

이종막 전해질 구조를 가지는 박막형 고체산화물 연료전지 공정 개발

Fabrication of thin-film solid oxide fuel cells using bi-layer electrolyte

*장익황¹, 지상훈¹, 이윤호², 차석원^{1,2}

*I.W. Chang¹, S.H. Ji, Y.H. Lee, #S.W. Cha(swcha@snu.ac.kr)²

¹서울대학교 지능형융합시스템학과, ²서울대학교 기계항공공학부

Key words : Solid Oxide Fuel Cell, Thin-Film, Bi-layer, Polarization, BYZ, Electrolyte

1. 서론

일반적으로 연료전지의 분류는 작동온도와 전해질에 따라 나뉘고 작동온도 따른 분류는 크게 저온형 연료전지와 고온형 연료전지로 나누어 볼 수 있다. 고온형 연료전지는 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cells)과 용융 탄산염 연료전지(Molten Carbonate Fuel Cells)이 대표적이다. 또한 저온형 연료전지로서는 고분자 전해질 연료전지(Proton Exchange Membrane Fuel Cells)과 직접 메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cells)이 있다¹.

최근에 연료전지 작동 온도를 최적화시키려는 노력의 일환으로 중저온 작동용 고체산화물에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 중저온(200~600°C)에서 작동하기 위한 고체산화물 연료전지 제작의 접근법은 크게 두 가지 방법이 있다. 첫 번째로 우수한 전도도를 가지는 전해질을 합성하는 방법과 두 번째는 전해질을 수 나노 두께로 제작함으로써 전해질의 저항을 수십에서 수천 배 낮추는 방법이 있다. 후자에서 설명한 전해질의 수 나노로 제작하기 위해서는 박막 공정 장비가 필수적이다. 이와 같은 연료전지를 박막형 고체산화물 연료전지라고 일컬으며 최근에 이

와 같은 형태의 연료전지 연구가 계속되고 있다^{2,3}.

2. 실험 방법 및 구성

우리는 수소 이온을 전도하는 물질로서 Barium Zirconate 를 Pulsed Laser Deposition(PLD)로 박막화하여 전해질을 증착하는 공정을 사용한다. 그림 2 가 BYZ 를 이용한 박막형 고체산화물 연료전지의 구조이다. 수소 가스를 산화극(Anode)에 공급하기 위해서 Synkera 사의 다공성 기판(AAO, 10 x 10 mm, 100 micron thick, 80 nm pores)를 사용하였다. 그 위에서 Pt 를 전극으로 사용하기 위하여 Sputter 를 통해서 3mTorr 압력으로 Pt 를 10 분동안 증착한다. 이 과정은 다공성 기판의 기공을 Pt 박막으로 살짝 막음과 동시에 전해질과 전극 박막 사이의 삼상 계면 확보의 역할을 한다. 그 위에 BYZ(Praxair 사의 BaZr_{0.8}Y_{0.2}O_{3-δ})를 Pulsed Laser Deposition(PLD)를 통해서 증착한다. 증착 조건은 30mTorr, 6Hz, 200mJ 의 에너지로 증착한



Fig.1 Operating temperature of thin-film solid oxide fuel cells

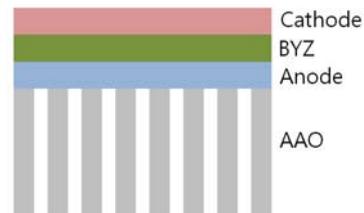


Fig.2 Schematic of thin-film solid oxide fuel cells

다. 2 시간 13 분 동안 증착한다. 증착된 BYZ 위에 다시 Pt 를 스퍼터를 통해서 50mTorr 로 5 분간 증착한다. 성능 측정은 Solartron 1287/1260 으로 측정하며 Polarization 과 Impedance 결과를 동시에 측정하였다.

3. 결과 및 토의

아래 그림 3 은 증착된 전해질을 전자현미경을 통하여 분석한 결과이다. 본 연구에서는 박막형 연료전지의 전기적인 단락현상(Electric Short)를 막기 위하여 이중층으로 제작하였는데 전해질의 아래층은 다공성으로 증착하였고 그 위층 치밀한 박막으로 증착하였는데 이것은 환원극 Pt 가 전해질로 침투하는 것을 막기 위함이다. 이 위에 2.25mm² 전극을 증착하였다. Polarization 측정을 위해서 250 도까지 온도를 올리고 산화극쪽으로 수소를 100sccm 을 불어 넣고 환원극으로는 공기를 Air-breathing 으로 불어넣

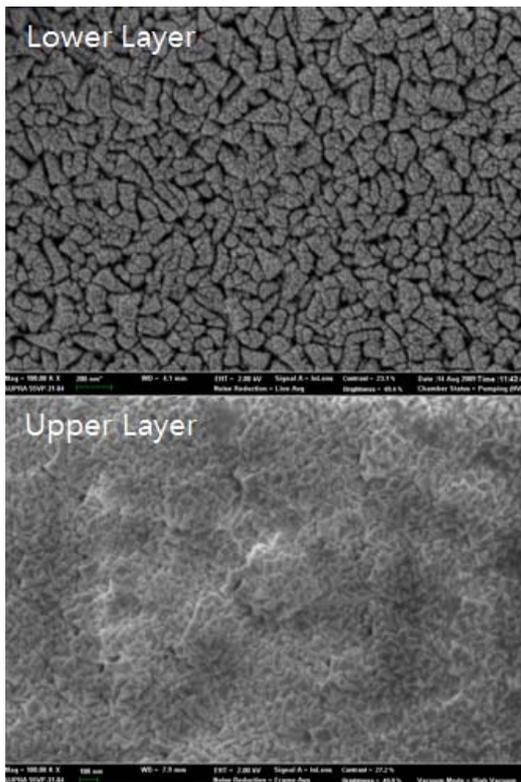


Fig.3 BYZ morphologies via SEM

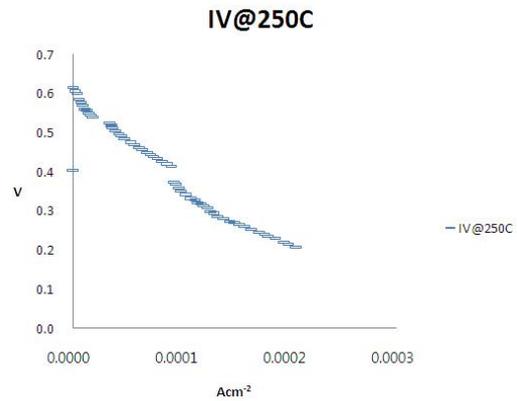


Fig. 4 Polarization curve in thin-film SOFCs

었다. 이 결과 250 도에서 OCV 0.6V 가 측정되었다.

4. 결론

수소이온을 전도하는 BYZ 를 박막화하여 250 도에서 성능측정을 하였다. 성능측정 결과로는 아직은 성능이 매우 낮은 수준이지만 추후 진행으로서 전극 및 전해질의 계면 공정 개선 및 최적화를 통해 성능이 개선에 중점을 둘 예정이다.

후기

본 연구는 삼성 종합 기술원과 서울대학교 정밀 기계 공동 연구소의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

1. 심준형,차석원,T.M.Gur,F.B.Prinz, “저온 작동 박막 고체 산화물 연료전지” 한국 세라믹학회지, **43(12)**, 751-757, 2006.
2. S.Kang, P.Heo, Y.H.Lee, J.S.Ha, I.W.Chang, S.W.Cha, "Low intermediate temperature ceramic fuel cell with Y-doped BaZrO3 electrolyte and thin film Pd anode on porous substrate" Electrochem. Commun. 13, 374-377, 2011.
3. Pei-Chen Su, Cheng-Chieh Chao, Joon Hyung Shim, Rainer Fasching, Fritz B. Prinz, “Solid Oxide Fuel Cell with Corrugated Thin Film Electrolyte” Nano lett., 8(8), 2289-2292, 2008.