

As-Ge-Se-S 박막에서 비편광빔을 이용한 회절격자의 소거에 관한 연구

이기남, 김창형, 박정일, 정홍배*
 광운대학교 전자재료공학과*

A study on the eliminating using non-Polarization beam on film of As-Ge-Se-S

Ki-Nam Lee*, Chang-Hyoung Kim*, Jung-Il Park* and Hong-Bay Chung*
 Department of Electronic Materials Engineering of Kwangwoon Uni*

Abstract

본 논문에서는 As-Ge-Se-S 박막에 (P:P) 편광빔을 이용하여 회절격자를 형성시키고 비편광(Non-Polarization)빔을 이용하여 생성된 격자를 소거시키고 그에 따른 회절효율을 조사 하였다. (P:P) 편광으로 기록된 회절 효율은 시간이 지나도 최대 회절효율의 변화가 없었으나 비편광 빔으로 기록된 회절효율은 시간이 지남에 따라 급격한 회절효율의 감소를 보인다. 따라서 (P:P) 편광으로 회절격자를 형성시키고 비편광빔으로 격자의 소거를 진행하여 약 83%의 회절격자의 소거가 이루어졌다.

Key Words : (P:P) 편광, 비편광(Non-Polarization), 회절격자, 소거

1. 서 론

최근 홀로그래피에 대한 관심이 집중되면서 이를 이용한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 기존 메모리분야의 저장용량 한계에 대한 대체 분야로서 각광을 받고 있으며, 광학소자로서의 응용에도 부각되고 있다.^{1,2,3)}

이러한 홀로그래피 저장방식은 기록광파(object beam)와 기준광파(reference beam)를 동시에 기록매질에 조사시켜 생성된 간섭무늬를 기록한 것을 말한다. 홀로그래피의 간섭무늬는 물체의 세기 정보는 물론 세기 성질로 변환된 위상정보를 갖는다. 이와 같은 홀로그래피 저장방식은 기록 및 재생광파의 편광상태에 따라 크게 비편광 홀로그래피(non-polarization holography)와 편광 홀로그래피(polarization holography)로 구분된다.⁴⁾

따라서, 본 연구에서는 본 연구진이 그간 연구해온 광학 매질 중에서 우수한 광유기 이방성(photoinduced anisotropy : PA) 현상을 나타내고 있는 비정질 As-Ge-Se-S계 칼코게나이드 박막을 박막형 편광 홀로그래피 매질로 사용하여 편광 홀로그래피 격자를 형성한 후 비편광 빔을 이용한 회절격자의 소거를 진행함으로써 차세대 박막형 편광 홀로그래피의 응용성과 실용화 방안을 검토하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 실험에 사용된 박막은 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, 670, 900℃로 순차적으로 가열하여 벌크 시료를 제작하였다. 박막은 corning glass-2948 위에 열진공 증착방법을 사용하여 박막을 제작하였다. 이때 증착 속도

는 비정질상의 재현성을 위하여 각각 2Å/s로 유지하였고 박막의 두께 및 광학상수는 N&K Analyzer(NKT 1200)를 사용하여 측정하였다. 박막표면에서의 광세기 및 회절된 +1st Order의 광세기는 광전력미터(Newport, 1815-C)에 의해 확인하였다.

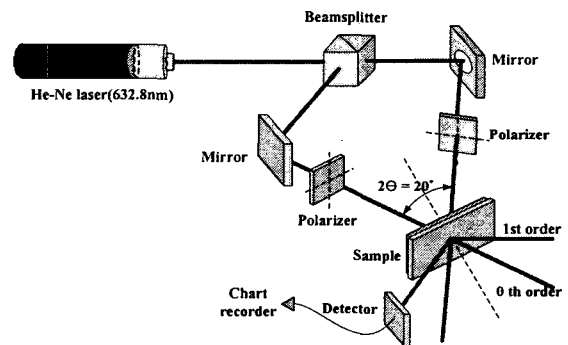


그림 1. 편광 홀로그래픽 격자 형성을 위한 장치도.

그림 1은 편광형태별 기록 및 재생을 위한 실험 장치도이다. 기록과 재생은 He-Ne Laser($\lambda=632.8\text{nm}; 23\text{mW}$)를 사용하였으며 Beam splitter를 사용하여 입사면에 대해 평행인 p파로 분리하여 홀로그래픽 격자를 형성시킨 후 기록빔인 p파를 차단하고 비편광빔을 조사시킨 후 회절효율의 변화를 측정하였다. 기록 및 재생시 회절효율은 +1st Order를 실시간으로 측정하였다. 또한 기록광파와 기준광파의 입사각 2θ 는 20도를 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 두 기록빔이 (P:P) 편광상태일 때와 비편광 상태일 때 회절효율을 측정한 결과이다. 그림2의 (a)와 같이 두 기록빔이 (P:P) 편광인 경우 약 300초 부근에서

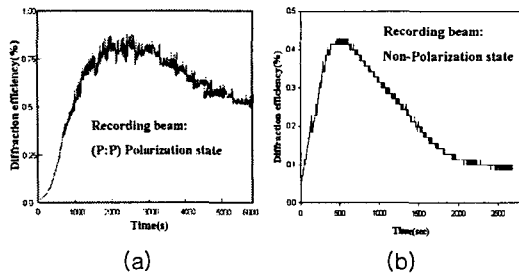


그림 2. $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 박막에서 편광상태의 기록 시간에 따른 회절효율
(a) (P:P) 편광상태 (b) 비편광상태

회절효율은 급격히 증가하여 2000초 후에는 최대로 포화되는 것을 볼 수 있다. 최대 회절효율은 약 0.8%였으며, 일단 생성된 격자는 사라지지 않고 시간이 경과되어도 일정한 포화값을 유지하는 특성을 보이고 있다. 위상 편광 홀로그래피의 경우 입사하는 두 빔의 편광상태가 그 위상차에 따라 간섭이 일어나 박막 내부 모든 위치에서의 세기는 같아지게 된다. 이때 두 빔에 의한 간섭 패턴의 세기는 같으나 편광상태가 각각 수직으로 입사되므로 각각의 편광상태에 따라 칼코게나이드 박막에서 서로 같은 방향성을 가지게 되고 이러한 방법으로 형성된 격자들은 서로 다른 기준광(reference beam)의 편광상태와 공간상의 경로차에 따라 다르게 작용하게 되므로 그 값이 일정하게 유지되는 것으로 판단된다. 그림 2의 (b)는 두 기록빔이 비편광 상태일 때 시간에 따른 회절효율의 변화를 나타내 결과이다. 약 500초 부근에서 최대포화값을 보이며 계속적으로 감소하는 현상을 보이며 약 2000초 부근에서 회절효율값은 0을 나타낸다. 최대 회절효율값은 0.4%였으며, 포화 후 감소원인은 비정질 칼코게나이드 박막에서 초기 유기 빔의 세기가 강하게 작용하는 영역에서 일정한 방향성을 가지고 격자의 형성을 이루다가 시간이 경과된 후 박막의 모든 부분, 특히 격자간격사이에서 약한 빔의 장시간 유기에 의해 포화를 이루게 되며 이로 인하여 새로운 격자가 형성되어 이들의 중첩 효과에 의해 회절효율이 감소되는 것으로 판단된다.

그림 3은 (P:P) 편광빔과 비편광빔을 이용하여 홀로그래픽 격자의 기록과 소거를 측정한 그림이다. 기록시에는 세기가 같은 두 p-편광된 빔으로 기록하였고, 소거시에는

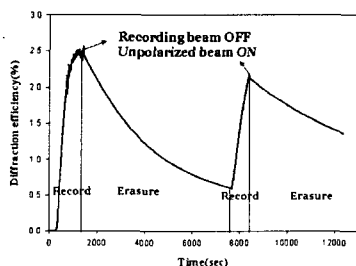


그림 3. $As_{40}Ge_{10}Se_{15}S_{35}$ 박막에 편광 홀로그래피 기록 및 비편광빔에 의한 소거

비편광빔을 조사하여 기록된 격자의 소거를 진행하였다. 약 1300초동안 기록하여 포화 회절효율이 2.5%인 격자를 형성한 후 기록빔을 차단하고 비편광빔을 조사함으로써 소거를 실행하였다. 초기 급격한 회절효율의 감소를 일으키면서 약 80%의 격자의 소거를 확인할 수 있었다. 여기서 비편광빔으로 소거된 칼코게나이드 내부는 구조적으로 임의의 방향으로 배열된 것이 아니라 방향성이 없는, 즉 소거빔으로 사용된 비편광빔의 방향으로 방향성을 일정치 않게 함으로서 굴절률의 국소변조, Δn 를 없앤 것이다. 그리고 다시 두 빔을 조사하면 칼코게나이드 내부에 격자가 형성되는데, 초기에 형성된 격자의 회절효율보다 낮은 값을 보임을 알 수 있다. 이는 비편광빔에 의해 방향성이 무너진 칼코게나이드 박막이 편광빔에 의해 재방향성을 가지며 격자가 형성되지만 초기에 형성된 방향성보다 낮은 방향성을 가지기 때문인 것으로 사료된다.

4. 결론

비정질 As-Ge-Se-S 박막에 기록된 홀로그래픽 격자의 소거를 통해 재기록 가능한 홀로그래피 저장매질로서의 응용성을 살펴보았다. 비편광빔에 의한 광학적 소거는 약 80%의 소거가 일어났으며, 이는 편광빔에 의해 형성된 격자의 일정한 방향성을 소거빔으로 비편광빔을 사용함으로써 일정하게 형성된 격자의 방향을 재배치시킴으로써 일어나는 현상으로 판단된다. 소거 후 재기록이 가능하였으며 이는 비정질 As-Ge-Se-S 물질이 박막형 대용량 홀로그래픽 저장매체로서 응용하는데 있어서 많은 도움을 줄 것으로 기대된다.

감사의 글

“본 연구는 정보통신부 대학 IT연구센터 육성 . 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다”

참고 문헌

- [1]. B. S. Guba, I. I. Kryzhanovskii, M. D. Milhailov and V. K. El'ts, "Pulsed recording of holograms on amorphous chalcogenide photoresist layers", J. Opt. Technol. 64 (9), pp.822-827, 1997
- [2]. D. Psaltis and F. Mok. "HOLOGRAPHIC MEMORIES", Sci. Am. (Int. Ed) 273, pp.70-76, 1995
- [3]. V. Markov, J. Millerd, J. Trolinger, M. Norrie, J. Downie and D. Timucin, "Multilayer volume holographic optical memory", Opt. Lett. Vol.24, No.4, pp.265-267, 1999
- [4]. L. Nikolova, T. Todorov, M. Ivanov, F. Andruzzi, S. Hvilsted and P. S. Ramanujam, "Polarization holographic gratings in side-chain azobenzene polyesters with linear and circular photoanisotropy", Appl. Opt., Vol 23, No 23, pp.3835-3840, 1996