

## 화학 증착법에 의한 TiC/TiCN 다층박막의 다층주기 변화에 따른 구조적, 기계적 특성

### Structural and mechanical properties of multilayered CVD TiC/TiCN coatings with variations of multilayer period

박근우\*, 권혁상(한국과학기술원)

#### 1. 서론

초경 절삭공구의 기계적 특성을 향상시키기 위한 경질 박막의 피복은 크게 물리 증착법(PVD)과 화학 증착법(CVD)으로 나눌 수 있다. 최근 물리 증착법으로 제작된 TiN/AlN<sup>1)</sup>, TiN/NbN<sup>2)</sup>, TiN/CrN<sup>3)</sup>, TiN/ZrN<sup>4)</sup> 다층박막은 단층박막과 비교하여 경도와 마모 특성이 향상된 것으로 보고되었다. 또한 화학 증착법으로 제작된 TiCN/TiN<sup>5)</sup>, TiCN/ZrCN<sup>6)</sup> 다층박막의 경우도 경도, 내마모성 그리고 표면 거칠기(surface roughness)가 향상되었다고 보고되었다.

물리 증착법으로 제작된 고경도 다층박막의 다층주기(multilayer period,  $\lambda$ )는 약 2~20nm이다<sup>1-4)</sup>. 그러나 화학 증착법으로 제작된 TiCN/TiN<sup>5)</sup>, TiCN/ZrCN<sup>6)</sup> 다층박막의 주기는 수 백 nm로 물리증착법과 차이를 나타내었다.

본 실험에서는 경도와 마모 특성이 우수한 TiC, TiCN에 대해 화학 증착법으로 TiC/TiCN 다층박막을 제작하여 TiC/TiCN 다층박막의 다층주기 변화에 따른 박막의 물성 및 결정 구조의 변화를 분석하였다.

#### 2. 실험방법

컴퓨터 제어방식의 LPCVD(Low Pressure CVD) 코팅로를 이용하여, TiC/TiCN 다층박막을 제작하였다. 초경 모재(WC-Ti,Ta,NbC-Co) 위에 TiC/TiCN 박막을 12~48회 적층시킨 TiC/TiCN 다층박막의 다층주기는 2000~20nm, 전체 박막두께는 12~14 $\mu$ m를 유지하도록 하였다. 증착시 압력은 100~700mbar, 온도는 1000~1100 $^{\circ}$ C이었다.

제작된 TiC/TiCN 다층박막의 결정구조는 박막용 X-선 회절분석기(Rigaku)를 이용하여 분석하였고, 타겟은 Cu( $K_{\alpha}$ =1.5046 $\text{\AA}$ )를 사용하였다. 다층박막의 경도와 탄성계수는 Nanoindentation(MTS), 표면 형상은 주사전자현미경(SEM), 표면 거칠기는 Atomic Force Microscope(PSI Inc.) 그리고 적층구조는 광학현미경(OM)으로 분석하였다. 다층박막의 접착력은 스크래치 테스터(CSEM)와 광학현미경을 이용하여 임계하중 값(Lc)을 결정하였다.

#### 3. 결과 요약

전체 박막의 두께를 12~14 $\mu$ m로 유지하면서 TiC/TiCN 박막의 적층수를 12, 24, 48,

60, 120, 480으로 변화시켜 제작된 TiC/TiCN 다층박막의 적층구조를 광학현미경으로 분석한 결과 TiC/TiCN 24층까지는 TiC, TiCN 단층을 구별할 수 있으나 TiC/TiCN 48층부터는 단층의 구별이 불가능하였다. 그러나 X-선 회절분석기를 이용하여 TiC/TiCN 다층박막의 결정구조를 분석한 결과 TiC/TiCN 480층까지 TiC, TiCN의 결정면을 확인할 수 있었다. TiC/TiCN 다층박막의 TiC, TiCN 단층박막과 달리 우선 방위를 나타내었다. TiC/TiCN 12층 다층박막의 우선 방위는 TiC, TiCN (220)로 나타났고 TiC/TiCN 24층부터는 (200)로 우선 방위가 천이한 후 TiC/TiCN 24층부터 480층까지 (200) 우선 방위가 계속 유지되었다. TiC/TiCN 480층 다층박막의 경우 TiC, TiCN 박막에 의한 위성 피크가 관찰되었으며 이 위성 피크로 다층박막의 주기를 계산한 결과 31.5nm로 나타났다. 이에 따라 화학 증착법도 물리 증착법과 같이 수 십 nm 두께의 다층박막을 적층할 수 있음을 확인하였다.

다층주기 변화에 따른 TiC/TiCN 다층박막의 표면 형상과 표면 거칠기(rms)를 주사전자 현미경과 AFM으로 분석한 결과, TiC/TiCN 다층박막의 적층수와 박막의 우선방위에 영향을 받는 것으로 나타났다. 다층주기 변화에 따른 TiC/TiCN 다층박막의 경도와 영율을 Nanoindentation으로 분석한 결과, 경도는 다층주기가 감소함에 따라 증가함을 확인하였고 탄성계수의 경우 다층박막의 우선 방위에 영향을 받는 것으로 분석되었다.

#### 참고문헌

- 1) M. Setoyama, A. Nakayama, M. Tanaka, N. Kitagawa and T. Nomura, Surf. Coat. Technol., 86-87(1996)225
- 2) M. Shinn, L. Hultman and S. A. Barnett, J. Mater. Res., 7(1992)901
- 3) Y. Zhou, R. Asaki, W. -H. Soe, R. Yamamoto, R. Chen and A. Iwabuchi, Wear, 159(1999)818
- 4) C. J. Tavares, L. Rebouta, M. Andritschky and S. Ramos, J. Mater. Process. Technol., 92-93(1999)177
- 5) K. Narasimhan and W.C Russel, Proceedings of 14th international Plansee Seminar, (1997)290
- 6) S. Kudapa, K. Narasimhan, P. Boppana and W. C. Russell, Surf. Coat. Technol. 120-121(1999)259