

비정질 칼코게나이드 박막에서의 편광 홀로그래피 격자 형성 및 회절효율 측정

Polarization Holographic Grating Formation and Diffraction Efficiency Measurement in Amorphous Chalcogenide Thin Films

전진영^{*}, 여철호^{*}, 이현용^{**}, 정홍배^{*}

^{*}광운대학교 공대 전자재료공학과

^{**}광운대학교 신기술연구소

Jin-Young Chun^{*}, Cheol-Ho Yeo^{*}, Hyun-Yong Lee^{**}, Hong-Bay Chung^{*}

^{*} Dept. of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

^{**} Institute of New Technology, Kwangwoon University

Abstract

Amorphous chalcogenide thin films, especially a-(Se, S) based films, exhibit a number of photoinduced phenomena not observed in other types of amorphous thin films. The polarization holographic grating has been formed in amorphous As-Ge-Se-S thin films using two linearly polarized He-Ne laser light. In addition, diffraction efficiency has been measured by the same laser of a relative lower intensity at the same time.

Key words(중요용어) : Photoinduced phenomena(광유기 현상), Polarization holographic grating(편광 홀로그래픽 격자), Diffraction efficiency(회절 효율)

1. 서론

1947년 Dennis Gabor에 의해서 고안된 홀로그래피는 이 후 많은 발전이 이루어져 디스플레이 및 데이터 저장에 적용시키고자 많은 연구가 이루어져 왔다. 이러한 홀로그래피도 그 기록이나 재생방법에 따라 여러 종류가 있는데, 물체광(object beam)의 강도 및 방향뿐만 아니라 그 편광 상태까지도 홀로그래피 방법으로 기록할 수 있는 새로운 분야가 제시되었는데, 이것이 바로 편광 홀로그래피(polarization holography)이다.¹⁾ 두 편광-광의 간섭에 의해 형성되는 편광 홀로그래피는 두 평행하게

편광된 광을 이용하는 세기 홀로그래피(intensity holography)와 서로 수직하게 편광된 광을 사용하는 위상 홀로그래피(phase holography)로 크게 구분할 수 있다.²⁾

이러한 편광 홀로그래피 물질로 사용하기 위해서는 사용되는 광원의 편광방향에 따라 광학적 이방성이 형성되는 물질이 필요하다.³⁾ 그러나 현재 제시된 물질들은 약한 광유기 이방성(photoinduced anisotropy)을 나타내기 때문에 낮은 기록 효율을 나타낸다.

따라서, 본 논문에서는 우수한 광유기 이방성 현상을 나타내는 비정질 As-Ge-Se-S 박막^{4,5,6)}을 편

광 홀로그램 물질로 사용하여 세기 및 위상 편광 홀로그래픽 격자를 형성시키고 그 회절효율 (diffraction efficiency)을 구함으로써 그 응용성을 살펴보았다.

2. 실험방법

순도 5N의 As, Ge, Se, S를 원자량 비 40 : 10 : 15 : 35를 갖도록 평량, 직경 10mm의 석영관에 약 2×10^{-5} Torr로 진공 봉입, 전기로에서 220, 600, 870°C로 순차적으로 가열하여 벌크 시료를 제작하였다.

박막은 corning glass위에 열진공증착방법을 사용하여 약 $3.5\mu\text{m}$ 의 두께를 갖도록 제작하였다. 이때 증착 속도는 비정질상의 재현성을 위하여 약 $2\text{\AA}/\text{s}$ 로 유지하였다.

편광 홀로그래픽 격자 형성을 위해 선형 편광된 He-Ne Laser($\lambda = 6328\text{\AA}$)를 사용하였다. 그림 1은 편광 홀로그래픽 격자 형성과 회절 효율 측정을 위한 장치도이다.

3. 결과 및 고찰

사진 1은 편광 홀로그래픽 격자 형성에 따라 발

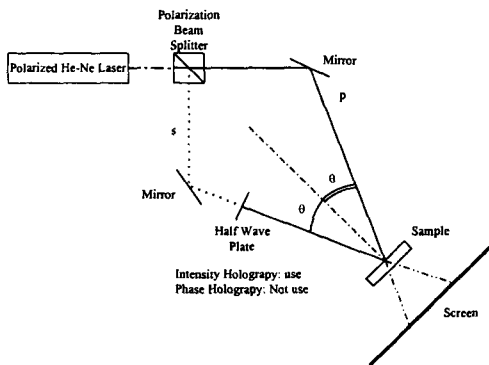


그림 1. 편광 홀로그래픽 set-up.



사진 1. 세기 편광 홀로그래픽 격자 형성에 따라 발생된 회절패턴

생된 회절패턴을 나타낸다. 이때 두 입사빔의 세기와 편광상태는 각각 0.7 mW와 s파(입사면에 수직인 파)로 세기 편광 홀로그래픽을 사용한 결과이다.

그림 2는 세기 편광 홀로그래픽을 사용한 경우의 시간에 따른 회절 효율을 측정한 그래프이다. 초기에 급격히 증가하던 것이 포화값을 이룬 후 다시

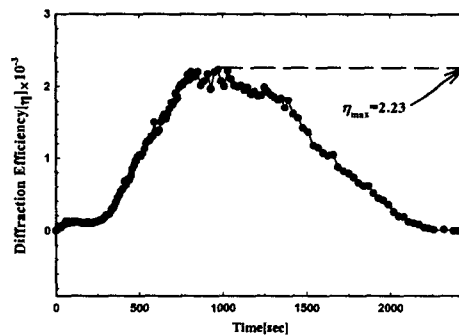


그림 2. 세기 편광 홀로그래픽에서의 시간에 따른 회절효율

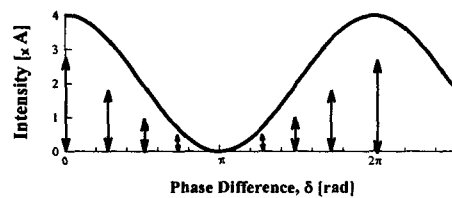


그림 3. 상호 평행한 두 선형 편광빔에 의한 빔세기 분포

서서히 감소하는 것을 알 수 있다. 세기 편광 홀로그래피의 경우 박막상에서의 빔의 편광상태는 항상 한 방향을 향하는 선형 편광빔이 되며 그 중첩빔의 세기는 일반적인 홀로그래피와 유사하게 그 위상차에 따라서 그림 3과 같이 공간 변조된다.

본 실험에 사용된 4원계 비정질 물질은 지금까지의 실험으로부터 다음과 같은 결론을 얻은바 있다.

1) 발생하는 이방성은 유기 빔의 편광 방향에 따라서 서로 다르게 나타난다.

2) 이방성 생성률은 유기빔의 세기에 의존하지만, 그 포화값은 이에 의존하지 않고 일정하다.

따라서 초기 유기 빔의 세기가 강하게 작용하는 곳에서만 일정한 방향성을 갖던 박막이 시간이 지남에 따라 두 빔에 의해 영향을 받는 박막 위의 모든 점에서 똑같은 크기의 방향성을 나타내게 되므로 해서 실험결과와 같은 형태를 갖게되는 것으로 사료된다. 1st order의 세기가 가장 큰 경우의 회절효율(η =1st order의 세기/입사빔의 세기)은 약 2.23×10^{-3} 이었다.

그림 4는 서로 수직한 유기 빔을 사용한 즉 위상 편광 홀로그래피 실험에서의 시간에 따른 회절효율이다. 초기 부분에서 1st order가 눈으로는 확인되었지만 그 세기가 상대적으로 적은 값이어서 많은 진동을 나타내 정확한 측정은 힘들었다. 세기 편

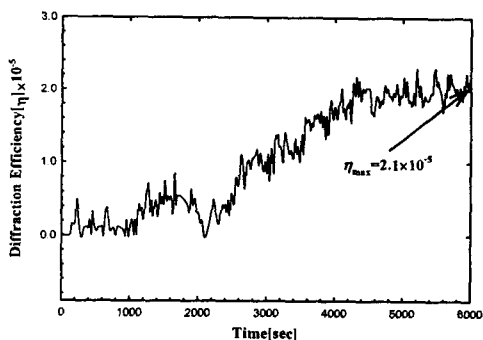


그림 4. 위상 편광 홀로그래피에서의 시간에 따른 회절효율

광 홀로그래피와는 다르게 일단 생성된 격자는 사라지지 않고 일정한 포화값으로 유지되어짐을 알 수 있다. 위상 편광 홀로그래피의 경우에는 박막 위의 모든 공간상에서 두 빔에 의한 간섭 패턴이 세기는 같으나 편광상태가 다른 형태가 된다. 그러므로 각각의 편광상태에 따라 서로 다른 방향성을 갖게 되고 이렇게 형성된 격자들은 서로 다른 기준광의 편광상태에 따라 다르게 작용하게 되므로 그 값이 일정하게 유지되는 것으로 사료된다. 최대 회절효율은 $\eta_{max}=2.1 \times 10^{-5}$ 로 세기 편광 홀로그래피에 비해 상당히 적게 나타남이 관찰되었다.

4. 결론

본 실험에서는 우수한 광학적 이방성 성질을 나타내는 비정질 As-Ge-Se-S 박막의 편광 홀로그래피 특성을 고찰하였다. 세기 편광 홀로그래피의 경우 회절패턴이 초기에는 급격히 증가하다가 최대효율이 2.23×10^{-3} 인 곳에서 포화를 이룬 후 다시 서서히 감소하는 형태를 나타내었다. 이는 칼코게나이드 비정질의 특이한 광학적 성질 때문으로 사료된다. 또한 최대 효율 값은 다른 물질에 비해 상대적으로 상당히 큰 값으로 평가되어진다. 위상 편광 홀로그래피의 경우 세기 편광 홀로그래피에 비해 그 최대효율은 약 2.1×10^{-5} 로 상당히 적게 나왔으나, 일정하게 유지되는 특성을 나타내었다. 사용된 박막의 두께가 $3.5 \mu m$ 라는 것을 고려한다면, 이 값은 상당히 크다고 볼 수 있다.

※ 본 연구는 한국과학재단 '97 핵심전문연구비 (과제번호: 971-0911-069-2)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] T. Todorov, L. Nikolova, and N. Tomova, Appl. Opt., Vol. 23, No. 23, 4309, 1984
- [2] L. Nikolova et al., Appl. Opt., Vol. 23, No. 23, 3835, 1996
- [3] N. F. Borelli, J. B. Chodak, and G. B. Hares, J. Appl. Phys. Vol. 50, 5978, 1979
- [4] H. B. Chung et al., PRICM-3, Vol. 2, pp. 2,701-2,706, July 12-16, 1998
- [5] H. B. Chung et al., ICEE'98, Vol. 2, pp. 927-930, July 21-25, 1998
- [6] H. B. Chung et al. J. Appl. Phys., be in progress.