

플라즈마 표면처리를 이용한 Cr 도금층의 초경도화 Superhardening of Cr-plate by Plasma Diffusion Treatment

김영섭, 박정렬*

포항산업과학연구원 철강프로세스부문

*포항제철 기술연구소

1. 서론

일반적으로 Cr, Cr_xN_y, Cr_xC_y와 같은 Cr 코팅은 높은 경도 때문에 내마모성이 필요한 공구 또는 기계요소 등에 많이 이용되고 있다. 특히 전기도금 Cr 코팅은 경도가 높고, 마찰계수가 낮기 때문에 산업적으로 많이 쓰이고 있다. Cr 도금층에는 내부응력에 의하여 많은 미세균열이 존재하고 있으므로 부식성 분위기에서는 균열을 통하여 모재와 도금층 사이의 부식이 촉진되어 계면이 박리되는 경우가 있으며, 피로강도 역시 저하하게 된다. 또한 고온에서 사용할 때 Cr 도금층의 경도가 급격하게 저하하는 문제가 있다. 본 연구에서는 이러한 Cr 도금층의 문제점을 플라즈마 표면처리(질화 및 질탄화)를 이용하여 해결하고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

본 연구에서 사용한 Cr 도금층은 Table 1과 같이 4가지 종류가 있다. 일반적인 Cr도금은 경질도금으로 표면에 광택이 있으며, 많은 미세 균열을 포함하고 있다. 비교를 위하여 실험한 연질 Cr 도금은 표면에 광택이 없으며, 균열도 존재하지 않는다. Cr 도금한 시험편은 5.5mm 두께에 직경 30mm인 disk 형태로 되어 있다. 플라즈마 표면처리는 DC 펄스를 이용하였으며 플라즈마 질화와 질탄화처리를 실시하였다. 플라즈마 표면처리가 끝난 시험편은 XRD를 이용하여 표면에 형성되어 있는 상을 확인하였으며, Cr 도금층 단면의 경도를 측정하였고, EPMA를 사용하여 질소 및 탄소의 분포를 파악하였다. 한편 표면상태는 표면거칠기와 마찰계수를 측정하여 상호 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 플라즈마 질화처리

플라즈마 질화처리후 경질도금층의 경도는 조건에 따라 800~1300HK_{0.01}이었으며, 연질도금층은 560~730HK_{0.01}으로 측정되었다. Fig. 1은 최적조건에서 플라즈마 질화처리 전후의 경도를 비교하여 보여주고 있다. XRD의 분석결과 플라즈마 질화처리 후 CrN이 존재하는 것으로 나타나고 있지만 경도의 차이는 없는 것으로 나타났다.

3.2 플라즈마 질탄화처리

플라즈마 질화처리를 위한 질소-수소의 분위기에 미량의 탄소를 첨가하면 경화층의 성장과 미세조직에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 1at%의 탄소를 첨가하여 플라즈마 질탄화처리를 실시하였다. Cr 도금층의 경도는 처리온도에 따라 증가하는 것을 알 수가 있었다(Fig. 2). 560°C 이하에서는 경도상승의 효과가 없었으나, 700°C 이상에서는 경도가 급격히 증가하고 있다. 900°C에서는 경질 및 연질도금층 모두 경도가 2400HK_{0.01}에 도달하였다. 이러한 경도상승은 탄소가 질소보다 쉽게 활성화되어 도금층 표면으로 침투하여 탄화물을 형성하기 때문이다. 이것은 XRD의 분석결과 확인할 수 있었다.

3.3 표면특성

플라즈마 질화처리에서는 sputtering과 질화물의 석출에 의하여 일반적으로 표면이 거칠게 될 수 있다. Fig. 3은 각 Cr 도금층의 표면거칠기를 플라즈마 표면처리 전후 비교하여 보여주고 있다. 플라즈마 질화처리후에는 모든 도금층의 표면거칠기가 증가하고 있으나, 플라즈

마 질탄화처리후 연질도금층의 표면거칠기는 감소하는 것을 알 수가 있다. 경질도금층의 마찰계수 역시 플라즈마 질화 및 질탄화처리후 상당히 증가하고 있으나, 연질도금층의 경우 감소하는 모습을 볼 수 있다(Fig. 4).

4. 결론

플라즈마 질화후 경질도금층의 경도는 1300HK_{0.01} 이었으며, 연질도금층은 730HK_{0.01} 이었다. 그리고 플라즈마 질탄화처리후 최고경도는 경질 및 연질도금층 모두 2400HK_{0.01}까지 상승하였다. 본 연구의 결과 Cr 도금층은 플라즈마 질탄화처리에 의하여 초경도화가 가능하였으며, 특히 연질도금층은 내마모성이 필요한 곳에 적용가능함을 보여주고 있다.

Table 1. Cr-plates used in this study

Type	Thickness(μm)	Hardness		Remark
		Surface	Cross-section	
A	30	540	1200	Hard & Bright
B	100	950	1200	
C	30	400	700	Soft & Silvery
D	100	400	700	

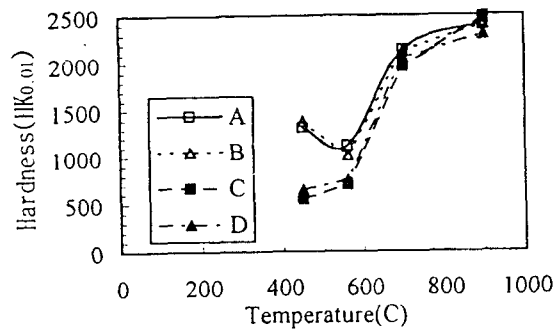
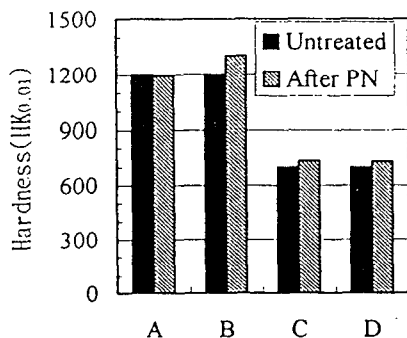


Fig. 1. Maximum hardness before and after PN. Fig. 2. Maximum hardness as a function of temperature PN.

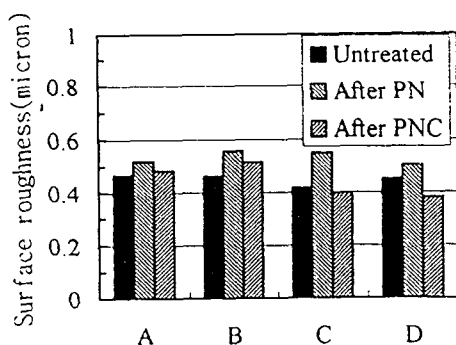


Fig. 3. Surface roughness before and after PN, PNC

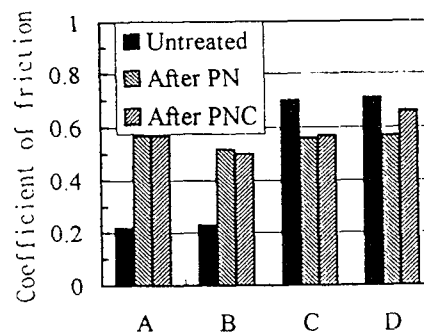


Fig. 4. Coefficient of friction before and after PN, PNC.