

Spin-On-Glass를 이용한 AFM Lithography에서 FE전류와 패턴과의 관계

최창훈, 이상훈, 김수길, 최재혁*, 박선우

서울시립대학교 제어계측공학과

* 서울시립대학교 전자공학과

1. 서론

최근의 DRAM 공정 기술은 패턴의 크기를 0.1 μm 이하의 크기로 줄이려는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 현재 광학묘사기술(Optical Photo-lithography)을 DRAM 생산공정에서 이용하고 있으나 이 방법은 빛의 파장에 의해서 Pattern의 최소 크기가 제한되고 있기 때문에 차세대 묘사기술로는 적합하지 못하여 개선된 묘사기술의 한 방법으로 보다 짧은 파장의 빛을 이용하거나 Electron-Beam, Ion-Beam, X-ray등을 이용하는 묘사기술이 연구되고 있다[1].

본 연구에서는, IC-fabrication 공정에서 주로 평활화에 이용되는 SOG(Spin-On Glass)를 resist material로 사용한 AFM(Atomic Force Microscope) 묘사기술에서, 주사한 전류량과 패턴의 최소선폭과는 선형적 비례관계가 있음을 규명하였다[2,3].

2. 실험방법

본 실험에서는 organic content가 13%인 methylsiloxane SOG (ACCUGLASS-210, Allied Signal, Inc)를 Resist Material로 사용하였다. SOG를 5000rpm/20sec로 시료위에 coating하고 250 $^{\circ}\text{C}$ /10min 대기상태에서 열처리하여 1000 \AA 두께의 막을 형성하였다. 이후 시료를 전도성 carbon paste로 sample holder에 부착하였다. 이 sample holder는 piezo scanner와는 절연되어 접지시켰으며, AFM tip에 negative voltage를 인가하면 tip과 시료사이에 강한 electric field가 형성되어 field emission에 의한 전류가 발생한다. 이 전류는 Current to Voltage Converter Amplifier를 이용하여 측정하였으며 인가되는 전압에 따라 전류량은 FN(Fowler-Nordheim) 관계식에 의하여 변화함을 확인하였다[4].

일정 전압을 유지한 상태에서 64 μm ×64 μm 크기의 영역을 주사하였다. 이때 주사속도는 가변 가능하며 본 실험에서는 128 $\mu\text{m}/\text{s}$ 로 고정하였다.

AFM 묘사의 실험장치 묘사도는 그림1에 나타내었다.

전류량은 Current to Voltage Conversion 비율이 10 $^6\text{V}/\text{A}$ 로 설정된 Operational Amplifier에 의해 측정되고 있다. 본 실험에서 시료는 100:1 BOE에 30초 동안 식각하였으며 이때 패턴이 형성됨을 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

SOG를 이용한 AFM 묘사 실험결과 전자선에 의해 노출된 영역은 노출되지 않은 영역에 비해 상대적으로 높은 식각율을 보임을 알 수 있었다.

그림 2.3.4는 전류량이 각각 5nA, 6.5nA, 10nA일 때 형성된 패턴을 AFM으로 관찰한 사진이다. 사진에서 전류량이 증가함에 따라 선폭이 증가함을 알 수 있으며, 이를 그림 5에 나타내었다.

본 논문에서는 SOG를 Positive Resist Material로 이용한 AFM lithography에 적용가능성을 입증하였다.

4. 참고 문헌

- [1] C.R.K.Marrion, "Technology of Proximal Probe Lithography", SPIE Insititutes for Advanced Optical Technologies, 1998, Vol. IS10
- [2] S.W.Park et.al, "Nanometer scale lithography at high scanning speeds with the atomic force microscope using spin on glass", Appl. Phys. Lett. 67-16, pp2415-2417, 1995
- [3] S.C.Minne, H. T. Soh, Ph. Flueckiger, and C. F. Quate, Appl. Phys. Lett. 66,703 (1995)
- [4] D. Liu and R. B. Marcus, J., "Patterning can only be performed with one plarity,a positive bias to the substrate with respect to the tip. This is consistent with the electron emission from the tip", Vac. Sci. Technol. B 12, 672, 1994

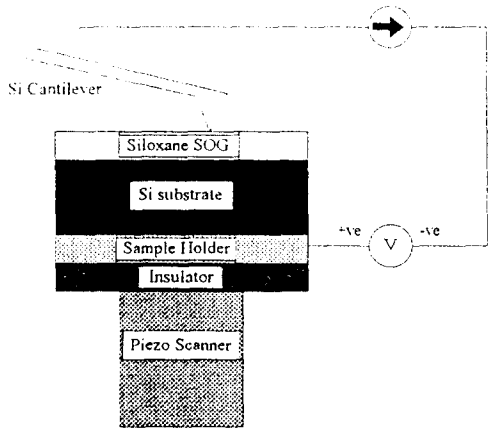


그림1. AFM의 Electron-Beam lithography의 실험장치 묘사도

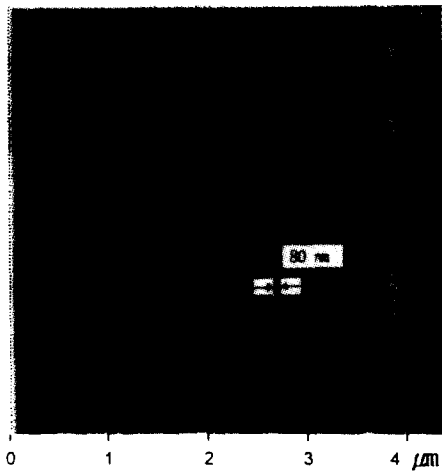


그림2. 5nA, 128 $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서의 Pattern

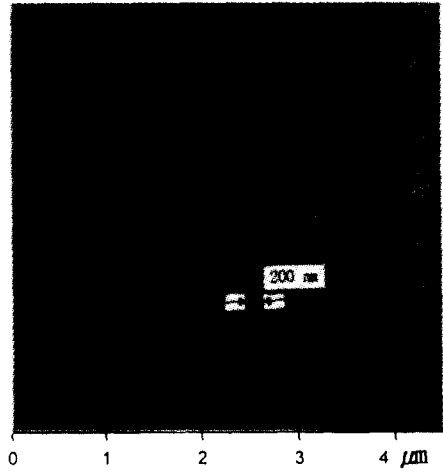


그림3. 6.5nA, 128 $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서의 Pattern

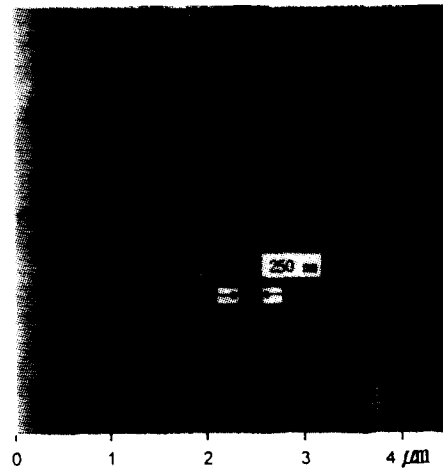


그림4. 10nA, 128 $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서의 Pattern

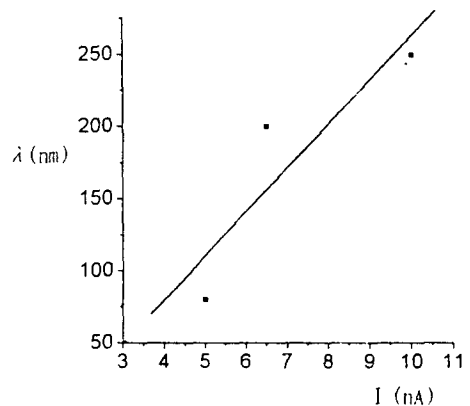


그림5. 전류량과 패턴선폭과의 관계