

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 387**

51 Int. Cl.:

B29C 65/50 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F16B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2012** **E 12003739 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015** **EP 2527128**

54 Título: **Un método de unión para una pala de aerogenerador multi-panel**

30 Prioridad:

24.05.2011 ES 201100576

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2015

73 Titular/es:

GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, ES

72 Inventor/es:

VELEZ ORIA, SERGIO;
ZUGASTI PARAMO, AMAIA;
MARIN MARTINEZ, FRANCISCO JAVIER;
RODRIGUEZ SAIZ, EMILIO;
AROCENA DE LA RUA, ION y
SANZ PASCUAL, ENEKO

ES 2 554 387 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**UN METODO DE UNION PARA UNA PALA DE AEROGENERADOR MULTI-PANEL****CAMPO DE LA INVENCION**

5

La presente invención se refiere en general a palas de aerogenerador multi-panel y particularmente a un método de unión de una pala de aerogenerador multi-panel y a una pala de aerogenerador unida usando dicho método.

10

ANTECEDENTES

Los aerogeneradores incluyen un rotor que soporta varias palas que se extienden radialmente para capturar la energía cinética del viento y causan un movimiento rotatorio de un tren de potencia acoplado a un generador eléctrico para producir energía eléctrica.

La cantidad de energía producida por los aerogeneradores depende de la superficie de barrido del rotor de palas que recibe la acción del viento y, consecuentemente, el incremento de la longitud de las palas implica normalmente un incremento de la producción de energía del aerogenerador.

Sin embargo, el tamaño de las palas para parques eólicos situados en tierra está limitado actualmente en cierta medida por condicionamientos infraestructurales y de transporte. En particular, el tamaño de puentes y túneles limita el tamaño de la máxima cuerda de la pala.

Para resolver en particular los problemas planteados por palas de gran longitud la técnica anterior describe la división de la pala en dos o más secciones longitudinales provistas con medios de unión, de manera que cada sección pueda ser fabricada individualmente y todas las secciones puedan ser ensambladas en el lugar de instalación del aerogenerador. Algunos ejemplos de esa técnica anterior son los siguientes.

DE 3 109 566 describe una pala de aerogenerador subdivida en al menos dos secciones longitudinales que se unen mediante un perno extensible.

US 4,389,182 describe una pala de aerogenerador subdividida en varias secciones longitudinales que están interconectadas por miembros tensionadores tales como cables de acero pasantes a través de las secciones de la pala.

5 WO 2004076852 describe un método para unir las piezas del aerogenerador por un flujo controlado de adhesivo entre las piezas previo al curado.

EP 1 244 873 A1 describe una pala de aerogenerador subdividida en secciones longitudinales que se unen por medio de una unión a ras que
10 comprende varios clips dispuestos a lo largo de la junta con sus respectivos extremos fijados a las secciones objeto de unión y pernos para fijar dichos clips.

WO 2005/100781, WO 2006/103307, WO 2007/051879 a nombre del solicitante describen palas de aerogenerador subdivididas en secciones longitudinales con medios mejorados de unión.

15 También se conoce técnica anterior que describe la división de la pala en varias secciones transversales adicional ó independientemente a la división en secciones longitudinales. Algunos ejemplos de esa técnica anterior son los siguientes.

EP 1 184 566 A1 describe una pala de aerogenerador que está formada
20 ensamblando una, dos o más secciones longitudinales, cada una de las cuales comprende un elemento central formado por un tubo longitudinal de fibra de carbono sobre el que están montadas una serie de costillas transversales de fibra de carbono o fibra de vidrio unidas a dicha zona central y una cubierta de fibra de carbono o fibra de vidrio unida a dichas costillas.

25 WO 01/46582 A2 describe una pala de aerogenerador que tiene una pluralidad de elementos divididos unidos a un viga cajón transmisora de la carga y separados por juntas elásticas que permiten a dichos elementos divididos movimientos entre ellos de cara a minimizar los esfuerzos de tracción en la región de la pala en la que están situados dichos elementos divididos.

30 EP 1 965 074 a nombre del solicitante describe una pala de aerogenerador formada por dos paneles prefabricados de alas y dos paneles prefabricados de almas dispuestos uno al lado del otro en forma de cajón y al menos dos secciones longitudinales de conchas formando, respectivamente, el

borde de ataque y el borde de salida de la correspondiente sección de la pala que están dispuestas adyacentemente a las secciones de la viga central, estando definido el perfil aerodinámico de la pala por dichos paneles de alas y por dichos paneles únicos de conchas.

5 Uno de los métodos conocidos para unir los componentes de una pala de aerogenerador es una unión adhesiva. La técnica típica de la aplicación del adhesivo en una superficie de dichos componentes es la distribución del adhesivo desde un contenedor al que es bombeado desde una máquina de
10 mezclado en la cual se realiza y controla la dosificación de los componentes del adhesivo.

 Este proceso tiene varias desventajas: requiere tiempos de aplicación muy exigentes, los trabajadores que realizan la operación necesitan equipos de protección y resulta difícil una aplicación correcta sobre la superficie de unión. Por otra parte, dicho proceso implica el uso de un exceso de adhesivo y por lo
15 tanto un aumento de peso y coste.

 La actual tendencia en la industria de aerogeneradores a palas de rotor más grandes demanda nuevos diseños de palas aptos para cumplir con los condicionantes de transporte y con los condicionantes de calidad en la fabricación planteados por palas que pueden alcanzar longitudes de 100 m y
20 cuerdas de 8 m. por lo que hay una demanda particular para mejorar las uniones adhesivas de las palas segmentadas.

 La presente invención está orientada a la satisfacción de esa demanda.

SUMARIO DE LA INVENCION

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para unir piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador que permita el control del volumen del material adhesivo y, por lo tanto, una reducción de peso.

 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para
30 unir piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador que facilite la aplicación del material adhesivo en las zonas de unión.

En un aspecto estos y otros objetos se cumplan mediante un método de unión de una primera y una segunda piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador que comprende las etapas de:

- disponer bandas de un material adhesivo en un estado fresco
5 manejable siguiendo trazas señaladas en un área de unión de una de dichas piezas, siendo capaz dicho material adhesivo de fluir en la fase de curado de una manera controlada, y determinando la anchura y la altura de dichas bandas y la separación entre dichas trazas de modo que una separación predeterminada entre dichas bandas, comprendida entre 0-300 mm, se
10 mantenga después de la unión;
- unir ambas piezas bajo condiciones predeterminadas de presión y temperatura.

En realizaciones preferentes el material adhesivo utilizado para disponer dichas bandas se proporciona en uno de los siguientes formatos: cinta, tira,
15 rollo. Se utiliza por lo tanto un material adhesivo en un formato que facilita su aplicación en las superficies de unión, así como un control total de su peso.

En realizaciones preferentes el material adhesivo utilizado para disponer dichas bandas se proporciona en bloques. Se utiliza por lo tanto un material adhesivo en un formato totalmente adaptado para su aplicación en bandas.

20 En realizaciones preferentes el material adhesivo tiene una consistencia en estado fresco que permite que dichas bandas mantengan su geometría original cuando no están sometidas a presión y que la altura de dichas bandas se reduzca en una proporción comprendida entre el 25%-95% (preferentemente el 50%-95%) de la altura original cuando se les somete a una presión
25 comprendida entre 0,05 y 2 MPa. Se utiliza, por lo tanto, un material adhesivo con la consistencia necesaria para, por un lado, permitir su aplicación en un estado semi-sólido y, por otro lado, controlar su flujo durante la etapa de curado en las condiciones típicas en las que se lleva a cabo la unión de piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador.

30 En realizaciones preferentes la adherencia a cortadura de dicho material adhesivo en estado curado es mayor de 15 MPa. Se utiliza por lo tanto un material adhesivo con la adherencia a cortadura requerida para unir piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador.

En realizaciones preferentes dichas condiciones predeterminadas de presión y temperatura son las siguientes: la presión está comprendida entre 0,05 y 2 MPa y la temperatura está comprendida entre 40°C y 100°C. Estas son las condiciones típicas para unir piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador por lo que el método según la invención no necesita ningún equipo especial.

En realizaciones preferentes dicho material adhesivo es un material adhesivo de un solo componente seleccionado entre uno de los siguientes: poliuretano, resinas epoxi, ésteres de vinilo o metacrilato. De esta manera se logra un método de unión usando componentes adhesivos conocidos.

En realizaciones preferentes las dimensiones de dichas bandas en estado fresco son: una anchura comprendida entre 30-150 mm, una altura comprendida entre 2-40 mm y una separación entre trazas comprendida entre 20-300 mm. Por lo tanto el método es aplicable para la unión de piezas prefabricadas de aerogeneradores de dimensiones muy diferentes.

En realizaciones preferentes para la unión de una primera pieza que pertenece a una viga de la pala y una segunda pieza que pertenece a una concha de de la pala, las dimensiones de dichas bandas en estado fresco son las dimensiones mencionadas en el párrafo anterior.

En realizaciones preferidas para unir paneles de una viga de la pala o para unir conchas de una pala, dichas bandas tienen una anchura comprendida entre 30-150 mm, una altura comprendida entre 2-25 mm y una separación entre trazas comprendida entre 20-50 mm.

La invención también se refiere al uso del método mencionado anteriormente para unir piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador y a una pala de aerogenerador que comprende al menos dos piezas prefabricadas unidas usando el método mencionado anteriormente, tanto si pertenecen a un módulo de la pala como si pertenecen a la pala entera.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la siguiente descripción detallada en relación con las figuras que se acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1a muestra en una vista esquemática en perspectiva los principales componentes del módulo interior de una pala de aerogenerador dividida en dos módulos.

La Figura 1b muestra en una vista esquemática en perspectiva los principales componentes de la viga de dicho módulo interior.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de dicho módulo interior.

Las Figuras 3a, 3b, 5a, 5b, 7a, 7b son, respectivamente, vistas esquemáticas en planta y en sección transversal por el plano A-A del estado inicial de una unión adhesiva entre dos componentes de dicho módulo interior según tres realizaciones de esta invención.

Las Figuras 4a, 4b, 6a, 6b, 8a, 8b son, respectivamente, vistas esquemáticas en planta y en sección transversal por el plano A-A del estado final de una unión adhesiva entre dos componentes de dicho módulo interior según tres realizaciones de esta invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

En una pala de aerogenerador multi-panel, la pala entera se puede dividir en, por ejemplo, unos módulos interior y exterior y cada uno de ellos en varias piezas prefabricadas para su ensamblaje en el emplazamiento o en una fábrica.

Como se ilustra en las Figuras 1a, 1b y 2, el módulo interior 13 de la pala puede ser formada unas conchas superior e inferior 17, 19 y una viga 15 que también puede estar formada por una ala superior 21, un ala inferior 23, un alma de borde de ataque 25 y un alma de borde de salida 27.

Todos esos componentes individuales de la viga son prefabricados y luego se ensamblan uniando las bridas 31, 33 de dichos componentes.

En un paso posterior el módulo interior se ensambla uniando las conchas prefabricadas superior e inferior 17, 19 a la viga 15 y uniando los bordes de las conchas superior e inferior 17, 19.

En este módulo interior hay por lo tanto tres áreas diferentes de unión: las áreas de unión 41 de las bridas 31, 33 de los componentes de la viga, las áreas de unión 51 entre las alas de la viga 21, 23 y, respectivamente, las conchas superior e inferior 17, 19 y las áreas de unión 61 entre los bordes de las conchas superior e inferior 17, 19.

Otros configuraciones de una pala de aerogenerador multi-panel no necesariamente tienen las mismas tres áreas de unión. Por tanto, en lo siguiente nos referiremos por separado a dichas áreas de unión 41, 51, 61 y el experto en la materia comprenderá fácilmente cuál de ella sería aplicable a cualquier configuración particular de una pala de aerogenerador.

La idea básica de la presente invención consiste en el uso de un material adhesivo que:

- tiene una consistencia que permite que pueda ser proporcionado en formatos tales como cintas, tiras, rollos o bloques;

- tiene una consistencia que permite un control total de la colocación del adhesivo en el área de unión en forma de bandas siguiendo una traza deseada, sin que se deforme en esta operación (realizada a temperatura ambiente), es decir, el material adhesivo debe mantener su geometría original cuando no se somete a una presión (y a una temperatura superior a la temperatura ambiente de la fábrica de palas de aerogeneradores);

- tiene una consistencia que permite que pueda fluir de forma controlada durante la fase de curado de manera que se alcance una separación final predeterminada S2 entre bandas comprendida entre 0 y 300 mm; en particular la altura de las bandas del material adhesivo se reducirá en una proporción comprendida entre el 25%-95% (preferiblemente entre el 50%-95%) de la altura original H cuando son sometidas a una presión comprendida entre 0,05 y 2 MPa;

- tiene una adherencia a cortadura apropiada, en particular mayor de 15 MPa, después de realizar el proceso de unión a una presión comprendida entre 0,05 y 2 MPa y a una temperatura comprendida entre 40°C y 100°C.

En términos generales se considera que para las diferentes áreas de unión de una pala de aerogenerador, dichas bandas tendrán una anchura W

comprendida entre 30-150 mm, una altura H comprendida entre 2-40 mm y una separación S1 entre trazas comprendida entre 20-300 mm.

En realizaciones de la presente invención una unión adhesiva en el área de unión 41 entre, por ejemplo, el ala superior 21 y el alma del borde de salida 27 se lleva a cabo disponiendo bandas 45 de un material adhesivo en un estado manejable en fresco siguiendo trazas 43 señaladas en el área de unión 41 del alma del borde de salida 27 con una separación S1 entre ellas como se muestra en las Figuras 3a y 3b y uniendo el ala superior 21 y el alma del borde de salida 27 bajo condiciones predeterminadas de presión y temperatura a fin de que dicho adhesivo se cure y dichas piezas se unan. El material adhesivo es capaz de fluir en la etapa de curado de una manera controlada para que el ancho W y la altura H de las bandas 45 y la separación S1 entre dichas trazas 43 se determinen de manera que al final del proceso de unión las bandas tengan una anchura W1 una altura H1 y una separación S2 entre ellas predeterminadas como se muestra en las Figuras 4a y 4b.

En una realización particular de esta invención para dichas áreas de unión 41 entre componentes de la viga las bandas 45, con una anchura W comprendida entre 30-150 mm y una altura H comprendida entre 2-25 mm, han sido dispuestas en el área de unión 41 con una separación S1 entre las trazas 43 comprendida entre 20-50 mm. Después del proceso de unión, la anchura se incrementa en aproximadamente un 50% y la altura se reduce en aproximadamente un 50%. Estos resultados muestran que usando un adhesivo de una fluidez adecuada la forma final de las bandas adhesivas puede ser controlada evitando las pérdidas típicas de las uniones adhesivas conocidas.

En realizaciones de la presente invención una unión adhesiva en el área de unión 51 entre, por ejemplo, la concha superior 17 y el ala superior 21 se lleva a cabo disponiendo bandas 55 de un material adhesivo en un estado manejable en fresco siguiendo trazas 53 señaladas en el área de unión 51 del alma del borde de salida 27 con una separación S1 entre ellas como se muestra en las Figuras 5a y 5b y uniendo la concha superior 17 y el ala superior 21 bajo condiciones predeterminadas de presión y temperatura a fin de que dicho adhesivo se cure y dichas piezas se unan. El material adhesivo es capaz de fluir en la etapa de curado de una manera controlada para que el ancho W y la

altura H de las bandas 55 y la separación S1 entre dichas trazas 53 se determinen de manera que al final del proceso de unión las bandas tengan una anchura W1 una altura H1 y una separación S2 entre ellas predeterminadas como se muestra en las Figuras 6a y 6b.

5 En el caso mostrado en las Figuras 6a y 6b no hay separación S2 entre las bandas finales 55. Esto puede ser deseable si una capa continua de adhesivo es necesaria para evitar el pandeo que ocurriría en otro caso en aquellas secciones de la concha sin adhesivo. Pero también es posible el
10 diseño de la unión entre conchas y alas de vigas con bandas 55 con una anchura W y una separación S1 entre trazas 53 seleccionadas para minimizar el volumen del adhesivo si no hay riesgos de pandeo en las secciones de conchas ubicadas sobre los huecos entre bandas adhesivas debido a, por ejemplo, un
15 diseño especial de las conchas.

 En realizaciones de la presente invención, una unión adhesiva en el área
15 de unión 61 entre, por ejemplo, el borde delantero de la concha superior 17 y el borde delantero de la concha inferior 19 se lleva a cabo de una manera similar al área de unión 41 entre los componentes de la viga.

 Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas
20 modificaciones dentro de su alcance, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, sino por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de unión de una primera y una segunda piezas prefabricadas de una pala de aerogenerador, caracterizado porque comprende
5 las etapas de:

- disponer bandas (45, 55, 65) de un material adhesivo en un estado fresco manejable siguiendo trazas (43, 53, 63) señaladas en un área de unión de una de dichas piezas, siendo capaz dicho material adhesivo de fluir en la fase de curado de una manera controlada, determinando la anchura (W) y la
10 altura (H) de dichas bandas (45, 55, 65) y la separación (S1) entre dichas trazas (43, 53, 63) de modo que una separación predeterminada (S2) entre dichas bandas (45, 55, 65), comprendida entre 0 y 300 mm, se mantenga después de la unión;

- unir ambas piezas bajo condiciones predeterminadas de presión y
15 temperatura.

2.- Un método según la reivindicación 1, en el que el material adhesivo utilizado para disponer dichas bandas (45, 55, 65) se proporciona en uno de los siguientes formatos: cinta, tira, rollo.

3.- Un método según la reivindicación 1, en el que el material adhesivo utilizado para disponer dichas bandas (45, 55, 65) se proporciona en bloques.

4.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el material adhesivo tiene una consistencia en estado fresco que permite que:
25

- dichas bandas (45, 55, 65) mantengan su geometría original cuando no están sometidas a presión;

- la altura de dichas bandas se reduzca en una proporción comprendida entre el 25%-95% de la altura original (H) cuando se les somete a una presión
30 comprendida entre 0,05 y 2 MPa.

5.- Un método según la reivindicación 4, en el que la altura de dichas bandas se reduce en una proporción comprendida entre el 50%-95% de la

altura original (H) cuando se les somete a una presión comprendida entre 0,05 y 2 MPa.

5 6.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la adherencia a cortadura de dicho material adhesivo en estado curado es mayor de 15 MPa.

10 7.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dichas condiciones predeterminadas de presión y temperatura son las siguientes:

- la presión está comprendida entre 0,05 y 2 MPa;
- la temperatura está comprendida entre 40°C y 100°C.

15 8.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que dicho material adhesivo es un material adhesivo de un solo componente seleccionado entre uno de los siguientes: poliuretano, resinas epoxi, ésteres de vinilo o metacrilato.

20 9.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que en estado fresco:

- dichas bandas (45, 55, 65) tienen una anchura (W) comprendida entre 30-150 mm y una altura (H) comprendida entre 2-40 mm;
- la separación (S1) entre dichas trazas (43, 53, 63) está comprendida entre 20-300 mm.

25

10.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que:

- dichas primera y segunda piezas prefabricadas son paneles 27, 21; 27, 23; 25, 21; 25, 23) de una viga (15) de la pala;
- dichas bandas (45) tienen una altura (H) comprendida entre 2-25 mm;
- 30 - la separación (S1) entre dichas trazas (41) está comprendida entre 20-50 mm.

11.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dicha primera pieza pertenece a una viga (15) de la pala y dicha segunda pieza es una concha (17, 19) de la pala.

- 5 12.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que:
- dichas primera y segunda piezas prefabricadas son conchas (17,19) de la pala;
 - dichas bandas (65) tienen una altura (H) comprendida entre 2-25 mm.
 - la separación (S1) entre dichas trazas (63) está comprendida entre 20-
- 10 50 mm.

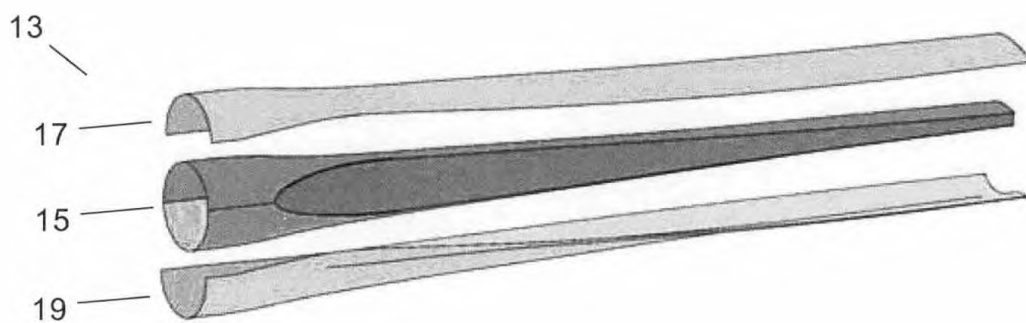


FIG. 1a

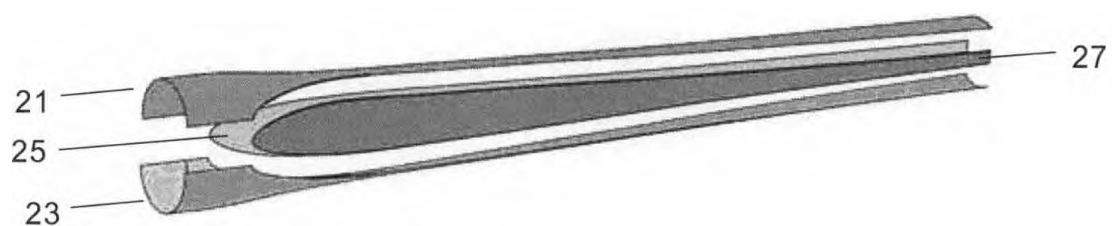


FIG. 1b

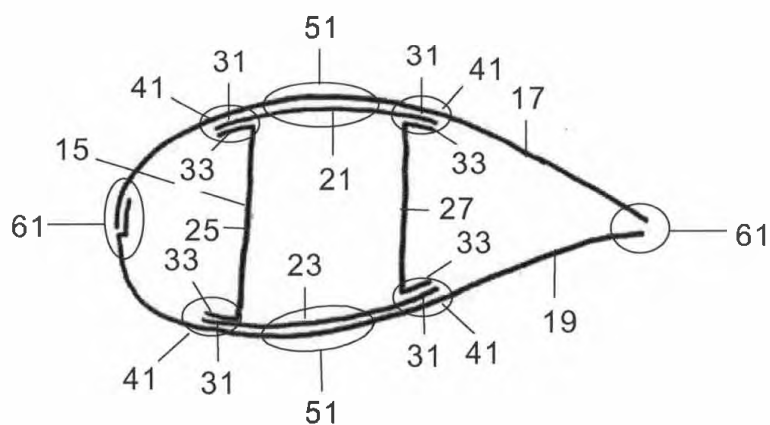


FIG. 2

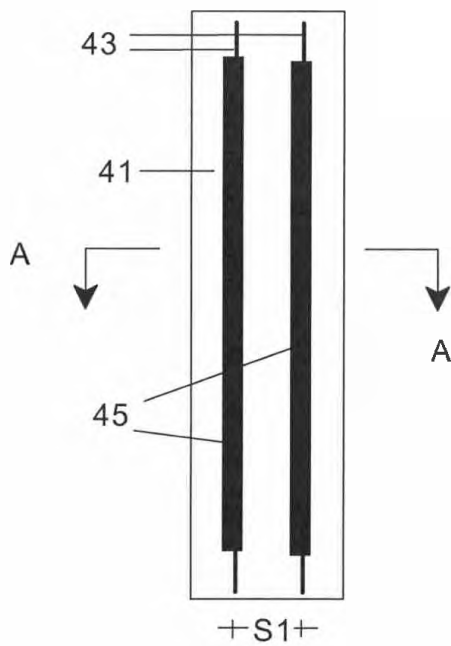


FIG. 3a



FIG. 3b

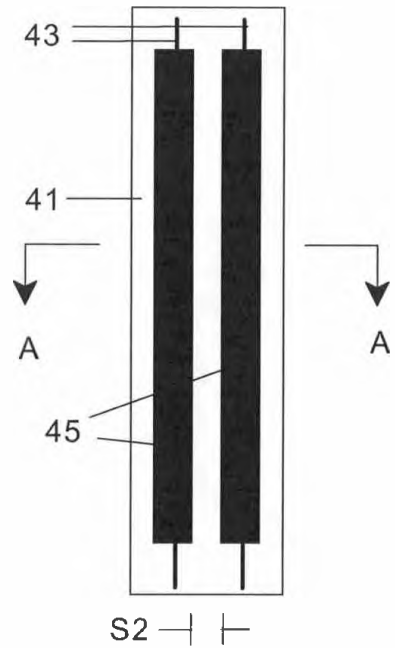


FIG. 4a



FIG. 4b

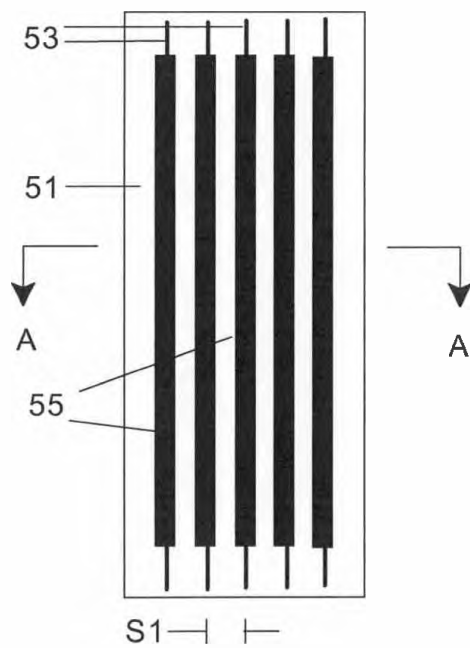


FIG. 5a

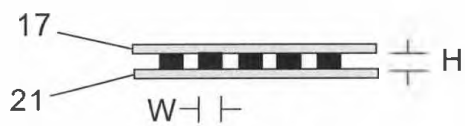


FIG. 5b

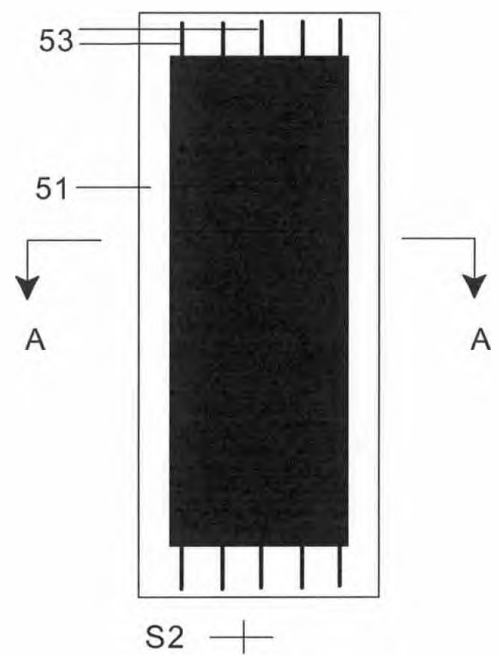


FIG. 6a



FIG. 6b

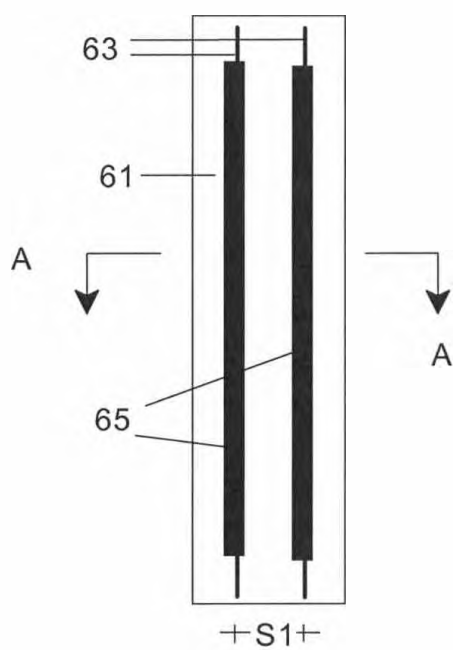


FIG. 7a

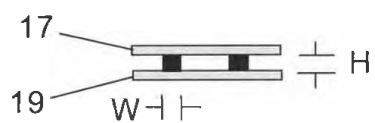


FIG. 7b

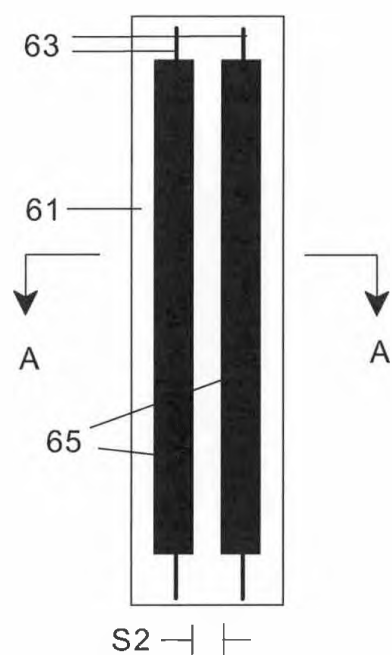


FIG. 8a

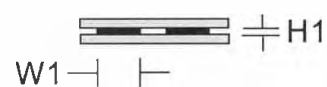


FIG. 8b