'99 춘계학술대회 논문집/PA-21(pp. 282-285) 한국전기전자재료학회

10Gbps Ti:$LiNbO_3$ 광강도 변조기

10Gbps Ti:$LiNbO_3$ Optical Intensity Modulator

김성구, 전자부품연구원
이한영, 전자부품연구원
윤형도, 전자부품연구원
임상규, 전자부품연구원
구경환, 전자부품연구원

Seong-Ku Kim, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
Han-Young Lee, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
Hyung-Do Yoon, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
Sang-Gyu Im, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
Kyung-Hwan Gu, Korea Electronics Technology Institute(KETI)

Abstract

Fabrication and pakaging method for low drive voltage and 10Gbps Ti diffused waveguide $LiNbO_3$ optical intensity modulator are described. Optical waveguides were prepared by conventionaly electron-beam evaporation and Ti-indiffusion into Z-cut plate $LiNbO_3$. Traveling-wave electrodes were used for obtaining the wideband frequency response and impedance matching. Microwave effective index and characteristic impedance measured by time domain reflectometry and compared with the calculated value by conformal mapping. The characteristics of 10Gbps modulator at the 1550nm wavelength are as follows : perfect modulation voltage is about 5V, optical insertion loss is about 5dB, 3-dB bandwidth is 10GHz, and chatacteristic impedance is about 50Ω.

1. 서론

$LiNbO_3$ 광도파로를 이용한 electro-optic external modulator는 high-bit rate transmission 시스템에서 가장 유망한 소자 중에 하나이다[1]. 초창기 대부분의 waveguide modulator는 lumped type 전극으로 형성되었으며, 이러한 종류의 modulator는 electrode capacitance 증대로 인해서 frequency bandwidth를 제한하는 요인으로 지적되어 왔다. 변조전압을 증대시키지 않으면서 broadband 동작을 얻는 해결책으로 microwave velocity와 light velocity를 가능한 가깝게 일치시키는 진행파형전극 (travelingwave electrode)이 제안되었고, 지금까지 수십GHz 이상의 변조대역폭을 얻고 있는 실정이다.

국내 연구환경으로 볼 때, 10Gbps 정도 성능을 갖는 광변조기는 전자부품연구원에서 제작된바 있으며 아직까지 상용화 실적은 없는 실정이다. 본 연구에서는 40Gbps WDM 전송에 응용하기 위하여 제작하고 있는 $LiNbO_3$ 광변조기제작과 특성에 관하여 서술하였다. 차후 본 연구 결과는 10 Gbps 광변조기 4개를 사용하여 40Gbps 급 WDM 광송신모듈을 제작하는데 응용될 전망이다.

2. 본론

본 연구에서 제작된 설계한 광도파로 패턴은 그림

1에 나타낸 바와 같다. 사용한 기판은 z-cut $LiNbO_3$로서 광도파로를 형성하기 위한 초기 금속 Ti을 전자빔으로 증착시킨 후 확산으로 제작하였다. 그림 2는 도파로위에 형성한 전극패턴을 보여주고 있다. 전극은 모두 진행파형전극으로 구성되어 있으며 전기도금으로 30㎛까지 다양한 두께로 제작할 수 있다. 그림 3는 웨이퍼상태의 소자를 개별소자로 절단하고 단면을 폴리싱한 후 pigailing 하기 전단계의 소자를 나타낸 것이다. 그림 4는 절단한 내부칩으로 광파이버와 접속한 상태를 보여 주고 있다. 그림 5은 측정에 사용한 광변조기의 내부단면도를 나타낸 것으로 전극폭 8㎛, 전극간격 15㎛를 선택하였다. 그림 6은 광도파로 출사 도파패턴을 광파장 1550nm에서 단일모드로 확인되었다.

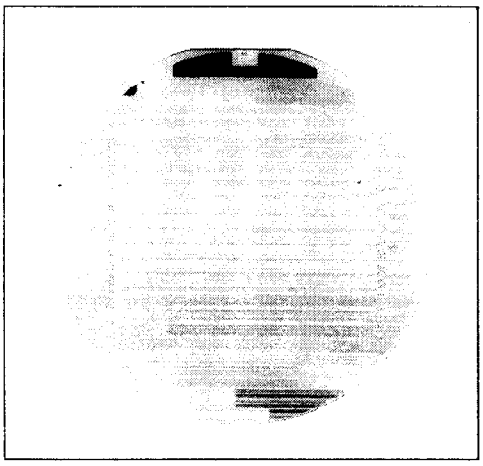

그림 1. 광도파로 패턴.

Fig. 1. Pattrens of optical waveguides.

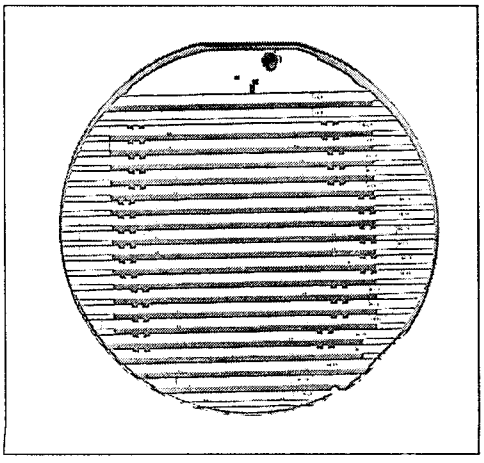

그림 2. 전극패턴.

Fig. 2. Patterns of elelctrodes.

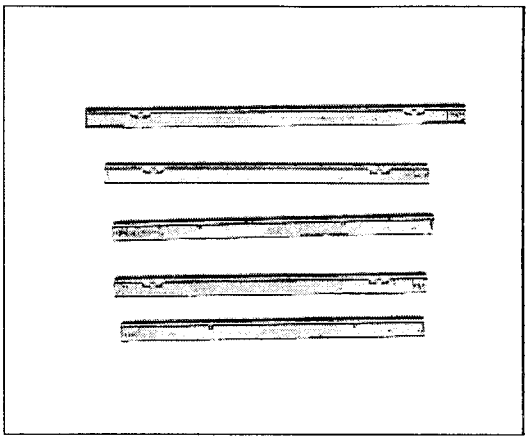

그림 3. 광변조기 소자.

Fig. 3. Optical modulator device after polishing and dicing.

그림 4. 내부칩 Pigtailing.

Fig. 4. Pigtailing of internal chip.

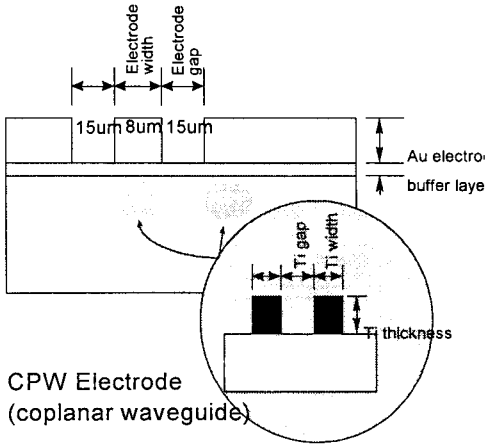

그림 5. 단면도.

Fig. 5. Cross-sectional view.

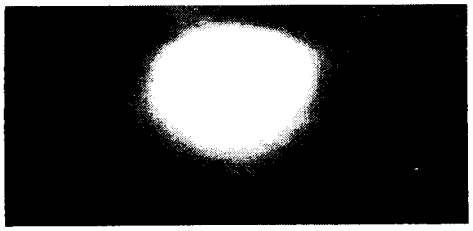

그림 6. 단일모드 팬턴.
Fig. 6. Single mode pattern.

그림 7은 제작한 광변조기의 구동전압을 측정한 것으로서 약 5volts 정도를 나타내고 있다. 그림 8, 9는 전극특성을 측정한 것으로서 CPW 전극을 50Ω으로 종단했을 때 반사특성과 스미스챠트 특성을 나타낸 것이다. 주파수범위 20GHz까지 양호한 반사특성을 보여주고 있으며, 10GHz까지는 약 50Ω, 20Ω까지는 약 45Ω 정도의 순수저항치를 나타내었다. 본 연구에서 사용하고자하는 범위 10GHz까지는 TDR 특성을 분석한 결과, 50Ω에 근접한 것으로 특성임피던스가 분석되었다. 그림 10은 전극두께에 따른 마이크로파 유효굴절율변화를 나타낸 것이다. 전극두께 5㎛ 이상에서는 약 2.2에 매우 근접해 있었으며 그때 active region의 특성임피던스는 50Ω을 이룩하고 있었다. 그림 10은 변조대역폭으로서 10GHz를 나타내고 있다.

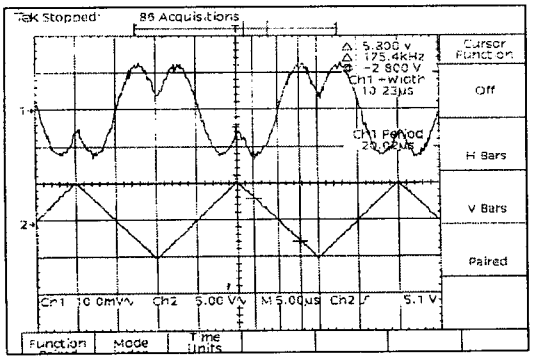

그림 7. 구동전압.
Fig. 7. Driving voltage.

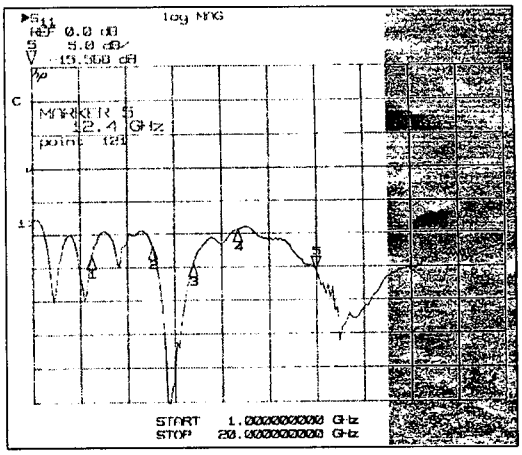

그림 8. S_{11} chart.
Fig. 8. S_{11} chart.

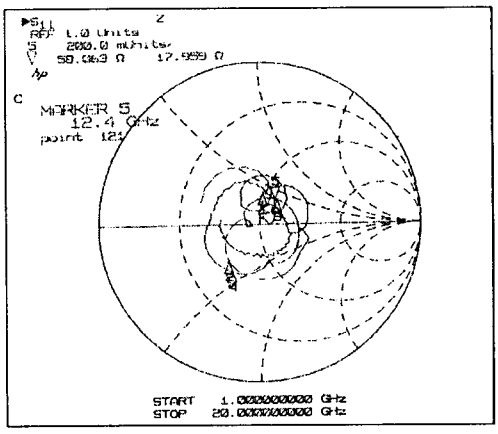

그림 9. S_{11} smith chart.
Fig. 9. S_{11} smith chart.

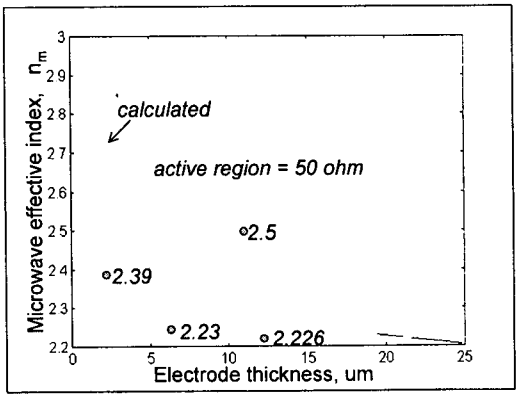

그림 10. 마이크로파 굴절율변화
Fig. 10. Microwave refractive index change.

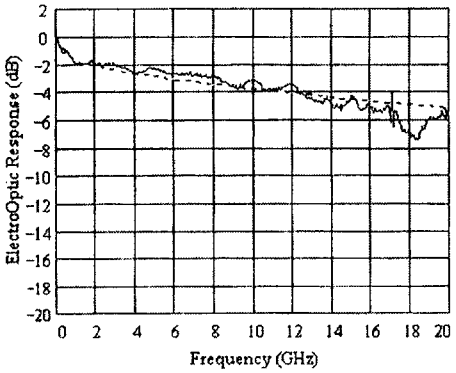

그림 11. 변조대역폭.
Fig. 11. Modulation bandwidth.

4. 결론

본 연구에서는 4채널 40Gbps급 WDM 광전송시스템 모듈용 10Gbps급 $LiNbO_3$ 광변조기용 샘플을 제작하고 제반특성에 관하여 측정하였으며, 그 유용성을 증명하였다. 앞으로 내부패키징의 신뢰성 실험을 보강함으로서 제품을 상용화할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] M. Hiroshi and H. Osanai, "Spectral losses of low-OH content fiber", Electron Lett., Vol.12, pp.330-331, 1976.

[2] Haeyang Chung, William S. C. Chang,and Gary E. Betts, "Microwave properties of travelling-wave electrode in $LiNb0_3$ electrooptic modulator," J. Light. Technol., Vol.11, No.8, pp.1274-1278, 1993.