

VIDRIO ALMACENADOR DE ENERGÍA A BASE DE NANOFIBRAS DE ZNO/TIO₂ Y METODO PARA LA FABRICACION DEL MISMO

CAMPO TÉCNICO

5

La presente invención se ubica dentro del campo técnico de la producción de vidrio a partir de materiales novedosos, más específicamente en la producción de un vidrio que además permite el almacenamiento de energía.

- 10 Así, la presente invención está dirigida a una nueva tecnología de vidrio almacenador de energía que es capaz de ser instalada en cualquier localidad sin necesidad de un área extra, en donde se cuentan con los beneficios arquitectónicos de un vidrio, dando así estética y sostenibilidad a las construcciones del futuro. Este nuevo vidrio cuenta con nuevos materiales de
- 15 fabricación que no son nocivos para la salud humana y no producen impacto ambiental, al tiempo que no requiere una alta tasa de mantenimiento y proyecta una mayor capacidad de recolección de energía debido a la capacidad mejorada de sus materiales de fabricación. Del mismo modo, la tecnología de la presente invención básicamente corresponde a un vidrio almacenador de energía que
- 20 está compuesto por un sustrato de vidrio a base de óxido de zinc (ZnO)-dióxido de titanio (TiO₂) y tetraetilortosilicato (TEOS) con un grosor de 200 µm, con una película de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) de 500 nm, y un recubrimiento de grafeno de 200 nm. Adicionalmente, la presente invención también está dirigida al método o proceso para la fabricación u obtención de
- 25 dicho vidrio almacenador de energía.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- El vidrio es uno de los materiales más empleados en el campo de las
- 30 construcciones en los últimos años, debido a su aspecto agradable, sus propiedades ópticas y traslúcidas, al tiempo que permite que una edificación tenga un aspecto agradable tanto interna como externamente. Sin embargo, uno

de los grandes inconvenientes de este material son las materias primas necesarias para su proceso de fabricación, donde dicha materia base primaria para la producción de este material es la sílice, y para obtener este recurso es necesario realizar explotación de tierras o procesos de minería para extraer la sílice pura de los cristales de cuarzo. Por otro lado, las materias primas secundarias son altamente contaminantes, al tiempo que son peligrosas para el medio ambiente, producen desechos tóxicos y son nocivos para la salud humana.

- 5
- 10 Al mismo tiempo, las baterías son dispositivos robustos y altamente contaminantes, las cuales requieren una gran tasa de mantenimiento y producen desechos tóxicos para la salud humana. Adicionalmente, las baterías de plomo ácido son excesivamente costosas y requieren un área adicional para poder llevar a cabo su proceso de instalación, lo cual las hace una solución poco rentable y eficiente.
- 15

Por lo tanto, hacer una unión entre estos dos elementos altamente utilizados en la actualidad y aprovechando de este modo el uso de vidrios en edificaciones para su producción de energía eléctrica, se ha convertido en un reto y una necesidad para ayudar con el medio ambiente, tanto en la parte de la fabricación del vidrio como en evitar el uso de elementos contaminantes para el almacenamiento de energía, donde además se reducen costos debido a que también se disminuye el consumo de energía eléctrica.

- 20
- 25 Adicionalmente, en nuestra sociedad actual, se están presentando una gran cantidad de cambios nocivo debido a la gran contaminación y el gran impacto ambiental producida por el hombre y sus actividades diarias. Las baterías son unas de las principales fuentes de contaminación de nuestro planeta debido a la gran cantidad que se producen cada año, los desechos tóxicos que se producen en su proceso de fabricación y usan materiales nocivos para la salud humana.
- 30

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con nuevos materiales para la fabricación de vidrio que pueden llegar a ser almacenadores de energía, dentro de las que se encuentra el documento CN 106542821 que describe una cerámica de almacenamiento de energía basada en $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ con adición de vidrio $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$ y un método de preparación de la misma. La cerámica de almacenamiento de energía basada en $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ con adición de vidrio $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$ comprende principalmente componentes principales que incluyen SrCO_3 , TiO_2 y BaCO_3 y un material auxiliar, a saber, vidrio $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$. El método de preparación de la cerámica de almacenamiento de energía a base de $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$ con adición de vidrio $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ consta de los siguientes pasos: pesar las materias primas, incluidos SrCO_3 , TiO_2 y BaCO_3 , de acuerdo con una cierta relación estequiométrica; llevar a cabo la molienda de bolas y el secado después de la descarga; preencendido a 1150°C durante 2h para obtener polvo de $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$; después de pesar de acuerdo con la relación de masa de $(100-x)\%$ en peso $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$ + $x\%$ en peso $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$, mezclar con piedras esféricas de circonio y agua desionizada; llevar a cabo la molienda con bolas, el secado, la granulación y el tamizado en secuencia, y prensar para preparar una muestra de prueba; manteniendo el calor en el aire a 1250°C a 1350°C durante 2 h, y sinterizando; enfriamiento a lo largo de un horno; y finalmente, recubrir la pasta de electrodos para obtener la cerámica de almacenamiento de energía. Un material dieléctrico sin plomo preparado por el método cumple con las tres características más importantes en el aspecto de las propiedades eléctricas de la cerámica de almacenamiento de energía: altas constantes dieléctricas, baja pérdida dieléctrica y alta intensidad de campo disruptivo y gran densidad de almacenamiento de energía; y un proceso de preparación es sencillo, económico y respetuoso con el medio ambiente.

Sin embargo, la invención definida en esta anterioridad presenta la desventaja que se trata de una cerámica con adición de vidrio, pero no se especifica un vidrio como tal, lo cual no puede ser usado masivamente en construcciones, al tiempo que no tiene las características deseadas de opacidad y traslucidez, que

son suministradas al contar con un recubrimiento de grafeno y con una película de AZO.

De otra parte, se tiene el documento CN 105198409 que enseña un método de
5 preparación de una cerámica compuesta de vidrio a base de titanato de bario-
estroncio con una alta densidad de almacenamiento de energía. El método
comprende los siguientes pasos: en primer lugar mezclar BaCO_3 , SrCO_3 y TiO_2
que se utilizan como materias primas según una fórmula química $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$
para preparar polvo de $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$; en segundo lugar mezclar SiO_2 , Al_2O_3 ,
10 B_2O_3 , ZnO y K_2O que se utilizan como materias primas según una proporción
de masa de 57 a 17 a 15 a 9 a 2, preparar vidrio, moler el vidrio para preparar
polvo de vidrio; luego se mezcla el polvo de $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{TiO}_3$ con el polvo de vidrio
de acuerdo con una relación de masa de $(100-x)$ a x , y se prepara el polvo
cerámico; y finalmente llenando el polvo cerámico en una matriz, sinterizando la
15 matriz a la temperatura de 1000°C en el ambiente de vacío usando un sistema
de sinterización por plasma de descarga para preparar un cuerpo cerámico
sinterizado, y llevando a cabo un tratamiento térmico para preparar el bario-
estroncio-cerámica compuesta de vidrio a base de titanato con alta densidad de
almacenamiento de energía. De acuerdo con la cerámica compuesta de vidrio
20 a base de titanato de bario-estroncio con la alta densidad de almacenamiento
de energía preparada por el método, la densidad de almacenamiento de energía
y la intensidad del campo de ruptura dieléctrica mejoran considerablemente; La
cerámica compuesta de vidrio a base de titanato de bario y estroncio se puede
aplicar a componentes tales como capacitores de almacenamiento de energía
25 de alta densidad y tiene un alto valor de aplicación en los campos de alta
potencia y potencia de pulso.

Al igual que con el documento definido anteriormente, esta anterioridad presenta
la desventaja que es una cerámica con adición de vidrio sin especificar un vidrio
30 como tal, al tiempo que no incluye un recubrimiento de grafeno, ni una película
de AZO. Adicionalmente, presenta el problema que su proceso de fabricación
es altamente complejo, lo que lo convierte en costoso e indeseado.

Ahora bien, el documento US 5508235 divulga una composición vitrocerámica de baja expansión dopada con Cu/dopada con Fe que comprende: -SiO₂ 50-65% -Al₂O₃ 18-27% -P₂O₅ 0-10% -Li₂O 2-6% -Na₂O 0-2% -K₂O 0-2% -B₂O₃ 0-1% -MgO 0-4% -ZnO 0-5% -CaO 0-4% -BaO 0-5% -TiO₂ 1-3% -ZrO₂ 1-3% -As₂O₃ 0-1.5% -Sb₂O₃ 0-1.5% -CuO 0-3% -Fe₂O₃ 0-1% - donde la cantidad total de SiO₂, Al₂O₃ y P₂O₅ es 80- 89% en peso y dicha vitrocerámica contiene como dopante 0,1-3% en peso de CuO, 0,1-1% en peso de Fe₂O₃ o una cantidad combinada de CuO+Fe₂O₃ de 0.1-4% en peso. La composición vitrocerámica es adecuada para su uso como material de revestimiento para medios sólidos de almacenamiento de energía láser, así como para su uso en atenuadores de haz para medir el nivel de energía láser y bloques de haz o descargas de haz utilizados para absorber energía láser en exceso o no utilizada.

No obstante, la invención definida en esta anterioridad corresponde a un material que es utilizado en medios sólidos de energía láser, pero el vidrio como tal no es almacenador de energía.

Finalmente, en el estado del arte se encuentra el documento CN 113363668 que describe un material de dispositivo de sistema de almacenamiento de energía, en particular a una membrana de fibra de vidrio cargada con grafeno con modificación por irradiación ultravioleta excimer y un método de preparación de la membrana de fibra de vidrio cargada con grafeno, y pertenece al campo técnico del dispositivo de sistema de almacenamiento de energía. Se adopta la irradiación con luz ultravioleta excimer, parte de los grupos funcionales que contienen oxígeno se forman en la superficie del grafeno de una sola capa, se mejora la humectabilidad del grafeno al electrolito de la batería de litio-azufre, y la operación de irradiación es simple, conveniente, limpio y eficiente; el grafeno se carga en un diafragma de fibra de vidrio, y la proporción de grafeno a polivinilpirrolidona durante la preparación de una solución de grafeno, el grosor del grafeno cargado en el diafragma y el tiempo y la potencia de irradiación son

dificultades técnicas. La fibra de vidrio preparada irradiada por la lámpara ultravioleta excimer y cargada con la capa de grafeno se usa como diafragma de una batería de litio-azufre, y el diafragma no solo puede bloquear físicamente el polisulfuro, sino que también puede fijar el polisulfuro a través de una adsorción química eficiente y poderosa, por lo que las sustancias activas se pueden utilizar de manera eficiente y se mejora el rendimiento electroquímico de la batería de litio-azufre.

Sin embargo, esta anterioridad presenta la desventaja que, aunque se menciona un vidrio cargado con grafeno, no se especifica que contenga o sea a base de TiO_2 , ZnO y AZO , por lo que los materiales no son altamente adecuados para lograr el objetivo, al tiempo que indica que puede ser aplicado en sistemas de almacenamiento de energía, pero no indica que el material en vidrio sea el que haga dicho almacenamiento de la energía.

A partir de la información anterior, es claro que los documentos existentes en el estado del arte corresponden a una serie de vidrios o materiales a base de vidrio que tienen algún tipo de relación con el almacenamiento de la energía, en donde se tienen dos casos concretos que mencionan una cerámica que contiene vidrio y tiene propiedades de almacenamiento de energía, mientras que en otros dos casos se menciona que el vidrio puede ser usado en sistemas o aplicaciones de almacenamiento de energía, sin especificar que el material haga dicha función como tal.

Así las cosas, se puede ver que las divulgadas del arte previo relacionadas presentan todas el inconveniente y la desventaja que no definen un vidrio como tal hecho a partir de nuevos materiales, alternos a los utilizados comúnmente en la industria, que le permiten el almacenamiento de energía, y no presentan la opacidad ni la traslucidez deseadas para ser un vidrio que pueda ser usado en cualquier construcción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Considerando los problemas y/o necesidades anteriores mencionadas, los presentes inventores han propuesto una nueva tecnología de vidrio almacenador de energía que es capaz de ser instalada en cualquier localidad sin necesidad de un área extra, en donde se cuentan con los beneficios arquitectónicos de un vidrio, dando así estética y sostenibilidad a las construcciones del futuro, donde dicho nuevo vidrio cuenta con nuevos materiales de fabricación que no son nocivos para la salud humana y no producen impacto ambiental, al tiempo que no requiere una alta tasa de mantenimiento y proyecta una mayor capacidad de recolección de energía debido a la capacidad mejorada de sus materiales de fabricación.

La tecnología de la presente invención básicamente corresponde a un vidrio almacenador de energía que está compuesto por un sustrato de vidrio a base de ZnO-TiO₂ y TEOS con un grosor de 200 μm, una película de AZO de 500 nm, y un recubrimiento de grafeno de 200 nm para mejorar la conductividad y transmitancia óptica del dispositivo. Para la creación de esta capa, el grafeno es sintetizado mediante un sistema de CVD térmico, donde se utilizan láminas de cobre y láminas finas de níquel como catalizadores para la síntesis de grafeno monocapa y grafeno multicapa, respectivamente. Además, el número de capas del grafeno multicapa puede controlarse en función del grosor de la película del catalizador de níquel, el caudal de gas, la presión y el perfil de temperatura. Al cultivar el grafeno multicapa, se utiliza una película fina de Ni que se deposita por el método de sputtering como catalizador para el proceso de crecimiento. El grosor de la película fina de Ni se controla entre 400 nm y 200 μm.

De acuerdo con lo anterior, esta nueva tecnología de vidrios almacenadores de energía presenta varias ventajas con respecto a las baterías de plomo-ácido que se utiliza en la instalación de sistemas fotovoltaicos. Una de las grandes ventajas de estos nuevos dispositivos es que ayuda a disminuir el gran impacto ambiental que es producido por las baterías. Las baterías convencionales están fabricadas con materiales altamente contaminantes, como lo son el carbono (C), plomo

(Pb), dióxido de manganeso (MnO_2), mercurio (Hg), níquel (Ni), cadmio (Cd) y compuestos de litio (Li).

5 Esta nueva tecnología de vidrio cuenta con materiales que no causan impacto ambiental, no exponen la salud humana y no producen desechos tóxicos en su proceso de fabricación, por lo tanto, apuntamos a disminuir grandemente el impacto ambiental con la utilización de esta nueva tecnología de vidrios. Otra ventaja tecnológica de esta nueva tecnología es la optimización del área. Las baterías convencionales requieren un espacio extra para su proceso de
10 instalación, por lo tanto, con esta nueva tecnología no requerimos espacio extra de instalación ya que nuestro vidrio puede ser instalado en cualquier superficie arquitectónica, brindando propiedades inteligentes y sostenibles a cualquier localidad. Por otro lado, nuestro vidrio también puede ser utilizado como vidrio fotovoltaico, que absorbe radiación solar y la libera después de un tiempo
15 determinado cuando ya el material complete su capacidad de carga. Con estos nuevos vidrios, se pueden hacer edificaciones sostenibles con vidrios fotovoltaicos y estos nuevos vidrios almacenadores, liberando así su energía en horas cuando ya el sol no sea capaz de brindar energía al sistema, creando así edificaciones verdes y sostenibles, para hacer mejor el futuro para las próximas
20 generaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25 La presente invención está dirigida a un nuevo material de vidrio almacenador de energía capaz de ser instalado en cualquier localidad sin necesidad de un área extra, el cual comprende o consiste esencialmente de los siguientes componentes:

- 30 • Un sustrato de vidrio conformado a base de óxido de zinc (ZnO), dióxido de titanio (TiO_2) y tetraetilortosilicato (TEOS), donde dicho sustrato de vidrio tiene un grosor en el rango de 100 a 300 μm , preferiblemente 200 μm ;

- Una película de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO), la cual tiene un grosor en el rango de 400 a 600 nm, preferiblemente 500 nm;
- Una película de nanofibras de ZnO/TiO₂; y
- Un recubrimiento de grafeno, el cual tiene un grosor en el rango de 100 a 300 μm, preferiblemente 200 μm.

Ahora bien, la presente invención también está dirigida a un método para la fabricación de un material de vidrio almacenador de energía, el cual comprende o consiste esencialmente de los siguientes pasos:

- a) Suministrar un sustrato de vidrio fabricado a partir de óxido de zinc (ZnO), dióxido de titanio (TiO₂) y tetraetilortosilicato (TEOS), donde dicho sustrato de vidrio tiene un grosor en el rango de 100 a 300 μm, preferiblemente 200 μm;
- b) Depositar una capa de óxido de zinc dopado en aluminio (AZO) sobre el sustrato de vidrio suministrado previamente, donde dicha capa de AZO tiene un grosor en el rango de 400 a 600 nm, preferiblemente 500 nm;
- c) Aplicar una película compuesta de nanofibras de ZnO/TiO₂ sobre la capa de AZO depositada previamente sobre el sustrato de vidrio; y
- d) Aplicar un recubrimiento de grafeno sobre la película de ZnO/TiO₂, donde dicho recubrimiento de grafeno tiene un grosor en el rango de 100 a 300 μm, preferiblemente 200 μm, el cual permite mejorar la conductividad y transmitancia óptica del producto final a obtener.

Así las cosas, el proceso de la presente invención y como se definió anteriormente permite obtener un material de vidrio que tiene propiedades de almacenamiento de energía, esto debido a los materiales que han sido utilizados que tienen unas características especiales, al tiempo que presenta una resistencia considerablemente mayor a la resistencia de los vidrios conocidos en la técnica.

De este modo, de forma específica, luego de tener el sustrato de vidrio a base de ZnO, TiO₂ y TEOS, se deposita sobre dicho vidrio con propiedades mejoradas una capa de AZO, la cual es obtenida a partir de 70 mL de solución concentrada de HNO₃ (16 mol/L) que se disuelven en 200 mL de agua desionizada para su dilución. Así, se disuelven 0,4 mol de Zn (26,26 g) en HNO₃ diluido durante 2 h para preparar una solución de Zn(NO₃)₂ transparente y estable. La solución de Zn(NO₃)₂ se divide en un promedio de ocho partes, y se añaden diferentes cantidades de Al(NO₃)₃ · 9H₂O respectivamente. La concentración de dopaje de Al es de 0-3% (relación molar de Al/Zn) respectivamente.

Luego, se añade gota a gota una solución de NH₄OH (25% en peso) a la solución mezclada anterior para ajustar el valor del pH del sistema a 3-5, y se mantendrá una temperatura de 65°C bajo agitación magnética durante 1 hora. Después, la mezcla se calienta hasta 80°C para eliminar el exceso de agua hasta que se forme un gel, que será seguido de un secado a 180°C durante 5 h para obtener el precursor AZO y se calcinarán a un rango de temperaturas de 400–700°C durante 2 h para mejorar la cristalinidad. Tras la calcinación, todas las muestras se enfrían a temperatura ambiente para obtener nanopartículas de AZO bien cristalizadas. Los polvos sintetizados se utilizan para depositar las películas de AZO sobre los sustratos de vidrio mediante una deposición en aerosol. Después de formar una capa semilla de AZO de alta densidad con nanogramos, se sintetizan los nanocables sobre las películas de la capa semilla de AZO mediante el método hidrotérmico.

Posteriormente, una vez se cuenta con la película de AZO depositada de forma adecuada sobre el sustrato de vidrio, como se definió anteriormente, se procede a aplicar una película de nanofibras de ZnO/TiO₂, donde dichas nanofibras de ZnO/TiO₂ se sintetizan a partir de microfibras precursoras mediante el uso de poli (vinil acetato), isopropóxido de titanio y nano polvo de zinc elaboradas por técnica de electrohilado. Se utiliza Poli (vinil acetato) (PVAc) con peso molecular de aproximadamente 100,000 g/mol, isopropóxido de titanio (IsoPTi) al 97%,

nano polvo de zinc de partículas menores a 50 nm y 99% de pureza, N,N dimetilformamida (DMF) al 99.5%, y ácido acético al 99.7%.

Esta solución polimérica se usará para la preparación de las nanofibras a través de la técnica de electrohilado. Se tomará el PVAc, como reactivo inicial. Se hará una mezcla de 6 g de PVAc con DMF a temperatura ambiente y se mantendrá en agitación por un tiempo de 6 horas, luego se agregará una solución de IsoPTi disuelta en ácido acético en una proporción de 0,25% w/w. A la solución resultante se le añadirá nano-polvo de ZnO. La solución coloidal resultante se agitará por 20 minutos antes de su procesamiento.

Finalmente, cuando se tiene el sustrato de vidrio con la película de AZO y la película de nanofibras de ZnO/TiO₂, se procede a realizar un recubrimiento con grafeno con el fin de mejorar la conductividad y transmitancia óptica del producto final. Dicho recubrimiento de grafeno tiene preferiblemente un grosor de 200 μm y para su creación u obtención, el grafeno es sintetizado mediante un sistema de CVD térmico. Se utilizan láminas de cobre y láminas finas de níquel como catalizadores para la síntesis de grafeno monocapa y grafeno multicapa, respectivamente. Además, el número de capas del grafeno multicapa puede controlarse en función del grosor de la película del catalizador de níquel, el caudal de gas, la presión y el perfil de temperatura. Así, al cultivar el grafeno multicapa, se utiliza una película fina de Ni que se depositará por el método de sputtering como catalizador para el proceso de crecimiento. El grosor de la película fina de Ni se controlará entre 400 nm y 200 μm.

De acuerdo con lo anterior, el vidrio final obtenido mediante el proceso definido presenta una serie de características y propiedades mejoradas con respecto a lo existente en el estado del arte. De hecho, las propiedades morfológicas y estructurales del ZnO hacen que la superficie del vidrio tenga una mayor capacidad de recolección de energía. Además, se evidenció que las nanofibras de ZnO muestran diversas estructuras y arreglos cristalinos.

Así mismo, la adición de grafeno aumenta la resistencia mecánica del material resultante, haciéndolo apto para aplicaciones estructurales. El grafeno cumple función de mejorar la conductividad eléctrica y disminuir las pérdidas entre las capas, para así aumentar la eficiencia del dispositivo. Además, la fabricación de esta nueva tipología de vidrios no requiere procesos de altas temperaturas, por lo tanto, disminuyen grandemente el impacto ambiental.

Aunque la presente invención ha sido definida en términos de las modalidades y/o configuraciones preferidas que permiten obtener el resultado deseado, se entiende entonces que dentro de la presente divulgación se contemplan las múltiples modificaciones y/o alternativas que se puedan derivar de forma evidente para un experto en la materia, razón por la cual el alcance de la presente invención no está definido únicamente por las implementaciones preferidas definidas acá, sino que, por el contrario, el mismo está enteramente definido por las reivindicaciones adjuntas.

DEFINICIONES

Finalmente, a continuación, se hará una explicación de las propiedades que presentan algunos de los materiales que forman parte del vidrio de la presente invención, esto con el fin de entender de mejor manera la invención y la forma como se soluciona el problema existente en el estado del arte, así como las propiedades mecánicas que estos materiales o componentes brindan al nuevo material de vidrio que se desea proteger.

Óxido de Zinc

El óxido zinc (ZnO) es un semiconductor multifuncional del tipo (II-VI) con un amplio band gap (3.4 eV), buena absorción en el ultravioleta y una buena estabilidad química. El ZnO no es tóxico y es eco-amigable con el medio ambiente, haciéndolo útil para bio-aplicaciones. También ha sido considerado como un material prometedor para dispositivos de aplicaciones optoelectrónicas.

El ZnO es un material de uso común en muchas aplicaciones debido a su abundancia natural y bajos costos en su proceso de fabricación.

5 Este material presenta experimentalmente un band gap directo y una alta estabilidad. Por otro lado, una ventaja de usar ZnO como nuevo material para un nuevo proceso de producción y fabricación del vidrio, es que la nanoestructura puede ser preparada usando técnicas de baja temperatura y su tamaño y densidad pueden ser manipulados usando diferentes concentraciones. El ZnO no solo se sintetiza mediante métodos de solución simples, sino que además de
10 esto, este material es más estable contra la humedad/oxígeno y calor. El ZnO permite que el dispositivo fabricado sobreviva a condiciones ambientales adversas por un largo tiempo.

Algunas de estas propiedades (en especial su alto gap a temperatura ambiente)
15 convierten a este óxido metálico en un excelente candidato para aplicaciones como dispositivos optoelectrónicos, transductores acústicos, varistores, sensores de gas, electrodos transparentes, ventanas ópticas, dispositivos emisores de campo, conductores transparentes.

20 La alta conductividad térmica, alto punto de fusión y bajo coeficiente de dilatación, han sido propiedades que le han permitido a este material tener uso en aplicaciones industriales. Este material es muy usado en la industria de la cerámica, concretamente en la fabricación del vidrio, en esmaltes vítreos, esmaltes de porcelana y en cristales especiales. En estos productos, sus
25 propiedades térmicas proporcionan una buena conductividad calorífica, reduciendo las roturas gracias a su bajo coeficiente de dilatación.

Así mismo, el ZnO es blanco a la luz visible pero negro a la luz ultra violeta. Por otro lado, este material proporciona un mayor poder de recubrimiento que
30 cualquier otro pigmento blanco, debido a su alto índice de refracción (2,00) y a su disponibilidad en tamaños de partículas pequeños: El óptimo poder de recubrimiento se obtiene para partículas de 0.25 micras.

Una de las mayores aplicaciones industriales del ZnO, es la industria cerámica a la que proporciona muchas propiedades convenientes a la gran variedad de artículos que fabrican, tales como vidrios, vidriados y esmaltes. El ZnO en los vidrios, disminuye la temperatura de fusión y la temperatura de reblandecimiento, rebaja la viscosidad, eleva la resistencia química y el índice de refracción proporcionando elasticidad y bajo coeficiente de dilatación. Estas dos últimas propiedades son de particular importancia al reducir las causas de rotura precedentes de los choques mecánicos y de cambios de temperatura.

Para obtener propiedades especiales, algunos vidrios llevan óxido de zinc en grandes cantidades. Hasta un 30% de ZnO puede incorporarse en vidrios que permiten la soldadura y en aquellos proyectados para resistencia al ataque por ácido fluorhídrico. Para ciertos fines, tales como cristales ópticos, este compuesto puede ser el mayor componente y comprende hasta 70% del peso total. En los vetrificantes, el ZnO contribuye a disminuir la dilatación, evita las grietas, produciendo además brillo y blancura. Posee un efecto favorable sobre la elasticidad y endurecimiento, permitiendo acabados con gran cantidad de detalles.

Adicionalmente, se combina con la alúmina, para producir opacidad y blancura en los vidrios Bristol. Mejora la opacidad en las semiporcelanas mejorando su acabado y disminuye las pérdidas por vaporización durante la cocción. Con los vetrificantes cristalinos, el ZnO forma silicatos de zinc, que producen cristales para enfriamiento. En la terracota, aumenta el brillo y en algunos tipos, desarrolla la opacidad.

Grafeno

El grafeno es un nanomaterial bidimensional, el cual consiste en una simple capa de átomos. Este material posee una alta movilidad a temperatura ambiente, excelente conductividad térmica, y propiedades mecánicas.

Su alta transparencia y su alta conductividad lo hace el candidato perfecto para su uso para aplicaciones cerámicas o fabricación de pantallas planas. El grafeno posee una buena transparencia en ambas regiones de infrarrojo y visible, una superficie ultrasuave y es química y térmicamente estable.

5

El grafeno presenta una red hexagonal compuesta por orbitales híbridos. La estructura del grafeno determina sus extraordinarias propiedades. Este material cuenta con unas excelentes propiedades térmicas y una alta transmitancia óptica. En los últimos años, se ha estado investigando el uso del grafeno en el nano-refuerzo para los materiales cerámicos. Los nano-refuerzos para este tipo de materiales son más eficaces que las barras o fibras de acero ya que pueden controlar la aparición de nano grietas (en la etapa de iniciación) antes de que aumenten y se conviertan en micro grietas.

10

15 El nano-sílice tiene una forma esférica, donde el rendimiento mecánico mejorado se atribuye generalmente a dos mecanismos: En primer lugar, como núcleos para la fase de creación del vidrio, el nano-sílice puede favorecer la hidratación del vidrio debido a su alta superficie específica.

20 En segundo lugar, como relleno, el nano-sílice puede densificar altamente la microestructura porque su tamaño es comparable al del poro del gel en la matriz del vidrio. Sin embargo, debido a su baja relación de proporción (relación longitud – espesor), el nano-sílice carece de capacidad para detener micro fisuras derivadas de grietas de nano-tamaño. El grafeno es mucho más eficiente para potenciar la resistencia mecánica debido a que presenta una relación de proporción de más de 2000 y un área superficial mucho mayor que la alcanzada por la nano-sílice. Por lo tanto, sólo se necesita el 0.1% del peso (del compuesto) de grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del material.

25

30 Óxido de Titanio (TiO₂)

El óxido de titanio (TiO₂) es un semiconductor tipo n de gran interés por sus propiedades fotocatalíticas y fotoconductoras. El TiO₂ es de gran interés

tecnológico, este óxido, alotrópico, se encuentra en diversas fases cristalinas: rutilo (tetragonal), anatasa (tetragonal), brookita (romboédrica).

5 Este material se produce naturalmente en varios tipos de roca y arenas minerales. El titanio es el noveno elemento más común en la corteza terrestre, por lo tanto, es un material el cual se puede tener un fácil acceso. Este óxido se suele considerar como un producto mineral químicamente inerte.

10 El TiO_2 se ha utilizado durante muchos años (aproximadamente 90 años) en una amplia gama de bienes industriales y de consumo, incluyendo pinturas, recubrimientos, adhesivos, papel y cartón, plástico y caucho, tintas de impresión, tejidos recubiertos y textiles, sistemas catalizadores, cerámicas, revestimientos de suelos, materiales para techos, cosméticos y productos farmacéuticos, agentes de tratamiento de agua, colorantes alimentarios y en la automoción, etc.
15 Este material también minimiza la degradación del sistema (por fragilización, decoloración y agrietamiento).

El TiO_2 cuenta con excelentes propiedades de bloqueo contra la radiación ultravioleta tipo A (UVA) y tipo B (UVB). Las propiedades de protección contra
20 los rayos UV del TiO_2 se atribuyen tanto a sus propiedades químicas como físicas. De hecho, se ha descubierto que el TiO_2 absorbe la radiación UV independientemente del tamaño de las partículas debido a sus propiedades semiconductoras, las cuales pueden ser explicadas por la teoría de banda de los sólidos. Por otro lado, las propiedades de bloqueo de los rayos UV, del TiO_2 , se
25 consiguen por reflexión y/o dispersión de la radiación UV debido a su alto índice de refracción.

Las propiedades protectoras de los rayos UV del TiO_2 son influenciadas por su morfología y concentración. Se encontró que la anatasa altamente cristalina
30 proporciona un factor de protección de rayos UV de 47.5 que es dos veces mayor que el factor de protección del TiO_2 amorfo (22.8). Otra propiedad interesante

de este material es que es capaz de absorber una porción de rayos ultravioleta UV y convertirlos en luz infrarroja inofensiva.