고밀도 플라즈마 반응성 스퍼터링 법으로 알루미늄 기판과 스테인리스 기판에 증착된 2차 연료 전지용 금속 분리판을 위한 TiN 박막의 특성 연구

Properties of TiN Thin Films deposited on Aluminum and Stainless substrates by DC Reactive Magnetron Sputtering with Electromagnetic Field System

김정혁[a*], 강충길[b], 김용태[b], 송풍근[a]
[a*]부산대학교 재료공학과(E-mail:banana772@nate.com), [b]부산대학교 기계공학과

초 록: 2차 연료 전지용 금속 분리판 중 스테인리스 스틸은 많은 연구가 진행 되어 왔지만, 알루미늄은 거의 연구가 진행
되지 않고 있다. 따라서 이번 연구는 반응성 DC 마그네트론 스퍼터링법으로 스테인리스 와 알루미늄 기판에 TiN 박막을 증착한 후, 기판의 종류에 따른 TiN 박막의 물성을 비교 검토 하였다.

1. 서론

2차 연료 전지에서 분리판은 anode, cathode로써의 전극역할과 전지 와 전지사이의 지지대 역할, 또한 연료와 산화제를 공급해주는 통로를 제공해주는 동시에, 전지운전 중에 생기는 물을 제거해주는 통로 역할을 한다. 따라서 분리판은 전기전도성, 내부식성, 내산화성 및 기계적 특성이 우수해야함은 물론 또한 얇고 가벼우며 가공성이 뛰어나야 한다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 분리판 소재는 graphite로서 전기전도성과 내부식성이 우수하나, 기계적 특성과 가공성이 떨어지는 단점이 있다[1]. 이러한 단점을 보완하기 위해서 기계적 특성 및 가공성이 우수하며, 소재 단가가 저렴한 금속 분리판 의 연구가 활발히 진행 되고 있다. 하지만 금속 분리판 자체가 극한 부식 환경에 노출되어 있으므로, 부식 환경에 취약한 단점이 있다. 또한 금속 분리판 소재 중 스테인리스 스틸은 전기적, 내부식, 기계적 특성이 우수하여 가장 많이 사용되어지고 있지만 비교적 가격이 비싸고, 중량이 무거운 단점이 있다. 따라서 본 연구 에서는 스테인리스에 비해 중량이 1/3, 소재 단가가1/4인 알루미늄 소재를 선택하여, 알루미늄 과 스테인리스 기판위에 고밀도 플라즈마 반응성 DC 마그네트론 스퍼터링법 으로 TiN 박막을 증착한 후, 전기적 특성, 미세구조 및 내부식성 특성을 비교 검토 하였다.

2. 본론

두께가 200nm인 TiN을 전자기장 시스템을 부과한 반응성 DC 마그네트론 스퍼터링법을 사용하여 스테인리스 스틸 기판과 알루미늄 기판에 각각 증착하였다. 기판과 타겟 사이의 거리는 100mm, 공정압력은 0.38pa로 고정 하였다. 챔버 내 주입되는(N_2/Ar+N_2) 혼합가스의 전체 유량은 43sccm 그리고 DC power는 400W, 전자기장 power는 25W인 조건에서 TiN 박막을 증착하였다. TiN 박막의 두께측정은 alpha-step surface profiler, TiN 박막의 미세구조를 확인하기 위하여 X-ray diffraction system(XRD)를 이용하였다. 또한 TiN 박막의 표면상태를 확인하기 위하여 Scanning electron microscope(SEM)를 이용하였다. 마지막으로 potentiostatic, potentiodynamic법을 이용하여 TiN 박막의 부식저항을 측정 하였다.

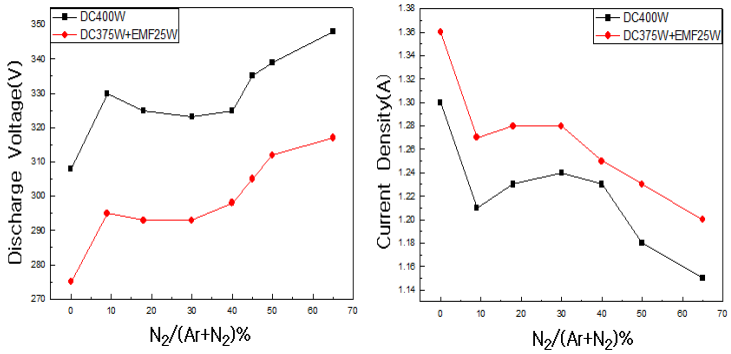

그림. 1. 질소유량에 따른 cathode상의 I-V특성

그림 1에서 전압과(v)과 전류(I)와의 관계는 플라즈마 밀도에 의존하기 때문에 cathode상에 전압(V)-전류(I)값을 알면 플라즈마 밀도를 상대적으로 알수 있다. 위 그림에서 질소 유량이 증가할수록 전압(V)값은 증가하고, 전류(I)값은 감소하는 경향을 보인다. 이는 타겟 표면상의 질화물 형성에 따른 2차전자방출계수와 연관이 있다. 상대적으로 Ti에

비해 TiN의 work-function값이 높기 때문에, 질소 유량이 증가 할수록 타겟 표면에서 튀어 나오는 2차전자의 수가 감소하여 전류(I)값이 낮게 나온 것으로 판단된다. 또한 질소 유량이 증가할수록 타겟과 충돌하는 Ar^+수가 감소하는 반면, 상대적으로 N^+의 수가 Ar^+감소분만큼 증가하지 않았기 때문이다. 이는 N_2가 삼중결합을 하고 있어 이온화되기가 어렵기 때문이다. cathode주위에 전자기장(EMF)을 인가한 것이 모든 유량에 있어, 상대적으로 기존 반응성 DC 마그네트론 스퍼터링법에 비해 전압(V)값은 낮고, 전류(I)값은 높은 결과 값을 보였다. 이는 전자기장(EMF) 도입으로 인해, 고밀도 플라즈마를 형성하였기 때문이다.

3. 결론

알루미늄 기판과 스테인리스 기판에 TiN 박막을 증착하여, 기판 종류에 따른 특성을 비교 분석 하였다. 알루미늄 기판에 증착된 TiN 박막의 전기적 특성은 스테인리스 기판에 증착된 박막 특성과 비교 했을 때 커다란 차이를 보이지 않았다. 내부식성 특성은 알루미늄 과 스테인리스 기판자체보다 TiN 박막을 표면에 증착 했을 때 향상된 특성을 보였으며, TiN 박막이 증착된 알루미늄 과 스테인리스 기판을 비교 했을 때, 스테인리스 기판에 증착된 TiN 박막이 우수한 내부식성 특성을 보였다.

참고문헌

1. 전의식, Theories and Applications of Chem. Eng., 8 (2002) 2