

SeGe 재료의 회절 격자 형성 특성

박정일*, 박종화*, 김진우*, 여철호*, 이영중**, 정홍배*
 *광운대학교 전자재료공학과, **여주대학 전자과

Characteristics of the diffraction grating formation for SeGe

Park jeong-il, Park jong-hwa, Kim jin-woo, Yeo cheol-ho, Lee young-jong, Chung hong-b.
 Kwangwoon Univ. Electronic materials eng. depts, Yeoju college electronic depts.

Abstract - We have investigated about the grating formation of the a- $Se_{75}Ge_{25}$ chalcogenide thin films. In this study, holographic gratings have been formed by using He-Ne laser(632.8nm) with different polarization states(linear, circular polarization). The diffraction efficiency was obtained by +1st order intensity of the diffracted beam. We have obtained maximum efficiency for Ag-doped thin film. It is observed the difference of the diffraction efficiency with polarization states. S:S-polarized state is shown high efficiency than the other polarization.

1. 서 론

현재 광 통신등 사회화의 정보화가 급속히 진전됨에 따라 발생하는 거대한 양의 정보를 저장 관리할 장치, 대용량 저장 매질, 광 수동, 능동 부품의 개발이 필요하게되었다. 또한 정보 수요자들의 욕구가 다양해지고 고급화되면서 고화질과 동영상의 HDTV, MPEG 등이 나타나게 되므로 정보 수요자들에게 관련된 정보저장 용량도 100MB에서 2010년 이후에는 TB 이상의 정보 저장 용량이 필요할 것으로 예측되고 있다. 이와 관련된 정보 저장 장치, 기록 매질의 개발 및 이와 관련된 반도체 및 광 부품의 개발에 대한 연구가 폭 넓게 진행되고 있다. 기록 장치와 관련하여 기록밀도를 향상시키기 위한 방법으로는 수직자기기록방식, SPM, NFR, 홀로그래픽 기록 방식이 있다. 이러한 기록 방법들 중에서 기록밀도와 기록, 재생 속도를 고려할 경우 홀로그래픽 기록방법이 장점을 갖고 있다. 이러한 홀로그래픽 기술은 정보저장 뿐만 아니라 HOE라는 광 소자 제작 및 반도체 공정의 비접촉 마스크 제작에도 이용되고 있다. 홀로그래픽 기록 매질은 낮은 노이즈, 고감도 등의 성질을 갖는 고분해능의 새로운 홀로그래픽 기록 재료의 개발이 필요하게 되었으며, 현재 무기질 silver halide emulsion과 결정계 리튬니오베이트와 광폴리머 재료들에 대해 많은 연구자들이 재료 특성 개선에 대한 연구가 진행중에 있다.

현재 연구되고 있는 비정질 칼코게나이드 재료는 구조적인 유연성(Structural flexibility)과 독특한 전자배치로 인하여 광 에너지 흡수에 의한 흡수단의 장과장 영역으로의 이동, 광 굴절률 변화 등의 광유기 현상(photoinduced phenomena), 편광 빔에 의한 광학적 이방성이 나타나고 광부품 및 광기록 소자로서의 응용 가능성이 매우 크다고 알려져 왔다.

본 논문에서는 홀로그래픽 기록 매질로서 연구가 진행되고 있는 칼코게나이드 계열의 재료중 무기질 레지스트로 주로 연구가 진행되었던 $Se_{75}Ge_{25}$ 의 헬륨-네온 레이저에 의한 격자 형성 및 편광 레이저 빔에 의한 격자 형성을 관찰하므로써 홀로그래픽 기록 매질 및 광 소자 제작의 응용성에 대해 검토해보고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

2.1.1 실험 샘플 제작

본 연구에 사용된 $Se_{75}Ge_{25}$ 비정질 칼코게나이드 박막을 제작하기 위하여 먼저 순도 5N의 Ge, Se 을 원자량 비 25 : 75 를 갖도록 평량하여 직경 10mm의 석영관에 약 2×10^{-3} Torr로 진공 봉입하였다. 진공 봉입된 석영관은 전기로에 넣어, 균일한 유리질상의 재현과 충분한 구조적 재배열을 위해 온도를 서서히 상승시켜 870°C 부근에서 25시간 이상 용융상태를 유지한 후 water quenching방법을 이용하여 $Se_{75}Ge_{25}$ 비정질 벌크를 제작하였다. 비정질 칼코게나이드 박막은 corning 슬라이드 글래스위에 열진공증착법을 를 이용하여 약 2×10^{-6} Torr의 진공도에서 1.0 μ m, 3.0 μ m의 두께를 갖도록 제작하였다. 이때 증착 속도는 ~2A/sec 로 유지하였으며 박막의 두께는 수정 발진 실시간 박막 두께 측정기로 확인하였다. 또한 격자 형성에 있어서 열처리 영향을 확인하기 위하여 진공 오븐을 이용 유리질 천이온도 이하에서 30분 정도 열처리를 하였다.

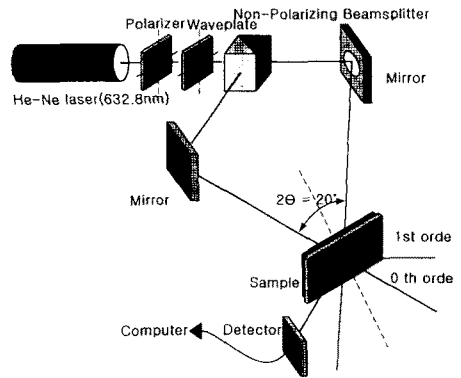


그림 1. 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도

2.1.2 회절 격자 형성

홀로그래픽 격자 형성은 단색 광원의 간섭에 의한 간섭 무늬를 기록 매질에 기록하므로써 격자를 형성하는

방법이다. 그림 1은 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도를 나타내고 있다. 내부 삽입 그림은 실험에 사용된 편광 상태를 보여준다. 격자 형성은 He-Ne Laser($\lambda = 632.8\text{nm}$)를 사용하였다. 빔은 비편광 beam splitter(BS)를 지나 샘플에서 두 빔이 간섭하므로서 홀로그래픽 격자를 형성하게 된다. 원형 편광에 의한 격자 형성은 $\lambda/4$ waveplate를 사용하여 형성하였다. 격자 형성에 의하여 발생하는 회절빔의 세기는 광 검출기를 이용하여 실시간으로 측정하였으며 측정 데이터는 컴퓨터에 실시간으로 기록하였다. 회절 빔의 세기는 +1st의 회절빔 세기를 측정하였다. 두 기록빔이 샘플에 입사시 이루는 각은 $2\theta = 20^\circ$ 를 유지하게 하여 비정질 박막에 $1.8\mu\text{m}$ 의 격자 주기($\Lambda \approx \lambda/2\sin(\theta)$)를 형성 하였다.

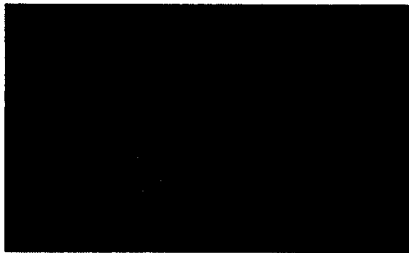
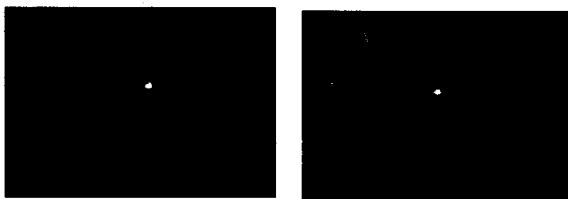


그림 2. S-편광 상태 기록, 에칭후 광학현미경으로 관찰된 격자 패턴

2.2 실험 결과 및 고찰

그림2는 S-편광 빔을 이용하여 $3.0\mu\text{m}$ 두께의 샘플에 격자를 형성후 알칼리 에칭 용액을 이용하여 에칭후 형성된 릴리프 회절 격자를 광학현미경으로 확인한 그림이다. 또한 그림3은 $3.0\mu\text{m}$ 두께의 샘플에 격자형성후 재생된 1차 회절 패턴들이며 에칭전보다 에칭후가 회절 패턴이 선명하게 나타남을 확인할수 있었다. $1.0\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 샘플에 홀로그래픽 격자 형성에 따른 회절빔의 효율에 대한 데이터는 그림4에 비교하여 나타내었다. 그림4에서 채워진 원으로 표시되는 데이터는 두 기록빔이 S:S 편광 상태로 하여 격자를 형성한 경우이며, 비어있는 원형으로 표시되는 것은 열처리후 같은 편광상태로 기록후 얻어진 회절효율이다.



(a) 에칭전 (b) 에칭후

그림 3. S-편광 상태 기록후 재생 패턴

또한, 삼각형으로 표시된 데이터는 P:P 편광 상태로 격자 형성후 얻어진 회절 효율 데이터이다. 이러한 결과로 볼 때 $\text{Se}_{75}\text{Ge}_{25}$ 재료는 기록빔의 편광상태에 따라 반응을 달리하는 벡터적 성질을 갖는 것으로 판단된다. 열처리된 샘플의 회절 효율은 열처리전의 경우에 대하여 20%정도 효율이 감소하는 것으로 나타났다. 이것은 광

유기 현상에 의한 샘플내부의 구조적 변화에 참여하는 결합들의 감소에 의한 것으로 추정된다. 그림4에서 S:S 편광 기록은 P:P 편광 기록보다 60%의 더 높은 효율을 나타내었다. 그림5는 $3\mu\text{m}$ 두께의 샘플을 이용한 회절 격자 형성에 따른 회절효율을 나타내고 있다. 은 이온 광도평에 의한 경우 회절효율은 광도평을 하지않는 경우에 비하여 40%의 회절효율 증가를 나타내었으며 원형편광 빔을 이용한 회절격자 형성후 회절효율은 매우 낮게 나타났다. 또한 회절효율은 박막 두께에 따라 큰 회절효율 증가를 나타내었다. As-Se-Ge-S의 칼코게나이드에서는

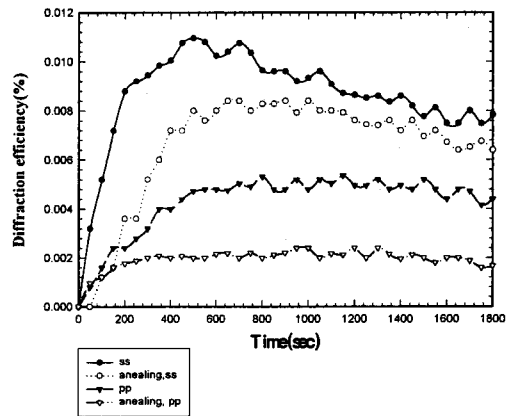


그림 4. 편광 유기 회절격자 형성 시간에 따른 회절효율 (박막 두께 : $1\mu\text{m}$)

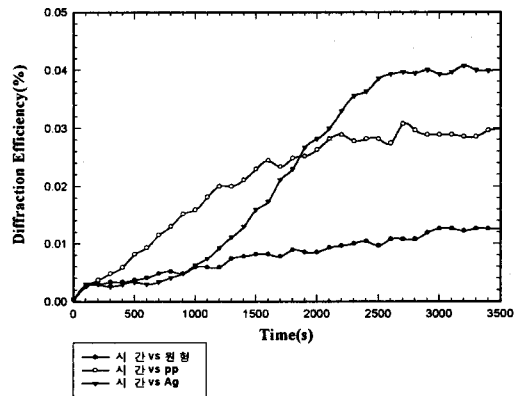


그림 5. 편광 유기 회절격자 형성 시간에 따른 회절효율 (박막 두께 : $3\mu\text{m}$)

광유기에 의한 회절격자 형성시 표면의 체적 변화에 의한 릴리프형 격자를 형성하게 된다.[2] 하지만 본 실험에 사용된 $\text{Se}_{75}\text{Ge}_{25}$ 재료에서는 이러한 표면에서의 체적변화는 관찰되지 않았다. 그림6은 회절격자 형성후 에칭전과 후의 AFM을 이용한 샘플의 표면 사진이다.

3. 결 론

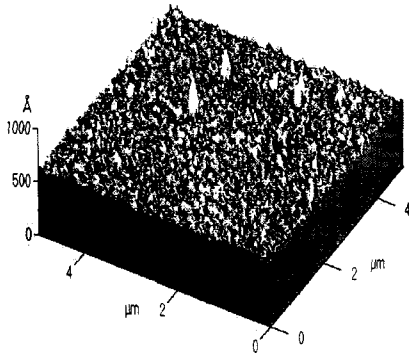
본 연구에서는 비정질 $\text{Se}_{75}\text{Ge}_{25}$ 박막의 홀로그래픽 격

자 형성에 있어서 유기광의 편광상태, 열처리, 광도핑 효과에 대하여 실험을 실시하였다. 본 실험 결과로 볼 때 회절격자는 다른 편광 유기빔보다 S:S 편광 빔에 의하여 대하여 60%정도 높은 회절효율을 나타내었다. 이러한 편광상태에 따른 회절효율의 변화는 $Se_{75}Ge_{25}$ 재료가 광유기에 있어서 벡터적 성질을 갖는다는 것을 알수 있었으며 열처리된 샘플의 경우는 회절효율이 감소하였으며 광도핑에 의해서는 회절효율이 40%정도 증가 하였다.

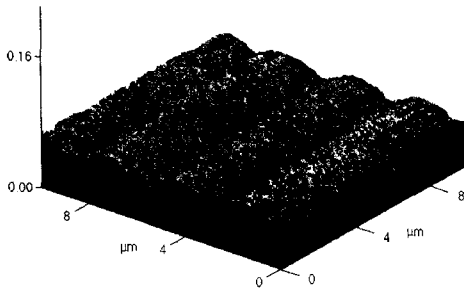
[참 고 문 헌]

- [1]. Francis Clube, Simon Gray, Optical Engineering Vol. 34(9), pp. 2724-2730, 1995
- [2]. Tigran V. Galstyan, J.-F. Viens, Journal of Light Wave Technology Vol. 15(8), pp. 1343-1347, 1997
- [3]. Amarjit Singh, Li Song Applied Physics Vol. 26(12), pp. 2474-2478, 1987
- [4]. Tomas Wagner, Miloslav Frumar J. of Non-Cryst. Solids 128, pp. 197-207, 1991

이 논문은 2000년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2000-041-E00162)



(a) 에칭전



(b) 에칭후

그림 7. S-편광 회절격자 형성 후 AFM의 샘플 표면 사진.