(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 998 633**

(21) Número de solicitud: 202590003

(51) Int. Cl.:

H02S 40/10 (2014.01)
F24S 40/20 (2008.01)
B08B 1/34 (2014.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A2

(22) Fecha de presentación:

22.07.2022

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

20.02.2025

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA (100.00%)
Av. España 1680
Valparaíso CL

(72) Inventor/es:

ORELLANA GÓMEZ, Christian;
ROMERO VIEYRA, Christian Pablo y
GONZÁLEZ FUENTES, Claudio Alejandro

(74) Agente/Representante:

MENDIGUTÍA GÓMEZ, María Manuela

(54) Título: **APARATO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICO PARA COLECTORES SOLARES, PANELES FOTOVOLTAICOS, VENTANAS Y SUPERFICIES SIMILARES**

(57) Resumen:

Aparato de limpieza automático para colectores solares, paneles fotovoltaicos, ventanas y superficies similares, constituido por un cepillo elástico 10 formado por una cuerda elástica 20 que tiene insertadas cerdas 30. Los extremos de la cuerda se encuentran enganchadas a discos 50 a través de ganchos 40 que giran a través de dos motores 60 accionados sincrónicamente y controlados por una unidad de central 70. La cuerda vibra y se establece en ella una onda estacionaria polarizada circularmente. El cepillo 10 está sujeto a un carro 80 que se desplaza a través de ruedas 90 por el panel fotovoltaico accionados por motores 100.

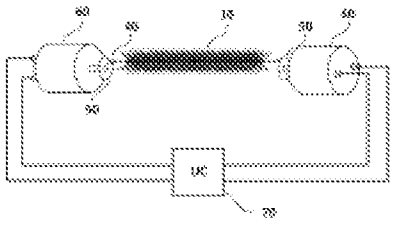


Figura 8

ES 2 998 633 A2

DESCRIPCIÓN

APARATO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICO PARA COLECTORES SOLARES, PANELES FOTOVOLTAICOS, VENTANAS Y SUPERFICIES SIMILARES

Campo de aplicación

La presente invención se refiere a un aparato para limpieza de paneles fotovoltaicos a través de ondas generadas por cuerdas.

Descripción del arte previo

El inminente cambio climático debido al uso irracional de los combustibles fósiles ha llevado a las energías renovables no convencionales (ERNC) a tomar mayor protagonismo para el cuidado del medio ambiente. En las últimas décadas, la energía fotovoltaica se ha destacado entre las ERNC debido a la caída en sus costos de producción. Hoy, cientos de proyectos de parques fotovoltaicos se están instalando alrededor del mundo. Sin embargo, para que sea competitivas entre las ERNC, esta tecnología deberá aumentar su eficiencia en la conversión de energía lumínica a eléctrica. La eficiencia de los paneles fotovoltaico (PFV) depende de diversos parámetros internos como externos, en este último destacan la temperatura de los PFV y la acumulación de polvo en su superficie, denominado soiling. El soiling puede llegar a reducir la eficiencia en los paneles fotovoltaicos en un 20 %. El polvo depositado en la superficie del PFV se encuentra ligado a fuerzas de adhesión, que pueden ser del tipo van der Waals, electrostática o enlaces de hidrogeno. Para extraer este polvo es necesario contar con fuerzas de remoción que superen a las fuerzas de adhesión de las partículas de polvo con la superficie del panel. Una alternativa es el lavado de estas superficies con agua y detergente, que conlleva prolongados tiempos de aplicación, alto coste y es nocivo con el medioambiente, por lo cual se han buscado alternativas de limpieza eficientes, desarrollándose dos vías: pasivas y activas. Esta última ha cobrado cada día mayor protagonismo en reducir el problema del soiling, diferenciándose de la primera básicamente en suministrar energía en el proceso de limpieza.

Entre los sistemas de limpieza cabe destacar los electrostáticos, que produce repulsión del polvo con la superficie del panel. Esto se consigue aplicando campos eléctricos que inducen polarización en las partículas de polvo depositado en los PFV, a través de una red de electrodos transparente integrados en vidrio frontal del PFV.

Además, este método no necesita de partes móviles para su funcionamiento y su requerimiento energético es muy bajo si lo comparamos con otros métodos de limpieza.

Por otra parte, se han desarrollado sistemas de limpieza basados en ultrasonido, que a través de transductores piezoeléctricos en las cercanías del PFV generan ondas de presión en el rango ultrasónico las cuales remueven el polvo depositado en la superficie del panel.

Por otra parte, están los sistemas robotizados de limpieza, ampliamente usados en la remoción de polvo a gran escala. Estos dispositivos electromecánicos trasfieren una cantidad de movimiento lineal (momentum) a las partículas depositadas sobre la superficie del panel a través de cepillos rotativas de eje rígido, mediante fuerza de fricción entre las cerdas de la cepillos y la superficie del panel. Esta fuerza de remoción depende del nivel de contacto entre las cerdas con la superficie y de la velocidad de rotación de los cepillos. Los cepillos están adosados a un marco con ruedas que se desliza por el panel en dirección horizontal y/o vertical. Los cepillos se hacen girar a través de motores por intermedio de sistemas de engranajes y correas que además reducen la velocidad de rotación del mismo. Un sistema electrónico controla la velocidad de rotación de los cepillos y del desplazamiento del sistema por el panel. Además, cuentan con un conjunto de sensores para detectar bordes y una batería que se alimenta por celda fotovoltaica incluida en el robot.

En la literatura del estado del arte se divulgan también otras soluciones asociadas, por ejemplo, la patente de invención US9433336B2 de MAZUMDER MALAY K, de fecha 06.09.2016, titulada SELF-CLEANING SOLAR PANELS AND CONCENTRATORS WITH TRANSPARENT ELECTRODYNAMIC SCREEN, y la solicitud de patente de invención US20120285516A1 de MCKARRIS GEORGE, de fecha 15.11.2012, titulada INTELLIGENT & SELF-CLEANING SOLAR PANELS, proponen la auto limpieza de los paneles a través de la repulsión electrostática utilizando electrodos integrados al panel. La desventaja de estos sistemas y dispositivos reside principalmente en la dificultad de remover partículas de polvo de cierto tamaño y del nivel de humedad ambiental que también dificulta la remoción del polvo.

La solicitud de patente de invención US2015047688A1 de GHARIB MORTEZA y RINDERKNECT DEREK, de fecha 19.02.2015, titulada METHODS AND SYSTEMIS FOR SELF-CLEANING OF PHOTOVOLTAC PANELS, propone un panel PFV donde los traductores se integran al panel. La desventaja de esta solución es el alto costo de los PFV al integrar los piezoeléctricos y, además, también presentan problemas con remover el polvo de cierto tamaño y el nivel de la humedad ambiental.

Las patente de invención US9192966B2 de ZANATTA FRANCESCO, de fecha 24.11.2015, titulada AUTOMATIC WASHING DEVICE FOR CONTINUOUS SURFACES, IN PARTICULAR SOLARTHERMAL COLLECTORS, PHOTOVOLTAIC PANELS,

CONTINUOUS GLAZED BUILDING WALLS AND SIMLAR SURFACES, y la patente de invención US10056860B2 de WANG GUANYU, ZHANG JINGGONG y otros, de fecha 21.08.2018, titulada CLEANING MECHANISM HAVING SELF-LOCKING FUNCTION AND PHOTOVOLTAIC PANEL CLEANING EQUIPMENT HAVING SAME, proponen la limpieza de los paneles utilizando un robot de cepillo rotativo de eje rígido que puede limpiar continuamente hileras de paneles sin tener dificultad con pasar de un panel a otro. Una desventaja de estos sistemas es la lentitud del proceso de limpieza debido al tamaño de los cepillos que limitan la velocidad de giro de los mismos, por lo cual necesitan de cerdas rígidas y que estén en contacto completo con la superficie. La limitación en la velocidad de giro del cepillo también es necesaria para reducir las vibraciones del panel, y de paso disminuir el consumo energético. Por tal motivo, el robot debe integrar reductores de velocidades en la trasmisión de movimiento al cepillo. Cuando estos sistemas son utilizados continuamente en la limpieza pueden rayar el recubrimiento anti reflectante del vidrio de los PFV, disminuyendo la eficiencia del mismo. Además, muchas de estas tecnologías requieren de personal especializado para su utilización y también el uso de agua para su funcionamiento.

La patente de invención US8771432B2 de MELLER MOSHE y MELLER ERAN, de fecha 08.07.2014, titulada SOLAR PANEL CLEANING SYSTEM AND METHOD, corresponde a un robot autónomo que utiliza cepillos de microfibras para barrer el polvo de los paneles, está diseñado para grandes filas de paneles ubicados en ambientes secos y arenosos; el robot utiliza un panel fotovoltaico y una batería a bordo para almacenar energía, esto permite que el robot realice la limpieza por la noche y la colocación del panel fotovoltaico que lo alimenta en la parte inferior del riel, permitiendo que el propio robot lo limpie. La desventaja de este sistema, como en los anteriores, es lo lento del proceso de limpieza debido, en parte, a la limitada velocidad de giro del cepillo de microfibra y la composición de movimientos necesarios, direcciones horizontal y vertical, lo que necesita un intricado sistema de trasmisión de movimiento de rotación y traslación del cepillo. Además, requiriere que los paneles estén inclinados con un ángulo mayor de 30°.

Ninguno de los documentos antes citados agrupan características deseables en un mismo sistema de limpieza tales como: funcionamiento continúo, rapidez en el proceso de limpieza, eficiencia energética, limpieza en seco, disminución de la temperatura del panel. Todo esto sin los inconvenientes de los sistemas antes descritos en cuanto a la dependencia en la limpieza, del tamaño del polvo, la humedad ambiental, tiempo de limpieza y el rayado del recubrimiento anti reflectante del panel.

Resumen de la invención

Se describe un aparato autónomo para barrer el polvo depositado en la superficie de un panel fotovoltaico (PFV) o similar, que comprende un cepillo elástico formado por una cuerda elástica que tiene integradas cerdas de filamentos que salen en forma radial a la sección trasversal de la cuerda; en donde los extremos de la cuerda elástica se unen a través de ganchos rodantes a discos que giran mediante motores que sustentan a dichos discos y en donde los ganchos rodantes se unen a cada extremo de la respectiva cuerda elástica con los bordes de los discos con la finalidad de impedir la torsión continua de la cuerda elástica; y donde los motores giran sincrónicamente produciendo ondas estacionarias en el cepillo elástico asociado; en donde los motores, que giran sincrónicamente produciendo ondas estacionarias en el cepillo elástico asociado, producen modos de vibración del cepillo elástico que se controlan con la velocidad de rotación de los motores a través de una unidad central de proceso; y porque los motores están dispuestos sobre una estructura tipo carro con ruedas accionadas por dos motores dispuestos de manera opuesta y que mueve la estructura por y sobre la superficie del PFV; y donde el carro dispone de un cepillo elástico, el cual se encuentra tensado en dirección perpendicular al movimiento del carro.

Descripción de las Figuras

La Figura 1 ilustra una vista de los componentes del cepillo elástico del aparato de limpieza de la invención.

La Figura 2 ilustra una vista posterior del cepillo elástico del aparato de limpieza de la invención.

La Figura 3 ilustra una vista posterior del cepillo conectado a los motores del aparato de limpieza de la invención.

La Figura 4 ilustra una vista lateral del aparato de limpieza del aparato de limpieza de la invención.

La Figura 5 ilustra una vista de frontal del aparato de limpieza de la invención en operación.

La Figura 6 ilustra una vista en isometría del aparato de limpieza de la invención en operación.

Descripción general de la invención

De acuerdo a un primer aspecto, la presente invención se refiere a un aparato autónomo que barre el polvo depositado en la superficie de un panel fotovoltaico (PFV), el cual está constituido principalmente por un cepillo, formado por una cuerda elástica tensada que tiene integradas cerdas blandas tipo chenille. La cuerda se hace vibrar a través de dos motores dispuestos en sus extremos que giran sincrónicamente, formando en ella una onda estacionaria polarizada circularmente en las cercanías de la superficie del PFV. La polarización de la onda en la cuerda provoca la rotación de las cerdas, que a su vez barren la superficie del PFV trasfiriendo la cantidad de movimiento (momentum) al polvo depositado sobre la superficie. Una estructura con ruedas sostiene la cuerda y la desplaza por la superficie del PFV.

Ventajosamente, la cuerda elástica es más liviana que los cepillos de eje rígido y para moverlo solo necesita de motores pequeños que requieren de menor consumo de energético, lo cual facilita el funcionamiento continúo. Por otra parte, la capacidad del aparato propuesto para realizar distintas secuencias de modos y cambios en el plano de vibración, como también una mayor rapidez del giro de las cerdas respecto de los cepillos de eje rígido, favorecen la trasferencia de la cantidad de movimiento al polvo depositado. Estos filamentos al ser blandos no presionan al PFV y pueden reducir las ralladuras del recubrimiento anti reflectante del PFV. Todo esto ayuda a mejorar el desempeño en la limpieza sin inducir vibraciones importantes sobre el PFV, lo que resulta en menor tiempo de limpieza.

Descripción detallada de una realización preferida

De acuerdo con la Figura 1, la presente invención está constituida básicamente por un cepillo elástico 10 formado por una cuerda elástica 20 que tiene integradas cerdas de filamentos 30 que salen en forma radial a la sección trasversal de la cuerda 20.

Según se aprecia con más detalle en la Figura 2, en los extremos de la cuerda elástica 20 se unen a través de ganchos rodantes 40 a discos 50 que giran a través de motores 60. Estos ganchos rodantes 40 se unen a cada extremo de la respectiva cuerda con los bordes de los discos 50 con la finalidad de impedir la torsión continua de las cuerdas elásticas 20.

Según se aprecia en la Figura 3, los mencionados motores 60 giran sincrónicamente produciendo ondas estacionarias en el cepillo elástico 10 asociado. Los modos de vibración del cepillo elástico 10 se controlan con la velocidad de rotación de los motores 60 a través de una unidad central de proceso 70.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, y según se ilustra en las Figuras 4 ,5 y 6, se muestra una estructura tipo carro 80 con ruedas 90 accionadas por dos motores 100 que mueve la estructura por y sobre la superficie del PFV. En el carro se dispone un cepillo elástico 10, el cual se encuentra tensado en dirección perpendicular al movimiento del carro 80.

Una segunda modalidad alternativa de la invención, que no se muestra, está constituida por dos carros independientes que se desplazan por los bordes del panel, donde cada uno tiene un motor que sostiene entre sí un cepillo elástico 10. Por medio de esta configuración, la cuerda puede vibrar oblicuamente a la dirección longitudinal del panel, limpiando e impidiendo la precipitación del polvo atmosférico en dicha superficie, como también disminuyendo la temperatura del panel.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato autónomo para barrer el polvo depositado en la superficie de un panel fotovoltaico (PFV) o similar, CARACTERIZADO porque comprende un cepillo elástico 10 formado por una cuerda elástica 20 que tiene integradas cerdas de filamentos 30 que salen en forma radial a la sección trasversal de la cuerda 20; en donde los extremos de la cuerda elástica 20 se unen a través de ganchos rodantes 40 a discos 50 que giran mediante motores 60 que sustentan a dichos discos 50 y en donde los ganchos rodantes 40 se unen a cada extremo de la respectiva cuerda elástica 20 con los bordes de los discos 50 con la finalidad de impedir la torsión continua de la cuerda elástica 20; y donde los motores 60 giran sincrónicamente produciendo ondas estacionarias en el cepillo elástico 10 asociado.

2. El aparato autónomo según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque los motores 60 que giran sincrónicamente produciendo ondas estacionarias en el cepillo elástico 10 asociado producen modos de vibración del cepillo elástico 10, que se controlan con la velocidad de rotación de los motores 60 a través de una unidad central de proceso 70.

3. El aparato autónomo según las reivindicaciones 1 y 2, CARACTERIZADO porque los motores 60 están dispuestos sobre una estructura tipo carro 80 con ruedas 90 accionadas por dos motores 100 dispuestos de manera opuesta y que mueve la estructura por y sobre la superficie del PFV; y donde el carro 80 dispone de un cepillo elástico 10, el cual se encuentran tensado en dirección perpendicular al movimiento del carro 80.

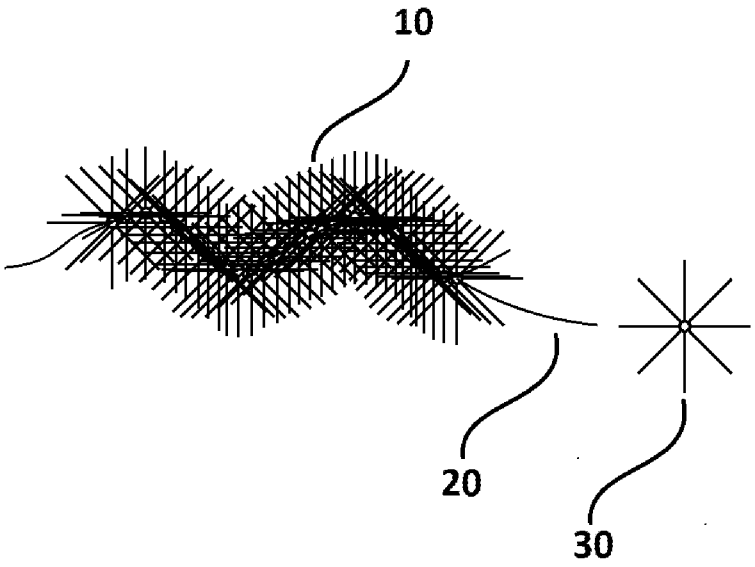


Figura 1

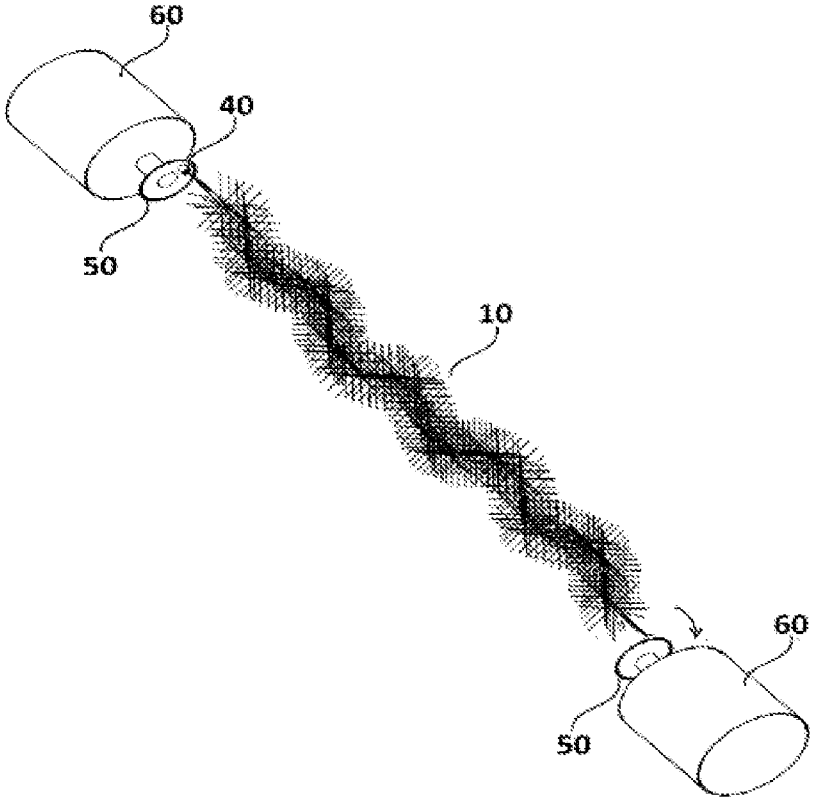


Figura 2

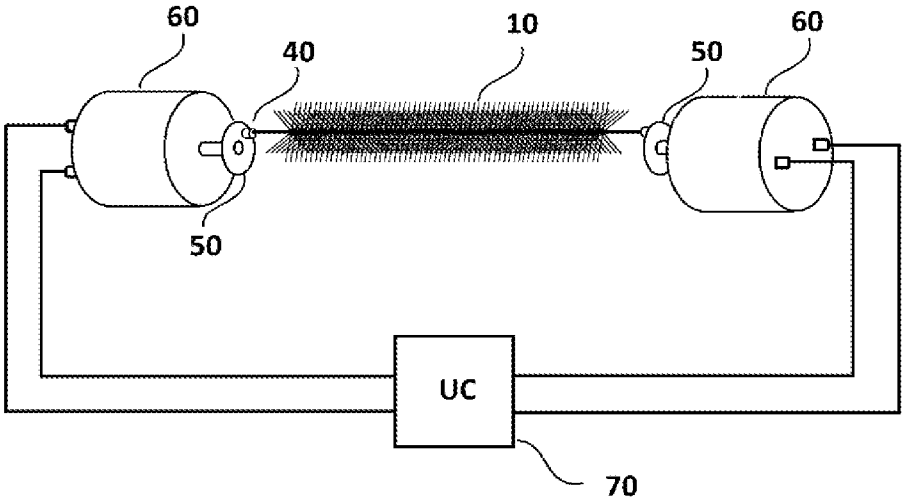


Figura 3

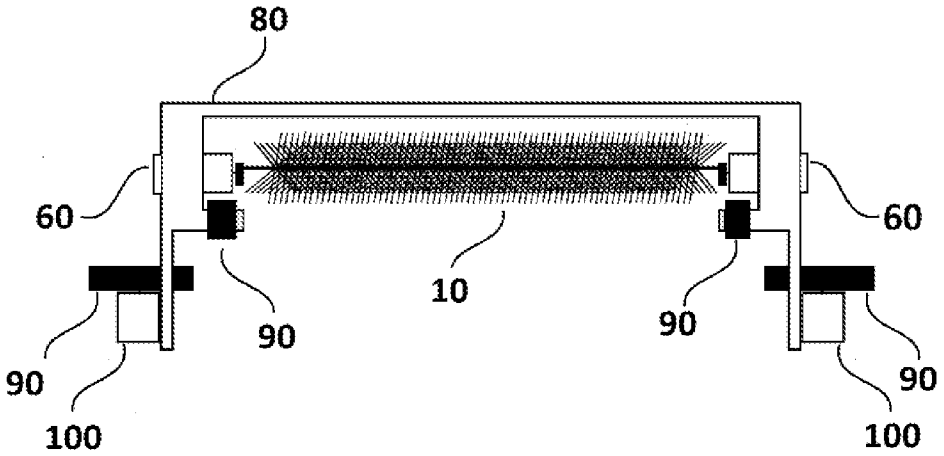


Figura 4

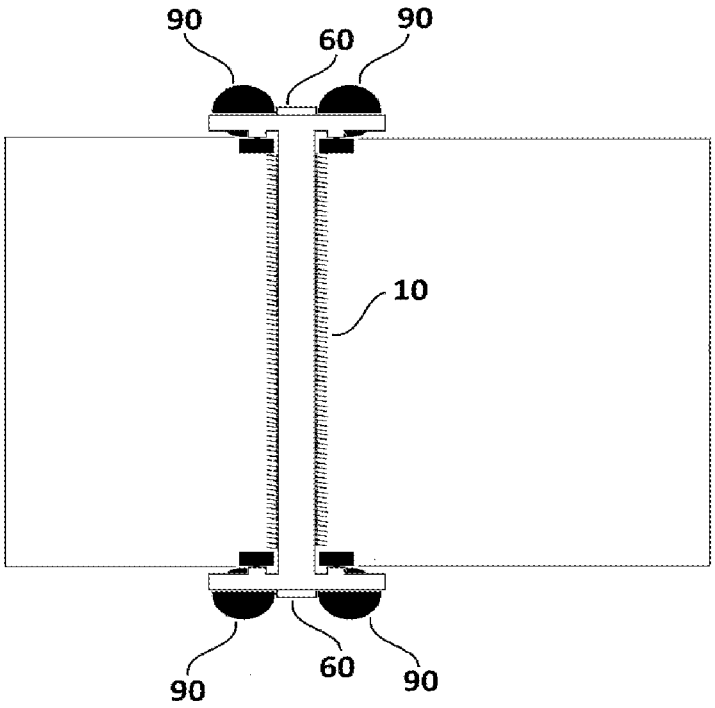


Figura 5

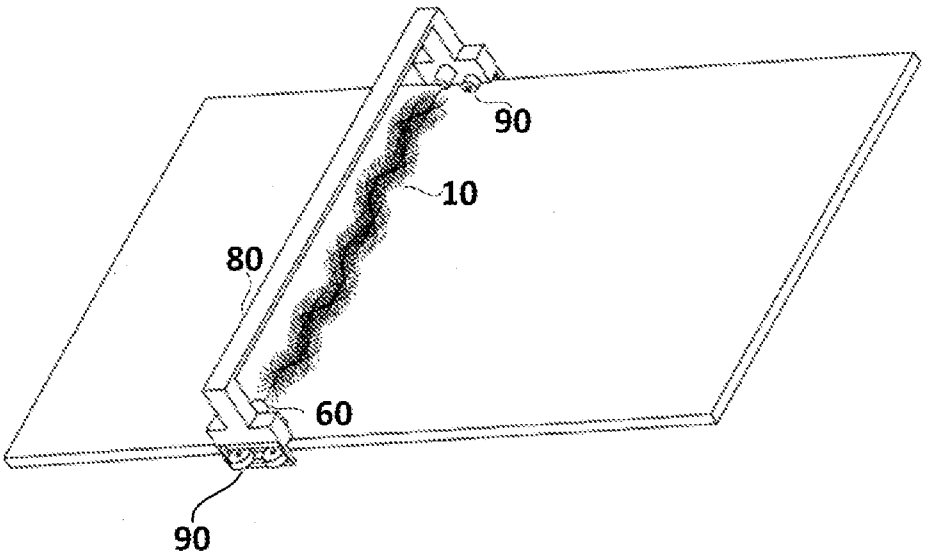


Figura 6