

세그먼트 셀 고체산화물 연료전지의 전기부하 특성 연구 A Study on Characteristics Variation of Segmented Solid Oxide Fuel Cells in Electrical Load Environment

*최훈¹, #차석원¹

*H. Choi¹, #S. W. Cha(swcach@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계공학공공학부

Key words : SOFC, Microstructure, Electrical Load, Segment cell

1. 서론

현재 친환경 신 재생 에너지의 하나로 각광받고 있는 연료전지의 한 종류인 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel cells)에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 고체산화물 연료전지는 높은 효율, 다양한 연료의 사용가능 및 단위 체적당 높은 출력밀도로 인하여 몇 가지 단점에도 불구하고 유망한 에너지원으로 여겨지고 있다.

고체 산화물 연료전지의 연구방향 중 하나인 내구성 문제는 상용화를 위하여 반드시 해결해야 할 당면과제 중의 하나이다.

본 연구에서는 단기 전기부하시의 전극 물질 구조 변화를 세그먼트 셀을 이용하여 여러 조건하에서의 내구성 변화를 확인해 본다.

2. 실험 준비

2.1 Cell 제작

일반 단전지를 이용할 경우 셀 제작 및 실험에 있어서 시간 및 경제적 손실이 크다. 이러한 점을 보완하기 위하여 4 전극의 세그먼트 셀을 제작하였다. 동시에 대조군을 제외하고 세 종류의 실험을 한 셀에서 할 수 있기 때문에 초기값 오차도 최소화 할 수 있고 전극 활성화 및 성능 저하 특성 관측이 용이하기 때문에 다음과 같은 셀을 제작하였다.

먼저 8% YSZ 전해질에 Ni-YSZ 와 LSM 페이스트를 tape casting 기법을 적용하여 제작하였다. 소결은 각각 1350 도에서 2 시간, 1150 도에서 2 시간 동안 실시하며 전극은 버튼 모양의 활성면적 0.33 cm², 전극두께 20~30 μm

이다. 집전체는 양 전극에 Ag paste 와 Ag wire 를 이용하여 부착한다(Fig.1).

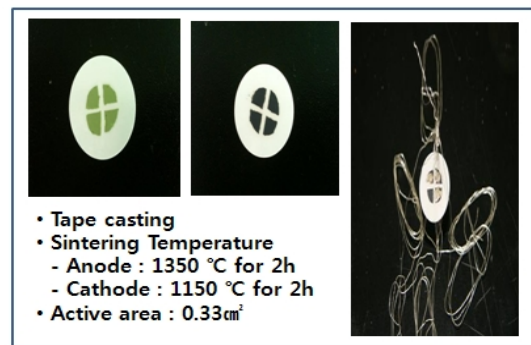


Fig. 1 Specification of 4 Segmented cell

2.2 실험 준비

석영관 지그를 설치한다. 이후 단전지를 설치하고 실링을 한다. 그리고 분당 1 도씩 800 도까지 승온 시킨다. 수소, 질소, 공기를 각각 20ccm, 100ccm, 20ccm 을 공급해 주면서 환원 시켜준다(그림 10). 800 도가 되면 수소와 공기를 100ccm, 50ccm 으로 바꿔주고 한 시간 동안 유지한다. 초기 3 시간 동안 전극 활성화 과정을 거친다. Kikusui 장비(PLZ-U)를 이용하여 각각 galvanostatic(20, 40, 60 mA/cm²)으로 87 시간 동안 측정한다. 일정 시간 간격으로 i-V 성능곡선, 임피던스를 측정한다.

3. 결과

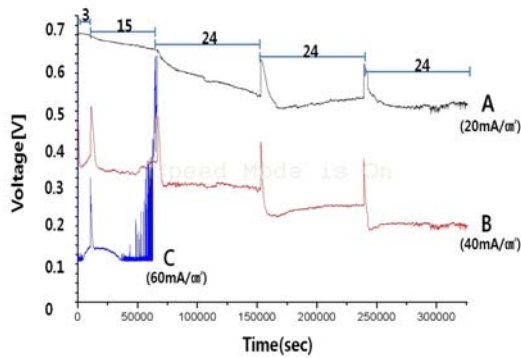


Fig. 2 Variation of Galvano Statics

Fig.2 는 20, 40, 60 mA/cm²로 90 시간 동안의 Galvanostatic 에 대한 결과이다. 초기 활성화 과정인 3 시간을 제외한 이후부터 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 성능의 출렁임이 보이는 이유는 각 시간대마다 IV 커브 및 임피던스 측정을 위하여 셀에 스트레스를 주어서 나타난 것으로 예상된다. 이전 실험에 비하여 셀의 전극 면적이 1/4 이하로 작아졌기 때문에 셀의 동 특성이 나빠지기 때문이다. 60 mA/cm²의 경우에는 셀이 로드량을 견디지 못하여 금방 죽는 것을 확인할 수 있었다.

Fig.3 은 A 전극의 임피던스 및 IV 커브 결과이다. 초기 로드시에 활성화가 되어서

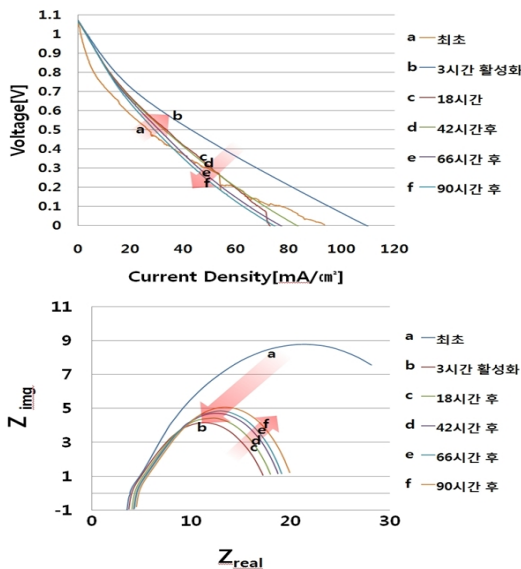


Fig 3.3 전극 i-V(위)& 임피던스(아래) 변화

활성화 손실이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 동일 시간이 지남에 따라서 활성화 손실이 다른 전극에 비하여 가장 크게 증가함을 보였다. 이는 초기 활성화가 많이 될수록 장기간에 걸쳐서 활성화 손실이 더 빨리 커진다는 것을 확인할 수 있게 된다.

4. 결론

본 연구 결과는 4 개의 세그먼트로 나뉘어진 하나의 단전지를 실험함으로써 이전의 개별 단전지 별로 실험하는 것보다 재현성 있는 비교 실험이 가능 할 것으로 기대된 실험이었다. 하지만 세그먼트화를 진행하였기 때문에 셀의 동특성이 크게 나빠져 실제 측정을 하는데 있어서 오차가 커진다는 것은 향후 개선 해야 할 문제로 생각된다. 초기로드 조건에 따른 개별 셀들은 이전 실험 결과와는 상이하게 로드가 커질수록 활성화가 되는 정도가 오히려 적어지는 것으로 나타났다.

후기

이번 연구는 현대중공업 고체산화물 단전지 연구의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S. C. Singhal, Kevin Kendall, "High Temperature Solid Oxide Fuel Cells-Fundamentals, Design and Applications," (2003).
2. S. C. Singhal, "Advances in solid oxide fuel cell technology," *Solid State Ionics* Volume 135, Issues 1-4, 1 November 2000, Pages 305-313
3. M. Ali Haider, Andrew A. Vance, Steven McIntosh, "Activation of LSM-based SOFC Cathodes -Dependence of Mechanism on Polarization Time" (2009), *ECS Transactions*, 25 (2) 2293-2299 (2009)
4. G. J. la O', R. F. Savinell, and Y. Shao-Horna., "Activity Enhancement of Dense Strontium-Doped Lanthanum Manganite Thin Films under Cathodic Polarization: A Combined AES and XPS Study", *Journal of The Electrochemical Society*, 156 (6) B771-B781 (2009)