

## MgF<sub>2</sub>/As-Ge-Se-S 다층 박막에서의 홀로그래픽 격자 형성

### Holographic grating formation of MgF<sub>2</sub>/As-Ge-Se-S multi-layer

나선웅\*, 여철호\*, 박정일\*, 이영종\*\*, 정홍배\*

(Sun-Woong Na\*, Cheol-Ho Yeo\*, Jung-Il Park\*, Young-Jong Lee\*\*, Hong-Bay Chung\*)

#### Abstract

We have carried out two-beam interference experiments to form holographic gratings on amorphous MgF<sub>2</sub>/As-Ge-Se-S multi-layer. In this study, holographic gratings have been formed using He-Ne laser(632.8nm) under different polarization combinations. The diffraction efficiency was obtained by +1st order intensity. The maximum diffraction efficiency of As-Ge-Se-S single layer and MgF<sub>2</sub>/As-Ge-Se-S multi-layer were 0.8% and 1.4%

**Key Words** : Holographic grating, Intensity polarization holography, Phase polarization holography, Diffraction efficiency, Photoinduced anisotropy

#### 1. 서론

현재 광 통신 및 정보 통신이 급속히 발전됨에 따라 발생하는 거대한 양의 정보를 저장 및 관리할 장치, 대용량 저장 매질, 광 부품의 개발이 필요하게 되었다. 이와 관련된 정보 저장 장치, 기록 매질의 개발 및 관련된 반도체, 광 부품의 개발에 대한 연구가 폭 넓게 진행되고 있다. 이러한 저장 장치 중 상용화 가능성과 응용성으로 많은 흥미를 끌고 있는 홀로그래피 메모리[1]-[5]는 CD나 DVD보다 높은 저장밀도와 고속 데이터 판독 기능이 가능하여 기존의 정보저장 방법의 한계를 해결할 것으로 기대되고 있다. 또한 홀로그래피 기술은 정보저장 뿐만 아니라 HOE라는 광소자 제작 및 반도체 공정의 비접촉 마스크[6] 제작에도 많이 이용되고 있다. 홀로그래픽 기록 매질은 낮은 노이즈, 고감도 등의 성질을 갖는 고분해능의 새로운 홀로그래피 기록 재료의 개발이 필요하게 되었으며, 현재 결정계인 리튬니오베이트와 광폴리머의 개발로 많은 진전을 보였다. 그러나 결정계의 경우 광품질은 뛰어나나 광감도가 떨어지는 단점이 있으며, 광 폴리머의 경우는 체적변화에 따른 광품질의 저하가 문제점으로 지적되어 이들의 한계점을 위한 연구가 진행되고 있다. 따라서 이런 단점의 개선 및 새로운 재료의 개발이 시급한 과제라고 할 수 있다. 비정질 As-Ge-Se-S 박막은[7] 매질이 빛에 노출될 경우 굴절률이 달라지는 광굴절 효과와 광원의 편광 방향에 따라 우수한 광학적 이방성 특성을 나타내는 물질로 보고된 후[7]-[9], 홀로그래피 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 홀로그래픽 기록 매질로써 연구가 진행되고 있는 As-Ge-Se-S계 비정질 칼코게나이드 박막[10][11]과 MgF<sub>2</sub> 박막이 겹층으로 된 다층박막을 제작하여 여러 가지 기록빔을 이용, 홀

\* 광운대학교 반도체 및 신소재공학과  
(서울시 노원구 월계동 광운대학교,  
Fax : 02-943-3590  
E-mail : nice75@explore.gwu.ac.kr)

\*\* 여주대학 전자공학과

로그래픽 격자를 형성하여 박막형 대용량 광 기록 저장매질로서의 응용성을 찾고자 한다.

## 2. 실험 방법

### 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 광구조적 변화 (reversible photostructural transformation) 를 갖는  $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 의 박막을 선택하였다.[11] As-Ge-Se-S계 비정질 벌크는 진공 봉입하여 전기로에서 충분히 반응하도록 한 후 Water quenching 방법을 사용하여 제작하였다.[1] As-Ge-Se-S 박막과  $MgF_2$  박막은 coming glass 위에 열진공증착기 (thermal vacuum evaporator) 를 이용하여 약  $2 \times 10^{-6}$  Torr의 진공도에서 겹층으로 다층 박막을 제작하였다. 박막의 두께는 수정 발진 실시간 박막 두께 측정기로 확인하였다. 그림 1은 제작된 다층 박막의 개략도를 보여준다.

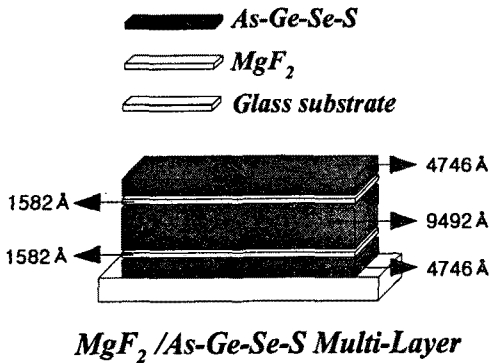


그림 1. 다층 박막 구조의 개략도.  
Fig. 1. Schematic view of multilayer sample

### 2.2 홀로그래픽 격자 형성

홀로그래픽 격자 형성은 단색 광원의 간섭에 의한 간섭 무늬를 기록 매질에 기록함으로써 격자를 형성하는 방법이다. 그림 2은 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. 격자 형성은 He-Ne Laser ( $\lambda = 632.8nm$ )를 사용하였다. 빔은 선형 편광 Beamsplitter(BS)를 지나 두 개의 기록빔으로 나누어지고, mirror로부터 반사된 후 홀로그래픽 격자 형성을 위하여 샘플에서 간섭된다. (S:S) 및 (P:P) 편광상태로 격자를 형성하기 위해 두 개의 polarizer를 사용하였다. 격자 형성에 의해

발생되는 회절빔의 세기는 광 검출기를 이용하여 실시간으로 측정, 기록하였다. 회절 빔의 세기는 +1st의 회절빔 세기를 측정하였다. 두 기록빔이 샘플에 입사시 이루는 각은  $2\theta = 20^\circ$ 를 유지하게 하였으며, 칼코게나이드 박막에 형성되는 격자 주기는 아래식에 의하여 얻을 수 있었다.

$$\Lambda \approx \lambda / 2 \sin(\theta)$$

회절효율은 이와 같은 격자간격으로 형성된 격자에 의해 초기 입사빔( $I_{input}$ )이 회절 되어 나타나게 된다. 이중 첫 번째 회절 되어 나타난 빔의 세기( $I_{1st-order}$ )를 측정하여 아래와 같이 나타낼 수 있으며, 편광 홀로그래픽에서의 격자 형성에 의한 회절효율(diffraction efficiency:  $\eta$ )을 나타낸다.

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

기록 빔의 세기는  $2.7mW/cm^2$  였다.

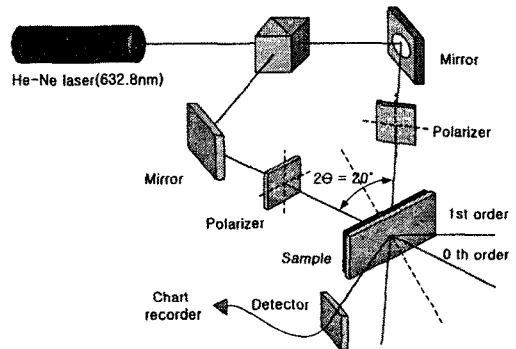


그림 2. 편광 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도  
Fig. 2. Schematic diagram of polarization holography Setup

## 3. 결과 및 고찰

홀로그래픽 격자는 세기 편광 홀로그래픽 방법으로 두 기록빔의 편광상태가 (S:S)일 때와 (P:P)일 때 형성하였다.

그림 3은 비정질 칼코게나이드 단일 박막에서 기록빔이 (S:S) 편광상태일 때 시간에 따른 회절효율의 변화를 측정한 그래프이다. (S:S) 편광상태일 경우에는 시간이 경과함에 따라 2500sec부근에서 최대 포화값을 이룬 후 완만하게 감소하는 경향

을 보이고 있다. 단일 박막에서 1st order의 세기에 의해 구해진 최대 회절효율은 약 0.2% 였다.

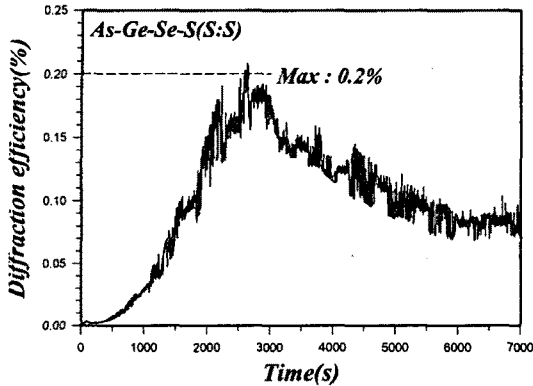


그림 3. 단일 박막에서 (S:S) 편광상태 의한 시간에 따른 회절효율 변화

Fig. 3. Diffraction efficiency according to time in single layer by (S:S) polarization state

그림 4은 비정질 칼코게나이드 단일 박막에서 기록빔이 (P:P) 편광상태일 때 시간에 따른 회절효율의 변화를 측정된 그래프이다. (P:P) 편광상태일 경우에는 시간이 경과함에 따라 2300sec부근에서 최대 포화값을 이룬 후 유지되는 경향을 보이고 있다. 단일 박막에서 1st order의 세기에 의해 구해진 최대 회절효율은 약0.8% 였다.

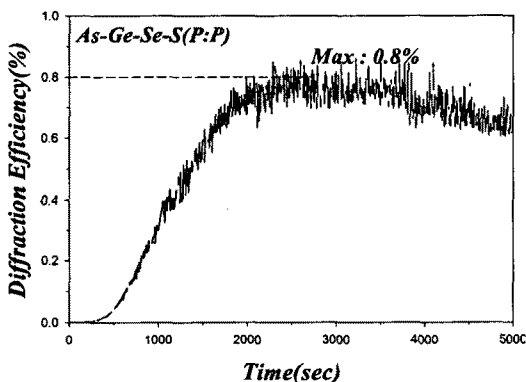


그림 4. 단일 박막에서 (P:P) 편광상태 의한 시간에 따른 회절효율 변화

Fig. 4. Diffraction efficiency according to time in single layer by (P:P) polarization state

그림 5는 그림 1과 같은 구조를 가진 칼코게나이드 박막과  $MgF_2$  박막으로 이루어진 다층 박막에서의 (S:S) 편광상태일 때 시간에 따른 회절효율의 변화를 측정된 그래프이다. 그림에서와 같이 2300sec부근에서 최대 포화값을 이룬 후 급격히 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 이때의 최대회절효율은 각각 0.4%이며 단일 박막보다 약 2배 정도 증가하였다.

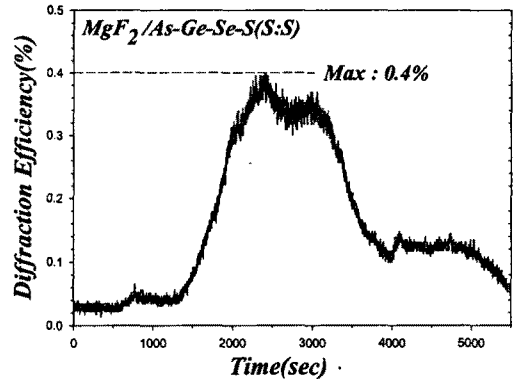


그림 5.  $MgF_2/As-Ge-Se-S$  박막에서 (S:S) 편광상태 의한 시간에 따른 회절효율 변화

Fig. 5. Diffraction efficiency according to time in  $MgF_2/As-Ge-Se-S$  layer by (S:S) polarization state

그림 6은  $MgF_2/As-Ge-Se-S$  다층박막에서의 (P:P) 편광상태일 때의 회절효율 변화를 측정된 그래프이다. (S:S) 편광 상태일 때와는 달리 약 4000

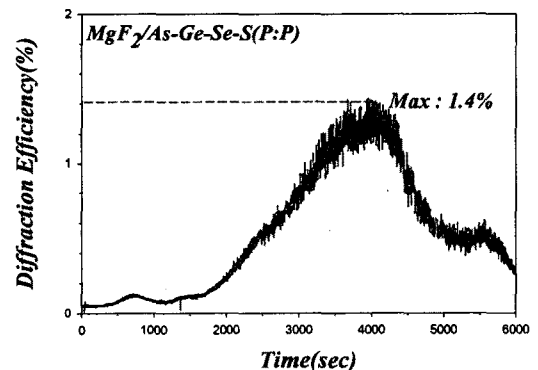


그림 6.  $MgF_2/As-Ge-Se-S$  박막에서 (P:P) 편광상태 의한 시간에 따른 회절효율 변화

Fig. 6. Diffraction efficiency according to time in  $MgF_2/As-Ge-Se-S$  layer by (P:P) polarization state

sec 부근에서 최대포화를 이룬 후 급격히 감소하였다. 이때의 최대회절효율은 각각 1.4%이며, 단일 박막보다 약 2배 정도 증가하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 비정질 As-Ge-Se-S 단일 박막과 MgF<sub>2</sub>/As-Ge-Se-S 다층 박막에서의 홀로그래픽 격자 형성에 대하여 관찰하고자 (S:S) 및 (P:P) 편광 빔에 의해 격자를 형성하였다. (P:P) 편광 상태의 경우가 (S:S) 편광 상태 보다 격자 형성에 따른 회절 효율이 높게 나타나는 광학적 이방성(PA)을 나타내었으며, 약 4배 정도의 향상된 회절 효율을 나타내었다. 이는 간섭영역에서의 빔의 공간적인 세기와 편광방향 변화에 많은 영향이 있음을 알 수 있다. 또한 As-Ge-Se-S 박막과 MgF<sub>2</sub>층을 겹층으로 한 다층박막에서는 단일 박막보다 약 2배 정도의 향상된 회절 효율을 얻을 수 있었다.

기록빔의 편광 상태와 MgF<sub>2</sub>층을 첨가된 최적의 구조를 찾음으로써 대용량 저장 매질 및 미세 렌즈 등의 홀로그래픽 광학소자 및 비접촉 홀로그래픽 마스크로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2001년도 정보통신부에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행되었음.(2001-027-3)

#### 참고 문헌

- [1] 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
- [2] T. Todorov, L. Nikolova and N. Tomova, Appl. Opt. V. 23(23), p. 4309-4312, 1984
- [3] T. Todorov, N. Tomova and L. Nikolova, Opt. Commun, V. 47, p.123-127, 1983
- [4] L. Nikolova, T. Todorov, M. Ivanov, F. Andruzzi, S. Hvilsted and P. S. Ramanujam, Appl. Opt., V. 35, N. 20, p. 3835-3840, 1996
- [5] P. Hariharan, "Optical Holography", Cambridge Univ. Press, p. 162-164, 1984
- [6] Francis Clube, Simon Gray, Optical Engineering Vol. 34(9), pp. 2724-2730, 1995
- [7] H. B. Chung et al., PRICM-3, Vol. 2, p. 701-702, 706, July 12-16, 1988
- [8] H. B. Chung et al., ICEE'98, Vol. 2, p. 927-930, July 21-25, 1988
- [9] N.F. Borelli, J. B. Chodak, and G. B. Hares, J. Appl. Phys. Vol. 50, p.5978, 1979
- [10] J. Y. Chun, S. H. Park, H. Y. Lee and H. B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., V. 11, N.9, p.749-751, 1998
- [11] S. H. Park, J. Y. Chun, H. Y. Lee, H. B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., Vol. 11, No. 10, p.891-896, 1998