

플라즈마 이온질화 방법을 이용하여 CP Ti, Ti-6Al-4V 및 Ti-10Ta-10Nb
합금에 형성한 질화층의 특성

The properties of TiN layer of Ti-10wt.%Ta-10wt.%Nb alloy formed
by plasma assisted nitriding method

김강후, 김동훈, 이도재, 이경구, 윤계립
전남대학교 계면연구실

1. 서론

Ti 및 Ti Alloy는 우수한 생체 적합성과 저밀도, 높은 비강도, 우수한 내식성과 내열성 등 뛰어난 성질을 가지고 있어 의료용 장비나 부품, Implants, Stability Plates 등의 재료로 널리 사용되고 있다. 그러나 이런 장점에도 불구하고 비교적 연하여 낮은 경도 및 내마모성의 단점을 가지고 있다.

2. 본론

본 연구에서는 다양한 표면개질 처리 중에서 플라즈마 이온질화 방법을 이용하여 Ti 및 Ti 합금에 이온질화를 실시하였다. 공정온도 변화에 따른 질화층의 두께변화, 경도변화, 부식시험, 마모시험, scratch test와 EDX분석, XRD에 의한 상 분석, 0.5 μ m씩 연마 후 XRD 상 분석 등을 실험을 실시하여 결과를 고찰하였다.

3. 결과

Plasma assisted chemical vapor deposition(PACVD) 장비를 이용하여 D.C 펄스파워(unipolar), 진공도, 시간, 가스량 등을 고정하였고, 공정온도 750 $^{\circ}$ C, 800 $^{\circ}$ C, 850 $^{\circ}$ C로 변수를 주어서 티타늄 질화처리를 실시하였다.

플라즈마 이온질화 방법에 의해 생성된 TiN 질화 층을 SEM으로 관찰한 결과 TiN 질화 층의 두께는 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, XRD 분석결과 δ -TiN상, ϵ -Ti₂N상, α -Ti상 등이 검출되었고 TiN 질화 층의 우선방위는 온도가 증가할수록 TiN (220)으로 우선성장 하는 것이 뚜렷하게 나타내었다.

Micro vickers 경도계로 질화층의 표면을 측정된 미세경도는 모재에 따라 달랐고 동일 모재의 경우에는 질화층의 두께의 증가에 따라 미세경도가 증가를 하였으며, 질화온도 850 $^{\circ}$ C에서 높은 미세경도 값을 나타내었다.

EDX 분석결과 표면의 질화층에서 안쪽으로 들어갈수록 질소의량은 점차 감소하는 경향을 나타내었고, Ti 양은 점점 증가하는 경향을 나타내었으며 Ti-6Al-4V 합금의 경우는 Al량이 증가함에 따라 질소의 농도는 급히 감소함을 나타내었다.

850°C에서 질화한 시료를 약0.5 μ m씩 연마한 후의 XRD 분석결과에서 연마가 진행될수록 TiN상과 Ti₂N상이 점점 감소하였음을 확인하였으며, 약4 μ m를 연마한 후에는 미량의 Ti₂N상과 α -Ti상이 존재하는 경향을 나타내었다.

부식시험을 분석한 결과 Ti-6Al-4V의 경우 질화를 했던 시료가 질화를 하지 않은 시료에 비해 부식전위는 0.3V정도 더 높게 나타났으며, 질화 온도가 증가할수록 0.5V에서 0.68V, 0.72V로 부식전위는 증가를 나타내었다. Ti-10Ta-10Nb의 경우 질화를 했던 시료가 질화를 하지 않은 시료에 비해 부식전위는 0.4V정도 더 높게 나타났고, 질화온도가 증가할수록 0.6V에서 0.73V, 0.8V로 부식전위는 증가를 나타냈으며, Ti-10Ta-10Nb 합금이 Ti-6Al-4V 합금에 비해 더 좋은 내식성을 나타내었다.

Scratch test에 의한 TiN 질화층의 밀착력을 측정한 결과 온도가 증가할수록 접착력은 증가를 하였으며, 850°C에서 모재에 따른 접착력을 측정한 결과 Ti-6Al-4V에서는 평균 85.9N의 높은 접착력을 나타내었으며, CP Ti에서는 평균 70.6N, Ti-10Ta-10Nb에서는 평균 67.5N으로 상대적으로 낮은 접착력을 나타내었다.

TiN 질화 층의 마모시험을 실시한 결과를 정성적으로 비교한 결과 질화를 했던 시료가 질화를 하지 않은 시료보다 광학 현미경으로 관찰한 마모트랙 부피의 감소와 낮은 마찰력을 나타내었다. 또한 Ti-10Ta-10Nb 합금의 마찰력이 CP Ti 마찰력보다 더 낮은 마찰력을 나타내었다.

참고문헌

1. S.G. Steinemann, Evaluation of Biomaterials, Ed. by G.D. Winter, J.L. Leray, K. de Goot, John Wiley & Sons Ltd., 1 (1980)
2. W. Kaim and B. Schwederski, Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life, John Wiley & Sons Ltd., 330 (1994)
3. 오태욱 : A Study on Oxidation Behavior and Corrosion Resistance of Ti-10Ta-10Nb Alloy, 전남대학교 석사학위논문(2003)
4. M. T. Milliano, L. A. Whiteside, A. D. Kaiser and P. A. Zwirkowski: Clin. Orthop., 287 (1993) 178
5. B. Demri, M. Hage-Ali, M. Moritz and D. Muster: Biomaterials, 18 (1997) 305
6. B. O. Aronsson, J. Lausmaa and B. Kasemo: J. Biomed. Mater. Res., 35 (1997) 47