

AAO 기판을 이용한 박막 연료전지 제작 및 평가 Study on AAO Based Thin Film Solid Oxide Fuel Cell

*이윤호¹, #차석원¹, 지상훈², 장익황², 박태현¹, 박준호¹

*Y. H. Lee¹, #S. W. Cha(swcha@snu.ac.kr)¹, S. H. Ji², I. W. Chang², T. H. Park¹, J. H. Park¹

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울대학교 융합과학기술대학원

Key words : Thin Film, GDC, SOFC, AAO

1. Introduction

연료전지는 효율이 높고 친환경 적이며 연료가 공급되는 한 작동시간에 제한이 없기 때문에 2 차 전지를 대체할 차세대 에너지 변환 장치로 각광받고 있다¹.

연료전지의 종류 중에 고분자막을 전해질로 사용하는 고분자막 연료전지 (PEMFC) 의 경우 100 °C 이하의 온도에서 작동하기 때문에 시동이 빠르다는 장점이 있으나 액상의 물이 이온전도의 중요한 매개체이기 때문에 물이 기화되는 100 °C 이상에서는 작동시킬 수 없다. 이와 같은 낮은 운전온도 때문에 저온유지가 필수적이고, 냉각 및 물 관리 등의 문제가 있다.

고체산화물을 전해질로 사용하는 고체산화물 연료전지 (SOFC) 의 경우 전해질의 특성상 800 °C 이상의 높은 온도에서 이온전도를 띄기 때문에 고온의 작동온도에서 오는 높은 효율과 백금촉매의 의존에서 벗어날 수 있다는 점, 탄화수소 계열의 연료를 개질 없이 사용할 수 있다는 장점이 있지만 고온의 작동에서 오는 재료선택, 시동시간이 길다는 문제점을 해결하기 힘들다.

이와 같은 연료전지의 작동온도 한계를 극복하기 위해 기존에 쓰이는 재료를 그대로 이용하되, 전해질의 두께를 보다 얇게 제작한다면 전해질의 저항손실이 크게 줄어들기 때문에 고체산화물 연료전지의 장점은 가져가면서도 작동 온도는 중온 영역 (3~400 °C)으로 크게 낮출 수 있다.

본 연구에서는 다공성의 anodized alumina oxide (AAO) 기판에 박막 증착 공법인 스퍼터를 이용하여 박막 고체산화물

연료전지를 제작하였다. AAO 는 나노 사이즈의 공극이 균일하게 형성된 기판이기 때문에 박막 연료전지의 기판으로 알맞다. 스퍼터는 챔버 압력 조건에 따라 증착막의 밀도를 달리 할 수 있기 때문에 치밀한 전해질과 다공성의 전극 증착이 모두 필요한 본 연구에 알맞은 공정이다. 전극 재료로는 촉매 활성도가 가장 높은 금속인 백금, 전해질로는 중온영역에서 이온전도도가 높은 gadolinia doped ceria (GDC)를 이용하였다.

2. Experimental

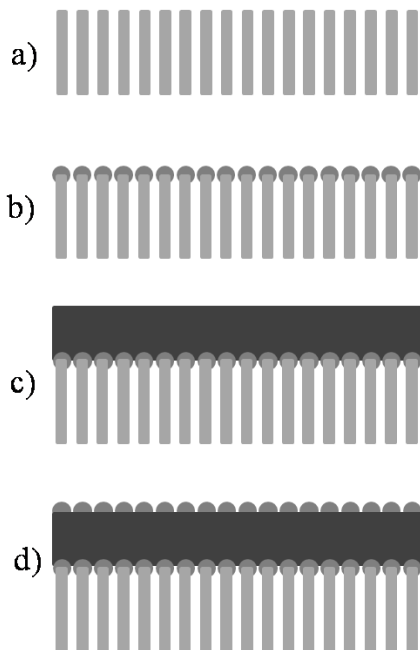


Fig. 1 Fabrication sequence of AAO based thin film SOFC

Fig 1 은 AAO 기반의 박막 연료전지의 제작 공정과 단면 구조를 나타낸다. 우선 a) AAO 기판 위에 b) 다공성 Pt 전극(수소극)을 챔버 압력 50mtorr, DC 출력 200W, 상온에서 5 분간 스퍼터를 통해 증착하였고 c) GDC 전해질을 챔버 압력 10mtorr, RF 출력 200W, 400°C에서 720 분간 증착하였다. 마지막으로 d) 다공성 Pt 전극(산소극)을 챔버 압력 50mtorr, DC 출력 200W, 상온에서 3 분간 스퍼터를 통해 증착하였다.

셀의 성능 측정은 Solartron1287 에 연결시킨 미세탐침을 이용하여 각각 양극과 음극을 접촉시킨 상태에서 진행하였고 양극에만 실온 가습된 수소를 50sccm 공급하고 음극은 개방형 구조를 이용하였다.

3. Result and Discussion

그림 2 는 셀의 전자현미경 단면 분석 결과를 나타낸다. AAO 기판 위에 200nm 의 백금 수소극, 1µm 의 GDC 전해질, 100nm 의 백금 산소극이 균일하게 잘 증착 되어 있음을 확인 할 수 있다.

제작된 셀을 평가하기 위해 450°C 에서 polarization curve 를 측정하였다. 본래 GDC cell 은 600°C 이상의 고온에서 측정하지만 본 셀의 경우 전해질의 두께가 얇기 때문에 전해질의 저항이 줄어들어 낮은 온도에서도 polarization curve 를 측정 할 수 있었다. 하지만 이론적으로 연료전지의 개회로 전압은 1.2V

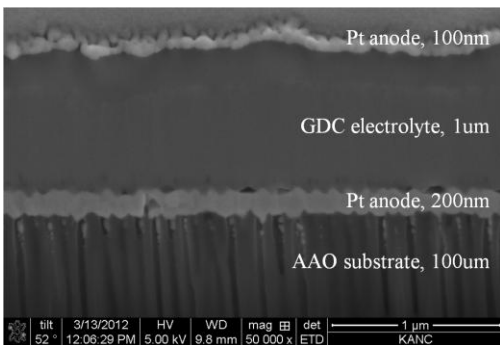


Fig. 2 Cross sectional FIB-SEM analysis of AAO based thin film SOFC.

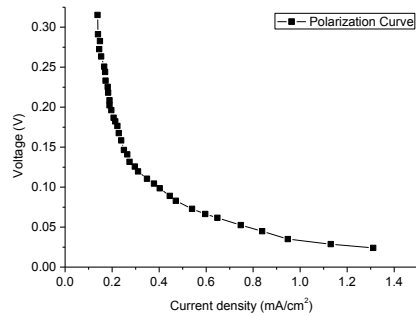


Fig. 3 Polarization curves of AAO based GDC cell

이며 GDC 전해질을 이용한 셀의 경우 전차 전도도가 높기 때문에 leakage current 가 생겨 0.8~0.9V 의 개회로 전압이 측정된다. 하지만 AAO based GDC 셀의 경우 0.35V 의 낮은 개회로 전압을 얻었는데 이는 AAO 기판의 결함에 의한 pin-hole 이 수소 누출을 일으켜 전압 손실이 생겼기 때문이라고 판단된다.

4. Conclusion

위와 같이 연료전지를 구성하는 각 부분을 박막으로 증착 하는데 필요한 조건과 특성들을 알아보았고 셀을 제작하여 성능을 평가해 보았다. 추후 연구 결과에서는 이러한 박막들의 증착 조건 및 재료를 최적화 시킨다면 보다 높은 성능을 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

후기

본 연구는 한국연구재단에서 지원하는 일반 연구자지원사업 (2010-0024889) , 중견핵심 연구자 지원사업 (2011-0029576) 의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. R. O'Hayre, S. W. Cha, W. Colella, and F. B. Prinz, "Fuel Cell Fundamentals," John Wiley and Sons, New York, 2006.