

하이브리드 증착 시스템에 의해 합성된 나노복합체 Ti-Al-Si-N 박막 내 존재하는 Si₃N₄ 비정질상이 기계적 특성에 미치는 영향

Effects of Amorphous Si₃N₄ Phase on the Mechanical Properties of Ti-Al-Si-N Nanocomposite Films Prepared by a Hybrid Deposition System

안은솔^a, 장재호^a, 박인욱^{a*}, 정우창^a, 김광호^b, 박용호^b
^a한국생산기술연구원(E-mail:ipark@kitech.re.kr), ^b부산대학교 재료공학부

초 록: Quaternary Ti-Al-Si-N films were deposited on WC-Co substrates by a hybrid deposition system of arc ion plating (AIP) method for Ti-Al source and DC magnetron sputtering technique for Si incorporation. The synthesized Ti-Al-Si-N films were revealed to be composites of solid-solution (Ti,Al)N crystallites and amorphous Si₃N₄ by instrumental analyses. The Si addition in Ti-Al-N films affected the refinement and uniform distribution of crystallites by percolation phenomenon of amorphous silicon nitride, similarly to Si effect in TiN film. As the Si content increased up to about 9 at.%, the hardness of Ti-Al-N film steeply increased from 30 GPa to about 50 GPa. The highest microhardness value (~50 GPa) was obtained from the Ti-Al-Si-N film having the Si content of 9 at.%, the microstructure of which was characterized by a nanocomposite of nc-(Ti,Al)N/a-Si₃N₄.

1. 서론

최근 공구, 금형 및 각종 기계 부품들의 수명을 향상시키기 위해 우수한 기계적 특성 뿐만 아니라 물리적, 화학적 안정성을 갖는 새로운 다기능성 나노복합체 코팅막에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있다.^[1] 나노복합체 구조는 3상 또는 다상 형태를 가지며, 나노 결정상과 그 주위를 제 2상인 비정질상이 3차원적으로 둘러싸고 있는 것이 특징이다.^[2] 본 연구에서는 4성분계 Ti-Al-Si-N 박막을 AIP와 Sputtering 방법을 혼합한 Hybrid deposition system을 사용하여 WC-Co 기판에 증착하였으며, Si 첨가량에 따른 Ti-Al-Si-N 박막의 미세구조와 기계적 특성을 체계적으로 연구하였다.

2. 본론

본 연구에서는 Ti-Al-Si-N 박막을 증착하기 위해 AIP와 Sputtering 방법을 혼합한 Hybrid deposition system을 사용하였다. 순도 99.999%의 Ti₃Al Target을 장착한 arc cathode gun과 순도 99.99%의 Si Target을 장착한 DC sputter gun은 챔버의 양쪽 벽에 위치하고, 기판 지지대는 두 타겟 사이의 직선상에 위치하여 회전이 가능하게 하였다. WC-Co 기판에 박막을 증착하였으며, Si 첨가량을 조절하기 위하여 Sputter current를 공정변수로 두어, Si 첨가량에 따른 박막의 미세구조와 기계적 특성 변화를 분석하기 위해 HRTEM, XPS, XRD, Nano indenter를 사용하였다.

Table 1. Process parameters for nanocomposite films by a hybrid coating system

공정변수	실험범위	단위
Arc current (Ti ₃ Al)	60	A
Sputter current (Si)	0~6.0	A
Si Content	0~30	at. %

3. 결론

본 연구에서는 AIP와 Sputtering 방법을 혼합한 Hybrid deposition system을 사용하여 WC-Co 기판 위에 초고경도 Ti-Al-Si-N 박막을 증착하였다. HRTEM, XPS, XRD 등 분석을 통하여 Ti-Al-Si-N 박막이 고용체 (Ti, Al)N 결정상과 비정질 Si₃N₄의 복합체로 이루어졌음을 알 수 있었다. Ti-Al-N 박막 내 첨가된 Si는 비정질상의 Silicon nitride의 침투현상을 발생시켜 결정립을 미세하게 하고 그 결정립을 고르게 분포시키는 역할을 하였다. Si 함량이 9 at.%일 때 Ti-Al-Si-N 박막의 경도값 (~50 GPa)은 Ti-Al-N 박막의 경도값 (~30 GPa)에 비해 크게 증가되었다. 최고경도를 보이는 Ti-Al-Si-N 박막의 미세구조는 (Ti,Al)N 결정상 (약 8nm)이 비정질상의 Si₃N₄ 내에 분산된 나노복합체로 밝혀졌다.

참고문헌

1. K.H. Kim, S.H. Lee, Thin Solid Films, 283 (1996), 165.
2. S.Carvalho, L.Rebouta, A.Cavaleiro, L.A.Rocha, J.Gomes, E.Alves, Thin Solid Films, 398 (2001), 391.