

질소이온 주입된 cp-Ti의 유사체액 내에서의 부식 및 마모특성
Improvement of corrosion and wear resistance of cp-Ti
using Plasma Source Ion Implantation

변용선*, 허종서, 이규환, 정용수(한국기계연구원 표면기술부)
 한승희(한국과학기술연구원), 설영택(Gothenburg University, Sweden)

1. 서 론

손상받은 장기의 기능을 일부나마 회복시키기 위하여 인공 생체 이식개념이 도입된 이후, 비강도가 높고 조직 적합성이 우수한 cp-Ti이 금속 임플란트 재료로서 널리 사용되고 있다. [1] 그러나 cp-Ti 은 장기간 매식시 골조직과 이물반응을 일으켜 직접 결합이 형성되지 않는 것으로 나타나 있으며 특히 이 소재는 내마모성 및 전단강도가 낮아 임플란트 표면으로부터 유리된 금속이온이나 마모된 입자들이 주위조직을 자극시키는 문제가 있는 것으로 보고되고 있다.[2]

이러한 문제점들을 극복하기 위하여 최근에는 TiN, ZrN등과 같은 생체불활성 질화물을 Ti 소재 임플란트 표면에 코팅하여 Ti 소재의 이물반응과 물리적인 취약함을 해결하려는 연구가 시도되고 있다. 현재 널리 사용되고 있는 코팅방법으로는 sputtering, ion plating, laser ablation 등이 있으나 이들 물리증착법은 모재와 코팅층 사이의 계면이 물리적 결합을 하고 있기 때문에 계면박리 또는 계면파괴의 가능성이 항상 존재하게 된다.

PSII(plasma source ion implantation)[3]는 이온을 수십~수백 keV로 가속시켜 재료의 표면에 주입시키는 기술로서 모재와의 접착력 문제가 없으며 주입양이나 에너지를 조절하여 최적 원소분포를 얻기가 용이한 등의 장점을 가지고 있을 뿐 아니라 기존의 beam line 이온주입 기술의 단점을 극복한 첨단기술로서 최근에 이를 이용한 소재의 내마모성, 내식성을 향상시키려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 PSII법에 의해 질소이온을 born-anchored Ti 임플란트 소재 표면에 주입함으로써 티타늄 소재의 생체내에서의 이물반응과 물리적인 취약함을 개선하고자 하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용되어진 소재는 CP (commercial pure) Ti소재로서 시편은 이온주입처리 후 특성평가를 위해 25x25x1mm 크기로 절단하였으며, 전기화학 특성 실험을 위해서는 15mm ϕ 의 시험편을 만들어 사용하였다. 이온주입시 전압은 -5 ~ -25 kV, 고압 펄스폭은 20 μ s, 주파수는 100Hz로 행하였다. 이때 이온주입량은 $5 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17}$ 이 되

도록 조절하였다.

질소이온 주입에너지와 주입량이 Ti 소재의 부식 및 마모거동에 미치는 영향을 조사하기 위하여 XRD와 AES를 이용하여 표면의 구조와 조성을 분석하였고 금속이온 용출시험, 유사 체액내에서 양극산화 및 마모시험을 실시하여 생체불활성 질소 이온 주입된 임플란트용 Ti 소재의 내식성과 마모특성에 미치는 영향을 조사하였다.

3. 실험결과

질소이온의 project range는 implant energy 증가에 따라 순차적으로 증가하며 일정 energy에서 ion dose가 증가하면 주입된 질소의 농도도 증가하였다. 또한 XRD분석결과 모든 dose 범위에서 TiN peak이 관찰되지 않았다. 금속이온 용출실험 결과, 모든 시험편의 용출량이 본 실험범위 내에서 측정기기의 이온농도 검출한계 이하로 존재하였다.

탈기한 Hank's 용액중에서 양극분극을 수행한 결과, 이온주입하지 않은 시편과 이온주입한 시편의 OCP(open circuit potential)는 다소 낮아졌고 부동태 전위밀도(PCD)의 경우 low dose로 이온주입 한 경우가 더 낮은 전류밀도 영역으로 이동함을 알 수 있다. 이는 low dose에서는 비정질 구조의 표면층을 형성하여 부식이 시작되기 쉬운 입계가 소멸되고 내식성이 좋은 부동태 피막의 형성을 촉진되기 때문이다. 그러나 high dose에서는 표면에 결합구조도입에 기인하여 오히려 PCD가 증가하는 경향을 보였다.

유사체액 내에서의 pin-on-disk 마모시험결과, 마찰계수는 ion dose에 따라 0.47에서 0.20으로 큰 폭으로 감소하였다. 또한 마모량은 ion dose와 ion energy에 따라 변화하였다.

4. 결 론

질소이온 주입된 Ti 합금의 유사체액 내에서 양극분극 및 마모특성에 미치는 영향을 조사한 결과 이온주입한 모든 시편의 OCP는 낮아졌고 부동태 전위도 더 낮은 전류밀도 영역으로 이동함을 알 수 있다. 이로부터 질소 이온주입에 의해 내식성은 현저히 개선되었으며 또한 내마모성도 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. Albrektsson, et. al., Acta Othop Scand., pp 155-170, 1981
- [2] C.B. Johansson, Ph. D. Thesis, Univ. of Gothenburg, Sweden, 1991
- [3] S.H. Han, Ph. D. Thesis, Univ. of Wisconsin-Madison, 1988.