

포토펠리머에서 편광방식을 이용한 홀로그래픽 메모리의 다중화

Polarization multiplexing of holography memory in photopolymer

정현섭, 김 남*, 신창원**, 김은경***

*충북대학교 정보통신공학과

** (주) 프리즘테크

***연세대학교 화학공학과

hsjeong@osp.chungbuk.ac.kr

Abstract : A multiplex recording and reading technique in photopolymer are presented. In order to record the polarization gratings, polarization-sensitive materials, in which linear birefringence is induced by irradiating the polarized light, are necessary. We checked orthogonal and independence of laser. The value of the photoinduced linear polarization had effect on diffraction properties in the holographic gratings. The grating strengths of two polarization are investigated and the relevant parameters for equal diffraction intensity readout are optimized.

체적형 홀로그래픽 메모리는 고용량의 저장밀도와 빠른 전송속도를 가지는 장점을 가지고 있다. 더 높은 저장밀도를 얻기 위해 다양한 다중화 기법들이 연구되고 있다. 일정한 공간에 여러 개의 정보를 한꺼번에 저장할 수 있는 다중화 기법에는 각도에 따른 다중화, 기록 위치에 따른 다중화, 위상 변화에 따른 다중화를 비롯한 여러 가지 방법이 있다. 대부분의 다중화 기법들은 홀로그램을 저장할 때 순차적으로 기록하게 된다. 하지만 포토폴리머에 한번 정보가 저장되면 그 위에 다시 기록이 되지 않는다. 그래서 한번에 여러 개의 데이터를 저장하고 재생하는 시스템의 필요성이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 빛의 편광성분을 이용해 다중화 하는 방법을 연구하였다.^[1]

1. 편광성분에 따른 홀로그램

본 연구의 기본장치 구성은 그림 1과 같다. 입사광원은 532nm의 Nd:YAG (2W) laser를 기록 매질은 포토폴리머를 사용했다. 기준빔은 포토폴리머가 부착된 슬라이드 면에 수직으로 입사되고 그 양쪽으로 $\theta = 30^\circ$ 의 각도로 신호빔이 입사된다. 각각의 신호빔은 PBS(Polarization Beam Splitter)에서 수직편광과 수평편광상태로 나뉘어지고 half-wave plate로 편광을 조절하였다. 편광상태에 따른 기준빔의 회절효율은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\eta = \eta_s \cos^2 \phi + \eta_p \sin^2 \phi$$

여기서, η_s , η_p 는 각각 p-polarization, s-polarization 일 때의 최대 회절효율을, ϕ 는 신호빔과 기준빔의 편광각을 나타낸다. 즉 편광각도에 따라 회절효율이 결정됨을 알 수 있다. 홀로그래피 기록되는 포토폴리머는 회절효율이 높고, 현상과정이 필요 없어 처리시간이 짧으며 비용이 저렴한 장점들을 가지고 있다. 이러한 점 때문에 최근 들어 홀로그래픽 매질로서 많이 사용되고 있다. 국내에서는 포토폴리머에 대한 인식부족으로 생산이 거의 이루어지지 않다가 근래에 매질의 국내개발을 위한 연구가 진행 중이다. 본 실험은 Dupont사의 HRF150-009-38Photopolymer를 사용하였다. 이 매질은 green 파장대에서 잘 반응하며 투과형 입사구조에서 격자가 생성된다.^[2]

2. 실험결과 및 고찰

기준빔과 신호빔에서 원형 편광은 고려하지 않았다. 우선 기준빔은 수직, 수평, 45도 틀어진 선형편광의 세가지로 구분하였고 각각의 경우에 신호빔 E_1 과 E_2 가 수평, 수직일 경우 포토폴리머의 회절효율을 측정하였다. 기준빔이 45도 틀어진 경우 각각의 편광상태에 따라 최저41.2%, 최대 47.8%의 회절효율이 측정되었다. 다음으로 편광상태에 따라 화살표 모양의 격자를 설치하여 기록한 후 재생한 결과 그림2처럼 첫 번째 출력빔에서는 합쳐진 모양이, PBS로 분리한 두 번째 출력빔에서는 원래 편광상태에 따라 화살표 모양이 분리됨을 확인할 수 있었다. 실험 결과를 종합해 보면 두 신호빔은 기준빔의 편광상태에 따라 독립적으로 반응을 일으키며 동일한 위치에 수직과 수평편광의 격자가 동시에 형성되었으리라 예상된다. 홀로그래픽 메모리에 응용한다면 포토폴리머의 동일한 공간에 편광성분이 다른 두 개의 데이터를 한꺼번에 저장할 수 있을 것이다.

"본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2006-C1090-0603-0018)"

"이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임"(지방연구중심대학육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)

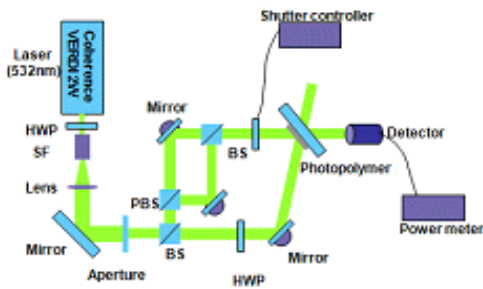


그림1. 편광다중화 기록을 위한 광학 시스템

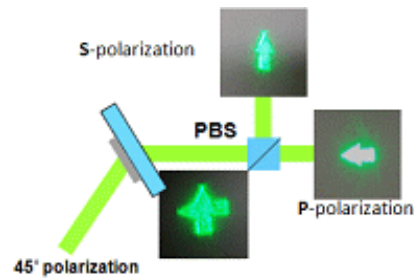


그림2. 45도 편광된 기준빔에 의한 재생

[1] Samer Alasfar, Masahiko Ishikawa, Yoshimasa Kawata, Chikara Egami, Okihiro Sugihara, Naomichi Okamoto, Masaaki Tsuchimori, and Osamu Watanabe, "Polarization-multiplexed optical memory with urethane-urea copolymers," Applied Optics, Vol. 38, No. 29, pp6201-6204, 1999

[2] 정현섭, 김남, 윤진선, 박태형, 신창원, "투과형 기록구조에서 반사형 포토폴리머의 광학 특성 및 미세패턴기록," 한국광학회지 vol. 18, No 1, pp. 8-13, 2007