알루미늄 아노다이징, 전해증착을 이용한 구리의 미세 패턴 형상 제작

Fabrication of Copper Micro Pattern on Aluminum using Anodizing and Electrochemical Deposition

*지원영 [1], # 신홍식 [2], 주종남 [1], 권민호 [1]

*W. Y. Jee[1], #H. S. Shin (shinhs05@hanseo.ac.kr)[2], C. N. Chu[1], M. H. Kwon[1]

[1] 서울대학교 기계항공공학부, [2] 한서대학교 항공기계학과

Key words : Electrochemical deposition, Anodizing, Micro pattern

1. 서론

구리박막의 제작공정은 스퍼터링(sputtering), 유기금속화학증착(metalorganic chemical vapor deposition), 전해증착(electrochemical deposition) 등이 있으며 이 중 전해증착은 낮은 생산 단가, 높은 증착률, 낮은 증착온도, 우수한 gap-filling 성질을 갖는다.[1] 그러나 구리의 전해 증착은 일반적으로 seed layer 가 필요하며 선택적 증착을 위해서 마스크나 포토 레지스트를 제작하는 공정이 필요하다.[2]

알루미늄의 경우 아노다이징(anodizing)에 의해 형성된 산화막은 뛰어난 절연성을 가지므로 보호층 역할을 할 수 있다. 또한 이를 레이저 빔으로 선택적으로 제거하여 미세 패턴을 형성하면 전해증착에서의 마스크나 포토 레지스트와 같은 역할을 할 수 있다.

본 연구에서는 별도의 마스크 제작 없이 아노다이징으로 형성된 알루미늄 표면의 산화막을 마스크로 이용하여 노출된 알루미늄 표면에 구리를 증착시켜 효율적인 전해증착의 가능성을 살펴보았다.

2. 실험장치 및 방법

Fig 1 은 미세 패턴 형상 제작을 위한 통합 시스템을 나타낸 그림이다. 레이저빔 헤드와 전해증착 대전극은 Z 축 스테이지에서 동시에 제어가 가능하도록 하여 순차적인 가공이 용이하도록 하였다.

Fig 2 는 구리의 미세 패턴 형상을 제작하는 단계별 공정을 나타낸 그림이며 크게 네 가지

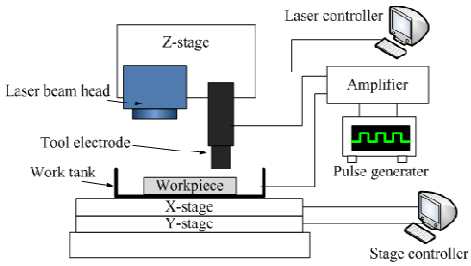


Fig. 1 Schematic of experimental setup for laser masking and electrochemical deposition

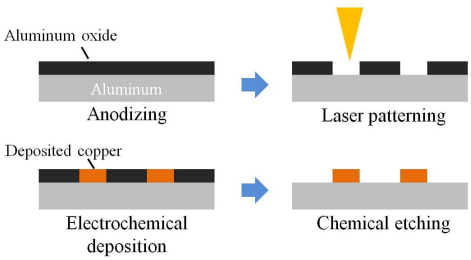


Fig. 2 Processing steps for aluminum oxide mask and electrochemical deposition

단계를 갖는다. 먼저 알루미늄에 1.5 M 의 황산 수용액에서 15 분 간 15 V 의 직류(DC) 전원을 인가하여 표면에 산화막을 형성시킨다. 형성된 산화막은 나노 초 펄스 레이저빔을 조사하여 선택적으로 제거하고, 노출된 알루미늄 표면에 구리를 전해증착 시킨다. 남아있는 산화막은 1.25 M NaOH 수용액을 가하여 제거하여 알루미늄 위에 원하는 구리의 미세 패턴 형상을 제작할 수 있다. 레이저 및 전해증착 단계에서 사용한 조건은 Table 1 에 나타내었다.

Table 1 Experimental condition

Process	Condition	Value
Laser masking	Average power	6 W
	Repetition rate	80 kHz
	Scan speed	2 mm/s
	Number of scan	5
Electrochemical deposition	Electrolyte	0.5 M H_2SO_4 + 0.5 M $CuSO_4$
	Applied voltage	15 V
	Pulse on-time	5/500 ㎲

3. 실험 결과

Fig 3 은 미세 선 형상으로 구리를 전해증착한 사진이며 산화막이 절연층 역할을 하여 구리의 선택적 전해증착이 성공적으로 이루어짐을 확인하였다. Fig 4(a) 에서는 산화막의 표면에 레이저빔을 조사, 선택적으로 산화막을 제거하여 알루미늄이 노출되어 있는 것을 확인할 수 있으며, Fig 4(b)에서는 이를 마스크로 이용하여 알루미늄 표면에 전해증착된 구리의 미세 패턴 형상을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 별도의 마스크 제작 공정 없이 아노다이징으로 형성된 알루미늄 산화막을 레이저빔을 조사하여 선택적으로 제거, 이 산화막을 마스크로 이용하여 구리의 전해증착을 수행하여 미세패턴 형상을 제작하였다. 산화막의 두께나 구리의 증착량을 조절한다면 다양한 구리의 미세패턴 형상을 제작할 수 있을 것으로 기대된다.

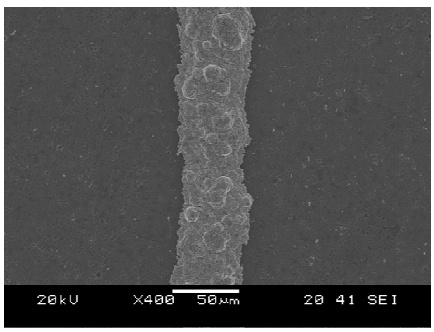
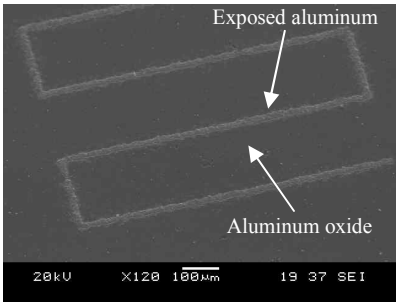
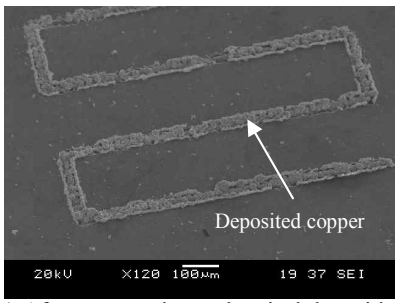


Fig. 3 Copper line deposited on micro groove



(a) Aluminum oxide mask after laser masking



(b) After copper electrochemical deposition

Fig. 4 Image of a copper micro pattern

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (NIPA-2012-H0401-12-1004)

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2011-0016707)

참고문헌

1. Koetter, T. G., Wendrock, H., Schuehrer, H., Wenzel C. and wetzig, K., " Relationship between microstructure and electromigration damage in unpassivated PVD copper damascene interconnects," Microelectronics Reliability, vol. 40, p1295, 2000.
2. Mikkola, R. D. and L. Chen, L., “Investigation of the roles of the additive components for second generation copper electroplating chemistries used for advanced interconnect metallization”, Proc. of Interconnect Technology Conference on IEEE, p 117, 2000..