

알루미늄 미세 홀 전해에칭

Micro-hole array fabrication on Al by electrochemical etching

*지철영¹, 김한¹, #경도관¹, 박종욱¹, 주종남¹, 신용승², 임기열².

*W. Y. Jee¹, H. Kim¹, #D. K. Chung(dogani04@snu.ac.kr)¹, J. W. Park¹, C. N. Chu¹, Y. S. Shin², K. Y. Lim².

¹서울대학교 기계항공공학부, ²삼성전자 제조기술센터

Key words : Aluminum, Electrochemical etching, Micro-hole array.

1. 서론

알루미늄은 가벼우면서 강성이 좋으며 그 매장량이 풍부하여 활용가치는 매우 커지고 있다. 전 산업에 걸쳐 알루미늄 제품의 수요가 급증하면서 아노다이징(anodizing)과 같은 표면 처리 기술과 미세 형상가공 기술이 활발히 연구되고 있다.¹⁻³ 또한, 최근 제품의 소형화, 경량화, 그리고 디자인의 중요성이 부각되면서 PET(Polyethylene terephthalate) 코팅 알루미늄, 알루미늄박, 등 복합재료의 가공기술이 요구되고 있다.³

금속의 미세 형상가공 기술 중 하나로서, 전해에칭(electrochemical etching)은 재료의 강도나 경도에 관계없이 가공할 수 있으며, 화학에칭(chemical etching)에 비해 가공 속도가 빠르고 중성염을 전해액으로 사용하기 때문에 상대적으로 친환경적이다.⁴

본 논문에서는 전해에칭을 이용하여 PET 코팅 알루미늄 시트에 다량의 원형 홀을 가공하였으며, 전해용액과 전압, 듀티 비(duty ratio)에 따른 가공 형상에 대하여 연구하였다.

2. 실험장비 및 실험방법

본 실험에서는 전면에 PET 코팅이 되어 있는 두께 20 μm 이하의 알루미늄 합지의 시트에 후면에는 전해에칭을 위한 시트에 140 μm 간격의 지름 70 μm 포토마스크를 제작하였다. 휘어지는 알루미늄 시트의 후면에 약 3 μm의 산화알루미늄 막을 만들어 PR(Photo resist)과의 접착력을 높였다. 이때, 산화알루미늄 막이 알루미늄 전해에칭을 방해하므로 NaOH 용액을 사용하여 노출되어 있는 산화알루미늄 막을

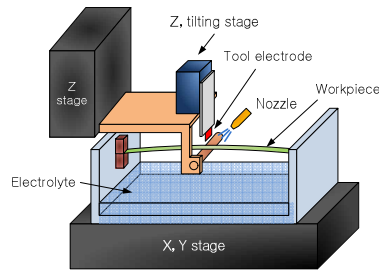


Fig. 1 Experimental set-up for electrochemical etching on PET coated Al sheet

Table 1 Experimental conditions for electrochemical etching

Conditions	Values
Pulse period	10 ms
Electrolyte	2 M NaNO ₃
Tool thickness	200 μm

제거하였다.

Fig. 1은 PET 코팅 알루미늄 시트의 전해에칭 가공 시스템이다. 공구전극으로는 200 μm 두께를 갖는 AISI 304 스테인리스강 판을 사용하였다. 공구전극과 가공물의 간극을 400 μm로 일정하게 유지하여 500 μm/s의 속도로 10 x 10 mm의 대면적의 가공영역을 1회 스캔한다. 이때, 독립적인 Z, tilting 스테이지를 장착하여 알루미늄 시트에 장력을 부과하여 넓은 영역에서 일정한 간극을 유지할 수 있도록 하였다. 2 M NaNO₃의 전해액을 공구전극과 가공물 사이에 일정한 속도와 양으로 분사하였다. Table 1에 전해에칭을 위한 실험조건을 나타내었으며, 전압과 듀티비에 따른 가공 결과를 확인하였다.

3. 결과 및 분석

전압과 듀티비에 따른 가공된 홀의 지름과

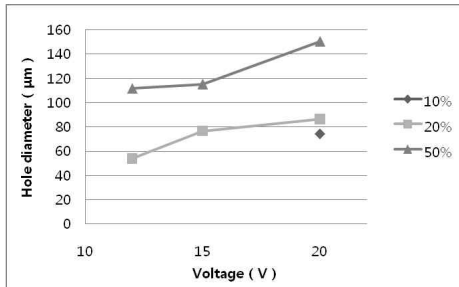


Fig. 2 Hole size according to voltage and duty ratio

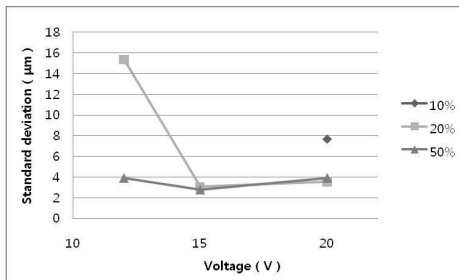


Fig. 3 Standard deviation according to voltage and duty ratio

표준편차를 Fig. 2 와 Fig. 3 에 나타내었다. 펄스 전해에칭에서는 일반적으로 10 ~ 15 V 전압을 사용한다.⁵ 본 실험에서는 12 ~ 20 V 전압과 10 ~ 50 % 의 듀티비를 사용하였다. PET 쪽 홀 크기를 비교해 본 결과 전압과 듀티비가 높을수록 홀 지름이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 10 % 의 듀티비에서는 가공이 원활히 이루어지지 않았고, 20 V 의 전압에서도 가공된 홀 크기의 편차가 7.67 µm 로 균일한 크기의 홀을 얻을 수 없었다. 20 % 의 듀티비와 12 V 전압에서는 홀 가공이 원활히 일어나지 않았고, 15 V 전압에는 평균 홀 지름이 76.8 µm 로 PR 형상과 맞는 결과를 얻을 수 있었고, 20 V 의 전압에서는 평균 홀 지름이 86.4 µm 로 오버컷이 발생하였다. 50 % 의 듀티비에서는 홀 크기의 표준편차가 모든 전압 조건에서 작았으나, 오버컷이 심하게 발생하였다.

4. 결론

전해에칭을 이용하여 PET 코팅 알루미늄 시트에 140 µm 간격의 지름 76.8 µm 의 원형 홀을 10 x 10 mm 의 대면적 가공하였으며, 전압,

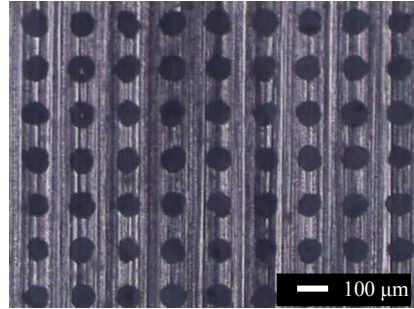


Fig. 4 Fabricated hole array on PET coated Al sheet.

듀티 비(duty ratio)에 따른 가공 형상에 대하여 확인하였다. 듀티비 20 %, 전압 15 V 에서 원하는 홀 형상을 얻을 수 있었다.

후기

본 연구는 삼성전자 생산기술연구소 “알루미늄 미세 홀 에칭가공” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Kikuchi T., Sakairi M., Takahashi H., “Three-dimensional Microstructure Fabrication with Aluminum Anodizing, Laser Irradiation, and Electrodeposition,” *Journal of The Electrochemical Society*, **150**, C567-C572, 2003.
2. Prichystal J. P., H. N. Hansen., Moller P., Macilotti L., Blabt H. H., “Micro-electrochemical Machining of Aluminum,” *International Symposium on Electromachining*, **15**, 351-354, 2007.
3. Datta M. and Harris D., “Electrochemical micromachining: An environmentally friendly, high speed processing technology,” *Electrochimica Acta*, **42**, 3007-3013, 1997.
4. Datta M., Landolt D., “Electrochemical saw using pulsating voltage,” *Journal of Applied Electrochemistry*, **13**, 795-802, 1983.
5. Shin H.S., Park M.S., Chu C.N., " Electrochemical etching using laser masking for multilayered structures on stainless steel," *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, **59**, 585-588, 2010.