

RF-sputtering 기법을 이용한 저온 SOFC 용 GDC 박막 전해질 제작

Fabrication of GDC Thin-Film Electrolytes using RF-sputtering for Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cells

*지상훈¹, #차석원², 장익황¹, 이윤호²

*S. Ji¹, #S. W. Cha(swcha@snu.ac.kr)², I. Chang¹, Y. H. Lee²

¹서울대학교 융합과학기술대학원, ²서울대학교 기계항공공학부

Key words : Gadolinia doped ceria, thin-film electrolytes, radio frequency sputtering, solid oxide fuel cells

1. 서론

연료전지는 수소와 산소를 사용하여 전기를 생산하는 기술로써 기존에 널리 사용되는 화석 연료 기반 에너지 생산 기술들에 비해 공해가 없는 장점을 가진다. 그 중 대개 600 °C 이상의 고온에서 작동하는 고체산화물 연료전지는 높은 효율을 가지며 물 관리 및 고가 촉매의 적용이 불필요하며 이는 고분자전해질 연료전지의 단점을 보완한다^[1]. 이러한 고체산화물 연료전지의 작동 온도를 낮추기 위한 노력으로 전해질의 박막화가 요구되며 이를 위해 진공 증착을 통한 박막 전해질 제작에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 본 연구에서 제작하는 박막 전해질은 sputtering 을 통해 이루어지며 구조적으로 치밀한 gadolinia doped ceria (GDC) 박막의

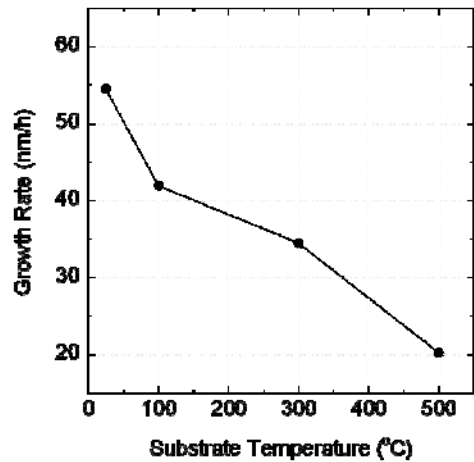


Fig. 2 Growth rates of GDC thin films deposited with a temperature range from 25 to 500 °C with rotation

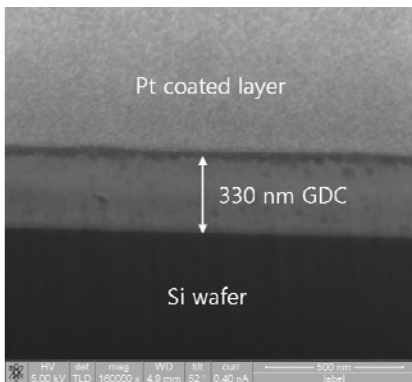


Fig. 1 A cross-sectional field emission scanning electron microscope image of a GDC thin film deposited at 25 °C without rotation

제작에 초점을 맞추고 있다. 이러한 GDC 는 기존에 고체산화물 연료전지의 전해질로 널리 사용되고 있는 yttri stabilized zirconia 보다 높은 산소 이온 전도도를 가지는 것으로 알려져 있다^[2].

2. 결과 및 토의

수소극 채널과 공기극 채널이 나누어져 있는 복실형 연료전지의 경우 전해질의 두께에 의해서 ohmic loss 가 결정된다^[3]. 따라서, 이러한 저항을 감소시키기 위해 전해질의

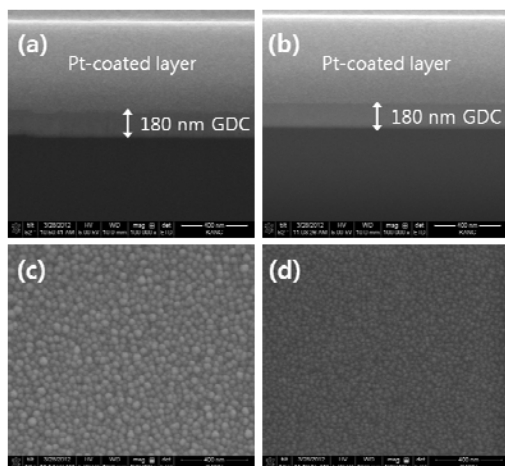


Fig. 3 Cross-sectional and top-view FE-SEM images of GDC thin films deposited at 100 and 500 °C. (a)(c) 100 °C, (b)(d) 500 °C

박막화가 요구된다. 먼저, RF-sputtering 을 통한 GDC 전해질 증착은 기관의 회전 및 가열 없이 4 시간 동안 이루어졌다. 결과물 GDC 박막은 Fig. 1 의 field emission scanning electron microscope (FE-SEM) 단면도를 통해 확인할 수 있다. 박막의 증착율은 약 ~42nm/h 이었다. 한편, 검은색으로 나타나는 void 가 다수 존재하는 것으로 확인되었는데 이는 박막 연료 전지에서의 전해질 구조가 pin-hole 과 관련된 연료 전지 성능 악화와 직접적으로 관련되어 있으므로 주의 깊은 고찰이 요구된다^[3]. 이러한 결과를 바탕으로 기관을 가열하여 GDC 박막의 치밀도를 높이려고 시도하였고 동시에 대면적 박막 공정을 이루기 위해 기관을 회전시켰다. Fig. 2 는 기관을 4 rpm 의 속도로 회전시키고 3 시간 동안 증착된 GDC 박막들의 증착율을 보여주고 있다. 기관 온도는 25, 100, 300, 500 도로 조절되었다. 증착율은 ~55 nm/h 에서 ~20 nm/h 로 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이를 통해 박막의 치밀도가 증가했을 것이라는 예측을 하였고 이를 확인하기 위해 ~180 nm 두께를 가지는 GDC 박막들을 Fig. 3 (a)(b) 와 같이 각각 100 도와 500 도에서 증착하였다. 박막의 두께는 위에서 얻은 증착율을 토대로 동일하게 맞추어 주었고 이는 grain 성장에 있어서의 박막 두께의

영향을 제거하기 위함이었다^[2]. Fig. 3 (c)(d) 에서 확인할 수 있듯이 500 도에서 증착한 GDC 박막은 100 도에서 증착한 GDC 박막보다 보다 작은 grain 크기를 가졌고 그것의 평균 크기는 ~20 nm 이었다. 이를 통해 증착 온도가 높아짐에 따라 감소하는 증착율을 보이는 것은 형성되는 grain 의 크기가 감소함에 따른 박막 밀도의 증가로 고려할 수 있었으며 이는 Fig. 3 (a)(b) 의 단면도를 통해서도 확인할 수 있다. 실제로, 100 도에서 증착된 GDC 박막이 500 도에서 증착한 GDC 박막이 void 로 보이는 부분이 적다는 것을 알 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 RF-sputtering 을 이용해 박막 연료전지의 전해질로 적용하기 위한 박막을 제작하였으며 치밀도를 높이기 위해 기관을 가열하였고, 대면적 박막 증착을 위해 기관을 동시에 회전시켜주었다. 500 도의 기관 온도에서 증착된 GDC 박막은 100 도의 기관온도에서 증착된 GDC 박막보다 낮은 증착율을 보였고 grain 형태 및 표면 거칠기를 통해 치밀도가 더 높다는 것이 확인되었다.

참고문헌

1. Hwang, Y. -S., Lee, D. -Y., Choi, J. W., Kim, S. -Y., Cho, S. H., Park, J., Kim, M. S., Jang, J. H., Kim, S. H., and Cha, S. W., "Enhanced Diffusion in Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells using Oscillating Flow," *Int. J. Hydrogen Energy*, **35**, 3676-3683, 2010.
2. Infortuna, A., Harvey, A. S., and Gauckler L. J., "Microstructures of CGO and YSZ Thin Films by Pulsed Laser Deposition," *Adv. Funct. Mater.*, **18**, 127-135, 2008.
3. Shim, J. H., Chao, C. -C., Huang, H., and Prinz, F. B., "Atomic Layer Deposition of Ytria-Stabilized Zirconia for Solid Oxide Fuel Cells," *Chem. Mater.*, **19**, 3850-3854, 2007.