

아크 이온플레이팅 법으로 증착된 Cr-N 계 박막의 특성 및 내마모성에 대한 연구

백운승, 여현동, 박신민, 채병규, 김규호*, 권식철,
한국기계연구원 표면기술부, *영남대학교 금속공학과

Cr-N 계 박막은 경도가 높고 치밀한 층을 형성할 수 있으므로 현재 금형과 기계류 핵심 부품의 내마모 및 내식성 향상을 위한 대표적인 물질로 많은 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 아크 이온플레이팅 장비를 이용하여 질소분압, 바이어스 전원 등의 변화에 따른 Cr-N 계 박막의 결정성 및 표면상태, 증착율, 그리고 내마모성을 조사하였다. Cr-N 계 박막을 증착하기 위해서 사용한 시편은 20mm ϕ \times 4mmt 크기의 고속도 공구강 디스크이였으며, Trichloroethylene에서 5분간 초음파 세척을 한 후 건조하여 진공용기 내에 장착하였다. 박막을 증착하기전 시편의 표면을 깨끗하게 하기 위해서 Ar 이온 충격으로 플라즈마 전처리를 하였다. 증착된 Cr-N 계 박막의 두께는 CALOTEST와 XRF 두께 측정기를 이용하여 측정하였으며, 박막의 결정성과 내마모성은 X-선 회절분석기와 tribometer로 관찰하였다. 아크 전류를 변화시키면서 증착한 Cr-N 박막의 경우 증착율은 아크 전류가 50A에서 80A로 증가함에 따라 45nm/min에서 87nm/min으로 증가하였다. 그리고 바이어스 펄스의 duty-on 시간과 주파수가 증가할수록 박막의 증착율은 감소함을 알 수 있었다. Duty-on 시간과 주파수의 증가는 기판에 오랫동안 이온의 충격을 가하므로써 상대적으로 가벼운 질소이온이 크롬과 결합하는 것을 방해하여 박막의 증착율이 감소할 것이다. 기판에 인가하는 바이어스 펄스의 duty-on 시간을 변화시키면서 증착한 Cr-N 박막에 대한 X-선 회절상을 조사한 결과 duty-on 시간이 20%인 경우에는 CrN(111), CrN(200)와 CrN(220) 피크 들만 나타나 입방정의 CrN 박막이 형성되었으며, duty-on 시간의 증가에 따라 Cr₂N 상의 형성이 점점 많아져 80% duty-on 시간 경우에는 거의 CrN과 Cr₂N 상이 공존하는 것으로 나타났다. 또한 duty-on 시간이 증가할수록 회절피크의 세기가 증가하여 결정화가 더 많이 진행되어짐을 알 수 있었다. 마찬가지로 바이어스 펄스의 주파수에 따른 결정성의 변화도 펄스의 주파수가 증가할수록 박막의 결정성이 좋아지고 Cr₂N 상이 쉽게 형성되었다. 증착 진공도에 따른 결정성은 상대적으로 질소의 농도가 높은 낮은 진공도에서는 CrN 상이 주로 형성되었으며, 반대로 높은 진공도에서는 Cr₂N 상이 많이 만들어졌다. 즉 1.3×10^{-2} Torr의 증착 진공도에서는 CrN 상만이 보이는 반면 9.0×10^{-2} Torr 진공도에서부터 Cr₂N 상이 형성되기 시작하여 5.0×10^{-2} Torr 진공도에서는 두 개의 상이 혼재되어 있음을 알 수 있었다. 박막의 내마모성을 조사한 결과 CrN 박막의 마찰계수는 초기에 급격하게 증가한 후 0.5에서 0.6 사이의 값으로 큰 변화를 보이지 않았으며, Cr₂N 박막도 비슷한 거동을 보였다.