

반사형 포토폴리머를 이용한 홀로그래픽 디지털 데이터 저장

Holographic digital data storage using
reflection type photopolymer

신창원, 안준원, 김정희*, 김 남*, 이권연**, 길상근***,

(주)프리즘테크, *충북대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학부, **순천대학교 전자공학과

***수원대학교 전자공학과

cwshin@osp.chungbuk.ac.kr

홀로그래픽 데이터 저장 기술은 높은 저장밀도와 빠른 전송속도, 그리고 병렬 처리로 인한 빠른 데이터 접근속도 등의 장점 때문에 차세대 정보 저장 기술 중의 하나로 고려되고 있다. 이러한 홀로그래픽 데이터 저장 기술을 보다 쉽게 실현하기 위해서는 광굴절 결정이나, 포토폴리머 같은 홀로그래픽 저장 매질이 필요하다. 그 중 포토폴리머는 고감도, 간단한 실시간 처리, 저렴한 가격 등의 이유로 광굴절 결정 보다 홀로그래픽 저장 기술 응용에 손쉽게 사용할 수 있는 저장 매질이다. 이러한 포토폴리머는 투과형과 반사형으로 나눌 수 있으며, 반응하는 파장도 조금씩 다르게 나타난다. [1-2]

본 논문에서는 기존의 투과형 포토폴리머와 달리 633nm 파장에서도 홀로그래픽 기록이 가능한 반사형 포토폴리머(DuPont HRF-800X001-15)를 이용해 고밀도의 디지털 데이터를 기록 및 재생하였다. 본 논문에서는 기록 매질의 특성분석을 바탕으로 하여 홀로그래픽 디지털 데이터 저장 시스템을 구현하였다. [3]

본 실험에서는 파장이 633nm인 20mW의 He-Ne 레이저를 광원으로 이용했으며, 디지털 신호 입력을 위해 Epson TFT LCD(640×480)를 사용했고, Kodak사의 ES 1.0 CCD 카메라(30 frame/sec)를 통해 재생된 디지털 신호를 검출하였다. 데이터 저장 밀도를 높이기 위해 SLM과 CCD간 1:3 오버 샘플링(oversampling)하여 한 페이지당 336×339(113,904bits)의 정보기록이 가능하도록 광학계를 구성하였다. 기준빔은 2.5mm×2.5mm 크기로 만든 평행광을 사용하여 비대칭 35도의 결합구조를 갖도록 하였다. 또한, 홀로그래픽의 다중화를 위해 2μm/pulse(full step)인 분해능과 30mm의 동작 범위를 갖는 선형 스테이지를 이용해 공간 다중화(spatial multiplexing)를 수행했다. 홀로그래픽의 중첩으로 인한 데이터의 에러 요소들을 최소화하기 위해 한 개의 홀로그래픽 기록 후, 2.5mm 공간 이동하여 다른 홀로그래픽을 기록하였다. 컴퓨터를 통해 노출시간과 기록 후 공간다중화를 위한 이동을 자동으로 수행하도록 하였다. 단일 격자를 기록할 때와는 달리, 디지털 데이터 기록 시에는 높은 회절효율 보다는 기록된 데이터의 일그러짐이나 변형이 없어야 한다. 신호빔의 세기가 기준빔보다 높을 때는 이미지의 일그러짐은 현상이 발생하였기 때문에, 그러한 일그러짐을 최소화하기 위해 신호빔 보다는 기준빔의 세기를 높게 하여 이미지를 기록하였다. 이때 광검출기로 두 빔의 결합 위치에서 측정된 기준빔의 Power는 약 2.86mW이고, 데이터가 SLM에 의해 공간 광변조된 신호빔의 Power는 약 40μW였다. 이 수치는 두 빔의 결합위치에서 광검출기로 측정된 빔의 Power이다. 기준빔의 크기가 2.5mm×2.5mm인 점을 감안한다면 실제 기준빔의 세기는 약 14.5mW/cm²이다. 본 실험에서 사용한 반사형 포토폴리머의 Film speed가 10mJ/cm² 이기 때문에 실제 디지털 데이터 기록 시, 1초간 노출했을 때와 1분간 노출했을 때의 이미지 회절효율 차이는 거의 없

었다. 그림 2는 2초간 노출시킨 뒤 3분간의 UV정착을 거친 후 재생한 디지털 홀로그램이며, 이때 재생된 데이터의 raw BER은 10^{-2} 정도였다. 만약, 보다 정밀한 광학계로 메모리 시스템을 구현한다면 raw BER을 더 향상시킬 수 있을 것이라 생각한다. 본 논문에서는 633nm 파장대에서 반응하는 반사형 포토폴리머(DuPont HRF-800X001-15) 매질의 특성 실험 결과를 바탕으로하여, 반사형 구조의 디지털 홀로그래픽 정보 저장 시스템 구현이 가능함을 보여 주었다.

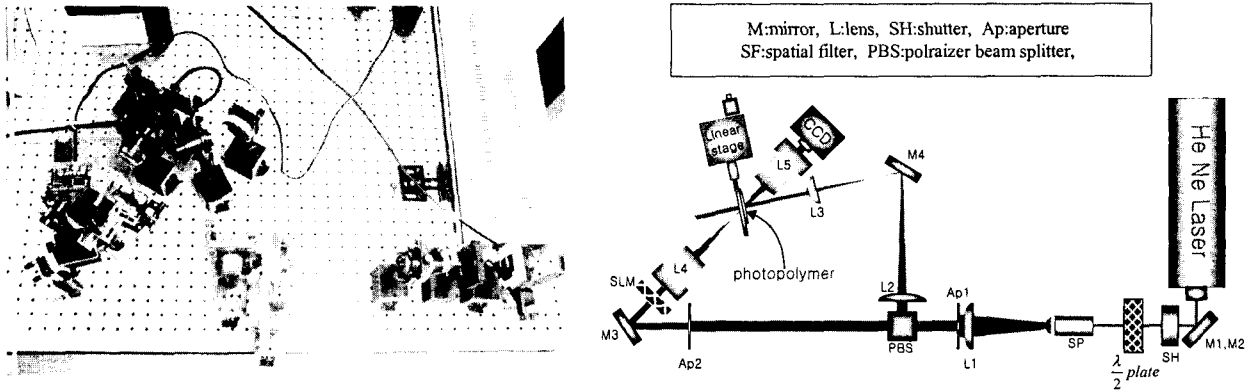


그림 1. 홀로그램 저장 시스템 사진과 구성도

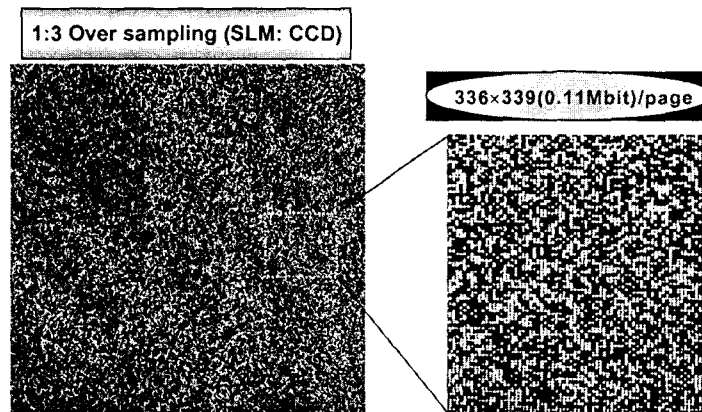


그림 2. 재생된 홀로그램

본 연구는 한국과학재단 목적기초 연구(R01-2001-000-00324(2002))지원으로 수행되었음.

참조 문헌

- [1] T. J. Trout, J. J. Schimeg, W. J. Gambogi, and A. M. Weber, "Optical photopolymers : Design and Applications," Adv. Mater., Vol. 10, No. 15, pp. 1219-1224, 1998
- [2] H. J. Eichler, S. Orlic, P. Kuemmel, B. Schupp, "Multiplexed Microholograms for Optical Data Stroage," SPIE., Vol. 3633, pp. 14-25, 1999
- [3] 신창원, 안준원, 김정희, 김 남, 전석희, 반재경, "홀로그래픽 디지털 정보 저장을 위한 반사형 포토폴리머의 특성 분석," Photonics, Conference, pp. 123-124, 2002