



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 660**

51 Int. Cl.:  
**H01Q 1/42** (2006.01)  
**B64D 45/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05700598 .5**  
86 Fecha de presentación : **24.01.2005**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1709705**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **11.10.2006**

54 Título: **Desviador de rayos para conducir la corriente eléctrica provocada por el rayo y método de fabricación del mismo.**

30 Prioridad: **23.01.2004 DK 2004 00094**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2008**

73 Titular/es: **LM GLASFIBER A/S**  
**Rolles Moellevej 1**  
**6640 Lunderskov, DK**

72 Inventor/es: **Dahl, Morten;**  
**Lilleheden, Lars, Tilsted y**  
**Hansen, Lars, Bo**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 297 660 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

Desviador de rayos para conducir la corriente eléctrica provocada por el rayo y método de fabricación del mismo.

La presente invención se refiere a un método de fabricación de un desviador de rayos para conducir una corriente eléctrica provocada por un rayo y para ser colocado sobre estructuras tales como alas de turbinas eólicas, componentes de aviones, cúpulas y similares, con el propósito de proteger frente a rayos. La presente invención se refiere además al diseño de una banda de desviación de rayos.

### Antecedentes de la invención

El creciente desarrollo en el sector de las plantas de energía eólica se refleja en unidades grandes con torres cada vez más altas y palas más largas que dan lugar a un mayor riesgo de ser alcanzadas por un rayo. Las plantas típicamente están protegidas frente a impactos de rayos, de manera que se atrae una posible corriente del rayo y se conduce a tierra de una manera controlada a efectos de que no dañe los elementos sensibles de la planta de energía eólica. Uno de los métodos más populares para proteger frente a rayos es la instalación de uno o más de los llamados receptores de rayos, que son elementos conductores y que están situados, por ejemplo, en la punta de la pala, y están conectados a cables conductores internos en las palas. Esto se conoce a partir del documento EP 0783629, por ejemplo.

Un método similar se ha descrito en el documento US 6457943 según el cual se construye una pala de turbina eólica con partes largas de material de fibra de carbono en toda la longitud de la pala. Las fibras de carbono, que son conductoras, actúan, de esta manera, como un receptor de rayos y se conduce la corriente del rayo a través del material y en dirección descendente hacia los cables conductores situados en el interior. Así pues, este método se refiere a la construcción de toda la pala, y no sólo requiere el uso de fibras de carbono en las partes largas de la pala, lo cual no siempre es deseable, sino también un grosor específico de las partes de fibra de carbono de manera que el material pueda conducir la corriente del rayo sin ser dañado.

Normalmente, las palas son la parte más larga de la planta de energía eólica y, por tanto, tienen un mayor riesgo de ser alcanzadas por un rayo. Las plantas de energía eólica están ubicadas, por ejemplo, en el mar en gran número, en forma de granjas de molinos de viento, resultando en el hecho de que el servicio y el mantenimiento se vuelven bastante caros y complejos debido a las condiciones atmosféricas y a las difíciles condiciones de acceso. La sal del aire se deposita, por ejemplo, en las palas, volviéndolas de esta manera conductoras, lo que de nuevo aumenta el riesgo de que sean alcanzadas por un rayo.

En el documento WO 01/77527 se sugiere encolar o pegar bandas de tiras de cobre sobre las palas y conectar las tiras a los receptores. Se pretende que las tiras conduzcan una corriente de rayo a un receptor, desde el que se puede conducir a tierra a través de un cable. Esto implica que las tiras tengan suficiente conductividad a efectos de ser capaces de soportar una corriente de rayo que puede superar los 50 kA. Las tiras se deben cambiar después de que sean alcanzadas por un rayo, debido al daño provocado por el fuerte calentamiento resultante de la corriente del rayo,

lo que no sólo significa controlar la planta de energía eólica y el paro técnico durante el cambio, sino también un gran gasto. Además, también existe el riesgo de que las tiras se aflojen y, en consecuencia, afecten negativamente a las propiedades aerodinámicas de la pala. Por otra parte, las tiras deben estar hechas de un material pesado, dando como resultado un peso extra no deseado sobre la pala. Uno de los problemas cuando se diseñan palas largas es disminuir el peso, dado que el peso por sí mismo no sólo hace que las palas sean más pesadas, sino también el núcleo, la góndola y la torre.

Los aviones también están expuestos a impactos de rayos y, por tanto, deben ser protegidos de los mismos. Los aviones están equipados con instalaciones de radar, por ejemplo, en conexión con la navegación, que a menudo están situadas en la proa del avión a efectos de que estén orientados hacia adelante. Cuando el equipo de radar está situado en la proa del avión, la proa no está hecha de aluminio como el resto del avión. Preferentemente, se fabrica de cierto material plástico, dado que de otra manera el radar sería incapaz de ver a través de la proa. La proa también debe ser protegida frente a impactos de rayo, pero se debe realizar de manera específica a efectos de no interferir con el radar. Desde los años 60, se conoce la idea de proteger frente a rayos por medio de las llamadas bandas de desviación de rayos, que pueden tener distintas formas. Se puede observar un ejemplo en el documento US 4237514, en el que se encola una base, provista con polvo de aluminio, en bandas a la proa de los aviones, por ejemplo.

El polvo de aluminio no constituye un conductor continuo, sino partículas conductoras bastante fraccionadas o segmentadas. Cuando estas partículas metálicas y conductoras se exponen a un fuerte campo eléctrico, como resultado de ser alcanzadas por un rayo, tiene lugar un cortocircuito entre las partículas, y se crea un canal conductor ionizado en el aire sobre las partículas por el que se puede conducir la corriente del rayo a, por ejemplo, alguna parte metálica del avión. En lugar del polvo de aluminio, el documento US 4506311 describe piezas metálicas en forma de botón o de diamante, que se incorporan de manera separada a una base en forma de cinta. Tanto las cintas como las bandas están destinadas a ser instaladas en el exterior de la proa del avión, sobre la que se sitúan simétricamente de manera radial desde la punta de la proa. Dicha posición proporciona una buena protección, pero al mismo tiempo da lugar a una perturbación aerodinámica. Además, estas bandas tienen los inconvenientes de no durar mucho, dado que los segmentos se arrancan fácilmente de la base en la que están incorporados, debido tanto al impacto del rayo como al simple desgaste. Por tanto, estas cintas a menudo necesitan ser renovadas cuando han sido expuestas al impacto de un rayo. No obstante, en muchas aplicaciones esto es muy costoso y poco práctico. Además, se observa que las bandas de desviación según el documento US 4506311 tienen el problema de que la corriente del rayo puede saltar desde la parte inferior de los segmentos al siguiente segmento, lo cual aumenta el riesgo de que la corriente salte a la estructura, que se debería proteger mediante el desviador. Otro inconveniente es que es difícil fijar las bandas a las superficies sin estirar involuntariamente un poco las bandas o cintas, variando por tanto de esta manera las distancias entre los segmentos. Esto varía de nue-

vo la capacidad de despegado de la banda, a la vez que provoca pequeñas aberturas en el material por las que puede penetrar el agua y comenzar el deterioro del mismo.

#### Objetivo y características de la invención

Por tanto, es un objetivo de la presente invención dar a conocer una banda de desviación segmentada con mayor vida útil que los modelos existentes y con tan poca capacidad de despegado como sea posible para ser un conductor de rayo eficaz y aún, al mismo tiempo, ser sencilla y fácil de colocar, incluso sobre superficies curvadas. Es un objetivo adicional describir un método de fabricación de bandas de desviación que es rentable y que, además, ofrece una alta precisión en cuanto a la distancia de separación de los segmentos y a su adhesión a la capa inferior.

La presente invención describe un desviador de rayos para conducir una corriente eléctrica provocada por el rayo y para ser situado sobre estructuras tales como palas de turbinas eólicas, componentes de aviones, radomos y similares, con el propósito de proteger frente a rayos, en el que el desviador comprende una capa de material no conductor de la electricidad con varios segmentos aislados de material conductor de la electricidad, y en el que las partes expuestas de dichos segmentos tienen forma cóncava. De esta manera se obtiene un desviador de rayos en el que las formas cóncavas, al tener una mayor circunferencia, aumentan la conectividad de los segmentos al material no conductor de manera significativa. Esta conectividad prolonga, a su vez, la vida útil del desviador, dado que los segmentos no se arrancan, ni por el desgaste habitual ni por las corrientes del rayo. La buena conectividad asegura además que la corriente provocada por el rayo no acabará en la estructura sobre la que está fijado el desviador y, además, evita la penetración del agua, lo que de otro modo reduciría la vida útil del desviador.

En una realización adicional de la invención un desviador de rayos según lo anterior presenta la forma de una banda. De esta manera la corriente provocada por el rayo puede ser guiada en la dirección de la banda hasta algún tipo de receptor, por ejemplo, conectado a medios de tierra. Además, una banda es fácil de orientar sobre una superficie, según las necesidades específicas.

En otra realización adicional de la invención, un desviador de rayos, según todo o parte de lo mencionado anteriormente, está caracterizado por un número de segmentos aislados que tienen forma de cruz o de estrella. Estas formas son ventajosas dado que su conectividad al material circundante puede ser óptima. Además, se puede controlar convenientemente dónde saltarán las chispas de un segmento al siguiente, por lo que el desviador puede ser diseñado para obtener una tensión de cebado específica óptima. Estas formas hacen posible conseguir un desviador con una tensión de cebado así como una capacidad de despegado bajas, lo que es favorable en la mayoría de aplicaciones. También estas formas son ventajosas dado que la banda de desviación se puede fabricar utilizando el método de fabricación también descrito en esta invención.

En una realización, un desviador de rayos, según la invención, también puede comprender una capa de material que aumenta la rigidez del desviador de rayos en la dirección longitudinal de la banda. De esta manera se obtiene una banda de desviación por me-

dios sencillos, que no puede ser estirada fácilmente en su dirección longitudinal, mediante lo cual se asegura que las distancias entre los segmentos permanezcan invariables durante la aplicación del desviador a las superficies. Esto es importante, dado que estas distancias definen la capacidad de despegado de la banda y, por tanto, un cambio variaría las calidades del desviador en consecuencia.

Un desviador de rayos, según la invención, puede comprender en otra realización una capa más externa de cinta adhesiva de doble cara. De esta manera, se consigue un desviador que está preparado y se puede aplicar fácilmente a una superficie. Esto aumenta adicionalmente la calidad del desviador dado que una buena fijación del desviador a la estructura expuesta es esencial para su funcionamiento y aumenta su vida útil.

Además, la invención se refiere a un desviador de rayos, según parte o todo lo mencionado anteriormente, en el que los segmentos están fabricados preferentemente de metal, tal como acero inoxidable, bronce, cobre, bronce recubierto de níquel o cobre barnizado y/o el material no conductor de la electricidad se fabrica preferentemente a partir de un adhesivo, tal como polímero MS o un material termoplástico o goma. Las ventajas de los mismos son las que se han descrito anteriormente para el método de fabricación.

La invención describe además una pala para una turbina eólica, comprendiendo la pala una estructura de pala de fibra reforzada y medios para conectar a tierra una corriente eléctrica provocada por el rayo, donde la pala está equipada con al menos una banda de desviación según una o más de las realizaciones mencionadas anteriormente. De esta manera se consigue una pala con las mismas ventajas que se han descrito anteriormente para una banda de desviación, según la invención, incluyendo que la pala es capaz de resistir un número de impactos de rayo, dado que la corriente eléctrica provocada por el rayo se conduce por un canal ionizado en el aire por encima de la banda de desviación, teniendo las bandas de desviación, además, bajo peso, no siendo las bandas de desviación propensas a las grietas, etc.

Finalmente, la invención describe un método de fabricación de un desviador de rayos según una o más de las realizaciones mencionadas anteriormente, comprendiendo las etapas de ejecutar una serie de orificios en una placa de material conductor de la electricidad, rellenar dichos orificios al menos parcialmente con uno o más materiales no conductores de la electricidad y, posteriormente, dividir la placa, mediante lo cual se obtiene una capa de material no conductor de la electricidad con varios segmentos aislados de material conductor de la electricidad.

La invención descrita por lo anterior es ventajosa en cuanto a que es posible fabricar una o más bandas de desviación con alta precisión y muy bajas tolerancias. Es posible controlar todos los parámetros importantes del producto tales como las distancias entre los segmentos de la banda de desviación resultante, el área superficial y la calidad de los segmentos, el grosor de la capa de material no conductor debajo de los segmentos y la adhesión de los segmentos al material no conductor, parámetros que son muy importantes para la calidad y efectividad de la banda de desviación final. Al mismo tiempo el método de fabricación según la invención no necesita ninguna instalación o maquinaria especial para su fabricación y es un pro-

ceso considerablemente sencillo y rentable. Además, es sencillo cambiar los parámetros del proceso, por ejemplo fabricar bandas de desviación con formas diferentes de los segmentos o de un grosor diferente.

La invención se refiere además a un método de fabricación de un desviador de rayos según la descripción anterior en el que la placa se divide en bandas. Haciendo que la división de la placa en bandas sea una de las últimas etapas del método de fabricación, se consigue que no sea un número de segmentos aislados el que se tiene que manejar y disponer en el proceso de producción, sino que es una placa con orificios. De esta manera, el posicionamiento de los segmentos en el adhesivo se vuelve un proceso completamente controlado, que en gran medida asegura la calidad de las bandas de desviación finales.

Además, la invención se refiere a un método de fabricación de un desviador de rayos según lo anterior en el que los orificios de la placa se realizan mediante corte, preferentemente mediante corte láser o troquelado. Estos métodos de fabricación son ventajosos dado que son rápidos, aún así es posible cortar los orificios en la placa con el patrón deseado con un alto grado de precisión y con la posibilidad de realizar esquinas tanto afiladas como redondeadas.

En una realización de la invención el material conductor de la electricidad es preferentemente un metal, tal como acero inoxidable, bronce, cobre, bronce recubierto con níquel o cobre barnizado. Los metales, en general, son materiales con buenas propiedades conductoras de la electricidad y, por tanto, son ventajosos. Son preferentes los metales con baja tendencia a la oxidación por el aire circundante. Además, los metales tienen alta resistencia al desgaste al que está sometido una banda de desviación sobre una superficie expuesta.

En otra realización de la invención el material no conductor de la electricidad es preferentemente un adhesivo, tal como un polímero MS o un material termoplástico o goma. Un adhesivo es ventajoso en cuanto a que es posible conseguir una buena conectividad entre los segmentos y el material no conductor. Esto asegura parcialmente que los segmentos permanecerán en su sitio y no se desprenderán o serán arrancados por la corriente del rayo, lo que, de otro modo, disminuiría la funcionalidad de la banda de desviación o incluso la destruiría. Además, los materiales mencionados no son caros y tienen buenas propiedades de fabricación en relación al método de fabricación descrito por la invención. Los adhesivos mencionados también presentan alta flexibilidad, lo que asegura que la banda de desviación resultante se puede aplicar igualmente bien a superficies curvadas o irregulares. También, los materiales mencionados tienen todos buena resistencia a la luz ultravioleta y tanto a altas como a bajas temperaturas, asegurando de esta manera una mayor vida útil. Aún otra ventaja es la posibilidad de teñir el adhesivo según los deseos específicos.

La invención se refiere además a un método de fabricación de un desviador de rayos según la primera descripción, en la que los orificios de la placa se rellenan por lo menos parcialmente presionando la placa hacia abajo en una capa de material no conductor de la electricidad. Esto describe una manera sencilla de incorporar los segmentos en el adhesivo y asegurar que el adhesivo rodee completamente todos los segmentos.

La invención también describe un método de fa-

bricación de un desviador de rayos según lo anterior y en la que el método comprende adicionalmente la aplicación de una capa de material que aumenta la rigidez del desviador de rayos en la dirección longitudinal de la banda y de una capa adicional de material no conductor de la electricidad a la primera capa de material no conductor de la electricidad. Por tanto, se consigue por medios sencillos que la banda de desviación resultante no se estire fácilmente a lo largo de su dirección longitudinal, por ejemplo durante la aplicación de la banda a una superficie. Dicho estiramiento se debe evitar dado que variaría las distancias de un segmento de material conductor al siguiente, variando de esta manera la tensión de cebado y la capacidad de despegado de la banda. Por otra parte, el método de fabricación descrito anteriormente no cambia la capacidad de que la banda de desviación de rayos se pueda aplicar sobre superficies irregulares y no aumenta el coste del proceso de manera significativa.

En una realización de la invención, el método de fabricación de un desviador de rayos tal como se ha descrito anteriormente comprende además la aplicación de una cinta adhesiva de doble cara a la capa más externa de material no conductor de la electricidad. Esta cinta adhesiva de doble cara facilita la aplicación de la banda de desviación de rayos a la superficie que se está protegiendo frente a los rayos. Además, la cinta se puede utilizar durante la fabricación para controlar mejor el proceso guiando la cinta sobre un soporte sólido.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán las realizaciones preferentes de la invención en referencia a las figuras, en las que

la figura 1 muestra una placa de metal con un patrón cortado en la misma para la fabricación de una banda de desviación,

la figura 2 muestra una realización de una banda de desviación tal como se describe en la invención,

la figura 3 ilustra las etapas de un método de fabricación de una banda de desviación,

la figura 4 muestra una banda de desviación con una capa de cinta de doble cara,

la figura 5 muestra las etapas en un método de fabricación adicional de una banda de desviación,

la figura 6 muestra otra realización de una banda de desviación según la invención,

la figura 7 muestra otra realización adicional de una banda de desviación según la invención,

la figura 8 muestra diferentes formas de segmentos para su uso en la banda de desviación,

las figuras 9 y 10 muestran dos diseños de placa diferentes con diferentes patrones para su uso en la fabricación de bandas de desviación,

las figuras 11 y 12 muestran una parte de una pala para una turbina eólica con bandas de desviación sobre la superficie de la pala.

#### Descripción de las realizaciones preferentes

La figura 1 muestra una placa (101) utilizada en la fabricación de un desviador de rayos según la reivindicación 1 tal como se describe a continuación. La placa (101) está hecha de un material con buenas propiedades de conducción de la electricidad, preferentemente un metal tal como acero inoxidable, cobre, bronce o similar. Se cortan varios orificios (102) en la placa (101), por ejemplo, mediante corte por láser o troquelado. Los orificios (102) se aplican en un patrón diseñado de manera que la placa puede ser divi-

dida en una o más bandas (103), tal como muestran las líneas a trazos (104) en las figuras, en las que la banda posteriormente consistirá en varios segmentos (105) separados y no conectados entre sí. La banda (103) no tiene que ser recta necesariamente, sino que puede tener cualquier forma curvada deseada adecuada para su propósito. En la realización de la placa, tal como se muestra en la figura 1, el desviador resultante será una banda con diversos segmentos en forma de cruz. En las figuras 9 y 10 se muestran diferentes patrones.

Antes de que se divida la placa (101), los orificios se rellenan con material no conductor de la electricidad, preferentemente un adhesivo tal como un polímero MS. También podría ser un material termoplástico o goma. Posteriormente este material se vulcaniza. El resultado después de cortar la placa en bandas es una o más bandas de desviación tal como se muestra en la figura 2 en perspectiva y tal como se observa desde el lateral, consistiendo en una capa de material no conductor de la electricidad (201) en la que se sitúan varios segmentos de material conductor de la electricidad (105). En esta realización de la invención los segmentos (105) tienen forma de cruz, lo que es ventajoso dado que, de esta manera, la fijación de los segmentos (105) al material no conductor (201) es óptima. En las siguientes figuras se muestran otras formas. Los segmentos están expuestos en el lado superior y actuarán como atrayentes de rayos. Dado que los segmentos están aislados y no se tocan entre sí, se ionizará el aire por encima de la banda y la corriente del rayo se desplazará por un canal ionizado sobre la banda de desviación. Es importante para la eficacia de la banda de desviación que los segmentos estén completamente cubiertos por material no conductor por su parte inferior, de manera que la corriente provocada por el rayo no pueda desplazarse en dirección descendente hacia la estructura. También las esquinas (202) considerablemente afiladas en el extremo de las cruces facilitan el salto de la corriente del rayo de un segmento al siguiente. Dichas esquinas reducen de esta manera la tensión de cebado así como la capacidad de despegado de la banda. Por otra parte, las esquinas interiores en las cruces (203) se redondean a efectos de minimizar el riesgo de formación de grietas a partir de las mismas.

La forma de los segmentos en una banda de desviación también puede variar a lo largo de la longitud de la banda. Otro parámetro de dimensionado de una banda de desviación es la distancia o separación (204) entre los segmentos. Cuanto menor sea la distancia más baja será la tensión de cebado de la banda. Por tanto, una distancia pequeña será ventajosa. Por otra parte, una distancia demasiado pequeña puede dar como resultado que la corriente del rayo se desplace a través de la banda, lo que se debe evitar. En una realización de la invención se varían las distancias entre los segmentos (204) a lo largo de la longitud de la banda que comienza la ionización deseada del aire por encima de la banda de desviación antes que si los segmentos estuvieran todos situados con las mismas distancias de separación. Dicha variación da como resultado, además, una banda de desviación con una mayor vida útil. Los tamaños de las distancias entre los segmentos (204) se encuentran en el rango de 0,1 a 5 mm, preferentemente 0,3 a 1,5 mm.

Un método de fabricación de la banda de desviación descrita se ilustra en la figura 3 tal como se ob-

serva en una vista en sección transversal. Consiste en la aplicación de una capa (301) de material aislante o no conductor de la electricidad a una superficie plana (302). Si se utiliza un polímero MS, la fabricación se lleva a cabo con herramientas en caliente a efectos de controlar mejor los procesos. Posteriormente, una placa (101) con un número de orificios (102) en un patrón tal como el que se muestra en la figura 1 simplemente se coloca en la parte superior de la capa de material aislante permitiendo al adhesivo rellenar los orificios al menos parcialmente aplicando una ligera presión a la placa, por ejemplo, presionándola hacia abajo en el adhesivo tal como se ilustra mediante las flechas (303). Es importante para la eficacia del desviador asegurar que la placa se encuentra completamente cubierta por el material aislante (301) de la parte inferior. En una realización del método, la placa (101) se pule y se decapa antes de su uso a efectos de mejorar adicionalmente la conexión entre la placa (101) y el adhesivo (301). En una realización adicional del método de fabricación aún se aplica una capa delgada del adhesivo en la parte superior de la placa metálica a efectos de asegurar que los segmentos están completamente rodeados por el adhesivo o embebidos en el mismo. Posteriormente se deja que el material se endurezca o vulcanice. Si se utiliza un polímero MS se vulcanizará por medio de la humedad del aire. Posteriormente, la superficie se pule, de manera que la superficie de la placa de metal está expuesta y abierta a los elementos y se encuentra libre para atraer rayos. En una realización del método de fabricación la superficie además, se lava y se enjuaga de manera que se encuentra totalmente libre de cualquier polvo del pulido, y entonces el centro de cada banda se cubre con una cinta para proteger la superficie limpia (no mostrado en la figura). Posteriormente el producto se divide en bandas alargadas, por ejemplo, mediante corte, y entonces las bandas están listas para ser aplicadas a las estructuras a proteger frente a rayos. La cinta que protege los segmentos pulidos y limpios se retira cuando la banda de desviación se ha fijado a la estructura expuesta. Debido a la flexibilidad del material no conductor de la electricidad, la banda se puede fijar fácilmente con una buena conectividad sobre las superficies curvadas de las estructuras. Además, la flexibilidad de las bandas asegura que la banda puede seguir las deformaciones y el funcionamiento de la estructura sobre la que se encuentra fijada, de manera que se prolongan la eficacia y la vida útil de la banda de desviación. La fabricación también se puede invertir en el sentido en que la superficie superior resultante está orientada hacia abajo durante la fabricación. Posteriormente la placa (101) se tiende primero junto a la superficie plana (302) y entonces se aplica la capa de material no conductor (301) tanto para rellenar los orificios (102) de la placa (101) como para formar la capa que aísla los segmentos de la estructura en la banda de desviación resultante.

A efectos de facilitar la fijación de la banda de desviación a las estructuras, se puede fijar una capa de cinta adhesiva de doble cara (401) a la parte inferior del desviador. Dicha banda de desviación (103) se muestra en la figura 4. Durante la fabricación, la cinta adhesiva se puede aplicar como una primera etapa y posteriormente se aplica la capa de material no conductor en su parte superior, etc., tal como se ha descrito anteriormente.

En otra realización del método según la invención

ilustrado en la figura 5, el desviador comprende además un tejido (501) debajo de la placa de metal (101). Entonces, el método consiste en las siguientes etapas: aplicar la cinta de doble cara (401) (opcionalmente), aplicar una capa de adhesivo (301). Posteriormente se aplica el tejido (501) y después una capa adicional de adhesivo (502) seguida por la aplicación de presión en la placa de material conductor (101) suavemente en el adhesivo (502). Finalmente, se puede aplicar una capa delgada final de adhesivo (no mostrada) sobre la placa para asegurar el relleno completo de los orificios (102) de la placa. Posteriormente se deja vulcanizar el producto y después la superficie superior se pule para que los segmentos queden expuestos y se limpia. Tal como se ha descrito anteriormente, también se puede aplicar una cinta para proteger las superficies de los segmentos. Finalmente la placa combinada se divide o se corta en bandas. El tejido (501) puede ser, por ejemplo, un fino tejido de vidrio. El tejido (501) sirve para hacer que la banda no se estire en su dirección longitudinal para asegurar que la separación de los segmentos y, por tanto, la capacidad de despegado de la banda se mantengan invariables durante la manipulación y la fijación de la banda de desviación. Por otra parte, el tejido (501) no altera la flexibilidad de la banda y su capacidad de estar conectado de manera óptima a superficies de estructuras curvadas e irregulares.

Las figuras 6-8 ilustran diferentes formas de los segmentos (105) del material conductor en las bandas de desviación (103) según la invención. Las partes expuestas de los segmentos (105) tienen una forma cóncava tal como, por ejemplo, una forma en forma de cruz, como en la figura 6, una forma de estrella, forma de "pie de gallina" (tal como se esquematiza en la figura 7), o forma de patata. En la figura 8 se ilustran diferentes realizaciones. La forma de los segmentos en una banda de desviación también puede variar a lo largo de la longitud de la banda. Su forma cóncava (o no convexa) aumenta la fijación entre el segmento (105) y el material no conductor (201) circundante, parcialmente debido a la mayor circunferencia de los segmentos. Tal como se ha descrito anteriormente, una esquina (preferentemente afilada) es ventajosa cuando un segmento es el más cercano a su segmento adyacente, dado que a este será donde salte la corriente desde un segmento al siguiente. De esta manera, dicha esquina disminuirá la tensión de cebado de la banda. Otro parámetro de dimensionado de una banda de desviación es la distancia o separación entre los segmentos. Cuanto menor sea la distancia, menor será la tensión de cebado de la banda. Por tanto, una distancia pequeña es ventajosa. Por otra parte, una distancia demasiado pequeña puede dar como resultado que la corriente del rayo se desplace a través de la banda, lo que se debe evitar. En una realización de la invención, las distancias entre los segmentos varían a lo largo de la longitud de la banda, que inicia la ionización deseada del aire por encima de la banda de desviación antes que si los segmentos estuvieran todos situados con las mismas distancias de separación. Dicha variación da como resultado, además, una banda de desviación con una mayor vida útil. En una realización adicional de una banda de desviación los segmentos se extienden un poco desde el material no conductor circundante, actuando de esta manera como atrayentes más visibles

de rayos.

La figura 9 y 10 muestran otras dos posibilidades de diseño para la placa conductora (101) a utilizar en la fabricación de la banda de desviación tal como se ha descrito anteriormente. Únicamente se muestran partes de las placas. Las placas se rellenan al menos parcialmente de alguna manera con un material no conductor y posteriormente se dividen en bandas tal como se muestra mediante las líneas a trazos (104). El patrón de los orificios (102) en ambas placas es tal que las bandas de desviación (103) resultantes contendrán segmentos (105) separados en forma de cruces en ambas figuras pero orientadas de manera diferente.

La figura 11 muestra una pala para una turbina eólica, que comprende una estructura (1001) de pala con refuerzos (1002). La estructura (1001) de pala comprende una superficie exterior (1003), que está equipada con bandas de desviación (103). Las bandas de desviación (103) se sitúan en longitud y están unidas a cables de conducción a tierra. Las bandas de desviación (103) de la figura 11 están situadas de manera radial desde un receptor (1005), que está conectado a los cables conductores (no mostrados), que se pueden conectar a tierra. Las bandas de desviación (103) pueden disponerse principalmente de forma transversal a la pala (1001) entre el borde delantero y el borde de cola de la pala, o pueden estar situadas en forma de estrella tal como se esquematiza en la figura. En la realización de la figura 11, las bandas de desviación (103) tienen un efecto de antena con cualquier fibra conductora, que podría estar presente en la estructura de pala (1001).

La figura 12 muestra una pala para una turbina eólica, que comprende una estructura de pala (1001) con refuerzos (1002). La estructura de pala (1001) comprende una superficie exterior (1003) que está equipada con bandas de desviación (103). Las bandas de desviación (103) se sitúan en longitud y en forma radial desde un receptor (1005), que está conectado a los cables conductores (no mostrados), que pueden estar conectados a tierra. En la figura 12, las bandas de desviación (103) están dispuestas principalmente de forma transversal a la pala (1001) entre el borde delantero y el borde de cola de la pala. En una realización, la estructura de pala comprende dos laminados (1101) principales, que contienen fibras conductoras, tales como fibras de carbono o fibras de acero. El laminado principal superior (1101) tiene una anchura tal como se indica mediante las líneas a trazos (1102). Tal como se ilustra, una banda de desviación (103) se extiende desde un receptor (1005) y a través de un laminado principal (1101), de manera que está protegida frente a un impacto de rayo dado que se consigue el efecto antena mediante la banda de desviación. En la realización ilustrada el receptor (1005) se sitúa a una distancia del laminado principal (1101).

Se debe observar que las realizaciones anteriormente mencionadas ilustran la invención en lugar de limitarla y que los expertos en la técnica serán capaces de diseñar realizaciones alternativas sin desviarse del alcance de la invención tal como se describe en las reivindicaciones adjuntas. La invención se puede implementar por medio de hardware que comprende diversos elementos distintos y por medio de un ordenador programado de manera adecuada.

## REIVINDICACIONES

1. Desviador de rayos para conducir la corriente eléctrica provocada por el rayo y para ser situado sobre estructuras tales como palas de turbinas eólicas, componentes de aviones, cúpulas y similares con el propósito de proteger frente a rayos, donde el desviador comprende una capa de material no conductor de la electricidad (201) con varios segmentos aislados de material conductor de la electricidad (105) y en el que el desviador está **caracterizado** porque las partes expuestas de dichos segmentos tienen forma cóncava.

2. Desviador de rayos, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el desviador tiene forma de banda (103).

3. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado** porque un número de segmentos aislados (105) tienen forma de cruz.

4. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** porque un número de segmentos aislados (105) tienen forma de estrella.

5. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque comprende una capa de material (501) que aumenta la rigidez del desviador de rayos en la dirección longitudinal de la banda (103).

6. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado** porque comprende una capa más externa de cinta adhesiva de doble cara (401).

7. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado** porque los segmentos (105) están hechos preferentemente de metal.

8. Desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado** porque el material no conductor de la electricidad (201) está hecho preferentemente de adhesivo.

9. Pala para una turbina eólica, comprendiendo la pala una estructura de pala (1001) de fibra reforzada y medios para conectar a tierra una corriente eléctrica provocada por un rayo, donde la pala está equipada con al menos una banda de desviación (103), según cualquiera de las reivindicaciones 1-8.

10. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el método comprende las etapas de:

- realizar una serie de orificios (102) en una placa (101) de un material conductor de la electricidad,

- rellenar dichos orificios (102) al menos parcialmente con uno o más materiales no conductores de la electricidad,

- dividir la placa (101)

consiguiendo de esta manera una capa de material no conductor de la electricidad (201) con una serie de segmentos aislados de material conductor de la electricidad (105).

11. Método de fabricación de un desviador de rayos, según la reivindicación 10, en el que la placa se divide en bandas (103).

12. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-11, en el que los orificios (102) de la placa (101) se realizan mediante corte, preferentemente mediante corte por láser.

13. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-11, en el que los orificios (102) de la placa (101) se realizan mediante troquelado.

14. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en el que el material conductor de la electricidad preferentemente es un metal.

15. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-14, en el que el material no conductor de la electricidad preferentemente es un adhesivo.

16. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-15, en el que los orificios (102) de la placa (101) se rellenan al menos parcialmente presionando la placa (101) en una capa de material no conductor de la electricidad (201).

17. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-16, en el que el método comprende además la aplicación de una capa de material (501) que aumenta la rigidez del desviador de rayos en la dirección longitudinal de la banda (103) y de una capa adicional de material no conductor de la electricidad (502) a la primera capa de material no conductor de la electricidad (301).

18. Método de fabricación de un desviador de rayos, según cualquiera de las reivindicaciones 10-17, en el que el método comprende, además, la aplicación de una cinta adhesiva de doble cara (401) a la capa más externa de material no conductor de la electricidad.

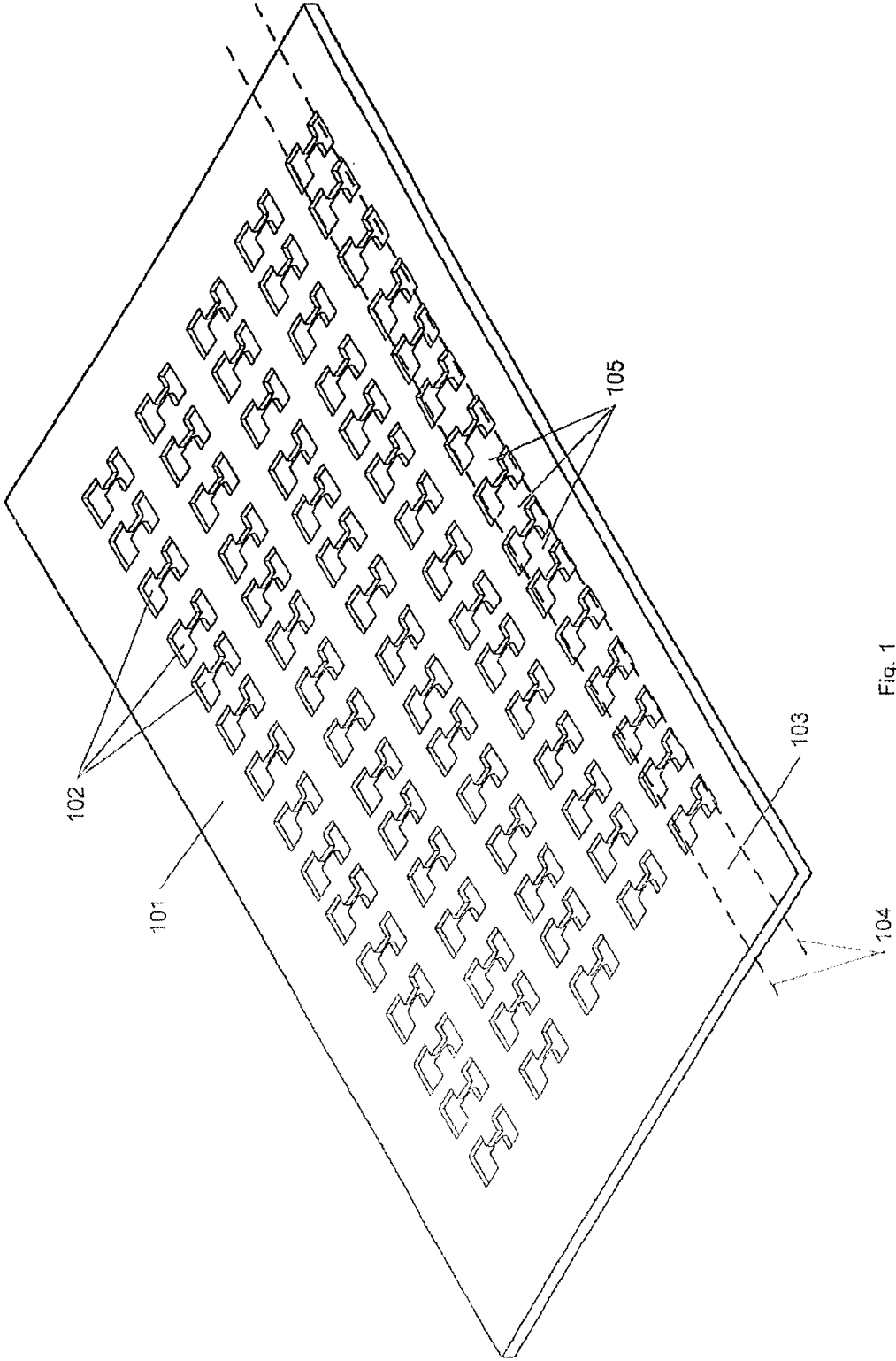
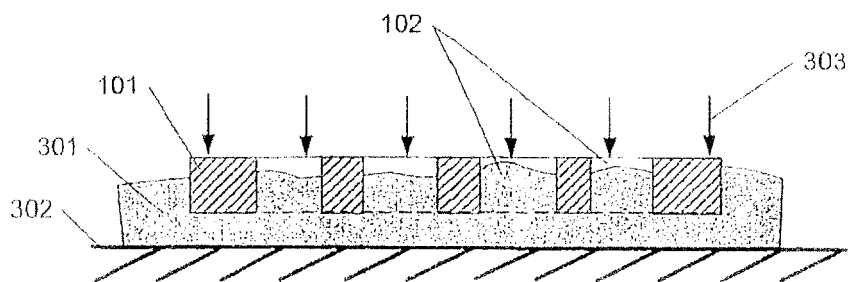
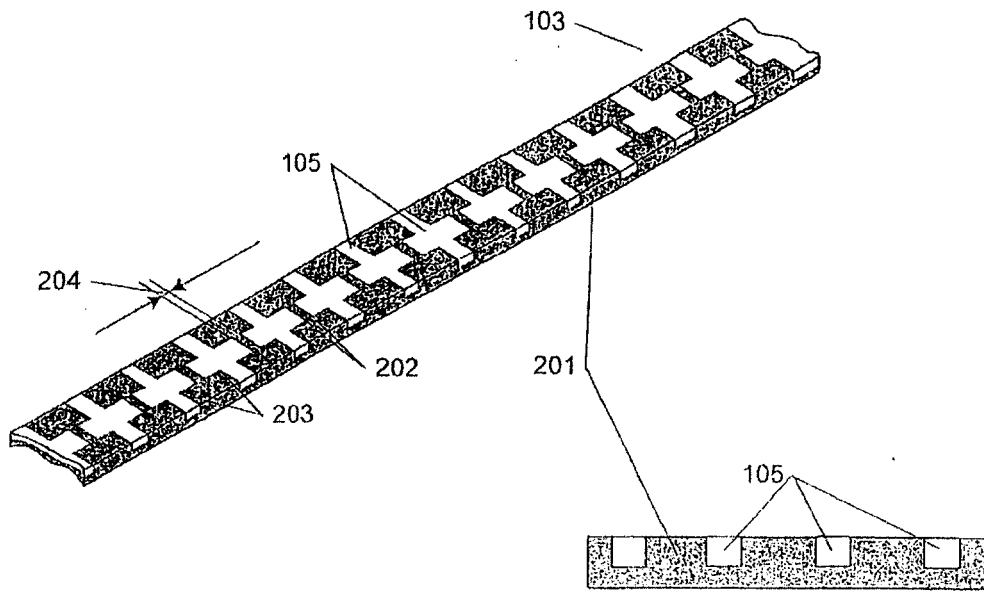


Fig. 1



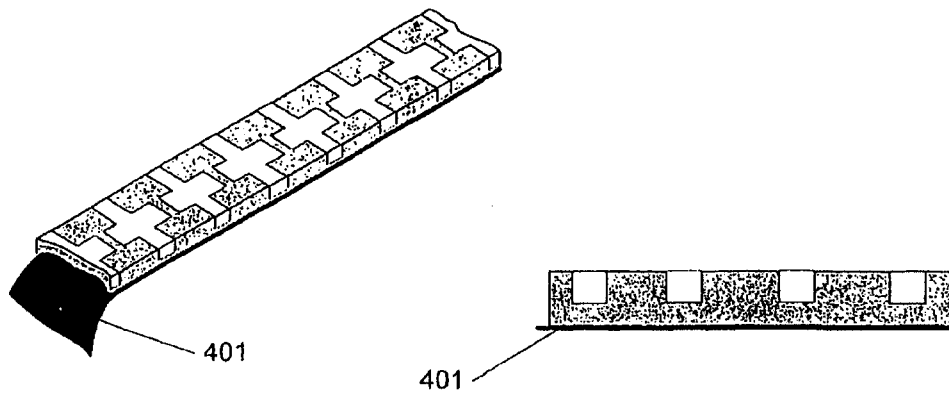


Fig. 4

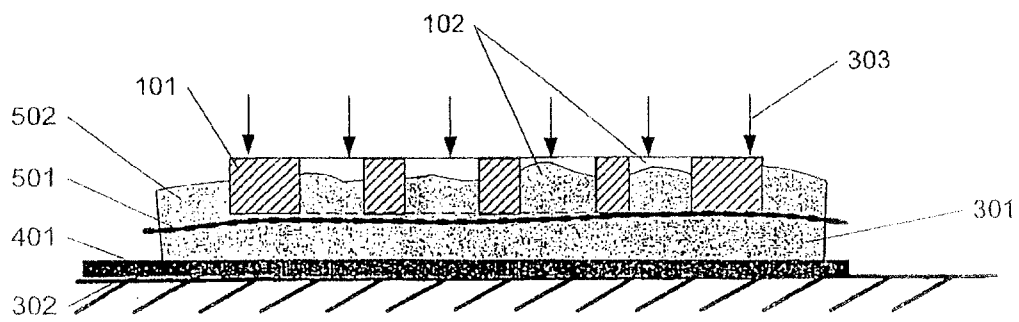


Fig. 5

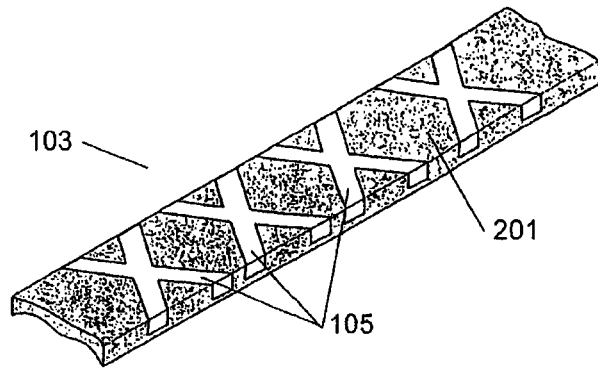


Fig. 6

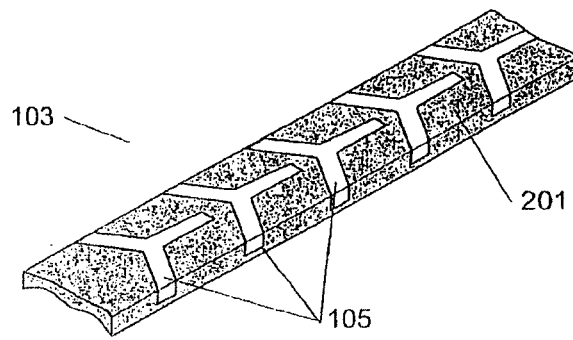


Fig. 7

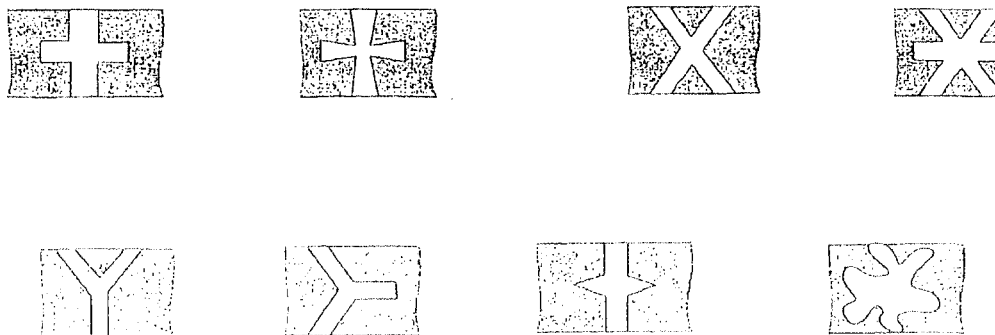


Fig. 8



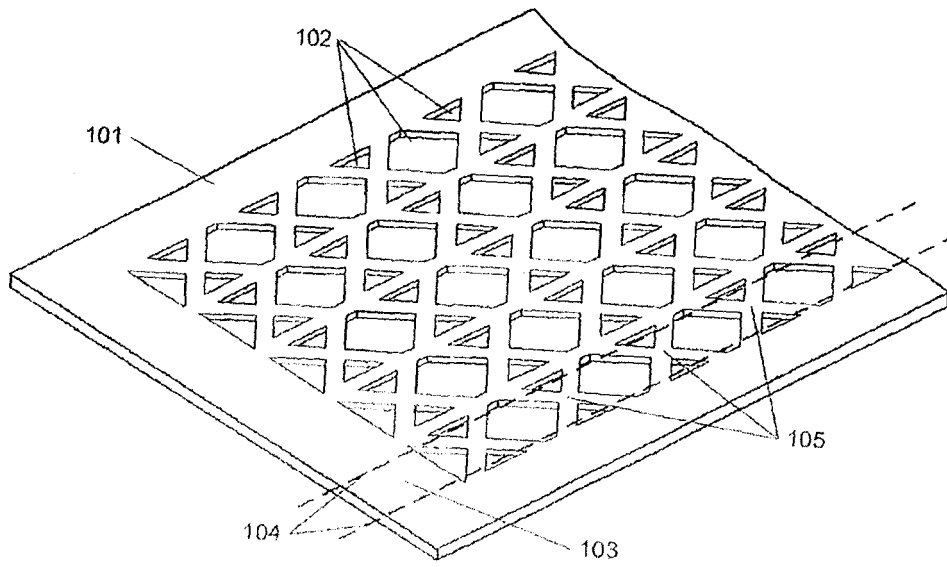


Fig 10

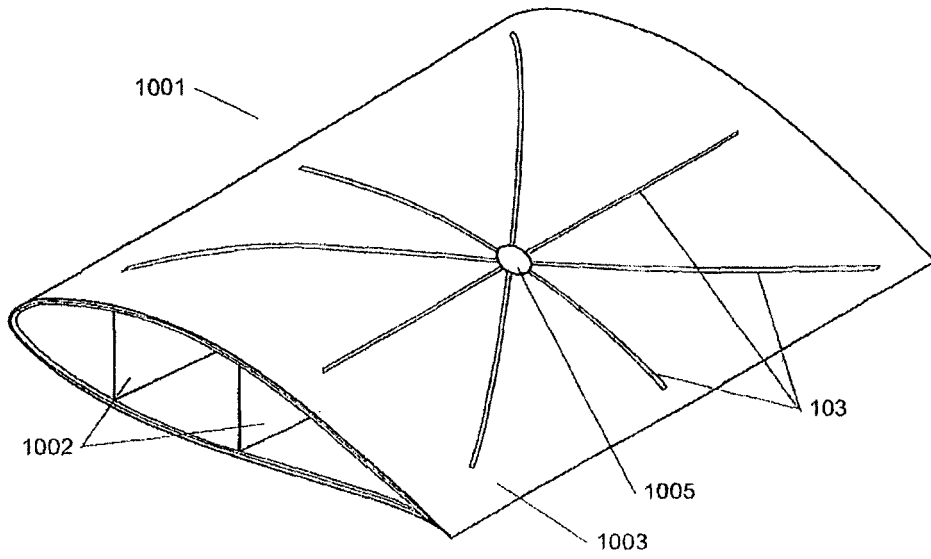


Fig. 11

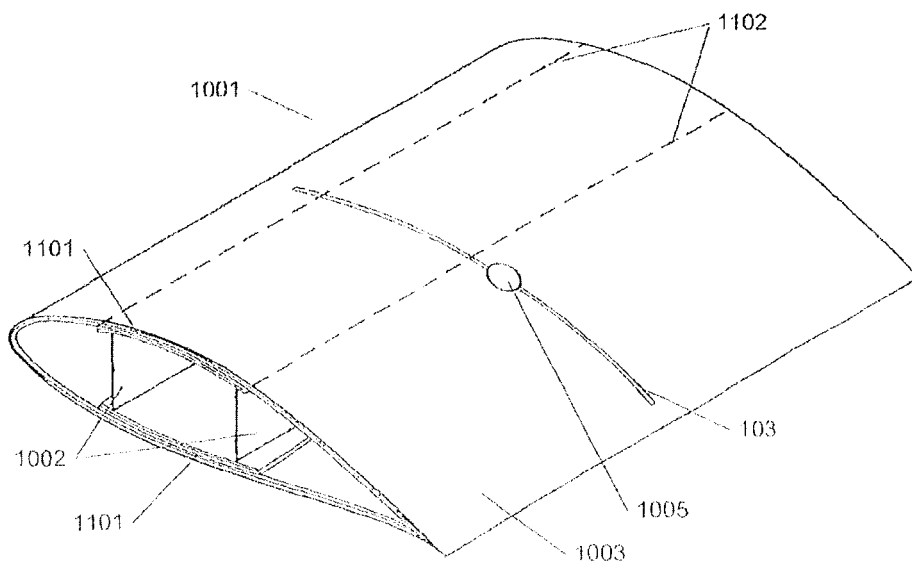


Fig. 12