

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 403**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2014** **PCT/ES2014/070008**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2014** **WO14108591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2014** **E 14708073 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018** **EP 2944803**

54 Título: **Pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

10.01.2013 ES 201330017

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

04.06.2019

73 Titular/es:

INGENIERIA PROSIX S.L. (100.0%)

Avda. Carlos I. 2 - 6º

20011 Donostia (Gipuzkoa) , ES

72 Inventor/es:

PIPO BENITO, ÁLVARO

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 715 403 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 turbina eólica

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de las palas de turbinas eólicas, más concretamente en lo que se refiere a los medios de unión de la pala al buje de la turbina.

10

Se describe una pala de turbina eólica que integra unos insertos dotados de taladros destinados a recibir los elementos de fijación que vinculan la pala al buje de la turbina, en el que se ha previsto la incorporación adicional de unas bandas de fibras que abrazan de forma envolvente los insertos y se disponen intercaladas en el laminado de la pala estableciendo una fijación segura y resistente de dichos insertos, facilitando asimismo una transmisión gradual de esfuerzos entre pala y buje.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los últimos años, el mercado de generación de energía renovable ha reclamado el desarrollo de turbinas eólicas cada vez más grandes para satisfacer las crecientes necesidades. Este desarrollo supone la aparición de problemas técnicos, derivados de las enormes estructuras que se construyen, en especial en las palas eólicas, mayormente construidas en plástico reforzado con fibra que precisan ser unidas al buje de la turbina eólica.

20

Sin embargo, los plásticos reforzados con fibra no funcionan bien en condiciones de alta concentración de tensiones, como las que aparecen en la unión de la raíz de la pala al buje, ya que para ciertos tamaños de pala suelen aparecer problemas de fatiga, principalmente debido a la gran cantidad de ciclos de carga de la pala.

25

Las palas de una turbina eólica son generalmente de material compuesto laminado que está formado por varias capas de material reforzado unidas por una resina y curadas para consolidar la pala. Para asegurar la fijación de cada una de las palas al buje generalmente se adopta la solución de incorporar insertos metálicos interiormente roscados que se introducen durante la fabricación de la pala, en combinación con tornillos de fijación del buje que roscan en estos insertos de la pala estableciendo una conexión del buje a la pala.

30

El documento US 4915590 es un ejemplo de este tipo de unión, ya que muestra varios insertos embebidos internamente en la raíz de la pala, en disposición paralela al eje de la pala, en el que cada inserto incorpora un taladro roscado longitudinal destinado a recibir un tornillo del buje, de tal modo que los tornillos así introducidos en los insertos establecen la fijación entre la pala y el buje.

35

El documento US 7530168 se refiere a un método de fabricación de una pala de una turbina eólica y a la propia pala así obtenida, donde se detalla que la raíz de la pala comprende una pluralidad de insertos o casquillos provistos de un sector roscado interior destinado a recibir los tornillos que vinculan la pala al buje. En este caso se ha previsto que los insertos presenten dos tramos, o que estén formados por dos porciones unidas, en el que una de ellas es de configuración tubular cilíndrica e integra el sector roscado interior y la otra es de configuración tubular achaflanada de sección progresivamente decreciente hasta su extremo distal.

45

En este documento se describe el procedimiento de conformado de la raíz de la pala que comprende las fases de: disponer un soporte que cuenta con unos rebajes separados destinados a alojar los insertos, situar una primera capa de fibra sobre el soporte, ubicar los insertos en dichos rebajes, y disponer a continuación capas adicionales de fibra sobre los insertos, finalizando con la etapa de consolidación de la fibra.

50

En el documento ES 2382439 se muestra el tipo de insertos descrito anteriormente, en el que aparecen separados sobre un arco circular de la pala, y asimismo se observan unos elementos distanciadores situados entre los insertos, estando conectados los distanciadores con los insertos mediante un laminado exterior y otro interior.

55

Por otro lado se conocen otras soluciones de unión entre pala y buje, como la mostrada en el documento D6: US 2009/0263250, en la que se puede observar que la raíz de la pala presenta unos pasadores transversales dispuestos en posición radial o transversal al eje longitudinal de la pala, que cuentan con un taladro roscado paralelo al eje longitudinal

de la pala en el que enrosca un perno, que a su vez atraviesa un sector del buje, estableciéndose el apriete entre el buje y la pala mediante una tuerca acoplada en el perno. El empleo de estos pasadores transversales constituye una solución alternativa a los insertos longitudinales, y resulta especialmente adecuada para el caso de palas de escaso espesor.

5 En el caso del documento US 20070231146 se ha previsto asimismo el uso de pasadores transversales, en el que los pasadores transversales contiguos se encuentran situados a distinta distancia del borde de la raíz, contribuyendo así a un mejor reparto de tensiones.

10 Se conocen por otra parte diferentes geometrías de los insertos, como la mostrada en el documento US2012/0207607, que presenta un extremo proximal en el que se define un taladro roscado y un extremo distal alargado de configuración acuñada prácticamente plana que facilita la operación de laminado de la raíz de la pala.

15 El documento alemán DE102011051172 da a conocer una pluralidad de insertos, donde cada inserto comprende un cuerpo alargado provisto de un orificio longitudinal diseñado para recibir un elemento de fijación relacionado con el buje, que facilita el acoplamiento entre la pala y el buje, y también describe fibras de configuración alargada y envolvente que sujetan los insertos por un sector de agarre definido en dichos insertos, en donde los conjuntos formados por los insertos y la fibra están incrustados entre las capas de laminación.

20 El documento WO2012/140062 da a conocer una pala de un aerogenerador que presenta una estructura de un compuesto de fibra reforzado y comprende una porción raíz y una porción perfil aerodinámico. La porción raíz presenta una sección transversal con forma de anillo y comprende una pluralidad de casquillos alargados con una rosca interna incrustados en el polímero reforzado con fibra para seguir sustancialmente la circunferencia de la porción de la raíz y así permitir el acceso desde el exterior a los hilos internos. Los casquillos están formados de forma cónica desde un segundo extremo hacia un primer extremo del mismo, estando dispuesto el primer extremo del casquillo en la cara extrema de la porción de la raíz.

25 Las soluciones de unión entre buje y pala, arriba descritas, sin embargo, son susceptibles de optimizar, ya que en este tipo de uniones se generan unas tensiones puntuales durante la operación de la pala que redundan en problemas de fatiga que afectan a la vida de la pala.

30 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica que incorpora elementos de construcción laminada consistentes en una porción aerodinámica, una estructura interna o alma rigidizadora de la pala y una raíz, y unos medios de unión de la pala al buje de la turbina eólica, que comprenden una pluralidad de insertos provistos de taladros internos para el montaje de elementos de fijación que establecen el acoplamiento liberable de la pala al buje de la turbina eólica. A diferencia de las soluciones descritas en el apartado anterior, los medios de unión de la pala al buje destacan fundamentalmente porque comprenden adicionalmente unas bandas de fibras, preferentemente unidireccionales, que abrazan los insertos y que se disponen intercaladas durante el laminado de la pala.

40 La incorporación de estas bandas de fibras abrazando los insertos entre hojas de laminación permite repartir la carga a la que se someten los insertos en un área más grande y reduce las tensiones locales, lo que redundará en una extensión del ciclo de vida de la pala y la posibilidad de fabricación de palas de mayor envergadura, así como facilita el proceso constructivo de laminación de la pala.

45 Se ha previsto de modo general que los insertos incorporen un sector de agarre que constituye la zona del inserto destinada a ser abrazada por la banda de fibras.

50 La banda de fibras presenta una configuración alargada, compacta y envolvente y muestran un tramo superior, un tramo intermedio y un tramo inferior, en el que los tramos inferior y superior parten desde un lado posterior de la banda hasta el lado opuesto o anterior en el que se encuentra el tramo intermedio, de configuración normalmente curvada, que abraza al sector de agarre del inserto, envolviéndolo parcialmente.

55 Las fibras se pueden distribuir desde la zona del inserto hasta el lado posterior, en distribución paralela, en abanico y/o complementariamente entrecruzadas.

Se ha previsto que estas bandas de fibras, en combinación con el inserto que abraza dicha banda de fibras, configuren

unos conjuntos que quedarán embebidos en la pala en la operación de laminación posterior.

La integración de la banda de fibras con los insertos que propone esta invención facilita una transmisión suave y gradual de los esfuerzos que aparecen durante el normal funcionamiento de la pala, entre el buje y la pala, más concretamente entre los elementos de fijación y los insertos, contribuyendo así a una mayor durabilidad de la pala.

La invención contempla por un lado una primera solución de unión de la pala al buje en la que los medios de unión objeto de esta invención se vinculan a la raíz de la pala, concretamente a la envolvente externa de la raíz de la pala.

Por otro lado la invención contempla una segunda solución de unión de la pala al buje en la que los medios de unión objeto de esta invención se vinculan a la extremidad de la estructura interna de la pala que se encuentra en la zona de la raíz de la pala.

De acuerdo con estas dos soluciones de unión se consideran varias realizaciones en lo que se refiere a la configuración y posicionamiento de los insertos en la pala, así como de los elementos de fijación que vinculan el buje a los insertos de la pala.

En una primera posible realización los insertos se disponen paralelos al eje longitudinal de la pala y el taladro del cuerpo es longitudinal roscado y ciego. El sector de agarre está constituido por un asidero definido en el lado del cuerpo opuesto a la embocadura del taladro roscado, y los elementos de fijación consisten en tornillos roscados destinados a enroscar en el taladro roscado.

En una segunda posible realización, al igual que en la anterior, los insertos se disponen paralelos al eje longitudinal de la pala y el taladro del cuerpo es longitudinal al cuerpo, roscado y ciego. El sector de agarre está constituido, a diferencia del anterior, por sendas extensiones laterales que se prolongan perpendicularmente a ambos lados del cuerpo del inserto, destinadas a ser abrazadas por sendas porciones de fibras de las bandas de fibras, y los elementos de fijación consisten en tornillos roscados destinados a enroscar en el taladro roscado.

En una tercera posible realización, a diferencia de las anteriores, los insertos se definen por sendos cuerpos consistentes en casquillos enfrentados que se disponen transversalmente al eje longitudinal de la pala, en el que cada uno de dichos cuerpos dispone de un taladro longitudinal. El sector de agarre está constituido por las superficies cilíndricas externas de dichos cuerpos, destinadas a ser abrazadas por las bandas de fibras y los elementos de fijación consisten en pasadores que están destinados a atravesar ambos cuerpos.

Para cualquiera de las dos soluciones de unión arriba descritas de la pala al buje, ya sea para el caso de la unión de la envolvente de la raíz al buje o para el caso de la unión de la estructura interior de la pala al buje, se ha previsto que a la hora de posicionar la banda de fibras con el inserto, la banda de fibras no solamente abraza al inserto, sino que, en el caso de la unión mediante la raíz, la banda de fibras adicionalmente abrazaría, entre el tramo superior y el tramo inferior, a la extremidad de al menos una hoja de laminación del cuerpo envolvente de la raíz, o bien en el otro caso de unión mediante estructura interior de la pala, la banda de fibras abrazaría, entre el tramo superior y el tramo inferior, a la extremidad de al menos una hoja de laminación de la estructura interior de la pala, de tal modo que en ambos casos el tramo superior de la banda de fibras quedaría situado sobre la cara externa de la hoja y el tramo inferior quedaría situado sobre la cara interna de dicha hoja. En este caso los medios de unión pueden incorporar un bloque intermedio abrazado por las bandas de fibras.

En una configuración alternativa a la descrita en el párrafo anterior, se ha previsto que la banda de fibras que abraza al inserto apoye sobre una de las caras de la hoja, por lo que el tramo superior e inferior de fibras de la banda se encontrarían a un mismo lado de la hoja, en cuyo caso y al objeto de separar el tramo superior respecto del tramo inferior, los medios de unión incorporarían adicionalmente el bloque intermedio, constituyendo las caras superior e inferior de este bloque las superficies de contacto respectivamente de los tramos superior e inferior de la banda de fibras, facilitando así un adecuado posicionamiento de la banda de fibras en torno al sector de agarre del inserto, así como asegura la configuración de la banda de fibras y su estabilidad posicional.

Este bloque intermedio presenta preferiblemente forma de cuña, la cual se posiciona con su lado más alto en contacto o próximo al sector de agarre del inserto y se prolonga con inclinación decreciente intercalada entre el tramo superior e inferior de la banda de fibras. En este caso se contempla la posibilidad de que el lado posterior del tramo superior y el lado

posterior del tramo inferior de la banda partan de una misma línea.

Por otra parte, al objeto de facilitar la continuidad lateral entre insertos y bandas de fibras se ha previsto la incorporación de unos bloques de inserción que rellenan los espacios entre insertos y asimismo favorecen el reparto y transmisión de cargas transversales.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva de un detalle de la raíz de una pala en la que se encuentran situados los insertos, configurados según una primera realización del inserto, con los insertos espaciados, en disposición longitudinal y abrazados por las bandas de fibras entre una hoja inferior y una hoja superior laminadas.

Figura 2.- Muestra una vista de la realización del inserto de la figura anterior abrazado por la banda de fibras.

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva de sólo el inserto de las figuras anteriores

Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva de una segunda realización del inserto de unión.

Figura 5.- Muestra una vista de la segunda realización en la que se representa el inserto con la banda de fibras abrazando los sectores de agarre laterales.

Figura 6.- Muestra una vista en perspectiva de un detalle de la raíz de una pala en la que se encuentran situados los insertos configurados según la segunda realización, en la que asimismo se han representado unos bloques de inserción situados entre insertos.

Figura 7.- Muestra un detalle ampliado de la figura anterior.

Figura 8.- Muestra una vista similar a la de la figura 1 en la que, a diferencia de aquella, se han incorporado los bloques de inserción entre insertos.

Figura 9.- Muestra una vista en perspectiva de un detalle de la raíz de una pala en la que se encuentran situados los insertos configurados según una tercera realización, donde aparece el inserto en disposición transversal con respecto al eje longitudinal de la pala.

Figura 10.- Muestra una vista similar a la de la figura anterior en la que se ha eliminado parcialmente la hoja superior laminada para mejor visualización de las bandas de fibras que abrazan los insertos.

Figura 11.- Muestra una vista en perspectiva de la tercera realización, en la que se observa la banda de fibras abrazando los casquillos que conforman el inserto, con el pasador introducido en dichos casquillos.

Figura 12.- Muestra una vista en detalle de la figura 11 de acuerdo con la sección A-A.

Figura 13.- Muestra una vista en perspectiva en la que se observa la raíz de la pala y la estructura interna o alma de la pala, en la que se ha incorporado la tercera realización del inserto con la banda de fibras abrazando la extremidad de la estructura interna de la pala.

Figura 14.- Muestra una vista en perspectiva en la que se observa la raíz de la pala y la estructura interna o alma de la pala, en la que se ha representado la tercera realización del inserto con las bandas de fibras entre sendas hojas de la estructura interna de la pala.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A la vista de las figuras se describe a continuación una serie de realizaciones preferentes de la pala de turbina eólica objeto de esta invención.

La pala incorpora una porción aerodinámica, no representada en las figuras, una raíz (1) que se puede apreciar en las figuras 1 y 6 a 10 adaptada para su acoplamiento al buje de la turbina eólica, que tampoco se ha representado, y una estructura interna (17) o alma rigidizadora de la pala que sólo se muestra en las figuras 13 y 14.

De acuerdo con la invención, se ha previsto en una primera solución que los medios de unión de pala al buje se encuentren asociados a la envolvente externa de la raíz (1), y en una segunda solución que los medios de unión se encuentren asociados la estructura interna (17) de la pala.

La raíz (1) comprende una envolvente externa que a su vez comprende unas hojas de laminación (2, 3), que se representan en las figuras 1 y 6 a 10, entre las que se encuentran los medios de unión.

Los medios de unión que se proponen en esta invención están destinados a quedar embebidos entre hojas de laminación (2, 3, 18, 19) que conforman parte de la pala, tal y como se puede observar en las figuras 1 y 14 por ejemplo, y comprenden una pluralidad de insertos (4.1, 4.2, 4.3), en el que cada uno de dichos insertos (4.1, 4.2, 4.3) comprenden al menos un cuerpo alargado (5.1, 5.2, 5.3) que está provisto de al menos un taladro (6.1, 6.2, 6.3) longitudinal que está destinado a recibir un elemento de fijación relacionado con el buje, que facilitan el acoplamiento entre la pala y el buje de la turbina eólica.

A diferencia de otras soluciones, los medios de unión comprenden asimismo unas bandas de fibras (7) de configuración compacta, alargada y envolvente, tal y como se observa por ejemplo en las figuras 2, 5 y 11, que abrazan los insertos (4.1, 4.2, 4.3) por un sector de agarre (8.1, 8.2, 8.3) definido en los insertos (4.1, 4.2, 4.3).

La banda de fibras (7), tal y como se observa en las figuras 2, 5 y 11 está definida por un tramo superior (10), un tramo inferior (11) y un tramo de unión (12) que une ambos tramos superior (10) e inferior (11), normalmente curvado, en el que los tramos inferior (11) y superior (10) parten desde un lado común o posterior de la banda de fibras (7) hasta el lado opuesto o anterior en el que se encuentra el tramo de unión (12), el cual constituye el tramo de la banda de fibras (7) que abraza al sector de agarre (8.1, 8.2, 8.3) del inserto (4.1, 4.2, 4.3).

En las figuras 2, 5 y 11 se observa que los medios de unión comprenden adicionalmente al menos un bloque intermedio (9) por cada banda de fibras (7), que se encuentra intercalado dentro de la banda de fibras (7) entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11). Dicho bloque intermedio (9) presenta en este caso una forma de cuña.

En una realización alternativa los medios de unión carecen de dicho bloque intermedio (9) y las bandas de fibras (7) abrazan entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11) directamente las extremidades de al menos una de las hojas de laminación, como sucede en la figura 13 por ejemplo, en la que las bandas de fibras (7) abrazan la hoja de laminación (19) entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11), o en el caso de la figura 10 en la que bandas de fibras abrazan la hoja de laminación (2) entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11).

Tal y como se aprecia en las figuras 6, 7 y 8, la raíz (1) de la pala puede incorporar asimismo unos bloques de inserción (13) situados entre los insertos (4.1, 4.2, 4.3) que dan continuidad a los insertos (4.1, 4.2, 4.3) y a las bandas de fibras, y facilitan la transmisión de cargas transversales.

En las figuras se han representado tres soluciones alternativas de insertos (4.1, 4.2, 4.3) con su particular configuración adaptada para facilitar el acoplamiento del elemento de fijación que vincula el buje a la raíz (1) de la pala.

En el caso de las figuras 1 a 3 y 8 se observa la primera realización de inserto (4.1) que comprende un único cuerpo (5.1) alargado, en el que el taladro (6.1) es un taladro roscado ciego y cuyo sector de agarre (8.1) consiste en un asidero definido en el lado del cuerpo (5.1) opuesto a la embocadura del taladro (6.1) roscado. En este caso el elemento de fijación es un tornillo, no representado, destinado a enroscar en el taladro (6.1) roscado. Por otro lado en la figura 2 se observa que la banda de fibras (7) que abraza este inserto (4.1) se extiende con anchura progresivamente creciente hacia su lado posterior, del mismo modo que el bloque intermedio (9).

En el caso de las figuras 4 a 7 se observa la segunda realización de inserto (4.2) que comprende un único cuerpo (5.2) alargado, en el que el taladro (6.2) es un taladro roscado ciego y el sector de agarre (8.2) consiste en sendas extensiones

laterales que se prolongan perpendicularmente a ambos lados del cuerpo (5.2). En este caso el elemento de fijación es asimismo un tornillo, no representado, destinado a enroscar en el taladro (6.2) roscado. Para este inserto (4.2) se ha representado en la figura 5 la posibilidad de que la banda de fibras (7) se extienda en torno al bloque intermedio (9) dividida en dos sectores, uno por cada sector de agarre (8.2), sectores que se encuentran vinculados en el lado posterior de la banda de fibras (7), distante del inserto (4.2).

En el caso de las figuras 9 a 11 se observa la tercera realización del inserto (4.3) que comprende sendos cuerpos (5.3) consistentes en casquillos enfrentados por uno de sus extremos, que se encuentran dispuestos transversalmente al eje longitudinal de la raíz (1) de la pala, tal y como se observa en dichas figuras, en el que cada uno de dichos casquillos dispone de un taladro (6.3) enfrentado al del otro casquillo, según se observa en la figura 12, y el sector de agarre (8.3) está constituido por la propia superficie exterior cilíndrica de dichos cuerpos (5.3). En este caso el elemento de fijación consiste en un pasador (15).

Tal y como se aprecia en la figura 11 en la banda de fibras (7) y en el propio bloque intermedio (9) se encuentra definida una abertura central (16) ubicada entre los cuerpos (5.3) que está destinada por ejemplo a incorporar una orejeta del buje, no representada, que quedaría vinculada al inserto (8.3), después de penetrar entre los cuerpos (5.3) en la citada abertura central (16) y tras la inserción posterior del pasador (15) que atravesaría los cuerpos (5.3) y la abertura de la orejeta.

En la figuras 13 y 14 se ha representado la extremidad de la estructura interna (17) de la pala que se observa en correspondencia con la raíz de la pala, siendo la estructura interna (17), en lugar de la envolvente de la raíz (1), la encargada de establecer la vinculación de la pala al buje.

Asimismo en dichas figuras se observan las bandas de fibras (7) que abrazan los insertos (4.3) y que están dispuestas, en el caso de la figura 13, abrazando la hoja de laminación (19) que forma parte de la estructura interna (17), o en el caso de la figura 14 están situadas entre hojas de laminación (18,19) abrazando un bloque intermedio (9).

Aunque se haya representado en las figuras 13 y 14 únicamente el sistema de unión con el inserto (4.3), cualquiera de las soluciones mostradas anteriormente con los insertos (4.1, 4.2) puede ser igualmente válida para la estructura interna (17).

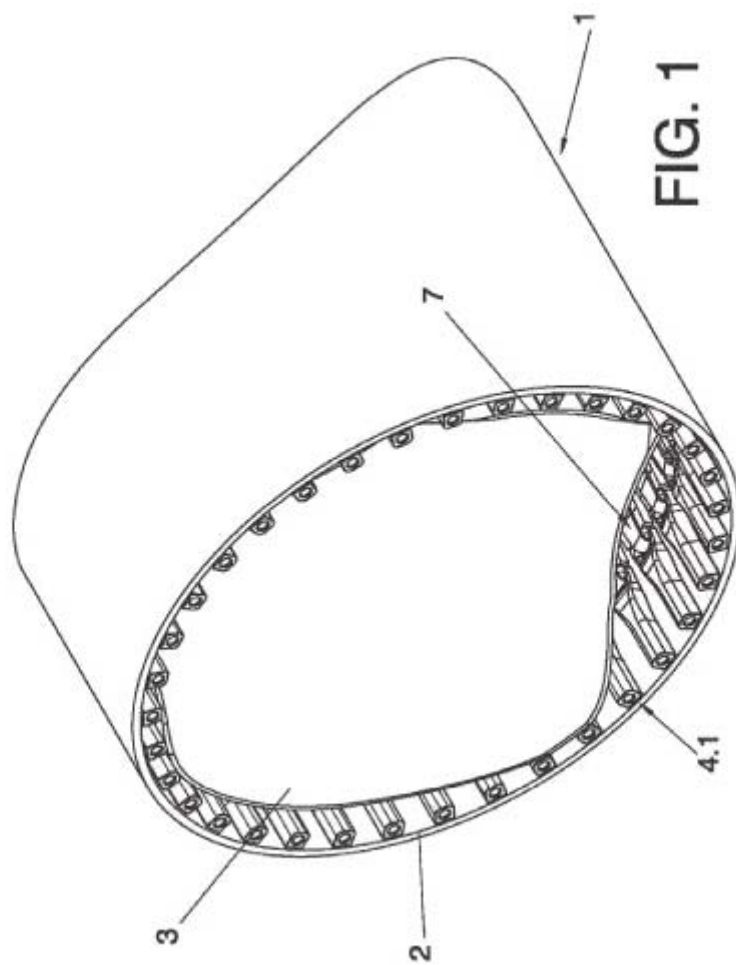
REIVINDICACIONES

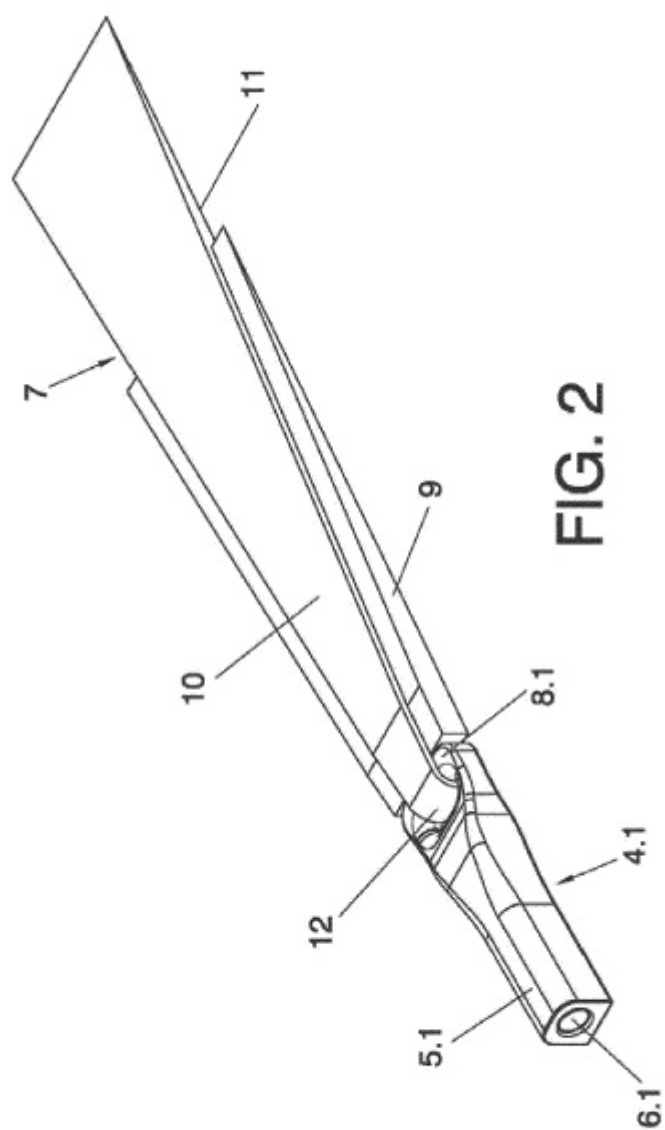
- 1.- Pala de turbina eólica que comprende:
 - una porción aerodinámica,
 - una raíz (1),
 - una estructura interna (17) interior a la pala, y
 - unos medios de unión de la pala al buje de una turbina destinados a quedar embebidos entre hojas de laminación (2, 3, 18, 19) que conforman parte de la pala, que comprenden:
 - una pluralidad de insertos (4.1, 4.2, 4.3), en el que cada uno de dichos insertos (4.1, 4.2, 4.3) comprenden al menos un cuerpo alargado (5.1, 5.2, 5.3) que está provisto de al menos un taladro (6.1, 6.2, 6.3) longitudinal que está destinado a recibir un elemento de fijación relacionado con el buje, que facilitan el acoplamiento entre la pala y el buje de la turbina eólica, así como están dotados de un sector de agarre (8.1, 8.2, 8.3),caracterizado porque la pala de turbina eólica comprende adicionalmente:
 - unas bandas de fibras (7) de configuración compacta, alargada y envolvente que abrazan los insertos (4.1, 4.2, 4.3) por el sector de agarre (8.1, 8.2, 8.3), configurando unos conjuntos formados cada uno de ellos por inserto (4.1, 4.2, 4.3) y banda de fibras (7) que quedan embebidos entre hojas de laminación (2, 3, 18, 19), en el que las bandas de fibras (7) comprenden un tramo superior (10), un tramo intermedio (12) y un tramo inferior (11), en el que los tramos inferior (11) y superior (10) parten desde un lado posterior de la banda de fibras (7) hasta el lado opuesto o anterior en el que se encuentra el tramo de unión (12), el cual constituye el tramo de las bandas de fibras (7) que abraza al sector de agarre (8.1, 8.2, 8.3) del inserto (4.1, 4.2, 4.3), así como las bandas de fibras (7) abrazan adicionalmente, entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11), a al menos una de las hojas de laminación (2, 19).
- 2.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los medios de unión comprenden adicionalmente al menos un bloque intermedio (9) que es abrazado asimismo por cada banda de fibras (7) entre el tramo superior (10) y el tramo inferior (11).
- 3.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque el bloque intermedio (9) presenta una configuración en cuña.
- 4.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque comprende adicionalmente unos bloques de inserción (13) situados entre los insertos (4.1, 4.2, 4.3) que dan continuidad a los insertos (4.1, 4.2, 4.3) y a las bandas de fibras (7).
- 5.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los insertos (4.1, 4.2, 4.3) consisten en unos primeros insertos (4.1) dispuestos paralelos con respecto al eje longitudinal de la raíz (1) de la pala, en el que el cuerpo (5.1) alargado es único, el taladro (6.1) es un taladro roscado ciego y el sector de agarre (8.1) consiste en un asidero definido en el lado del cuerpo (5.1) opuesto a la embocadura del taladro (6.1) roscado.
- 6.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 y 5 caracterizado porque el elemento de fijación es un tornillo destinado a enroscar en el taladro (6.1) roscado.
- 7.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los insertos (4.1, 4.2, 4.3) consisten en unos segundos insertos (4.2) dispuestos paralelos con respecto al eje longitudinal de la raíz (1) de la pala, en el que el cuerpo (5.2) alargado es único, el taladro (6.2) es un taladro roscado ciego, y el sector de agarre (8.2) consiste en sendas extensiones laterales que se prolongan perpendicularmente a ambos lados del cuerpo (5.2).
- 8.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 y 7 caracterizado porque el elemento de fijación es un tornillo destinado a enroscar en el taladro (6.2) roscado.
- 9.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los insertos (4.1, 4.2, 4.3) consisten en unos terceros insertos (4.3) dispuestos transversalmente al eje longitudinal de la pala que comprenden cuerpos alargados (5.3) consistentes en casquillos separados y enfrentados por sus extremos, en el que los taladros (6.3) son taladros pasantes, y el sector de agarre (8.3) está constituido por la propia superficie exterior cilíndrica de dichos cuerpos (5.3).

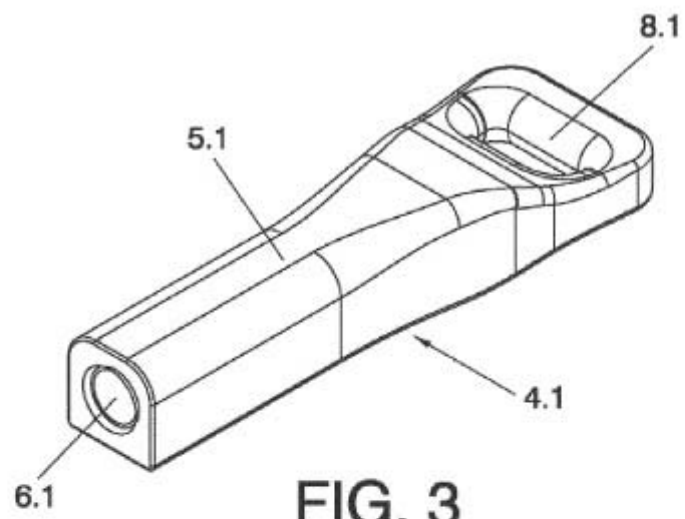
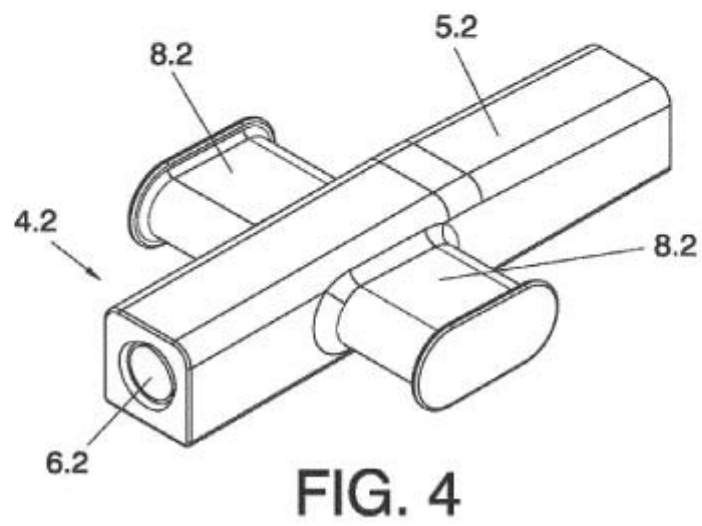
10.- Pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 y 9 caracterizado porque el elemento de fijación es un pasador (15) destinado a insertarse a través de los cuerpos (5.3).

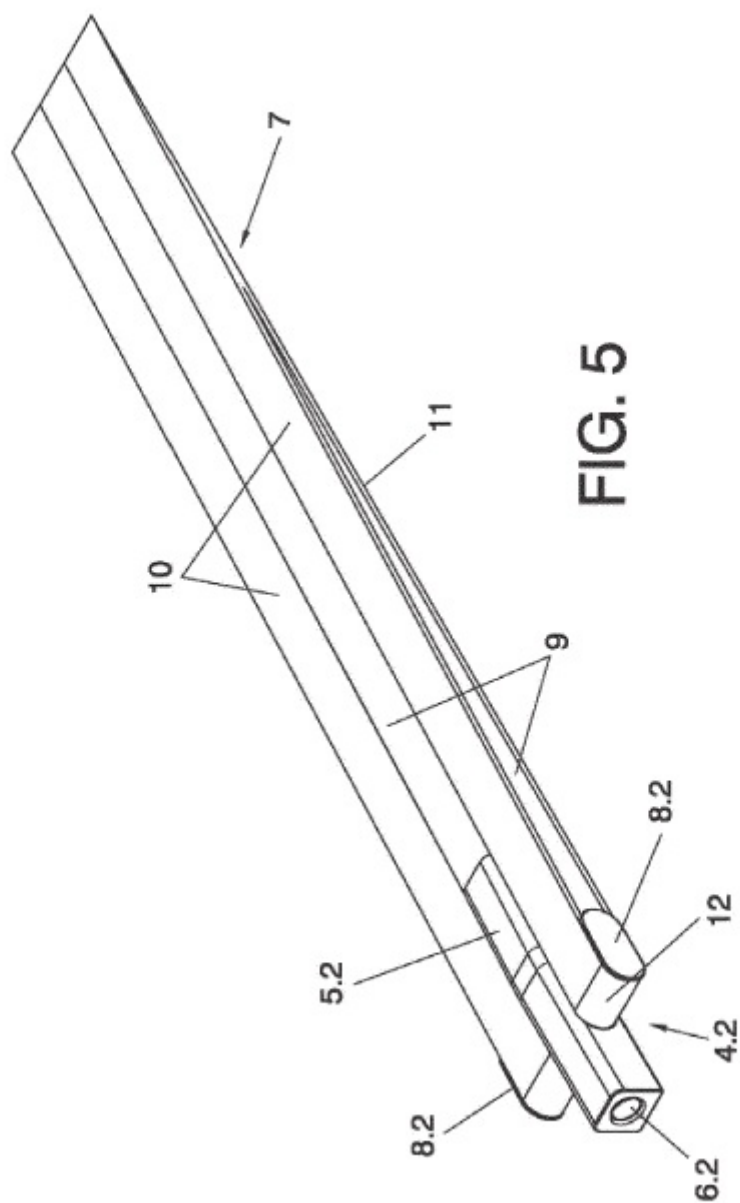
5 11.- Pala de turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 caracterizado porque las hojas de laminación (2, 3, 18, 19) son hojas de laminación (2,3) del cuerpo envolvente de la raíz (1) de la pala.

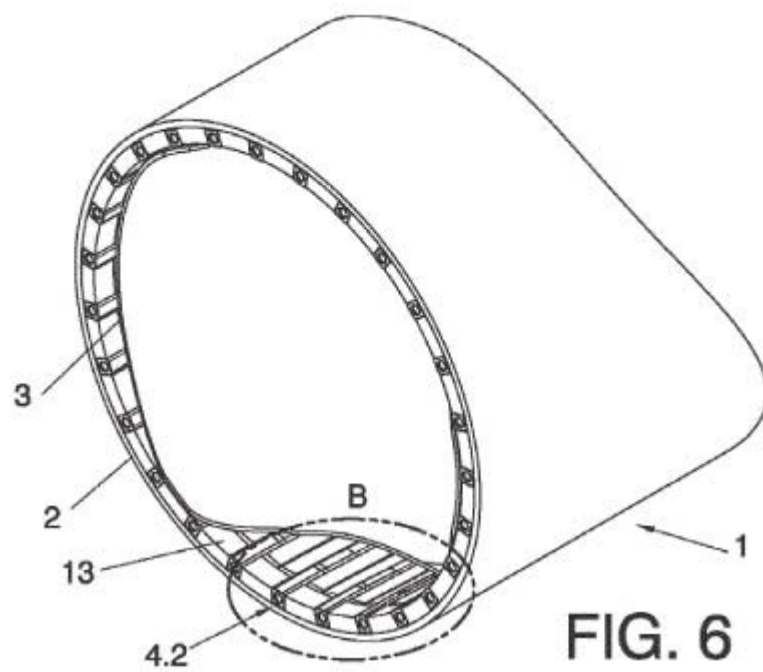
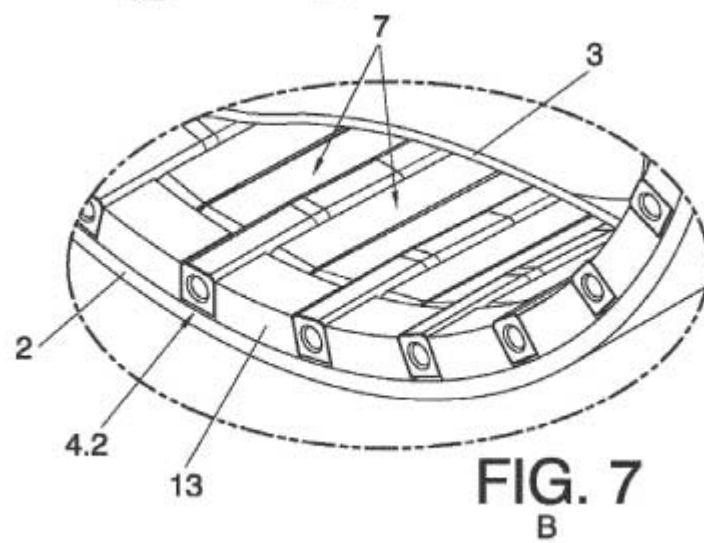
12.- Pala de turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 caracterizado porque las hojas de laminación (2, 3, 18, 19) son hojas de laminación (18, 19) de la estructura interna (17) de la pala.

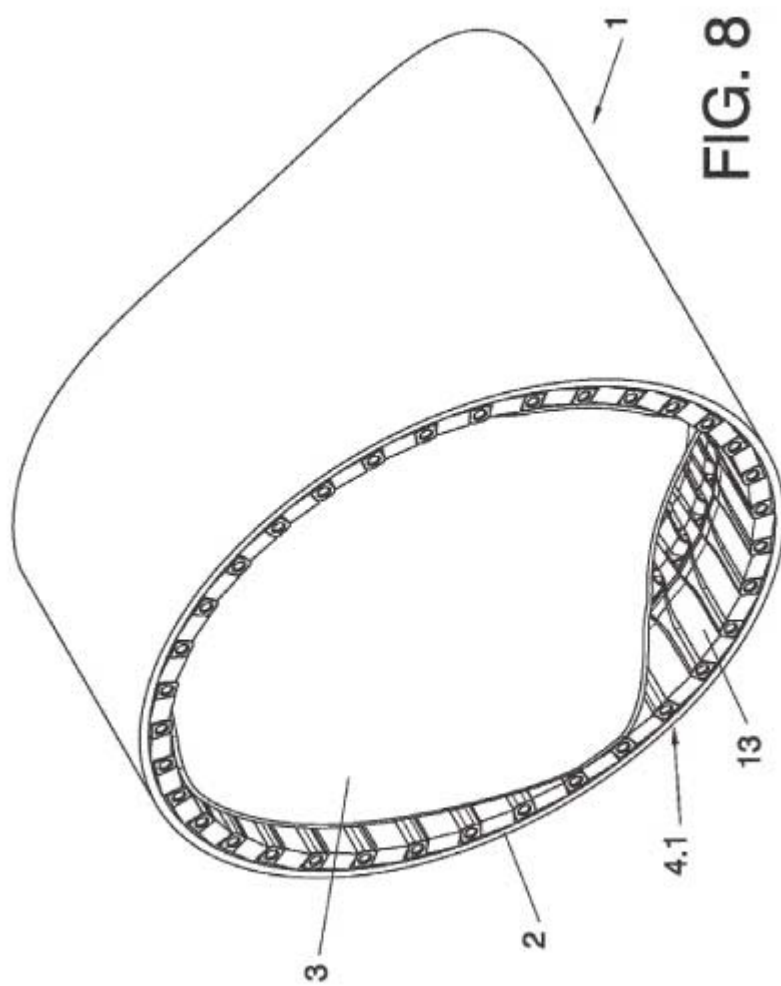


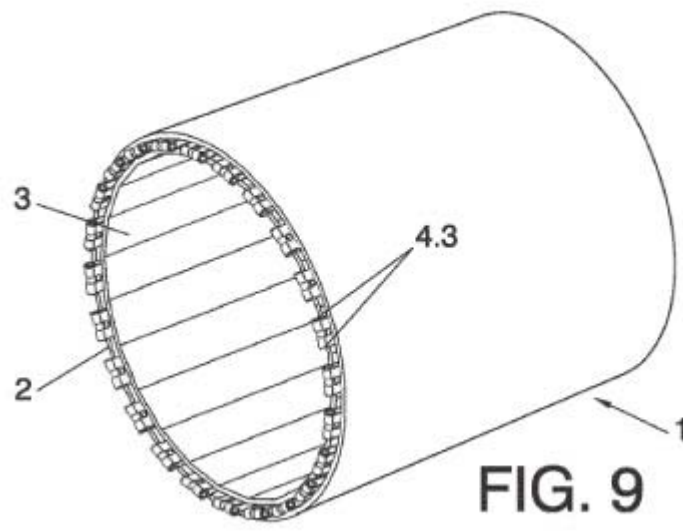
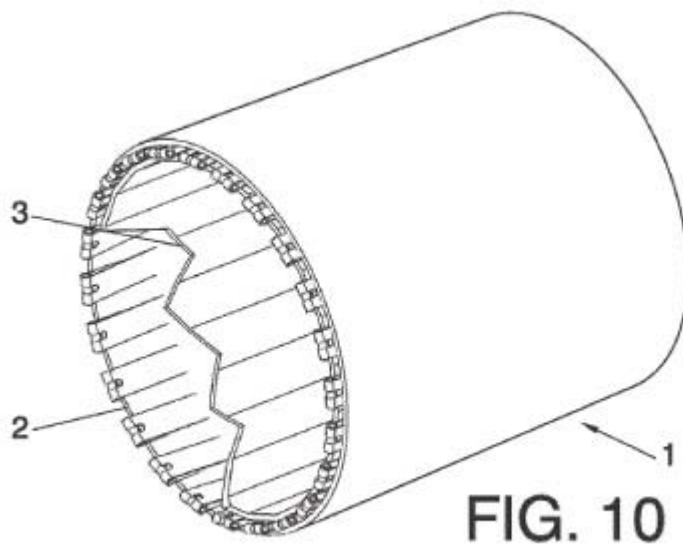


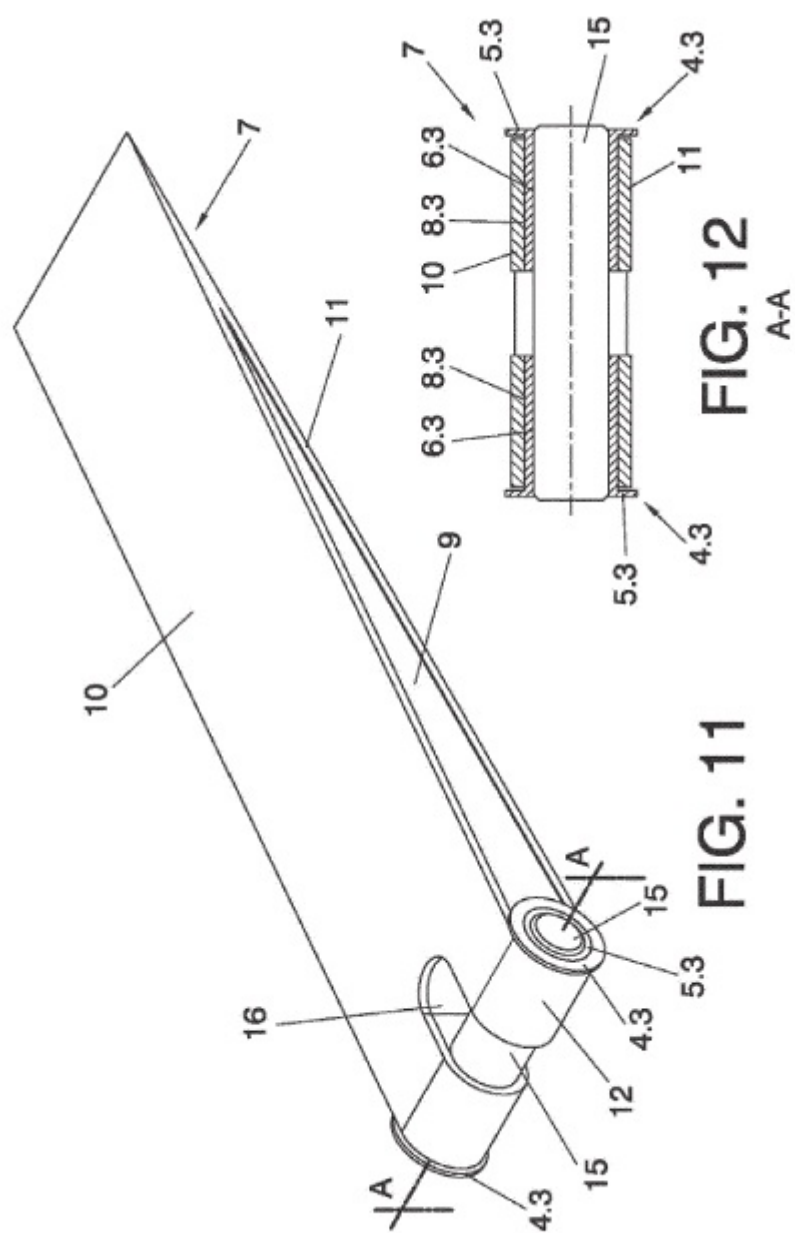












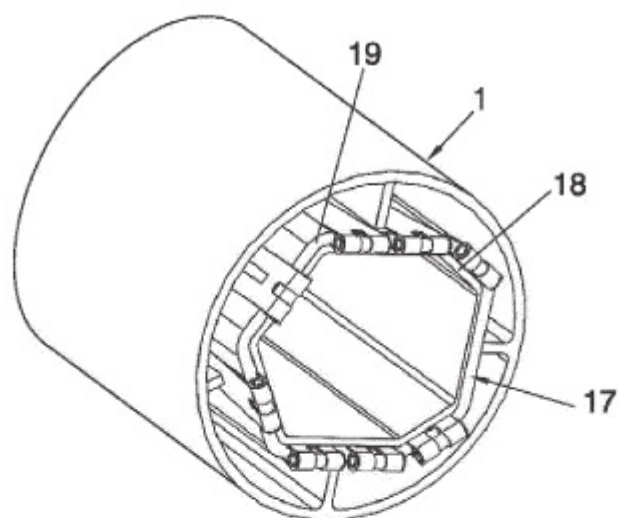


FIG. 13

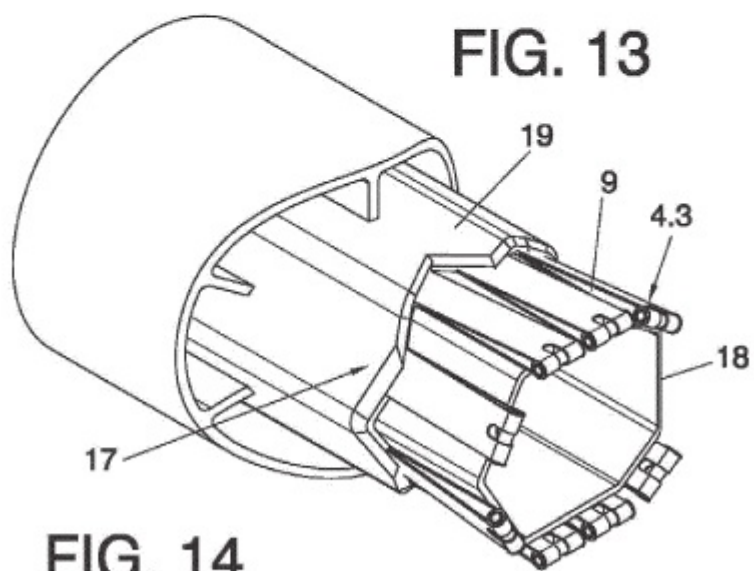


FIG. 14