



Development and optimization of manufactured interconnectors by powder metallurgy for applications in high temperature fuel cell based power generation systems (SOFC)

Maria Carmen Monterde, Lucile Bernadet, Marc Torrell,
José Antonio Calero Martínez and Emilio Jiménez-Piqué

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

May 25, 2019

DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE INTERCONECTORES GENERADOS POR PULVIMETALÚRGIA PARA APLICACIONES EN SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A ALTA TEMPERATURA BASADOS EN PILAS DE COMBUSTIBLE

M.C.Monterde^{1,2,*}, L.Bernadet³, J.A.Calero¹, E.Jimenez-Pique², M.Torrell³

¹ AMES PM Technical Center, Camí Can Ubach, 8. Sant Vicenç dels Horts (España)

² Universitat Politècnica de Catalunya (EEBE), Jordi Girona 31. Barcelona (España)

³ IREC (Institut de recerca i energía de Catalunya), Jardí les Dones Negre 1. Sant Adrià del Besos (España)

*mcmonterde@ames.group

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de fuentes de energía verdes con baja huella de carbono ha promovido el desarrollo de nuevas tecnologías alternativas como los sistemas de pilas de combustible (SOFC). La temperatura de operación (700 – 850°C) hace que trabaje de manera más eficiente aunque el gran desafío es el desarrollo de los materiales que quedan limitados a cerámicos o aleaciones metálicas [1]. Los aceros inoxidable ferríticos son los más atractivos para la fabricación de interconectores (IC) debido a su estructura BCC (>13% Cr) que les permite tener coeficiente de expansión térmica (CET) semejante al resto de componentes del sistema, alta conductividad electrónica y térmica (> 5W/mK), estabilidad química, alta densidad, baja permeabilidad iónica, buena resistencia a la oxidación y un bajo coste de fabricación por pulvimetalurgia (PM).

El potencial de circuito abierto (OCV) de una sola celda de combustible a 800°C es de aproximadamente 1V. Para obtener una salida de mayor voltaje, las celdas SOFC son operadas en serie, los IC conectan eléctricamente cátodo y ánodo de la celda adyacente también separan las atmósferas de aire y combustible de las diferentes unidades de repetición (USR). Bajo condiciones de SOFC el acero es oxidado formando una escala de varios micrómetros de espesor Cr₂O₃ en la superficie, compuestos propensos a formar especies volátiles de Cr(VI) que se ha demostrado que envenenan el cátodo de la SOFC limitando su función. La manera de evitar este envenenamiento es mediante la aplicación de recubrimientos en el IC, sobretodo en la cara en contacto con el cátodo (oxidante) con espinelas (Mn,Cr)₃O₄ [2] que actúan como capa barrera física.

Este trabajo presenta un desarrollo completo de un IC fabricado por PM y recubierto de una capa barrera y estudiado en condiciones reales en una pila de combustible.

MÉTODO EXPERIMENTAL

Tras tres desarrollos de diseño IC, se han fabricados IC por PM a partir de un polvo granulado FSS de ATMIX. Las características del material base y condiciones de fabricación se detallan en tabla 1:

Elementos	Fe	Cr	Mn	Mo
wt. %	75.58	22.64	0.65	1.13

Tabla 1: Composición química del polvo base

Las condiciones de prensado y sinterizado del IC se detallan en tabla2:

Prensa	Tm/cm2	Horno	T ^a (°C)	atmósfera	Velocidad (s)	Peso sobre IC
600 Tm	3.3	Viga	1285	100 %H ₂	240	330 – 350 g

Tabla 2: Características de la materia primera del IC y condiciones fabricación IC

La capa barrera de espinela $(\text{Mn,Cr})_3\text{O}_4$ del IC se ha obtenido mediante dos técnicas: la tecnología *roll painting* y la impresión directa por inyección de tinta DIP. Las peculiaridades se detallan en la tabla 3:

	Materia base	Factor tinta	Tratamientos térmicos
<i>Roll painting</i>	Óxido mixto manganeso cobalto	50% en terpineol	1120°C, 95/5 N_2/H_2
DIP	Sol-gel mediante Pechini	Imprimibilidad ($Z < 10$)	1120°C, 95/5 N_2/H_2

Tabla 3: Técnicas y características obtención capa barrera de cromo

RESULTADOS

Los IC fabricados respetan los requerimientos estructurales para sistemas SOFC y presentan las características que se detallan en la tabla 4:

Densidad	Dimensiones	Contracción	Profundidad canal	Paralelismo	Recubrimiento
7.4 g/cc	77*77 mm	29 %	0.50 – 0.53 mm	0.005 mm	3 – 15 μm

Tabla 4: Características del IC final

Se han realizado medidas electroquímicas para obtener el valor característico de resistencia específica superficial (ASR) o resistencia en corriente continua del IC recubierto en una estación de IREC, los resultados presentados en la tabla 5:

770°C	Aire (10l/min)	Aire estático	N_2 (2 l/min)	2.5 % H_2 (2 l/min)	5 % H_2 (2l/min)
ASR	0.84 Ωcm^2	0.73 Ωcm^2	0.63 Ωcm^2	0.15 Ωcm^2	0.12 Ωcm^2

Tabla 5: Valores resistencia en corriente continua del IC recubierto en diversas atmósferas

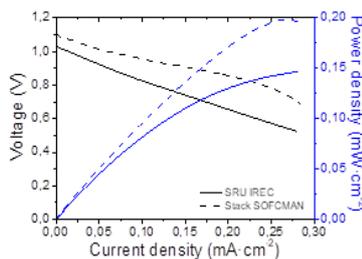


Figura 1: Curva I-V

Se ha obtenido curvas I-V de una SRU y comparado con un stack comercial en condiciones de operación de 750°C con 2l/min N_2/H_2 al 50% y 3 l/min aire. Se detectan fugas de H_2 debidas al uso de sellos compresivos ya que el OCV medido es inferior al del comercial. En ensayos futuros se utilizarán sellos vítreos para eliminar este efecto.

CONCLUSIONES

Se han obtenido IC funcionales mediante pulvimetalurgia tanto para el flujo de gases como para valores de ASR de 0.0035 Ωcm^2 (770°C,130h) . La curva I-V se la USR es peor que la del stack comercial debido a las fugas de H_2 . El uso de sellos vítreos asegurará la estanqueidad del sistema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de EU-RIS3 (FEDER 2014-2020) en el marco de los proyectos (CoSin)-COMRDI-15-1-0037 y (Refer)-COMRDI15-1-0036 y la Generalitat de Catalunya-AGAUR para el proyecto Doctorado Industrial ref. 2017 DI035.

REFERENCIAS

- [1] S. C. Singhal, K. Kendall, “High temperature solid oxide fuel cells: Fundamentals, Design and Applications”, *Elsevier Advanced Technology*, Oxford, UK, 2003.
- [2] J. W. Fergus. “Effect of cathode and electrolyte transport properties on chromium poisoning in solid oxide fuel cells”. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(16):3664–3671, Nov. 2007.