

광/전기로 유도되는 광 암색화와 근접장 정보저장

Optical & electrical induced nano-scale photo-darkening effect on non-oxide thin film and near-field data-storage

송 기봉*, 김 은경, 김 준호, 이 성규, 박 강호
한국전자통신연구원 반도체 원천기술연구소
kbsong@etri.re.kr

광 회절한계를 극복한 기록밀도 향상 기술로 대두된 근접장 응용 정보저장기술은 차세대 광 정보저장의 핵심기술로 간주되고 있다. 근접장을 응용한 기술[1]에는, 근접장 헤드구조의 관점에서, 근접장 효과 렌즈(SIL), 탐침형, 미소구멍레이저, 안테나 구조 등 나노크기 Aperture를 가지는 구조 등이 있다. 그러나 각각의 근접장 헤드구조에 적합한 특히, 탐침형 근접장 방식에 적합한 근접장 매체에 대한 활발한 연구는 아직 진행되고 있지 않다.

칼코제나이드 계열의 원자들은 다양한 물리적 현상으로 인하여 정보저장, 정보처리등의 다양한 소재로 사용될 수 있다. 이 원자들은 가전자대에 고립전자쌍(lone pair electrons)이 존재하며 대표적 물성으로는 상변화(phase change), 광 암색화(photo-darkening), 자체집광(self-focusing)[2,3], 거대팽창(giant volume expansion), 광 유도 물질이동(photo-induced mass transport)등이 있다. 상변화 GeSbTe의 경우 되쓰기형 광 기록매체로 활발하게 적용되고 있으며 특히, 광암색화 현상은 새로운 가능성이 가능한 것으로 예측되는 칼코제나이드(ChG) 물질의 대표적인 광 특성이다.

광 암색화 현상은 흡수 끝(absorption edge)에 해당되는 에너지를 가진 레이저 빛을 조사하였을 때 흡수 끝이 장파장으로 이동하며 흡수계수와 굴절률이 증가하는 현상이다. 본 연구에서는 이러한 광 암색화 현상을 나타내는 ChG 소재를 탐침형 근접장 매체로 적용하여 보았으며, 근접장 탐침을 이용하여 광 변화를 유도할 때 나타나는 근접장 기록/재생 조건에 대해 알아보았다. 근접장 탐침은, 칼코제나이드 박막의 가전자대에 존재하는 고립전자쌍으로 인한 결합 깨짐을 유도하기 위한, 광 유도 광 암색화 및 전기유도 광 암색화용 탐침으로 사용되었다.

그림1은 근접장 탐침을 이용하여 칼코제나이드(ChG)-I 박막(As₂S₃)의 광 암색화 현상을 유도하기 위한 나노구조의 광/전기 실험장치이다. 실험을 위하여 ChG-I 박막은 Au 박막 10nm위에 각각 30nm, 45nm 씩 열 증착하였다. 두께 45nm 박막은 유리전이온도 근처에서 열처리하였다. 먼저 열처리하지 않은 박막에서 탐침끝 크기 200nm이하인 근접장을 이용하여 광 기록 및 전기 기록하여 비교하였다. 또한 열과 빛에 대해 가역적인 특성을 나타내는 열처리한 ChG-I 박막의 광 암색화 특성이 전기펄스를 인가하여도 나타나는지 조사하였다. 광 암색화 현상을 전기적으로 유도하는 이유는 광 암색화가 전기적으로도 가능한지 조사하기 위한 것과 함께 광 유도 광 암색화는 광 암색화 시간이 상대적으로 느리기 때문에, 전기적으로 유도되는 광 암색화 시간과 비교하기 위함이다. 그림2는 각각 열처리하지 않은 ChG-I 박막의 광 및 전기에 의해 유도된 광 암색화의 광 이미지를 나타낸다. 근접장 광 이미지는 투과모드 근접장 현미경(NSOM)을 이용하여 측정하였다. 광유도 광 암색화에 사용된 빛의 파장은 514nm, 펄스폭은 각각 6ms였다. 또한, 전기유도 광 암색화에 사용된 전압은 14V, 펄스 폭은 5ms였다.

그림3(a),그림3(b)는 열처리된 박막에서 전기적으로 유도한 광 암색화를 측정된 표면구조와 광 이미지이다. 전기유도 광 암색화에 사용된 전압은 약 9V, 펄스 폭은 동일하게 5ms였다. 일반적인 ChG-I 박막의 경우, 일반적으로 열처리된 박막의 투과율은 열처리하지 않은 박막의 투과율보다 낮게 된다. 또한 광유도 광 암색화의 경우, 열처리된 박막에서 광 암색화가 유도되었을 때 상대적으로 투과율이 또한 낮게 된다. 그림3(b)에서 보는바와 같이 전기유도 광 암색화 또한 광 투과율이 낮게 됨을 알 수 있다. 전기유도 광암색화시 발생하는 박막의 두께변화를 AFM을 통하여 측정하였을 때 박막의 두께가 수nm 감소하였다. 이러한 박막의 두께 변화에 따른 투과율변화 정도를 계산하면, 박막두께가 64nm 이하였을 때, 박막의 두께가 얇아질수록 광 투과율이 증가하게 된다. 그러나 그림3(b)에서 박막의 두께가 다소 얇아져 투과율이 증가하여야 되지만 반대로 광 투과율은 저하되었다. 이러한 현상은 결국 전기적으로 광 암색화가 유도되었음을 의미한다.

한편, 근접장 탐침방식에 적절한 근접장 매체가 되기 위해서는 상대적으로 큰 반사도 차이, 적당한 응점의 소재, 빠른 이완에 따른 기록 비트 형성이 용이하여야 하며 또한 탐침의 훼손이 없는 박막구조가 되어야 한다. 본 실험에 사용된 ChG-I박막은 단순히 정보저장 기능성이 존재하는지를 파악한 것이며 근접장 기록에 최적인 ChG 박막조건에 대해 추후 논의될 것이다.

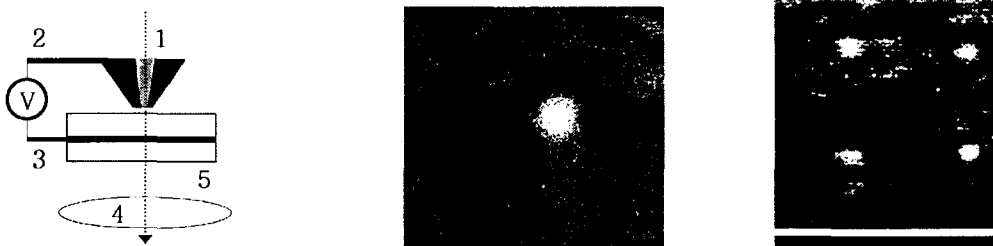


그림1. 근접장탐침을 이용한 장치 그림2. NSOM으로 측정된 광 암색화 (가)광유도-왼쪽 (나)전기유도-오른쪽

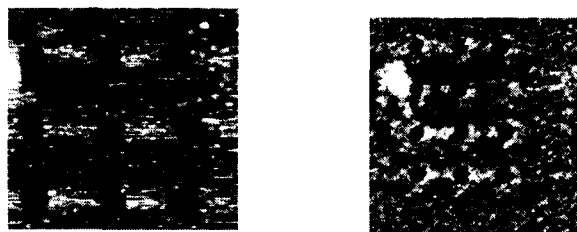


그림3. 열처리된 ChG-I 박막 (가) 표면 이미지-왼쪽 (나) 광 이미지-오른쪽

참고문헌

[1] R. Imura, T. Shintani, K. nakamura and S. Hosaka, Micro. Eng. 30, 387 (1996).
 [2] K. Tanaka, Phys. Rev. B, 30, 4549 (1984).
 [3] K. B. Song, J. Lee, J. H. Kim, K. Cho and S. Kim, Phy. Rev. Lett., 85, 3842 (2000).