

단실형 박막 고체산화물 연료전지 제작 및 성능평가

Fabrication and performance evaluation of thin film single chamber solid oxide fuel cells

*이윤호¹, #차석원¹, 조구영¹, 장익황², 지상훈²

*Y. H. Lee¹, #S. W. Cha(swcha@snu.ac.kr)¹, G. Y. Cho¹, I. W. Chang², S. H. Ji²

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울대학교 지능형융합시스템학과

Key words : Single Chamber SOFC, Thin Film SOFC

1. Introduction

단실형 고체산화물 연료전지는 반응 기체(산소, 수소)를 각각 anode 과 cathode 에 분리시켜 공급하는 복실형 고체산화물 연료전지와는 다르게 반응 기체를 섞어서 셀 전체에 공급하는 방식이다. 그렇기 때문에 단실형 고체산화물 연료전지는 셀의 기밀문제에서 자유로우며 전해질이 치밀할 필요가 없으므로 공정 선택이 비교적 자유롭다는 장점이 있다. 그러므로 전해질의 pin-hole 이 가장 큰 문제가 되는 복실형 박막 고체산화물 연료전지를 단실로 제작한다면 전해질을 더 얇게 제작 가능하며 공정 선택의 폭이 넓어지기 때문에 단실형 박막 고체산화물 연료전지는 차세대 연료전지로 각광을 받고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 단실형 고체산화물 연료전지는 연료로 탄화수소와 공기를 섞어서 공급하며 anode 에서는 탄화수소와 공기중의 산소가 만나 수소, 일산화탄소, 이산화탄소로 변환되는 개질 반응이 이루어진다. 이 때 생성된 수소가 anode 에서만 선택적으로 반응해야 하며 공기중의 산소는 cathode 에 선택적으로 반응하여야 셀이 제대로 동작하게 된다¹. 그렇기 때문에 anode 와 cathode 의 물질 선택이 가장 중요하며 일반적으로 이와 같은 선택적 반응을 일으키는 anode 물질로는 니켈, cathode 물질로는 LSCF, SSC 등이 있다.

본 실험에서는 단실형 박막 고체산화물 연료전지를 제작하기 위해 그림 1 과 같이 다공성 기판 위에 anode(니켈), electrolyte(YSZ),

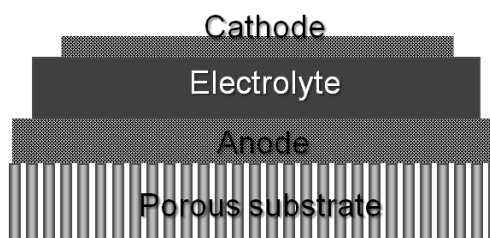


Fig. 1 Structure of thin film single chamber solid oxide fuel cell

cathode(LSCF)를 스퍼터로 증착하였다.

2. Experimental

셀의 다공성 기판으로는 알루미늄을 양극 산화시킨 Synkera 사의 Anodic Alumina Oxide (AAO)를 이용하였으며 100 μ m 의 두께, 80nm 의 공극 크기를 가지고 있다. 박막 증착에 쓰인 장비는 A-Tech 사의 Sputtering System 을 이용하였으며 순도 99.9%의 YSZ, Ni, LSCF 타겟이 사용되었다. 이 때, YSZ 와 LSCF 는 부도체이므로 150W 의 RF 전원을 각각 8 시간, 4 시간 인가 하였고 Ni 에는 100W 의 DC 전원을 1 시간 인가 하였다. 다공질로 Ni, YSZ, LSCF 의 막을 형성시키기 위해 sputter 챔버 내의 압력은 50 밀리 토르를 유지하였다. 챔버 내의 압력은 고진공에 가까울수록 치밀한 막이 생성되며 저진공으로 갈수록 스퍼터건에서 발생하는 입자들이 서로 충돌하면서 다공질의 박막이 형성된다.

스퍼터로 anode, electrolyte, cathode 를 증착 한 후 결정성을 확보하기 위해 600°C 에서

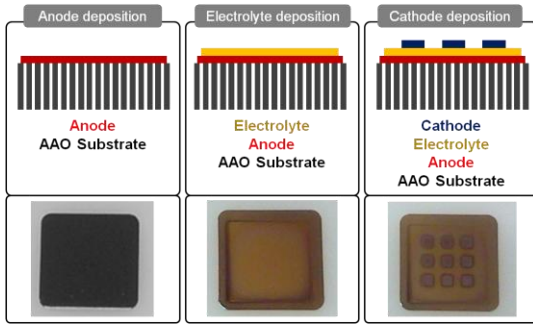


Fig. 2 Fabrication procedure of thin film single chamber solid oxide fuel cell

열처리를 진행하였다.

셀의 I-V 측정은 Solartron 1287 electrochemical interface 와 Solartron 1260 impedance analyzer 를 이용하였다.

3. Result and discussion

그림 2 는 제작된 셀의 모습을 타나낸다. anode 와 electrolyte, cathode 증착 시 각 각 마스크를 이용하여 패터닝을 하였으며 이는 집전을 용이하게 하기 위함이다. 또한 AAO 는 제작과정에서 부분적으로 결함이 생기며 cathode 크게 제작하면 제작할수록 결함에 의해 cell 의 성능이 저하되는 확률이 늘어나므로 cathode 를 9 개의 1mm x 1mm 면적으로 나누어 제작하였다.

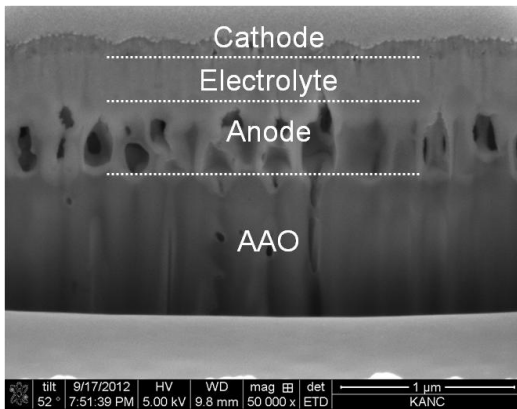


Fig. 3 Cross sectional image of thin film single chamber solid oxide fuel cell by FIB

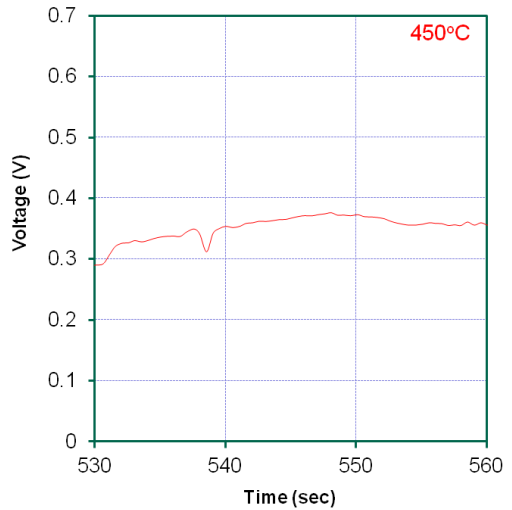


Fig. 4 OCV measurement of thin film single chamber solid oxide fuel cell.

좀 더 자세한 분석을 위해 focused ion beam(FIB)로 단면을 잘라 분석한 전자현미경 사진을 그림 3 에 나타내었다.

제작된 셀을 450°C 에서 부탄과 공기를 2:1 로 공급하여 OCV 를 측정하여 보았다. 셀의 전압은 약 0.38V 로 기존의 벌크형 단일 고체산화물 연료전지와 대비하여 절반 정도의 OCV 를 보였다. 단일형 고체산화물 연료전지의 경우 각 층의 조성비 및 결정성이 성능에 가장 중요한 영향을 미치는데 박막 공정으로는 이 요소들의 제어가 쉽지 않기 때문이라고 판단된다.

4. Conclusion

본 실험에서 제시한 단일형 박막 고체산화물 연료전지의 가능성을 확인하였으며 각 층의 두께 및 공정을 최적화한다면 높은 성능을 기대할 수 있을 것이라 예상된다.

참고문헌

1. Masaya Yano, Atsuko Tomita, Mitsuru Sano, Takashi Hibino., "Recent advances in single-chamber solid oxide fuel cells: A review". Solid State Ionics **177** 3351~3359.2007