

티타늄 이온 충격이 TiN층과 질화층의 계면구조와 밀착력에 미치는 영향
The Effect of Ti Ion Bombardment on the Interfacial Structure and adhesion
force between TiN and Iron Nitride

백운승, 나종주*, 권식철, 이상로, 이구현 (한국기계연구원), 이재영 (한국과학기술원)

1. 서론

공구나 금형의 요구조건이 까다로워지면서 표면에 경질피막을 코팅하는 것이 보편화되고 있는 추세이다. 그러나 이러한 경질피막의 두께는 하중을 지탱할만큼 두껍지 못하기 때문에 고속도공구강, 열간, 냉간 공구강등의 고급소재를 사용해야 한다. 이러한 고급소재는 고가일 뿐만 아니라 많은 합금원소를 포함하고 있어 재활용 비용도 상승한다. 따라서 저합금강을 표면질화처리한 후 경질피막을 입히는 duplex coating에 대한 연구의 필요성이 대두되었다¹⁻⁵. 하지만 duplex coating중에 경질피막과 질화층사이에 흑색층(black layer)이 생성되며 이러한 흑색층은 밀착력을 저하시키는 것으로 알려졌다^{6,7}.

본 연구에서는 경질피막으로는 비교적 경도가 높고 외관이 미려한 TiN층을 사용하였고 모재로는 SCM4 탄소강을 사용하여 duplex coating중에 형성되는 흑색층의 미세구조 분석과 밀착력과의 관계를 살펴보고자 하였다.

2. 실험방법

이온질화는 590℃, 2.5Torr, 70%의 질소농도에서 DC 플라즈마를 이용하여 수행하였으며 질화층의 두께는 20 μ m였다. 질화층은 ϵ -Fe₃N상과 γ' -Fe₄N상의 두층으로 이루어져 있으며 표면층이 ϵ -Fe₃N상이다. 질화된 시편의 표면을 티타늄 이온 충격으로 표면에 존재하는 불순물을 제거하고 TiN층을 증착하기 전에 시편을 가열하였다. 티타늄 이온 충격과 TiN 증착은 아크 이온 플레이팅 장치를 이용하였다. 아크 이온 플레이팅 방식은 타겟에 음극 전압을 가하여 표면에서 아크를 발생시키고 그 열에 의하여 증발이 일어나도록 되어 있다. 이 경우에 티타늄 증발은 티타늄 이온 상태로 일어나기 때문에 별도의 이온빔을 설치하지 않더라도 이온 충격에 의하여 표면을 세척할 수 있는 장점이 있다. 티타늄 이온 충격시간을 10, 20, 30 시편에 인가하는 bias 전압을 600, 800, 1000V로 변화시키면서 생성되는 흑색층의 두께 변화를 측정하였으며 광학현미경, SEM, TEM등을 통하여 흑색층의 미세구조를 관찰하였고 밀착력 측정을 수행하였

고 XRD를 통하여 각각의 실험조건에서 형성된 상을 분석하였다.

3. 결과 요약

Duplex coating과정에 흑색층이 형성되며 광학현미경을 통하여 이들은 티타늄 이온 층격 시간이 길수록 증가한 bias 전압이 높을수록 두꺼워짐을 관찰하였고, SEM과 TEM을 통하여 흑색층은 미세한 결정립으로 형성되어 있음을 관찰하였다. TiN층의 밀착력은 흑색층이 두꺼워질수록 감소하며 이러한 밀착력 감소는 TiN층과 흑색층사이의 계면에 존재하는 기공에 의한 것이다. 또한 흑색층은 질화층의 분해에 의해 형성되며 XRD를 통하여 α 상임을 확인하였다.

참고문헌

1. Dingremont N., Pianelli A., Bergmann E., Michel H. "Analysis of the compatibility of plasma-nitrided steels with ceramic coating deposited by the ion-plating technique." Surf. Coat. Technol., 61, 187-193 (1993)
2. Sun Y., Bell T. "The role of oxidation in the wear of plasma nitrided and PVD TiN coated steel." Wear, 166 119-125 (1993)
3. Sun Y., Bell T. "Plasma surface engineering of low alloy steel." Metal Sci. Eng., A 140, 419-434 (1991)
4. Spices H., Popovic N. and Hoeck K. "Metallurgical interactions in TiN-hardcoating of plasma nitrided low alloy steel." 9th international conf. on Heat Treat. & Surf. Eng., Nice Acropolis, France, 139-146 (1994)
5. Buecken B., Leonhardt G., Wilberg R., Hoeck K. and Spices H. "Direct combination of plasma nitriding and PVD hardcoating by a continuous process." Surf. Coat. Technol., 68/69(1) 244-248 (1994)
6. D'Haen J., Quaeys haegens C., Knuyt G., De Schepper L., Stals L. and Van Stappen M. "An interface study of various PVD TiN coatings on plasma-nitrided stainless steel AISI austenitic 304." Surf. Coat. Technol., 60(1), 468-473 (1993)
7. Zlatanovic M., Gredic T., Popovic N. and Bogdanov Z. "Matching of TiN coating structures by plasma nitriding of substrates", Vacuum, 44(2), 83-88 (1997)