

CrN박막처리된 Ti-6Al-4V 합금의 미세조직과 기계적 특성 Microstructural and Mechanical Properties of Ti-6Al-4V alloy by CrN Coating

충북대학교 재료공학과 박용권, 위명용

1. 서론

Ti-6Al-4V 합금은 저밀도, 높은 비강도, 우수한 내식성 및 고온에서의 우수한 기계적 성질 등으로 인해 많은 구조 재료와 경량 수송기기 재료로 매우 중요하게 취급되고 있다. 그러나 Ti 합금은 위와 같이 우수한 특성이 있음에도 불구하고, 비교적 연하여 경도 및 내마모성이 저하된다는 결점을 가지고 있어 이를 개선하기 위한 표면개질 처리에 대한 연구가 주목받고 있다. Ti-6Al-4V 합금의 경도 및 내마모성을 개선하기 위한 일반적인 방법으로는 질화법, 침탄법, 용사법, PVD코팅 등을 들 수 있다. 이중 PVD코팅을 통한 고경질 박막코팅 기술의 개발 및 응용은 TiN, TiCN, TiAlN, CrN등을 들 수 있는데 현재까지는 PVD법에 의한 TiN코팅이 많은 연구가 진행되어 왔으나 최근에는 CrN박막이 TiN박막에 비해 우수한 내식성 및 내마모성 갖는다고 보고되어 Cr계 코팅에 관한 연구가 최근 활발하게 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 Ti합금의 큰 결점인 경도와 내마모성은 물론 내피로성등의 기계적 특성을 개선함을 목적으로 PVD코팅 방법 중에서도 Arc Ion Plating방법을 이용하여 박막을 제조하여 기계적·물리적 성질뿐만 아니라, 이러한 제 특성에 미치는 박막과 모재간의 계면구조에 대한 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 Titanium계 합금인 Ti-6Al-4V로서 두께 1.7mm 표점거리(gauge length) 50 mm의 ASTM 규격의 축소형인 판상시편으로 제작하였다. PVD코팅은 AIP 증착장비를 사용하여 박막증착전의 초기진공도 5×10^{-4} torr, 증착시 진공도 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ torr, 증착시간은 약 1시간 동안 수행하였고 기판온도는 340~380℃로 고정하였다. 증착시 이용한 N₂가스압력은 2×10^{-2} torr를 유지하며 CrN 코팅했다. 구조 및 기계적특성 조사를 위해 GXR(DMS-200), XPS(VG-ESCALab 210), 마이크로 비커스 경도계(AKASHI社, HM-122), scratch test (Revestest, CSEM), 편온디스크형 마모시험기(CSEM, CH-2007)를 이용하여 측정하였다. 피로시험기는 Shimadzu사에서 제작한 10톤 용량의 Electro-hydraulic Material Testing machine를 이용하여 상온 및 500℃에서 응력비 0.1, 주파수20Hz, 싸인파형을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

CrN박막의 표면 morphology와 파단면 형상을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 약2.3μm의 코팅층을 형성하였고 코팅된 시편을 XRD로 분석한 결과 CrN(111),(200)회절 피크가 형성되었음이 알 수 있으며 XPS Spectra분석결과도 CrN화합물이 형성되었음을 알 수 있었다. CrN박막의 경도를 측정한 결과 코팅 전 표면경도값은 460 Hv이고 코팅후의 표면경도는 약 1390 Hv 이었다. 마모시험결과 미처리 시편의 경우 왕복운동 회수의 증가에 따라 거의 직선적으로 마모량이 증가하는 반면, 코팅된 시편의 경우는 미처리재 시편보다 아주 적게 마모되는 것을 알 수 있다. 피로시험 결과, 상온 및 고온에서 피로수명과 피로한도가 향상되었음을 알 수 있었고 피로시험결과를 Basquin equation을 이용하여 응력-수명과 관계를 log-log scale한 결과 직선의 그래프를 얻을 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] 中山武典, 和田恭典, 井戸秀和 : 神戸製鋼技報, **43** (1993) 71
- [2] Edward Rolinski : Mater. Sci. & Eng., **A108** (1989) 37
- [3] 岡本善四郎, 星加 洋, 藥師寺正雄 : 熱處理, **40** (2001) 88
- [4] Y. Chiba, T. Omura and H. Ichimura, J. Mater.Res., **8** (1993) 1109