

AsGeSeS/Ag 박막에서 Ag의 두께에 따른 홀로그래픽 회절 효율 특성

이정태*, 이기남*, 여철호*, 이영종**, 정홍배*
광운대학교 전자재료공학과*, 여주대학교 전자과**

The characteristics of holographic diffraction efficiency depend on thickness of Ag in AsGeSeS/Ag thin film

Jung-Tae Lee*, Ki-Nam Lee*, Cheol-Ho Yeo*, Yeong-Jong Lee** and Hong-Bay Chung*
Department of Electronic Materials Eng. Kwangwoon Univ.*,
Department of Electronic Eng. Yeojoo Univ.**

Abstract

We have carried out two-beam interference experiment to form holographic grating on amorphous $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}/Ag$ double-layer. In this study holographic grating formed using He-Ne laser(632.8nm) under non-polarization state and p-polarization state and we confirm that the diffraction efficiency depend on thickness of Ag. The diffraction efficiency was obtained by first order intensity. We got the maximum diffraction efficiency that thickness of Ag was 600Å. The maximum diffraction efficiency was 13.5% in (P:P) polarization state.

Key Words : $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}/Ag$, Polarization state, Diffraction efficiency, Thickness of Ag

1. 서 론

21세기는 광통신 및 정보통신이 급속히 발전됨에 따라 발생하는 거대한 양의 정보를 저장 및 관리할 장치와 대용량 저장 매질 등의 개발이 필요하게 되었다. 이와 관련된 정보저장 장치, 기록 매질의 개발 및 광부품의 연구가 폭 넓게 진행되고 있다. 이러한 저장 장치 중 상용화 가능성과 응용성으로 많은 흥미를 끌고 있는 홀로그래픽 메모리¹⁻³⁾는 저장방식에 있어서 현재의 광기록 방식이나 자기기록방식보다 높은 저장밀도와 고속 데이터 판독기능이 가능하여 기존의 정보저장 방법의 한계를 해결할 것으로 기대되고 있다. 두 편광광의 간섭에 의해 형성되는 편광 홀로그래피는 서로 평행하게 편광된 광을 이용하는 세기 홀로그래피(intensity holography)와 서로 수직하게 편광된 광

을 사용하는 위상 홀로그래피(phase holography)로 구분할 수 있다⁴⁾ 홀로그래피 메모리는 새로운 광기록 매질인 광굴절 재료의 개발을 요구하게 되었으며 기존의 결정계인 리튬니오베이트와 광폴리머의 개발로 많은 발전을 가져왔다. 그러나 결정계의 경우 광품질은 뛰어나나 광감도가 떨어지는 단점이 있으며, 광폴리머의 경우는 체적변화에 따른 광품질의 저하가 문제점으로 지적되어 왔다. 따라서 이러한 단점을 개선할 수 있는 새로운 재료의 개발이 시급한 과제라고 할 수 있다. 비정질 As-Ge-Se-S 박막은⁵⁾ 매질이 광에 노출될 경우 굴절률이 달라지는 광굴절 효과에 광원의 편광 방향에 따라 우수한 광학적 이방성을 나타내는 물질로 보고된 후⁶⁻⁷⁾, 홀로그래피 매질로서 가능성에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다. As-Ge-Se-S는 광감도가 우수하고, 박막화, 저장 및 소거특성, 제작의 용이성 및 안정성이 우수하여 차세대 광기록

매질로 크게 기대되고 있다. 또한 칼코게나이드 박막에 할로젠족인 Ag, Cu 등의 금속막을 증착하여 광을 조사시키면 금속원자 또는 이온이 박막 내로 도핑 확산되어 구조적 변화 및 이에 상응하는 물리 화학적 변화를 일으킴으로서 투과도가 증가하고 굴절률이 변화하는 특성을 보인다.

본 연구에서는 $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}/Ag$ 박막을 제작하여 p 편광상태의 기록빔으로 격자를 형성 시킨 뒤 Ag의 두께에 따른 회절 효율을 비교 분석하여 최적의 Ag 두께를 제시함으로써 고용량 홀로그래피 기록 매질로의 응용 가능성에 대해 확인하고자 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 광구조적 변화를 갖는 $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 박막을 선택하였다.⁸⁾ $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 벌크는 석영관에 진공상태로 봉입하여 전기로에서 충분히 반응시킨 후 water quenching 방법을 사용하여 제작하였다. Ag는 sputter를 이용하여 두께별로 제작하였으며, 칼코게나이드 박막은 e-beam evaporator를 이용하여 제작하였다. 그림1은 이중층 박막 구조의 개략도를 보여준다.

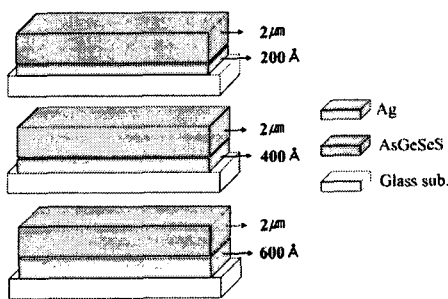


그림 1. 이중층 박막 구조의 개략도
Fig. 1. Schematic view of double-layer sample

2.2 홀로그래픽 격자 형성 및 회절효율 측정

홀로그래픽 격자형성은 단색 광원의 간섭에 의한 간섭무늬를 기록 매질에 기록함으로써 격자를 형성하는 방법이다. 그림 2는 홀로그래픽 격자 형

성을 위한 장치도를 나타내고 있다. He-Ne laser(632.8nm)를 이용하여 격자를 형성 시켰으며 (P:P)의 편광상태를 만들기 위해 두개의 polarizer를 사용하였다. 격자형성에 의해 발생하는 회절빔의 세기는 광 검출기를 이용하여 실시간으로 측정하여 기록하였다. 회절빔의 세기는 +1st의 회절빔의 세기를 측정하였으며, 샘플에 입사되는 입사각은 $2\theta=20^\circ$ 로 하였다. 회절효율은 격자에 의해 초기 입사빔(I_{input})이 회절되어 나타나게 된다. 이중 첫 번째 회절되어 나타난 빔의 세기($I_{1st-order}$)를 측정하여 $\eta = (I_{1st-order}/I_{input}) \times 100$ 으로 나타낼 수 있으며, 편광 홀로그래피에서의 격자 형성에 의한 회절효율(diffraction efficiency: η)을 나타낸다.

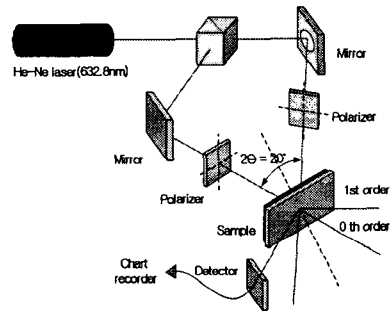
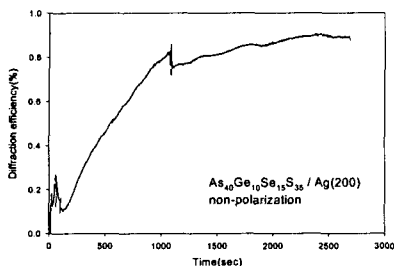


그림 2. 편광 홀로그래피 격자형성을 위한 장치도
Fig. 2. Schematic diagram of polarization holography set-up

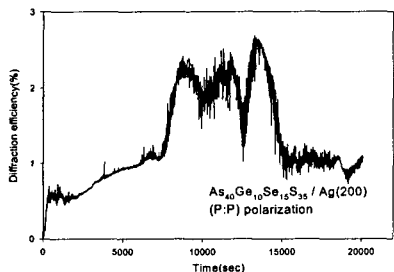
3. 결과 및 고찰

홀로그래픽 격자는 두 기록빔이 비편광 상태와 (P:P) 편광상태로 형성시켰다. 그림 3은 $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}/Ag$ 이중층 박막에서 Ag의 두께가 200Å일 때의 회절효율 결과이다. 기록빔은 (P:P)와 비편광 상태로 기록을 하였으며 시간에 따른 회절효율의 변화를 측정하였다. 그림(a)의 비편광 상태에서의 회절효율은 약 2200초 부근에서 0.85%의 최대 회절효율을 얻을 수 있었으며 그림(b)의 (P:P) 편광상태에서의 회절효율은 14000초 부근에서 2.8%의 최대 회절효율을 얻을 수 있었다. (P:P) 편광상태에서 회절효율이 증가하다가 감소하였으며 다시 회절효율이 증가되는 특성이 확인되었는데 이는 입사빔이 조사되는 영역에 격자가 형성되다가 부근의 격자들이 생성됨에 따라 격자의 소거

가 일어나서 회절효율이 감소하며 다시 새로운 격자들이 생성됨에 따라 회절효율이 증가되는 것으로 사료된다.



(a)



(b)

그림 3. AsGeSeS/Ag(200)에서 회절효율 결과

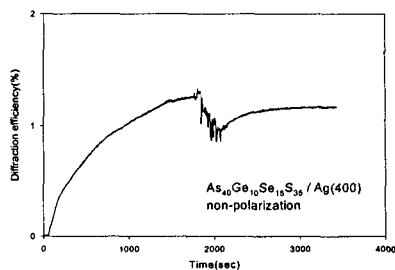
(a) 비편광 상태 (b) (P:P) 편광 상태

Fig. 3. The diffraction efficiency in AsGeSeS/

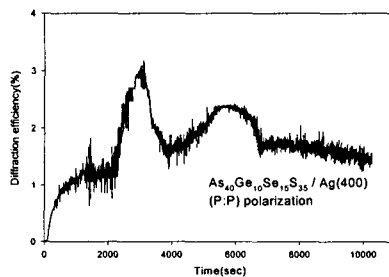
Ag(200)

(a) non-polarization state (b) p-polarization state

그림 4는 Ag의 두께가 400Å일 때의 회절효율 결과이다. 그림(a)의 비편광 상태에서는 1800초 부근에서 1.3%의 최대 회절 효율을 얻을 수 있었으며 그림 (b)의 (P:P) 편광 상태에서는 3000초 부근에서 3.2%의 최대 회절효율을 얻을 수 있었다. p 편광된 상태에서의 회절효율 결과에서 그림 3의 (b)와 같이 회절효율이 증가하다 감소한 뒤 다시 증가하는 특성이 보이는데, 이 또한 입사빔이 조사되는 영역에 격자가 형성되다가 부근의 격자들이 생성됨에 따라 격자의 소거가 일어나서 회절효율이 감소하며 다시 새로운 격자들이 생성됨에 따라 회절효율이 증가되는 것으로 사료된다.



(a)



(b)

그림 4. AsGeSeS/Ag(400)에서 회절효율 결과

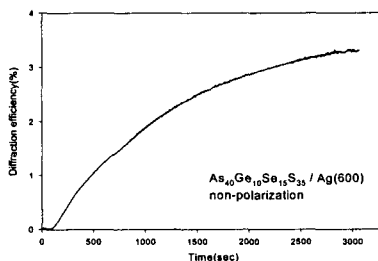
(a) 비편광 상태 (b) (P:P) 편광 상태

Fig. 4. The diffraction efficiency in AsGeSeS/

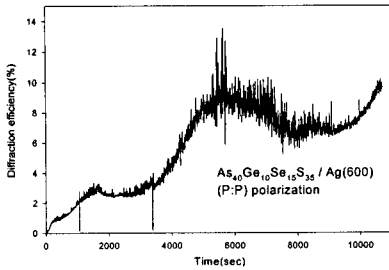
Ag(400)

(a) non-polarization state (b) p-polarization state

그림 5는 Ag의 두께가 600Å일 때의 회절효율 결과이다. 그림 (a)의 비편광 상태에서는 3000초 부근에서 3.3%의 최대 회절 효율을 얻을 수 있었으며 그림 (b)의 (P:P) 편광 상태에서는 6000초 부근에서 13.5%의 최대 회절효율을 얻을 수 있었다.



(a)



(b)

그림 5. AsGeSeS/Ag(600)에서 회절효율 결과

(a) 비편광 상태 (b) (P:P) 편광 상태

Fig. 5. The diffraction efficiency in AsGeSeS/Ag(600)

(a) non-polarization state (b) p-polarization state

(P:P) 편광상태에서 회절효율이 증가하다 감소했으며 다시 증가하는 특성을 확인 하였다. 이 또한 입사빔이 조사되는 영역에 격자가 형성되다가 부근의 격자들이 생성됨에 따라 격자의 소거가 일어나서 회절효율이 감소하며 다시 새로운 격자들이 생성됨에 따라 회절효율이 증가되는 것으로 사료된다.

4. 결론

현재까지 칼코게나이드 박막은 우수한 광유기 이방성 현상을 나타내었음에도 불구하고 1% 미만의 낮은 회절효율을 보여 왔다. 따라서 본 연구에서는 회절 효율을 증가시키기 위해 Ag 광도핑 현상을 이용하여 Ag의 두께에 따른 홀로그래피 회절 효율을 측정하였다. 632.8nm의 파장을 갖는 He-Ne laser를 이용하였으며 비편광된 빔과 p 편광된 빔을 이용하여 격자를 형성 시켰다. AsGeSeS/Ag 이중층 구조에서 회절효율이 증가한 이유는 Ag가 미러 역할을 함으로써 AsGeSeS 층에 광량이 증가하여 회절효율이 전반적으로 증가되는 것으로 사료된다. Ag의 두께가 600Å일 때가 가장 높은 회절 효율을 얻을 수 있었으며, 비편광 상태일 때 보다 p 편광된 상태에서 높은 회절 효율을 얻을 수 있었다. 이와 같이 Ag와 As₄₀Ge₁₀Se₁₅S₃₅의 이중층 박막에서 최적의 Ag 두께와 최적의 편광상태를 얻음으로서 비정질 칼코

게나이드 AsGeSeS 박막과 Ag를 이용한 이중층 박막이 대용량 저장매질 및 광소자로의 응용이 가능 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2003년 광운대학교 산학연공동기술개발 컨소시엄 사업(2003-04)의 일환으로 진행되었습니다. 연구를 지원해준 중소기업청 서울시 및 참여 기업 (주)누리셀에 감사로 드립니다.

참고 문헌

- [1] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee and H. B. Chung, "The measurement on diffraction efficiency in polarization holography using amorphous chalcogenide thin film", J. of KIEEME(in Korean) Vol. 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. Nikoleva, 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] H. B. Chung et al., PRICM-3, Vol. 2, p. 701-702, 706, July 12-16, 1988
- [6] H. B. Chung et al., ICEE'98, Vol. 2, p. 927-930, July 21-25, 1988
- [7] N.F. Borelli, J. B. Chodak, and G. B. Hares, J. Appl. Phys. Vol. 50, p.5978, 1979
- [8] 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