

## CrN, Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 미세구조와 기계적 성질에 관한 연구 Comparative studies on microstructure and mechanical properties of CrN, Cr-C-N and Cr-Mo-N coatings

이정두, 김광호  
부산대학교 재료공학과

초록 : 하이브리드 코팅 시스템을 이용하여 CrN을 기초로 3성분계 코팅을 합성한다. 이번 연구는 C를 첨가한 음이온 고용경화와 Mo를 첨가한 양이온 고용경화의 영향이 미세구조와 기계적 성질에 미치는 영향을 알아보는 것이다. Cr-C-N 과 Cr-Mo-N 코팅은 23, 43GPa의 최대 경도 값을 가진다. 이 경도강화는 고용강화로 설명할 수 있다.

### 1. 서론

PVD 방법으로 증착한 CrN코팅은 좋은 마모저항과 낮은 마찰계수로 인해 습식 CrN코팅에 비해 많이 사용된다.[1] 또, CrN코팅은 TiN코팅보다 열적안정성과 부식저항이 뛰어나고, 기계적인 성능이 좋다.[2] 최근, CrN코팅의 다양한 성질을 향상시키기 위해 3성분계 Cr-X-N코팅에 대해 연구되고 있다.(X=Ti, Si, Al, Ta, Nb, Ni, B 등) 이 연구는 음이온 고용경화(Cr-C-N)코팅과 양이온 고용경화(Cr-Mo-N)코팅의 미세구조와 기계적 성질을 변화를 CrN코팅막과 비교하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 실험방법

3성분계 Cr-C-N, Cr-Mo-N코팅은 AIP(Arc Ion Plating)방법과 마그네트론 스퍼터링(DC Magnetron sputtering)방법을 결합시킨 하이브리드 코팅 시스템으로 스테인레스와 실리콘 웨이퍼에 증착되었다. Cr Arc cathode gun과 Mo DC sputter gun은 서로 마주보고 벽에 장착되어있고 Cr타겟과 Mo타겟의 순도는 99.9%이다. 스퍼터링 효율을 높이기 위해 Ar(99.999%)가스를 스퍼터 타겟 홀더 주위에 주입했으며 반응성 가스인 N2(99.999%)는 시편홀더 주위에 주입하였다. 증착조건은 표1에 나타내었다.

Base pressure	$6.7 \times 10^{-3}$ Pa
Working pressure	$1.8 \times 10^{-1}$ Pa
CH4/(CH4+N)gas ratio	0~1
Are current(Cr)	60A
Sputter current(Mo)	0~2.0A
Substrate temperature	300°C
Substrate bias voltage	-25V

표 1 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 증착조건

#### 2.2 결과 및 고찰

그림 1은 C와 Mo의 다양한 조성변화에 따른 박막의 X선 회절 패턴을 보여준다. CrN의 회절패턴은 (111), (200), (220), (311) 다배향성을 보인다. 박막에서 C와 Mo의 함량이 증가할수록 CrN코팅으로부터 저각으로 조금씩 이동함을 볼 수 있다.

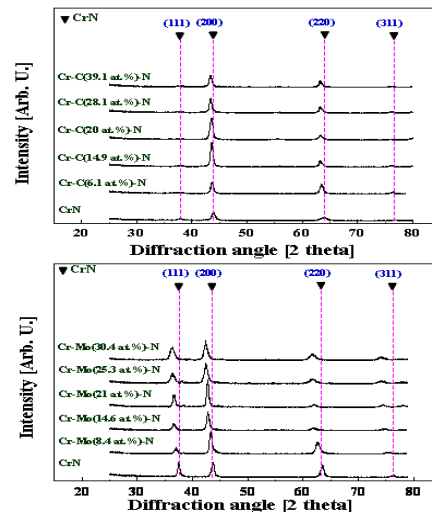


그림 2는 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 C와 Mo의 함량변화에 의한 (200)면의 면간거리를 나타낸것 이다. CrN 박막의 d200 값은 2.0680Å 이고 C와 Mo의 함량이 증가할수록 값도 증가한다. Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막에서 저각으로 이동하는 현상은 N(R=75Å)보다 큰 C(R=91Å)와 Cr(R=185Å)보다 큰 Mo(R=201Å)이 CrN격자 안으로 서로 치환되어 들어가기 때문이다.

그림 3은 Cr-C-N, Cr-Mo-N의 C와 Mo의 함량변화에 의한 미세 경도 값을 나타내었다. Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막에

그림 1 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 회절패턴

서 C와 Mo의 함량이 증가할수록 CrN 박막의 18GPa에서 급격하게 증가하여 C의 함량이 20at.%일때 대략 24GPa와 Mo의 함량이 21at.%일때 34GPa의 최고 경도값을 가진다.

그림 4는 CrN, Cr-C(39.1at.%)<sub>2</sub>-N, Cr-Mo(30.4at.%)<sub>2</sub>-N 박막의 스틸볼에 대한 마찰계수의 평균값을 나타내고 있다. Cr-C-N 박막에서 C의 함량이 39.1at.%일때 0.59, Cr-Mo-N 박막에서 Mo의 함량이 30.4at.%일때 0.37의 값을 가지고 이것은 CrN 박막에 비해 감소되었다. Cr-C-N 박막의 경우 C가 첨가됨에 의해 윤활유 작용을 하는 비정질 탄소층이 형성되어 마찰계수가 낮아졌다. 또한 Cr-Mo-N 박막의 경우 Mo가 첨가됨에 의해 Mo가 대기중의 H<sub>2</sub>O와 반응하여 MoO<sub>3</sub>층을 형성하여 자기윤활막 역할을 한다.[3]

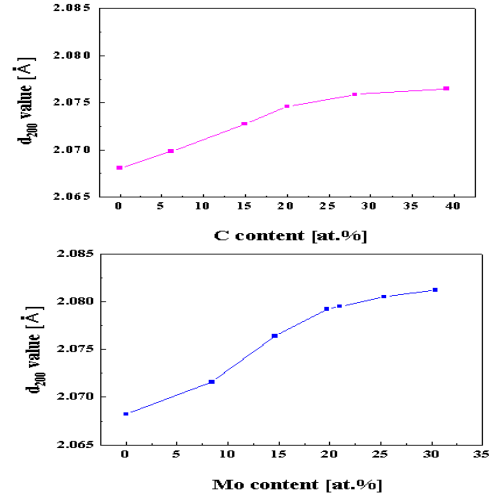


그림 2 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 (200)면의 변간거리

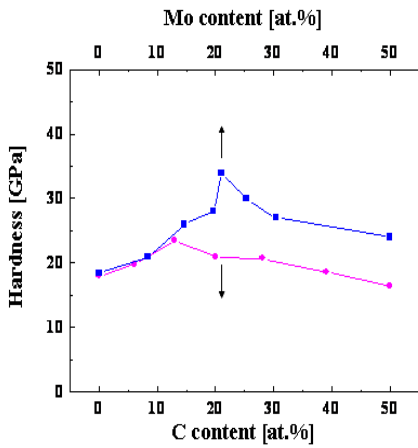


그림 4 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 미세경도

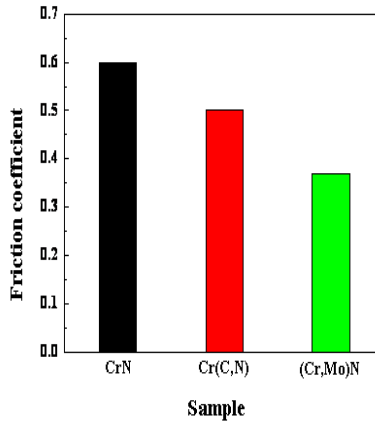


그림 3 CrN, Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 마찰계수

### 3. 결론

3성분계 Cr-C-N, Cr-Mo-N코딩은 AIP(Arc Ion Plating)방법과 마그네트론 스퍼터링(DC Magnetron sputtering) 방법을 결합시킨 하이브리드 코팅 시스템으로 스테인레스와 실리콘 웨이퍼에 증착되었다. XRD를 통해 Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막은 Cr(C,N), (Cr,Mo)N 고용체임을 알 수 있었다. Cr-C-N, Cr-Mo-N 박막의 경도 값은 C가 20at.%와 Mo가 21at.%일때 24GPa와 34GPa의 값을 가진다. 마찰계수의 값은 C가 39.1at.%일때 0.49, Mo가 30.4at.%일때 0.37의 값을 가지며 CrN의 값보다 낮아짐을 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. G. Li, P. Deshpande, J. H. Li, Sci. Technol. 10(2005) 690.
2. X. Nie, A. leyland, A. matthews, Surface and Coatings Technology. 133-134(2000) 331.
3. S. Tomasz, G. Witold, J. Jacek, Surface and Coatings Technology. 194(2005) 319.