

# 유기 자기조립 단분자막을 이용한 레이저 포토패터닝 기술

## Laser Photo Patterning Using Organic Self-Assembled Monolayers

최무진, 장원석, 신보성, 김재구, 황경현  
한국기계연구원  
moojin@kimm.re.kr

### 1. 서론

금속 박막 위의 알칸티올분자의 흡착에 의한 자기조립단분자막(SAMs)은 접착 방지, 마찰 저하 등의 기능을 가진 코팅층으로서의 응용과 분자 또는 생분자의 미세 구조물 형성을 위한 방법으로 널리 연구되어지고 있다. 이러한 연구 중에서 자기조립단분자막(SAMs)의 매우 얇은 두께(수 nm)의 특성을 활용하여 AFM tip Scratching Lithography 또는 알칸티올 포토패터닝(alkanethiol Photopatterning) 방법을 사용함으로써 microscale의 패턴을 형성하는 연구 결과가 많은 이들의 관심을 받아왔다. 이 중에서도 특히 금속 박막(Gold, Silver)의 선택적 식각을 위한 SAMs의 안정적인 리지스트(Photo Resist)로서의 특징을 활용한 극미세 패터닝에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다.(1) 본 연구에서는 특히 SAMs를 형성하는 물질 중에서 Gold substrate 위에서 안정적으로 Monolayers를 형성하는 Alkanethiol의 자기조립박막과 펄소 레이저의 직접 패터닝을 이용하여 금 박막의 submicron size의 미세 형상을 가공하는 방법을 제시하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 레이저 가공 및 Gold Layer Etching

준비된 SAMs 시편을 펄소 레이저(800nm 파장, 200 fs의 Ti:sapphire Laser)를 이용하여 가공하였다. 가공된 시편을 미리 조제한 cyanide gold etchant(1 M KOH, 0.1 M KCN, O<sub>2</sub>)에 2시간 동안 담그며 gold를 etching한다. 이 때 gold의 효과적인 etching을 위해 필요한 O<sub>2</sub>는 stirrer를 사용하여 용액을 격렬하게 stirring함으로써 공급된다. DI water에 세척한 후 질소가스로 시편을 건조시킴으로써 실험을 마무리 한다.

Table 1 Laser patterning conditions

Material	Power (mW)	Feed Rate (mm/s)	Line Width ( $\mu$ m)
DDT	5.5	70	1.6
ODT	5.5	70	0.8

#### 3.2 AFM 측정 결과 및 고찰

DDT와 ODT 표면에 레이저를 조사하여 직선형 패턴을 형성시킨 3차원 형상을 각각 Fig. 1(a) 그리

고 Fig. 1(b)에 나타내었다. SAMs가 Table 1 에서 명시된 레이저 가공 조건 하에서 레이저가 조사된 SAMs 부분만이 적절히 제거되었으며, 나머지 영역들은 gold etchant에 대한 resist로서의 기능을 충실히 수행하여 substrate였던 100 Å 두께였던 Gold layer가 완전히 제거되었음을 알 수 있다.

Resist가 제거되는 메커니즘은 재료의 Ablation이 아닌 SAMs의 oxidation에 의한 것으로 (1) C-S 결합이 끊어짐으로 인한 head group의 표면에서의 이탈, (2) head group의 황산화물 형성 (3) 표면에서의 제거의 순서로 발생한다고 설명되고 있다.

Fig. 1 에서와 같이 동일한 레이저 가공 조건하에서 DDT와 ODT 시편에서의 직선 패턴의 선폭이 다를 수 있다. 이는 ODT 의 알킬체인의 길이가 DDT에 비해 상대적으로 길어 더 높은 가공 threshold를 갖게 됨으로써 Gaussian Distribution을 갖는 레이저 광원을 고려해 보았을 때 더 좁은 영역에서만 가공이 일어나 선폭이 줄어든 것으로 볼 수 있다.

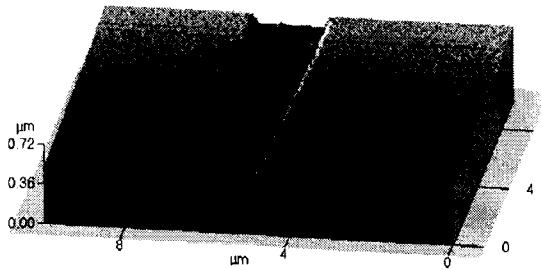


Fig. 1(a) AFM 3D image of the line pattern of DDT

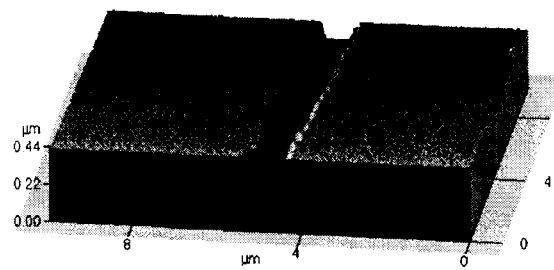


Fig. 1(b) AFM 3D image of the line pattern of ODT

#### 4. 결론

DDT와 ODT SAM 을 Resist로 사용하여 레이저 포토 패터닝을 수행하였다. DDT시편에서는 1.6 μm ODT 시편에서는 0.8 μm 선폭의 미세 패턴을 얻었다. 레이저를 직접 SAM에 조사함으로써 마스크 없는 직접 가공이 가능하였다. 또한, 기존의 관련 문헌에서와 같이 200 nm 영역의 단파장이 아닌 800 nm 의 장파장 영역의 광원을 펄스초 장비를 사용하여 SAM에 조사하여도 본 연구결과와 같은 sub-micron 선폭의 초미세 패턴을 형성할 수 있었다.

#### 후 기

본 연구는 21세기 프론티어연구개발 사업인 나노메카트로닉스기술개발사업단의 연구비 지원 (M102KN010001-02K1401-00710)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Shuqing Sun, Karen S. L. Chong, and Graham J. Leggett, "Nanoscale molecular patterning fabricated by using scanning near-field optical lithography", 124, 2414-2415. (2002)