

(Se,S)를 기본으로한 비정질 박막의 Relief-형 격자형성과
회절효율에 관한연구

A Study on the Relief-type Grating Formation and Diffraction Efficiency
of Amorphous (Se,S)-based Thin Films

최 대 영*
박 태 성
정 흥 배
김 중 빈

광운대학교 전자재료공학과
조선대학교 전자공학과

Dae-Young Choi
Tae-Sung Park
Hong-Bay Chung
Jong-Bin Kim

Kwangwoon Univ.
Electronic Mat. Eng. Dep.
Chosun Univ.
Electronic Eng. Dep.

ABSTRACT

This paper is investigated on the diffraction grating formation of the amorphous As-Se-S-Ge films. $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ film of thickness $0.76 \mu m$ has achieved a high diffraction efficiency of 4.6%. In this film, high diffraction efficiency is increased to 18% by chemical etching.

1. 서론

(Se,S)를 기본으로한 비정질 칼코게나이드 박막은 구조적으로 커다란 결함밀도 (defect density)와 고밀전자쌍의 존재, 그리고 낮은 평균배위수(<2.45)등과 같은 특성으로 인하여 구조적인 유연성이 있으며 광노출과 일치리에 의해 광학 에너지 갭의 이동, 굴절을 변화, 박막두께 변화, 화학적 원성도 변화등과 같은

광학적 매질로서의 응용 가능성이 현재까지 연구 되어왔다. 또한 비정질 칼코게나이드 박막은 광노출된 영역과 노출되지 않은 영역사이에 알카리 용액내에서 현상속도 차이가 있으므로, 이와같은 현상속도 차이는 박막 내의 두께차를 형성하여 보다 큰 굴절률 차이를 일으키는 것으로 보고되고 있다.^{2,3)}

따라서 본 실험에서는 (Se,S)를 기본으로한 물질 중 구조적으로 광학적 특성이 안정된 $As_{40}Se_{60-x}S_xGe_{10}$ 계열 선택하여 Se과 S의 첨가량 ($x=0,25,35$ at.%)과 박막 두께를 변화시켜 박막 내에 격자를 형성시킴과 동시에 회절효율을 관찰한다. 그리고 선택적 현상속도 차이점 이용한 Relief-형 격자의 회절효율을 비교 연구 하므로써 홀로그래프 매질로서의 최적 조건을 조사하며, 이들 박막에서 grating 형성을 통하여 광진직회(ORIC)를 이루기 위한 기능 소자로서의 다양한 응용성을 타진해보고자 한다.^{4,5)}

2. 실험

1) 시료제조

비정질 칼코겐나이드 $As_{40}Se_{60-x}S_xGe_{10}$ 계에서 $x=0, 25, 35$ at.%의 조성을 선택하여 전기로에서 $850^\circ C$ 로 25시간 동안 가열한 후 실온에서 급냉하였다.

2) 박막제작

본 실험에서 사용한 박막은 전자 빔 증착기 (electron-beam evaporator)를 사용하여, 진공도 6×10^{-8} Torr, 그리고 증착속도를 $5 \text{ \AA}/\text{sec}$ 으로 각각 $0.65, 0.76, 1.1, 1.65 \mu m$ 의 박막 두께로 제작하였다.

3) Grating 형성 및 회절효율 측정

본 실험에서 형성된 grating은 two-beam interference 방법을 이용하여 Ar^+ 레이저로 형성시켰으며, 회절효율을 측정하기 위하여 김출 공원으로 He-Ne 레이저를 사용하였다. Grating 형성과 회절효율 측정에 이용한 광학 system은 그림1과 같다. 또한 $0.33N$ 의 NaOH 용액에서의 회절효율 측정도 같은 방법으로 실험하였으며, 그림2에 실험 장치 개요도를 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

노출세기를 각각 $10mW/cm^2, 40mW/cm^2$ 으로 했을 경우 박막두께에 따른 회절효율을 그림 3,4에 나타내었다. 노출세기 $40mW/cm^2$ 에서 더욱 좋은 회절효율이 관찰되었으며, $As_{40}Se_{16}S_{35}Ge_{10}$ 박막에서 4.6% 의 최대 회절효율을 나타내었다. 그림5에서는 노출세기를 $40mW/cm^2$ 으로 한 $0.76\mu m$ 박막의 예칭시간에 따른

회절효율을 나타내었다. 회절효율은 예칭시간이 길어질수록 증가하였으며, 예칭시간을 2분으로 하였을 경우 18% 의 최대 회절효율을 나타내었다. 사진1에서는 두께 $0.76 \mu m$ $As_{40}Se_{16}S_{35}Ge_{10}$ 박막에 형성된 relief-형 회절격자판 나타내었다.

4. 결론

이상의 실험 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) $As_{40}Se_{60-x}S_xGe_{10}$ 계에서 grating이 형성된 박막의 회절효율은 박막의 조성비, 두께, 노출세기 등에 의존하며, S의 함유량이 커질수록 회절효율이 증가하였다.

2) $As_{40}Se_{16}S_{35}Ge_{10}$ 박막 중 두께가 $0.76\mu m$ 인 박막에 노출세기를 $40 mW/cm^2$ 으로 하였을 경우 4.6% 의 최대 회절효율을 나타내었다.

3) 위의 박막을 알칼리 용액내에서 예칭하였을 경우 18% 의 최대 회절효율을 얻었다.

이상의 결과로부터 본 실험에서 사용한 As-Se-S-Ge계 박막은 홀로그래프 응용매질로서의 최적조건과 Relief-type diffraction grating 형성을 통해 보다 향상된 회절효율을 얻을 수 있으므로, 광전집적회로를 이루기 위한 기능소자로서의 가능성이 기대된다.

5. 참고문헌

1. Y. Ohmachi & T. Igo, Appl. Phys. Lett., vol.20, 506, 1972.
2. S. Zembtsu, Applid Optics, vol.14, 3073 1975.
3. K. Tada, N. Tanino, T. Murai, M. Aoki,

Thin Solid Films, vol.96, 141, 1975.

4. K. Tanaka, J. Non-Cryst Solids, vol.59/60, 925, 1983.
5. K. Tanaka, Appl. Phys. Lett., vol.26, 243, 1975.
6. A. Singh, L. Song, Applied optics, vol. 36, 2474, 1987.
7. K. Tada, N. Tanino, T. murai, M. Aoki, Thin Solid Films, vol.96, 141, 1982.
8. 문혁, 광운대학교 석사학위 논문, 1987.
9. 박태성, 정홍배, 김종빈, 전자재료학회 춘계 학술대회 논문집, 1988.

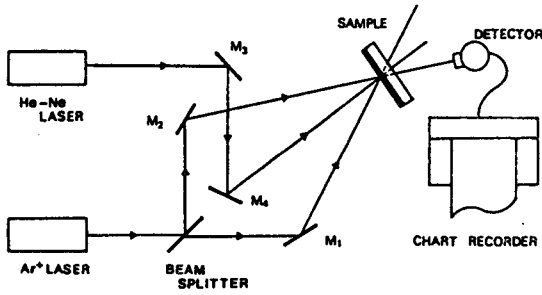


그림 1. 격자 형성과 회절효율 측정을 위한 광학장치.
Fig. 1. Optical system for the grating.

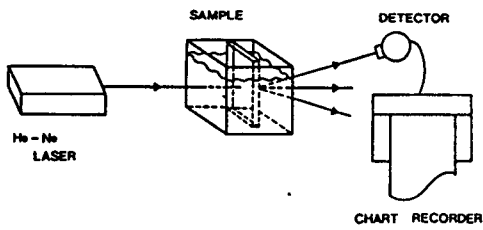


그림 2. Relief-형 격자의 회절효율 측정을 위한 개요도.
Fig. 2. The schematic diagram for measuring the diffraction efficiency of relief type grating.

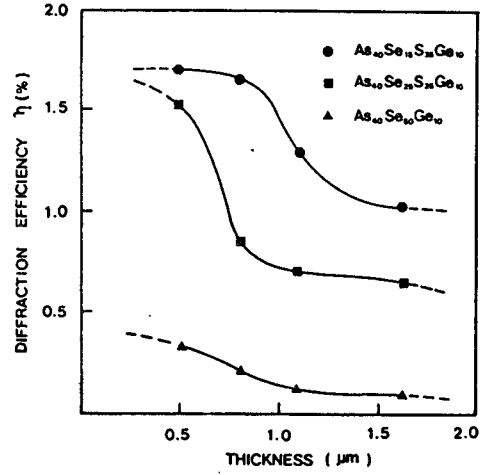


그림 3. 박막 두께에 따른 최대 회절효율.
Fig. 3. Maximum diffraction efficiency versus film thickness. (exposure power; 10mW/cm²)

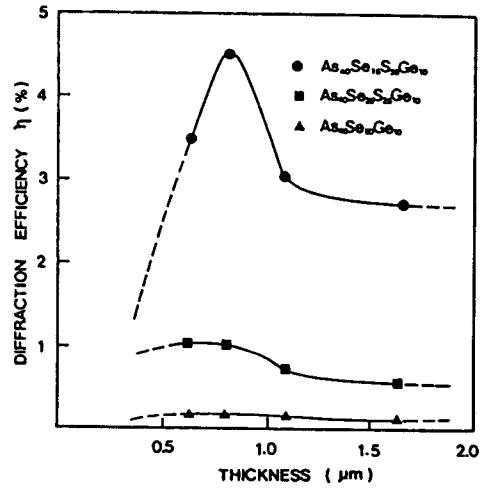


그림 4. 박막 두께에 따른 최대 회절효율.
Fig. 4. Maximum diffraction efficiency versus film thickness. (exposure power; 40mW/cm²)

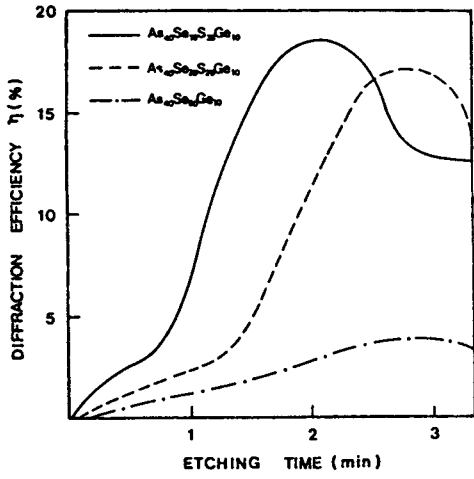


그림 5. 에칭 시간에 따른 회절효율.
 Fig. 5. Diffraction efficiency curves as a function of etching time. (thickness ; $0.76 \mu\text{m}$, exposure power ; $40\text{mW}/\text{cm}^2$)



사진 1. Relief-형 회절 격자 사진.
 Photo 1. Photomicrograph of relief type diffraction grating in $\text{As}_{40}\text{Se}_{15}\text{S}_{35}\text{Ge}_{10}$ film. (grating spacing; $0.67 \mu\text{m}$)