

FIB로 제작된 나노 플라즈마의 응용

박기원*, 이태일+, 백홍구**

연세대학교 금속시스템공학과

Nano Plasma Electrode by FIB and its application

K.W Park*, T.I Lee+, H.K Baik**

Abstract

마이크로 사이즈 공음극 플라즈마 전극에 대한 제작 및 방전 실험을 진행하였다. 방전 전극은 200~500 um의 hole 형상을 제작하였으며 70~850 torr He 분위기에서 방전 실험 하였다. 실험 샘플은 막힌 공음극 형상과, 관통된 공음극 두가지 형상을 실험하였다. 마이크로 공음극 플라즈마의 공음극 크기에 따른 결과에서 사이즈가 작을수록 총 전류 값은 낮아지나, 전류 밀도는 증가하였다. 막힌 공음극에서는 양저항 특성을, 관통된 공음극에서는 부저항 결과를 얻었다.

Key Words : FIB, hollow plasma

1. 서론

현재 많은 분야에서 플라즈마를 이용하고 있다. 대표적인 부분으로는 반도체 공정에서의 에칭, 플라즈마를 이용한 표면 처리, 생명 공학 에의 응용, 광원 소스 등이 있다. 또한 근래에는 마이크로 플라즈마를 이용한 엑시머 광원, 연료전지용 수소 합성, 가스 분해 등에 응용을 제시하고 있다. 또한 패턴화 된 마이크로 플라즈마를 이용한 PDP 및 식각 고정공의 응용을 들 수 있다. 하지만, 앞으로 더 미세화 되는 공정과, 디바이스는 나노 사이즈의 플라즈마를 요구하게 된다. 나노 사이즈 플라즈마를 형성하기 위해서는 필수적으로 나노 사이즈의 전극을 요구하게 된다.

그러나, 기존의 나노 사이즈 전극을 형성 가능한 방법으로 마스크 와 박막 증착 공정에는 전극 제작의 가변성이 매우 낮고 높은 제작 단가를 요구 하게 된다. 이에 반하여 FIB를 이용한 전극 가공은 전극 형상 가변성이 높아 자유로운 형상의 전극 제작이 가능하다.

* 발표자, 연세대학교 금속학과 (kiki1023@yonsei.ac.kr)

주소: 서대문구 신촌동 134 연세대학교

+ 연세대 금속공학부

++ 연세대 금속공학부

2. 실험

마이크로 플라즈마 전극으로 Cu 와 Al을 사용하였으며 유전체 층으로는 mica 250 μm sheet를 사용하였다. 관통된 공음극 전극의 형상과 회로도 는 Fig-1 (a), 막힌 공음극 전극의 형상과 회로도 는 Fig-1 (b) 와 같으며 hole 지름은 200~500 μm , hole의 깊이는 50 ~ 100 μm 조건으로 제작 하였다. 실제 홀의 가공은 CO2 레이저를 사용하였다. 실제 방전은 He 분위기에서 70 torr ~ 850 torr 사이에서 방전하였다. 방전 실험은 DC를 이용하여 방전하였으며 각각의 I-V 결과를 측정하였다.

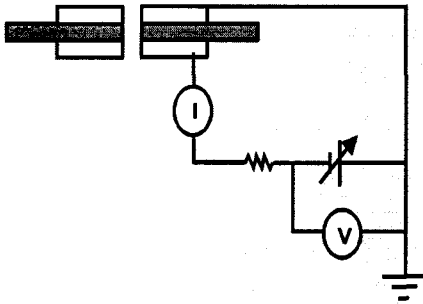


Fig. 1-(a) 전극의 형상 과 회로도

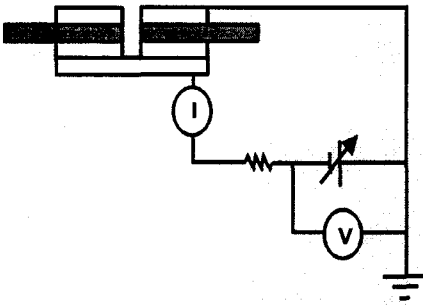


Fig. 1-(b)

3. 결과

제작된 샘플의 방전 사진은 Fig 2-(a),(b) 와 같다. (a)는 양극측면에서, (b)는 음극측면에 측정하였다.

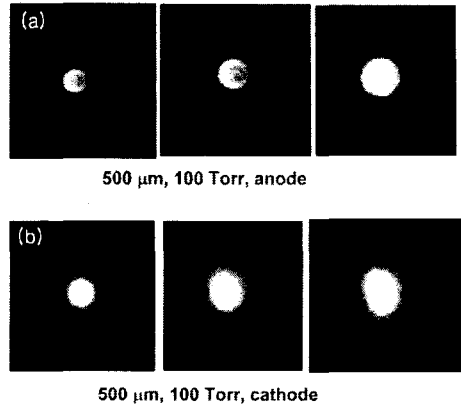


Fig 2 방전 사진

또한 방전시 막힌 공음극 형상에서의 I-V는 Fig-3 (a), 관통된 공음극 형상의 I-V는 Fig-3 (b)에 제시하였다.

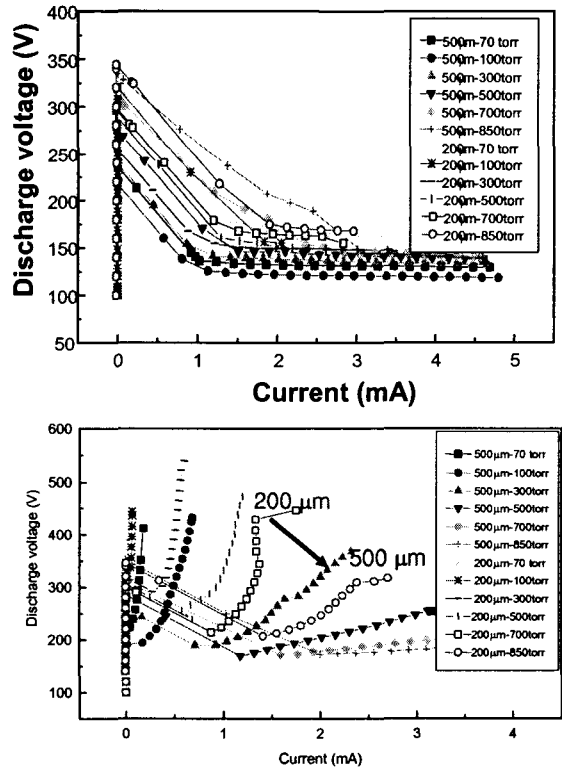


Fig 3 (a)-위 (b)-아래 I-V curve

4. 결 론

위 I-V 결과를 보면 He 상황에서 전극의 Hole 사이즈가 작을 수록 총 전류는 증가하나, 공간의 면적을 나누어 전류 밀도를 계산하여 보면, 2배 정도 높은 값을 나타내었다. 즉 전극의 사이즈가 작을 수록 플라즈마 효율이 증가함을 알 수 있다. 또한 전기적인 특성으로, 관통된 공음극 전극은 전기적 부저항 특성을 갖으며, 막힌 공음극은 전기적으로 양저항 특성을 갖는다. 이는 앞으로 하나의 전극에 여러개의 공음극을 만들 시에 병렬 구동에 중요한 정보를 주는데, 관통된 홀 형상의 경우 부저항 특성에 의하여 병렬 구동이 불가능함을 알 수 있다. 따라서 앞으로 다공, 공음극 전극 제작시에 막힌 형상의 전극을 제작하여야 한다. 또한 앞으로 산업적인 응용 측면에서 더 작은 사이즈의 플라즈마를 만든다면, 기존에 마스크를 이용한 표면 처리 등에 대하여 마스크 공정이 없는 패턴된 나노 플라즈마를 이용한 직접 처리가 가능하므로 다양한 응용이 가능하다. 특히 FIB 공정을 응용한다면, 전극 형상의 가변성이 높아 다양한 응용이 가능할 것이다.

후 기

본 논문의 실험은 산업기술자원부 “나노 가공공정 및 응용 기술 개발” 과제 지원 하에 진행하였다.

참 고 문 헌

(1) Robert H. Stark, and Karl H. Hchoenbach
"Direct current glow discharges in atmospheric air"
Applied Physics Letters, Vol 74, No. 25 pp. 3770~
3772

(2) J. W. Frame, D. J. Wheeler, T. A. Detemple,
and J.G. Eden "Microdischarge devices fabricated in
silicon" *Applied Physics Letters*, Vol 71, No. 9, pp.
1165~1167

(3) A. von Engel "*Ionized Gases*" Oxford press pp
29~41, 1965