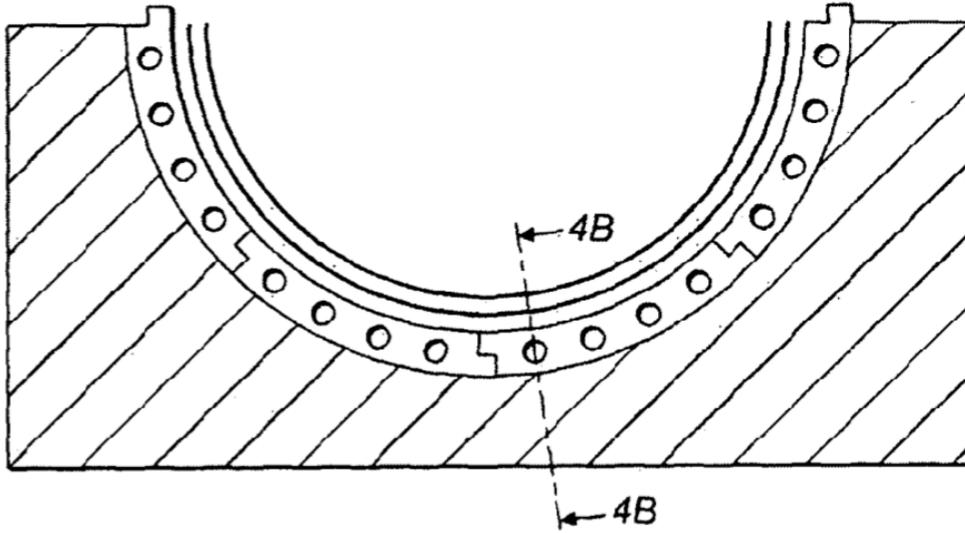


FIG. 3B

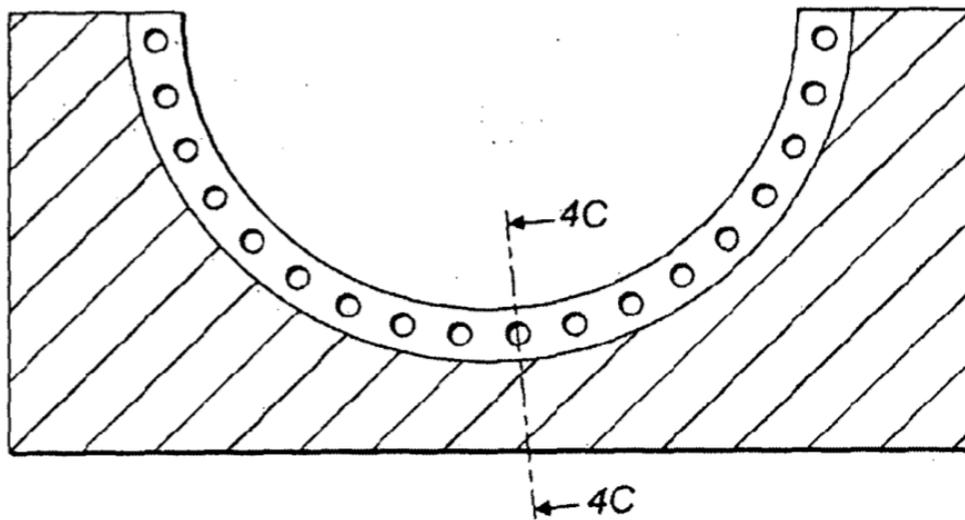


FIG. 3C

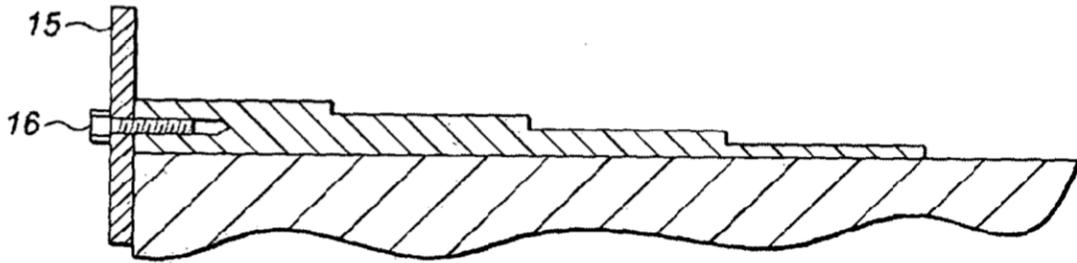


FIG. 4A

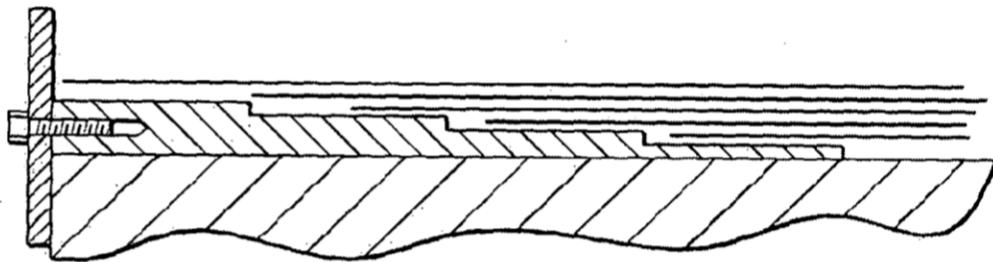


FIG. 4B

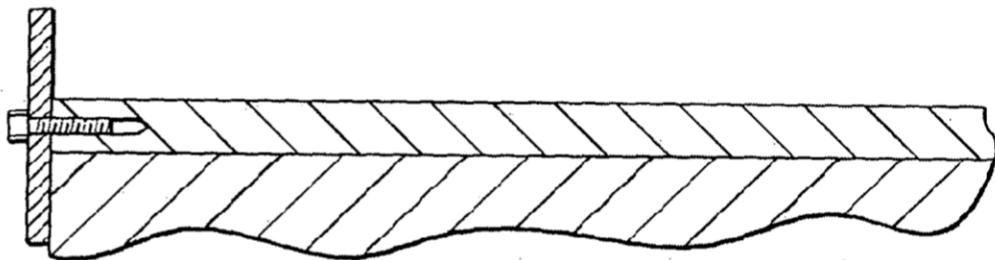


FIG. 4C

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

- US 20090226320 A [0005]
- WO 2010092168 A [0005]
- EP 2341240 A [0005]
- US 20100084079 A1 [0006]
- FR 2863321 [0007]
- EP 2400147 A [0007]
- US 20100086409 A1 [0008]
- WO 2010041008 A [0034]