

## Cr Interlayer 삽입에 따른 Cr-Al-Si-N 코팅과 SUS 304 기판의 밀착 특성 연구 Effects of Cr Interlayer on Adhesion Properties between Cr-Al-Si-N Coatings and SUS 304 Substrate

최광수, 홍영수, 김광호\*  
부산대학교, 재료공학과

**초 록:** 이 연구에서는 SUS304 기판과 Cr-Al-Si-N 코팅사이의 밀착특성을 향상시키기 위하여 하이브리드 증착 법으로 Cr Interlayer를 기판위에 증착시킨 후 Cr-Al-Si-N 코팅을 증착하였다. 그리고 Ball-on-disk 마모테스트와 스크래치 테스트를 통해 밀착력, 파괴기구, 그리고 마찰거동 등을 살펴보았다. Cr-Al-Si-N 코팅에 60nm 두께의 Cr Interlayer 삽입되었을 때는 기판에 Cr-Al-Si-N 코팅만 증착되었을 때의 밀착력(~30N) 보다 더 우수한 ~50N의 밀착력을 나타내었고 내마모성 또한 향상되었다. 밀착력 증가는 Cr Interlayer 삽입에 따른 SUS304 기판과 Cr-Al-Si-N 코팅사이의 전단응력 감소에 기인한 것으로 사료된다.

### 1. 서론

4성분계 Cr-Al-Si-N 코팅은 우수한 경도, 내마모성, 내산화성 때문에 최근 많은 연구가 시작되었다[1-5]. 코팅의 밀착력은 고경도, 좋은 내마모성을 가지는 기계박막에서 매우 중요한 요소이다[6-8]. Interlayer, Multilayer, Ion bombardment 등 밀착력에 대한 많은 연구가 진행되고 있다[9-11]. Ti계열 코팅에서는 Ti Interlayer를 삽입하여 밀착력 향상을 이끌었다[12-14]. 하지만 Cr 계열에서는 Cr interlayer 삽입에 대한 연구가 거의 진행되지 않았다[15]. 이 연구에서는 SUS304 기판과 Cr-Al-Si-N 코팅사이에 Cr Interlayer를 삽입하여 밀착력과 파괴거동 등을 살펴보았다.

### 2. 본론

#### 2.1 실험방법

본 연구에서는 4성분계 Cr-Al-Si-N코팅을 AIP 기술과 직류 마그네트론 스퍼터링 기술이 동시에 사용되는 하이브리드 시스템을 적용하여 SUS 304 기판에 증착하였다. 최근 발표한 논문에 장비에 대한 설명이 자세히 되어있다[4]. 아크이온캐소드 건에 Cr타겟(99.99%)을 직류스퍼터 건에는 Si타겟(99.99%)과 Al타겟(99.99%)을 각각 장착하였다. 스퍼터 타겟 주위로 Ar gas(99.999%)를 주입하였고 기판주변에 N<sub>2</sub> gas(99.999%)를 주입하였다. 본 연구에 적용된 Cr-Al-Si-N 코팅막의 합성 및 증착조건을 Table 1.에 나타내었다.

Variable	CrN	Cr-Si-N	Cr-Al-Si-N
Arc Cr target current	55A	55A	55A
Sputter Si target current	-	0.6A	0.6A
Sputter Al target current	-	-	0.7A
N <sub>2</sub> :Ar ratio	4 : 1 (80 : 20 sccm)		
Base pressure	8.0 X 10 <sup>-3</sup> Pa		
Working pressure	1.0 Pa		
substrate temperature	300 °C		
Substrate rotation speed	25 rpm		
Working time	90 min		
Cr-interlayer deposition time	5~20 min		

Table 1. Deposition condition

#### 2.2 결과 및 고찰

Fig. 1은 CrN, Cr-Si-N, Cr-Al-Si-N 그리고 Cr-Al-Si-N/Cr 코팅막 각각의 X-선 회절 패턴을 나타낸다. CrN 코팅에 Si 첨가 되었을 때 CrN (200) 우선배향에서 (111),(200),(220),(311) 다배향으로 성장했다. 또한 CrN peak이 고각으로 약간 이동되었다. Cr-Si-N 코팅에 Al을 첨가하였을 때는 CrN peak이 다시 저각으로 약간 이동되었다. 이를 보아 Al이 Si과 치환고용되어 침입형자리에 위치한 것을 알 수 있다.

Fig. 2은 Cr-Al-Si-N, Cr-Al-Si-N/Cr 스크래치 테스트에서 100N 일 때의 광학현미경사진이다. Cr Interlayer가 없는 Fig. 2(a) 스크래치 홈 사진에서는 기판과 모서리에 심각한 소성변형이 일어난 것을 알 수 있다. 특히 홈의 양쪽 모서리 쪽에서는 많은 Flaking파괴가 일어났다. 반면 Cr Interlayer가 있는 Fig. 2(b) 스크래치 홈 사진에서는 flaking, spalling, bucking 파괴 등이 관찰되지 않았으며 오직 기판에 적은 탄성변형만이 보였으며 그리고 여전히 Cr-Al-Si-N/Cr 코팅이 남아있었다. 이는 Cr Interlayer가 효과적으로 적용되었음을 말한다.

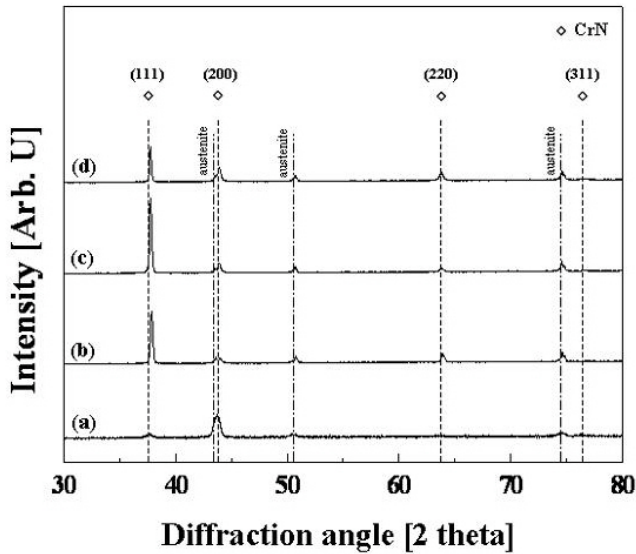


Fig. 1. XRD patterns of (a) CrN, (b) Cr-Si-N, (c) Cr-Al-Si-N and (d) Cr-Al-Si-N/Cr 60 nm coatings.

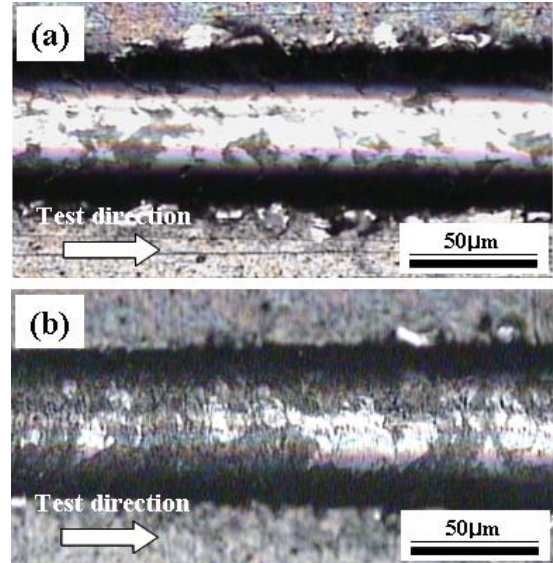


Fig. 2. Optical micrographs of the scratch channel (a point for approx. 100N load) (a) without and (b) with Cr interlayer of ~60 nm thickness.

### 3. 결론

하이브리드 방법을 이용하여 Cr-Al-Si-N/Cr 코팅을 SUS 304 기판에 증착하였다. 스크래치 테스트에서 Cr Interlayer 없는 Cr-Al-Si-N 코팅의 임계하중은 ~30N이었지만 Cr Interlayer 삽입된 Cr-Al-Si-N 코팅 ~50N으로 상승하였다. 이는 코팅층과 기판의 전단응력의 감소로 인해 밀착력이 증가한 것으로 사료된다. 또한 Cr Interlayer가 내마모성도 향상시킨 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] C. Rebolz, H. Ziegele, A. Leyland, and A. Matthews, Surf. Coat. Technol. 115 (1999) 222.
- [2] J. Creus, H. Idrissi, H. Mazille, F. Sanchette, and P. Jacquot, Surf. Coat. Technol. 107 (1998) 183.
- [3] Tianpeng Li, Yanchun Zhou, Meishuan Li, and Zhongping Li, Surf. Coat. Technol. 202 (2008) 1985.
- [4] In-Wook Park, Dong Shik Kang, John J. Moore, Sik Chol Kwon, Jong Joo Rha, and Kwang Ho Kim, Surf. Coat. Technol. 201 (2007) 5223.
- [5] Yin-Yu Chang, Chi-Pang Chang, Da-Yung Wang, Sheng-Min Yang, and Weite Wu, J. Alloys Compd 461 (2008) 336.
- [6] P. Richard, J. Thomas, D. Landolt, and G. Gremaud, Surf. Coat. Technol. 91 (1997) 83.
- [7] T. Nsongo, and M. Gillett, J. Adhesion and Adhesives 15 (1995) 191.
- [8] S. Srivastav, A. Jain, and D. Kanjilal, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 101 (1995) 400.
- [9] H. Ollendorf, and D. Schneider, Surf. Coat. Technol. 113 (1999) 86.
- [10] Naoto Kuratani, Yasuo Murakami, Osamu Imai, and Kiyoshi Ogata, Mater Chem Phys 54 (1998) 313.
- [11] Emmanuelle Harry, Andre Rouzaud, Pierre Juliet, and Yves Pauleau, Thin Solid Films 342 (1999) 207.
- [12] D.S. Rickerby, and P.J. Burnett, Thin Solid Films 157 (1988) 195.
- [13] S. Vuorinen, E. Niemi, and A.S. Korhonen, J. Vac. Sci. Technol. A 3 (1985) 2445.
- [14] C. Quaeys, L. M. Stals and L. De Schepper, Surf. Coat. Technol. 45 (1991) 193.
- [15] Jinke Tang, Li Feng, and Jeffrey S. Zabinski, Surf. Coat. Technol. 99 (1998) 242.