

이종원소 첨가에 따른 CrN 박막의 물성 및 부식특성에 관한 연구
A study on the physical and corrosion properties of CrN films by elemental doping

명현식*, 정경우, 신경식, 전유택, 나상묵 (현대하이스코 기술연구소)
 김연준, 이호영, 한전건 (성균관대학교 플라즈마 응용 표면기술 연구센터)

1. 서론

CrN 박막은 습식 Cr 도금이 가지고 있는 수소취성 및 환경오염 문제를 제거할 수 있을 뿐 아니라 우수한 경도 및 높은 산화개시온도, 낮은 마찰계수를 지니고 있어 습식 Cr 도금을 대체할 수 있는 가장 적합한 코팅소재로 알려져 있다. 또한 우수한 이형성 및 낮은 부식전류밀도와 함께 은백색의 미려한 색상을 지니고 있어 각종 금형 산업 및 자동차 산업, 차세대 연료전지 산업과 더불어 각종 장식용 부품 산업에까지 넓은 응용 범위를 가지고 있다.

그러나 급격한 산업 발전으로 인해 코팅소재의 구동 환경이 점차 가혹화 되고 복잡화됨에 따라 기존 CrN 박막의 물성 한계를 뛰어넘는 새로운 코팅재료가 요구되기 시작했다. 특히 연료전지용 금속분리판의 경우, 가혹한 부식 환경에서의 구동에 대응할 수 있는 새로운 코팅 신소재에 관한 요구가 급격히 증대되고 있는 추세이다. 따라서, 이러한 기존재료의 물성 한계를 극복하고 새로운 특성을 갖는 코팅소재를 합성하는 방법으로 최근 이종원소 첨가에 따른 코팅막 물성 및 미세구조 제어에 관한 연구가 세계적으로 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 CrN 기지 상에 첨가되어 고용체 화합물을 형성하는 대표적 물질인 Ti와 첨가량 제어에 따른 CrN의 미세구조 변화를 기대할 수 있는 Si 원소를 CrN 내에 첨가하여 3원계 화합물 박막을 합성하였으며, 각각의 첨가원소에 따른 미세구조 변화 및 물성 변화를 관찰하고 이를 통해 그 상전이 기구를 규명하고자 하였다. 또한 황산용액에서의 코팅막 부식 거동을 관찰하여 연료전지 분리판 상의 코팅적용 가능성을 평가하였다.

2. 본론

본 연구에서는 비대칭 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 Cr-Ti-N 및 Cr-Si-N 박막을 합성하였으며 첨가된 Ti 및 Si 함량에 따라 코팅막 미세구조 및 물성 변화를 관찰하였다. 타겟은 99.999%의 순도를 갖는 Cr 타겟과 Ti, Si 두 가지 종류의 타겟을 사용하였으며 CrN의 타겟 전력밀도는 13.67 W/cm^2 로 고정하였고 첨가원소의 타겟 전력밀도를 $0 \sim 4.91 \text{ W/cm}^2$ 로 가변시켜 실험을 수행하였다. 이렇게 합성된 막의 미세구조 변화를 XRD 및 SEM 분석을 통해 관찰하였으며 금속원소 첨가에 따른 미소경도 변화를 관찰하기 위해 나노압입시험을 수행하였다. 또한, 단기 부식 거동을 평가하기 위하여 80°C 0.1N H_2SO_4 용액에서 양극 분극 시험을 수행하였다.

3. 결과

CrN 내에 Ti 및 Si를 첨가하여 경도 변화를 측정된 결과, Cr-Ti-N의 경우 4.91 W/cm^2 의 Ti 타겟 전력밀도에서, Cr-Si-N의 경우 3.26 W/cm^2 의 Si 타겟 전력밀도에서 가장 높은 경도값이 관찰되었다. Ti에 비해 Si 첨가 시, 경도 강화 효과가 더 높은 것으로 관찰되었으며 Cr-Si-N 코팅막에서 약 33 GPa의 최대 경도값을 얻었다. 부식시험을 통해 코팅막 내식성을 평가한 결과, Ti에 비해 Si가 첨가된 CrN 코팅막의 내식성이 더 우수한 것으로 나타났으며 최대 경도를 나타내었던 Ti-Si-N 박막에서 가장 우수한 내식 특성이 관찰되었다.