

Síntesis de cerámicos nanoestructurados por combustión de gel asistida para aplicación en Celdas de Combustible de Óxido Sólido (SOFCs)

Leopoldo Suescun¹, Joaquín Grassi¹, Daiana Ferreira², Mario Macías³ y Rodolfo Queirolo¹

1-Laboratorio de Cristalografía, Química del Estado Sólido y Materiales, DETEMA, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay; 2- CURE-Rocha, Universidad de la República, Rocha, Uruguay; 3- Departamento de Química, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

leopoldo@fq.edu.uy

La microestructura (tamaño de partícula, porosidad, superficie expuesta) es uno de los factores con más efecto en la eficiencia de los electrodos de las Celdas de Combustible de Óxido Sólido (Solid Oxide Fuel Cell o SOFC). Esto se debe a que determina el área activa y la tortuosidad de la difusión de gases reactivos y productos del funcionamiento de la celda. La posibilidad de utilizar óxidos nanoestructurados en la preparación de electrodos de SOFCs está severamente limitada por la necesidad de preparación de los materiales a altas temperaturas, donde los procesos de crecimiento cristalino y sinterización de cerámicos son espontáneos. Como regla de oro, para lograr la adhesión de un electrodo al es necesario calentarlo 50 °C por encima de la temperatura de preparación. Esta temperatura superior permite a las partículas cerámicas crecer y ajustarse a la rugosidad de la superficie del electrolito, generando una interfase estable y con buena conducción iónica. Procurando reducir la temperatura de preparación de celdas, hemos logrado preparar materiales cerámicos a temperaturas entre 50 y 100 °C menores a las reportadas en literatura, lo que permite preparar celdas a temperaturas menores manteniendo la nanoestructura. Hemos empleado el método de combustión de gel asistido (método similar a sol-gel de Peccini pero con menos pasos), para preparar varios óxidos novedosos de tipo perovskita con aplicación a cátodos de SOFCs de distintas composiciones, $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{0.8}Cu_{0.2}O_{3-\delta}$ [1], $La_{1-x}Sr_xFe_{0.8}Cu_{0.2}O_{3-\delta}$ [2], y más recientemente materiales clásicos como cupratos $La_4BaCu_5O_{13+\delta}$ [3] y $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ o manganitas $La_{1-x}Sr_x/Ba_xMnO_3$, a temperaturas tan bajas como 800 °C. Esto ha permitido depositar cátodos de estos materiales a temperaturas entre 850 y 900 °C con una marcada mejora en la microestructura y mejor performance electroquímica.

Estos materiales fueron preparados por auto combustión de un gel obtenido a partir de una solución acuosa de pH=10 de los nitratos de los metales -en proporción estequiométrica-, ácido etilendiamintetraacético (EDTA) -agente complejante-, etilenglicol -agente de gelificación- y NH_4NO_3 formado in situ o agregado -iniciador de la combustión-. La reacción produce cenizas amorfas que se transforman en la fase deseada en una etapa corta de calentamiento a la temperatura final; o cenizas cristalinas muchas veces conteniendo únicamente la fase deseada.

En la presentación se describirá el proceso de síntesis y se discutirán las mejores condiciones para obtener el material deseado, considerando algunos factores inesperados, como las condiciones levemente reductoras encontradas en la síntesis, la influencia de la proporción de EDTA/ NH_4NO_3 /etilenglicol y las ventajas y desventajas de obtener un material amorfo o cristalino en el primer paso de síntesis.

Los autores agradecen a ANII (Proyectos FSE 2009_51; 2013_10689 y 2015_109493) a PEDECIBA y al Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón así como a A. Serquis (Centro Atómico Bariloche) y Gilles H. Gauthier (Univ. Industrial de Santander).

[1] Vázquez S. et al, (2015) J. Power Sources 274, 318-323. [2] Vázquez S. et al, (2015) J. Solid State Chemistry 228, 208-213. [3] Sandoval M. et al (2016) Sol. State Ionics 288, 68-75.