

인공관절의 수명 향상을 위해 PIII&D (Plasma Immersion Ion Implantation & Deposition) 기술로 제조된 인공관절용 NbN 박막의 마모 특성 평가

박원웅^{1,2}, 전준홍^{1,2}, 문선우^{1,2}, 최진영^{1,2}, 임상호², 한승희¹

¹한국과학기술연구원, ²고려대학교

인공관절은 노인성 질환이나 자가 면역질환, 신체적인 외상 등으로 인하여 발생하는 관절의 손상 부위를 대체하기 위해 고안된 관절의 인공 대용물이다. 인공 관절 중 인공 고관절의 경우 관절 운동을 하는 라이너(Liner)와 헤드(Head) 부분이 인공관절의 수명을 결정하게 되는데, 헤드 부분에 메탈소재와 라이너 부분에 고분자 소재를 사용하는 MOP (metal on polymer) 구조의 인공관절은 충격흡수의 장점이 있는 반면 wear debris에 의한 골용해로 인하여 관절이 느슨해지는 문제점이 발생하여 재 시술의 주요 원인이 되고 있다. 또한 메탈 헤드의 마모로 인한 금속이온의 용출은 세포 독성의 문제를 야기하여 인공관절의 수명을 낮추는 또 하나의 요인이 되고 있다.

따라서 인공관절의 수명을 늘리기 위해 DLC, ZrO, TiN 등의 높은 경도 값을 갖는 박막을 금속 헤드 위에 증착하여 상대재인 인공관절용 고분자 소재의 마모량을 줄이고자 하는 연구가 활발하게 진행 되고 있다.

본 연구에서는 PIII&D (Plasma Immersion Ion Implantation & Deposition)공정을 이용하여 Co-Cr-Mo 합금 소재 niobium nitride (NbN) 박막을 증착하여 상대재인 UHMWPE (ultra high molecular polyethylene)의 마모를 줄이고자 하는 연구를 진행하였다.

마모량을 감소시키기 위하여, 박막 증착전에 질소를 이온주입하는 pre-ion implantation 공정을 도입하였으며, 또한 Co-Cr 합금과 NbN박막 사이의 접착력을 증가시키기 위하여 박막의 증착 초기에 이온주입과 증착을 동시에 수행하는 dynamic ion mixing공정을 수행하였다.

NbN 박막의 특성을 평가하기 위해 XRD, XPS, AFM 등의 분석을 수행하였으며, 상대재인 초고분자량 폴리에틸렌의 마모량을 측정하기 위해 Pin-on-disk tester를 이용하여 마모 실험을 진행하였다.

마모 실험 결과, pre-ion implantation 공정을 도입한 경우 현재 상용화 되어있는 Co-Cr 합금에 비하여 마모량을 2배 이상 감소시키는 것을 확인 할 수 있었으며, dynamic ion mixing 공정을 도입한 경우 장시간의 마모 시험에 대한 마모 특성이 향상 되는 것을 확인 할 수 있었다.

Keywords: Total hip replacement, Ion implantation, NbN film, UHMWPE, wear