

Producción por LGAC – Congresos

SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN CATALÍTICA EN LA HDS DE DBT DE CATALIZADORES DE NiMoW SOPORTADOS EN HMS PURA Y MODIFICADA CON ALUMINIO

P.J. Vázquez^a, R. Huirache-Acuñá^a, G. Alonso-Núñez^b, T.A. Zepeda^b, J.L.G. Fierro^c, B. Pawelec^c and E.M. Rivera-Muñoz^d

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Múgica S/N, Morelia, Michoacán, 58060, México, chatorock_17@hotmail.com

^bCentro de Nanociencias y Nanotecnología – UNAM, Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22800, México. ^cInstituto de Catalisis y Petroleoquímica, CSIC, c/ Marie Curie 2, Cantoblanco, Madrid, 28049, España.

^dCentro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada-UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla La Mesa, Juriquilla, Qro., 76230, México

Resumen

Se prepararon materiales de sílice hexagonal mesoporosa (HMS) pura y modificada con aluminio (Al-HMS) y se utilizaron como soportes para catalizadores de hidrot ratamiento a base de níquel, molibdeno y tungsteno. Los catalizadores se prepararon mediante el método de impregnación simultánea a partir de soluciones de sales de níquel, molibdeno y tungsteno, las cuales fueron incorporadas en los soportes de HMS y Al-HMS (Si/Al = 20, 40, 60).

La actividad de los catalizadores de NiMoW soportados en HMS pura y modificada con aluminio se determinó en la reacción de hidrodesulfurización (HDS) del dibenzotiofeno (DBT). Se encontró que la dispersión de las especies de níquel, molibdeno y tungsteno en su forma de óxidos y sulfuros depende de la presencia de aluminio en el soporte, también se encontró que las propiedades texturales de los catalizadores son características de materiales mesoporosos, con un área superficial que claramente se ve afectada por la incorporación de aluminio al soporte.

Introducción

Actualmente, los proyectos de investigación para el desarrollo de mejores catalizadores de Hidrodesulfurización (HDS) se han convertido en un importante tema de estudio de catálisis ambiental en todo el mundo [1-4]. Las regulaciones ambientales en muchos países exigen la producción de combustibles de transporte con contenidos de azufre más bajos [1-4].

Por tal motivo, el proceso de la eliminación profunda del azufre se ha convertido en un problema muy serio en todo el mundo debido a que las especificaciones en las regulaciones impuestas en el contenido del mismo en los combustibles son cada vez más estrictas exigiendo niveles cada vez más bajos, mientras que los contenidos de azufre en los cortes del petróleo son cada vez más altos.

Uno de los procedimientos para la desulfurización profunda, en la cual se basó ésta propuesta de investigación, es el incremento de la actividad catalítica mediante la formulación de mejores catalizadores. Por tal motivo, es de gran importancia la búsqueda de soportes catalíticos para sistemas trimetálicos que favorezcan la formación de sitios activos para la reacción de HDS, además de que disminuyen el costo del catalizador.

Metodología

Síntesis de los soportes y catalizadores

El material de sílice mesoporoso HMS se sintetizó de acuerdo al procedimiento descrito por Zhao y col. [5]. Los soportes se secaron a 85 °C durante 16 h y fueron calcinados a 500 °C por 4 h; se impregnaron por el método de llenado incipiente de poro, de modo que el porcentaje másico total de tungsteno fuera de 13.75%, de molibdeno 8.53% y de níquel 3.81%. Las sales precursoras utilizadas para preparar los catalizadores fueron metatungstato de amonio, heptamolibdato de amonio y nitrato de níquel.

EFFECTO DEL Zr EN LA CARACTERIZACIÓN DE HIDROTALCITAS TIPO ZnAl COMO CATALIZADORES PARA OBTENCIÓN DE BIODIESEL

Denis A. Cabrera-Munguía^a, Horacio González^{a*}, Francisco Tzompantzi^b, Aida Gutiérrez-Alejandre^c, José Luis Rico^a,

^a Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Francisco J. Múgica s/n Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, 58030, MÉXICO. hogoro@umich.mx

^b División de CBI, Universidad Autónoma Metropolitana, San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa, México D.F., 09340, MÉXICO.

^c UNICAT Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México Av. Universidad 3000 circuito exterior s/n, Coyoacán, México D.F., 04510, MÉXICO.

Resumen

En este trabajo se estudió el efecto que tiene el Zr al incorporarse en hidrotalcitas del tipo ZnAl sobre sus propiedades fisicoquímicas. La composición de los catalizadores se modificó al variar la relación molar Zn/Al(X) y Zr/Al(Y) durante su síntesis. Los materiales ZnAl(X)-Zr(Y) se caracterizaron por DRX, fisiorción de N₂, UV-vis-DRS, TGA y sus propiedades básicas se cuantificaron por titulación con ácido benzoico. Los resultados indican que el Zr origina un incremento del parámetro de red "c" en la estructura de la hidrotalcita y además promueve la formación de fases activas zincita e hidrocincita a baja temperatura de calcinación. Las propiedades básicas de los catalizadores también se ven magnificadas, en tanto que se logra preservar la estructura tipo brucita. Entre los materiales estudiados, el catalizador ZnAl(4)-Zr(0.1) presentó el mayor rendimiento de biodiesel (85.4%) lo cual se encuentra asociado con la presencia de una mayor cantidad de zincita e hidrocincita (DRX, UV-Vis) y una mayor basicidad total, además, este catalizador exhibió una alta estabilidad catalítica sin pérdida de actividad por lixiviado.

Introducción

El biodiesel representa un combustible alternativo al diesel de petróleo el cual posee un bajo contenido de azufre. Generalmente se produce mediante la transesterificación de aceite vegetal o grasa animal, empleando para ello, catalizadores básicos homogéneos como el NaOH. Este tipo de catalizador por su naturaleza, requiere de subsecuentes etapas de neutralización y purificación de los principales productos, encareciendo el precio final del biodiesel. Por lo que, los catalizadores sólidos como las zeolitas básicas [1], CaO y MgO soportados [2], zirconatos y titanatos de sodio [3] y las hidrotalcitas [4] son opciones atractivas debido a que el biodiesel y glicerol obtenidos son de alta pureza. En este caso, las hidrotalcitas son las únicas que no han presentado disolución de la fase activa en el medio de reacción, debido a su estructura de hidróxidos dobles laminares con fórmula general $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2](A^+)_{x/n} \cdot yH_2O$. No obstante, se sabe que el Mg²⁺, empleado tradicionalmente en la formulación de las hidrotalcitas, tiende a reaccionar con el glicerol producido, formando sales, lo cual reduce su actividad catalítica [5]. Sin embargo, el reemplazo del Mg por Zn ha dado lugar a un material más robusto, pero con propiedades básicas limitadas en comparación con las hidrotalcitas MgAl [6]. Por ello, el presente trabajo propone el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas de las hidrotalcitas ZnAl mediante la incorporación de Zr, empleando diferentes relaciones molares de Zn/Al y Zr/Al. El trabajo se enfoca en el estudio de las modificaciones que el Zr ocasiona en sus propiedades cristalinas, texturales y básicas; así como su correlación con la actividad catalítica que presenta cada catalizador en la transesterificación de aceite de soya.

Metodología

Síntesis de los catalizadores. Los materiales ZnAl(x)-Zr(y) fueron preparados por co-precipitación empleando una solución acuosa de Zn(NO₃)₂·6H₂O, Al(NO₃)₃·9H₂O y ZrOCl₂·8H₂O de forma que se

TITANIA DOPADA CON CATIONES TUNGSTENO Y MOLIBDENO: SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN

Osmín Avilés-García^{1,2}, Reyna Natividad², Jaime Espino-Valencia¹, José Luis Rico-Cerda¹, Rubí Romero²

¹División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química UMSNH Edif. "VI" C.U. Avenida Francisco J. Mujica S/N. Morelia, Michoacán, 58000-888., México.

²Catalisis e Ingeniería de las Reacciones Químicas, Centro de Investigación en Química Sustentable UAEM-UNAM, Carretera Toluca-Atlaconulco Km 14.5, Toluca Edo. México, 50200
E-mail: mitojr_2020@hotmail.com

Introducción

El dióxido de titanio (TiO_2) es un fotocatalizador altamente eficiente para la degradación de contaminantes orgánicos acuosos (1). Es muy usado debido a su baja toxicidad y a que es biológica y químicamente inerte. Sin embargo, debido a sus propiedades ópticas se activa principalmente con radiación UV. El proceso fotocatalítico de la titanía es altamente dependiente de su fase cristalina, pero un buen fotocatalizador depende fuertemente en su habilidad para generar en la superficie pares h^+/e^- . Para reducir la recombinación h^+/e^- durante la fotoactividad y para ampliar su aplicación en el rango de luz visible, la titanía puede ser modificada por dopaje con metales de transición (2, 3). El tipo de ion metálico dopante es un factor importante para mejorar la fotoreactividad de la titanía. La síntesis de materiales mesoestructurados de TiO_2 mediante el método EISA (por sus siglas en inglés Evaporation Induced Self-Assembly Approach) representa una ruta atractiva de óxidos de metales de transición, al mejorar sus propiedades estructurales y morfológicas mediante el uso de surfactantes (4). Con base en lo anterior, en el presente trabajo se reporta la síntesis y caracterización de titanía mediante el método EISA dopada con varios porcentajes en peso de metales de transición tungsteno (W) o molibdeno (Mo).

Parte experimental

La síntesis de titanía mesoporosa dopada por el método EISA fue realizada de la siguiente manera: se preparó una solución alcohólica del precursor ($\text{C}_{16}\text{H}_{36}\text{O}_4\text{Ti}$), esta fue agregada al surfactante (copolímero neutro P123), los precursores de W o Mo [$(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}\cdot\text{XH}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$] (con porcentajes en peso nominal de dopaje en la titanía de 1 a 3%) fueron adicionados posteriormente y finalmente se agregó gota a gota ácido nítrico (HNO_3). La mezcla resultante de composición molar $5.8 \times 10^{-3} \text{ C}_{16}\text{H}_{36}\text{O}_4\text{Ti}$: $20.6 \times 10^{-3} \text{ HNO}_3$: $0.103 \times 10^{-3} \text{ P123}$: $108.5 \times 10^{-3} \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}$ fue agitada durante 3 horas. El sistema formado fue puesto en una etapa de secado utilizando un evaporador rotatorio hasta la formación del sólido. Posteriormente el sólido sintetizado fue calcinado a 400°C por 4 horas con una velocidad de calentamiento lento de $1^\circ\text{C}/\text{min}$ con la finalidad de no colapsar la estructura mesoporosa durante la formación cristalina. Las muestras fueron identificadas como DW y DM refiriéndose al dopaje con W o Mo seguido del porcentaje en peso del catión y la muestra de titanía sin dopante fue identificada como SD. Para determinar las propiedades texturales, las muestras fueron caracterizadas por el método Brunauer-Emmett-Teller (BET) para determinar el área superficial específica promedio y Barrett-Joyner-Halenda (BJH) para determinar el tamaño promedio de poro mediante adsorción-desorción de N_2 . Para evaluar las propiedades estructurales de los materiales sintetizados se utilizó la técnica de Difracción de Rayos X (XRD) y Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM).

Resultados y discusión

Las propiedades texturales y estructurales de la titanía mesoporosa pura y dopada con W o Mo de acuerdo al método de síntesis, se muestran en la Tabla 1.

SINTERIZACIÓN DE WC-6%Co ADICIONANDO NANOESTRUCTURAS DE CARBONO Y PARTICULAS DE MoN

Gustavo Castro^a, José Lemus-Ruiz^a, José Luis Rico^b, Javier Lara^b

^a Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, ^b Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica S/N Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, C.P. 58030, México.
gustavo_yx@hotmail.com

Resumen

El carburo de tungsteno (WC) es un cerámico duro, capaz de soportar grandes compresiones, además de tener buena resistencia al desgaste y a la oxidación a temperaturas elevadas, aunado a la capacidad de resistir cambios repentinos de temperatura, y ser químicamente resistente. En el presente trabajo, mediante el proceso de metalurgia de polvos, se fabricaron compósitos de WC-6%Co, reforzado con nanoestructuras de carbono o partículas de MoN, con un contenido de 0 y 5 % en volumen mediante mezclado mecánico, la mezcla de polvos a diferentes composiciones se compactó en una prensa hidráulica en pastillas de 6 mm de diámetro y se sinterizaron a 1380°C, 1400°C y 1420°C durante 30, 60 y 90 minutos, empleando un calentamiento convencional en un horno con atmósfera controlada de argón de pureza comercial. La caracterización microestructural se realizó por difracción de rayos-X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (MEB). Los resultados muestran un incremento de la densificación del material al aumentar tanto la temperatura como el tiempo de permanencia, confirmándose con la medición de la densidad mediante el uso del método de Arquímedes. Por su parte, se pudo observar la presencia de las estructuras de carbón y partículas de MoN, en las muestras facturadas del material sinterizado.

Introducción

La industria mundial tiene críticas necesidades de materiales con propiedades funcionales y estructurales, resistentes a aplicaciones en ambientes agresivos, de alta resistencia, con estabilidad térmica y resistencia al choque térmico. Sin embargo, la fragilidad natural de los materiales cerámicos limita sus aplicaciones en gran medida. Dentro del procesamiento de metales y minerales se han requerido herramientas con mejores propiedades mecánicas, tales como alta dureza, resistencia al desgaste y tenacidad a la fractura. Las condiciones de operación en este tipo de industria presentan importantes niveles de ciclos de fatiga, altas temperaturas, cargas de compresión, choques térmicos, entre otras, sin embargo generalmente las herramientas con alta dureza van acompañadas de una baja tenacidad y viceversa. Los carburos cementados son producidos por lo general usando metalurgia de polvos utilizando como ventaja el alto punto de fusión del carburo de tungsteno, la formación de una fase líquida la cual envuelve las partículas cerámicas y la posibilidad de generar piezas en masa y con geometría compleja, obteniendo propiedades de tenacidad entre 11 y 25 MPa y durezas entre 850 y 2200 kg/mm² (HV).

Las aleaciones entre carburo de tungsteno y cobalto han sido usadas por sus características de resistencia al desgaste en aplicaciones como herramientas de corte, o instrumentos de perforación. Su importancia técnica e industrial ha llevado a realizar investigaciones para mejorar las propiedades mecánicas de este material, donde el contenido de cobalto juega un rol importante [1]. Para producir carburos cementados con diferentes cualidades y lograr diferentes efectos en las propiedades finales se usan contenidos del 5 al 25% de cobalto, aumentando la dureza del compuesto conforme decrece la cantidad de cobalto y aumentando la tenacidad a la fractura conforme aumenta la cantidad del mismo. Los principales constituyentes de los carburos cementados son el WC y el Co, el WC tiene como función aportar a la aleación la resistencia necesaria así como propiedades contra el desgaste, por otro lado el cobalto

IMPURIFICACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO CON DIFERENTES PRECURSORES DE NITRÓGENO.

Verónica J. Cedeño Garcidueñas^a, Ricardo Rangel Segura^b, Pascual Bartolo Pérez^c, Rafael García Gutiérrez^d, Donald H. Galván Martínez^e, Jaime Espino Valencia^f, Mauricio González Arce^g

^{a,b,c,g} División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Francisco J. Mugica S/N Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, 58030, México.

cedegarci@gmail.com

^d División de Física Aplicada, Cinvestav-IPN, Mérida, Antigua Carretera a Progreso Km 6 Cordemex, Mérida, Yucatán, 97310, México. ^e Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N Col Centro, Hermosillo, Sonora, 83076, México. ^f Departamento de Físicoquímica de Nanomateriales, CNYN-UNAM, Carretera Tijuana-Ensenada Km 107 Col. Pedregal Playitas, 22860, Ensenada, B.C.

Resumen

La impurificación del óxido de grafeno (OG) es un medio para modificar su banda de energía prohibida, promoviendo con ello en algunos casos, la mejora de sus propiedades electrónicas y así mismo su uso en diferentes aplicaciones. En diversas investigaciones se reporta, que el nitrógeno impulsa ésta propiedad. El presente trabajo expone los resultados de la impurificación del óxido de grafeno mediante diferentes precursores de nitrógeno, los cuales modifican su estructura morfológica y química. El objetivo es precisar cuál de estos impurificantes favorece la obtención de nitrógeno piridinico y cuaternario, los cuales son considerados los más activos dentro del óxido de grafeno.

Introducción

Mediante exfoliación micro-mecánica, André Geim y Konstantin Novoselov descubrieron el grafeno para el año 2004, dicha exfoliación consiste en extraer la capa externa del grafito altamente orientado.

El grafeno tiene una estructura bidimensional de un átomo de espesor, con hibridación sp^2 conformando un sistema hexagonal, asemejando a un panal de abejas. A esta configuración se le atribuyen las excepcionales propiedades electrónicas, mecánicas y físicas observadas [1], y es debido a ello que el grafeno tiene un amplio campo de aplicaciones, tales como, baterías, pantallas táctiles, celdas solares, sensores y biosensores [2-6].

El grafeno tiene una banda de energía prohibida muy interesante, teniendo esta un valor de cero electron volts. Lo cual se debe al entorno idéntico que poseen las subredes atómicas, que conforman los puntos denominados conos de Dirac, que favorecen la conductividad. Sin embargo, ésta conductividad presenta la desventaja de no poder ser interrumpida cuando se desea, por lo cual, es necesario romper esa simetría lateral en el plano, y con ello lograr abrir la brecha de energía prohibida.

La modificación de la banda de energía prohibida puede hacerse mediante la impurificación, permitiendo con ello una alteración significativa de sus propiedades electrónicas, y estas propiedades dependerán directamente del tipo de impurificante, concentración y localización. La impurificación química involucra un cambio estructural en la red o un cambio en la composición química del grafeno, implicando especies químicas como el N, B, S y Si que substituyan o se adsorban en los átomos de carbono que conforman la red hexagonal, resultando la interrupción de la hibridación sp^2 de los átomos de carbono [7].

En el caso de la impurificación del grafeno con nitrógeno, propicia una modificación en su banda de energía prohibida, así como también, proporciona una mayor conductividad electrónica, lo cual da lugar, a la propiedad de donar electrones [8].

TITANIA DOPADA CON CATIONES TUNGSTENO Y MOLIBDENO: SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN

Osmín Avilés-García^{1,2}, Reyna Natividad², Jaime Espino-Valencia¹, José Luis Rico-Cerda¹, Rubi Romero²

¹División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química UMSNH Edif. "VI" C.U. Avenida Francisco I. Mujica S/N. Morelia, Michoacán, 58000-888., México.

²Catalisis e Ingeniería de las Reacciones Químicas, Centro de Investigación en Química Sustentable UAEM-UNAM, Carretera Toluca-Atzacmulco Km 14.5, Toluca Edo. México, 50200
E-mail: mitojr_2020@hotmail.com

Introducción

El dióxido de titanio (TiO₂) es un fotocatalizador altamente eficiente para la degradación de contaminantes orgánicos acuosos (1). Es muy usado debido a su baja toxicidad y a que es biológica y químicamente inerte. Sin embargo, debido a sus propiedades ópticas se activa principalmente con radiación UV. El proceso fotocatalítico de la titania es altamente dependiente de su fase cristalina, pero un buen fotocatalizador depende fuertemente en su habilidad para generar en la superficie pares h⁺/e⁻. Para reducir la recombinación h⁺/e⁻ durante la fotoactividad y para ampliar su aplicación en el rango de luz visible, la titania puede ser modificada por dopaje con metales de transición (2, 3). El tipo de ion metálico dopante es un factor importante para mejorar la fotoreactividad de la titania. La síntesis de materiales mesoestructurados de TiO₂ mediante el método EISA (por sus siglas en inglés Evaporation Induced Self-Assembly Approach) representa una ruta atractiva de óxidos de metales de transición, al mejorar sus propiedades estructurales y morfológicas mediante el uso de surfactantes (4). Con base en lo anterior, en el presente trabajo se reporta la síntesis y caracterización de titania mediante el método EISA dopada con varios porcentajes en peso de metales de transición tungsteno (W) o molibdeno (Mo).

Parte experimental

La síntesis de titania mesoporosa dopada por el método EISA fue realizada de la siguiente manera: se preparó una solución alcohólica del precursor (C₁₆H₃₆O₄Ti), esta fue agregada al surfactante (copolímero neutro P123), los precursores de W o Mo [(NH₄)₆H₂W₁₂O₄₀.XH₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O] (con porcentajes en peso nominal de dopaje en la titania de 1 a 3%) fueron adicionados posteriormente y finalmente se agregó gota a gota ácido nítrico (HNO₃). La mezcla resultante de composición molar 5.8×10⁻³ C₁₆H₃₆O₄Ti: 20.6×10⁻³ HNO₃: 0.103×10⁻³ P123: 108.5×10⁻³ C₂H₆O fue agitada durante 3 horas. El sistema formado fue puesto en una etapa de secado utilizando un evaporador rotatorio hasta la formación del sólido. Posteriormente el sólido sintetizado fue calcinado a 400 °C por 4 horas con una velocidad de calentamiento lento de 1 °C/min con la finalidad de no colapsar la estructura mesoporosa durante la formación cristalina. Las muestras fueron identificadas como DW y DM refiriéndose al dopaje con W o Mo seguido del porcentaje en peso del catión y la muestra de titania sin dopante fue identificada como SD. Para determinar las propiedades texturales, las muestras fueron caracterizadas por el método Brunauer-Emmett-Teller (BET) para determinar el área superficial específica promedio y Barrett-Joyner-Halenda (BJH) para determinar el tamaño promedio de poro mediante adsorción-desorción de N₂. Para evaluar las propiedades estructurales de los materiales sintetizados se utilizó la técnica de Difracción de Rayos X (XRD) y Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM).

Resultados y discusión

Las propiedades texturales y estructurales de la titania mesoporosa pura y dopada con W o Mo de acuerdo al método de síntesis, se muestran en la Tabla 1.

PROPIEDADES FOTOLUMINISCENTES DE NANOBARRAS HEXAGONALES DE ZnO CRECIDAS EPITAXILMENTE

José Luis Cervantes López^a, Ricardo Rangel Segura^a, Jaime Espino Valencia^a, Oscar Edel Contreras López^b, Hugo Tiznado Vázquez^b, Donald Homero Galván Martínez^b

^a Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de S.N.H, Morelia, Michoacán, México.

^b Centro de Nanociencias y Nanotecnología CNyN-UNAM, Ensenada, Baja California, México.

Resumen

La impurificación intrínseca puede influenciar gradualmente las propiedades ópticas y fotoluminiscentes de un material. Los elementos de tierras raras así como los elementos de transición son materiales que aportan excelentes propiedades fotoluminiscentes como la impurificación dentro de la matriz de un material [1]. La síntesis de nanorods impurificados alineados verticalmente puede ser llevada a cabo por alguna combinación de técnicas de síntesis. Una de estas rutas se presenta en este estudio, en el cual fue posible crecer nanorods verticalmente alineados mediante la combinación de dos métodos: i) primeramente un crecimiento de una superficie texturada usando una película de ZnO crecida por depósito atómico en capa (ALD por sus siglas en inglés), aplicadas en una superficie monocristalina de silicio con orientación (111) y una superficie de vidrio; ii) subsecuentemente se realizó un crecimiento alineado verticalmente de nanobarras impurificadas por síntesis solvotérmica. Para crecimiento de las nanobarras impurificadas (ZnO-NRs) sobre los sustratos se utilizaron como principales precursores la hexamiltetramina ($[(CH_2)_6N_4]$) y el nitrato de zinc ($Zn(NO_3)_2$) y como sales precursoras para llevar a cabo la impurificación fueron $C_6H_5O_6In$ y $Ru_3(CO)_{12}$. La orientación cristalográfica de ZnO-NRs y la película de ZnO-ALD se determinó por difracción de rayos X (DRX). Los resultados de DRX indican que las nanopartículas tienen una estructura hexagonal tipo wurtzita y son altamente cristalinas con un crecimiento a lo largo de la dirección [0001]. La composición, morfología, tamaño de diámetro y longitud fueron estudiados usando microscopía electrónica de Barrido y espectroscopia de dispersión de electrones (EDS). Las longitudes y diámetros de las nanobarras van de 400-700 nm y 70-120 nm, respectivamente.

1. Introducción

En años recientes, semiconductores nanoestructurados, especialmente los unidimensionales tales como: nanohilos, nanolambres, nanocintas y nanobarras, han llamado considerablemente la atención en el campo de las aplicaciones tecnológicas debido a sus propiedades novedosas. Actualmente los avances tecnológicos están permitiendo un fuerte desarrollo, con el uso de sofisticados materiales con características de productos fotoluminiscentes.

Entre las características que han llevado al óxido de zinc a ser investigado caben destacar una banda prohibida ancha de 3.35 eV y un Gap directo a temperatura ambiente [1], alta conductividad eléctrica, buena estabilidad térmica y química, alta transmisión óptica, alta reflectancia en infrarrojo. El óxido de zinc (ZnO) es un material semiconductor transparente atractivo para posibles aplicaciones novedosas en circuitos integrados de electrónica transparente, diodos láser de color azul, biosensores etc. [2]. Todas estas propiedades se deben a la peculiaridad que tiene en su estructura cristalina, en la cual la diferencia de electronegatividad entre el Zinc y el oxígeno produce un alto grado de ionicidad en su enlace, por lo que su estructura más estable es la hexagonal [3]. Cada átomo de zinc se encuentra rodeado por un tetraedro de 4 átomos de oxígeno y viceversa, formando de esta manera una combinación alternada de

SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN CATALÍTICA EN LA HDS DE DBT DE CATALIZADORES DE NiMoW SOPORTADOS EN HMS PURA Y MODIFICADA CON ALUMINIO

P.J. Vázquez^a, R. Huirache-Acuñe^a, G. Alonso-Núñez^b, T.A. Zepeda^b, J.L.G. Fierro^c, B. Pawelec^c and E.M. Rivera-Muñoz^d

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Múgica S/N, Morelia, Michoacán, 58060, México, chatorock_17@hotmail.com

^bCentro de Nanociencias y Nanotecnología – UNAM, Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22800, México.

^cInstituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, c/ Marie Curie 2, Cantoblanco, Madrid, 28049, España.

^dCentro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada-UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla La Mesa, Juriquilla, Qro., 76230, México

Resumen

Se prepararon materiales de sílice hexagonal mesoporosa (HMS) pura y modificada con aluminio (Al-HMS) y se utilizaron como soportes para catalizadores de hidrot ratamiento a base de níquel, molibdeno y tungsteno. Los catalizadores se prepararon mediante el método de impregnación simultánea a partir de soluciones de sales de níquel, molibdeno y tungsteno, las cuales fueron incorporadas en los soportes de HMS y Al-HMS (Si/Al = 20, 40, 60).

La actividad de los catalizadores de NiMoW soportados en HMS pura y modificada con aluminio se determinó en la reacción de hidrodesulfurización (HDS) del dibenzotiofeno (DBT). Se encontró que la dispersión de las especies de níquel, molibdeno y tungsteno en su forma de óxidos y sulfuros depende de la presencia de aluminio en el soporte, también se encontró que las propiedades texturales de los catalizadores son características de materiales mesoporosos, con un área superficial que claramente se ve afectada por la incorporación de aluminio al soporte.

Introducción

Actualmente, los proyectos de investigación para el desarrollo de mejores catalizadores de Hidrodesulfurización (HDS) se han convertido en un importante tema de estudio de catálisis ambiental en todo el mundo [1-4]. Las regulaciones ambientales en muchos países exigen la producción de combustibles de transporte con contenidos de azufre más bajos [1-4].

Por tal motivo, el proceso de la eliminación profunda del azufre se ha convertido en un problema muy serio en todo el mundo debido a que las especificaciones en las regulaciones impuestas en el contenido del mismo en los combustibles son cada vez más estrictas exigiendo niveles cada vez más bajos, mientras que los contenidos de azufre en los cortes del petróleo son cada vez más altos.

Uno de los procedimientos para la desulfurización profunda, en la cual se basó ésta propuesta de investigación, es el incremento de la actividad catalítica mediante la formulación de mejores catalizadores. Por tal motivo, es de gran importancia la búsqueda de soportes catalíticos para sistemas trimetálicos que favorezcan la formación de sitios activos para la reacción de HDS, además de que disminuyen el costo del catalizador.

Metodología

Síntesis de los soportes y catalizadores

El material de sílice mesoporoso HMS se sintetizó de acuerdo al procedimiento descrito por Zhao y col. [5]. Los soportes se secaron a 85 °C durante 16 h y fueron calcinados a 500 °C por 4 h; se impregnaron por el método de llenado incipiente de poro, de modo que el porcentaje másico total de tungsteno fuera de 13.75%, de molibdeno 8.53% y de níquel 3.81%. Las sales precursoras utilizadas para preparar los catalizadores fueron metatungstato de amonio, heptamolibdato de amonio y nitrato de níquel.