

청색 레이저 다이오드를 이용한 홀로그래픽 데이터 저장장치

곽봉식[†], 이성훈*, 하상우*, 정용우*, 김진아*, 서정교*, 최인호*

Holographic Data Storage System Using Blue Laser Diode

Bong-Sik Kwak, Serong-Hun Lee, Sang-Woo Ha, Yung-Woo Jung,
Jin-A Kim, Jeong-Kyo Seo, In-Ho Choi

Key Words : 홀로그래픽, 저장장치, 청색, 레이저 다이오드

ABSTRACT

Higher density in the holographic storage can be obtained by using shorter wavelength laser and higher numerical aperture (NA). In this paper, we adopted a blue laser diode with a wavelength of 405nm and high NA object lens. And the phase conjugation method is applied to prevent image distortion due to high NA. The performance of the system has been shown experimentally.

1. 서론

홀로그래픽 저장기술은 대용량의 저장능력과 고속의 접근이 가능한 장점을 가지고 있기 때문에 차세대 저장장치로서 주목 받고 있는 저장기술중의 하나이다. 기존에 연구되고 있는 홀로그래픽 저장방식의 경우 대부분 532nm의 녹색 레이저와 작은 NA를 가지는 Object Lens를 사용하기 때문에 Shift Multiplexing 등의 다중기록방식에서 저장 밀도를 높이는데 한계를 가지고 있다. 본 논문에서는 파장이 짧은 405nm의 청색레이저와 큰 NA를 가지는 Object Lens를 사용하여 이전 시스템의 단점을 극복한다. Object Lens의 NA를 크게 하였을 때 발생할 수 있는 이미지의 왜곡현상을 방지하기 위해 Phase Conjugation 방식의 저장, 재생기술을 사용하였으며, 실제 구성된 광학 시스템과 Photopolymer 저장매체를 사용하여 이미지의 저장과 재생을 검증하였다.

2. SYSTEM LAYOUT

단위 면적당 저장되는 홀로그램 이미지의 용량을 증가시키기 위해서는 사용되는 레이저의 파장을 짧게 하거나 NA를 크게 하여 저장 시의 Beam Spot의 크기를 감소시켜야 한다. 이를 위하여 기존의 홀로그래픽 저장장치에 사용되는 532nm의 녹색 레이저를 대신하여 405nm의 청색 레이저 다이오드와 큰 NA의 Object Lens를 사용하면 홀로그래픽 저장장치의 기록밀도를 증가시킬 수 있다.

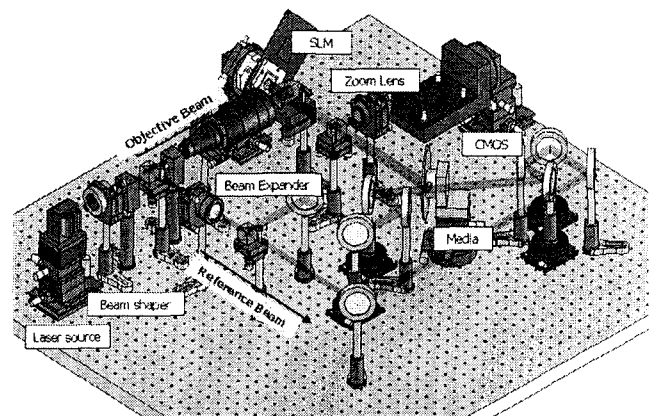


Fig. 1 system layout

[†] LG 전자 디지털스토리지 연구소

E-mail : kwakbs@lge.com

TEL : (031)789-4027 FAX : (031)789-4204

* LG 전자 디지털스토리지 연구소

Fig. 1 은 청색레이저를 이용한 홀로그래픽 기록/재생 시스템의 구성도이다. 청색 레이저 다이오드는 405 nm External-Cavity Laser Diode(ECLD)를 레이저 소스로 사용하였다. External-Cavity 를 사용할 경우 레이저의 Coherence Length 를 길게 할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 반사되어 레이저 소스로 돌아오는 레이저에 의해 발생하는 불안정한 요소들을 제거하기 위하여 Isolator 를 레이저 소스에 연결하여 배치하였다.

데이터 기록 시에는 레이저가 Beam Splitter 에 의해 Reference Path 와 Object Path 로 분리된 후 Object Path 의 레이저는 Beam Expander 를 통해 확대된다. Object Beam 은 SLM 으로 사용된 DMD(Digital Micromirror Device)에 의해 변조되고, Media 내부에서 Reference Beam 과 Object Beam 의 간섭이 발생하여 데이터가 저장된다. 이 때 NA 가 큰 Object Lens (NA=0.65) 를 사용하였으며, 전자적으로 구동되는 셔터를 이용하여 노출시간을 조절한다. 데이터 재생 시에는 큰 NA 에 의한 수차에 의해 발생하는 이미지 왜곡현상을 제거하기 위해 Phase Conjugation 방식을 사용하였다. Object Beam 은 Shutter 에 의해 차단되고, Reference Beam 이 이미지 저장 시와는 반대방향으로 미디어에 입사하여 저장된 이미지를 재생하고, CMOS 센서를 통해 이미지를 촬영하게 된다.

3. 실험 결과

Fig.1 의 System Layout 을 Fig. 2 와 같이 실제 Test Bed 로 구현 한 후 이미지의 저장 및 재생실험을 실시하였다.



Fig. 2 experimental test bed

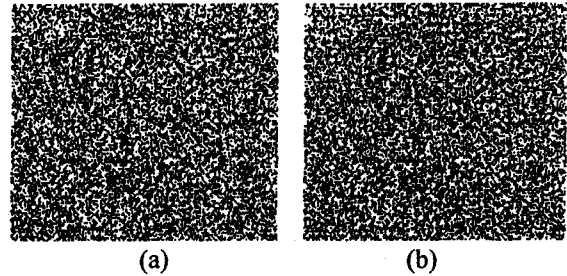


Fig. 3 (a)original image (b)reconstructed image

Fig. 3 의 (a)는 기록 시 사용된 원본 Image 이고 (b)는 이미지 재생과정을 통해 재생된 Image 이다. Error Correcting 과정을 거치지 않고 얻은 Raw data 이미지의 BER 은 10^{-2} 수준이었으나 광학계의 개선을 통해 Beam Profile 을 향상시킬 경우 더 향상된 BER 을 얻을 수 있을 것이다.

4. 결론

본 논문에서는 홀로그래픽 저장장치의 저장밀도를 증가시키기 위해 청색 레이저 다이오드와 큰 NA 의 Object Lens 를 사용한 시스템을 설명하였으며 실제 실험을 통해 이미지의 기록과 재생을 검증하였다. 향후 본 실험에 사용된 시스템을 기반으로 멀티플렉싱 실험을 통해 저장밀도 향상을 위한 방법을 연구할 예정이다.

참고문헌

- (1) H. J. Coufal, D. Psaltis and G. T. Sincerbox, 2000, Holographic Data Storage, Springer-Verlag
- (2) D. Psaltis and G. W. Burr, 1998, "Holographic Data Storage", Computer, Vol. 38, No. 3, pp. 52-60
- (3) T. Tanaka, K. Takahashi, K. Watanabe, D. Samuels, M. Takeya, 2004, "Littrow-type blue laser for holographic storage", Optical Data Storage Technical Digest, 311-313
- (4) K. Takasaki, S. Akao, S. Kobayashi, M. Sugiki and K. Watanabe, 2004, "Line Segment Hologram Writer Using Single Mode Blue Laser and One-dimensional Spatial Light Modulator", International Symposium on Optical Memory 2004