

## &lt;구두발표&gt;

**산화 알루미늄 표면의 전기화학적 성질**  
**Electrochemical properties of oxidized aluminum surface**

박정렬\* (포항공대 철강대학원)

## 1. 서론

알루미늄 금속 표면은 공기 또는 수분에 노출되자마자 박막의 투명한 산화물 피막을 형성하며, 양극산화처리에 의해 산화층은 내부 계면부에는 박막의 장벽층과 외부 표면부에는 후막의 다공층을 형성하며, 다시 봉공처리에 의해 본 산화물층이 치밀화되는 것으로 알려져 있다.1-2) 그러나 이런 알루미늄 산화표면의 전기화학적 성질의 이해3)는 아직 불완전하며 평가방법3)에도 불확실한 점이 있다. 본 연구에서는 알루미늄 표면의 산화 및 봉공에 따른 산화표면의 성분분석, 교류 임피던스 및 동전위 양분극 곡선을 측정하여 산화상태의 변천을 조사 및 분석하고자 하였다.

## 2. 실험방법

99.9% 이상의 산업적 고순도 알루미늄 주물시편을 1500번 사포연마까지 마친 후 6.0  $\mu\text{m}$  다이아몬드 연마 후 수세 및 알코올 초음파 세척하였다. 공기 중 하루 이상 방치 후 자연산화된 시편 자체, 본 시편을 양극산화처리한 것과 봉공처리까지 끝낸 것들을 시편(면적 1.0 $\text{cm}^2$ )으로 사용하였다. 양극처리로는 상온 황산용액(부피 15% 및 용해 Al 5.0g/l 포함)에서 양극전류 밀도 13mA/ $\text{cm}^2$ 으로 30분간 실시하였다. 본 양극산화처리된 시편을 97°C의 고순수에 1시간 동안 침적 봉공처리하였다.

본 3가지 산화시편 표면에 대해 일반 XRD 분석 및 깊이 방향의 산화물 Auger 성분 분석을 실시하였다. 또한 본 표면들에 대해 중성의 안전한 시험용액(1.0M 황산나트륨) 중에서 자연전위 측정, 정상상태의 개회로 전위에서의 광범위 주파수 영역(10k Hz~1.0MHz)에서의 전기화학적 임피던스 측정 및 자연전위에서 +500mV(SCE)까지의 동전위 양분극 곡선을 측정하였다.

## 3. 결과요약

본 자연산화표면, 양극산화표면 및 봉공처리표면의 산화물은 모두 일반 XRD분석으

로는 검출되지 않는 정도였다. 깊이방향의 Auger 성분분석에 의해 검출되었다. 자연산화표면의 경우 최외부표면에 Al(OH)<sub>3</sub> 조성으로 나타나며, 깊이방향으로 산소농도의 비례감소 및 Al농도의 비례증가하는 박막의 산화물 조성으로 나타났었다. 양극산화표면은 상당한 깊이까지 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 조성의 산화물로 나타나며, 봉공처리표면은 역시 상당한 깊이까지 AlO(OH) 조성의 산화물로 나타났다.

자연산화표면에 대해서는 시험용액 중에서 자연전위의 변화가 시간에 따라 대단히 완만하고 또한 빠른 시간(30분 이내) 내에 정상상태(-715mV SCE)에 도달하여 본 산화물은 수분과 이미 상당히 정상상태에 도달되어 있음을 나타낸다. 반면 양극산화표면은 장시간(30분 이상) 침적에 의해 자연전위가 점진적으로 많이 감소하여 정상상태(-750mV SCE)에 도달하는 즉 본 인위적인 다공성의 활성 산화물과 물의 전기화학적 접촉평형에 장시간이 소요되었다. 그러나 봉공처리표면은 침적 직후 비교적 빠른 시간(30분 이내) 내에 자연전위가 급격히 감소하여 정상상태(-760mV SCE)에 도달하므로 봉공처리에 의해 이미 활성을 상당히 잃었음을 나타내었다.

자연산화표면의 측정 임피던스는 저항(46kΩcm<sup>2</sup>)과 용량(9.1μF/cm<sup>2</sup>)의 단순한 병렬등가회로에 의한 임피던스를 나타내며, 양극산화표면의 경우 측정 임피던스는 역시 저항(3,100kΩcm<sup>2</sup>)과 용량(2.7μF/cm<sup>2</sup>)의 단순한 병렬등가회로에 의한 임피던스를 나타내었다. 양극산화에 의한 이런 임피던스3)의 증가와 등가회로로부터 산화물의 구조 및 조직변화 즉 장벽층의 표면 감소 및 두께 증가 및 치밀화가 발생했음을 해석할 수 있게하고 있다. 봉공처리표면에 대해 측정된 임피던스는 제1차 저항(15,000kΩcm<sup>2</sup>)과 용량(21.3μF/cm<sup>2</sup>)의 병렬등가회로와 제2차 저항(32,000kΩcm<sup>2</sup>)과 용량(6.2μF/cm<sup>2</sup>)의 병렬등가회로의 일부 직렬중첩 등가회로의 임피던스를 나타내어 전체 분극저항은 38,000kΩcm<sup>2</sup>으로 양극산화표면대비 12배의 증가를 보였다. 본 두 개의 큰 임피던스 성분 부분의 출현과 전체 임피던스3) 증가는 봉공처리에 의해 산화물의 다공층과 장벽층 모두의 치밀화가 발생했음을 반영하고 있다.

상기 3가지 산화표면에 대해 측정된 동전위 양분극 곡선도 분극전압 전체에 걸쳐 각 표면의 분극저항의 역비례성을 나타내는 분극전류값을 보여주므로 Al 산화표면의 평가방법으로 이용할 수 있다.

#### 참고문헌

1. J.H. Lindsay, Plating & Surface Finishing, 2001, March, p.16.
2. J.P.Hoar and G.C.Wood, Electrochim. Acta, 1962, Vol.7, p.333.
3. F.Mansfeld and M.W.Kendig, J. Electrochem. Soc., 1988, Vol.135, No.4, p.828.