

이온주입법에 의한 BN박막의 계면구조 개선 및 밀착력 향상
Modification and Adhesion Improvement of Non-cubic BN Interfacial Layers
by Post-N⁺ Implantation.

변용선, 이성훈, 이구현, 이상로(한국기계연구원), 성창모(University of Massachusetts · Lowell), 한승희(한국과학기술연구원), 이용직((주)선익)

1. 서론

BN은 천연에는 존재하지 않는 인공재료로서 특히 섬아연광형 질화붕소인 c-BN은 다이아몬드 다음가는 고경도, 높은 열전도도를 가지고 있을 뿐만 아니라 다이아몬드와는 달리 철계금속에 대해 화학적으로 매우 안정하기 때문에 다이아몬드의 응용이 제한되고 있는 철강제품의 가공공구, 내마모 코팅재로서 주목받고 있는 차세대 박막재료이다.¹⁾

따라서 최근 c-BN박막 합성에 관한 많은 연구결과들이 보고되었는데 이들로부터 성장하는 박막 표면에 입사되는 이온에너지 및 유량이 c-BN 합성에 중요한 인자이며²⁾, 합성된 박막은 sp²결합층(h-BN)과 sp³결합층(c-BN)이 혼합되어 있음을 알 수 있다³⁾. 이 c-BN박막과 모재사이의 계면에 존재하는 sp²결합층은 c-BN박막의 박리 및 낮은 밀착력의 원인으로서는 절삭공구등의 응용에 커다란 장애가 되고 있다⁴⁾.

따라서 본 연구에서는 합성된 c-BN박막의 계면구조를 개선함과 동시에 밀착력을 향상시키고자 후처리로서 이온주입법을 적용하였으며 이온주입조건이 계면 미세구조에 미치는 영향과 경도, 밀착력과의 관계를 살펴보았다.

2. 실험방법

c-BN 박막은 ME-ARE법^{6,7)}을 이용하여 합성하였으며 60%의 c-BN 함량을 갖도록 입사이온의 에너지를 조절하였다. 증착된 박막의 두께는 약 1000Å 범위였으며 TEM분석결과 약 150Å두께의 초기 증착층이 형성된 다음 c-BN층이 형성됨을 알 수 있었다. 이온주입은 PSII(plasma source ion implantation)법을 이용하여 수행하였으며 주입된 이온의 에너지에 따른 주입깊이 및 주입량은 Dynamic Monte Carlo 시뮬레이션 프로그램인 TAMIX⁵⁾를 이용하여 계산하였다. 계산결과를 바탕으로 하여 30, 50, 70 kV의 이온

에너지, 주입량 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17}$ ions/cm² 범위로 변화시키면서 주입실험을 행하였다. FT-IR과 HRTEM을 이용하여 이온 주입전후의 상변화 및 미세조직 변화를 관찰하였으며 주입조건에 따른 경도, 박리시간등을 측정, 비교·분석하였다.

3. 실험결과

그림 1은 TAMIX를 이용하여 계산한 이온의 에너지에 따른 질소이온의 농도분포로서 이온주입 에너지가 50keV일 때 sp² 결합층에 가장 큰 atomic displacement를 일으킬 수 있다. 그림 2는 50keV에서 1×10^{16} ions/cm²으로 이온주입된 시편의 HRTEM 관찰결과로서 주입전에 비해 격자배열의 경향이 크게 변화하였으며 계면과 평행한 fringe 들이 계면과 수직하게 배열하는 등 이온주입에 의해 미세조직변화가 일어남을 관찰하였다. 또한 박막의 밀착력과 경도측정 결과 5×10^{15} ions/cm²범위까지는 주입후 수시간~수일내에 박리가 일어났으며 박막의 경도는 커다란 변화를 보이지 않았으나 1×10^{16} ions/cm²이상에서는 약 30일 이상의 실험기간동안 박리가 관찰되지 않았으며 동시에 급격한 경도증가가 일어남을 확인하였다.

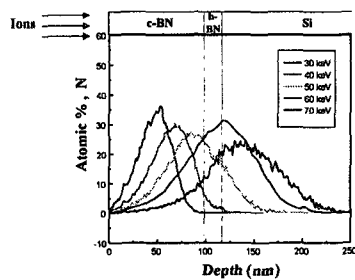


Fig. 1 TAMIXsimulation of PSII-N⁺ on c-BN/h-BN/BN/Si.

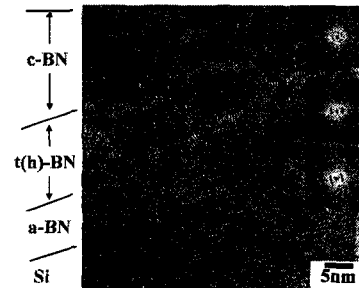


Fig. 2 HRTEM cross-sectional micrograph of c-BN films after ion implantation at 50keV.

참고문헌

1. L. Vel, G. Demazeau, J. Etourneau, Mater. Sci. Engineering B 10(1991) 149
2. P.B. Mirakami, K.F. McCarty, D.L. Medlin, Mater. Sci. Engineering R21 (1997) 47
3. D.J. Kester, K.S. Ailey, R.F. Davis, Diamond Relat. Mater. 3 (1994) 332
4. M. Murakawa, S. Watanabe, S. Miyake, Diamond Films and Technology, 5 (6) (1995) 353
5. S.H. Han, G.L. Kulcinski, J.R. Conrad, Nuclear Inst. Methods in Phys. Research B45 (1990) 701
6. S.R. Lee, E.S. Byon, Y.W. Seo, ACTA Metallurgica SINICA, 9 (6) (1996) 485
7. S.H. Lee, E.S. Byon, K.H. Lee, S.R. Lee, J.H. Youn, C. Sung, Proceeding of The 4th Asia-Pacific Interfinish Congress, 259(1998)