

칼코게나이드 박막에 저장된 홀로그래픽 디지털 정보의 잡음 제거에 관한 연구

임병록, 이우성, 안광섭, 여철호, 정홍배*
전자재료공학과 광운대학교*

Analysis of noise rejection of stored holographic digital data on the chalcogenide thin film

Byoung-Rock Lim, Woo-Sung Lee, Kwang-Seop Ahn, Cheol-Ho Yeo, Hong-Bay Chung*
Department of Electronic Materials Engineering of Kwangwoon Univ.*

Abstract : The Analog data is impossible to perfect reconstruct original data at a hologram data storage because of noise such as cross talk. So it is necessary that data can be stored by digital signal unavoidably. Therefore this work deals with experiments from this point of view through writing & reading of digital data. We stored 256bit digital data at one point on As-Ge-Se-S chalcogenide thin film and we reconstruct original data of 100% through the specified algorithm such as the histogram equalization, the interactive correction, etc.. This result shows that the data is able to reconstruct under relative low diffraction efficiency. As the result, we expect the possibility of chalcogenide thin film for HDDS as the analysis of the effective resolution refer to reconstruction rate and diffraction efficiency.

Key Words : HDDS(Holographic digital data storage), Hologram,, Chalcogenide thin film.

1. 서론

향후 10년 안에 문서·사진·음성·동영상 등의 데이터를 한꺼번에 저장·전송하는 '중합광대역 통신망'(BCN: Broadband Convergence Network)이 구현될 경우, 현재의 저장장치 기술로는 이 같은 종합 멀티미디어 데이터를 감당할 수 없게 된다. 따라서 근 미래의 이러한 수요에 맞춰 TBit 단위의 데이터를 저장하기 위한 기술 개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이러한 초고용량 저장장치 중에서 상용화 가능성이 높고 기술개발에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 방식이 홀로그래픽 정보저장(holographic storage) 기술이다.[1]-[5]

홀로그래픽 기록 매질에 고밀도의 데이터 집적과 정보의 손실을 최소화하기 위해선 데이터의 기록을 디지털 신호화하는 것이 필수적이다. 이러한 디지털 방식의 홀로그래픽 시스템을 HDDS(Holographic digital data storage)라고 한다. HDDS는 광기록 방식으로 정보를 저장하며, 1point에 page단위의 정보를 기록할 수 있기 때문에 기존 DVD의 용량 한계를 충분히 극복할 수 있다.

현재 홀로그래픽 기록 매질의 특성 개선을 위한 연구들 뿐만 아니라, 디지털 단위의 정보에 대한 HDDS 기록/재생 방식과 구동 드라이버, 잡음 제거에 관한 전반적인 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

칼코게나이드 물질은 광유기 이방성이 뛰어나며, 광 기록 특성이 우수하기 때문에 향후 HDDS 매질로서의 적용 가능성이 높다. 따라서 본 연구에서는 칼코게나이드 박막에 디지털 정보를 기록하고, 재생 시 잡음을 제거하고 복원하는 실험을 함으로써 회절 효율이 낮더라도 디지털 정보의 기록/재생이 가능하다는 것을 보이고자 한다.

2. 실험

2.1 홀로그래픽 기록/재생 장치의 구성

본 연구에는 최대 가역적 광구조적 변화(reversible photostructural transformation)를 갖는 비정질 칼코게나이드 As-Ge-Se-S 계 박막을 선택하였다.[6]

표 1. 홀로그래픽 기록/재생 조건

| 구 성 | 조 건 |
|-------|--|
| 매 질 | As ₄₀ Ge ₁₀ Se ₁₅ S ₃₅ (λ/2=318nm)/Ag(20nm) - diffraction efficiency 3.2% - |
| 광 원 | He-Ne LASER 632.8nm |
| 기록데이터 | "Holographic Digital Data Storage" - 16×16 (256bit) Mask - |
| 재생방식 | CCD ⇔ Reading Module(C++) ⇔ 원 영상 |
| 기록시간 | 5' |

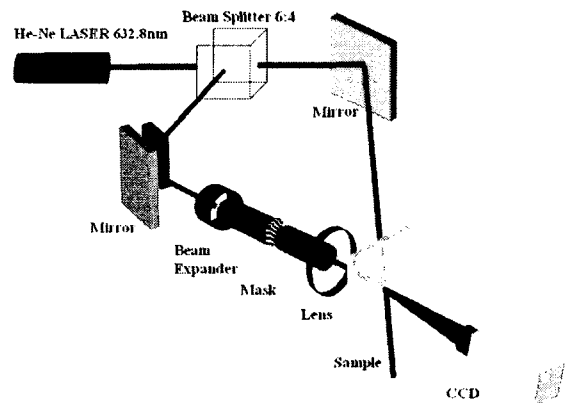


그림 1. 홀로그래픽 기록/재생 장치

2.2 기록된 영상 분석/재생 및 잡음 제거

매질의 한점에 32byte(256bit)의 정보를 이진화한 마스크를 통해 5분 동안 기록하였다. 다음으로 재생빔만을 입사하여 0th order의 재생영상을 CCD로 검출한 후, 히스토그램 평활화, 평균화, 상대편차보정, 이진화 등의 과정을 수행하여 잡음을 제거하여 원래의 데이터로 복원하였다. 이러한 알고리즘은 Visual C++를 통해 설계하였다.

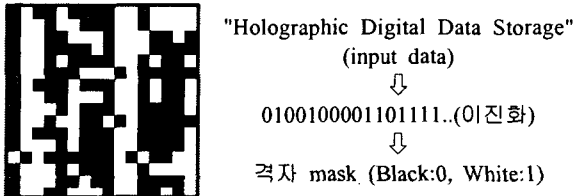


그림 2. 16×16(256bit) digital data mask

3. 결과 및 고찰

다음 그림은 마스크를 통과해 매질에 기록시킨 영상을 CCD로 검출한 것이다.

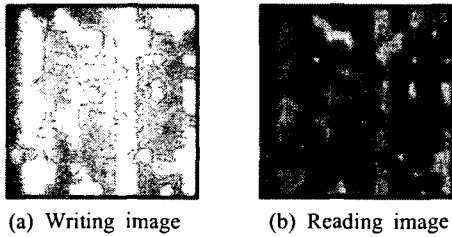
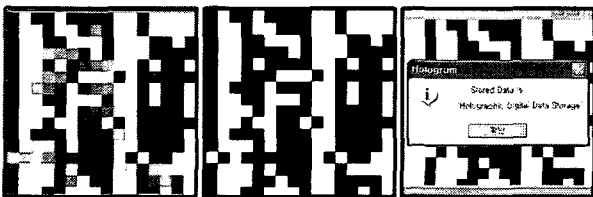


그림 3. 기록/저장 데이터를 CCD로 검출한 영상

그림 3.(a)는 기록빔과 재생빔이 매질에 입사되었을 때 검출된 영상이고, 3.(b)는 기록 후 재생빔만 입사했을 때 검출된 영상이다. 보는 바와 같이 기록된 영상을 재생할 때 밝기효율(회절효율)이 크게 떨어지는 것을 알 수 있다. 이 저장된 영상을 그대로 원 데이터로 복호화하게 되면 데이터의 복원률은 crosstalk등 잡음의 영향으로 230/256(90%) bit이하로 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.



(a) Reading image (b) 히스토그램 평활화 (c) 평균화



(d) 상대편차보정 (e) 이진화 (f) 데이터 복호화

그림 4. 잡음을 제거하는 알고리즘을 거쳐 복원되는 과정

여러 번의 실험을 통해 데이터를 100% 복원하기 위해서 여러 가지 알고리즘을 적용해 보았다. 가장 중요한 과정이 상대편차보정인데 이 과정은 현재 블록과 전·후 블록의 영상 편차를 비교해서 상대적으로 현재 값을 '0' 아니면 '1'로 결정짓는 알고리즘이다. 최종적으로 위와 같은 알고리즘 적용 후 위 그림 4.(e), (f)와 같이 입력한 데이터가 100%복원되는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

레이저의 intensity가 중심을 기준으로 Gaussian분포를 하기 때문에 기록된 영상 중심과 바깥 쪽의 밝기 편차로 인해서 데이터 복원에 오류가 발생한다. 또한, 재생 시 회절 효율이 그리 높지 않기 때문에 영상에 잡음이 많이 생겨서 복원할 때 정확한 데이터로 복원이 되지 않는다. 하지만 저장된 영상을 디지털 단위로 저장하고, 위와 같은 문제점을 보정하는 알고리즘을 적용하면 많은 양의 데이터를 무손실로 저장할 수 있다. 즉, 매질의 회절효율이 유효회절효율(20%)보다 낮은 3.2%정도에서도 데이터의 무손실 저장이 가능하다. 따라서 칼코게나이드 박막의 상대적으로 낮은 회절효율은 이와 같은 방법으로 보상할 수 있으며, 향후 HDDS system의 구성 중 reading module에서 적절한 보정작업을 수행한다면 칼코게나이드 물질이 HDDS 매질로서 충분히 활용될 수 있으리라 전망한다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R0120020000048002004)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] C. H. Yeo, S. J. Jang, J. I. Park, H. Y. Lee, H. B. Chung, J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., V. 12, N. 12, pp.1192-1197, 1999
- [2] T.Todorov, L. Nikolova and N. Tomova, Appl. Opt. V. 23(23), pp. 4309-4312, 1984
- [3] T. Todorov, N. Tomova and L. Nikolova, Opt. Commun, V. 47, pp.123-127, 1983
- [4] L. Nikolova, T. Todorov, M. Ivanov, F. Andruzzi, S. Hvilsted and P. S. Ramanujam, Appl. Opt., V. 35, N. 20, pp. 3835-3840, 1996
- [5] P. Hariharan, "Optical Holography". Cambridge Univ. Press, pp. 162-164, 1984
- [6] J. Y. Chun, S. H. Park, H. Y. Lee and H. B. Chung, "Estimation of the anisotropy magnitude in amorphous As₄₀Ge₁₀S₃₅Se₁₅ thin films by an interference method", J. of the Kor. Inst. Electrical & Material Eng., Vol. 11, No. 9, pp.749-751, 1998