

# 광변색물질을 이용한 근접장 광기록/재생 기술

## Near-field Recording on Re-Writable Photochromic Materials

김정용, 송기봉, 박강호  
 한국전자통신연구원, 원천기술연구소  
 305-350 대전시 유성구 가정동 161  
 jeongyong@etri.re.kr

광정보저장장치의 면밀도, 혹은 비트 사이즈는 일차적으로 사용되는 레이저의 최소집광크기에 의해 결정된다. 그러나 빛의 회절현상으로 인하여, 사용되는 레이저의 파장이하로 비트 사이즈를 줄일 수 없기 때문에 현 집광기술 발전에 의한 면밀도 증가는 곧 한계에 다다를 것으로 예상된다. 근접장 광학기술(NSOM)은 기존의 집광기술과는 달리 미세광탐침을 시료표면에 근접시켜 빛의 파장보다 훨씬 작은 광원을 만들어낼 수 있어 300Gbits/in<sup>2</sup> 이상의 기록 면밀도를 이룰 수 있다.<sup>1</sup> 그러나 근접장 광 기술이 정보 기록/재생장치에 실용적으로 쓰이기 위해서는, 고출력 광탐침의 개발 및 전송속도의 획기적인 증가, 아울러 새로운 기록 미디어의 개발이 필수적인 해결과제로 남아있다. 광변색물질은 재기록 광미디어로 연구되어오고있었는데 이 중 Diarylethene계열 합성물질은 열 안정성이 높고 양자효율이 우수하다고 알려져있다.<sup>2</sup> 이 물질을 기록 미디어로 사용한 근접장 광기록/재생이 이미 보고된바 있으나, 수초에 이르는 낮은 데이터 기록/재생속도가 문제로 남아있다.<sup>3</sup> 우리는 *acetyl substituted diarylethenes* 박막을 기록미디어로 제작하였으며, 근접광 탐침을 이용하여 70ms 의 빠른 기록속도로 반복적인 기록/재생을 성공하였다.

근접장 광정보저장장치 실험을 수행하기 위해 상용 원자력현미경(AFM, PSIA CP-Research)을 근접광학현미경으로 개조하였다. 켈티레버식 광섬유탐침(Nanonics)을 광탐침으로 사용하였는데, 광탐침에 미세거울을 부착시켜 마치 보통 AFM 탐침과 같은 방식으로, AFM 비접촉모드로 탐침 시료간 미세간극을 제어하였다. 이 방법으로 대개의 근접광학현미경이 필요로하는 복잡한 shear-force 검출과정을 생략하여 손쉽게 근접광학실험을 할 수 있다. 광검출은 기록 미디어 아래에 평면 실리콘 광다이오드를 설치하여 별도의 집광광학계없이 검출기능을 수행할 수 있게 하였다. 기록 미디어로 쓰인 광변색물질은 *acetyl substituted diarylethenes* 박막으로써 2,3-bis(2-methylbenzo[b]thiophene-3-yl) hexafluorocyclopentene (BTF6) 에서 도출되었다. 이를 진공 중에서 유리기판에 증착시켜 투명하고 일정한 시료박막을 얻는데 성공하였다. 박막은 자외선에 수분동안 노출시키면 붉은 색조를 띄며, 가시광선에 의해 바로 소색된다. 실험에 사용된 박막은 530nm 의 빛에서 최대 0.15 OD 흡수도를 나타냈다.

그림 1은 근접광 탐침에 의해 형성된 기록마크가 나타나있는 NSOM 투과image이다. 기록 방법은, 먼저 시료박막을 365nm 자외선에 수분간 노출시켜 붉은 색으로 착색시켰다. 탐침을 시료박막상 한 점에 머무르게 하고 1초간 5mW세기의 레이저를 조사 시켜 기록마크를 형성하였다. 이를 여러 지점에 반복 시행한 후, 각 점들을 포함하는 전 영역의 NSOM 투과image를 얻었다. NSOM imaging 에 쓰인 레이저 세기는 2mW 였다. 레이저 조사로 만들어진 광 기록 비트가 뚜렷하게 나타나있다. 여기에서 관찰된 마

크의 크기는 약  $1\mu\text{m}$  으로서, 사용된 탐침의 크기인  $200\text{nm}$  보다 큰데, 이것은 시료로 쓰인 박막의 두께가 약  $700\text{nm}$  인 때문으로 보인다.  $100\text{nm}$  이하의 얇은 박막을 시료로 사용한다면 기록 마크를  $100\text{nm}$  수준까지 줄일 수 있을 것으로 보인다. 이렇게 기록된 마크는 시료전체를 가시광선에 다시 노출시키면 완전히 사라졌으며, 시료박막을 다시 자외선에 노출시킴으로써 기록이 가능한 상태로 회귀하였다.

재생이 가능한 기록 마크를 형성하는데 필요한 최소 기록시간을 알아보았다. 그림 2에는 기록속도에 따른 기록 마크의 형성 형태가 나타나있다. 종래에 보고되었던 기록시간보다 훨씬 짧은  $250\text{ms}$  와  $70\text{ms}$  기록시간이 뚜렷한 기록마크를 남긴 것을 볼 수 있다.<sup>3</sup> 실험에 쓰인 레이저 세기는 탐침의 금속 코팅을 훼손시키지 않는 최대세기인데, 세기를 줄이면 더 오랜 기록시간이 필요하였다. 이것은 탐침의 광효율이 더 좋아 더 큰 광밀도로 기록할수 있다면 더 짧은 기록시간도 가능하다는 것을 의미한다. 본 실험에 쓰인 광탐침의 광효율은 약  $10^{-5}$  이며, 현재 저자들이 제작하고있는 반도체 공정에 의한 제작된  $10^{-3}$  단위의 광탐침을 실험에 사용한다면  $\text{ms}$  이하의 기록 시간이 가능할 것으로 보인다.

요약하면, 광변색물질인 acetyl-substituted diarylethene 를 합성하여 근접광 기록 미디어로 사용하였다. 재기록/재생이 가능한 기록 마크형성에 성공하였으며, 고효율 광탐침의 제작으로, 기록시간을  $\text{ms}$  이하로 줄일 수 있음을 알아내었다.

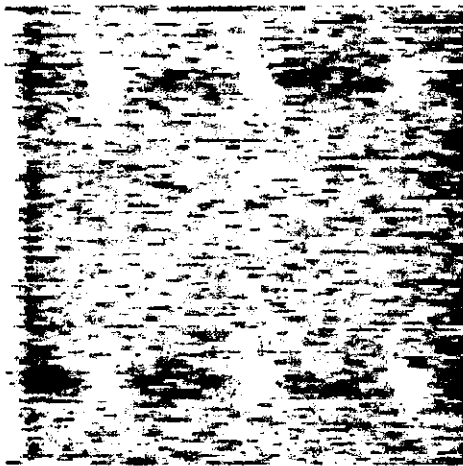


그림 1 광변색물질에 근접광탐침에 의해 기록된 기록 마크.  $30 \times 30\ \mu\text{m}$

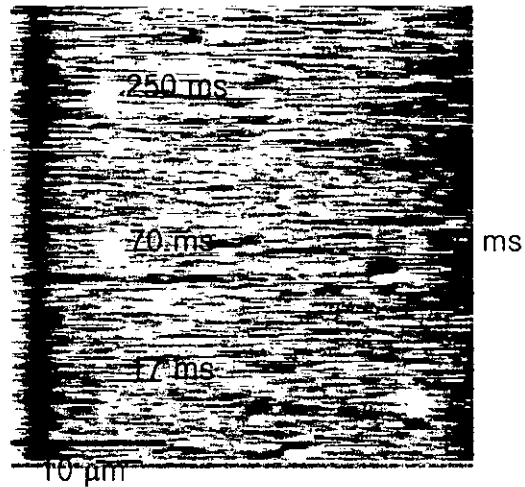


그림 2 기록시간에 따른 기록 마크 형태

#### 참고문헌

1. E. Betzig, E. Betzig, J. K. Trautman, R. Wolfe, E. M. Gyorgy, and P. L. Finn, *Appl. Phys. Lett.* **61**, (1992) 142
2. M. Irie, *Chem. Rev.* **100** (2000) 1685
3. M. Hamano and M. Irie, *Jpn. J. Appl. Phys.* **35**, (1996) 1764