

정보처리에 응용하기 위한 광학적 무작용 검출 시스템의 구현 Implementation of Optical Interaction-Free Measurement System for Information Processing Applications

장 주 석

부경대학교, 정보통신공학과

최근에 빛 (즉 광자)가 불투명한 물체에 직접 부딪히지 않도록 하면서 그 물체의 존재유무를 검출할 수 있는 무작용·검출 시스템이 연구되고 있다.^[1-4] 이들 논문들은 특이한 양자 역학적 이론이 실험적으로도 존재함을 보이기 위한 것들이었다. 본 논문에서는 고전역학적 관점에서 광정보처리에 응용할 목적으로, 물체의 실상을 출력하는 간단한 광학적 무작용 검출 시스템을 구현하였다.

전체 시스템을 그림 1에 나타내었다. 이는 광학적 케환이 N번 있는 Mach-Zehnder 간섭계 구조이다. 4개의 렌즈들은 Fourier면(A1)과 영상면이 반복되도록 2f 만큼씩 떨어져 있다. 반파장 지연판 ($\lambda/2$ plate)는 빔의 편광을 $\pi/2N$ radian만큼 회전시킨다. 이리하여 처음 수평으로 편광된 입력 빔은 간섭계를 N번 순환한 다음에 수직으로 편광된 빔으로 바뀐다. A1 면이 검출하고자하는 물체가 위치할 지점이며, 여기서는 여러 가지 편광의 빔이 모두 중첩되어 통과한다. 출력은 N번 순환한 빔이며, 이는 BS1, pinhole. BS2를 통해 스크린 1 (A2 및 A3)에서 관측된다. A2 및 A3도 A1과 같은 Fourier 면에 해당된다. 하나의 영상면도 관측을 위해 렌즈 L6을 통해 스크린 2에 나타나도록 하였다. 이러한 시스템에서 A1 면에 여러 가지 투명도를 가진 물체가 놓여 있을 때 A2 및 A3에서의 출력특성을 조사였고, 이 특성이 여러 가지 광정보처리에 응용될 수 있음을 논한다.

실제 실험에서는 케환횟수 $N=7$ 인 경우가 구현되었다. 이는 검출효율이 70%에 해당한다. 그림 2는 스크린 2에 나타난 빔 패턴으로 (a)는 A1에 아무것도 없을 때이고 (b)는 A1에 불투명 물체가 있을 때이다. 몇가지 A1의 상태에 따른 출력 A2 및 A3 면의 빔 세기 분포를 그림 3에 나타내었다. 시스템이 제대로 동작함을 볼 수 있다.

참고문헌

- [1] A. C. Elitzur and L. Vaidman, Found. Phys. Vol. 23, 987 (1993).
- [2] P. G. Kwiat, H. Weinfurter, T. Herzog, A. Zeilinger, and M. A. Kasevich, Phys. Rev. Lett. Vol. 74, 4763 (1995).
- [3] P. G. Kwiat, H. Weinfurter, and A. Zeilinger, Sci. Am. Vol. 275, Nov., 52 (1996).
- [4] E. H. D. M. van Voorthuysen, Am. J. Phys. Vol. 64, 1504 (1996).

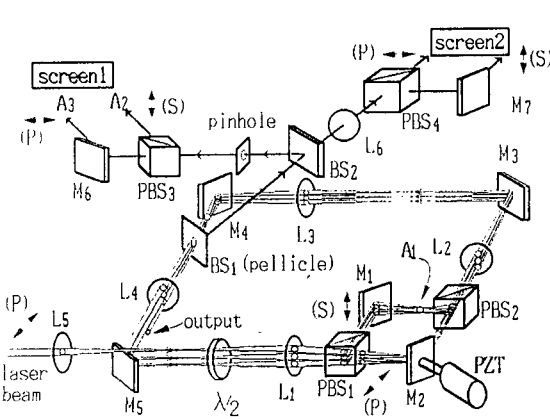


그림 1.

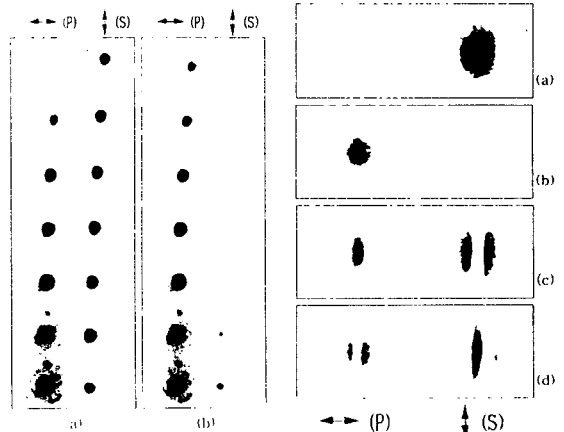


그림 2.

그림 3.