

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 688**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2010 E 10152746 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2224127**

54 Título: **Refuerzo longitudinal mejorado para palas de aerogenerador**

30 Prioridad:

20.02.2009 US 389699

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

20.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BAGEPALLI, BHARAT S.;
LATORRE, CARLOS E.;
SULTAN, MOHAMAD B. y
TESTA, JASON J.**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 743 688 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

Refuerzo longitudinal mejorado para palas de aerogenerador

5 La presente descripción se refiere, en general, a palas de aerogenerador y, más concretamente, a palas de aerogenerador que tienen refuerzos longitudinales mejorados.

10 Un aerogenerador es una máquina para convertir la energía cinética del viento en energía mecánica. Si la maquinaria utiliza la energía mecánica directamente, tal como para bombear agua o para moler trigo, entonces el aerogenerador puede denominarse molino de viento. De manera similar, si la energía mecánica se convierte en electricidad, entonces la máquina también puede denominarse generador eólico, aerogenerador o central eólica.

15 Los aerogeneradores se clasifican típicamente de acuerdo con el eje vertical u horizontal alrededor del cual giran las palas. En la figura 1 se ilustra esquemáticamente un generador eólico denominado de eje horizontal. Esta configuración particular para un aerogenerador 2 incluye una torre 4 que soporta una góndola 6 que encierra un tren de transmisión 8. Las palas 10 están dispuestas en un buje para formar un "rotor" en un extremo del tren de transmisión 8 fuera de la góndola 6. Las palas giratorias 10 accionan una caja de engranajes 12 conectada a un generador eléctrico 14 en el otro extremo del tren de transmisión 8 dispuesto dentro de la góndola 6 junto con un sistema de control 16 que recibe información de un anemómetro 18.

20 Las palas 10 generan sustentación y capturan impulso del aire en movimiento que después se aplica a un rotor a medida que las palas giran en el "plano del rotor". Cada pala va típicamente sujeta en su extremo de "raíz", y después "se extiende" radialmente "hacia el exterior" hacia un extremo de "punta" libre. La distancia desde la punta hasta la raíz, en el extremo opuesto de la pala, se denomina "envergadura". La parte frontal o "borde de ataque" de la pala conecta los puntos más hacia adelante de la pala que entran primero en contacto con el aire. La parte trasera, o "borde posterior", de la pala es donde el flujo de aire que ha sido separado por el borde delantero se une después de pasar sobre las superficies de succión y presión de la pala. Véase, por ejemplo, US 2007/261787.

25 Una "línea de cuerda" conecta el borde delantero y trasero de la pala en la dirección del flujo de aire típico a través de la pala. La longitud de la línea de cuerda se denomina simplemente "la cuerda". Dado que muchas palas 10 varían su cuerda en la envergadura, la longitud de la cuerda se denomina "cuerda de la raíz", cerca de la raíz, y "cuerda de la punta", cerca de la punta de la pala. Las líneas de cuerda están dispuestas en los "planos de cuerda" que se extienden a través de las líneas de corriente en las superficies de presión y succión correspondientes de la pala. Se disponen múltiples "planos de rigidización" perpendiculares al plano de la cuerda.

35 Tal como se ilustra en la figura 2, las palas 10 para dichos aerogeneradores 2 se fabrican típicamente construyendo dos o más partes de revestimiento o "envoltura" 20 a partir de capas de tela tejida y resina. En las partes de envoltura 20 se disponen unos refuerzos longitudinales 22 y se combinan con unos largueros 24 para formar un elemento de soporte estructural. Los largueros 24 y los refuerzos longitudinales 22 se extienden por lo menos parcialmente a lo largo del interior de la pala 10 y están configurados típicamente como elementos en forma de I. Por ejemplo, los refuerzos longitudinales 22 pueden unirse al interior de las superficies de succión y presión de la envoltura 20 o pueden formar parte de la envoltura. En algunas palas, también puede incorporarse un larguero del borde posterior 26 adicional en la pala.

40 Los refuerzos longitudinales superior e inferior 22 junto con el larguero 24 forman el elemento estructural principal anterior-posterior de la pala del aerogenerador 10. La figura 3 ilustra una vista parcial de un refuerzo longitudinal y un larguero conocidos. El refuerzo longitudinal 22 puede estar realizado de un conjunto de capas de cintas de fibra de vidrio unidireccionales (UD). Las secciones de raíz y punta más delgadas tienen menos capas de cintas de fibra de vidrio UD. Las secciones transversales en cualquier sección a lo largo del refuerzo longitudinal son típicamente rectangulares. Algunos métodos de fabricación conocidos utilizan cuñas de espuma 32 para unir el espacio en secciones donde el grosor de la espuma del revestimiento 34 es menor que el grosor del refuerzo longitudinal. Esto es necesario para evitar cambios bruscos en la superficie de las capas posteriores de fibra de vidrio y resina. Si no se utilizan las cuñas 32, podría aparecer entonces una arruga o grieta en las capas aplicadas posteriormente. Típicamente, el larguero 24 se une a los refuerzos longitudinales 22 utilizando un material de unión 36, tal como adhesivo. La fabricación de cada una de estas partes constituyentes es, en sí misma, un proceso complicado y laborioso, que comprende preparar tela, fibras de vidrio, y espuma, seguido de o con etapas de aplicación de resina intermedias. Además, el grosor del larguero 24, en la dirección a lo largo de la envergadura, debe ser lo suficientemente grande como para proporcionar suficiente área superficial para unirse de manera segura con adhesivo 36. Como resultado, el larguero 24 a menudo es mucho más grueso, y pesado, de lo necesario para fines estructurales. Esto es un inconveniente desde una perspectiva de peso.

La presente invención se presenta, por lo tanto, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Se describirán ahora varios aspectos de esta tecnología con referencia a las siguientes figuras, las cuales no están necesariamente dibujadas a escala, pero utilizan los mismos números de referencia para designar partes correspondientes en cada una de las distintas vistas.

5 La figura 1 es una ilustración lateral esquemática de un aerogenerador convencional.

La figura 2 es una ilustración parcial en perspectiva de la pala de un aerogenerador convencional de la figura 1.

10 La figura 3 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal y un larguero de la pala del aerogenerador convencional de la figura 1.

La figura 4 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal y un larguero, de acuerdo con aspectos de la presente invención.

15 La figura 5 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal de acuerdo con aspectos de la presente invención.

20 La figura 6 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal y un larguero, de acuerdo con aspectos de la presente invención.

La figura 4 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal mejorado de acuerdo con aspectos de la presente invención. El refuerzo longitudinal 422 tiene una superficie superior contorneada o cónica 424 y una zanja 426. La zanja 426 puede extenderse total o parcialmente a lo largo de la longitud (es decir, en la dirección a lo largo de la envergadura) del refuerzo longitudinal. El larguero 430 encaja en la zanja 426 y queda sujeto con adhesivo 440. Por ejemplo, el larguero 430 puede incluir un material de baja densidad tal como espuma o madera de balsa. La envoltura exterior del larguero 430 puede estar formada por una o más capas de refuerzos de fibra impregnada con resina, tal como vidrio, carbono, aramida (por ejemplo, Kevlar®, una marca registrada de E. I. du Pont de Nemours and Company), y/o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, la envoltura exterior del larguero 430 puede estar formada de tela estructural biaxial de 45 grados. Sin embargo, también pueden utilizarse otros materiales y configuraciones. El refuerzo longitudinal 422 puede estar unido al interior de la envoltura 20 o puede formar parte de la envoltura. Los lados del refuerzo longitudinal pueden dimensionarse para que coincidan sustancialmente con la dimensión o grosor de la espuma de revestimiento 34.

35 El refuerzo longitudinal 422 puede incorporar superficies cónicas en zonas donde la espuma de revestimiento 34 correspondiente es más delgada. Esta superficie cónica 424 elimina el uso de cuñas de espuma 32 (véase figura 3) y reduce en gran medida la mano de obra requerida durante la fabricación de las palas 10. La superficie cónica 424 puede comenzar en el borde de la espuma de revestimiento y extenderse parcialmente o hasta la zanja 426.

40 La figura 5 es una ilustración en sección transversal de un refuerzo longitudinal 522 que tiene un borde contorneado 524, de acuerdo con aspectos de la presente invención. En esta realización, el grosor del refuerzo longitudinal 522 se reduce gradualmente desde la sección más gruesa (media) hasta el borde más delgado cerca de la espuma de revestimiento (no mostrada) siguiendo un contorno curvado. La zanja 526 puede estar situada cerca del centro del refuerzo longitudinal y estar dimensionada para recibir un larguero 430. Además de la forma como se ilustra, podría utilizarse cualquier perfil curvado, o curvado compuesto, adecuado. Sin embargo, también pueden utilizarse otras configuraciones de curvatura, incluyendo, entre otras, cualquier parte o combinación de distintos tipos de curvas algebraicas, curvas cáusticas, cisoides, concoides, secciones cónicas, curvas elípticas, curvas hiperbólicas, curvas planas generales, curvas implícitas, curvas inversas, involutas y evolutas, podarias, curvas polares, curvas de persecución, curvas radiales, ruletas, estrofoides, curvas racionales, trascendentales, fractales, continuas, discontinuas y/o por tramos. También pueden utilizarse otras curvaturas, incluyendo semicirculares, hiperbólicas.

50 Los bordes cónicos o contorneados pueden combinarse en secciones rectangulares donde el refuerzo longitudinal es más delgado (por ejemplo, hacia la sección de la raíz o de la punta de la pala).

La figura 6 es una ilustración parcial en sección transversal de un refuerzo longitudinal mejorado de acuerdo con otro aspecto de la presente invención. El refuerzo longitudinal 622 incluye dos zanjas 626 que reciben dos largueros 630. Debe entenderse que el refuerzo longitudinal 622 podría incluir más de dos zanjas 626 y más de dos largueros 630 si se desea. El uso de múltiples largueros puede proporcionar las ventajas de una viga de refuerzo más rígida que tiene una mayor resistencia a cargas de torsión en la pala 10.

60 La tecnología descrita aquí ofrece varias ventajas sobre las soluciones convencionales. Una ventaja de la presente invención es que el refuerzo longitudinal puede realizarse con menos hilos de cinta compuesta unidireccional en la región cónica que la utilizada en la base más amplia o región central. Esto reduce el coste de material ya que se requiere menos cinta compuesta unidireccional y resina de moldeo. Pueden obtenerse ahorros de coste adicionales mediante la eliminación de la combinación de cuñas de espuma 32, menor mano de obra para instalación, y

- eliminación de resina necesaria para unir estos componentes, en zonas donde el refuerzo longitudinal es más grueso que la espuma de revestimiento 34. Otra ventaja es la mayor robustez estructural de la unión larguero/refuerzo longitudinal dada por la mayor el área superficial para la unión debido a la incorporación de una zanja. Esta capacidad para lograr una mayor área de unión, a la vez que puede optimizar/reducir el grosor del larguero, ayuda a cumplir con los requisitos de certificación de Germanischer Lloyd (GL) para un área de unión mínima. Germanischer Lloyd es un organismo de certificación líder en el sector de la energía eólica, que ofrece certificaciones de proyectos y homologación, y también en otros campos de las energías renovables, para fabricantes de aerogeneradores y componentes.
- 5
- 10 Cabe señalar que las realizaciones descritas anteriormente y, en particular, cualquier realización "preferida", son meramente ejemplos de diversas implementaciones que se han expuesto aquí para proporcionar una comprensión clara de varios aspectos de esta tecnología. Un experto en la materia podrá modificar muchas de estas realizaciones sin apartarse sustancialmente del alcance de protección definido únicamente por la adecuada interpretación de las reivindicaciones adjuntas.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Pala (10) de un aerogenerador, que comprende:

5 por lo menos un refuerzo longitudinal (422) que tiene por lo menos una zanja (426), extendiéndose dicha por lo menos una zanja en una dirección sustancialmente a lo largo de la envergadura en por lo menos una parte de dicho por lo menos un refuerzo longitudinal; caracterizado por el hecho de que:

10 el por lo menos un refuerzo longitudinal (422) comprende una primera superficie (424) que se extiende desde dicha por lo menos una zanja (426) hacia un lado del por lo menos un refuerzo longitudinal (422); por lo menos un larguero (430) que se conecta a dicho por lo menos un refuerzo longitudinal (422); una espuma de revestimiento (34) dispuesta junto al por lo menos un refuerzo longitudinal (422);
 15 en el que, por lo menos una parte de dicho por lo menos un larguero (430) está situado dentro de dicha por lo menos una zanja (426), y por lo menos una parte de la primera superficie (424) es cónica o contorneada hacia la espuma de revestimiento (34) de modo que una parte de la primera superficie (424) se encuentra sustancialmente a la misma altura que la espuma de revestimiento (34).

20 2. Pala (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que entre dicha por lo menos una zanja (426) y por lo menos una parte de dicho por lo menos un refuerzo longitudinal (422) hay colocado un adhesivo (440), siendo dicho adhesivo para unir el citado por lo menos un refuerzo longitudinal (422) a dicho por lo menos un larguero (430).

25 3. Pala (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende, además:

un primer refuerzo longitudinal (422) que tiene una o más zanjas (426);
 un segundo refuerzo longitudinal (622) opuesto a dicho primer refuerzo longitudinal, presentando dicho segundo refuerzo longitudinal una o más zanjas; y
 30 uno o más largueros (430) que se extienden desde una zanja de dicho primer refuerzo longitudinal hasta una zanja opuesta de dicho segundo refuerzo longitudinal.

4. Pala (10) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por el hecho de que:

35 dicho primer refuerzo longitudinal (422) comprende una primera zanja (426) y una segunda zanja (526); dicho segundo refuerzo longitudinal (622) comprende una tercera zanja y una cuarta zanja; en el que entre la primera zanja de dicho primer refuerzo longitudinal y la tercera zanja de dicho segundo refuerzo longitudinal se extiende un primer larguero (430), y entre la segunda zanja de dicho primer refuerzo longitudinal y la cuarta zanja de dicho segundo refuerzo longitudinal se extiende un segundo larguero.

40 5. Pala (10) de acuerdo con en la reivindicación 4, caracterizada por el hecho de que el primer larguero (430) y el segundo larguero (630) están dispuestos en planos sustancialmente paralelos.

45 6. Pala (10) de acuerdo con en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicho por lo menos un refuerzo longitudinal (422) comprende, además:

una segunda superficie, sustancialmente opuesta a dicha primera superficie (424);
 unas paredes laterales que se extienden desde dicha primera superficie hasta dicha segunda superficie; y
 50 en el que, por lo menos una parte de dicha primera superficie (424) es cónica hacia dicha segunda superficie.

7. Pala (10) de acuerdo con en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicha espuma de revestimiento (34) presenta una altura predeterminada.

55 8. Pala (10) de acuerdo con en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicho por lo menos un refuerzo longitudinal (422) comprende, además:

una segunda superficie, substancialmente opuesta a dicha primera superficie (424);
 unas paredes laterales que se extienden desde dicha primera superficie hasta dicha segunda superficie; y
 60 en el que por lo menos parte de dicha primera superficie (424) es contorneada para inclinarse hacia dicha segunda superficie.

9. Pala (10) de acuerdo con en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicho por lo menos un refuerzo longitudinal (422) comprende una cinta compuesta unidireccional.

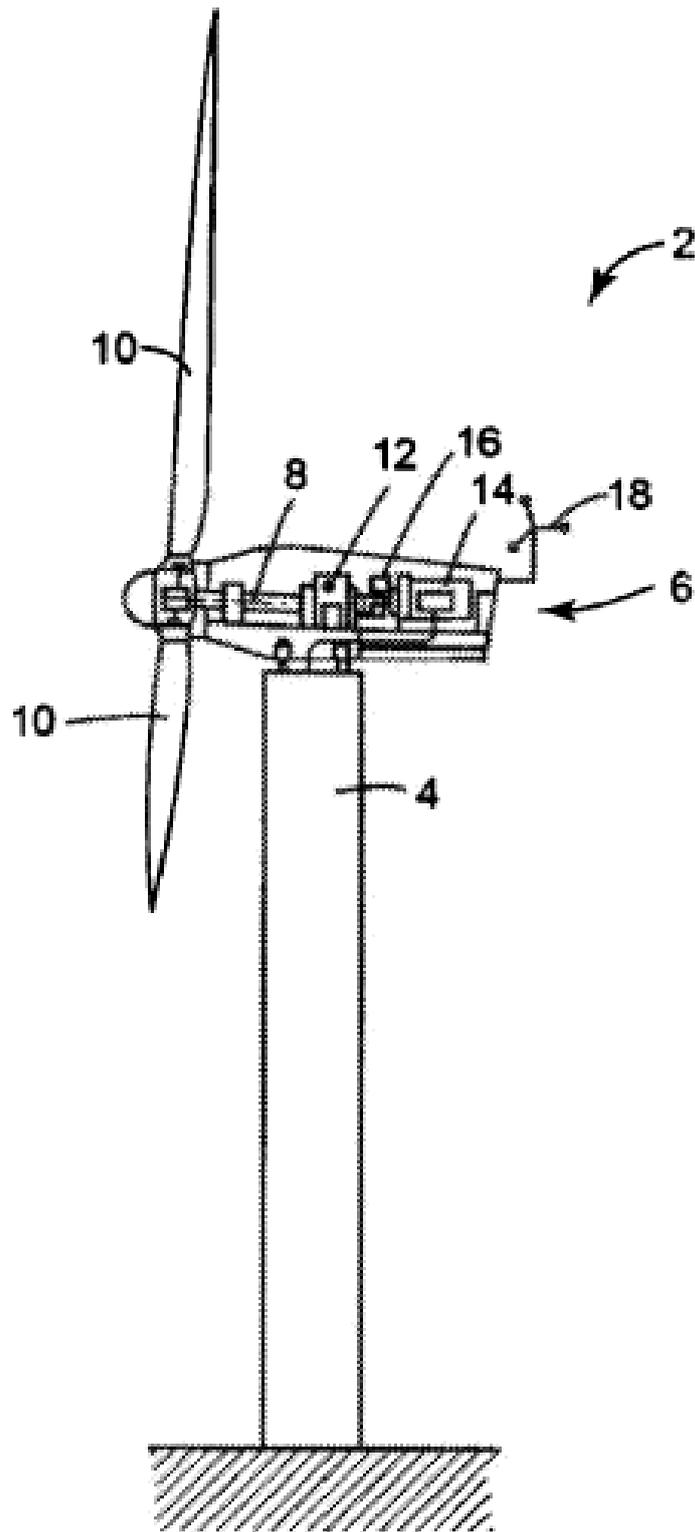


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

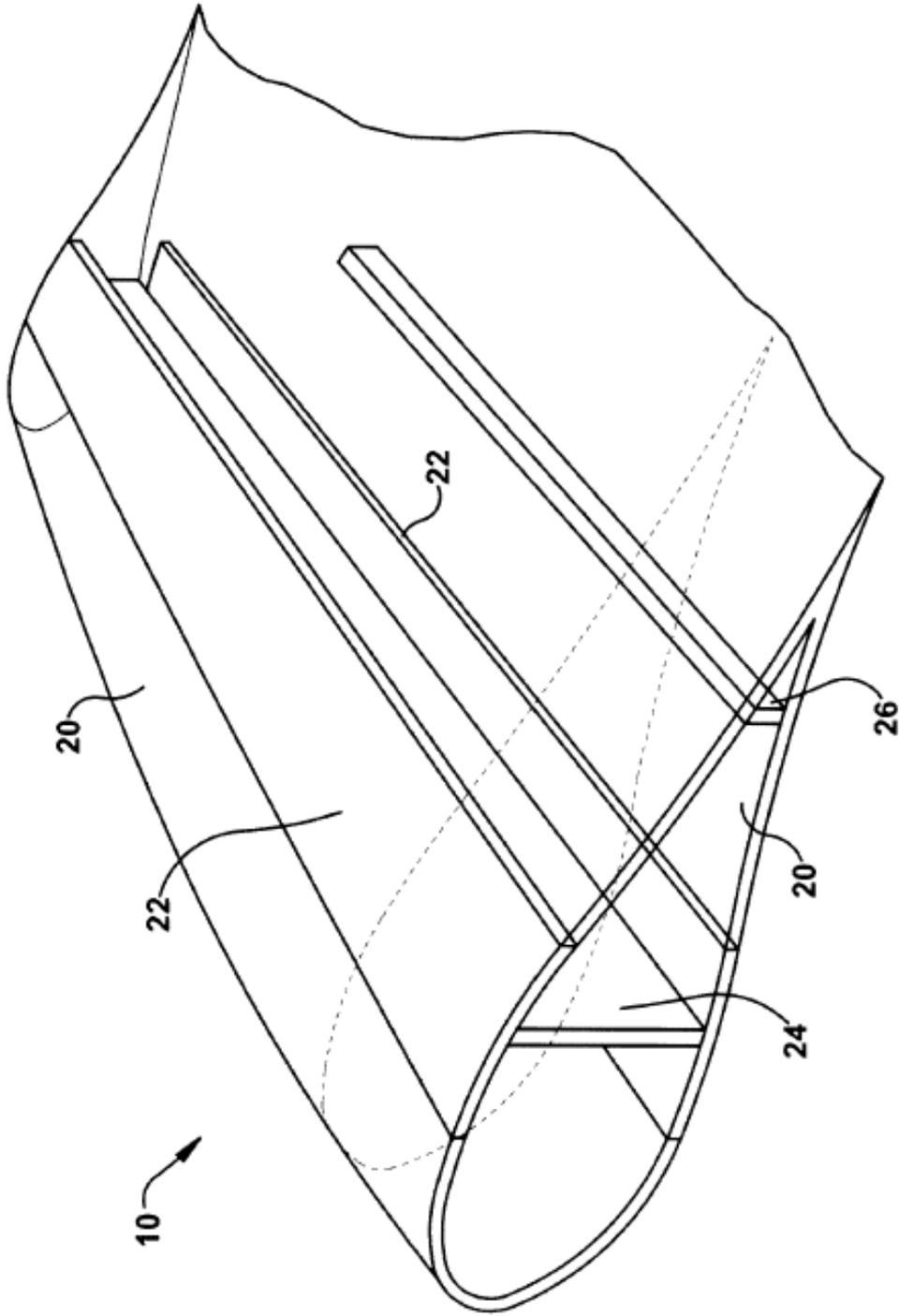


Fig. 2

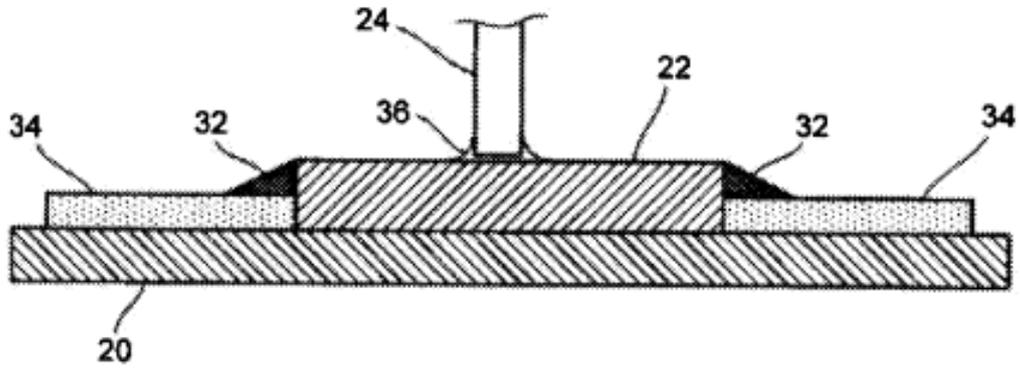


FIG. 3

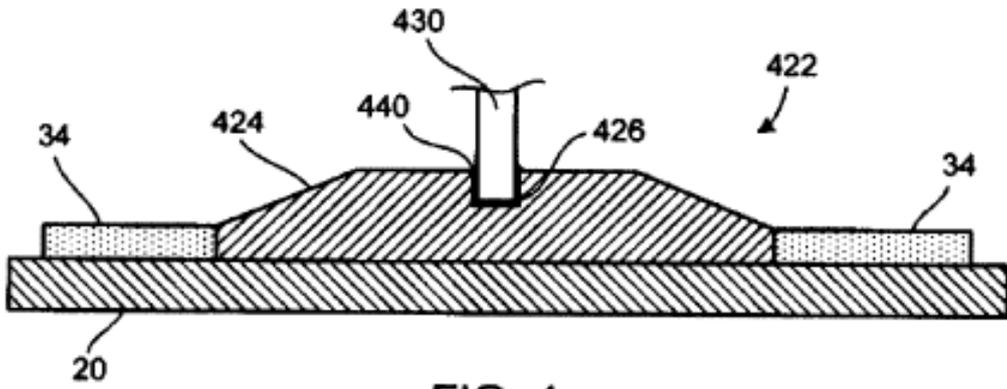


FIG. 4

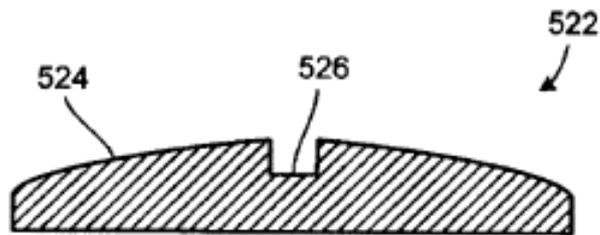


FIG. 5

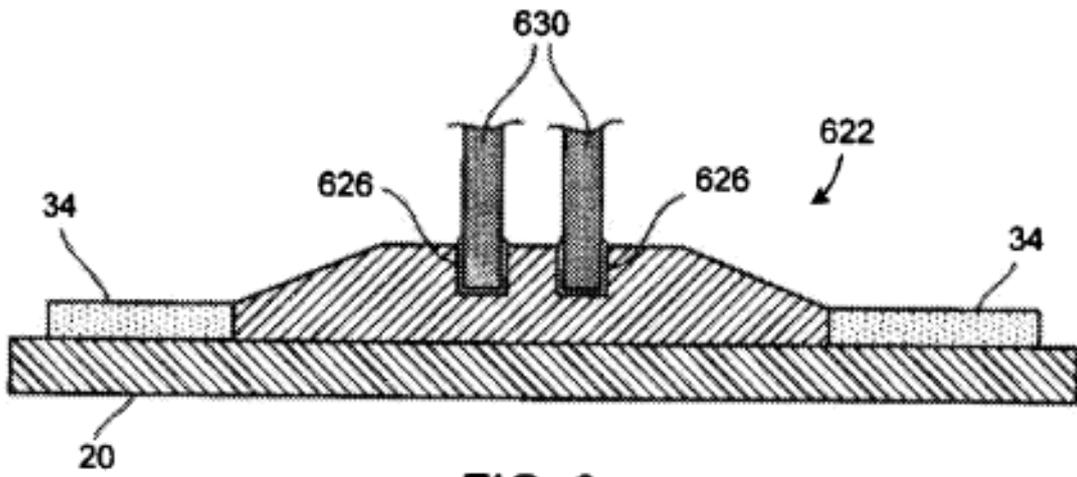


FIG. 6

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 2007261787 A [0004]