

생체적합성이 뛰어난 마그네슘 아노다이징 방법 개선

Study on Anodized Magnesium alloy for biocompatibility

권상준^{a*}, 허진영^a, 이흥기^a

한국생산기술연구원 표면처리실용화연구그룹 인천지역본부 (E-mail: june@kitech.re.kr)

초 록: 마그네슘 합금을 생체재료로 사용되는데 두가지 중요한 문제점을 가지고 있다. 매우 빠른 부식을 가지고 있으며, 초기 빠른 부식으로 수소기체를 발생하여 인체 내 피부나 골조직의 괴사를 동반한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 생체적합성이 뛰어난 아노다이징 방법을 개발 하였으며, 새롭게 개선된 방법의 특징을 비교하기 위해 이번 실험에서는 불화물이 포함된 전해액으로 아노다이징 처리한 샘플을 제조하여 형태학 분석을 진행 하였고, Hank's solution(생체모사용액)을 사용하여 부식 특성을 분석하였다. 또한 L929 세포를 이용하여 세포독성 평가를 진행하였다. 새롭게 제조한 방법은 기존의 방법과 비교하였을 때, 부식 성능은 비슷하고 생체적합성이 높아 생분해성 금속의 표면처리에 적합하다고 판단된다.

1. 서론

마그네슘 합금은 골조직과 유사한 기계적 특성을 가지고 있으며, 생분해성 금속으로 새로운 골조직이 자라게 되면 2차 수술을 통해 제거 해줄 필요 없이 몸 안에서 분해되어 없어진다. 이와 같이 많은 장점을 가지고 있어 연구되고 있지만, 생체재료로 사용되는데 두가지 중요한 문제점을 가지고 있다. 낮은 부식 저항으로 생체재료로서 사용하기에는 매우 빠른 부식을 가지고 있으며, 초기 빠른 부식으로 수소기체를 발생하여 인체 내 피부나 골조직의 괴사를 동반한다[1]. 생체재료로 사용하기 위해 마그네슘에 표면처리를 하여 염증반응 개선과 부식속도 제어에 대한 연구를 진행하였고, 특히 아노다이징 방법에서 불산 대신 규산염을 사용하여 불화물에 대한 인체 내의 염증 반응을 줄이고 생체적합성을 높였고, 아노다이징 산화막 표면의 거칠기가 완화되고, 내부의 기공의 크기를 줄여 수소의 초기 발생량 감소의 결과를 얻었다[2]. 또한, 전해액의 조성 개선뿐만 아니라 전압과 전류를 제어하여 아노다이징 산화막의 표면과 내부의 형태학(morphology)적으로 의 개선하였다[3].

2. 본론

이번 연구에 사용되는 샘플은 총 3 가지 조건으로 아노다이징 처리하지 않은 샘플(None), 불화물이 포함된 전해액으로 아노다이징 처리한 PEO 샘플(Fluo)과 불화물을 사용하지 않고 규산염을 사용한 새롭게 개발한 PEO 아노다이징 샘플(Sili)을 준비하여 실험을 수행하였다. 새롭게 개발한 아노다이징 방법(Sili)은 규산염 베이스의 수용액 전해질(silicate solution)을 사용하였고, 특징을 비교하기 위해 불화물로 PEO 처리한 샘플을 제조하여(Fluo), 아노다이징 산화막의 부식 전후의 두께 및 단면 특성에 대한 분석은 SEM을 통해 분석하고, EPMA를 이용하여 원소 정량 분석을 진행하였고, XRD를 사용하여 부식 전후의 표면의 상분석을 수행하였다. 또한 산화막의 미세 영역의 형태 및 상분석에는 TEM을 이용하였다. Hank's solution(생체모사용액)을 사용하여 부식 특성을 분석하였고(Potentiodynamic polarization curve), L929 세포를 이용하여 세포독성 평가(Cytotoxicity test)를 진행하였다.

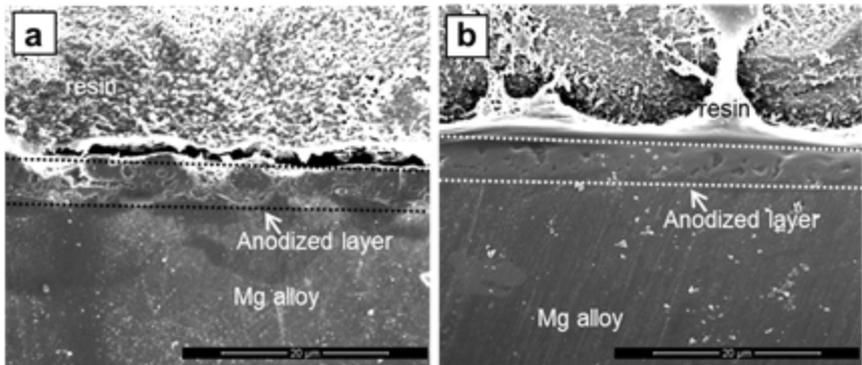


Figure 1. SEM image of anodized Mg alloy cross-section; (a) Fluo, and (b) Sili.

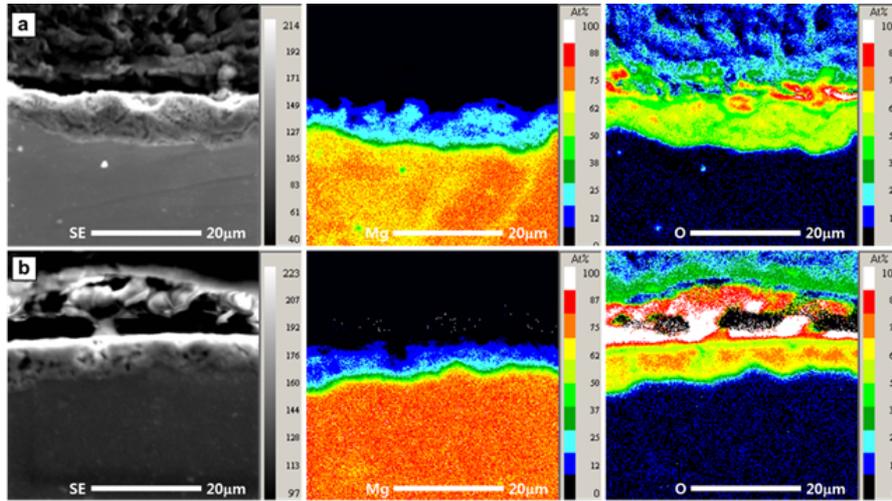


Figure 2. Wavelength Dispersive-ray (WDS) mapping of Ma alloy cross-section; (a)Fluo and (b) Sili.

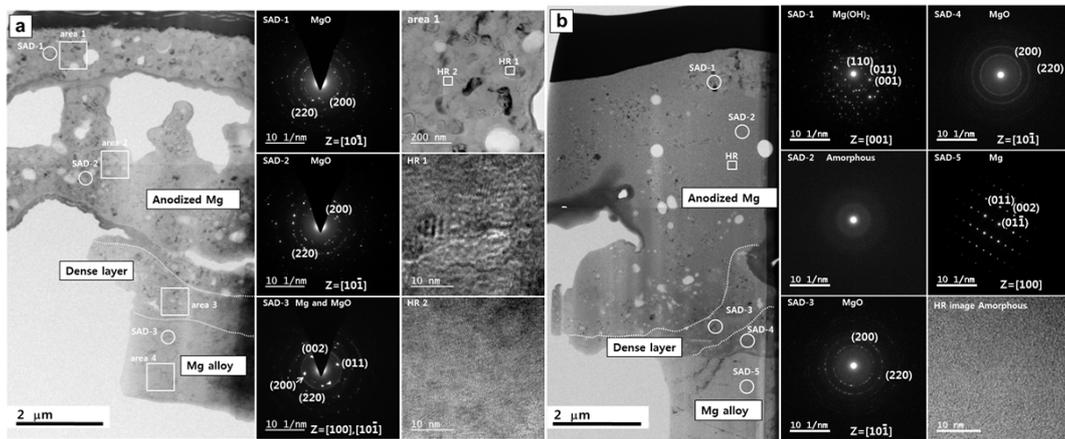


Figure 3. TEM image and SAED patterns of anodized Mg alloy; (a) Fluo, and (b) Sili.

3. 결론

우리는 이번 연구를 통해 생체 적합성이 우수한 마그네슘 아노다이징 방법을 개선하는 것으로 아노다이징 산화막의 형상을 제어하고, 인체에 유해한 독성물질의 사용을 제한하였다. 첫번째로 불산 수용액을 사용하는 대신 규산염 수용액을 사용함으로써, 아노다이징 산화막의 표면을 균일하게 만들고, 산화막 내부의 기공의 크기를 줄였다. 또한 인체에 유해한 불산을 사용하지 않았기 때문에 생체 적합성을 향상 시켰다. 두번째로 아노다이징 조건(전압, 전류, 시간)을 조절하여 기공의 크기를 줄이는 역할을 했으며, 산화막을 미세결정(nano-crystalline) 혹은 비정질(amorphous)로 만들어 기계적 물성이 뛰어난 산화막을 제조 하였다.

새롭게 제조한 방법(Sili)은 기존의 방법(Fluo)과 비교하였을 때, 부식 성능은 비슷하고 생체적합성이 높아 생분해성 금속의 표면처리 기술로 적합하다고 판단된다.

참고문헌

- [1]H.Hornberger et al (2012), Biomedical coatings on magnesium alloy - A review, Acta Biomaterialia, 8:2442-2455
- [2]Hongping Duan et al (2007), Growth process of plasma electrolytic oxidation films formed on magnesium alloy AZ91D in silicate solution, Electrochimica Acta 52: 5002-5009
- [3]hongping Duan et al (2007) Growth process of plasma electrolytic oxidation films formed on magnesium alloy AZ91D in silicate solution, Electrochimica Acta, 52: 5002-5009