

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 577**

51 Int. Cl.:

**F03D 80/30** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2016** **E 16002484 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019** **EP 3173619**

54 Título: **Pala de aerogenerador que comprende un sistema pararrayos equipada con material absorbente de radar**

30 Prioridad:

**24.11.2015 ES 201500840**

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

**12.11.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY  
INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)  
Avenida de la Innovación 9-11  
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**MADOZ ZABALEGUI, JUAN y  
MARCH NOMEN, VICTOR**

**ES 2 730 577 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 aerogenerador que comprende un sistema pararrayos equipada con material absorbente de radar.

5

### Antecedentes de la invención

Es conocida la inclusión de material absorbente de radar (RAM) en palas de material compuesto de aerogeneradores para reducir su reflectividad al radar de modo que no interfieran con sistemas de radar tales como sistemas de control de tráfico aéreo, sistemas meteorológicos o sistemas marinos.

10

WO 2010/122350 A1 describe un combinado de material preimpregnado que comprende una primera y una segunda capas impregnadas con un material de matriz tal como una resina para ser utilizado particularmente en palas de aerogeneradores. La primera capa es una capa funcional de RAM y la segunda capa es una capa ligante que comprende un medio ligante para facilitar la unión del combinado de material preimpregnado a un revestimiento de gel.

15

US 2012/0207612 A1 describe una pala de aerogenerador que comprende una estructura multicapa de material compuesto que incluye una primera capa reflectante y una segunda capa con una pluralidad de elementos analógicos de circuito resistivo (CA). Los elementos CA están sintonizados con el fin de interactuar con dicha primera capa para proporcionar una absorción de energía electromagnética (EM) en un rango de frecuencia deseado. Los parámetros de los elementos de CA pueden variarse para proporcionar la sintonización de frecuencia y para mantener la absorción en un rango específico de frecuencias a pesar de una separación variable de capas y para asegurar al mismo tiempo que las propiedades mecánicas de la capa CA son compatibles con la integración en la pala de aerogenerador.

20

25

WO 2015/061670 A1 describe un laminado de material compuesto para palas de aerogeneradores apropiado para la atenuación de la reflexión de la radiación electromagnética en las bandas S o X hasta un máximo de -20 dB. El laminado de material compuesto comprende en particular una o más capas funcionales que tienen un circuito impreso para la absorción de la radiación electromagnética incidente sobre el laminado de material compuesto y una capa conductora. Otro ejemplo del estado de la técnica puede ser encontrado en GB2488561.

30

35

Ninguna de dichas solicitudes de patente menciona ninguna relación entre el RAM y la protección contra rayos.

US 2014/0118177 A1 describe una pala de aerogenerador en el que el RAM incluye un elemento de tierra que tiene una conductividad eléctrica y/o una constante dieléctrica que es mayor en presencia de un campo eléctrico con una frecuencia de 1 GHz y superior que en presencia de un campo eléctrico que tiene una frecuencia de 10 MHz y menor. El elemento de tierra puede ser ajustado para ser altamente reflectante en las frecuencias de radar y poco reflectante en las frecuencias de descargas de rayos.

45

### Sumario de la invención

La invención proporciona una pala de aerogenerador con RAM y un sistema pararrayos que están dispuestos para garantizar el rendimiento del sistema pararrayos y la integridad del RAM. El sistema pararrayos comprende receptores de rayos situados en una región de punta situada entre el extremo de la pala y una sección transversal en un radio R que tiene una longitud que oscila entre el 80-90% de la longitud de la pala y uno o dos conductores de bajada dispuestos en el interior de la pala de aerogenerador para conducir la corriente del rayo a tierra. El RAM

50

5 cubre toda la pala de aerogenerador, excepto la región de punta, y comprende al menos una capa funcional y una capa reflectante en el laminado de cada concha de la pala de aerogenerador.

5 Las capas reflectantes están conectadas a uno o a dos conductores de bajada en al menos dos secciones transversales en radios R1, R2 de una longitud que oscila, respectivamente, entre el 0-20% y entre el 80-90% de la longitud de la pala por medio de cables auxiliares.

10 En una realización, se elimina el tramo del conductor de bajada entre dos parejas de cables auxiliares.

15 En una realización, la pala de aerogenerador comprende además "caps" hechos de un material compuesto de fibra de carbono ya sea en las zonas interiores de las conchas o en las vigas de pala que también están conectados a los cables auxiliares. Si la pala de aerogenerador comprendiera "caps" hechos de un material compuesto de fibra de vidrio no estarían conectados a los cables auxiliares.

20 Ventajosamente, las capas reflectantes son mallas metálicas hechas de uno de los siguientes materiales: cobre, latón, aluminio, acero, acero inoxidable.

25 Ventajosamente, las capas reflectantes y los "caps" hechos de material compuesto de fibra de carbono comprenden primeros y segundos terminales (tales como pletinas metálicas) embebidos en el laminado de material compuesto de las conchas de la pala de aerogenerador para facilitar su conexión a los cables auxiliares.

En una primera realización, la capa externa del laminado de las conchas es una capa funcional.

30 En una segunda realización, el laminado de las conchas comprende al menos una capa funcional y una capa reflectante embebidas entre capas de material compuesto de fibra de vidrio.

En una tercera realización, el laminado de las conchas comprende dos capas funcionales y una capa reflectante embebidas entre capas de material compuesto de fibra de vidrio.

35 Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la realización ilustrativa de su objeto en relación con las figuras adjuntas.

#### 40 **Breve descripción de las figuras**

Las Figuras 1a, 1b y 1c son vistas esquemáticas en sección transversal de tres realizaciones de un laminado de material compuesto de una concha de una pala de aerogenerador con Material Absorbente de Radar.

45 Las Figuras 2a y 2b son vistas esquemáticas en planta y en sección transversal de una pala de aerogenerador que tiene conchas de un material compuesto que incluye Material Absorbente de Radar y un sistema pararrayos según la invención.

50 Las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d son diagramas esquemáticos que ilustran la protección contra rayos del Material Absorbente de Radar de la pala de aerogenerador en cuatro realizaciones de la invención.

Las Figuras 4a-4b y 5a-5b son diagramas esquemáticos y vistas en sección transversal de una pala de aerogenerador que incluye "caps" de material compuesto de fibra de carbono ilustrando dos realizaciones de la protección contra rayos del Material Absorbente de Radar.

## 5 Descripción detallada de la invención

Como se señaló en los Antecedentes, el laminado de las conchas de una pala de aerogenerador formado por capas de material compuesto deberá incorporar como Material Absorbente de Radar (RAM) una o más capas funcionales con características específicas de resistividad y una capa reflectante conductora para evitar que reflejen emisiones electromagnéticas incidentes de sistemas de radar.

Las capas de material compuesto se componen de materiales de resina y fibras con altas propiedades mecánicas que forman láminas rígidas unidas entre sí después del curado proporcionando la resistencia mecánica requerida (dureza, resistencia a la tracción, etc.). Las capas de material compuesto pueden comprender telas de fibra de vidrio o fibra de carbono y resinas de epoxi o poliméricas. También pueden comprender otras fibras tales como aramidas, fibras de basalto o fibras de boro, así como resinas poliméricas tales como poliésteres o ésteres de vinilo.

Los documentos de patente mencionados en los Antecedentes describen diversas alternativas para las capas funcionales y la capa reflectante. Por ejemplo, WO 2015/061670 describe una capa funcional hecha de fibra de vidrio y tinta conductora (basada en carbono) y una capa reflectante que puede ser una hoja, malla o lámina hecha de aluminio, cobre o carbono.

Respecto a la disposición de las capas mencionadas en el laminado de las conchas de las palas de aerogenerador según la presente invención se incluyen, en particular, laminados con una capa funcional como capa externa 31 del laminado y una capa reflectante 33 embebida entre capas 30 de un material compuesto de, preferentemente, fibra de vidrio (ver Figura 1a), laminados con una capa funcional 31 y una capa reflectante 33 embebidas entre capas 30 de un material compuesto de, preferentemente, fibra de vidrio (ver Figura 1b) y laminados con dos capas funcionales 31, 31' y una capa reflectante 33 embebidas entre capas 30 de un material compuesto de, preferentemente, fibra de vidrio (ver Figura 1c).

El laminado de las conchas de las palas de aerogenerador puede incluir también un recubrimiento (no mostrado en las Figuras) de un material apropiado para protegerlo de la erosión y otros daños causados por agentes atmosféricos tales como el viento y la lluvia.

A fin de evitar que el RAM puede ser dañado por un rayo, la invención propone, en primer lugar, separar claramente una primera parte 11 de la pala de aerogenerador 10 que incorpora RAM de una segunda parte 12 que incluye unos receptores de rayos 21,21', 21" en una región de punta extendida desde un radio R que tiene una longitud comprendida entre el 80-90% de la longitud de la pala de aerogenerador hasta el final de la pala y, en segundo lugar, conectar las capas reflectantes 33 (embebidas en los laminados de material compuesto de las conchas 13, 15) a un conductor de bajada 23 (o a dos conductores de bajada 23, 23' unidos a los largueros 14, 16 de la pala) del sistema pararrayos de la pala de aerogenerador 10 que conduce a tierra las corrientes recibidas por receptores de rayos 21, 21', 21" por medio de cables auxiliares 29, 29' que equipotencializan las capas reflectantes 33 de las conchas 13, 15 y el conductor de bajada 23 (ver Figuras 2a, 2b).

Las capas funcionales 31,31' de las conchas 13, 15 no están conectadas al conductor de bajada 23 o conductores de bajada 23, 23' debido a que tienen una porción muy baja de material metálico y por consiguiente el riesgo de ser dañadas por cualquier flujo de corriente de rayo es muy bajo. En diversas realizaciones las capas funcionales 31, 31' comprenden

elementos metálicos que no están conectados entre ellos de modo que no son capas conductoras.

- 5 La invención es aplicable a palas de aerogenerador 10 con capas reflectantes 33 hechas de cualquier material conductor y particularmente aplicable a palas de aerogenerador 10 que tienen una malla metálica de cobre, latón, aluminio, acero o acero inoxidable como capas reflectantes 33. La distancia entre una capa reflectante 33 y una capa funcional 31 o 31' puede estar entre 0.3-40mm.
- 10 En la realización ilustrada en la Figura 3a las capas reflectantes 33 de las conchas 13 y 15 están conectadas a través de dos parejas de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que tienen, respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y entre el 80-90% de la longitud de la pala a un primer tramo 24' del conductor de bajada 23 en la región de punta y a un segundo tramo 24" desde la segunda
- 15 pareja de cables auxiliares 29, 29' hasta su conexión a tierra.
- En la realización ilustrada en la Figura 3b las capas reflectantes 33 de las conchas 13 y 15 están equipotencial izadas con un conductor de bajada 23 a través de dos pares de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que tienen,
- 20 respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y el 80-90% de la longitud de la pala.
- En la realización ilustrada en la Figura 3c las capas reflectantes 33 de las conchas 13 y 15 están equipotencializadas con un conductor de bajada 23 a través de dos pares de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que tienen,
- 25 respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y el 80-90% de la longitud de la pala y a través de dos pares adicionales de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en radios intermedios entre R1 y R2.
- 30 En la realización ilustrada en la Figura 3d las capas reflectantes 33 de las conchas 13 y 15 están equipotencializadas con dos conductores de bajada 23, 23' a través de dos pares de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que tienen, respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y el 80-90% de la
- 35 pala.
- En la realización ilustrada en las Figuras 4a y 4b las conchas 13 y 15 comprenden también "caps" 19 de material compuesto de fibra de carbono en sus áreas interiores que, como las capas reflectantes 33, están equipotencializadas con un conductor de bajada 23 a través de dos pares de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que
- 40 tienen, respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y el 80-90% de la longitud de la pala.
- En la realización ilustrada en las Figuras 5a-5b las conchas 13 y 15 comprenden también "caps" 19 de material compuesto de fibra de carbono en sus áreas interiores que, como las
- 45 capas reflectantes 33, están equipotencializadas con los conductores de bajada 23, 23' a través de dos pares de cables auxiliares 29, 29' en secciones transversales en unos radios R1, R2 que tienen, respectivamente, unas longitudes comprendidas entre el 0-20% y el 80-90% de la longitud de la pala.
- 50 Como se ilustra en las Figuras 3a-3c, 4a y 5a las capas reflectantes 33 están provistas de terminales 37 (típicamente pletinas metálicas) que permanecen embebidas en el laminado compuesto de las conchas 13, 15 para facilitar su conexión con los cables auxiliares 29, 29'. Del mismo modo los "caps" 19 ilustrados en las Figuras 4a, 5a están provistos de terminales apropiados 39.

La principal ventaja de la invención es que garantiza el funcionamiento del sistema pararrayos de la pala de aerogenerador 10 y la integridad del Material Absorbente de Radar después de un impacto de rayo permitiendo con ello la instalación de aerogeneradores en ubicaciones cercanas a aeropuertos, radares meteorológicos y otras ubicaciones de emisiones de radar.

5

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala de aerogenerador (10) que comprende un sistema pararrayos y conchas (13,15) hechas de un material compuesto que incluye Material Absorbente de Radar; comprendiendo el sistema pararrayos uno o más receptores de rayos (21,21', 21'') y uno o dos conductores de bajada (23, 23') dispuestos en el interior de la pala de aerogenerador (10) para conducir las corrientes de rayo a tierra; comprendiendo el Material Absorbente de Radar al menos una capa funcional (31) y una capa reflectante (33) en el laminado de las conchas (13, 15); donde
- 10 - los receptores de rayos (21,21', 21'') se encuentran en la región de punta (12);
- capa reflectante (33) de cada concha (13, 15) está conectada a uno o dos conductores de bajada (23, 23') en al menos dos secciones transversales en unos radios R1, R2 de una longitud comprendida, respectivamente, entre el 0-20% y 80-90% de la longitud de la pala por medio de cables auxiliares (29, 29') caracterizada porque
- 15 - el Material Absorbente de Radar cubre toda la pala de aerogenerador (10) excepto una región de punta (12) situada entre el extremo de la pala y una sección transversal en un radio R de una longitud comprendida entre el 80-90% de la longitud de la pala.
- 20 2. Pala de aerogenerador (10) según la reivindicación 1, en la que la capa reflectante (33) de cada concha (13, 15) está conectada por medio de dos parejas de cables auxiliares (29, 29') a dos tramos (24', 24'') de un conductor de bajada (23), estando dispuesto el primer tramo (24') en la región de punta de la pala hasta su conexión con la primera pareja de cables auxiliares (29, 29') y estando dispuesto el segundo tramo (24'') desde su conexión con la segunda pareja de cables auxiliares (29, 29') hasta su conexión a tierra.
- 25 3. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que también comprende "caps" (19) hechos de material compuesto de fibra de carbono que también están conectados a los cables auxiliares (29, 29').
- 30 4. Pala de aerogenerador (10) según la reivindicación 3, en la que los "caps" (19) están dispuestos en las zonas internas de las conchas (13, 15).
- 35 5. Pala de aerogenerador (10) según la reivindicación 3, en la que los "caps" (19) están dispuestos en vigas de la pala.
- 40 6. Pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que las capas reflectantes (33) son mallas metálicas hechas de uno de los siguientes materiales: cobre, latón, aluminio, acero, acero inoxidable.
- 45 7. Pala de aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que las capas reflectantes (33) son capas de material compuesto de fibra de carbono.
- 50 8. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que las capas reflectantes (33) comprenden unos primeros terminales (37) para su conexión a los cables auxiliares (29, 29').
9. Pala de aerogenerador (10) según la reivindicación 8, en la que los primeros terminales (37) son pletinas metálicas.
10. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 3-9, en la que los "caps" (19) comprenden unos segundos terminales (39) para su conexión a los cables auxiliares (29, 29').

11. Pala de aerogenerador (10) según la reivindicación 10, en la que los segundos terminales (39) son pletinas metálicas.

5 12. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en la que la capa externa del laminado de las conchas (13,15) es una capa funcional (31).

10 13. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en la que el laminado de las conchas (13, 15) comprende al menos una capa funcional (31) y una capa reflectante (33) embebidas entre capas de material compuesto (30) de fibra de vidrio.

14. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en la que el laminado de las conchas (13,15) comprende dos capas funcionales (31,31') y una capa reflectante (33) embebidas entre capas de material compuesto (30) de fibra de vidrio.

15 15. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en la que la distancia entre una capa funcional (31,31') y una capa reflectante (33) está comprendida entre 0.3-40mm.

20 16. Pala de aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la que el laminado de las conchas (13, 15) también comprende un recubrimiento protector.



FIG. 1a

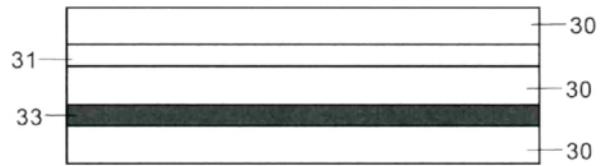


FIG. 1b

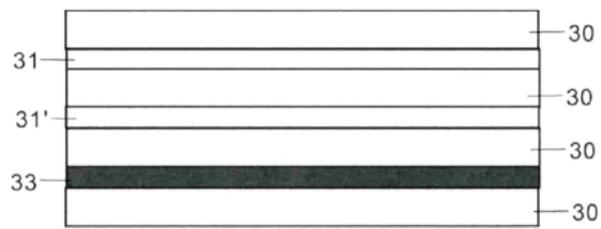


FIG. 1c

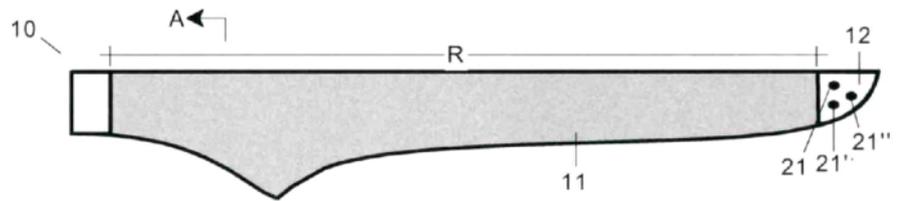


FIG. 2a

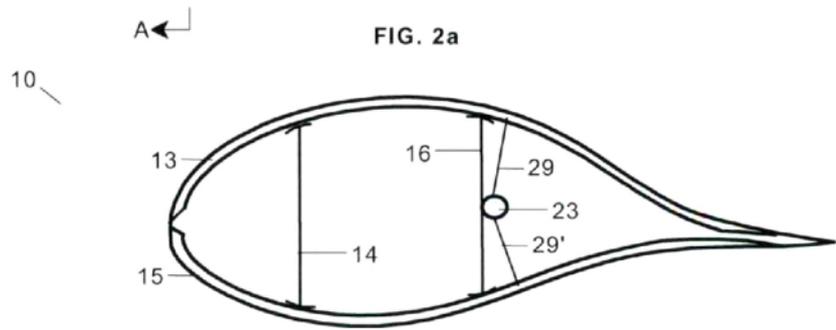


FIG. 2b

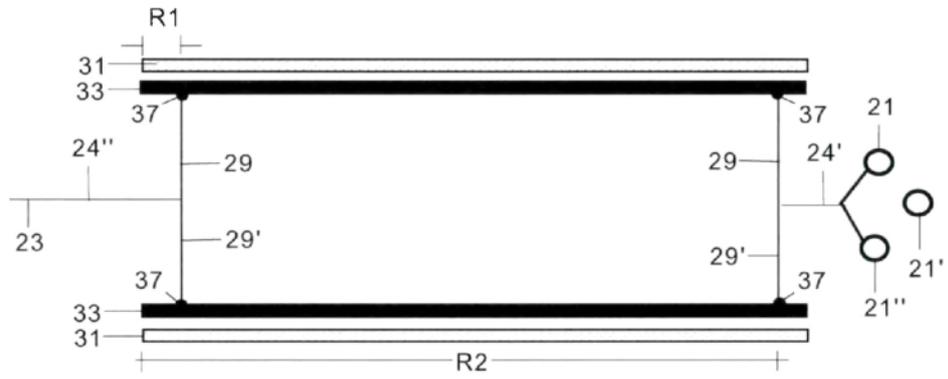


FIG. 3a

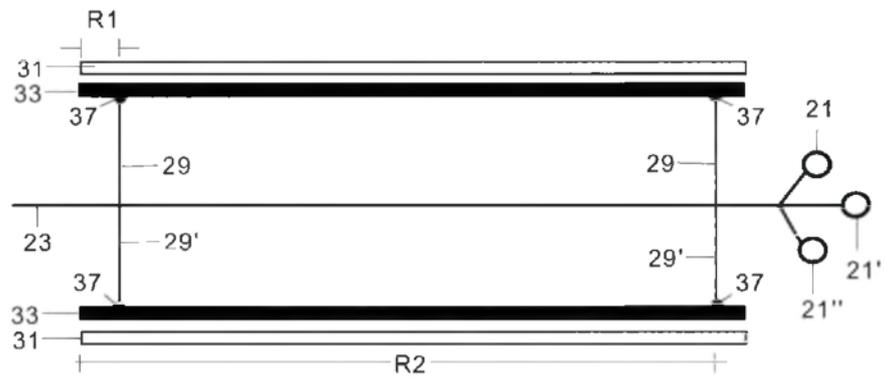


FIG. 3b

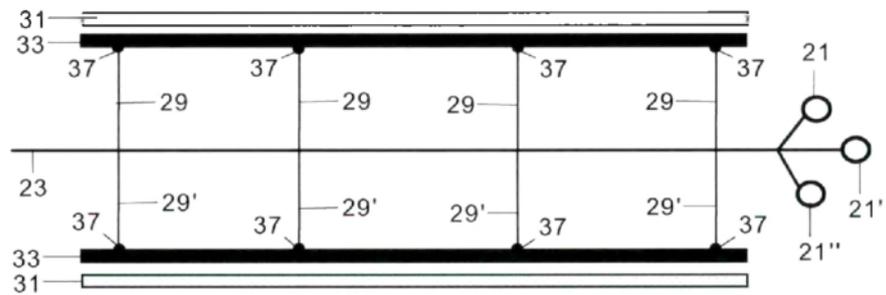


FIG. 3c

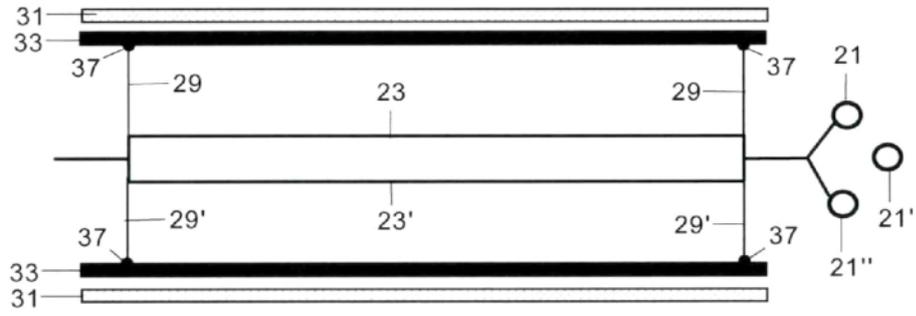


FIG. 3d

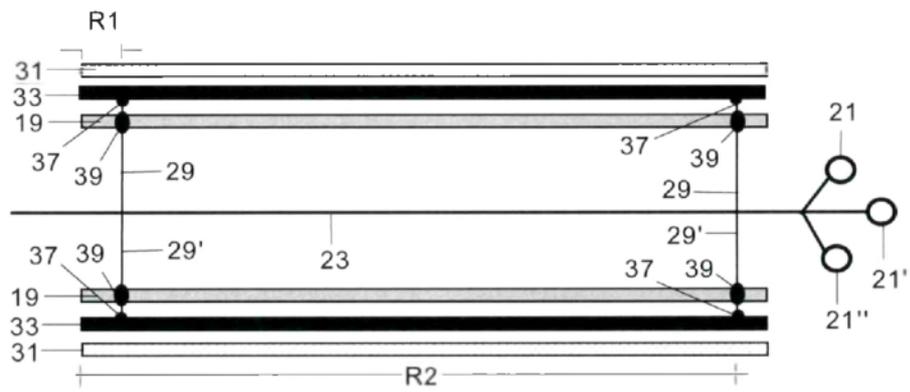


FIG. 4a

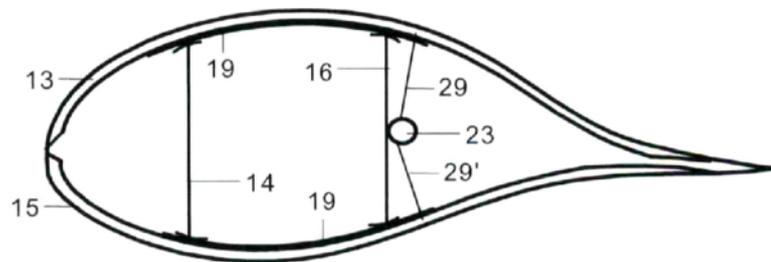


FIG. 4b

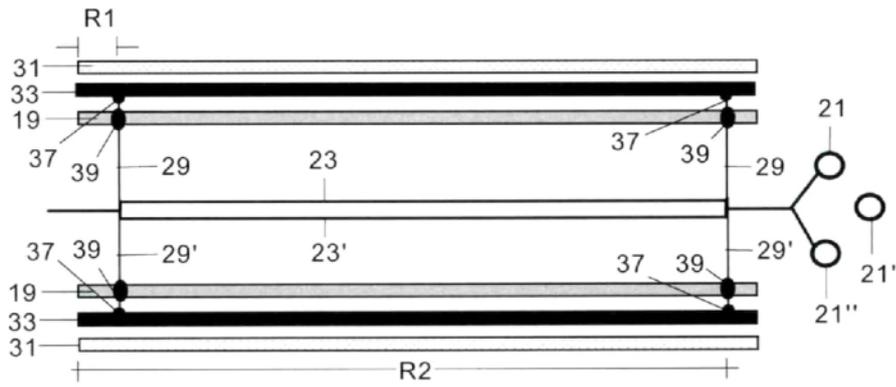


FIG. 5a

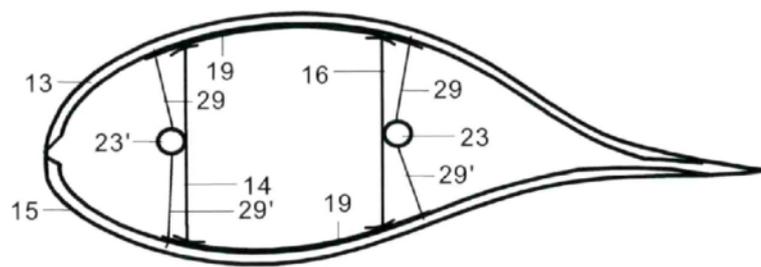


FIG. 5b