

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 519 365**

51 Int. Cl.:

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2011 E 11754648 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 2612081**

54 Título: **Aparato y procedimiento para eliminar el polvo y otros contaminantes particulados de un dispositivo para recoger radiación solar**

30 Prioridad:

03.09.2010 DE 102010044311

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

06.11.2014

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27C
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**ROGALLA, SÖNKE;
BURGER, BRUNO;
HOPF, BORIS y
BIRYUKOV, SERGEY**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 519 365 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

Aparato y procedimiento para eliminar el polvo y otros contaminantes particulados de un dispositivo para recoger radiación solar.

5

[0001] Las realizaciones de la presente invención se refieren al campo de la generación de energía solar, más específicamente a un enfoque para evitar o reducir la contaminación de los colectores solares por parte de partículas no deseadas, por ejemplo, polvo u otros contaminantes. Más específicamente, las realizaciones de la invención se refieren a un aparato y a un procedimiento que permiten eliminar partículas no deseadas de una superficie de los

10

[0002] La contaminación de los dispositivos para recoger la radiación solar por parte de polvo u otras partículas no deseadas es un grave problema para la generación de energía solar. La eficiencia de los dispositivos solares se degradará en gran medida por la deposición de dichas partículas ya que reducen la cantidad de luz que puede llegar al elemento de recogida de radiación solar. La acumulación de polvo u otras partículas no deseadas (a continuación denominado como "polvo" o "partículas de polvo") sobre los paneles fotovoltaicos y las ventanas ópticas de los sistemas CPV, sobre espejos de concentración y tuberías de las centrales solares termoeléctricas y otros tipos de colectores y receptores solares causa pérdidas debido a la absorción, reflexión o dispersión de la luz. La reducción de la producción de energía puede ser muy elevada, llegando al 50 o más, dependiendo de la ubicación y la tecnología. Para áreas muy grandes de colectores solares, la degradación de sus propiedades ópticas puede llegar a ser prácticamente irreversible sin una limpieza regular, debido al proceso, conocido como "ensuciamiento" (el fenómeno de la mineralización superficial, causada por la interacción de las partículas de polvo con agua, por ejemplo el rocío, sobre la superficie). Las mejores zonas de la tierra para la colocación de los generadores de energía solar son las regiones áridas o semiáridas, debido a la alta cantidad de irradiación, sin embargo, lamentablemente, estas regiones también son las zonas con mayor concentración media de polvo y con la mayor frecuencia de tormentas de polvo. Naturalmente, también en otras regiones de la tierra el polvo puede acumularse sobre una superficie de un panel solar, reduciendo el rendimiento energético. La acumulación de polvo en los colectores solares tiene un impacto negativo en la economía de la producción de energía solar. Por lo tanto, son necesarios enfoques para eliminar o evitar la contaminación de las superficies de los colectores solares por partículas de polvo.

30

[0003] Un enfoque convencional es limpiar las superficies de los colectores solares regularmente usando agua y/o elementos mecánicos como cepillos. Sin embargo, el agua es un recurso escaso y muy costoso, especialmente en las regiones que se han mencionado anteriormente, donde los colectores solares demuestran la mejor eficiencia. Los cepillos tampoco son deseables, ya que pueden producir daños en las superficies de los colectores solares, por ejemplo rasguños o similar, reduciendo de nuevo la eficiencia. Además, pueden producirse problemas con la garantía. Además, dichos procedimientos convencionales necesitan energía para generar el agua desmineralizada que es necesaria para la limpieza de los paneles solares con el fin de evitar la deposición de minerales en el agua sobre la superficie. Adicionalmente, para mantener áreas muy grandes del colector limpias, y por lo tanto las pérdidas de potencia en un nivel aceptable, se requiere una gran cantidad de mano de obra y tiempo.

35

40

[0004] Por lo tanto, en la técnica se han investigado técnicas adicionales para permitir la eliminación del polvo de las superficies de los colectores solares. Un enfoque es un procedimiento sin contacto que se basa en la aplicación de un campo eléctrico a la superficie del colector solar.

45

[0005] En cuanto a lo que se conoce por los inventores, la primera patente directamente relacionada con la aplicación de un campo eléctrico para la protección de las superficies de un se registró en Israel en 1999 (véase la patente Israelí N° 116489 "Method and Apparatus for Dust Removal from Surfaces", otorgada el 17 de agosto de 1999 - véase también la patente de Estados Unidos 6.076.216 A, "Apparatus for Dust Removal from Surfaces" del 20 de junio de 2000). En esta patente se describe un procedimiento para la eliminación del polvo de la superficie dieléctrica de un colector solar por medio de un campo eléctrico de alta tensión (AT). Se han considerado diferentes geometrías de las superficies y de los sistemas de electrodos sobre ellas. También se ha considerado una diversidad de esquemas para la alimentación de los electrodos por el potencial de AT. El predecesor de estas patentes fue el sistema de "Cortina Eléctrica", sugerido por S. Masuda para el transporte de materiales particulados (véase Masuda, S., Fujiba-yashi, K., Ishida, K. e Inaba, H. (1972), Confinement and transportation of charged aerosol clouds via electric curtain, Electrical Engineering en Japón, 92: páginas 43-52, doi: 10.1002/ej.4390920106). La alimentación de los electrodos paralelos en el sistema de Masuda se organizó en modos de 0, 1, 2, 3 fases, etc., en forma de una onda viajera. El mismo sistema, denominado "Pantalla Electrodinámica", se presentó más tarde por el documento US 2004/0055632 A1 (véase también el artículo "Self-

50

55

Cleaning Solar Panels..." de Larry Greenmeier del 22 de agosto de 2010 en "Scientific American"), donde se sugirió un revestimiento semiconductor de la superficie.

5 **[0006]** Sin embargo, estos enfoques que usan ondas viajeras son desventajosos, ya que requieren una estructura de control complicada y un elemento de alimentación para permitir la generación de la onda viajera a lo largo de la superficie de una película fina transparente que sujeta los electrodos, que se requiere para causar la carga triboeléctrica de partículas no cargadas inicialmente. Adicionalmente, la composición química de la película transparente debe ser de tal forma que las cargas electrostáticas que quedan sobre ésta tengan una línea de fuga a tierra a través de la superficie de la película y, además, la película debe tener una resistividad suficientemente alta
10 de manera que el campo eléctrico pueda penetrar y proporcionar el transporte de las partículas. Por lo tanto, no sólo los circuitos de control son bastante costosos, sino que dichos enfoques también se limitan a materiales específicos que se suman al coste total del colector solar. La implementación de un enfoque de este tipo requiere un rediseñar al menos una parte del panel fotovoltaico.

15 **[0007]** Es un objeto subyacente de la presente invención proporcionar un enfoque mejorado para permitir la eliminación de partículas no deseadas, como polvo u otros contaminantes particulados de un dispositivo de recogida de radiación solar.

20 **[0008]** Este objeto se consigue mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13.

[0009] Se definen realizaciones ventajosas adicionales de la invención en las reivindicaciones 2-12, 14 y 15.

25 **[0010]** De acuerdo con el enfoque de la invención se evitan los problemas asociados a la técnica anterior que se ha descrito anteriormente. Más específicamente, se proporciona un enfoque sin contacto para limpiar las superficies de los dispositivos de recogida de radiación solar, como células fotovoltaicas, colectores solares o espejos para centrales solares termoeléctricas. Sin embargo, a diferencia de los enfoques de la técnica anterior conocidos en la técnica y usando procedimientos sin contacto en base a los campos eléctricos, que requieren suministros energéticos muy específicos y procedimientos de control, así como materiales muy específicos para los escudos, el
30 alcance de la invención proporciona una solución simplificada que no requiere elementos de control específicos o materiales específicos, sino que pueden mantenerse los materiales que ya se usan en los colectores solares existentes y son factibles suministros energéticos convencionales sin controles específicos. Más específicamente, contrario a los enfoques de la técnica anterior y de acuerdo con el enfoque de la invención, no se usa ninguna "onda viajera", sino que el enfoque de la invención para prevenir la acumulación de polvo y eliminar el polvo de las
35 superficies de los colectores solares, por ejemplo de una superficie dieléctrica, como una placa de vidrio, se consigue aplicando un campo eléctrico entre dos electrodos. Por medio del campo eléctrico, las partículas de polvo se liberan de la superficie y se eliminan por la fuerza electrostática y, además, por influencias externas, como el polvo o la gravedad. El campo eléctrico se genera aplicando una tensión eléctrica entre dos electrodos, donde de acuerdo con las realizaciones de la invención, un electrodo está formado por segmentos conductores en una capa
40 dispuesta por encima y que cubre, al menos en parte, el elemento colector de radiación solar, como, por ejemplo, una o más células solares o una capa reflectante de un colector solar o espejo. El contraelectrodo está formado por el propio dispositivo colector de radiación solar, por ejemplo, por los elementos conductores (como los terminales y conductores) proporcionados para cada célula solar de cualquier modo, o por la capa reflectante del colector solar o el espejo que está formado de un material conductor. Por lo tanto, a diferencia de en los enfoques de la técnica
45 anterior, no hay ninguna onda viajera generada por los electrodos proporcionada en el escudo o en la capa que cubre la superficie de las células solares, sino que se aplica un campo eléctrico, preferiblemente un campo eléctrico de alta tensión, entre dos electrodos, concretamente el primer electrodo formado por la pluralidad de segmentos conductores en la capa que cubre la célula solar, y el segundo electrodo formado por la pluralidad de elementos conductores en el interior del dispositivo para recoger la radiación solar.

50 **[0011]** Entre estos dos electrodos puede proporcionarse un suministro de alimentación adecuado para aplicar la tensión deseada de manera que, excepto para proporcionar este suministro de alimentación y proporcionar segmentos adicionales para definir el primer electrodo en la capa que cubre el elemento colector de radiación solar, no sea necesario ninguna modificación adicional de un aparato existente. Por lo tanto, el enfoque de la invención
55 proporciona una manera fácil de implementar y menos costosa de proporcionar una eliminación fiable del polvo de las superficies de los colectores solares.

[0012] De acuerdo con las realizaciones, el campo eléctrico puede generarse por una tensión que puede ser una tensión en CC o una tensión en CA con cualquier forma de onda deseada. De acuerdo con las realizaciones, se usa

una forma de onda rectangular, una forma de onda senoidal o una forma de onda trapezoidal que tenga una frecuencia y una amplitud de tensión en los intervalos que se han mencionado anteriormente. En general, puede usarse cualquier forma de onda que tenga pulsos positivos y negativos con crecimiento arbitrario y pendientes descendentes y anchuras y pausas arbitrarias. De acuerdo con las realizaciones, se usa una forma de onda trapezoidal como un compromiso entre la forma de onda rectangular y la forma de onda senoidal. Aunque se desean bordes pronunciados en la señal (como se proporciona por la forma de onda rectangular) para un cambio rápido del campo eléctrico, esto puede dar como resultado problemas de interferencias magnéticas (IEM) tras el cambio. Esto puede resolverse usando una forma de onda senoidal, sin embargo, no puede conseguirse ningún cambio rápido del campo. Por lo tanto, como se ha mencionado, se usa la forma de onda trapezoidal, puesto que no tiene bordes tan pronunciados como la forma de onda rectangular, reduciendo de este modo los posibles problemas de IEM, pero más pronunciados que la forma de onda senoidal, permitiendo aún así un cambio lo suficientemente rápido del campo. El electrodo y el contraelectrodo pueden disponerse sobre, por encima, dentro o debajo de la superficie de la capa que cubre las células solares, donde se fija directamente un electrodo a la superficie que se va a limpiar o se coloca al menos justo encima o debajo de la superficie. Las geometrías y disposiciones de los electrodos pueden seleccionarse libremente. Los electrodos pueden fabricarse de cualquier material conductor. De acuerdo con las realizaciones, se usan electrodos en cadena o en malla con conductores finos y, de acuerdo con realizaciones adicionales, puede aplicarse una estructuración específica de los electrodos con el fin de conseguir una concentración del campo eléctrico que puede ser beneficiosa en ciertos entornos.

20 **[0013]** De acuerdo con las realizaciones, los segmentos conductores pueden estar separados entre sí en una distancia de más de 1 mm y menos de 10 cm. Las realizaciones proporcionan los segmentos con una distancia de aproximadamente 1 cm.

25 **[0014]** Ahora se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un aparato para eliminar el polvo de una superficie de un panel fotovoltaico de acuerdo con una realización de la invención;

30 la figura 2 muestra un dispositivo similar al de la figura 1, excepto que los segmentos conductores se disponen como una malla;

la figura 3 muestra un mecanismo autolimpiable para un panel CPV de acuerdo con una realización adicional de la invención;

35 la figura 4 muestra una representación esquemática de un colector solar o espejo de acuerdo con una realización adicional de la invención;

40 la figura 5 muestra una estructura de electrodo que tiene segmentos conductores adicionales que forman un electrodo adicional de acuerdo con una realización de la invención;

las figuras 6(a)-(c) muestran diferentes configuraciones de dos electrodos de acuerdo con las realizaciones de la invención;

45 las figuras 7(a)-(d) muestran diferentes configuraciones de tres electrodos de acuerdo con las realizaciones de la invención; y

las figuras 8(a)-(d) muestran diferentes configuraciones de tres electrodos de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención.

50 **[0015]** En la descripción posterior de realizaciones de la invención, en las figuras, los elementos similares o idénticos se designarán por los mismos números de referencia. Adicionalmente, en la siguiente descripción, las partículas no deseadas se denominarán por el término común "polvo".

55 **[0016]** La figura 1 muestra un aparato para eliminar el polvo de una superficie de una célula fotovoltaica de acuerdo con una realización de la invención. La figura 1 muestra un panel fotovoltaico 100 que comprende una pluralidad de células fotovoltaicas 102a a 102c. Las células fotovoltaicas 102a a 102c se disponen en una pluralidad de cadenas que se representan esquemáticamente por el signo de referencia 104 (por motivos de claridad únicamente se proporciona una de las cadenas 104 con un signo de referencia en el dibujo). Cada una de las

células fotovoltaicas 102a a 102c comprende una pluralidad de conductores 106a, 106b para conectar las cadenas respectivas 104 en las células. Los conductores 106a, 106b se conectan a un conductor común 106c. Los conductores comunes respectivos 106c se conectan a unos terminales respectivos 110a, 110b del panel 100 a través de los conductores 108a, 108b. Por medio de los conductores 106 y 108, la energía real generada por los elementos de conversión respectivos de las cadenas 104, concretamente la energía eléctrica proporcionada convirtiendo la radiación solar recibida, se transmite del panel 100 a los terminales 110a, 110b. Se acopla electrónica de potencia 107 a los terminales 110a y 110b. La electrónica de potencia 107 puede comprender los elementos necesarios, como un inversor, un transductor CC/CC y similares, para proporcionar energía CA que se suministrará a una red eléctrica o para conducir una carga.

10

[0017] Adicionalmente, el dispositivo mostrado en la figura 1 comprende una capa 120 que se coloca sobre el panel 100 y se proporciona para proteger las células fotovoltaicas 102a a 102c del entorno. La capa protectora 120 se forma de un material transparente a la radiación que se va a recibir por los elementos respectivos de las células fotovoltaicas 102a a 102c, por ejemplo, la capa protectora 120 puede estar formada por un material dieléctrico, como una placa de vidrio o similar. Además, la capa protectora 120 comprende una pluralidad de segmentos conductores 122a a 122e que, de acuerdo con la realización de la figura 1, se disponen en paralelo entre sí, en la que los segmentos conductores 122 pueden tener una separación uniforme o constante "d" entre los mismos. Los segmentos conductores 122 están conectados en un extremo con un conductor común 124 que está conectado a un terminal o contacto principal 126, en el que puede aplicarse una tensión a los segmentos conductores 122 y 124. En la realización mostrada en la figura 1, los segmentos 122 se disponen para extenderse en la misma dirección que los conductores respectivos 106 de las células fotovoltaicas 102a a 102c del panel 100. Debe apreciarse que las realizaciones de la invención no se limitan a esta implementación, sino que los segmentos 122 pueden disponerse para extenderse en una dirección perpendicular a la dirección a lo largo de la cual se extienden los conductores 106 del panel 100. Los segmentos también pueden disponerse de tal manera que la dirección en la que se extienden esté en un ángulo diferente de 90° y diferente de 0° con respecto a los segmentos 106.

[0018] El dispositivo mostrado en la figura 1 comprende adicionalmente una cubierta 130 que se coloca sobre una superficie superior 120a de la capa 120. La cubierta 130 puede proporcionarse para proteger los conductores del entorno. Además, la cubierta 130 se proporciona para evitar que las partículas de polvo lleguen a los segmentos conductores ya que se comprobó que es más fácil eliminar las partículas de la superficie de la cubierta que de los segmentos conductores. La cubierta 130 se proporciona en el caso de que los segmentos 122 y 124 se proporcionen sobre la superficie superior 120a de la capa 120. En el caso de que los segmentos conductores 122 se integren en el interior de la capa 120, la cubierta 130 puede omitirse. La capa 120 se coloca sobre el panel 100 de tal forma que su superficie inferior 120b entre en contacto con una superficie superior 100a del panel 100. Las realizaciones de la invención pueden proporcionar la cubierta de tal manera que los segmentos 122 y 124 estén sobre su superficie inferior 120b. En este caso, ha de proporcionarse una capa aislante y transparente entre la capa 120 y el panel 100.

[0019] Además, el dispositivo mostrado en la figura 1 comprende una fuente de alimentación 140 que se acopla entre uno o más de los contactos o terminales 110a, 110b del panel 100 (en la figura 1 se conecta al terminal 110b) y el contacto o terminal 126 de la capa 120. La fuente de alimentación 140 se proporciona para aplicar una tensión en CC o una tensión en CA entre los terminales 110 y 126, generando de este modo un campo eléctrico de alta tensión entre un primer electrodo y un segundo electrodo. Más específicamente, el primer electrodo se forma por la pluralidad de segmentos conductores 122 y 124 formados en la capa 120. El segundo electrodo o contraelectrodo necesario para generar el campo eléctrico de alta tensión a través de la superficie de la capa 120, de acuerdo con las realizaciones de la invención, se proporciona por al menos una parte o todo el propio panel fotovoltaico 100, concretamente por las líneas o contactos respectivos 106 y 108 que se proporcionan en el panel 100 para poner en contacto las células respectivas para guiar la energía eléctrica generada por las células del convertidor 104 a los terminales de salida o contactos de salida 110a, 110b. De acuerdo con la invención, se descubrió que es posible usar estos segmentos conductores ya existentes como un segundo electrodo o contraelectrodo para generar el campo eléctrico y que no hay sustancialmente ningún impacto negativo sobre la eficiencia o la salida de energía eléctrica del panel solar.

[0020] Por lo tanto, excepto para proporcionar la fuente de alimentación 140 y para proporcionar los segmentos conductores adicionales en la capa 120, no es necesaria ninguna modificación del dispositivo convencional que incluye el panel 100 y la cubierta 120 para implementar el enfoque de la invención para eliminar el polvo de un panel fotovoltaico.

[0021] De acuerdo con las realizaciones, puede proporcionarse una tensión en CA que puede aplicarse para evitar

la carga electrostática de la superficie dieléctrica del panel. El generador de tensión puede generar una alta tensión en CA a una frecuencia de más de 0 Hz y menos de 10 kHz, de acuerdo con las realizaciones la frecuencia está por debajo de 1 kHz o por debajo de 100 Hz. La amplitud de la alta tensión en CA puede de ser más de 500 V y menos de 20 kV, de acuerdo con las realizaciones la tensión está por debajo de 10 kV.

5

[0022] En la figura 1, se describió que los segmentos conductores 122 de la capa 120 se disponen en paralelo, sin embargo, la invención no se limita a dichas realizaciones. En cambio, también puede proporcionarse una malla de segmentos conductores. Una realización de este tipo se representa en la figura 2, que muestra un dispositivo similar como en la figura 1, excepto que la capa 120 comprende segmentos conductores dispuestos en forma de malla. Más específicamente, se proporcionan los segmentos adicionales 128a a 128e para formar la malla que se muestra en la figura 2. Los segmentos 122 y 126 se conectan entre sí.

10

[0023] Por lo tanto, de acuerdo con las realizaciones mostradas en las figuras 1 y 2, y de acuerdo con el enfoque de la invención, los contactos internos 106 de las células solares 102 se usan como un electrodo. Además, o como alternativa, de acuerdo con otras realizaciones, pueden usarse otras estructuras conductoras, como partes de una construcción de montaje o el marco del panel, como un electrodo. Además del electrodo ya existente en las células convencionales, se coloca un electrodo adicional sobre, encima o debajo de la superficie de todo el dispositivo como se representa en las figuras 1 ó 2, por ejemplo, mediante la impresión de los segmentos conductores 122 y/o 126 directamente sobre la capa protectora 120 formada en el panel 100. La cubierta 130 puede proporcionarse para evitar un electrodo expuesto y permite la protección del electrodo contra el contacto y la prevención de la corrosión del mismo. La cubierta 130 puede formarse por la capa fina de vidrio o un material plástico. En cuanto a los electrodos formados por los segmentos que se han mencionado anteriormente, es posible cualquier polaridad y uno de los electrodos puede conectarse a tierra.

15

20

[0024] La figura 3 muestra un mecanismo autolimpiable para un panel CPV de acuerdo con una realización adicional de la invención (CPV = fotovoltaico de concentración). El panel 200 comprende una pluralidad de células solares 204 y una pluralidad de conductores 206 para conectar los grupos respectivos de células solares 204 en serie. Cada grupo se conecta a un contacto o terminal de salida común 210a, 210b a través de un conductor respectivo 208a, 208b. De nuevo, a través de los conductores 206, 208a, 208b, la energía eléctrica generada que convierte la energía solar se suministra de las células solares respectivas a la salida output 210a, 210b para su procesamiento adicional. El panel fotovoltaico de concentración comprende adicionalmente una capa 230 que incluye una serie de lentes ópticas 231. La capa 230 se monta a una distancia predefinida desde una superficie superior 200a del panel 200 de manera que por medio de las lentes 231 la radiación recibida por el dispositivo se concentre sobre las células solares respectivas 204 asociadas a las lentes respectivas 231. Adicionalmente, la capa 230 que comprende el conjunto de lentes 231 comprende los segmentos conductores 222a a 222d que se extienden entre las lentes 231. En la realización representada, las lentes tienen una dimensión de 4 cm x 4 cm, de manera que los segmentos no necesiten cruzar las lentes. Sin embargo, en caso que se desee una separación más estrecha o en caso de que la dimensión de las lentes sea mayor, los segmentos también pueden proporcionarse de tal manera las lentes se crucen. Los segmentos se acoplan a un conductor común 224 que se conecta a un contacto 226. De una forma similar a la que se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1, se proporciona una fuente de alimentación 240 que se acopla entre los terminales 210b y 226 para aplicar un campo eléctrico entre los dos electrodos formados por los conductores 206 y los conductores 222, respectivamente. Un electrodo se forma por los segmentos adicionales 222 proporcionados en la capa 230, mientras que un contraelectrodo se forma por al menos una parte de los electrodos o conductores ya existentes 206, 208a, 208b del panel 200. Los segmentos 222 pueden proporcionarse sobre una superficie superior 220a o sobre una superficie inferior 220b de la capa 220. También puede proporcionarse una cubierta 230. Los segmentos 222 también pueden proporcionarse en el interior de la capa 220. Aunque la figura 3 muestra una realización según la cual los segmentos 222 se extienden en una dirección perpendicular a la extensión de los conductores 206 en el panel 200, los segmentos 222 pueden disponerse para extenderse en la misma dirección que los segmentos 206. Además, puede proporcionarse una malla de segmentos de un modo similar al que se muestra en la figura 2 en la capa 220.

30

35

40

45

50

[0025] Con respecto a las figuras 1 a 3, se describieron realizaciones de la invención en el contexto de células fotovoltaicas, sin embargo, la invención no se limita a dichos elementos colectores de radiación solar. Además de células fotovoltaicas, las centrales solares termoelectricas existen usando colectores solares o espejos. Además, en dichas implementaciones, se requiere mantener limpia una superficie del colector solar o espejo para mantener la eficiencia. La figura 4 muestra una representación esquemática de un colector solar o espejo 300. El espejo 300 comprende una capa reflectante 304 que se forma por un material conductor y cuya superficie superior 304a se cubre por una capa protectora 320. La capa 320 es similar a la capa 120 que se ha descrito anteriormente y comprende una pluralidad de segmentos conductores 322a a 322i acoplados a un segmento común 324, que se

55

acopla a un contacto o terminal 326. La capa 320 puede cubrirse por una cubierta protectora 330. Además de la configuración mostrada de los segmentos 322, puede aplicarse cualquier otra de las configuraciones que se han descrito anteriormente. Como puede observarse a partir de la figura 4, la capa conductora y reflectante 304 comprende un terminal o un contacto 310. Adicionalmente, se proporciona una fuente de alimentación 340 que se acopla entre los contactos 310 y 326 para aplicar una tensión deseada entre la capa reflectante 304 que actúa como un contraelectrodo y el electrodo formado por los segmentos respectivos 322 y 324. Por lo tanto, de la misma manera que se ha descrito anteriormente, en dichos dispositivos de colector solar también son necesarios únicamente cambios menores para implementar el enfoque de la invención, ya que el contraelectrodo necesario para generar el campo eléctrico de alta tensión se forma por los elementos ya existentes del propio elemento de recogida solar, concretamente el elemento conductor y reflectante 304.

[0026] La figura 5 es una representación esquemática del dispositivo de la figura 1 y muestra una estructura de electrodo de acuerdo con una realización adicional de la invención. Además de los segmentos conductores 122 mostrados en la figura 1, se proporcionan segmentos conductores adicionales 132 sobre o en la capa (no mostrada en la figura 5). Los segmentos conductores 122 y 132 se disponen en un patrón interdigital, donde los segmentos adicionales 132 pueden conectarse a tierra o a otro potencial de referencia. Además, el panel 100 puede conectarse a tierra o a otro potencial de referencia. Los segmentos adicionales 132 y el panel 100 pueden conectarse a los mismos o a diferentes potenciales de referencia. El proporcionar los segmentos adicionales y de este modo una estructura de electrodo adicional soporta la generación del campo y la eliminación de las partículas no deseadas. Se ha de apreciar que en lugar de la disposición interdigital de los segmentos 122 y 132 también son posibles otras disposiciones de los segmentos con respecto el uno al otro. Se ha de apreciar que también son posibles otros patrones que los patrones interdigitales. Naturalmente, también puede proporcionarse un tercer electrodo en las realizaciones mostradas en la figura 3 y en la figura 4.

[0027] A continuación se describirán configuraciones posibles de los electrodos de acuerdo con las realizaciones de la invención. Las figuras 6 a 8 sólo incluyen representaciones esquemáticas que muestran un primer electrodo E_1 que es el electrodo formado por al menos una parte del dispositivo colector de radiación solar. Se muestran el segundo y el tercer electrodos E_2 y E_3 (formados por los segmentos que se han descrito anteriormente), de los cuales uno se conecta a la señal de AT, y el otro se conecta a un potencial fijo.

[0028] Las figuras 6(a)-(c) muestran diferentes configuraciones de dos electrodos de acuerdo con las realizaciones de la invención. En la realización de la figura 6(a) la capa protectora 120 se dispone de tal manera que haya una distancia a_1 entre el dispositivo colector de radiación solar (el primer electrodo E_1) y la superficie 120b de la capa protectora 120 que se enfrenta al dispositivo colector de radiación solar. De acuerdo con la realización representada, la distancia a_1 es menor de 30 cm. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, la distancia a_1 también puede ser de más de 30 cm. De acuerdo con aún otras realizaciones, la capa protectora 120 puede disponerse sobre el dispositivo colector de radiación solar sustancialmente sin ninguna distancia entre los mismos. El segundo electrodo E_2 se dispone sobre la superficie 120a de la capa sustancialmente sin ninguna distancia entre los mismos. La fuente de alimentación (no mostrada) se conecta entre el primer electrodo E_1 y el segundo electrodo E_2 . En la realización de la figura 6(b) el segundo electrodo E_2 se dispone a una distancia a_2 de la superficie 120a de la capa protectora 120. De acuerdo con la realización representada, la distancia a_2 es menor de 10 cm. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, la distancia a_2 también puede ser más de 10 cm. En la realización de la figura 6(c) el segundo electrodo E_2 se dispone en la capa protectora 120. La capa protectora 120 tiene un espesor d , y el segundo electrodo E_2 se dispone a una distancia de menos de d de la superficie 120a de la capa protectora 120. El segundo electrodo E_2 puede disponerse más cerca de una de las superficies 120a, 120b de la capa protectora 120 que de la otra de las superficies 120a, 120b, o puede disponerse en el centro de la capa protectora 120.

[0029] Las figuras 7(a)-(d) muestran diferentes configuraciones de tres electrodos de acuerdo con las realizaciones de la invención. Las realizaciones de la figura 7(a) y 7(b) son similares a la de la figura 6(a), con la excepción de que se proporciona un electrodo adicional o tercer electrodo E_3 . En la figura 7(a) el tercer electrodo E_3 se dispone entre el segundo electrodo E_2 y la superficie 120a de la capa protectora 120. En la figura 7(b) el tercer electrodo E_3 se dispone en el interior de la capa protectora 120 a una distancia de menos de d (espesor de la capa protectora 120) de la superficie 120a de la capa protectora 120. El tercer electrodo E_3 puede disponerse más cerca de una de las superficies 120a, 120b de la capa protectora 120 o puede disponerse en el centro de la capa protectora 120. Las realizaciones de la figura 7(c) y 7(d) son similares a la de la figura 6(b), con la excepción de que se proporciona el electrodo adicional o tercer electrodo E_3 . En la figura 7(c) el tercer electrodo E_3 se dispone entre el segundo electrodo E_2 y la superficie 120a de la capa protectora 120. El tercer electrodo E_3 se dispone a una distancia a_3 de la superficie 120a de la capa protectora 120. De acuerdo con la realización representada, la distancia a_3 es menor de 10 cm. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, la distancia a_3 también puede ser más de 10 cm. El tercer

electrodo E_3 puede disponerse de tal forma que esté más cerca del segundo electrodo E_2 que de la superficie 120a de la capa protectora 120. En otras realizaciones, el tercer electrodo puede estar más cerca de la superficie 120a de la capa protectora 120 que del segundo electrodo. En la figura 7(d) el tercer electrodo E_3 se dispone en el interior de la capa protectora 120 a una distancia de menos de d (espesor de la capa protectora 120) de la superficie 120a de la capa protectora 120. El tercer electrodo E_3 puede disponerse más cerca de una de las superficies 120a, 120b de la capa protectora 120 o puede disponerse en el centro de la capa protectora 120.

[0030] Las figuras 8(a)-(d) muestran diferentes configuraciones de tres electrodos de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención. Las realizaciones de la figura 8(a) y 8(b) son similares a la de la figura 6(a), con la excepción de que se proporciona el electrodo adicional o tercer electrodo E_3 . En la figura 8(a) el tercer electrodo E_3 se dispone entre el primer electrodo E_1 y la superficie 120b de la capa protectora 120. El tercer electrodo E_3 se dispone sobre la superficie 120b de la capa protectora 120 sustancialmente sin ninguna distancia entre los mismos. En la figura 8(b) el tercer electrodo E_3 se dispone a una distancia a_3 de la superficie 120b de la capa protectora 120. De acuerdo con la realización representada, la distancia a_3 es menor de 10 cm. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, la distancia a_3 también puede ser más de 10 cm. El tercer electrodo E_3 puede disponerse de tal forma que esté más cerca del primer electrodo E_1 que de la superficie 120b de la capa protectora 120. En otras realizaciones, el tercer electrodo E_3 puede estar más cerca de la superficie 120b de la capa protectora 120 que del primer electrodo E_1 . Las realizaciones de la figura 8(c) y 8(d) son similares a la de la figura 6(b), con la excepción de que se proporciona el electrodo adicional o tercer electrodo E_3 . En la figura 8(c) el tercer electrodo E_3 se dispone entre el primer electrodo E_1 y la superficie 120b de la capa protectora 120. El tercer electrodo E_3 se dispone sobre la superficie 120b de la capa protectora 120 sustancialmente sin ninguna distancia entre los mismos. En la figura 8(d) el tercer electrodo E_3 se dispone a una distancia a_3 de la superficie 120b de la capa protectora 120. De acuerdo con la realización representada, la distancia a_3 es menor de 10 cm. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, la distancia a_3 también puede ser más de 10 cm. El tercer electrodo E_3 puede disponerse de tal forma que esté más cerca del primer electrodo E_1 que de la superficie 120b de la capa protectora 120. En otras realizaciones, el tercer electrodo E_3 puede estar más cerca de la superficie 120b de la capa protectora 120 que del primer electrodo E_1 .

[0031] En las realizaciones de las figuras 7 y 8, la fuente de alimentación (no mostrada) se conecta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, y el tercer electrodo está conectado a un potencial fijo. Como alternativa, la fuente de alimentación (no mostrada) se conecta entre el primer electrodo y el tercer electrodo, y el segundo electrodo está conectado a un potencial fijo.

[0032] El enfoque de la invención que se ha descrito anteriormente permite para la prevención de acumulación de polvo y la eliminación del polvo de las superficies de los elementos colectores de radiación solar descritos por medio del campo eléctrico aplicado entre los dos electrodos, concretamente el primer electrodo formado por los segmentos conductores adicionales en la capa por encima del elemento colector de radiación solar por las estructuras conductoras ya existentes en el interior del elemento colector de radiación solar. Como consecuencia del campo eléctrico, las partículas de polvo se liberan de la superficie y se eliminan por la fuerza electrostática. La eliminación puede soportarse por las influencias externas, como el viento o la gravedad. En general, los dispositivos se disponen algo inclinados con respecto a la orientación horizontal de manera que al aplicar el campo eléctrico, las partículas de polvo comenzarán a desprenderse de las superficies del panel debido a las fuerzas gravitacionales y la adhesión eliminada de las partículas de polvo a la superficie del panel.

[0033] Aunque las realizaciones de la invención se han descrito según lo cual la capa cubre completamente el elemento colector de radiación solar, debe apreciarse que la invención no se limita a tal implementación. De acuerdo con otras realizaciones, la capa se dispone por encima del elemento colector de radiación solar y la cubre al menos en parte.

[0034] Aunque las realizaciones de la invención se han descrito de acuerdo con los segmentos conductores dispuestos en paralelo o como una malla, se apreciará que la invención no se limita a tal implementación. Por el contrario, puede usarse cualquier estructura de electrodos deseada, por ejemplo, los segmentos conductores pueden formarse en forma de zigzag o en forma de espiral. Además, la pluralidad de segmentos puede extenderse en direcciones diferentes.

[0035] Las realizaciones que se han descrito anteriormente se referían a la eliminación de partículas de polvo de un panel fotovoltaico, donde el polvo del aire de origen mineral, que es un contaminante típico de las regiones desérticas, era motivo de preocupación. Sin embargo, la invención no se limita a tal implementación, sino que también pueden eliminarse otras partículas o contaminantes, diferentes del polvo mineral, como polvos de origen mineral u orgánico, polen, carbón, polvo de cemento, partículas de fibra de vidrio, resina, metales y otros, usando el

principio de la invención descrito. Además, el enfoque de la invención puede aplicarse a dispositivos distintos de un panel fotovoltaico, por ejemplo a ventanas ópticas de sistemas CPV, en espejos de concentración y tuberías de centrales solares termoelectricas y otros tipos de colectores y receptores solares.

5 **[0036]** Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o una característica de una etapa de procedimiento. De forma análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de procedimiento también representan una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente.

10

[0037] Las realizaciones que se han descrito anteriormente son meramente ilustrativas para los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento resultarán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, se intenta limitar sólo por el alcance de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de
15 descripción y explicación de las realizaciones en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo, que comprende:
 - 5 al menos un elemento (102a-102c; 204; 304) para recoger la radiación solar; y una capa (120; 220; 320) dispuesta por encima del al menos un elemento (102a-102c; 204; 304) y que comprende una estructura conductora (122a - 122i, 124; 122a - 122i, 124, 128a - 128e; 222a - 222d, 224; 322a - 322i, 324), **caracterizado porque** el al menos un elemento (102a-102c; 204; 304) está configurado de tal forma que pueda aplicarse una tensión eléctrica entre la estructura conductora de la capa (120; 220; 320) y el al menos un elemento (102a-102c; 204; 304), generando de este modo un campo eléctrico en la capa (120; 220; 320) para eliminar las partículas de la capa (120; 220; 320).
 - 15 2. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende un generador de tensión (140; 240; 340) conectado entre la estructura conductora de la capa (120; 220; 320) y el al menos un elemento (102a-102c; 204; 304).
 3. El dispositivo de la reivindicación ó 2, en el que el generador de tensión (140; 240; 340) está configurado para generar una alta tensión en CC o una alta tensión en CA.
 - 20 4. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento (102a-102c; 204) está configurado para convertir la radiación solar en energía eléctrica, el elemento (102a-102c; 204) comprende una pluralidad de células solares que tienen unos terminales respectivos acoplados a través de elementos conductores (102a-102c, 106b; 206) a un nodo común (110; 210), y la tensión eléctrica se aplica entre la estructura conductora de la capa (120; 220) y el nodo común (110; 210).
 - 25 5. El dispositivo de la reivindicación 4, en el que la capa (220) comprende una serie de lentes de concentración (231) dispuestas a cierta distancia de las células solares (204), en el que la estructura conductora comprende una pluralidad de segmentos conductores (222a - 222d) que se extiende entre o a través de las lentes (231).
 - 30 6. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento comprende un colector solar que comprende una capa reflectante (304) formada por un material conductor, y la tensión eléctrica se aplica entre la estructura conductora (322a - 322i, 324) de la capa (320) y la capa reflectante (304).
 - 35 7. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la estructura conductora de la capa (120; 220; 320) comprende una pluralidad de segmentos conductores (122a - 122i, 128a - 128e; 222a - 222d; 322a - 322i), los segmentos conductores están conectados a un nodo común (126; 226; 326), y la tensión eléctrica se aplica entre el nodo común (126; 226; 326) y el al menos un elemento (102a-102c; 204; 304).
 - 40 8. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la capa (120; 220; 320) cubre sustancialmente el al menos un elemento (102a-102c; 204; 304).
 - 45 9. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende una cubierta (130; 230; 330) dispuesta sobre la capa (120; 220; 320).
 10. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende una estructura de soporte formada por un material conductor, en el que la tensión eléctrica se aplica entre las estructuras conductoras de la capa (120; 50 220; 320) y la estructura de soporte.
 11. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los elementos conductores (106a-106b, 108; 206, 208; 304) del el al menos un elemento forman un primer electrodo, y en el que la estructura conductora de la capa (120; 220; 320) forma un segundo electrodo.
 - 55 12. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende una estructura conductora adicional (132) formada sobre la capa (120) y dispuesta en una relación deseada con respecto a la estructura conductora (122), en el que la estructura conductora adicional (132) forma un tercer electrodo conectado a un potencial de referencia, por ejemplo, a tierra.

13. Un procedimiento para eliminar partículas de una superficie de un dispositivo para recoger la radiación solar, comprendiendo el procedimiento:

- 5 generar un campo eléctrico en la superficie (120; 220; 320) del dispositivo para recoger la radiación solar, en el que la generación del campo eléctrico comprende aplicar una tensión eléctrica entre un primer electrodo y un segundo electrodo,
en el que el primer electrodo está formado por al menos un elemento para recoger la radiación solar del dispositivo para recoger la radiación solar, y
10 en el que el segundo electrodo está formado por una estructura conductora (122, 124, 128, 222, 224, 322, 324) en la superficie de una capa dispuesta por encima del al menos un elemento del dispositivo para recoger la radiación solar.

14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el dispositivo convierte la radiación solar en energía eléctrica y comprende una pluralidad de células solares que tienen un nodo común (110; 210), en el que la tensión eléctrica se aplica entre el nodo común (110; 210) y el segundo electrodo.

15. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el dispositivo es un colector solar que comprende una capa reflectante (304) formada de un material conductor, en el que la tensión eléctrica se aplica entre la capa reflectante (304) y el segundo electrodo.
20

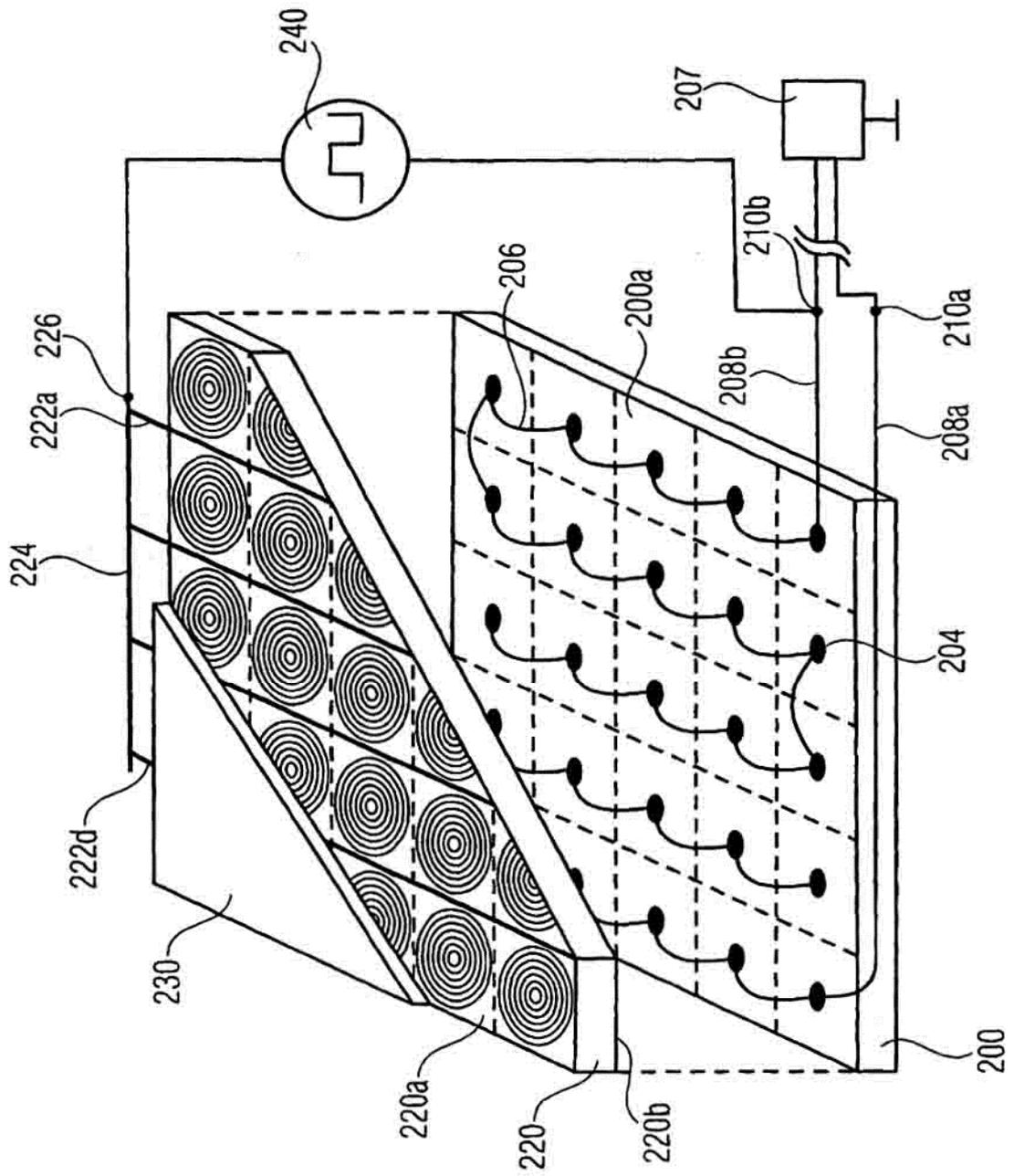


FIG 3

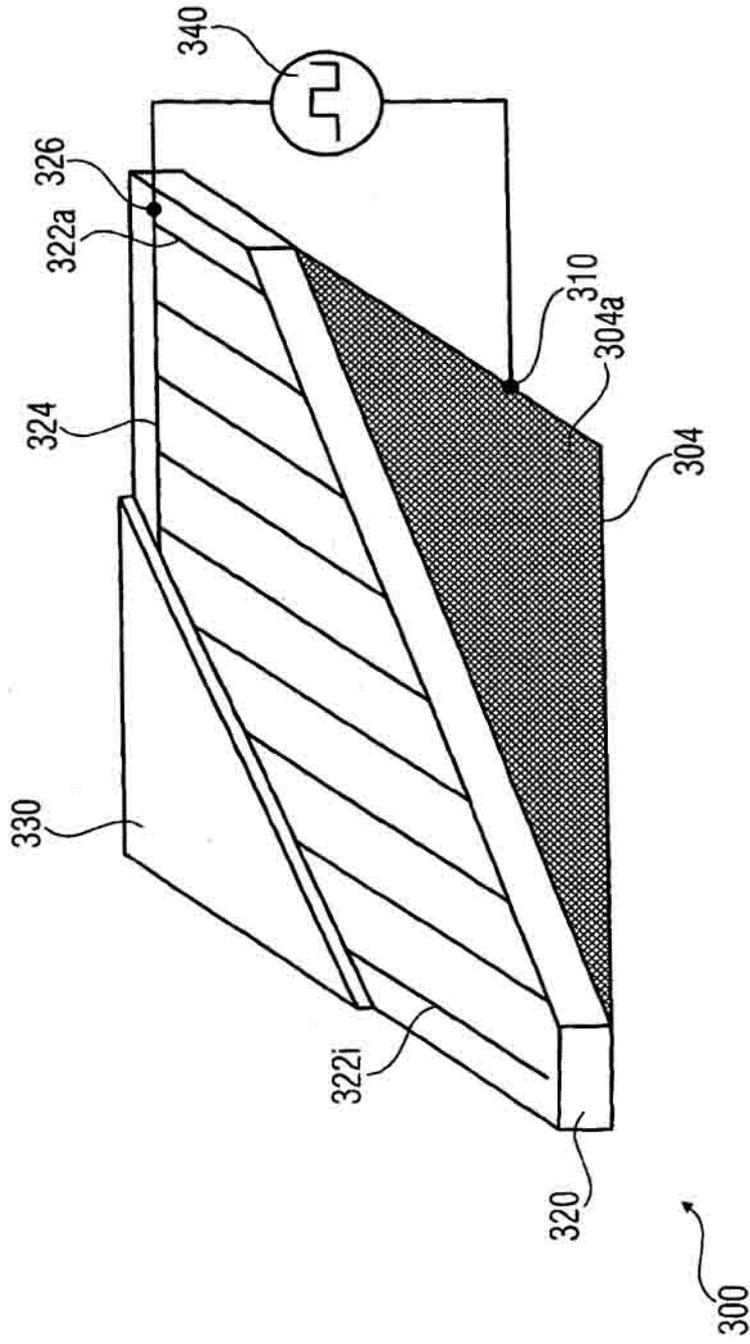


FIG 4

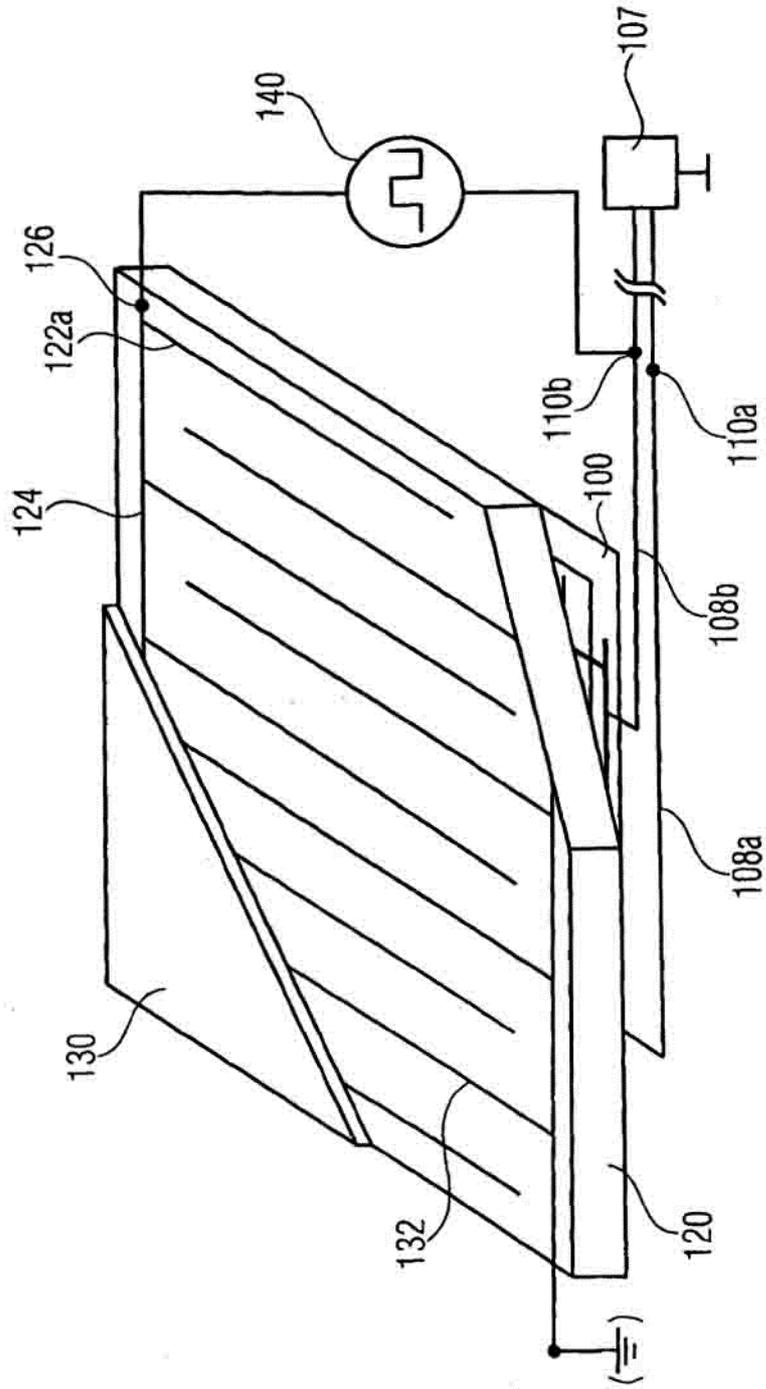
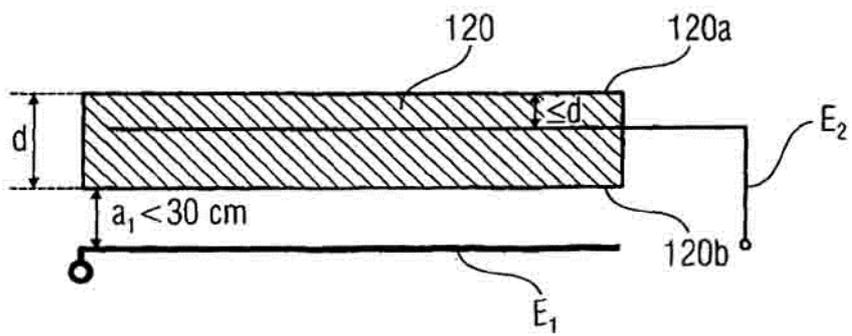
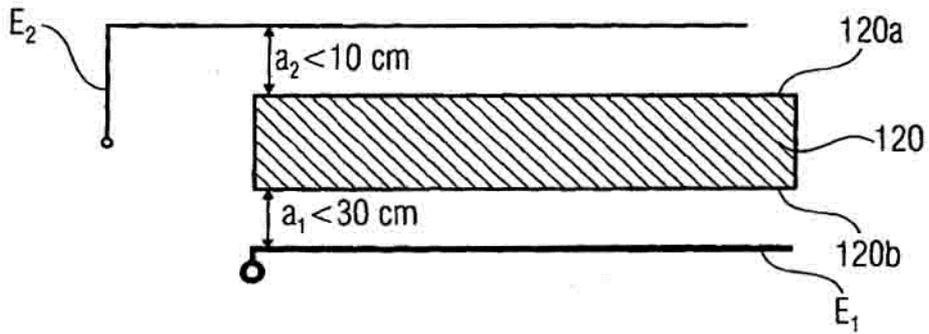
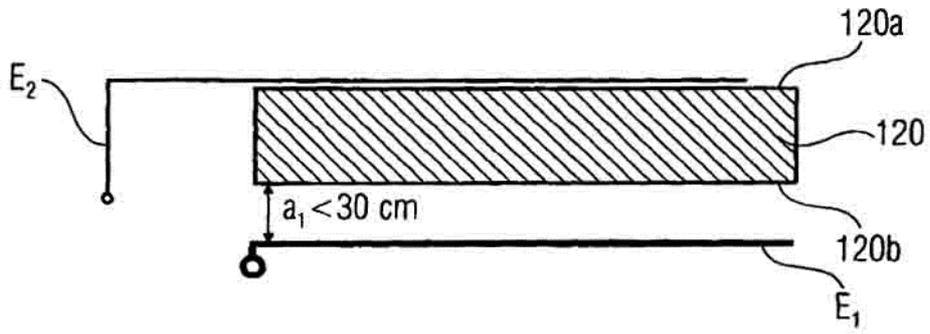


FIG 5



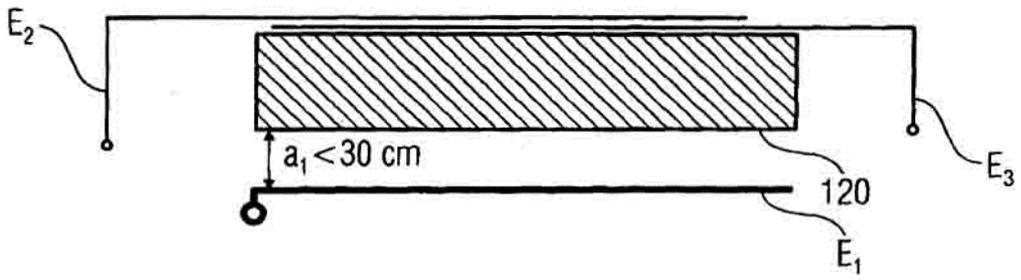


FIG 7A

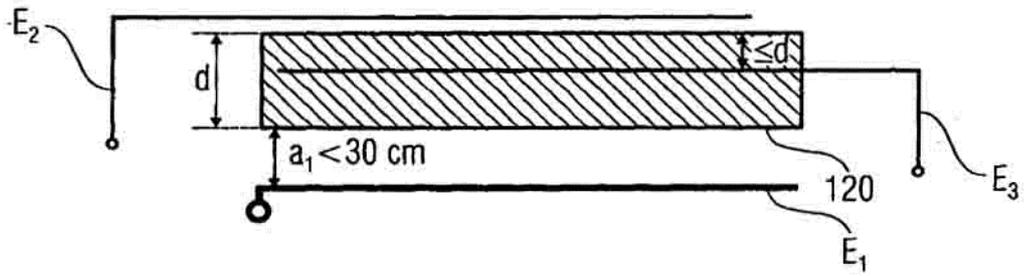


FIG 7B

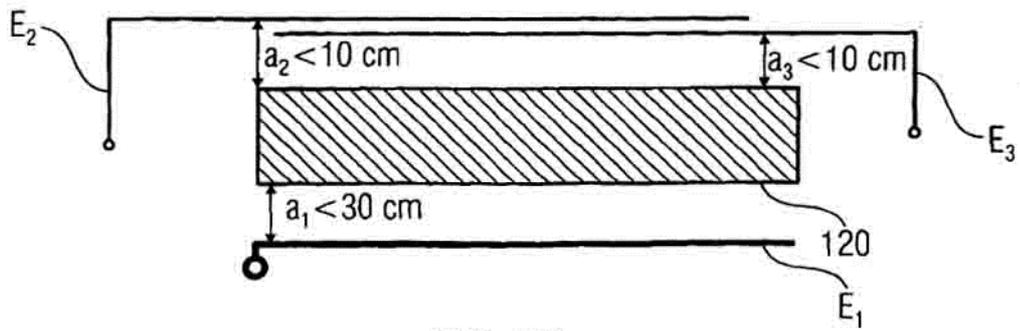


FIG 7C

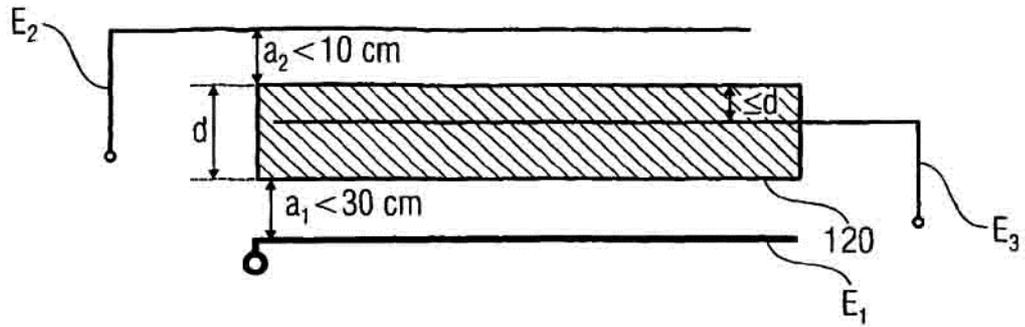


FIG 7D

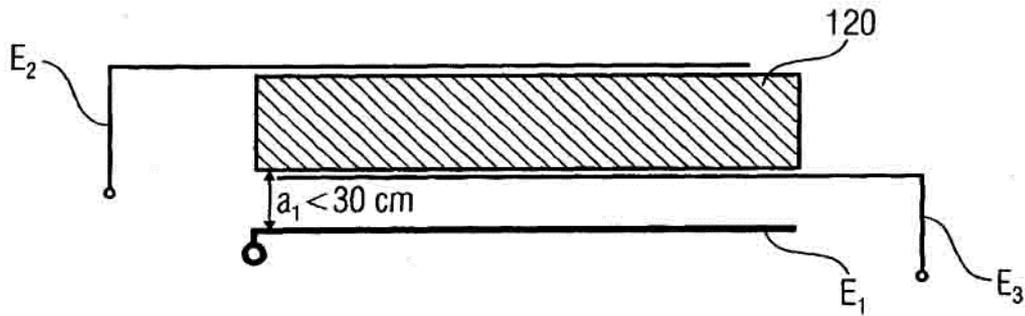


FIG 8A

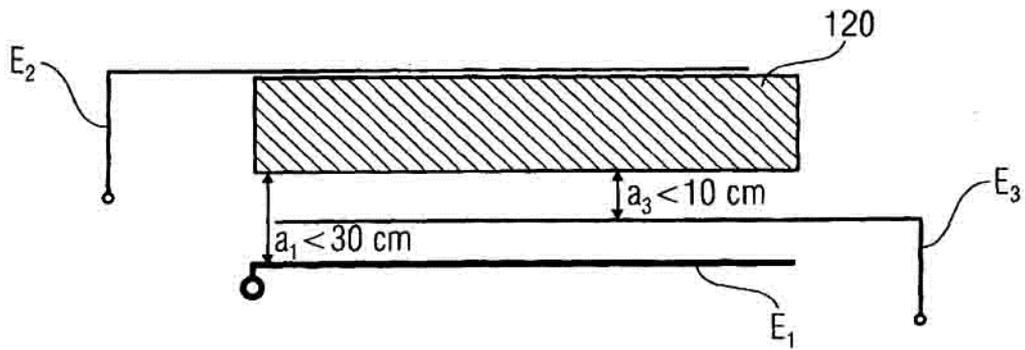


FIG 8B

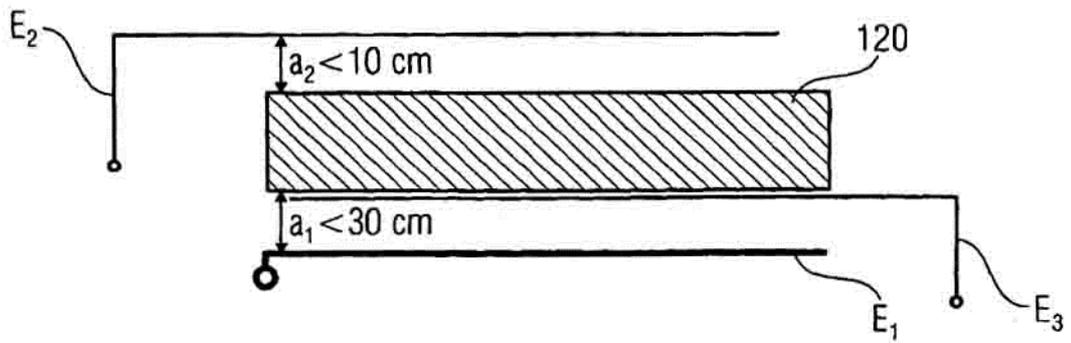


FIG 8C

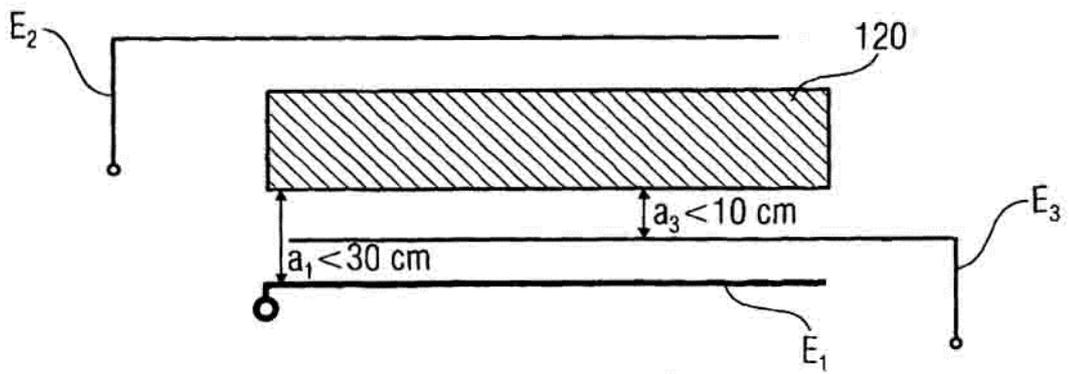


FIG 8D