

Se-base로 한 비정질 칼코게나이드 박막의 홀로그래픽 격자 형성

구용운, 최혁, 남기현, 정홍배*

광운대학교 전자재료공학과

A Study on Holographic Grating Formation in Se-base Amorphous Chalcogenide Thin Films

Long-Yun Ju, Hyuk Choi, Ki-Hyeon Nam, Hong-Bay Chung*

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

Abstract: In this paper, we investigated the diffraction grating efficiency on Ge₇₅Se₂₅ and Ag-doped amorphous chalcogenide Ag/Ge₇₅Se₂₅ thin film for used to volume hologram. The film thickness was 2 μm and diffraction efficiency was obtained from He-Ne (632.8nm) and DPSS(532nm) (P:P) polarized laser beam on Ge₇₅Se₂₅ and Ag/Ge₇₅Se₂₅ thin films. As a result, for the films, the diffraction efficiency on Ag/Ge₇₅Se₂₅ double layer, was better than single Ge₇₅Se₂₅ thin films. The recording speed of DPSS laser is higher than that of He-Ne laser.

Key Words : DPSS laser, Diffraction Efficiency, Chalcogenide, Ag-doped, (P:P) polarized.

1. 서론

최근 전자정보 통신 산업, 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.

최근에는 칼코게나이드 박막이 홀로그래픽 데이터 시스템에 직접 응용되기 위해 필요한 높은 회절효율(high diffraction efficiency), 높은 광감도(high photo-sensitivity), 우수한 광품질(high photo-resolution)에 대한 연구에 대해 많은 관심이 집중되고 있다.[1-2]

비정질 칼코게나이드 박막은 매질이 빛에 노출될 경우 굴절률이 달라지는 광굴절 효과와 광원의 편광방향에 따라 우수한 광학적 이방성 특성을 나타내는 물질로 보고된 후 홀로그래피 매질로써 가능성에 대해 많은 연구가 진행되어 왔으며, 광 감도가 우수하고, 박막 화, 저장정보의 소거특성, 제작의 용이성 및 안정성이 우수하여 차세대 광 기록 매질로 크게 기대되고 있다.

본 연구에서는 홀로그래픽 기록매질로서 연구가 진행되고 있는 칼코게나이드 계열의 재료 중 무기질 레지스트로 주로 연구가 진행되었던 Ge₇₅Se₂₅물질을[3] 이용하여 He-Ne laser (632.8nm)와 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm) laser에 의한 홀로그래픽 회절격자의 형성효율을 관찰함으로써 광소자 응용 및 체적형 대용량 광 기록 저장매질로서의 응용성을 찾고자 한다.[4]

2. 실험 방법

2.1 Sample 제작

본 연구에 사용된 비정질 칼코게나이드 Ge₇₅Se₂₅ 박막은 세척된 Corning glass기판 위에 열진공증착기를 이용하여 약 2×10⁻⁵Torr의 진공도에서 2.0μm 두께로 박막을 제작하였다. 박막의 증착 속도는 ~2Å/sec로 증착하였으며, 광 도핑 재료로 사용되는 순도 5N(99.999%)의 Ag를 약 2×10⁻⁵ Torr에서 같은 방법으로 40nm 두께로 제작하였다. 박막의 두께는 결정감지기를 이용한 실시간 두께 측정기를 사용하여 증착과 동시에 측정한 후, 박막 특성 분석기(n&k thin film analyzer ; NKT 1200)를 이용하여 확인하였다.

2.2 실험장치

그림 1은 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. 실험에는 He-Ne laser(632.8nm)와 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm) laser를 사용하였다. He-Ne laser의 빔의 세기는 2mW/cm², DPSS laser는 0.5mW/cm²로 하였다. 빔은 Beam splitter(BS)를 지나 두 개의 기록 빔으로 나누어지고, mirror로부터 반사된 두 개의 빔은 각각의 beam polarizer를 사용하여 (P:P)편광을 만들고, +1st의 회절 빔 세기를 광전력미터(Universal optical power mete)r로 실시간 측정하였다.[5] 아래의 공식은 홀로그래픽에서의 격자 형성에 의한 회절효율(diffraction efficiency:η)을 나타낸 것이다.

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

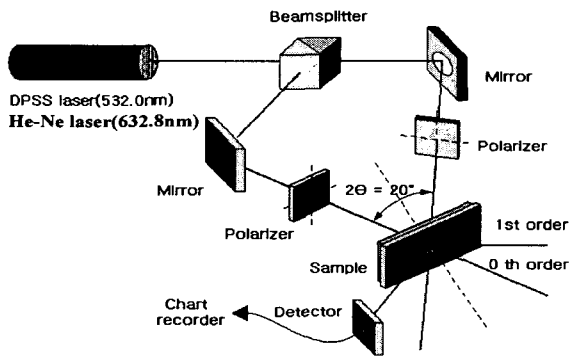


그림 1. 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도

3. 결과 및 결과

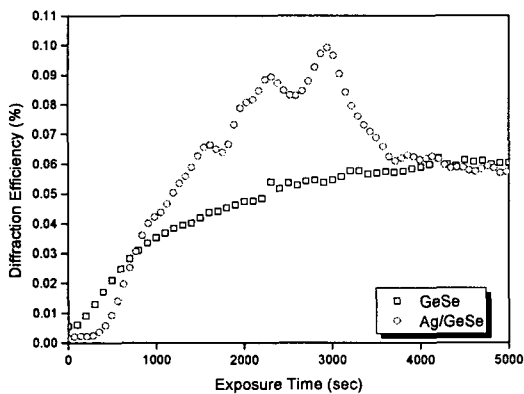


그림 2. He-Ne laser에 의한 회절효율

그림2는 He-Ne laser 에 의한 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일막과 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층박막에서의 홀로그래픽 회절효율을 나타낸 그래프이다. 그림에서 볼 수 있듯이 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일박막은 4000s 부근에서 약 0.06%의 회절 효율을 나타냈으며 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층박막일 경우 3000s 부근에서 약 0.1%의 회절효율을 나타냈다.

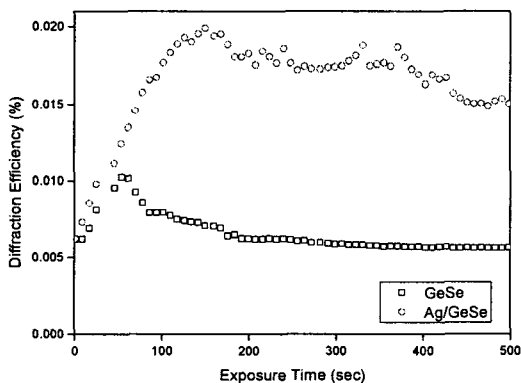


그림 3. DPSS laser에 의한 회절효율

그림3은 DPSS laser 에 의한 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일막과 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층박막에서의 홀로그래픽 회절효율을 나타낸 그래프이다. 그림에서 볼 수 있듯이 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일박막은 60s 부근에서 약 0.011%의 회절 효율을 나타냈으며 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층박막일 경우 120s 부근에서 약 0.02%의 회절효율을 나타냈다.

4. 결론

본 실험에서는 He-Ne laser 와 DPSS (Diode Pumped Solid State) Laser를 사용하여 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일박막과 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층 박막에서의 회절효율 특성을 살펴보았다. 서로 다른 파장의 빔에 의하여 효율이 현저하게 다른 특성을 나타 내었다. DPSS laser는 He-Ne laser 보다 현저히 빠른 격자형성시간을 나타 내었고 He-Ne laser는 He-Ne laser 보다 높은 회절효율을 나타냈다. 최대 회절효율 He-ne laser 에 의한 $Ag/Ge_{75}Se_{25}$ 이중층박막에서 0.1%의 회절효율을 나타냈으며 최대 회절격자형성시간은 $Ge_{75}Se_{25}$ 단일박막에서 DPSS laser 에 의하여 빠른 회절격자 형성시간 60s를 나타냈다.

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-2006-C1090-0603-0018).

참고 문헌

- [1] Y. Utsugi and S. Zembutsu, "Diffraction efficiency of relief-type gratings in amorphous chalcogenide films", Optics Communications, Vol.17(1), pp.28-31, 1976
- [2] Y. Ohmachi and T. Igo, "Laser-Induced Refractive-Index Change in As-S-Se glasses", Appl. Phys. Lett., Vol.20, No.12, pp.506, 1972.
- [3] H.Y. Lee, H.B. Chung, "Amorphous $Se_{75}Ge_{25}$ Resist Profile Simulation of Focused-Ion-Beam Lithography", Jpn. J. Appl. Phys., Part1, 36(4A), pp.2409-2414, April, (1997)
- [4] S.J. Jang, C.H. Yeo, J.I. Park, H.Y. Lee, H.B. Chung, " Polarization Dependence of photoinduced birefringence in Chalcogenide Thin Film", MNC(Microprocesses and Nanotechnology 2000), july.pp196-197 (2000)
- [5] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H. B. Chung, "The measurement on diffraction efficiency in polarization holography using amorphous chalcogenide thin films" J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., V. 12, N. 12, pp.1192-1197, 1999