

TiAlN(La)계 박막의 고온 및 기계적 특성 (High Temperature and Mechanical Properties of TiAlN(La) Thin Film)

공주대학교 신소재공학부 서성만, 이기선

1)서론

절삭공구분야에서 주로 기존의 고속도공구강(high speed steel)이나 텅스텐카바이드(tungsten carbide) 표면에 Ti(Al)N계 경질박막재료를 코팅하여 공구의 수명 및 특성을 크게 개선하고 있다. TiN 박막은 600°C 이상에서 특성이 열화(degradation)되는데, 그 이유는 산화막인 TiO₂가 보호성 피막을 형성하지 못하기 때문이다. 이러한 단점을 극복하기 위해 TiAlN 박막의 연구개발이 진행되고 있다.¹⁾²⁾³⁾ 이는 TiN에 비해서 약 4 배의 우수한 마멸 저항성을 갖고 있어 고속 전삭가공에 유망하기 때문이다.⁴⁾ 지금까지의 많은 연구들은 TiN 박막내 Al의 농도를 증가시키는 연구에 집중되고 있는데, 이로 인해서 박막내 잔류응력이 증가하고; 접착강도가 떨어지는 공통된 문제점을 갖고 있다.³⁾ 이 연구에서는 Al의 농도를 체계적으로 증가시키고, 소량의 La를 첨가하여 이들 변수가 고온 내산화성 및 박막의 기계적 특성에 미치는 영향을 연구하였다.

2)실험방법

기판재료는 WC-9%Co이며, 20mmφx 2mmt의 크기를 갖는다. 코팅의 전처리로서 표면의 거칠기를 일정하게 하기 위해서 diamond paste(입자크기-9μm)를 사용하여 연마하고, 아세톤으로 세척하였다. Arc 방전 Ion plating은 기판온도 450°C, 질소분압 1.5Pa, bias voltage 100Volt., Frequency 20kHz - pulse type power를 코팅조건으로 실시되었다. TiAlN 박막의 경우 Ti에 대해서 Al 농도를 12, 33at%로 정하였고, La를 약 2at% 첨가하였다. 코팅두께는 증착속도를 고려하여 약 3μm로 일정하게 조절하였다. 고온특성은 대기중 및 0.13Pa 분위기에서 1073~1373K 온도범위에서 등온산화법으로 평가되었다. 산화속도는 TG, 미세조직관찰은 FE-SEM, 결정구조는 cross-section HR-TEM 및 XRD에 의해 평가되었다. 박막의 경도, 탄성계수, 접합력, 마찰계수는 Nano-Indentation 등이 가능한 Micro Materials Limited의 Nano Tester에 의해 평가되었다.

3)실험결과

코팅막의 두께는 FE-SEM으로 관찰한 결과 약 3μm로 일정하게 나타났다. 고온산화 과정을 조사한 결과 초기에는 TiO₂와 α-Al₂O₃가 혼합된 상으로 나타났으며, 시간이 경과함에 따라서 α-Al₂O₃로 변화되었다. La를 첨가한 경우, 동일한 Al 조성에서도 산화속도가 크게 지연되었고, 산화막은 미세한 α-Al₂O₃가 지배적으로 나타났다. Y₂O₃를 diffusion marker로 박막 표면에 분산 후에 SEM을 통해서 관찰 한 결과 산화막은 주로 기판의 내부를 향해 주도적으로 성장하였고, 이에 비해 La를 첨가하지 않은 경우 산화막이 외부 방향으로 성장하였다. 특히, La의 첨가는 초기에 α-Al₂O₃의 우선적 불균일 핵생성을 일으켜 미세한 조직을 형성하였다. 경도는 Al농도에 따라 증가하였는데 약 35~45GPa의 높은 경도를 나타냈었고, 약 550GPa의 탄성계수를 나타내었다.

4)참고문헌

1. J-E.sundgren, Thin solid films.128(1985) 21.
2. Milosev, H.-H. Strehblow, B. Navinsek and M. Metikos-Hukovic, Surface and Interface Analysis, Vol 23, 529(1995)
3. W.-D.Munz, J.Vac.Sci.Technol. A. 4(6) 2721 (1986)
4. T. Leyendeker, O. Lemmer, S. Esser, J. Ebberink, Surf. Coat. Technol. 48(1991) 175.
5. I. Penttinen, J. M. Molarius and R. Lappalainen, J. Vac. sci. Tcehmol. A6(3), May/Jun(1988)2158.