

# 이동식 마스크를 이용한 구리전극제작 Fabrication of Copper Electrode using Movable Mask

이가은<sup>1</sup>, \*#박민수<sup>1</sup>

G. E. Lee<sup>1</sup>, \*#M. S. Park<sup>1</sup> (pminsoo@seoultech.ac.kr)

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

Key words : Electrochemical deposition, Copper electrode, Movable mask

## 1. 서론

최근 제품의 소형화 추세에 따라 특수 가공법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다양한 특수 가공법 중에서 상대적으로 높은 정밀도를 가지는 방전가공에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 그러나 방전가공은 시간이 오래 소요되는 단점이 있다. 특히 소요 시간의 50% 이상이 전극 제작에 소요된다. 따라서 전해증착을 이용한 구리 전극 제작을 통해 방전 가공의 효율성을 높이고자 한다<sup>1,2</sup>. 전해증착은 전기화학적 반응을 이용하여 재료를 원자단위로 성장시키는 방법으로 높은 표면 품질을 가진다<sup>3,4</sup>.

따라서 본 연구에서는 전해 증착을 이용하여 구리 전극을 제작하는 실험을 진행하였다. 또한 전해증착을 진행하는 동안에 이온 공급을 원활하게 하기 위한 방법으로 초음파를 이용하여 다양한 형상의 높은 정밀도를 가지는 구리 전극을 제작하는 연구를 수행하였다.

## 2. 실험 장치

전해 증착을 위한 실험 시스템을 Fig 1 에 나타내었다. 시스템의 기본적인 원리는 전해액 내에 전류를 인가하여 전극에 구리를 증착시키는 것이다. 그림에서와 같이 일정 전류기(Galvenostat)를 사용하여 일정한 전류를 인가하였다. 작업전극(Workpiece electrode)과 대전극(Counter electrode)으로는 순도 99.9%의 구리를 사용하였고, 기준전극(Reference electrode)으로는 백금을 사용하였다. 전해액은 250g/l 황산구리와 60g/l 황산의 농도를 가진 혼합 수용액을 사용하였다. 전해액이 원활히 공급되고 전해 증착 반응 시에 생성되는 기포를 마스크 밖으로 효과적으로 배출시킬 수 있도록 초음파를 부가하여 진동시키는 방식을 이용하였다. 마스크는 다양한 전극 형상으로 제작하고 초음

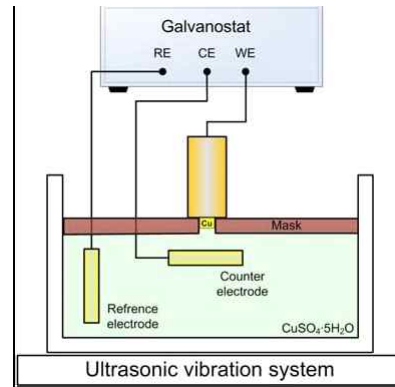


Fig. 1 Schematic diagram of electrochemical deposition setup

파 가진에 의해 작업전극이 마스크 표면에서 미끄러지는 현상을 방지하기 위하여 전극 직경에 맞게 약 1mm 깊이의 구멍을 제작하여 증착 중 떨림 현상을 최소화하도록 설계하였다. 또한 X,Y,Z축의 위치 제어를 할 수 있는 PMAC프로그램을 사용하여 전해 증착 동안 위치를 제어하였다.

## 3. 실험 및 결과

전해가공은 전해액 속의 이온의 반응으로 이루어지는 가공이므로 이온의 원활한 공급이 가공의 주요한 변수로서 형상 정밀도에 큰 영향을 미친다. 그래서 이온을 원활하게 공급하기 위한 방법으로 초음파를 부가하여 실험을 수행하였다.

본 연구에서는 기존의 연구에서 사용한 가공 조건을 기본으로 하여 두께 700 μm의 엔지니어링 플라스틱에 직경 200 μm의 구멍을 가공한 마스크를 이용하고 전해액에 초음파를 부가하였다. 초음파는 전해 증착시 다른 기구물에 초음파 가진으로 인한 진동 영향을 최소화하기 위하여 기구물에

직접적으로 초음파를 주기 보다는 용액을 통해 간접적인 가진을 부가하였다. 전류는 일정전류를 이용하여 시간당 100  $\mu\text{m}$  높이로 증착되도록 인가하였다. 가공 시간은 4시간으로 PMAC프로그램을 이용하여 최초 2시간동안은 구리를 고정된 상태에서 증착되도록 설정하였고, 이후 2시간 동안은 30분마다 50  $\mu\text{m}$ 씩 구리가 Z축 방향으로 이동하도록 제어하였다. 증착 높이는 최종적으로 약 480  $\mu\text{m}$ 이었다. 증착 실험에 사용된 조건은 Table 1에 나타내었으며, Fig. 2는 곧은 형상으로 증착된 단일 전극을 보여준다.

다음으로 두께 700  $\mu\text{m}$ 의 엔지니어링 플라스틱에 직경 200  $\mu\text{m}$ 의 서로 독립적인 4개의 구멍을 가공한 마스크를 이용하여 증착실험을 수행하였다. 전류를 3시간 동안 인가하여 실험한 결과 증착된 높이는 최종적으로 약 350  $\mu\text{m}$ 이었다. 증착 실험에 사용된

조건은 앞선 실험과 동일하며, Fig. 3은 동시 증착된 4개의 다중 전극으로 각 구리 전극의 직경이 약 200 $\mu\text{m}$  내외로 고른 결과를 얻을 수 있었다.

#### 4. 결론

전해증착을 이용하여 높은 형상 정밀도를 가진 증착물을 얻기 위해서는 원활한 이온 공급과 마스크 내 기포 배출이 용이해야 하므로 초음파를 부가하여 이를 해결하였다. 또한 마스크에 직경 200  $\mu\text{m}$ 의 독립적인 4개 구멍을 제작하여 다중 전극을 동시에 증착하였다. 즉, 본 연구에서는 기존의 전해 증착을 이용하여 단일의 원형 전극 제작 뿐만 아니라 다양한 형상의 전극 제작이 가능함을 보였다.

#### 참고문헌

1. 권민호, 박민수, 신홍식, 주종남, “가공 인자에 따른 미세 전해 가공 속도 변화 연구,” 한국 정밀 공학회지, 28, 308-314, 2011.
2. 권민호, 정도관, 박민수, 김규만, 주종남, “전해 증착에 의한 미세 방전가공 공구 제작,” 한국 정밀 공학회지 춘계학술대회논문집, 229-230, 2010.
3. Habib, M. A., Gan, S. W. and Rahman, M., “Fabrication of complex shape electrodes by localized electrochemical deposition,” Journal of Materials Processing Technology, 209, 4453-4458, 2009.
4. Takahata, K., and Gianchandani, Y. B., “Batch mode microelectro-discharge machining,” Journal of Microelectromechanical Systems, 11, 102-110, 2002.

Table 1 Deposition condition

Parameter	Values
Mask thickness	700 $\mu\text{m}$
Mask hole diameter	200 $\mu\text{m}$
Machining time	4hr
Current density	10 A/dm <sup>2</sup>

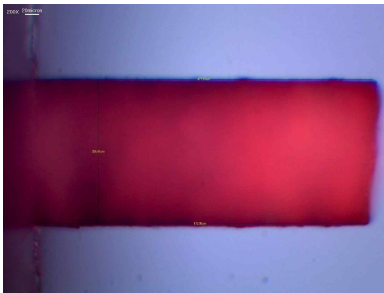


Fig. 2 Deposited single tool electrode

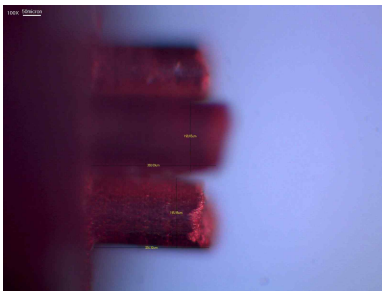


Fig. 3 Deposited multiple tool electrode