

Ti 두께에 따른 Ti:LiNbO₃ 광도파로 특성 및 손실분석

Loss Analysis and Preparation of Ti:LiNbO₃ Optical Waveguide as a Function of Ti Thickness

정운조, 한려대학교 정보통신학과
김성구, 전자부품종합기술연구소
정용근, 금호정보통신연구소
강병모, 전남대학교 전자공학과
조재철, 초당대학교 전자공학과
박계춘, 목포대학교 정보공학부 전기공학전공
이진, 목포대학교 정보공학부 전기공학전공
유용택, 전남대학교 전자공학과

Won-Jo Jung, Dept. of INFORM. & TELECOM., HanLyo University
Seong-Ku Kim, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
Young-Gun Jung, KumHo Information & Telecommunications Lab.
Byeong-Mo Kang, Dept. of Electronics Eng. Chunnam University
Jae-Cheol Cho, Dept. of Electronics Eng., ChoDang University
Gye-Choon Park, Major in Electronic Eng., Division of Information Eng., Mokpo University
Jin Lee, Major in Electronic Eng., Division of Information Eng., Mokpo University
Yong-Tek Yoo, Dept. of Electronics Eng. Chunnam University

Abstract

Ti:LiNbO₃ optical waveguides were fabricated as a function of Ti thickness and pigtailed with polarization maintaining fiber(PMF). The near field patterns and total insertion loss of these sample was showed and measured for optical wavelength 1550nm. The fiber-to-waveguide coupling loss was described also.

1. 서론

본 연구에서는 0.5 및 1mm 두께 x-cut LiNbO₃에 Ti 두께를 달리하여 확산하고 광도파로 근거리 패턴과 손실특성을 조사하였으며, 편광보존 파이버와 효과적으로 접속하기 위한 pigtail링 실험을 수행하고 패키징하여 전체 fiber-to-fiber 삽입손실을 측정하였다.

2. 실험 및 결과

제작에 사용한 도파로선폭은 8 μ m single channel waveguide, 확산온도는 1050 $^{\circ}$ C, 확산시간은 8 시간 및 확산 분위기는 wet bubbled oxygen으로 제작하였으며, 폴리싱한 후 pigtail링한 결과, Ti 두께(800-1500 \AA)가 증가함에 따라 광도파로는 TM 및 TE 모드를 모두 지원하기 시작하였고 두께 1100 \AA 이상부터 1400 \AA 까지 낮은 삽입손실과 전파손실을 보였으며, 두께 1500 \AA 이상부터는 파장 1550nm 대역

에서도 멀티모드를 나타내어, 전파손실은 낮으나 피그테일링시 심각한 문제를 야기시켰다. 두께 1000 \AA 이하에서는 TE 모드 전파손실이 낮았으나, 그 이상 두께에서는 TM 모드 전파손실이 상대적으로 낮은 경향을 나타내었다. Ti 두께 1150-1400 \AA 사이에 제작된 광도파로는 매우 양호한 특성을 보였는데 패키징한 상태의 삽입손실이 모두 5dB 이하를 나타내어 상용제품과 비교해 보았을 때 손색이 없는 것으로 판단되었다. 그리고 두께 1150-1400 \AA 중의 가장 좋은 특성을 나타내는 두께는 구별이 어려웠고 이 두께로 제작된 광소자의 최종특성인 fiber-to-fiber 삽입손실은 도파로를 피그테일링하기 전에 실시하는 폴리싱 등급에 따라서 결정되고 있음을 반복실험으로 확인하였다. 결론적으로 본 연구를 통하여 실험한 결과, 일정수준으로 제작되는 광도파로를 소자로서 기능을 부여받는데 미치는 가장 중요한 요소는

도파로 단면폴리싱이라는 결론에 도달하였다. 그리고 본 연구에서는 실험적으로 얻어진 두께 1400 Å 도파로 모드특성을 이용하여 광도파로와 광 fiber와 결합시 발생하는 모드부정합손실을 검토하였다.

그림 1은 지그를 사용하여 폴리싱한 시편의 단면사진과 지그 일부 사진을 나타내었다. 그림 2는 도파로 측면 폴리싱면에 PMF를 부착한 사진이다. 에폭시에 더욱 견고한 구조를 형성하기 위해서 더미블럭을 추가로 붙였다. 페룰을 단면에 부착할 때 페룰과 단면과의 미세 간격이 존재하는데 본 실험에 의하면 페룰을 단면에 압착하기 보다는 어느 정도 간격을 유지하였을 때 최대 광 power 가 전달되었다. 그림 3는 피그테일링을 끝내고 시편을 패키지에 실장하기 전단계 사진이다. 그림 4는 Ti 두께에 따른 도파특성을 보였다. 두께 1150-1400까지는 모두 근거리패턴이 양호하였고 각각 모드에 따른 삽입손실 차이를 보였다.

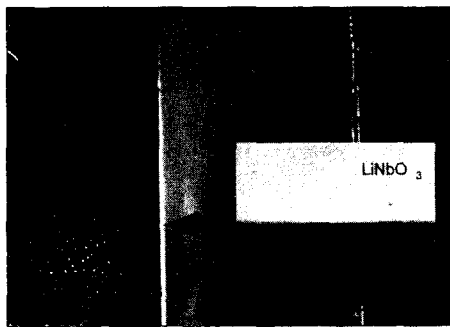


그림 1. 폴리싱.

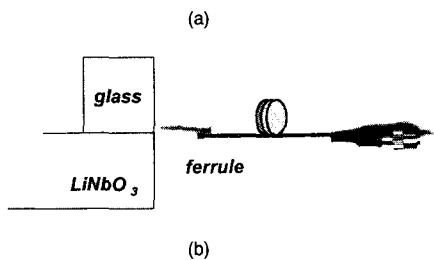
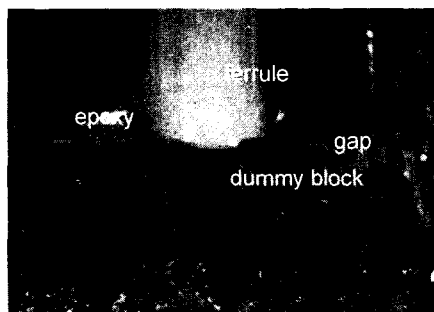


그림 2. PMF/SMF pigtailing.

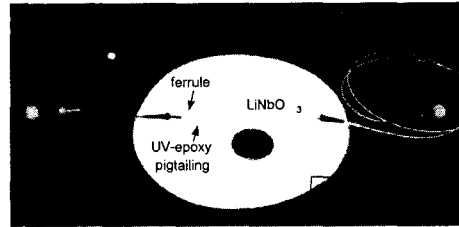


그림 3. 피그테일링 및 패키지.

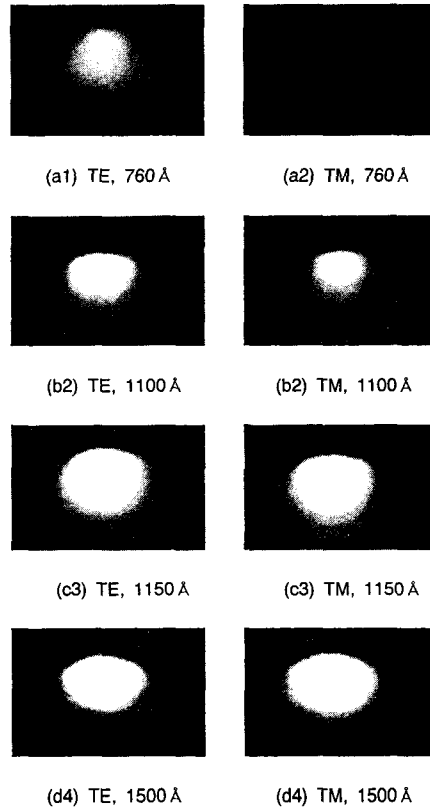


그림 4. Ti 두께에 따른 근거리패턴.

표 1. 최소 모드 부정합손실 계산

	0	0.6	0.7	0.8	0.9
TM	0.58	0.446	0.441	0.440	0.445
TE	0.36	0.260	0.265	0.274	0.290
모드	→ 파이버 광축 고정 도파로 광축이동, 단위[μm]				

표 2. 모드크기, 파장 1550nm

두께, Å	1070		1150		1210		1300		1400	
	TM dB	TE dB	TM dB	TE dB	TM dB	TE dB	TM dB	TE dB	TM dB	TE dB
Fiber-to Loss	8	3	4	5	3.5	4	3	6	3	5

표 1에서는 광파이버와 모드 부정합에 따른 손실이 어느정도 차이가 있는지 이론적인 계산으로 조사한 결과 광파이버 축과 광도파로축이 일치했을 때 보다는 0.6 μ m TE, 0.8 μ m TM 일 때 모드부정합손실이 최소로 되었다. 표 2는 두께에 따른 삽입손실정도를 본 것으로서 두께 1200Å 근처에서 손실이 최소가 됨을 알 수있었고 이 두께를 주변으로 각각 모드에 대한 삽입손실이 증가하였다.

3. 결론

본 연구에서는 x-cut LiNbO₃에 Ti를 확산하여 저손실 광도파로를 제작하고 근거리패턴을 연구하였으며 편광보존 파이버와 pigtailling하여 전체 삽입손실을 측정하여 광도파로 제작을 위한 최적두께를 조사하고자 하였다.

참고문헌

- [1] 전자부품종합기술연구소, B-ISDN 공동연구개발사업 : 수동광부품개발 최종년도보고서, KETI-RD-96091, 1996.12
- [2] 전자부품종합기술연구소, 광통신용 도파로형 광필터개발, KETI-RD-97003, 1996.12
- [3] 전자부품종합기술연구소, 수동광부품개발, KETI-RD-94030, 1994.7
- [4] 김성구 외 다수, "Mach-Zehnder LiNbO₃:Ti 광도파로제작 및 특성", 한국전기전자재료학회, 1997년 춘계 학술연구논문발표대회, OA-4