

움직이는 LCD를 이용한 Fe:LiNbO₃에서의 각다중화된 홀로그램

Moving Window based Angular Multiplexed Hologram in an Fe:LiNbO₃ Crystal

*김규태, **김수길, *김은수

*광운대학교 전자공학과, **호서대학교 전기·전자·제어공학부

kkt@explore.kwangwoon.ac.kr

각설당만한 크기의 비선형 광굴절매질(photorefractive materials)을 이용한 데이터의 체적 홀로그램 저장 기술은 기존의 2차원이 아닌 3차원 개념의 메모리 기술로서 그 정보 저장용량은 21세기 고도 정보화 사회에서 요구되고 있는 극초대용량(Tbyte 이상)이며 저장된 정보는 초고속(μ sec)으로 병렬 액세스할 수 있는 장점을 동시에 제공할 수 있는 유일한 차세대 데이터 저장 시스템으로 분석되고 있다.

체적 홀로그램 저장 기술은 광굴절매질의 굴절율이 광의 세기에 반응하는 광굴절 현상(photorefractive effect)을 이용하여 매질 내에 정보를 저장할 수 있다는 사실이 발표된 이후 매질 내에 보다 많은 정보를 저장하기 위한 많은 연구가 수행되어 왔다.⁽¹⁾ 홀로그램의 다중화 기록 방법은 국내외 여러 연구자들에 의해 다양한 방법들이 제시되고 실험을 통해 입증되었다. 지금까지 연구된 대표적인 다중화 방법은 각다중화(angular multiplexing)⁽²⁾, 파장다중화(wavelength multiplexing)⁽³⁾, 공간다중화(spatial multiplexing), 위상다중화(phase multiplexing)⁽⁴⁾ 그리고 더 높은 저장 밀도를 갖기 앞에서 언급된 다중화 방법들의 결합인 복합다중화 방법 등이 제시되었다.

각다중화 방법은 다른 방법들에 비해 보다 고밀도의 영상저장이 가능하며 가장 널리 사용되고 있는 다중화 방법으로, 1993년 F. Mok이 Fe-LiNbO₃ 결정에 5,000개의 정보를 기록하고 복원한 실험 결과를 발표함으로써 많은 관심을 끌었다.⁽²⁾ 각다중화 방법은 일반적으로 물체빔은 고정시키고 기준빔을 스텝모터나 광편향기(AOD:Acousto-Optic Device) 등을 이용하여 기준빔의 각도에 변화를 줌으로써 즉, 각 저장영상에 대한 입력 어드레스를 갖도록 하여 광굴절매질 내에 많은 정보를 저장할 수 있는 방법이다. 기준빔의 각도를 변화시키는 방법에는 스텝모터를 이용하는 기계적인 방법과 AOD(acousto optical deflector)를 이용하는 전자적 각도 제어방법이 있는데 일반적으로 영상의 기록과 복원에 기계적인 오차가 발생하는 기계적인 방법에 비해 빠른 액세스 시간과 정확하게 영상을 복원할 수 있는 전자적 각도 제어 방법이 더욱 실용적이다. 그러나 기존의 전자적 각도 제어방법은 AOD를 이용함으로써 가격이 비싸고 시스템이 복잡하여 구현에 어려움이 있는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 고밀도의 영상저장에 적합한 각다중화 방법을 정확하면서도 빠른 액세스 시간을 갖고, 또한 간단하게 시스템을 구현할 수 있는 새로운 홀로그래픽 메모리 시스템을 제시하고자 한다. 우선 기준빔의 각도를 정확하면서도 빠른 액세스 시간을 갖도록 구현하기 위해 전자적 제어가 가능한 LCD(liquid crystal device)를 이용하였다. LCD 공간광변조기는 반도체 공정을 이용하여 제작되며, 수십만개의 화소들로 이루어져 있으며, 각 화소는 전자적으로 on, off 제어될 수 있는 구조를 가지고 있다. LCD의 앞과 뒤에 있는 편광기와 검광기, 그리고 LCD의 각 화소에 연결되어 있는 전극에 전압을 인가하여 액정의 편향각을 조정함으로써 각각의 화소를 on, off할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 LCD의 특성을 이용하여 LCD 화면의 화소들의 일정부분은 on시키고 나머지 부분은 off함으로써 선택적으로 LCD 화면에 빛을 통과시키는 창(window)을 만들 수 있다. 그리고 이러한 창은 전자적인 제어가 가능하기 때문에 기준빔의 입사 위치를 바꾸는 역할을 수행할 수 있다. 따라서 LCD 화면 내에서 이러한 전자 창을

상하 좌우로 이동하도록 제어하는 것에 의해 다른 파벡터를 갖는 기준빔을 생성할 수 있다.

그림 1은 LCD 화면에서 창을 만들고 이동하는 것에 의해 기준빔의 각도를 전자적으로 제어하여 움직이는 창 의 모습과 이를 이용한 크리스탈의 같은 공간영역에 각각 다른 방향 벡터를 갖는 기준빔이 입사되어 다중화할 수 있음을 기하학적으로 보여주는 그림이다. 그리고 그림 2는 본 논문에서 제안된 원리를 이용한 각다중화 시스템의 구조를 나타낸다.

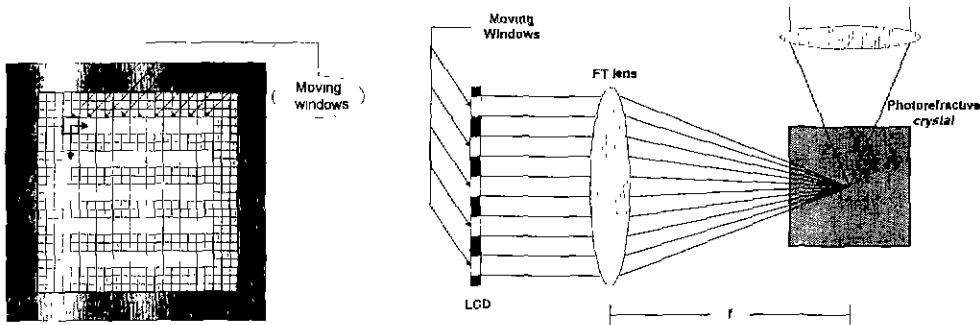


그림 1. LCD에서 움직이는 창에 의한 각다중화 원리

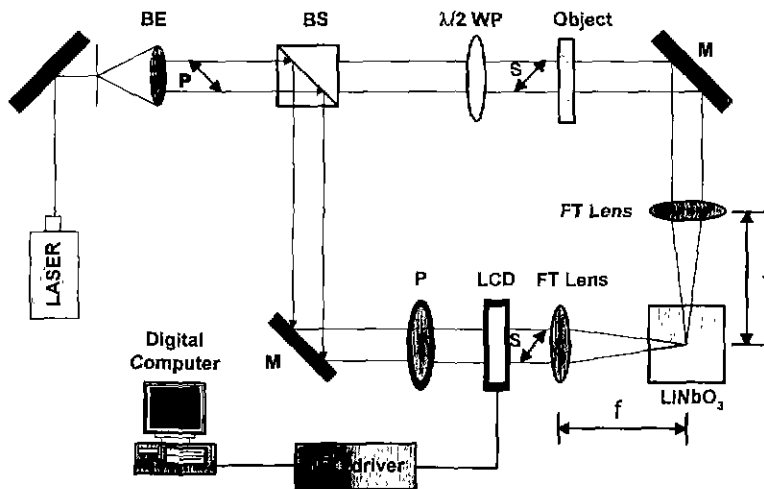


그림 2. LCD를 이용한 움직이는 창에 의한 각다중화 시스템

- 참고문헌

- [1] P. J. Van Heerden, "Theory of optical information storage in solids," Appl. Opt. vol.2, pp. 393-400, 1963.
- [2] F. H. Mok, "Angle-multiplexed storage of 5000 holograms in lithium niobate," Opt. Lett. vol. 18, no.11, pp. 915-917, 1993.
- [3] G. A. Rakuljic, V. Leyva, and A. Yariv, "Optical data storage by orthogonal wavelength-multiplexed volume holograms," Opt. Lett. vol. 17, no. 20, pp. 1471-1473, 1992.
- [4] C. Denz, G. Pauliat, G. Roosen, and T. Tschudi, "Volume hologram multiplexing using a deterministic phase encoding method," Opt. Comm. vol. 85, pp. 171-176, 1991.