

비정질 Ag/As-Ge-Se-S 다층박막에 형성된 홀로그래프 격자의 소거에 관한 연구

김진홍, 구용운, 구상모, 정홍배
 광운대학교 전자재료공학과

Holographic grating data erasure of amorphous Ag/As-Ge-Se-S multi-layer thin film

Jin-Hong Kim, Yong-Woon Koo, Sang-Mo Koo, Hong-Bay Chung
 Dept. of Electronic Materials Eng. Kwangwoon Univ. 139-701, Seoul, Korea

Abstract : In this paper, we investigated a characteristic of holographic grating data erasure with non-polarized beam at amorphous chalcogenide As-Ge-Se-S thin film. A sample of holographic grating data was formed with DPSS laser for setup. Then, the erasure process was performed with He-Ne laser vertically at sample. As-Ge-Se-S(single layer), Ag/As-Ge-Se-S(double layer) and As-Ge-Se-S/Ag/As-Ge-Se-S(multi-layer) are manufactured to compare their characteristic of erasure.

Key Words : Amorphous semiconductor, As-Ge-Se-S thin film, Holography grating data erasure

1. 서론

최근 정보통신의 급격한 발달로 인하여 광통신, 이동통신 기술 및 이와 관련된 광소자, 광부품의 수요와 기술 개발의 필요가 대두되고 있다. 특히 광 부품소자 중에서 회절격자소자는 일반적인 광의 굴절, 반사특성을 응용한 소자로서 제작이 용이하고, 대량생산이 가능하며, 저가의 제작비를 갖는 등의 장점을 갖고 있다. 또한 가시 광 영역부터 적외선 영역까지의 파장대역에 걸쳐 넓은 응용범위를 갖고 있어, 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

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. 따라서 홀로그래픽 방법은 기존의 재래식 광학 소자를 대체하는 방법으로 광범위하게 사용되고 있고 회절격자뿐만 아니라 렌즈, 거울 및 광학필터 등의 제작에도 응용되고 있다.

칼코게나이드 재료는 열 증착방법으로 쉽게 제작이 가능하며 적외선 투과 재료로 잘 알려져 있고, 광통신의 파장대역에서 다양한 광유기 현상을 가지고 있다. 또한 회절 소자 제작을 위해 칼코게나이드 층에 안정적인 임베드(embeded)형 또는 표면 릴리프(surface relief)형 구조를 형성시킬 수 있으며, [1-3] 이외에도 홀로그래피, 집적광학, 리소그래피 분야 HDDS와 같은 대용량 저장매체에서 사용하기에 적합하여 많은 연구가 진행되고 있다.

따라서 본 논문에서는 칼코게나이드 박막과 Ag의 적층 구조를 제작하여 홀로그래피 격자를 형성한 다음 이를 비편광빔을 이용하여 소거 할 때의 특성을 조사하여 박막형 대용량 광 저장매체로서의 응용가능성을 찾고자 한다.

2. 실험

2.1 Sample 제작

본 연구에 사용된 비정질 칼코게나이드 박막은 $As_{40}Ge_{10}Se_{50-x}S_x$ ($x = 0, 25, 35$ at.%) 중 최대 가역적 광구

조적 변화(reversible photostructural transformation)를 갖는 $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 의 박막을 선택하였다. As-Ge-Se-S계 비정질 벌크는 진공 봉입하여 전기로에서 충분히 반응하도록 한 후 Water quenching 방법을 사용하여 제작하였다. [4] 칼코게나이드 박막은 corning glass 위에 열진공 증착기(thermal vacuum evaporator)를 이용하여 약 2×10^{-6} Torr의 진공도에서 As-Ge-Se-S(1 μ m)/Ag(60nm)/As-Ge-Se-S(1 μ m) 다층박막, Ag(60nm)As-Ge-Se-S(1 μ m)이 층박막, As-Ge-Se-S(1.2 μ m)단일박막을 제작하였다. 두께 및 광학상수는 N&K Analyzer (NKT 1200)를 사용하여 측정하였다.

2.2. 홀로그래픽 격자형성 및 소거

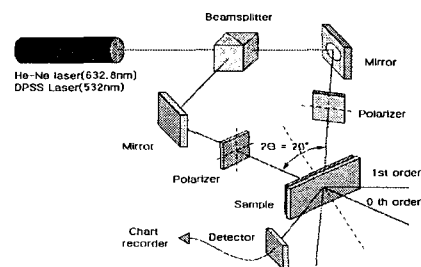


그림 1. 홀로그래피 격자 형성을 위한 장치도

그림 1은 홀로그래피 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. Diode Pumped Solid State(DPSS, 532.0nm)를 사용하여 세기변조방식(intensity modulation holography, P:P)과 위상변조방식(phase modulation holography, S:P)으로 각각 샘플에 홀로그래피 격자를 형성하였고, +1st의 회절빔 세기를 실시간으로 측정하여 회절효율을 구하였다. 홀로그래픽 격자의 소거는 He-Ne laser(632.8nm)의 비편광빔을 샘플에 수직으로 입사시켜 소거하면서 5분단위로 회절효율을 측정하여 소거율을 구하였다. 회절효율(diffraction efficiency: η)은 아래와 같은 방법으로 구하였

다.

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

두 기록빔 사이의 입사각 2θ 는 Bragg's law에 의해 20° 로 하였다. 기록빔의 세기는 $1mW/cm^2$ 를 소거빔의 세기는 $20mW/cm^2$ 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

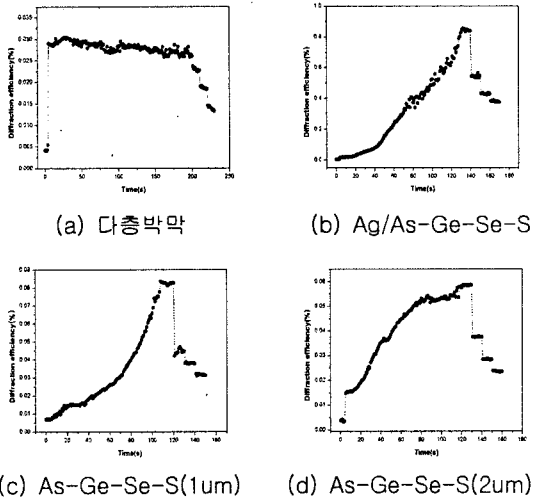


그림 2. 세기변조방식(P:P)으로 형성한 홀로그래픽 격자의 소거특성

그림 2는 세기변조방식(P:P)으로 형성한 홀로그래픽 격자의 소거 특성을 보여준다. 10분 소거 했을 때 모든 샘플에서 약 50% 이상이 소거되었으며 (c)의 경우에 15분 소거 했을 때 약 62% 소거됨을 확인할 수 있었다.

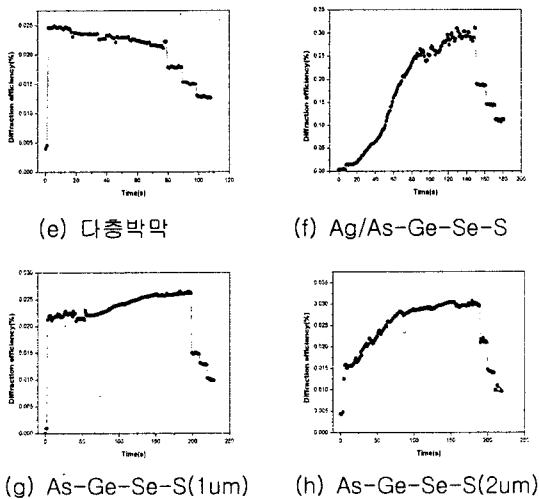


그림 3. 위상변조방식(S:P)으로 형성한 홀로그래픽 격자의 소거특성

그림 3은 위상변조방식(S:P)으로 형성한 홀로그래픽 격자의 소거특성을 보여주고 있다. 세기변조방식으로 형성한 격자의 소거와 비슷하게 모든 샘플에서 10분 소거했을 때 약 50% 이상 소거됨을 확인하였다. 15분 소거했을 때 (g)의 경우 약 73% 소거됨을 확인할 수가 있었다.

Ag가 도핑된 다층박막과 이층박막에 비해 단일박막에서의 소거율이 더 높았다. 또한 단일박막에서도 두께 $1\mu m$ 가 두께 $2\mu m$ 의 단일박막보다 소거율이 더 좋았다.

다층박막과 이층박막에서의 낮은 소거율은 홀로그래픽 격자를 형성하면서 광 도핑된 Ag를 소거할 때 칼코게나이드 물질과 분리하는데 He-Ne laser의 비편광빔으로는 충분한 에너지가 제공되지 못한 것으로 사료된다. 그에 반해 단일박막에서의 높은 소거율은 He-Ne laser의 비편광빔으로 박막 내에서 IVAP의 재생성이 이루어졌기 때문이라 사료된다.

4. 결론

본 실험에서 다층, 이층, 단일박막 각각의 샘플에 세기변조방식과 위상변조방식을 이용하여 홀로그래픽 격자를 형성하고, 비편광빔을 이용하여 형성된 격자를 소거하면서 그 특성을 살펴보았다.

Ag가 도핑된 다층박막에 비하여 칼코게나이드 단일박막에서의 소거율이 더 높았으며, 화절효율을 향상시키기 위해 도핑된 Ag가 소거측면에서는 부정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

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)

참고 문헌

- [1] M.Vlcek, P.J.S. Ewen, T.Wagner, "High efficiency diffraction gratings in As-S layers", J. of Non-Cryst. Solids, Vol. 227-230, pp. 743-747, 1998
- [2] R.R.Gerke, T.G.Dubrovina, P.A.Dmitrikov, M.D.Mikhailov, "Obtaining holographic diffraction gratings on light sensitive layers of chalcogenide glasses by dry etching", J. Opt. Technol, Vol. 64, No. 11, pp.1008-1012, 1997
- [3] K.Tanaka, "Sub-gap excitation effect in As_2S_3 glass", J. of Non-Cryst. Solid, Vol.266-269, pp.889-893, 2000.
- [4] J.Y.Chun, S.H.Park, H.Y.Lee and H.B. Chung, "Estimation of the anisotropy magnitude in amorphous $As_{40}Ge_{10}S_{35}Se_{15}$ thin films by an interference method", J. of KIEEME, Vol. 11, No. 9, pp.749-751, 1998