

두께 비율과 기판 바이어스 전압이 AlCrN/AlCrSiN 이중층 코팅의 기계적 특성에 미치는 영향 Influence of thickness ratio and substrate bias voltage on mechanical properties of AlCrN/AlCrSiN double-layer coating

김희근^{a,*}, 라정현^a, 이상율^a, 한희덕^b

^a한국항공대학교 표면기술응용센터, ^bDTR 주식회사(E-mail: ndkim2@naver.com)

초 록: AlCrN 코팅은 높은 경도, 낮은 표면 조도 등의 상온에서의 우수한 기계적 특성 이외에 고온에서 안정한 합금상의 형성으로 인하여 우수한 내열성을 보이는 코팅이며, Si를 첨가하여 나노복합구조를 갖는 AlCrSiN 코팅은 고경도 특성을 나타내는 나노결정립과 고내열성을 나타내는 Si₃N₄ 비정질이 동시에 존재함으로써 뛰어난 고온 특성까지 보유하여 공구 코팅으로의 적용 가능성이 크다. 본 연구에서는, 가혹화된 공구사용 환경 대응 하는 더욱 우수한 내마모성 및 내열성을 보이는 코팅막을 개발하기 위해 AlCrN/AlCrSiN 이중층 코팅을 합성하였다. 합성된 코팅의 구조 및 물성을 분석하기 위해 field emission scanning electron microscopy(FE-SEM), nano-indentation, atomic force microscopy(AFM) 및 ball-on-disk wear tester를 사용하였다. 내열성을 확인하기 위하여 코팅을 furnace에 넣어 500, 600, 700, 800, 900도에서 30분 동안 annealing 한 후에 nano-indentation을 사용하여 경도를 측정을 하였다.

5:5, 7:3, 9:1의 두께 비율로 AlCrN/AlCrSiN 이중층 코팅을 합성하였으며 모든 코팅의 두께는 3μm로 제어되었다. AlCrN 코팅층의 두께가 증가할수록, 이중층 코팅의 경도 및 내마모성은 점차 향상되었지만 코팅의 밀착력은 감소하였다. 일반적으로 AlCrN 코팅은 상대적으로 높은 잔류응력을 갖고 있으므로, AlCrN 층의 두께비율이 증가함에 따라 코팅내의 잔류응력이 높아져 코팅의 경도는 증가하고 밀착특성은 낮아진 것으로 판단된다. AlCrSiN 상부층 공정시 기판 바이어스 전압을 -50 ~ -200V 로 증가시키면서 이중층 코팅을 합성하였다. XRD 분석 결과, 공정 바이어스 전압이 증가함에 따라 AlCrSiN 상부층은 점차 비정질화 되었고, 코팅의 경도와 표면 특성이 향상되는 것을 확인하였다. 이러한 특성 향상은 높은 바이어스 인가가 이온 충돌효과의 증가를 야기시켰으며, 이로 인해 치밀한 코팅층 합성에 의한 결과로 판단된다. AlCrN/AlCrSiN 이중층 코팅을 어닐링 한 후 경도 분석 결과, -150, -200V에서 합성한 코팅은 900도 이상에서 26GPa 이상의 높은 경도를 보인 것으로 보아 우수한 내열성을 갖는 것으로 확인 되었다. 이는 AlCrSiN 상부층의 높은 Si 함량 (11at.%) 으로 인한 충분한 Si₃N₄ 비정질상의 형성과, 고바이어스 인가로 인한 AlCrN 결정상과 Si₃N₄ 비정질상의 고른 분배가 코팅의 내열성을 향상시키는 데 기여를 한 결과로 판단된다.

사사의 글

본 연구는 산업통상자원부 우수기술연구센터(ATC)사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.