

## 입사빔의 파장에 따른 AsGeSeS & Ag/AsGeSeS 박막의 홀로그래픽 데이터 소거특성

구용운, 정홍배\*

광운대학교 전자재료공학과

### Holographic Data Grating Formation of AsGeSeS Single & Ag/AsGeSeS Double Layer Thin Films with the Incident Beam Wavelength

Yong-Woon Koo, Hong-Bay Chung\*

Dept. of Electronic Materials Eng. Kwangwoon Univ. 139-701, Seoul, Korea

**Abstract** - We investigated the diffraction efficiency, erasing property and rewriting property of diffraction grating with each wavelength of recording beam. A (P:P) polarized light was exposed on AsGeSeS and Ag/AsGeSeS thin film to form a diffraction grating by HeNe(632.8nm) laser and DPSS(532nm) laser. At the maximum efficiency condition, unpolarized HeNe laser beam was irradiated to erase the generated diffraction grating. The HeNe laser showed more higher diffraction efficiency and the DPSS laser showed more faster diffraction grating time. At erasing and rewriting process, AsGeSeS(61%-85%) thin film showed better property than Ag doped Ag/AsGeSeS(53%-63%) double layer structured thin film.

#### 1. 서 론

최근 전자정보통신산업, 멀티미디어, 나노테크놀로지 기술의 급속한 발전이 이루어져 막대한 양의 정보를 효과적으로 기록, 저장, 재생하기 위한 새로운 초고밀도, 초고속 정보저장 장치의 개발이 필요하게 되었다. 이러한 정보저장 장치 중 상용화 가능성과 응용성으로 많은 흥미를 끌고 있는 기술중의 하나가 홀로그래픽 정보저장(holographic information storage) 기술이다. 이러한 홀로그래픽 방법은 광저장뿐만 아니라 3D 디스플레이 분야에서의 응용으로도 각광을 받고 있는 방법이며, 이 방법은 높은 저장 밀도와 병렬 액세스(parallel access), 그리고 빠른 속도를 가지고 있어, 현재 사용되고 있는 CD나 DVD보다 높은 저장밀도와 고속 데이터 판독 기능이 가능하여 기존의 정보저장 방법의 한계를 해결할 것으로 생각되므로 새로운 홀로그래픽 기록 재료의 개발이 필요하게 되었다. 특히 홀로그래픽 방법으로 제작된 소자는 기계적으로 형성된 개략적 소자에 비해 제작이 용이하고, 일정한 격자간격과 높은 분해능을 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 회절격자와 같은 광학소자의 제작에 안정한 재료의 범위는 극히 제한되어 있고 따라서 이들 재료의 개발이 필요하게 되었다. 최근까지 고 분해능과 relief 구조 형성 등의 용이함에 따라 유기물 포토레지스트 재료가 주로 사용되었으나 재료가 용액(solution)형태로 제작되어야 하고 대부분의 이러한 재료들은 소자의 안정성 및 취급에 문제점을 나타내고 있다. 비정질 칼코게나이드 As-Ge-Se-S 박막은 매질이 빛에 노출될 경우 굴절률이 달라지는 광굴절 효과와 광원의 편광방향에 따라 우수한 광학적 이방성 특성을 나타내는 물질로 보고된 후 홀로그래픽 매질로써 가능성에 대해 많은 연구가 진행되어 왔으며, 광감도가 우수하고, 박막화, 저장정보의 소거특성, 제작의 용이성 및 안정성이 우수하여 차세대 광기록 매질로 크게 기대되고 있다.

본 연구에서는 높은 회절효율과 안정성, 우수한 광유기 이방성을 갖는 As-Ge-Se-S계 비정질 칼코게나이드 박막[12-13]을 기본으로 기록빔에 따른 효율을 측정하기 위하여 파장이 서로 다른 He-Ne(632.8nm)와 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm) laser를 이용하여 회절효율을 비교해보았다. 또한 기록효율을 높이기 위하여 Ag층을 형성시킨 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막을 제작하여 세기편광홀로그래픽 방법으로 [P:P] 편광상태의 기록빔을 이용, 홀로그래픽 격자를 형성하여 As-Ge-Se-S 단일박막과의 비교를 통하여 박막형 대용량 광 기록 저장매질로서의 응용성을 찾고자 한다.

#### 2. 실험

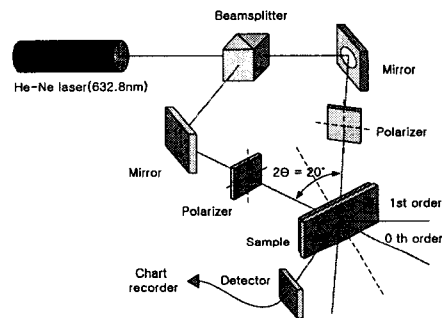
본 연구에 사용된 비정질 칼코게나이드 박막은 As<sub>40</sub>Ge<sub>10</sub>Se<sub>50-x</sub>S<sub>x</sub>(x= 0, 25, 35 at.%) 중 최대 가역적 광구조적 변화(reversible photo-structural transformation)를 갖는 As<sub>40</sub>Ge<sub>10</sub>Se<sub>15</sub>S<sub>35</sub>의 박막을 선택하였다. As-Ge-Se-S계 비정질 벌크는 진공 봉입하여 전기로에서 충분히 반응하도록 한 후 Water quenching 방법을 사용하여 제작하였다. 칼코게나이드 박막은 corning glass 위에 열진공증착기(thermal vacuum evaporator)를 이용하여 약 2×10<sup>-6</sup>Torr의 진공도에서 1.0μm의 두께를 갖도록 제작하였고, Ag는 60nm 제작하였다. 두께 및 광학상수는 N&K Analyzer (NKT 1200)를 사용하여 측정하였다.

그림 1은 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. 실험에는 He-Ne Laser(632.8nm: 23mW)와 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm: 200mW)를 사용하였다. 빔은 Beam splitter(BS)를 지나 두 개의 기록빔으로 나누어지고, mirror로부터 반사된 두 개의 빔은 각각의 beam polarizer를 사용하여 (P:P)편광을 만들고, +1st의 회절빔 세기를 실시간으로 측정하여 회절효율을 구하였다. 회절효율은 이와 같은 격자간격으로 형성된 격자에 의해 초기 입사빔(I<sub>input</sub>)이 회절 되어 나타나게 된다. 이중 첫 번째 회절되어 나타난 빔의 세기(I<sub>1st-order</sub>)를 측정하여 아래와 같이 나타낼 수 있으며, 홀로그래픽에서의 격자 형성에 의한 회절효율(diffraction efficiency:η)을 나타낸다.

$$\eta = \frac{I_{1st-order}}{I_{input}} \times 100\%$$

두 기록빔 사이의 각 2θ는 격자 간격 1.8μm를 얻기 위해 20°로 하였다. 기록빔의 세기는 두 laser 모두 2.7mW/cm<sup>2</sup>를 유지하였다.

박막의 열처리는 칼코게나이드 물질의 유리점 천이온도 부근인 200°C에서 5분간 RTA를 이용하여 1×10<sup>-3</sup>Torr조건에서 질소를 주입하여 열처리를 실시하였다. 그리고 비 편광빔(He-Ne laser)을 조사하여 기록된 격자의 소거를 진행하였다.



〈그림 1〉 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도

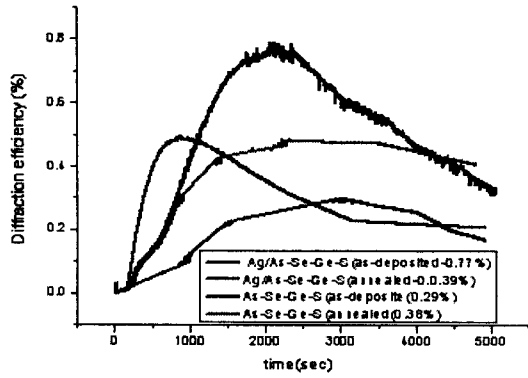
#### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 세기 편광 홀로그래픽 방법을 이용하여 He-Ne laser(632.8nm)를 이용하여 두 기록빔이 (P:P) 편광 상태일 때 시간에 따른 As-Ge-Se-S 단일박막과 Ag/As-Ge-Se-S 이중층 박막의 회절 효율을 측정한 결과이다. 이중층 박막의 경우 약 200초 부근부터 회절효율은 급격히 증가하여 2000초 부근에서 최대 회절효율 0.77%가 나타났고, 단일박막의 경우 3000초 부근에서 최대회절효율 0.49%를 나타냈다.

이중층 박막에서는 as-deposited 미처리박막이 열처리(0.47%) 한 것보다 높은 회절 효율을 나타낸 반면 단일 층 박막에서는 열처리 한 것이 미처리(0.38%)한 것보다 높은 회절 효율을 나타냈다. 이와 같은 결과는 열처리에 의해서 As-Ge-Se-S 단일박막에서의 광 팽창 효과에 의한 릴리프 형 격자의 형성으로 인하여 기록시간과 최대회절효율 특성이 개선된 반면 단일박막일 때와 다르게 Ag/As-Ge-Se-S 이중박막에서는 열처리시 Ag의 광도팽에 의해서 박막내의 IVAP 생성 공간에 Ag 가 채워졌기 때문에 오히려 회절 효율이 감소된 것으로 사료 된다.

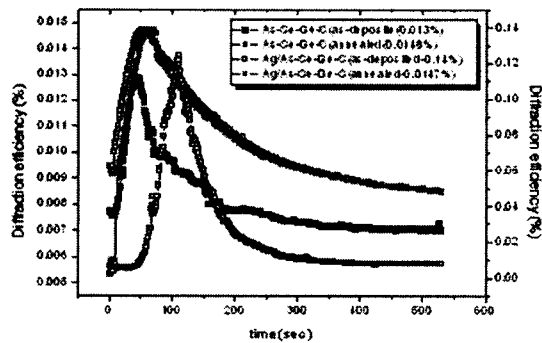
그림 3는 DPSS laser에 의한 단일박막과 이중층 박막의 회절효율을 나타낸 그래프이다. 열처리한 이중박막에서의 회절효율은 110초 부근에서 최대회절 효율0.14%를 나타내었으며, 미처리한 박막은 0.0147%를 나타냈고 단일 박막의 경우 열처리 한 박막은 0.0148%를 나타냈고 미처리한 박막은 0.013%를 나타냈다.

이 결과로 보면 DPSS Laser에서도 He-Ne Laser 와 유사한 열처



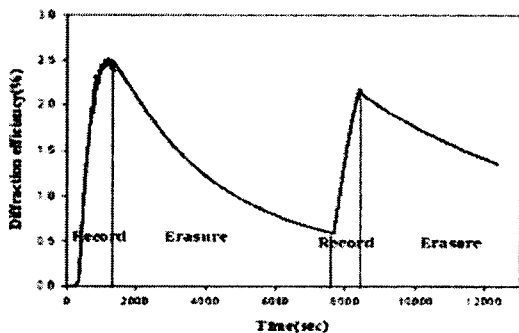
〈그림 2〉 He-Ne laser에 의한 격자형성

리와 미처리시의 특징을 보여주고 있다.



〈그림 3〉 DPSS laser에 의한 격자형성

그림 4는 He-Ne laser를 사용하여 형성된 회절 적자를 He-Ne laser 비편광빔을 상용하여 소거한 그래프이다. 4000초 정도 소거시 77%정도가 소거되었고, 88%의 재기록특성을 보였다



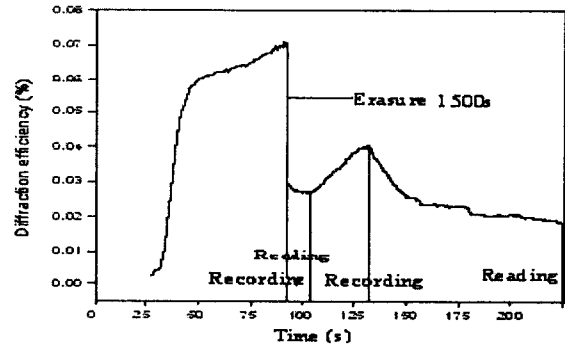
〈그림 4〉 He-Ne 비 편광빔에 의한 소거

그림5는 DPSS laser로 단일박막에 형성한 격자를 비편광 He-Ne laser로 소거 및 재기록 한 것이다. 1500초 정도 소거시 61%정도가 소거되었고, 재기록시 85%의 재기록 특성을 보였다. 그림6은 DPSS laser를 사용하여 격자를 형성한 Ag 이중층 박막에 비편광 He-Ne laser빔으로 소거한 것이다. 1500초 정도 광 조사한 경우, 53%정도가 소거되었으며, 재기록시 63% 정도의 재기록 특성을 나타내었다. 그동안 연구해온 바에 따르면 Ag층을 형성시킨 박막에서 회절효율이 증가하여 회절격자 소거시에도 Ag층을 형성시킨 박막에서 더 좋은 특성이 나타나리라 생각하였지만 DPSS laser의 결과는 단일박막의 경우가 우수한 것으로 나타나 기록시의 laser 파장에 따른 결과인지 소거시의 laser 빔의 파장에 따른 결과인지 또는 기록시 편광 상태된 빔의 결과인지 아직은 확실치 않아 이러한 결과의 분석은 더욱 연구해 보아야할 과제로 생각된다.

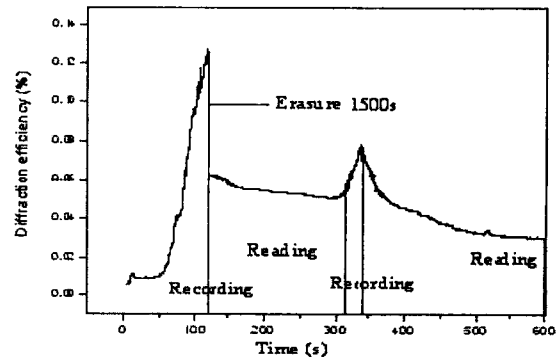
#### 4. 결 론

본 실험에서는 파장이 서로 다른 DPSS Laser 와 He-Ne Laser를 사용하여 As-Ge-Se-S 단일박막과 Ag/As-Ge-Se-S 이중박막에서의 회절효율

특성과 열처리 유무에 따른 회절효율 특성, 그리고 소거 및 재기록 특성을 살펴보았다. 가장 높은 회절효율을 보이는 박막은 He-Ne Laser를 사용한 Ag/As-Ge-Se-S 이중박막에서 최대 회절 효율 0.77(2000s)%를 보였으며 DPSS Laser를 사용한 Ag/As-Ge-Se-S 이중박막에서 최대 회절 효율인 0.14%(130s)를 나타냈다. 소거시 He-Ne laser로 격자형성된 샘플에서 더 높은 소거특성(77%)와 재기록(88%) 특성을 보였고 DPSS laser로 격자형성된 샘플에서는 빠른 격자형성(45s) 시간과 빠른(40s) 고 높은(85%) 재기록 특성을 보여주었다. 앞서 설명한 단일박막과 Ag층이 형성된 박막에서의 DPSS laser사용시 이제까지의 연구결과와 상치되는 결과에 대한 자세한 분석은 더욱 더 연구가 진행되어야 할 과제로 판단된다.



〈그림 5〉 As-Ge-Se-S(DPSS laser) 단일박막에서의 (He-Ne laser)소거특성



〈그림 6〉 Ag/As-Ge-Se-S(DPSS laser) 이중층박막에서의 (He-Ne laser)소거특성

#### 감사의 글

This research was supported by the MIC (Ministry of Information and Communication), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program supervised by the IITA (Institute of Information Technology Assessment) (IITA-2005-C1090-0502-0038).

#### 〔참 고 문 헌〕

- [1] T. Todorov et al. "High sensitivity material with reversible photoinduced anisotropy", Opt. Commun, Vol. 47, p. 123, 1983
- [2] H. B. Chung et al., 'The measurement on diffraction efficiency in polarization holography using amorphous chalcogenide thin films', KIEEME, Vol. 12, p. 1192, 1999.
- [3] H. Fritzsche, "The origin of photo-induced optical anisotropies in chalcogenide glasses", J. Non-Cryst. Solids, Vol. 164-166, pp. 1169 1993.
- [4] H. B. Chung et al., "On Ag-doping in amorphous Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> thin film by He-Ne and He-Cd laser exposures and its optical characteristics", J. Non-Cryst. Solid, Vol. 279, p. 209, 2001.
- [5] Y. W. Koo, J. H. Kim, J.W. Kang, H. B. Chung, "Holographic Data Grating Formation of AsGeSeS Single & Ag/AsGeSeS Double Layer Thin Films with the Incident Beam Wavelength" Conf. Elec. Material on KIEE, spring session, PO-34, p.132, May, 2006
- [6] Y. W. Koo, S. M. Koo, H. B. Chung, "Holographic grating erasing characteristics by thermal annealing method on chalcogenide As-Ge-Se-S thin film" F001-004-000154, ICEE, July, 2006