

DPSS Laser에 의한 AsGeSeS, Ag/AsGeSeS 와 AsGeSeS/Ag/AsGeSeS 박막의 홀로그래픽 데이터 격자형성

구용운, 구상모, 조원주, 정홍배*
광운대학교 전자재료공학과

Holographic Data Grating Formation of AsGeSeS Single layer , Ag/AsGeSeS double layer And AsGeSeS/Ag/AsGeSeS Muti-layer Thin Films with the DPSS Laser

Yong-Woon Koo, Sang-Mo Koo, Won-Ju Cho, Hong-Bay Chung*
Dept. of Electronic Materials Eng. Kwangwoon Univ. 139-701, Seoul, Korea

Abstract - We investigated the diffraction grating efficiency by the DPSS laser beam wavelength to improve the diffraction efficiency on AsGeSeS & Ag/AsGeSeS thin film. Diffraction efficiency was obtained from DPSS(532nm)(P:P)polarized laser beam on AsGeSeS, Ag/AsGeSeS and AsGeSeS/Ag/AsGeSeS thin films. As a result, for the laser beam intensity, 0.24 mW, single AsGeSeS thin film shows the highest value of 0.161% diffraction efficiency at 300 s and for 24 mW, it was recorded with the fastest speed of 50 s, which the diffraction grating forming speed is faster than that of 0.24 mW beam. Ag/AsGeSeS and AsGeSeS/Ag/AsGeSeS multi-layered thin film also show the faster grating forming speed at 2.4 mW and higher value of diffraction efficiency at 0.24 mW.

1. 서 론

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 가술중의 하나가 홀로그래픽 정보저장(holographic information storage) 기술이다. 이러한 홀로그래픽 방법은 광 저장뿐만 아니라 3D 디스크레이 분야에서의 응용으로도 각광을 받고 있는 방법이며, van Heerden에 의해 제안된 홀로그래픽 메모리는 몇 세기 동안 많은 관심이 집중되었다. 이는 높은 저장 밀도와 병렬 액세스(parallel access), 그리고 빠른 속도를 가지고 있어 정보저장기술 분야에서 매력적이며[1] 현재 사용되고 있는 CD나 DVD보다 높은 저장밀도와 고속 데이터 편집 기능이 가능하여 기존의 정보저장 방법의 한계를 해결할 것으로 생각되어 새로운 홀로그래피 기록 재료의 개발이 필요하게 되었다.

회절격자의 제작에는 여러 방법이 있으나 특히 홀로그래픽 방법으로 제작된 소자는 기계적으로 형성된 재래식 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 이를 재료의 개발이 필요하게 되었다. 최근까지 고 분해능과 relief 구조 형성 등의 용이함에 따라 유기물 포토리저스트 재료가 주로 사용되었으나 재료가 용액(solution) 형태로 제작되어야 하고 대부분의 이러한 재료들은 소자의 안정성 및 취급에 문제점을 나타내고 있다 [2-3].

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

본 연구에서는 높은 회절효율과 안정성, 우수한 광유기 이방성을 갖는 As-Ge-Se-S계 비정질 칼코게나이드 박막[4-5]을 기본으로 기록 빔의 세기에 따른 효율을 측정하기 위하여 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm) laser를 이용하여 회절격자를 형성시켰다. 또한 기록효율을 높이기 위하여 Ag층을 형성시킨 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막과 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S다중 박막을 제작하여 세기편광홀로그래피 방법으로 (P:P) 편광상태의 기록 빔을 이용하여

홀로그래픽 격자를 형성하였으며 As-Ge-Se-S 박막와의 비교를 통하여 박막 형 대용량 광 기록 저장매질로서의 응용성을 찾고자 한다.

2. 본 론

2.1 Sample 제작

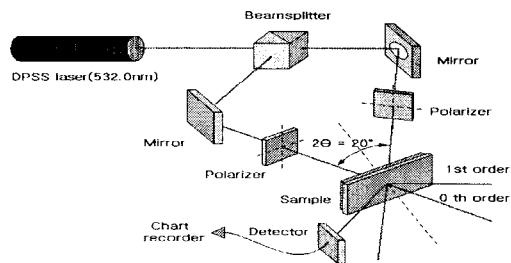
본 연구에 사용된 비정질 칼코게나이드 박막은 As₄₀Ge₁₀Se₅₀-xS_x(x= 0, 25, 35 at.%) 중 최대 가역적 광구조적 변화(reversible photo-structural transformation)를 갖는 As₄₀Ge₁₀Se₁₅S₃₅의 박막을 선택하였다. As-Ge-Se-S계 비정질 벌크는 진공 냉입하여 전기로에서 충분히 반응하도록 한 후 Water quenching 방법을 사용하여 제작하였다. 칼코게나이드 박막은 corning glass 위에 열진공증착기(thermal vacuum evaporator)를 이용하여 약 2×10^{-6} Torr의 진공도에서 1.0 μm의 두께를 갖도록 제작하였고, Ag는 60nm 두께로 제작하였다. 다층 박막은 칼코게나이드 박막 0.5 μm의 두께로 Ag는 60nm 두께로 샌드위치 구조를 만들었다, 두께 및 광학상수는 N&K Analyzer (NKT 1200)를 사용하여 측정하였다.

2.2 홀로그래픽 격자 형성

그림 1은 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. 실험에는 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm: 200mW/cm²)를 사용하였다. 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 실시간으로 측정하여 회절효율을 구하였다. 회절효율은 이와 같은 격자 간격으로 형성된 격자에 의해 초기 입사 빔(Input)이 회절되어 나타나게 된다. 이중 첫 번째 회절 되어 나타난 빔의 세기(1st-order)를 측정하여 아래와 같이 나타낼 수 있으며, 홀로그래픽에서의 격자 형성에 의한 회절효율(diffraction efficiency)을 나타낸다.

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

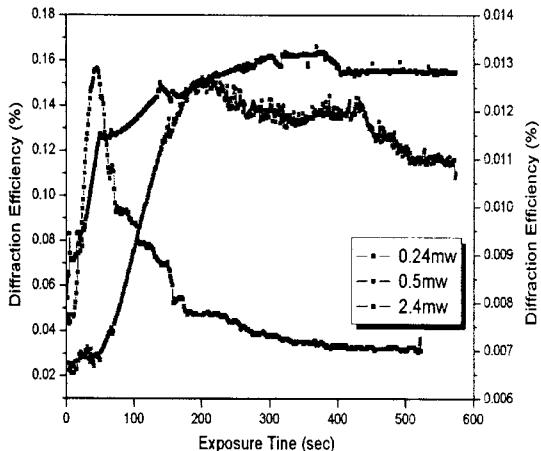
두 기록 빔 사이의 각 2θ 는 20°로 하였고 Laser빔의 세기는 각각 2.4 mW/cm², 0.5 mW/cm², 0.24 mW/cm²로 하였다.



<그림 1> 홀로그래피 격자 형성을 위한 장치도

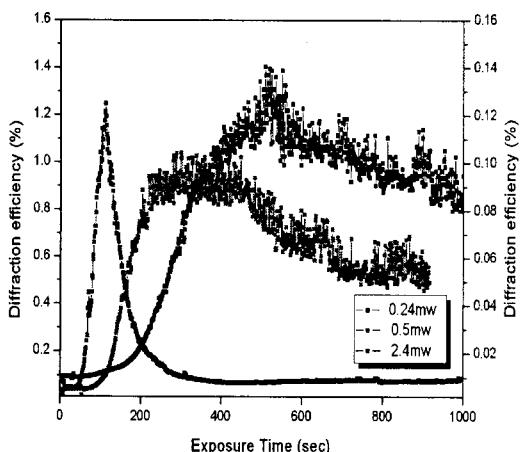
3. 결과 및 고찰

그림 2는 세기 편광 홀로그래피 방법을 이용하여 Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm) laser를 이용하여 두 기록 범위 (P:P) 편광 상태일 때 시간에 따른 As-Ge-Se-S 단일박막에 2.4 mW, 0.5 mW, 0.24 mW로 회절격자를 형성한 그래프이다. 0.24 mW로 홀로그래피 회절격자 형성 시 최대회절효율 0.168%(300s)을 보였으며 반면 2.4 mW로 회절격자 형성 시에는 빠른 회절격자 형성시간(50s)을 보였다. 0.5 mW로 회절격자 형성 시에는 200s부근에서 0.146% 정도의 회절효율을 나타냈다.



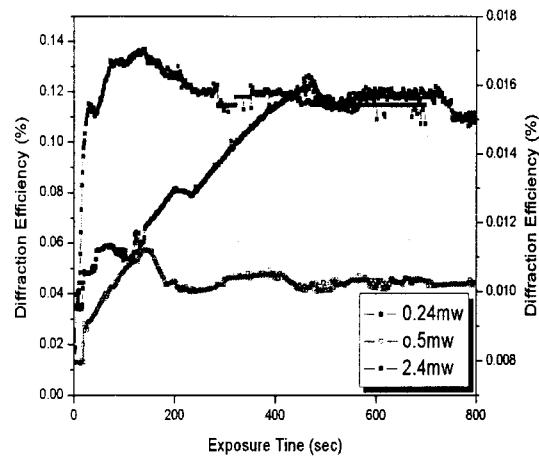
〈그림 2〉 As-Ge-Se-S 단일박막에서의 회절효율

그림3은 Ag/As-Ge-Se-S 이중층 박막에서의 홀로그래피 회절격자 형성 그래프이다. 0.24 mW로 회절격자 형성 시 최대회절효율 1.45%(510s)를 보였으며 빠른 회절격자 형성은 시간은 2.4 mW일 때 75s(0.145%)를 보였으며 0.5 mW로 회절격자 형성 시에는 1.08%(300s)의 회절효율을 보였다.



〈그림 3〉 Ag/As-Ge-Se-S이중층 박막에서의 회절효율

그림4는 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S다층 박막에서의 홀로그래피 격자를 형성한 그래프이다. As-Ge-Se/S/Ag/As-Ge-Se-S다층 박막의 경우 역시 0.24 mW로 회절격자를 형성하였을 때 최대 회절효율 0.125%(480s)를 나타냈으며 0.5 mW로 회절격자 형성 시에는 0.06%(160s)를 나타냈고 2.4 mW로 회절격자 형성 시에는 보다 빠른 회절격자 형성시간 150s(0.017%)를 나타냈다.



〈그림 4〉 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S다층박막에서의 회절효율

4. 결 론

본 실험에서는 DPSS Laser를 사용하여 As-Ge-Se-S 단일박막과 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막 그리고 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S다층박막에서의 회절효율 특성을 살펴보았다. 빔의 세기가 다를 때 효율이 현저하게 달랐으며 구조가 다를 때에도 서로 다른 특성을 나타내었다. As-Ge-Se-S 단일박막과 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막 그리고 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S 다층박막을 비교하였을 때 효율 면에서는 Ag/As-Ge-Se-S 이중층박막에서 가장 높은 회절효율(1.45%) 나타났으며 As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S다층박막에서는 회절격자가 형성된 후 유지되는 특성을 보여주었다. 빔의 세기에 따라 또 서로 다른 특징을 나타냈다. 2.4 mW인 경우 보다 빠른 격자형성시간 50s을 보여준 반면 0.24 mW일 때에는 보다 많은 회절효율(1.45%)을 나타냈다. As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S 다층박막의 효율유지특성과 DPSS laser의 빠른 격자형성 시간은 홀로그래피 정보저장(holographic information storage) 기술에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

감 사 의 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] S. J. Zilker, T. Bieringer, D. Haarer, R. S. Stein, J. W. van Egmond, and S. G. Kostromine, Adv. Mater., V.10, N. 11, p. 855-859, 1998
- [2] T. Todorov, L. Nikolova and N. Tomova, Appl. Opt. V. 23(2 3), pp. 4309-4312, 1984
- [3] T. Todorov, N. Tomova and L. Nikolova, Opt. Commun., V. 47, pp.123-127, 1983
- [4] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H. B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., V. 12, N. 12, p. 1192-1197, 1999
- [5] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H.B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng. V.12, N.12, pp.1 192-1197, 1999