

Mach-Zehnder LiNbO₃:Ti 광도파로 제작 및 특성

Properties and Fabrication of Mach-Zehnder LiNbO₃:Ti Optical Waveguide

김성구 전자부품종합기술연구소
윤형도 전자부품종합기술연구소
윤대원 전자부품종합기술연구소
한상필 서울시립대학교 공대 전자공학과
허 현 전북대학교 공대 전기공학과
유용택 전남대학교 공대 전자공학과

Seong-Ku Kim Korea Electronics Technology Institute
Hyung-Do Yoon Korea Electronics Technology Institute
Dae-Won Yoon Korea Electronics Technology Institute
Sang-Pill Han Dept. of Electronics Eng. Seoul City University
Hyun Huh Dept. of Electrical Eng. Chunbook University
Yong-Taek Yoo Dept. of Electronics Eng. Chunnam University

ABSTRACT

We have investigated the optical properties of a Ti:LiNbO₃ optical waveguide which was fabricated by Ti-diffusion in a air atmosphere, and propose an effective method of polishing waveguide. This method was regarded to be applicable to waveguide fabrications.

I. Introduction

1974년 Bell 연구소에서 LiNbO₃에 Ti를 확산시켜 양호한 광도파로를 형성하는 방법이 보고됨으로서 이 기술을 응용한 planar 광기능소자를 제작할 수 있게 되어 초창기 광도파로소자 연구 붐을 조성하였다. 1980년대는 도파로 제작 기술이 일반화되었고 각종 기능성소자 제작이 가능하게 되었다. 1990년대 초 이미 다가올 21세기를 화려한 초고속, 대용량 광통신시대로 규정하고 이를 구현할 각종 모듈개발에 박차를 가하여 왔다. 현재 이런 저변기술이 집약되어 집적화 단계로 이어지고 있으며 도파로를 제작하는 방법도 다양하게 보고되고 있다. LiNbO₃ 도파로기술 이외에 planar lightwave circuit(PLC) 등이 중요시되고 있고 폴리머를 이용한 광도파로도 상용화 가능성을 보이고 있다.

본 연구에서는 Ti 확산 광도파로를 z-cut 및 x-cut에 제작하고 도파특성을 연구하였으며, 제현성 있는 폴리싱 방법을 제안하였다.

II. Experiment and Discussion

본 연구에서는 제작된 광도파로 단면 연마방법

으로 3가지 방법을 고려하였다. 시편 1에서는 기존 dummy block를 단면부에 붙이고 폴리싱하였으며, 시편 2에서는 도파로위에 금속박막을 부가적으로 형성하여 폴리싱하였고, 시편 3에서는 파이버 폴리싱머신으로 단면을 연마한 시편의 경우를 분석하였다. 이를 토대로 대량생산에 적용가능한 폴리싱 방법을 고안하였다. 본 연구에서는 파장 1550nm와 632.8nm를 사용하였다.

시편 1의 제작조건, 연마, 단면사진 및 모드패턴 등을 표1과 그림 1, 2에 나타내었다. 제작된 도파로 도파손실은 0.83dB/cm였고 측정방법은 입력부를 SMF로 피그테일하고 출력부를 포토다이오드로 측정하였다. 시편 1의 단면사진이 매끄럽지 못하기 때문에, 단면에서 광이 산란하여 명확한 모드형태를 보여주지는 못하고 있다.

시편 2의 제작법과 새로운 폴리싱방법, 단면사진을 표 2와 그림 3, 4에 그리고 마크젠다 Y-분지의 모드패턴과 마크젠다 모드패턴을 그림 5, 6에 각각 나타내었다. 그림 3에서 보는 바와 같이 금속박막이 형성된 곳에서는 매우 우수한 폴리싱효과를 나타내는 반면 금속박막이 형성되지 않는 곳에서는 연마단면에 거칠게 된다. 따라서 이 방법이 효과적인 폴리싱방법임을 단면사진으로부터 확인하였다.

시편 3은 파이버 연마기에 정밀치구를 장착하

여 폴리싱한 것으로 단면사진(그림 7)에서 보는 바와 같이 양호한 폴리싱효과를 보았고, 이 방법으로 제작된 도파로의 모드패턴을 그림 8에 나타내었다. 그림 9는 TE 모드만 입사시켰을 때 polarizer 각도에 따른 패턴이고, 그림 10은 632.8nm를 사용했을 때 나타나는 멀티모드 형상을 파장에 따라 보인 패턴을 나타내었다.

III. Conclusion

본 연구에서는 Ti:LiNbO₃ 광도파로를 제작하고, 재현성 있는 연마방법을 제시하였으며, 실험을 통하여 그 유용성을 검증하였다.

<참고문헌>

1. B-ISDN 공동연구개발사업 수동광부품개발 최종년도 보고서, 전자부품종합기술연구소 KETI RD-90091
2. 광통신용도파로광필터개발, 전자부품종합기술연구소 KETI-RD-97003

표 1. 시편 (1) 제작조건

기판	z-cut LiNbO ₃ MZ waveguide
두께	729 Å
폭	7 μm
길이	6 cm
확산온도	1050 °C, air
확산시간	7 hours

도파손실 : <0.83 dB/cm

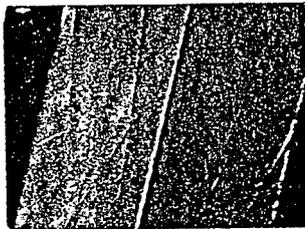
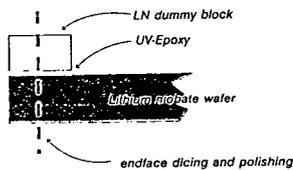


그림 1. 기판절단 및 연마

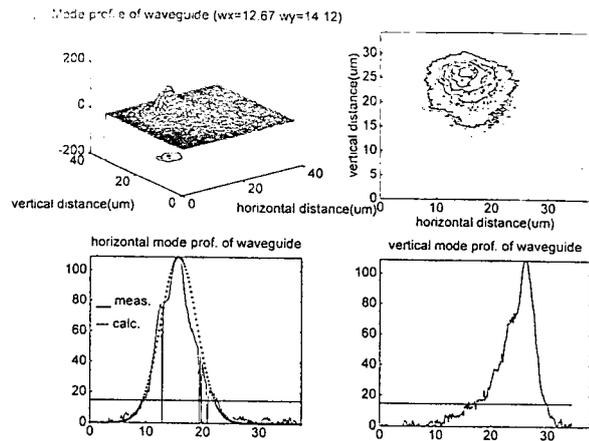


그림 2. 도파로 mode-profile

표 2. 시편 (2) 제작조건

기판	z-cut LiNbO ₃ MZ waveguide
두께	951 Å
폭	8 μm
길이	6 cm
확산온도	1050 °C, air
확산시간	8 hours

도파손실 : <0.42 dB/cm

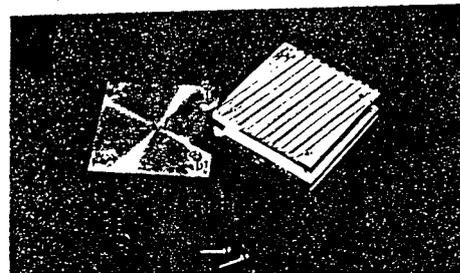
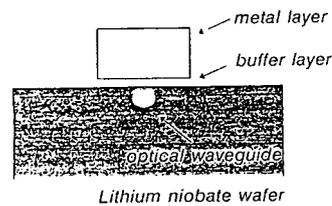


그림 3. 폴리싱 방법제안

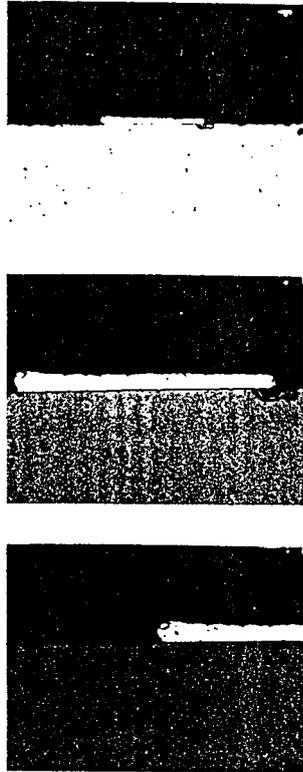


그림 4. 단면사진



Mode profile of channel waveguide

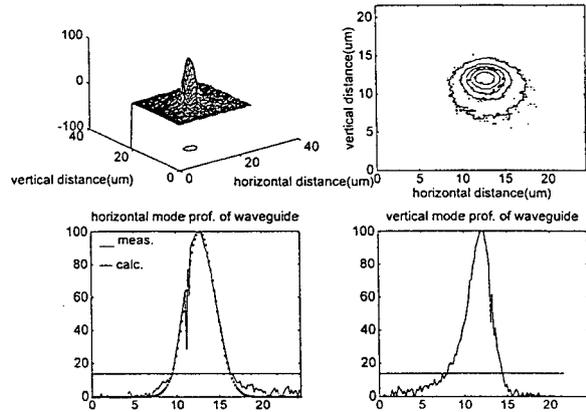


그림 6. 도파로 mode-profile(MZ)

표 3. 시편 (3) 제작조건

기판	x-cut LiNbO ₃ single waveguide
두께	750 Å
폭	8 μm
길이	3 cm - 3 μm
확산온도	1050 °C, air
확산시간	7 hours

도파손실 : < 3.25 dB/cm

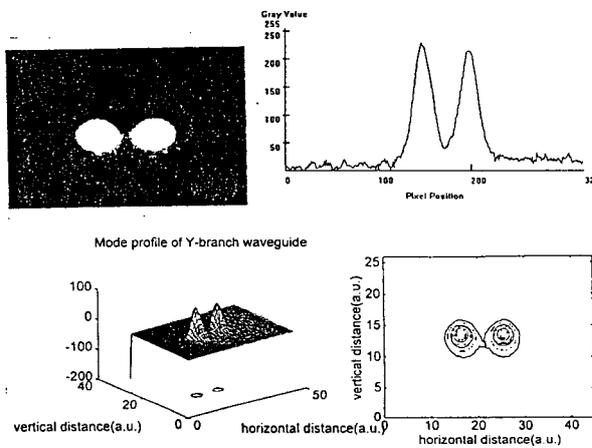


그림 5. 도파로 mode-profile(Y-bracch)



그림 7. 폴리싱 단면

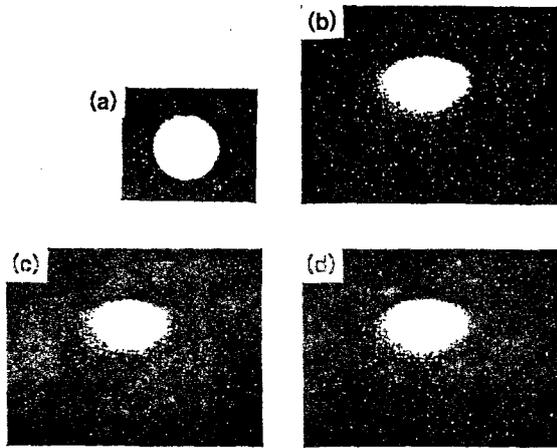


그림 8. 도파로 mode-pattern

- (a) 기준광 (b) 파장 1490 nm
 (c) 파장 1550 nm (d) 파장 1590 nm

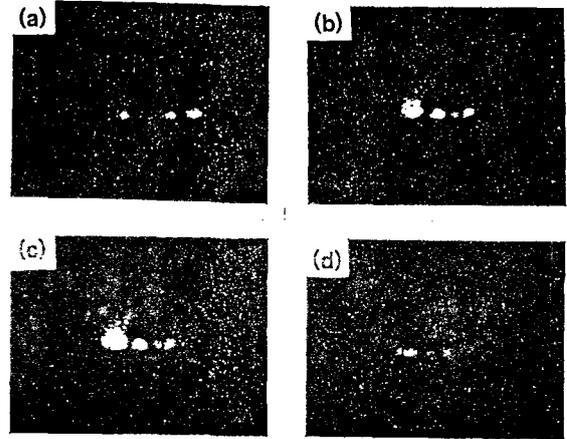


그림 10. 근시야상과 TE 모드 관찰

- (a) 기준광 (b) 파장 1490 nm
 (c) 파장 1550 nm (d) 파장 1590 nm

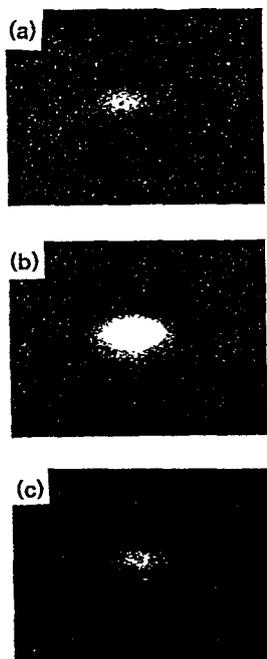


그림 9. Polarizer 각도에 따른 TE mode 패턴

- (a) 30° (b) 90° (c) 100°