

## Microstructure and mechanical properties of superhard Ti-B-C-N films deposited by dc unbalanced magnetron sputtering

정다운, 김광호  
부산대학교 재료공학과

**초 록 :** dc unbalanced magnetron sputtering 방법으로 superhard quaternary Ti-B-C-N films을 합성하였다. XPS, XRD 분석 결과 Ti-B-C-N films은 solid-solution (Ti,C,N)B<sub>2</sub>와 Ti(C,N) 결정이 amorphous BN에 분포된 나노 복합체를 형성 하였다. 여기에서는 film내 N의 양에 따라 강도가 증가하다가 그 후 감소하는 경향을 보였다.

### 1. 서론

crystallite과 amorphous phase로 이루어진 나노 복합체는 높은 강도, 경도와 낮은 마찰계수, 그리고 그 외 다양한 특성으로 인해 흥미있는 연구 분야이다. Ti-B-C-N films은 TiB<sub>2</sub>, TiC, TiCN, TiN의 solid-solution이 높은 강도를 가지고 amorphous BN에 의해 낮은 마찰계수를 가지는 특징이 있다.

그래서 Ti-B-C-N films의 N의 양에 따른 박막 내의 미세구조와 기계적 물성 변화를 조사하였다

### 2. 본론

#### 1. Ti-B-C-N 코팅막 내의 미세구조

dc unbalanced magnetron sputtering 방법으로 Ti-B-C-N 코팅막을 합성하였다.

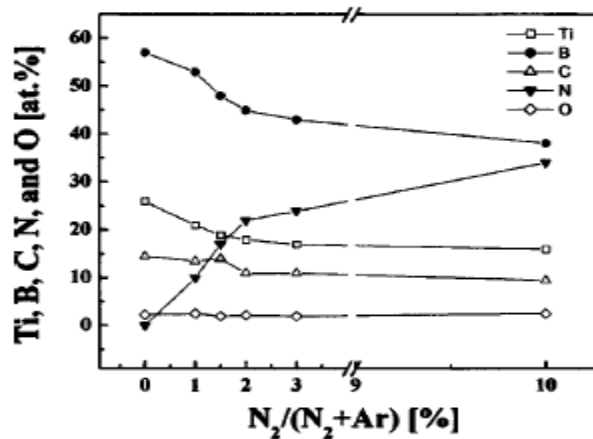


Fig1. Content of Ti, B, C, N, and Ti-B-C-N films as a function of N<sub>2</sub> amount in (Ar+N<sub>2</sub>) sputtering stainless atmospheres.

Fig1. XPS 결과를 보면 Ar+N<sub>2</sub>분위기에서 N<sub>2</sub> 0~10at%까지 증가시키면 films에서는 0~34at% 증가하는 것을 보였고 반면에 B, C, Ti는 감소하는 경향을 보여준다.

Fig2. XRD 결과를 보면 Ti-B-C 코팅막에서는 결정 h-TiB<sub>2</sub> peak이 강하고 TiC peak이 없음을 보고 carbon이 TiB<sub>2</sub>에 침입형으로 존재함을 알 수 있다. N가 증가할 수록 TiB<sub>2</sub> peak이 줄어들고 약간의 TiC peak이 나타난다. 그리고 peak broadening 현상을 보고 결정입자가 작아짐을 예상할 수 있다. 또한 Ti-B-C에 N의 증가에 따라 XRD peak의 shift현상을 보고 더 작은 N이 B자리에 대체 됨을 예상할 수 있다. 그리고 N이 더 증가하자 peak가 사라짐은 amorphous BN의 형성의 영향이다.

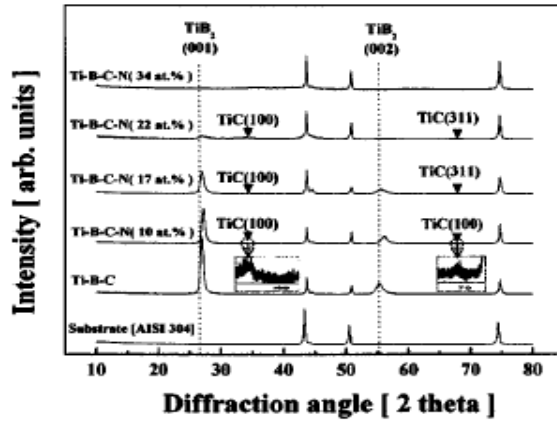


Fig2. X-ray diffraction patterns of Ti-B-C and Ti-B-C-N films deposited on AISI 304 steel substrates at various N contents.

## 2. Ti-B-C-N 코팅막의 기계적 특성

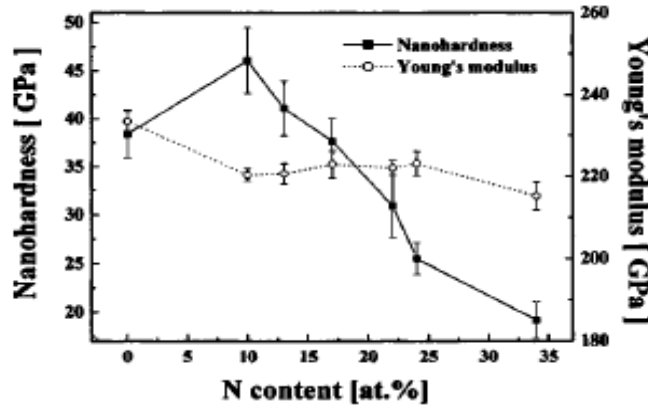


Fig3. Nanohardness and Young's modulus of Ti-B-C-N films with various N contents

Fig3.은 N의 양에 따른 Nanohardness, Young's modulus를 보여준다. N이 10at%일 때 최고 강도 45GPa이고 N이 증가할 수록 강도는 감소한다. 최고 강도가 나온 이유는 amorphous BN에 의해 입계 강화, 결정립 크기의 감소로 인한 결과이다. 그 후 강도가 감소하는 이유는 amorphous가 증가하거나 XRD peak의 broadening 현상에 의해 압축 응력의 감소로 예상된다.

## 3. 결론

dc unbalanced magnetron sputtering 방법을 이용하여 N의 양에 다른 Ti-B-C-N의 박막 내 미세구조와 기계적 특성을 보았다. N의 증가에 따라 Ti-B-C 코팅막은 amorphous BN에 결정 (Ti,C,N)B<sub>2</sub>와 Ti(C,N)의 입자가 작아진다. N이 증가하면 강도가 증가하고 일정량 후에는 감소하는 경향을 보였다.

## 참고문헌

- [1] D. Zhong, E. Sutter, J. J. Moore, G. G. W. Mustoe, E. A. Levashov, and J. Disam, Thin Solid Films 398, 320 (2001)
- [2] M. Diserens, J. Patscheider, and F. Lévy, Surf. Coat. Technol. 108, 241 (1998)
- [3] T. P. Mollart, J. Haupt, R. Gilmore, and W. Gissler, Surf. Coat. Technol. 86, 231 (1996)
- [4] B. D. Cullity, in *Elements of X-Ray Diffraction*, 2nd ed. Addison - Wesley, Massachusetts, 1978, pp. 101 - 103, 288.
- [5] S. Veprék, S. Reiprich, and L. Shizhi, Appl. Phys. Lett. 66, 2640 (1995)
- [6] A. Lasalmonie and J. L. Strudel, J. Mater. Sci. 21, 1837 (1986)4. G.E.Gardam, J. Electrodeposition Tech. Soc., 22 (1967) 155.