

CrN / TaN 초격자 박막의 미세구조 및 기계적 특성

Microstructure and Mechanical properties of CrN / TaN superlattice thin films by CFUBMS

변태준^{1*}, 김연준¹, 이호영^{1,2}, 김갑석^{1,2}, 한전건¹, 신윤하³, 이영제³

(1) 성균관대학교 플라즈마 응용 표면기술 연구센터

(2) 철원 플라즈마 신소재연구소

(3) 성균관대학교 트라이볼로지 연구실

초 록 : 비대칭 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 CrN / TaN 초격자 박막을 합성하였으며, 각층(bilayer)의 두께(λ)를 4.3 nm에서 43 nm까지 제어하였다. X선 회절 패턴 분석 결과, 합성된 박막의 미세구조는 CrN (200) 방향과 TaN (200) 방향으로 성장하였으며, 각층의 두께(λ)에 따라 최대 31.2 GPa의 경도 값을 얻었다.

이용하여 제어하였다. 박막의 두께는 1 μ m 로 고정하였으며, 자세한 실험 조건은 표 1에 나타내었다.

박막의 결정구조 및 미세구조 분석을 위해서 고분해능 X선 회절 분석 (High resolution X-ray diffraction)을 시행하였으며, 박막의 경도 값은 Nano-indenter로 측정하였다.

1. 서 론

초기 플라즈마 코팅의 산업 적용에서는 TiN, CrN, AlN 그리고 DLC와 같은 단층의 초경도 박막이 주를 이루었다. 하지만 최근 몇 년간 화학적으로 안정하고 기계적 특성이 우수한 초고경도 박막이 요구되면서 강도와 경도가 높은 다층막에 관심이 고조되고 있다 [1]. 그 중 초고경도 박막을 얻기 위한 초격자(superlattice) 박막에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기계적 특성은 초격자 박막의 각층(bilayer)의 두께(λ)와 합성된 박막의 특성에 의존하는 것으로 알려져 있으며, 특히 각층의 두께(λ)가 5~10 nm 일 때 우수한 기계적 특성을 갖는 것으로 보고되고 있다 [2,3]. 그러나 초격자 박막의 마찰 특성에 대한 기본적인 이해가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 CrN / TaN 박막을 각층의 두께(λ)에 따라 합성하였고, 미세구조와 기계적 특성을 관찰하였다.

2. 본 론

2.1 실험 조건 및 분석

모든 박막은 비대칭 마그네트론 스퍼터링(Closed - Field Unbalanced Magnetron Sputtering)을 이용하여 Si 웨이퍼 (100) 위에 증착하였다. 타겟은 Cr (99.99 %, ϕ =100 nm), Ta (99.99 %, ϕ =100 nm)을 사용하여 고순도 아르곤 가스와 질소의 혼합가스를 이용하였다. 타겟과 기판의 거리는 100 mm로 고정하였다.

표 1. 공정변수와 실험조건

Deposition Parameter	Conditions
Base pressure	3.99×10^{-3} Pa
Ar pressure	0.399 Pa
N ₂ partial pressure	0.133 Pa
Target power density	Cr : 5.4 W/cm ² Ta : 15.8 W/cm ²
Jig rotation speed	2, 4, 8, 12, 16 20 rpm
Substrate bias	100 V

기판과 초격자 박막 사이의 밀착력을 향상시키기 위하여 Cr층을 증착하였다. 각층의 두께(λ)는 기판의 회전 속도를

2.2.1 박막 미세구조

그림 1은 각층의 두께(λ)의 변화에 따른 CrN / TaN 초격자 박막의 X선 회절 패턴을 나타내었다. 합성된 박막의 결정 성장 방향은 모든 조건에서 TaN (200) 방향과 CrN (200) 방향으로 성장하였다.

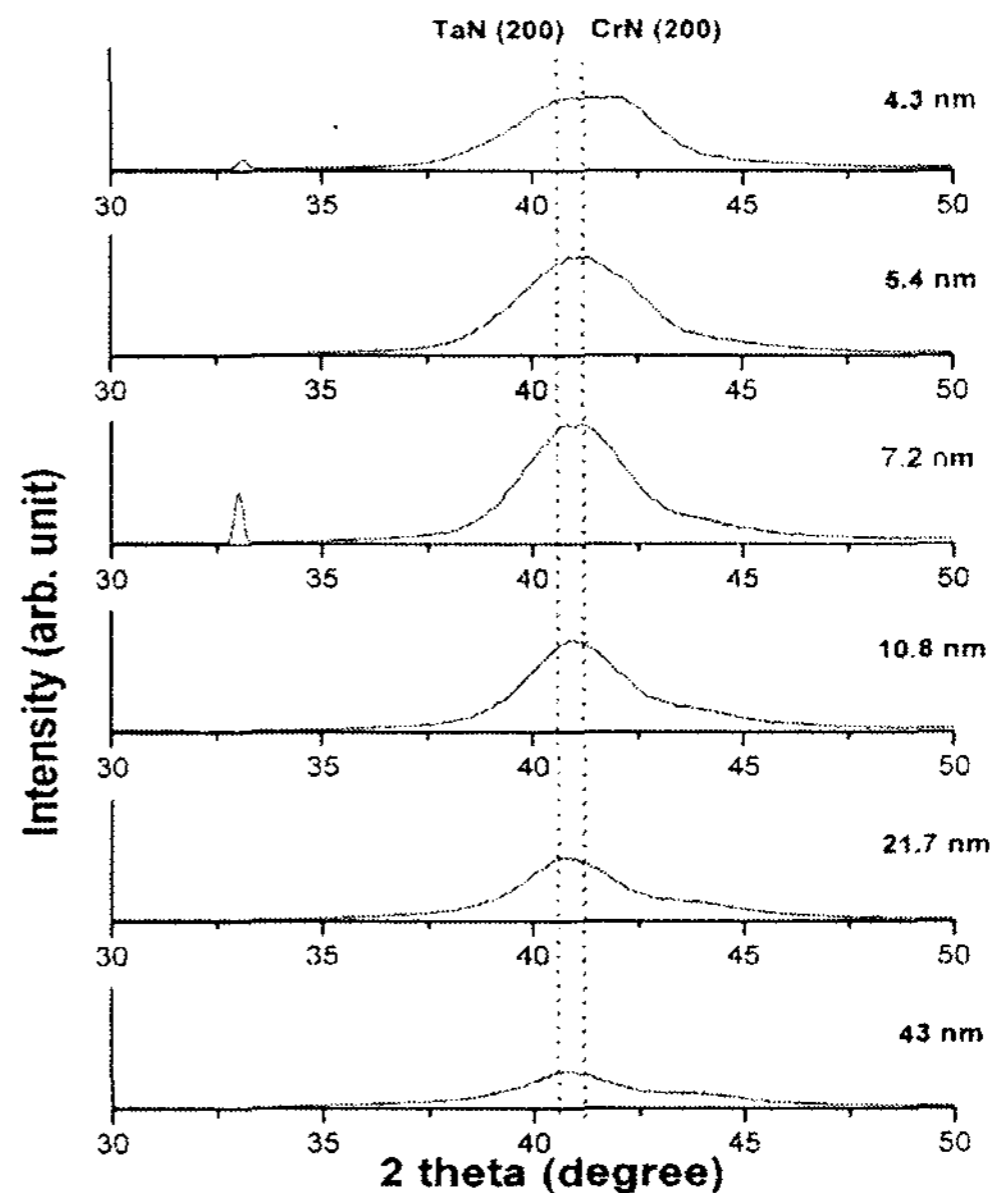


그림 1. CrN / TaN 초격자 박막의 X선 회절 패턴 분석

2.2.2 박막의 기계적 특성

Nano-indenter를 사용하여 얻은 CrN / TaN 박막의 경도 값과 인장 탄성계수(Young's modulus)를 그림 2에 나타내었다. CrN / TaN 박막은 29.6 GPa에서 31.2 GPa까지의 경도 값을 가진다.

3. 결 론

본 연구에서는 비대칭 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 CrN / TaN 초격자 박막을 합성하였다. 각층의 두께(λ)는 기판의 회전속도를 이용하여 제어하였다. 합성된 박막은

각층의 두께 (λ)에 따라 미세구조와 기계적 특성이 변화함을 확인하였다. 특히 각층의 두께(λ)가 5.4 nm 일 때 우수한 기계적 특성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단 우수연구센터사업 (센터번호 : R11-2000-086-0000-0 플라즈마 응용 표면 기술 연구센터)지원과 산업자원부 지자체 연구소 육성사업 (RTI-04-02-08)의 과제 지원으로 수행 되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Gwang S. Kim, Sang Y. Lee, Jun H. Hahn, Sang Y. Lee, Surf. & Coat. Technol., 171(2003) 91
- [2] Philip C. Yashar, William D. Sproul, Vacuum, 55(1999) 179
- [3] Q. Yang, L.R. Zhao, R. McKellar, P.C. Patnaik, Vacuum, 81(2006) 101