

MATERIAL TRANSPARENTE SUSTITUTO DEL VIDRIO CON FUNCIÓN FOTOELÉCTRICA Y TERMOELÉCTRICA COMPUESTO POR ÓXIDO DE ZINC (ZNO) Y GRAFENO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con el campo de los materiales para la construcción, específicamente la presente invención se relaciona con un nuevo material transparente sustituto del vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica compuesto por óxido de Zinc (ZnO) y Grafeno y su proceso de elaboración. En donde el material obtenido permite la generación eléctrica, disminuye las pérdidas por temperatura, amplía el rango de tiempo para la generación, aumentando así la eficiencia, al tiempo que reduce los costos de producción.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la actualidad, una de las grandes desventajas de los paneles solares convencionales de Silicio (Si) es su alto valor de producción. Para obtener una oblea de Silicio puro, que es el elemento base para la construcción de los dispositivos fotovoltaicos, son necesarios procesos de extracción minera, exponiendo gravemente la salud humana para poder recolectar los cristales de Cuarzo. Posteriormente, para proceder a la realización de celdas solares, son necesarios procesos de producción altamente sofisticados y maquinaria sumamente costosa para poder extraer el Si puro de las obleas. Otra gran desventaja de estos dispositivos es su baja eficiencia. La eficiencia máxima de estos dispositivos es de al

rededor del 22%, bajo condiciones ideales. Asimismo, esta tecnología requiere una gran superficie para llevar a cabo su instalación, convirtiéndola en una solución poco rentable y eficiente.

Así las cosas, se evidencia que en el estado de la técnica existen una serie de documentos que presentan configuraciones de materiales por capas transparentes para aplicaciones fotovoltaicas o termoeléctricas, incluyendo materiales tales como óxidos transparentes; ZnO, IZO, ITO o grafeno y similares.

En este sentido, se tiene por ejemplo el documento US20110240118A1, el cual divulga un método para trazar una celda solar de película fina que incluye un sustrato de vidrio sodocálcico, una película de molibdeno (Mo), una película de diselenuro de cobre, indio y galio (CICS), una capa amortiguadora, una capa de óxido de zinc (i-ZnO), una capa de óxido de zinc dopado con aluminio (n-ZnO:Al o AZO), un primer trazado, un enlace conductor y un segundo trazado. Los pasos del método incluyen producir el primer rayado sobre la película de Mo, depositar la película CICS, la capa de amortiguación y la capa de óxido de zinc sobre la película de Mo, producir el segundo rayado sobre la película CICS, la capa de óxido de zinc y la capa de amortiguación por encima de la película de Mo, depositar y rellenar un primer material aislante en el primer rayado, y depositar un segundo material aislante que cubre la celda solar mientras se rellena el primer rayado formando una capa de conducción.

No obstante, este documento difiere de la presente invención por el hecho que no divulga un vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica, (efecto Seebeck), conformado por

capas de grafeno, aleación de grafeno-ZnO y láminas de dispersión de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) y su proceso de fabricación.

Otra divulgación relacionada con la presente invención se encuentra en el documento US20180158971A1, el cual se refiere a un elemento fotoeléctrico transparente y un método para fabricar el mismo. El método incluye proporcionar un sustrato transparente, formar una película conductora transparente sobre el sustrato transparente a temperatura ambiente, formar una película semiconductor de óxido de tipo n sobre la película conductora transparente y formar una película de óxido de níquel de tipo p que tiene una estructura de puntos cuánticos en una película semiconductor de óxido de tipo n mediante pulverización reactiva a temperatura ambiente, incluyendo la pulverización reactiva oxígeno y argón, siendo una proporción de oxígeno menor que la proporción de argón.

No obstante, este documento difiere de la presente invención por el hecho que no divulga un vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica, (efecto Seebeck), conformado por capas de grafeno, aleación de grafeno-ZnO y láminas de dispersión de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) y su proceso de fabricación.

De otra parte, se encuentra el documento US9310519B2, el cual divulga un módulo fotovoltaico de tipo transparente que incluye: un primer sustrato transparente; un segundo sustrato transparente; un primer electrodo transparente y un segundo electrodo, todos ellos colocados entre el primer sustrato transparente y el segundo sustrato transparente;

una capa fotoactiva colocada entre el primer electrodo transparente y el segundo electrodo que convierte la luz en energía eléctrica; y una capa protectora colocada entre el segundo electrodo y el segundo sustrato transparente, en la que se forma una capa estructural de cristal fotónico tridimensional en la superficie del segundo sustrato transparente orientada hacia el primer sustrato transparente.

No obstante, este documento difiere de la presente invención por el hecho que no divulga un vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica, (efecto Seebeck), conformado por capas de grafeno, aleación de grafeno-ZnO y láminas de dispersión de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) y su proceso de fabricación.

Finalmente, se tiene el documento WO2021052456A1 que se refiere a un método para procesar una placa de cubierta transparente (10), que comprende a) proporcionar una placa de cubierta transparente (10) que tiene un lado exterior (27) y un lado interior opuesto (28), en el que la placa de cubierta (10) comprende un área (15) con una estructura de dispersión de luz, b) formación de al menos una capa de interferencia óptica (16) en el lado de la placa de cubierta (27, 28), que comprende b1) aplicar una máscara (24) a la placa de cubierta (10), la máscara (24) no cubre una primera zona (22) de la superficie de la tapa (11, 13) y cubre una segunda zona (23) del lado de la tapa (27, 28), y la primera zona (22) y la segunda zona (23) están dispuestas para superponerse al área estructurada (15), b2) la capa de interferencia óptica (16) se aplica en superposición con la máscara (24), b3) la eliminación de la máscara (24), por lo que también se elimina la capa de interferencia óptica (16).

No obstante, este documento difiere de la presente invención por el hecho que no divulga un vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica, (efecto Seebeck), conformado por capas de grafeno, aleación de grafeno-ZnO y láminas de dispersión de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) y su proceso de fabricación.

A partir de la información divulgada en los documentos del estado de arte, se puede ver claramente que se presenta el problema de obtener un material transparente sustituto del vidrio con función de generación optimizada, compuestos por materia prima de fácil obtención y económicos.

De acuerdo con lo anterior, es claro que existe en el estado del arte una necesidad de proporcionar una nueva tecnología de vidrios inteligentes que cuenten con sistema híbrido de producción de energía, es decir, que sea capaz de producir energía mediante el efecto fotoeléctrico y el Efecto Seebeck (efecto termoeléctrico). Adicionalmente se evidencia la necesidad de proporcionar nuevos materiales de fabricación alternativos al Silicio; nuevos procesos de producción para aplicaciones a gran escala, que permitan disminuir los costos de producción hasta en más de un 30%.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entiende de forma más clara a partir de las siguientes figuras donde se muestran los componentes y resultados asociados al presente desarrollo, así

como las características novedosas con respecto al estado del arte, en donde, las figuras no pretenden limitar el alcance de la invención, el cual está únicamente dado por las reivindicaciones adjuntas, en donde:

La Figura 1 corresponde a una vista esquemática de las láminas que conforman el material, de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un material transparente que comprende los siguientes componentes:

Una primera lamina (1) conformada por capas alternadas de sustrato de vidrio con un rango de grosores que va de 3 mm hasta 5 mm y de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) que va de 300 nm a 500 nm, configuración multicapa vidrio-AZO, en donde las capas de AZO presentan una morfología modificada;

Una segunda lámina (2) conformada por una aleación de grafeno con óxido de zinc ZnO, unida a la primera capa con puntos de contacto de plata Ag ubicados en las esquinas, el grosor de esta película será de 200 μm hasta llegar a los 500 μm ;

Una tercera lámina (3) conformada por un recubrimiento de grafeno que varía de 100 μm hasta los 300 μm .

El procedimiento para elaborar el material transparente sustituto del vidrio con función fotoeléctrica y termoeléctrica compuesto por óxido de Zinc (ZnO) y Grafeno comprende las siguientes etapas:

Etapa 1: Depositar una capa de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO), con morfología alterada, que va de 300 nm a 500 nm sobre un sustrato de vidrio de 3 mm a 5 mm para poder lograr una interacción entre los haces de fotones y el material semiconductor, logrando así una absorción total o parcial de la energía del haz por el material. Esta capa también se usa como un colector plano de doble acristalamiento, logrando una transmitancia solar de 0.85 mientras mantiene una emisividad de menos del 0.3 en la región del infrarrojo.

Etapa 2: Repetir el proceso de la etapa 1 hasta obtener una configuración sándwich que constará de 3 capas; se utiliza un recubrimiento multicapa que combina capas de AZO con sustratos de vidrios para conseguir una alta transparencia ($>0,8$) en el espectro solar manteniendo una emisividad tan baja como 0,13 en la región del infrarrojo medio (MIR). El efecto termoeléctrico toma lugar debido a la morfología alterada del material desarrollado. La baja dimensionalidad minimiza la conductividad térmica. La longitud del camino de los fonones es la longitud del camino de los fonones que se propagan a través de las nanoestructuras y se utiliza principalmente para describir la conductividad térmica de la red. Por lo tanto, al modificar la morfología del AZO se obtiene al efecto termoeléctrico del desarrollo.

Etapa 3: aplicar la segunda lamina que corresponde a una de aleación de Grafeno con ZnO. El grosor de esta película estará en el rango de 200 μm a 500 μm y se une a la primera capa con puntos de contactos de plata Ag en las esquinas, para así contar con un mejor aprovechamiento del área. La aleación de ZnO-Grafeno será la segunda lamina del desarrollo debido a que combina la relación volumen-superficie del ZnO y la transparencia

del Grafeno. El ZnO al presentar una fuerte absorción óptica, es capaz de captar la mayor cantidad de radiación sin presentar pérdidas por reflexión. Por otro lado, la alta transparencia del Grafeno permite que pase a través de la lámina la mayor cantidad de luz posible para así poder dar paso al efecto fotoeléctrico y termoeléctrico.

Etapas 4: Aplicar la tercera capa del desarrollo que corresponde a un recubrimiento de grafeno que va de 100 μm a 300 μm . Esta capa permitirá una mejora en la transparencia del dispositivo resultante, y debido a la alta conductividad del grafeno, ayudará a disminuir las pérdidas de corrientes entre las capas del desarrollo. Esta capa se deposita por medio del método de Magnetron Sputtering, el cual permite una mayor precisión y un mayor control sobre el grosor del recubrimiento.

A continuación, se definen algunos conceptos que permiten entender de una mejor manera la presente invención.

- **Magnetron Sputtering:** El magnetrón sputtering es un equipo compuesto por una fuente de alimentación, una cámara de vacío y un equipo de vacío, una estación de sustrato, la posición del blanco y una cámara de mezcla de gases de trabajo. En el proceso de trabajo del sputtering, los iones de alta energía bombardean la superficie del blanco bajo la aceleración del campo eléctrico, provocando una transferencia de momento de los iones de alta energía que bombardean la superficie del blanco bajo la aceleración del campo eléctrico, causando una transferencia de impulso para hacer que los átomos del blanco se pulvericen y salgan disparados hacia el sustrato a lo largo de dirección de salida para completar el proceso de deposición.
- **Oxido de zinc dopado con aluminio (AZO) con morfología alterada/modificada:** La morfología es el arreglo cristalino que presenta el material. La morfología alterada es el

cambio de orientación de la forma de los cristales del material. Al modificar nuestra morfología a niveles nanométrico, se modifica también la superficie de nuestro material, mejorando las propiedades ópticas del material resultante.

A continuación, se listan algunas de las ventajas y aplicaciones que incluye la presente invención.

Una aplicación innovadora del material desarrollado es su uso en sistemas solares híbridos FV-Térmicos (PVT) donde restringen la pérdida de calor por radiación sin comprometer el rendimiento fotovoltaico.

Así las cosas, esta nueva tecnología de vidrios inteligentes presenta varias ventajas en comparación con los dispositivos fotovoltaicos convencionales. Una gran ventaja que posee es que presenta un mejor aprovechamiento del área en comparación con los paneles solares convencionales. Los paneles solares convencionales son dispositivos robustos y de gran tamaño, sin embargo, el nuevo material propuesto no necesita un área extra para ser instalado. Con esta nueva tecnología, se pueden construir grandes edificaciones, debido a que el material desarrollado puede ser utilizado como material arquitectónico y sirve para cerrar un edificio o cualquier localidad, haciendo sostenibles los recintos donde se usa.

Otra ventaja de la presente invención sobre los vidrios fotovoltaicos convencionales de Silicio, (Si), consiste en que el desarrollo propuesto tiene un sistema híbrido de producción de energía, mientras que la tecnología de dispositivos fabricados a base de Si presenta

grandes pérdidas a temperaturas relativamente bajas, (superiores a 27°C), el desarrollo propuesto aprovechar estas temperaturas para producir energía, por lo tanto, tiene la capacidad de aprovechar cualquier gradiente de temperatura presentado en el ambiente para utilizarlo como fuente de producción energética, proporcionando una solución mucho más eficiente y rentable. Cuando la temperatura excede los 25 °C, los paneles convencionales presentan una disminución del 30% de su eficiencia, por lo tanto, con la nueva gama de materiales, aprovecha esos gradientes de temperaturas para producir más energía eléctrica para el usuario final.

El nuevo desarrollo al estar fabricado con materiales alternativos al Si presenta mayor resistencia a los ambientes con alto contenido de hidrógeno, humedad y calor, por lo tanto, la nueva tecnología puede ser instalada en cualquier condición ambiental. Estos dispositivos al contar con un sistema híbrido de producción no dependen únicamente del sol como fuente para la producción de energía. Al ser capaces de producir energía con los gradientes de temperaturas presentados en los ambientes, presentando un mayor tiempo de operación.

Otra ventaja tecnológica que presenta el desarrollo son sus propiedades ópticas. Estos materiales presentan una alta transmisión óptica y transparencia, por lo cual puede hacer al producto más estético y llamativo.

Finalmente, esta nueva tecnología presenta una ventaja en sus propiedades térmicas. Debido a que este dispositivo aprovecha los gradientes de temperatura para producir

energía, no permite el paso de calor a través de él, por lo tanto, el material desarrollado permite un mayor ahorro energético.

Aunque la anterior descripción define las modalidades preferidas de la presente invención, dicha invención no se encuentra limitada a éstas, sino que, por el contrario, también se pretende incluir dentro del alcance de la presente solicitud todas las variaciones o modificaciones que sean evidentes para los expertos en la materia y que no afectan y cambian el espíritu de la invención.