



Impregnación de la perovskita $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Cr}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$ como ánodo en celdas SOFC



José Juan Alvarado Flores*, Ilya Espitia Cabrera, Jaime Espino Valencia
 y Armando Reyes Rojas

Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de mayo de 2015

Aceptado el 20 de julio de 2015

On-line el 14 de agosto de 2015

Palabras clave:

Celdas de combustible de óxido sólido

Sol-gel

Estructura de la perovskita

Impregnación

R E S U M E N

Se han sintetizado a través del método sol-gel, y caracterizado por varias técnicas, nuevos compósitos tipo perovskita de $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Cr}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$ (LSCM), utilizando cobre (XCu; X = 25, 35 y 45%) como aditivo formador del cermet LSCM + Cu para utilizarse como ánodos alternativos en celdas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia (IT-SOFC). Se confirma por difracción de rayos X (XRD) la formación de fase de los cermets LSCM-Cu. La conductividad eléctrica obtenida desde temperatura ambiente hasta 800 °C indica la presencia de 2 tipos de comportamiento tanto semiconductor como metálico. Cuando la concentración de Cu fue del 25 y del 35%, el comportamiento que dominó fue del tipo semiconductor. La determinación de los coeficientes de expansión térmica (TEC) mostró una dependencia lineal inversamente proporcional a la concentración de Cu. Nuestros resultados de conductividad eléctrica, análisis morfológico y TEC sugieren que los ánodos con 25 y 35% de Cu tienen la mayor posibilidad para aplicarse en las celdas tipo SOFC-IT.

© 2015 SECV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Impregnation of $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Cr}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$ + Cu perovskite as the anode for SOFCs

A B S T R A C T

New types of $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Cr}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$ (LSCM) perovskite composites with the addition of copper (Cu), XCu (X = 25, 35 and 45%) as forming additive, were synthesized via the sol-gel method as alternative anodes for intermediate-temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) and characterized by several techniques. Phase formation of the LSCM-Cu cermets was confirmed by X-ray diffraction (XRD). Electrical conductivity was obtained from room temperature to 800 °C, indicating the presence of two types of behaviors: both semiconductor and metal. When the concentration of Cu was 25 and 35%, the dominant behavior was the semiconductor type. The thermal expansion coefficient (TEC) determined was linearly inversely proportional to the concentration of Cu. The results of electrical conductivity, TEC,

Keywords:

Solid oxide fuel cells

Sol-gel

Perovskite structure

Impregnation

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cedhryck@hotmail.com (J.J. Alvarado Flores).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.bsecv.2015.08.001>

0366-3175/© 2015 SECV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

and morphological analysis suggested that the anodes with 25 and 35% Cu are most suitable for use in the IT-SOFCs.

© 2015 SECV. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El hidrógeno representa el mayor potencial como vector energético de las energías renovables. En este caso, la mayor eficiencia se puede conseguir a través de la tecnología de las celdas de combustible [1]. Las celdas de combustible (tabla 1) son dispositivos que combinan el oxígeno y el hidrógeno para producir energía eléctrica, calor y agua. Las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) (fig. 1), que operan a temperaturas altas (alrededor de los 1.000 °C), pueden alcanzar eficiencias superiores al 60% [2] si se emplea el calor residual en cogeneración. El funcionamiento a alta temperatura elimina la necesidad de catalizadores de metales nobles como platino. También permite reformar el combustible internamente, lo que permite el uso de mayor variedad de combustibles y reducir el costo asociado a la adición de un reformador en el sistema. La celda SOFC es un sistema de óxido sólido que generalmente utiliza un material cerámico de óxido de zirconio sólido y una pequeña cantidad de itria. Sin embargo, la alta temperatura de operación (≈ 1.000 °C) y la naturaleza frágil de los componentes cerámicos de la celda (ánodo-electrólito-cátodo) han mermado su aplicación [3] y, debido a esto, las investigaciones actuales están enfocadas a reducir tal temperatura en el rango de 400-800 °C. [4–6] En el caso del electrodo anódico, la estructura perovskita (ABO_3), en particular el compuesto cerámico $La_{0,75}Sr_{0,25}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_{3-\delta}$, normalmente llamado LSCM, se considera uno de los ánodos más prometedores para celdas SOFC funcionando por debajo de 1.000 °C [7,8]. En general, esta perovskita ofrece baja resistencia de polarización y buena estabilidad en combustibles a base de hidrocarburos [9]. Respecto a la oxidación del combustible, varios autores han señalado al compuesto LSCM como un

material ideal para maximizar la eficiencia de oxidación del combustible [10,11].

Es importante mencionar que el compuesto LSCM es un conductor tipo-p con un valor de conductividad igual a 38 S cm^{-1} a una presión parcial de oxígeno de 10^{-10} atm y a una temperatura de 900 °C [13]. Sin embargo, la conductividad eléctrica de esta perovskita es mucho menor en atmósferas reductoras ($1,5\text{ S cm}^{-1}$ con 5% de H_2) [12,13]. En este caso, la sustitución de estroncio (Sr) en el sitio A de la perovskita LSCM promueve una compensación de carga debido a la transición de Cr^{3+}/Mn^{3+} a Cr^{4+}/Mn^{4+} ; esta compensación es posible debido a formación de vacancias de oxígeno a una presión parcial de oxígeno relativamente baja. Por lo tanto, en un ambiente reductor, la conductividad iónica del material LSCM puede aumentar mientras la conductividad eléctrica disminuye significativamente. En este sentido, la adición de una fase eléctricamente conductora, por ejemplo de cobre (Cu) o níquel (Ni, más caro), puede mejorar en gran medida la conductividad eléctrica del electrodo. Debido a su baja temperatura de fusión, el óxido CuO puede reducirse a Cu con el gas del combustible durante el funcionamiento de la celda y así mejorar su funcionamiento [12,14]. Cabe resaltar que el reciente desarrollo de materiales para celdas SOFC libres de Ni, tales como $NdBaCo_{2/3}Fe_{2/3}Cu_{2/3}O_{5+\delta}$ [15] Cu-Co/ CeO_2 [16], Cu-Fe/ CeO_2 [17], Cu-YSZ [18] y óxidos tipo perovskita [19]. $LaCrO_3$, $La(Ti,Mn)O_3$, $Sr(Nb,Mn)O_3$ como ánodos alternativos para celdas SOFC han despertado una gran atención. Lo anterior se debe en gran parte al demostrar que la deposición de carbono en la superficie del material se reduce notablemente al utilizar Cu en lugar de Ni. A diferencia del níquel, el cobre no cataliza la formación de enlaces carbono-carbono (C-C), lo que promueve la formación de coque, afectando el rendimiento de la celda [14,20].

Por otro lado, es bien conocido que las propiedades de los cerámicos se ven afectadas por las características de sus polvos, como tamaño de partícula, morfología, pureza y composición química; estas características cambian según el método de síntesis empleado, el cual es muy sensible a los parámetros experimentales como temperatura, pH, composición química, concentración de reactivos y naturaleza del solvente. El método sol-gel ha mostrado ser eficiente en el control de la morfología, y la composición química de los polvos preparados, comparado con otros métodos no químicos, como el de reacción en estado sólido [21], el cual presenta ciertos inconvenientes como ausencia de homogeneidad, morfología irregular, tamaños de partículas grandes, altas temperaturas (1.300-1.600 °C) y periodos largos de calcinación [22]. El proceso sol-gel es una atractiva ruta que se inicia a partir de los precursores moleculares formando una red de óxidos inorgánicos a través de reacciones de polarización. Este proceso presenta varias ventajas, como alta pureza en la fase obtenida, aceptable homogeneidad composicional, alta actividad superficial de los polvos resultantes y es muy versátil; es un

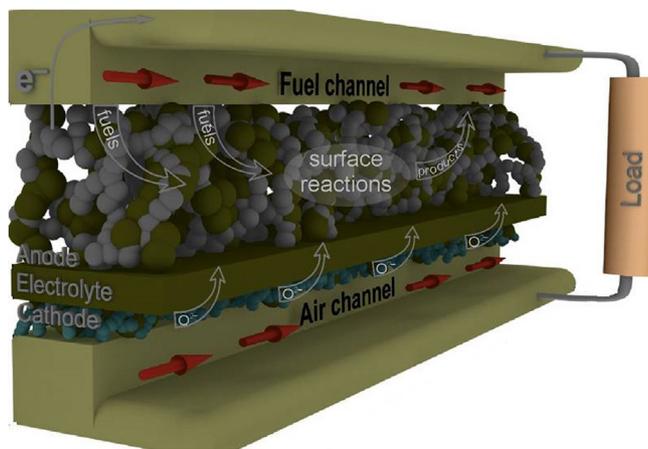


Figura 1 – Diseño planar de una celda de combustible de óxido sólido, SOFC.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1454209>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1454209>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)