

# 국부화 아노다이징을 이용한 알루미늄 미세가공

## Micro fabrication of aluminum using local anodizing

\*지원영<sup>1</sup>, #주종남<sup>1</sup>, 권민호<sup>1</sup>

\*W. Y. Jee<sup>1</sup>, #C. N. Chu(cnchu@snu.ac.kr)<sup>1</sup>, M. H. Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부

Key words : Aluminum, Aluminum oxide, Anodizing, Electrochemical etching

### 1. 서론

알루미늄에 미세패턴을 가공하기 위해서 화학에칭, 전해에칭(electrochemical etching) 등의 습식 에칭이 주로 이용된다.<sup>1</sup> 전해에칭에 관한 연구는 지금까지 많이 보고되고 있으나 대부분 포토리소그래피(photo-lithography) 등 마스크를 표면에 도포하는 부가적인 공정이 필요하다.<sup>2</sup>

금 또는 니켈의 경우 이러한 공정을 줄이기 위해 산화막을 전해에칭에서 마스크로 이용하여 구조물을 제작한 연구가 보고된 바 있다.<sup>3</sup> 마찬가지로 아노다이징(anodizing)에 의해 알루미늄 표면에 생성되는 산화막은 전기적으로 뛰어난 절연성과 내식성을 가지므로 전해에칭에서의 감광막과 같은 마스크의 역할을 할 수 있다.

본 연구에서는 미세전해가공의 원리를 이용, 초단 펄스 전압을 인가하여 알루미늄 표면의 국부적인 영역을 아노다이징시켜 생성된 산화막을 전해에칭의 미세 패턴 가공 마스크로써 이용하는 연구를 수행하였다.

### 2. 실험장치 및 방법

Fig 1 은 국부화 아노다이징을 위한 시스템을 나타낸 그림이다. 아노다이징과 전해에칭의 대전극을 Z 축으로, 가공물을 X, Y 축으로 제어하여 원하는 경로로 이송이 가능하도록 하였다. 펄스 발생기에서 발생하는 초단 펄스 전압을 원하는 크기로 증폭시켜 가공물과 대전극에 인가할 수 있도록 하였다.

Fig 2 와 같이 지름 100  $\mu\text{m}$  초경합금 대전극을 회전시키며 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액 속에서 이송시켜 순도 99.999 %의 알루미늄 표면에 미세 패턴의 산화막을 생성시킨다. 이를

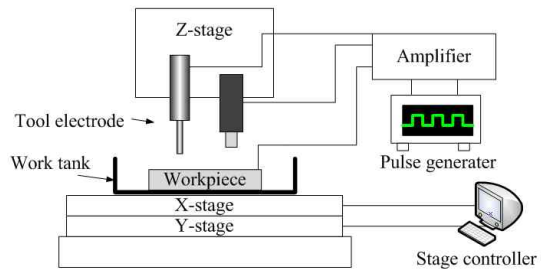


Fig. 1 Schematic of experimental setup for local anodizing

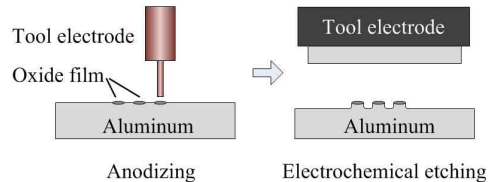


Fig. 2 Process for aluminum oxide mask and electrochemical etching

마스크로 이용하여 1 M  $\text{NaNO}_3$  용액에서 초단 펄스 전압을 인가하고 스테인리스 강(STS 304)을 대전극으로 사용하여 10  $\mu\text{m/s}$ 의 속도로 2 회 왕복하여 전해에칭 하여 미세 패턴

Table 1 Experimental condition

Process	Condition	Value
Anodizing	Electrolyte	0.5 M $\text{H}_2\text{SO}_4$
	Applied voltage	10 V
	Pulse on time	1 / 10 $\mu\text{s}$
Electrochemical etching	Electrolyte	1 M $\text{NaNO}_3$
	Applied voltage	12 V
	Pulse on time	10 / 100 $\mu\text{s}$

형상을 제작하였다. 아노다이징과 전해에칭에 사용한 조건은 Table 1에 나타내었다.

### 3. 실험 결과

농도 0.5 M 이상의  $H_2SO_4$  용액에서는 알루미늄 표면 전체에 불필요한 산화막이 생성되어 균일하고 원할한 전해에칭을 할 수 없었다. Fig 3 (a)는 10 V의 펄스 전압을 인가하여 직경 100  $\mu m$ 의 초경 대진극을 5  $\mu m/s$ 의 속도로 500  $\mu m$ 이송시켜 아노다이징한 그림이며, 너비 약 130  $\mu m$ , 길이 약 620  $\mu m$ 의 산화막이 생성되었음을 알 수 있다. Fig 3 (b)는 같은 조건에서 15 V의 펄스 전압을 인가한 사진이다. Fig 3 (a)와 비교하여 높은 전압의 영향으로 불필요한 산화막이 넓게 생성되는 것을 알 수 있다. 이는 전해에칭 시 마스크 형상의 명확한 경계를 갖지 못하는 결과를 갖는다.

Fig 4는 Fig 3 (a)의 산화막을 마스크로 이용하여 전해에칭한 그림이며 광학 3D 표면 측정을 통해 a - a' 따른 표면을 Fig 5에 나타내었다. 산화막 마스크 주변의 알루미늄의 표면은 Ra 9.7  $\mu m$ 로 좋지 않았으나 산화막 마스크는 형상을 그대로 유지하여 보호층 역할을 잘 해 낸 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 미세전해가공의 원리를 이용하여 알루미늄 표면에 마이크로 단위의 영역에 국부적으로 산화막을 생성 시켰으며, 이를 전해에칭의 마스크로 이용하여 미세 형상을 제작하였다. 국부화 아노다이징을 이용하여 다양한 형상과 마스크 제작의 어려움을 갖는 여러가지 미세형상의 알루미늄 가공이 가능할 것으로 기대된다.

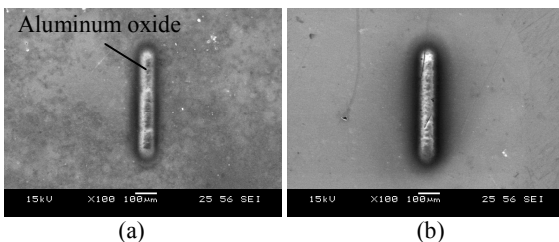


Fig. 3 SEM images of aluminum oxide (a) 10 V (b) 15 V

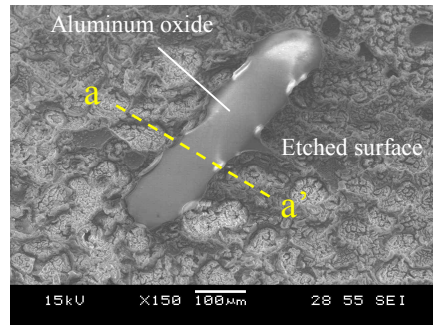


Fig. 4 SEM image of micro line after electrochemical etching using oxide film mask

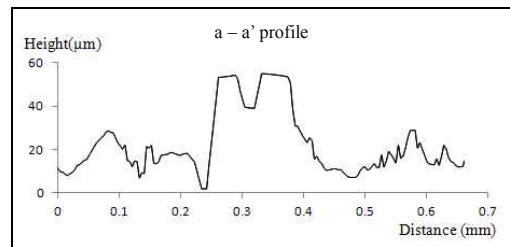


Fig. 5 Surface profile along a-a' line

### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20120005520).

### 참고문헌

1. Brevnov, D. A. and Mardilovich, P., "Electrochemical Micromachining and Microstructuring of Aluminum and Anodic Alumina", *Moderan Aspects of Electrochemistry*, vol. 48, pp. 222-230, 2010..
2. Datta, M. and Landolt, D., "Fundamental aspects and applications of electrochemical microfabrication", *Electrochimica Acta*, vol. 45, pp. 2535-2558, 2000.
3. Chauvy, P. F., Hoffmann, P. and Landolt, D., "Applications of laser lithography on oxide film to titanium micromachining", *Applied Surface Science*, Vol. 208-209, pp. 165-170, 2003.