

하이브리드 공정을 통한 Cr-C:H 박막의 질소 도핑에 관한 연구

The nitrogen doping effect on the Cr-C:H films deposited by the hybrid deposition process

조용기^{a,b*}, 김강삼^a, 정동근^b

^a 한국생산기술연구원 열표면 연구부

^b 성균관대학교 물리학과

초 록:

플라즈마 CVD와 아크방전법을 혼합한 하이브리드 공정을 통하여 알콘과 메탄 그리고 질소를 인입하여 Cr을 타겟으로한 아크방전과 기관에 전극을 인가하는 방식의 플라즈마 CVD공정을 복합화하여 금속이 함유된 Cr-C:H 박막을 합성하고, 공정 에 질소를 인입하여 박막에 질소를 도핑하여 부내식성과 전기적 전도성에 관한 고찰을 하였다. 내부식성은 동전위분극시험에서 $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 을 보였고, 전기저항은 $1 \text{ m}\Omega\text{-cm}$ 이하로 측정되어 내식성과 전기전도성을 동시에 갖는 박막을 합성할 수 있었다. 내식성과 전기전도성에 대한 원인규명을 위하여 박막의 구조분석을 XPS, XRD, Raman 분석을 통하여 실시하였다. 흑연화 탄소(Graphitic carbon)와 금속복합체(Metal composite)은 내식성에 영향을 주었으며, 전도성물질의 percolation효과와 질소와 탄소의 단일 결합과정에서 생성되는 잉여전자에 의한 단일 결합(C-N) 분율이 전기전도성에 영향을 주었다.

1. 서론

플라즈마 CVD공정에 의한 DLC 박막은 고유활성, 고경도성, 화학적 안정성 등의 우수한 특성을 지녔으나 전기전도성이 매우 낮은 특성을 보인다. 이러한 전기전도성을 높이고자 연구자들은 금속함유나 나노결정을 이용하여 실시하여 소극의 성과들을 이루어내었다. 전도성 및 내식성이 우수한 DLC막의 적용을 우수한 내식성 및 전도성이 필요로 되는 전해질고분자연료전지(PEMFC)의 금속소재 분리막에 적용하기 위해서 더 높은 내식성 및 전도성을 동시에 만족해야 한다. 현재 분리막의 표면처리 방법으로 질화물 코팅, 질화처리, 산세처리 등의 많은 연구가 진행되었다. 하지만 아직 내구성과 가격적인 저가공정에 의한 표면처리 방법은 계속 진행 중에 있다. 연구에서는 하이브리드 공정에 의한 Cr-C:H 박막의 합성과 질소를 도핑한 박막의 내식성과 전도성에 관한 연구로서 질소도핑을 통한 박막내의 구조적 변화가 미치는 영향을 조사하였다.

2. 본론

본 연구에서는 하이브리드 플라즈마 장비를 이용하였고, 크롬 타겟에 아크방전을 유도하였고, 타겟앞에 가림막을 설치하여 방전에서 발생하는 드롭렛(droplet) 등의 불순물의 증착을 막았다. 타겟의 반대편에는 양극을 설치하여 음극으로부터 발생되는 전자를 이동시킴으로서 플라즈마를 강화하고자 하였다. 아크 방전과 함께 플라즈마 CVD 법을 이용하여 기관에 음극의 펄스전원을 공급하여 탄화수소전구체로부터 Cr-C:H 막막을 합성하였다. 공정에서 질소를 0-60 sccm 인입하여 질소분압에 따른 박막의 내식성과 전기전도성변화를 살펴보았다. 내부식성은 묽은 황산용액 내에서 실시된 동전위분극시험에서 $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 을 보였고, 4-point probe로 측정된 전기저항은 $1 \text{ m}\Omega\text{-cm}$ 이하를 보였다. 질소가 6 at.% 이하로 합성된 박막으로서 흑연화 탄소(sp²)의 분율이 큰 박막에서 내식성이 우수하였고, 질소가 많이 도핑된 박막에서는 질화물이 형성되었고 따라서 내식성이 감소하는 경향을 보였다. 전기전도성에 관련해서는 전도성을 갖는 흑연화 탄소(sp²)과 금속 복합체의 percolation 효과에 의해 전도성이 형성되는 것으로 사료되며, 박막내에 C-N 단일결합의 증가와 함께 잉여전자가 더욱 증가하여 전도성을 더욱 갖게되는 경향을 보였다.

3. 결론

고내식성과 고전도성을 동시에 만족하는 Cr(N)-C:H 박막을 하이브리드법에 의하여 증착하였으며, 내식성과 전기전도성을 갖는 원인으로 박막의 결합구조분석을 통하여 영향을 주는 주요 인자를 제안하였다. 질소도핑된 Cr-C:H 박막의 내식성은 비정질의 흑연화된 탄소와 금속복합체에 의한 영양이 크고, 전도성은 전도성 물질의 percolation과 탄소와 질소결합에서 발생하는 잉여전자에 의한 영향이 컸다.

참고문헌

1. C. Corbella, G. Oncins, M.A. Gomez, M.C. Polo, E. Pascual, J. Garcia-Cespedes, J.L. Andujar, E.Bertran, *Diamond and Related Materials* **14** (2005) 1103.
2. Y. J. Ren, C.L. Zeng, *Journal of Power Source* **171** (2007) 778.
3. J. Vetter, W. Burgmer, A.J. Perry, *Surface and Coating Technology* **59** (1993) 152.