

LiNbO₃ 광굴절 도파로 제작Fabrication of photorefractive waveguides in LiNbO₃

박남기, 이홍석, 양병춘, 이병호
 서울대학교 전기공학부
 pnk22@snu.ac.kr

1. 서 론

홀로그래프 저장매질로 많이 사용되는 LiNbO₃는 광굴절효과를 일으키는 대표적인 물질로서 많은 물리적 성질들이 실험되었다⁽¹⁾. 광굴절효과에 의한 굴절률의 변화는 불균일한 세기를 가지는 빛의 입사에 의해 발생한다. 이 경우 매질은 공간적으로 다른 전하분포를 가지는데 이것을 설명하는 두 가지 요소를 든다면 다음과 같다. 첫째, 강한 빛을 받은 곳에서는 약한 빛을 받은 영역보다 더 많은 전자가 전도대로 여기되므로 전자의 공간적인 구배가 생겨 확산이 일어난다. 다른 하나는 광발전(photovoltaic) 효과에 의한 것이다. 앞서와 같은 불균일한 빛의 입사에 의해 발생한 전자는 입사광이 대칭적이라 하더라도 매질의 성질로 인해 광축방향에 대하여 선호하는 방향으로 더 많이 이동하며 이러한 비대칭적 전자의 움직임으로 인해 전하의 공간적 차이가 생긴다. 이상의 원인들로 인해 발생한 전하의 공간적 분포는 내부전계의 공간적 분포를 가져오고 이 내부전계에 비례하여 굴절률의 변화가 생긴다. 광도파로를 제작하기 위해서는 빛의 입사에 의해 굴절률이 더 커지는 부분이 생긴다는 사실을 이용한다⁽²⁾.

2. 본 론

본 실험에서는 He-Ne레이저에서 발생한 가우시안빔을 렌즈를 이용해 약 0.2mm직경으로 줄여 LiNbO₃에 수직입사시켜 직선도파로를 제작한 다음 가이드를 시키기 위해 세기를 줄인 빔을 다시 입사시켜 나온 패턴을 분석함으로써 LiNbO₃를 광연결기로 사용할 수 있음을 보이고자 했다. 기록빔의 출력은 17mW, 조사한 시간은 약 1초이며 그림 1은 실험의 구성도이다. 가우시안빔을 입사할 경우 광축방향으로 새겨진 굴절률 패턴은 참고문헌 (3)을 참조했으며 이는 그림 2와 같다. 가장자리의 굴절률이 높은 곳이 광도파로로 이용될 위치이며 이곳으로 입사한 빔은 주위보다 더 밝게 나와야 함을 뜻한다. 광도파로를 LiNbO₃에 새기기 전과 후의 모니터빔 입사시 관측된 출력 패턴은 그림 3의 (a), (b)와 같다. 도파로를 매질에 새기기 이전인 원래의 가우시안 빔세기의 모양에 비하여 그림 3 (b)에서 원형모양의 띠가 형성되었으므로 굴절률 변화가 그림 1과 같다는 사실을 입증한다. 그림 3의 (c)는 가우시안 빔을 빔직경의 1.5배만큼 이동시켜 연속 기록한 후 모니터빔을 입사시켜 나온 결과로 하나의 가우시안 빔만을 이용했을 때와 달리 강한 출력을 가진 하나의 빔이 나왔다. 이는 그림 2의 굴절률패턴을 공간적으로 중첩하면 설명이 된다. 왜냐하면 두 개의 굴절률 패턴이 겹치는 가운데지점의 주변에서 상대적으로 큰 굴절률 차이를 얻을 수 있기 때문이다.

3. 결 론

LiNbO₃에 가우시안 빔을 입사시켜 광굴절 효과에 의해 광도파로를 제작할 수 있음을 보였다. 특히, 가우시안빔의 간격을 공간적으로 적절히 분포시키면 원하는 굴절률패턴을 설계할 수 있음을 그림 3의

(c)를 통해 확인하였고 장비가 자동화되면 직선 광도파로의 성능개선 및 곡선 광도파로를 제작할 수 있음을 보였다. 제작된 LiNbO_3 광도파로는 광연결 소자로서 사용할 수 있게 된다.

※ 본 연구는 KIST를 통한 차세대 포토닉스 과제에 의한 것입니다.

1. F. S. Chen, "Optically induced change of refractive indices in LiNbO_3 and LiTaO_3 ," J. Appl. Phys., vol. 40, no. 8, pp. 3389-3396, 1969.
2. K. Itoh, O. Matoba, and Y. Ichioka, "Fabrication of photorefractive three-dimensional waveguides in lithium niobate," Opt. Lett. vol. 19, no. 9, pp. 652-654, 1994.
3. A-López, Cabrera, and A-Rueda, *Electrooptics Phenomena, Materials, and Applications*, 1st ed. (Academic Press, New York, 1994), Chap. 10.

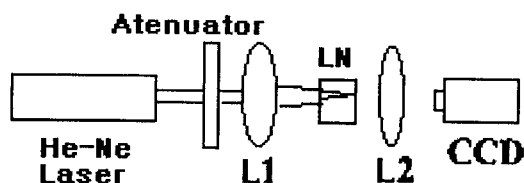


그림 1 실험 구성도

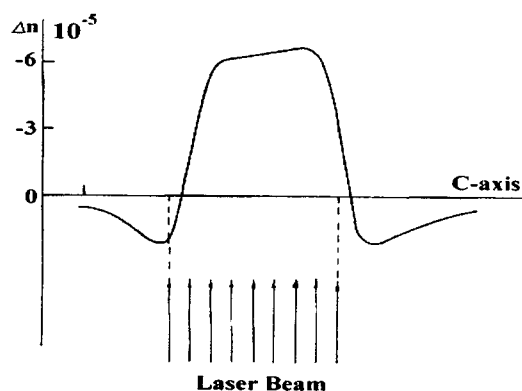


그림 2 가우시안빔 입사에 의한 굴절률변화
(편의상 세로축은 뒤집었음)



그림 3. LiNbO_3 를 통과한 빔패턴
(a) 도파로 제작전 (b) 제작후
(c) 두 개의 가우시안 빔으로 만든 도파로를 통과한 빔패턴