

**PECVD법에 의해 증착된 Ti-B-C-N 코팅막의  
합성 및 기계적 특성**  
**Syntheses and mechanical properties of Ti-B-C-N coatings  
by a plasma-enhanced chemical vapor deposition**

윤지환, 허수정, 김광호  
부산대학교 박막재료 연구실

### 1. 서론

최근, 코팅막중 TiN계 코팅막에 보론 원소를 첨가하여 육방정계 TiB<sub>2</sub>를 형성 함으로써 미세 구조를 변화시켜 기계적 물성을 매우 향상 시킨 결과들이 보고되고 있다<sup>1-2)</sup>. 이러한 코팅막중 나노복합체 특성을 가지며 40 GPa 이상의 superhardness 나타내는 Ti-B-N 코팅막의 연구도 활발히 이루어지고 있다. 한편 Ti-C-N 코팅막은 TiN격자 내에 C의 고용에 따른 경도 향상의 연구가 활발히 이루어져 있다<sup>3)</sup>. 하지만 Ti-B-C-N 코팅은 거의 보고되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 초경합금인 WC-Co와 실리콘 기판에 PECVD법을 사용하여 Ti-B-C-N 코팅막을 합성하고 코팅막 내의 미세구조와 기계적 물성 변화를 관찰하였다.

### 2. 본론

Ti-B-C-N 코팅막은 PECVD법에 의해 TiCl<sub>4</sub>, BCl<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Ar의 반응계에서 WC-Co와 실리콘 기판 위에 증착되었다. 합성된 코팅막은 SEM(scanning electron microscopy), EPMA(electron probe micro analyzer), X-선 회절 분석(X-ray diffraction), XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)등을 통하여 물리적, 화학적 결합 특성을 분석하였으며 Nanoindenter를 통하여 경도값을 얻었다.

### 3. 결과

본 실험에서 합성된 Ti-B-C-N 코팅막은 수 나노미터 크기의 Ti(C,N) 결정체들이 비정질 BN 기지에 분산된 나노복합체의 미세구조를 나타내었다. Ti-B-C-N 코팅막은 B의 함량이 9at.%에서 최대 경도치인 약 42 GPa의 초고경도를 나타내었다. 이는 비정질 BN가 아주 치밀한 결정입계 구조를 형성시키며, 다배향성 나노크기의 Ti(C,N) 결정립(약 10nm) 대부분을 정합시켜 줄 수 있는 구조적 유연성으로 인해 상계면 사이의 결합에너지를 증가시켜 주었기 때문이다., 또한 Ti(C,N) 코팅막 내에 B함량이 증가함에 따라 결정상 Ti(C,N)과 비정질상 BN의 상호 작용에 의해 마찰계수는 현저히 감소하였고, TiN, TiC, Ti(C,N) 코팅막에 비교하여 낮은 마찰계수를 보였다.

## 참고문헌

1. S. Veprek, A. Niederhofer, K. Moto, T. Bolom, Surf. Coat. Technol. 133-134 (2000) 152-159
2. R. Kullmer, C. Lugmair, A. Figueras, J. Bassas, M. Stoiber, C. Mitterer, Surf. Coat. Technol., 174-175
3. L.F. Senna, C.A. Achete, T. Hirsch, F.L. Freire Jr., Surf. Coat. Technol. 94-95 (1997) 390