

Phase shift multiplexing을 이용한 다중 홀로그램 저장 및 복원 Incremental recoding of holograms using phase shift multiplexing

김 유 현*, 이 연 호

성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부

optics@nature.skku.ac.kr

Phase shift multiplexing 기법을 이용하여 광굴절 결정체내에 광굴절 격자를 기록할 때 기준빔의 위상변위가 0도 또는 180도로 이루어진 코드를 사용하여 저장한다. 본 논문에서는 Phase shift multiplexing 기법을 이용하여 다중 홀로그램을 저장하는데 있어 4개의 pixel로 이루어진 기준빔에 Walsh-Hadamard 코드를 적용하여 다중 이미지를 기록한 다음, 그림 1처럼 홀로그램을 저장할 때 사용한 기준빔을 입사하여 원하는 홀로그램을 효율적으로 복원(회절)할 수 있는 홀로그램의 저장기록시간을 모의실험을 통해 찾아본다. 모의실험을 하기 위해 먼저 그림 1처럼 광굴절 결정체에 입사한 두 코히런트한 빔을 각각 통과한 빔과 회절된 빔의 합으로 가정한다. 이처럼 입사한 두 빔에 의해 간섭패턴이 일어나고 Kukhtarev et al.⁽¹⁾가 제시한 도전대역모델 (Conduction Band Model)에 따라 공간전하 전계가 발생하게 되고 이 공간전하 전계는 Pockels' effect에 따라 광굴절 격자를 형성하게 된다. 이렇게 형성된 광굴절 격자가 고정되어 있다고 가정하였을 때 회절된 빔과 투과된 빔간의 관계는 에너지 결합 방정식에 의해 표현할 수 있다. 즉, 그림 1에 보여준 것처럼 빔 1은 광굴절 결정체를 투과되는 빔과 빔 2쪽에서 투과된 빔(E_2^t)에 의해서 회절되는 빔의 합($E_1^t + E_2^d$)으로 생각할 수 있다. 빔 2에 대해서도 유사하게 생각할 수 있다. 이처럼 투과된 빔과 회절된 빔간의 관계는 다음과 같이 에너지 결합방정식에 의해 표시할 수 있다.

$$\frac{\partial E_1^t}{\partial x} = \Gamma^* \frac{m^*}{2} E_1^d \quad (1a)$$

$$\frac{\partial E_1^d}{\partial x} = -\Gamma \frac{m}{2} E_1^t \quad (1b)$$

여기서 $\Gamma = i \frac{\pi}{\lambda \cos \theta} [n_1 e^{i\phi} (\hat{e}_1 \cdot \hat{e}_2)]$, $m = \frac{2E_1^* E_2}{I_0} (\hat{e}_1 \cdot \hat{e}_2)$ 이다. m 는 두 빔간의 변조률, ϕ 는 광굴절 격자와 간섭패턴간의 위상차, θ 는 광굴절 결정체에 입사된 두 빔간의 사잇각, n_1 는 광굴절 격자의 변조률이고 \hat{e}_1 와 \hat{e}_2 는 두 빔의 편광 방향으로의 단위벡터, I_0 는 전체 빔 세기를 나타낸다. 빔 2에 대해서도 위의 빔 1에 대한 식과 유사하게 표시할 수 있다. 본 논문에서는 투과된 빔(E_1^t)을 광굴절 결정체에 입사시켜서 저장되어 있는 홀로그램을 효율적으로 복원할 수 있는 홀로그램의 저장기록시간을 Runge-Kutta 기법을 사용하여 모의 실험하였다. 그림 3은 기록시간을 다르게 하여 홀로그램을 각각 저장한 다음에 각 홀로그램을 읽었을 때 모의실험을 통해 얻은 회절빔의 전계의 크기를 표시한 결과이다. 이 결과로부터 효과적으로 저장할

수 있는 기록시간은 다음과 같은 식으로 표시할 수 있다.

$$t_p = 10 - 3*(P-1) \quad (2)$$

여기서 P는 페이지의 수이다.

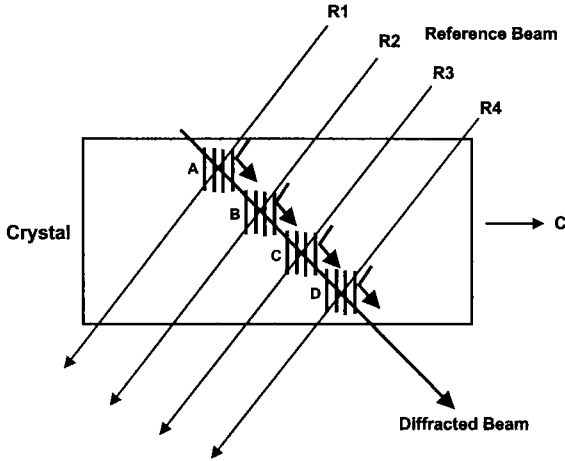


그림 1

4개의 pixel 로 이루어진 참조빔을 이용하여 이미지를 재재하는 개략도

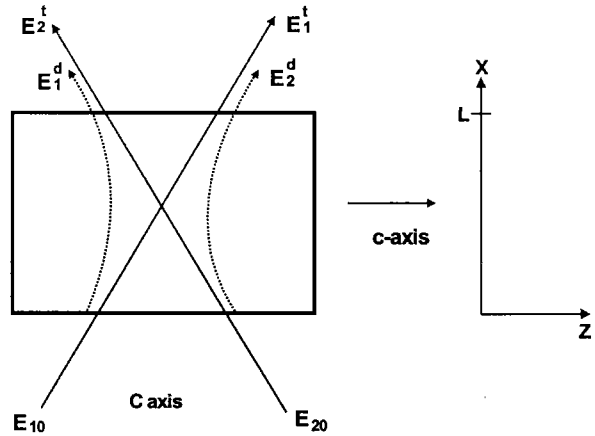


그림 2

광굴절 결정체에 입사한 두 빔을 투과한 빔과 회절된 빔의 합으로 나타낸 대략도

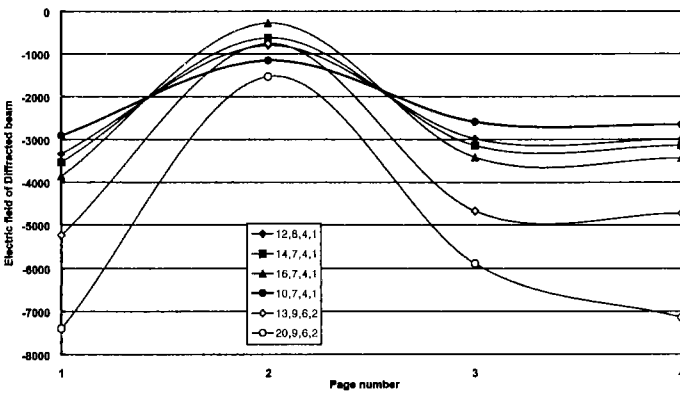


그림 3

다양한 기록시간에 따라 4개의 이미지를 저장한 후, 각 page 코드(기준빔)으로 읽은 회절빔의 전체의 모의실험 결과.

표 1.

	R1	R2	R3	R4
1	0°	0°	0°	0°
2	0°	0°	180°	180°
3	0°	180°	180°	0°
4	0°	180°	0°	180°

참고 문헌

1. N.V.Kukhtarev, V.B.Markov, S.G.Odulov, M.S.Soskin, V.L.Vineskii, Ferroelectrics, Vol.22, 949, 1979
2. Yeon H.Lee, You-Hyun Kim, Jae-cheol Kim, Hyun-sung kim, Ho-Hyung Suh, El-Hang Lee, Optics Communications, Vol.144, 70, 1997