

逆プロトン交換 LiNbO₃ チャネル光導波路の電気光学定数Electro-Optic Constants of Reverse-Proton-Exchanged LiNbO₃ Channel Optical Waveguides

山梨大院医工 ○横田 琢也, 酒井 香雄, 垣尾 省司

Univ. of Yamanashi, ○Takuya Yokota, Yoshio Sakai, and Shoji Kakio

E-mail: g13me028@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

逆プロトン交換 (Reverse Proton Exchange: RPE) LiNbO₃(LN) 光導波路は, Ti 拡散 LN 光導波路に比べて低温プロセスで形成されるため, 光変調器に採用できれば, DC ドリフトの緩和が期待できる. また, X カット LN(X-LN)を用いた光変調器は, 光導波路に対して対称に電界が印加されることから, ゼロチャープ特性を実現できるため, 長距離光伝送方式において注目されている^[1]. 本報告では, X-LN, および Y カット LN(Y-LN)上に形成した RPE チャネル光導波路の電気光学定数を, 導波光の位相変調特性^[2]から評価した結果について述べる.

2. 位相変調器の作製

作製した位相変調器の概略を Fig.1 に示す. まず, X-LN 基板, または Y-LN 基板を安息香酸中に浸漬し, 基板上の全面に深さ d_{PE} の初期 PE 層を形成した. 次に, SiO₂ スパッタ膜の堆積とリフトオフにより選択 RPE 用のマスクを形成し, LiNO₃-NaNO₃-KNO₃ の等モル熔融液中に浸漬させ, 幅が 2.8~3.0 μm , 深さ d_{RPE} が約 1.0 μm の RPE チャネル光導波路を形成し, 端面を鏡面研磨した. 最後に, チャネル光導波路に対して平行に電極間隔 $d=10 \mu\text{m}$, 電極長さ l の電界印加用 Al ストリップ電極を形成した. TABLE I に示す 4 通りの条件で試料を作製した. また, 参照試料として, X-LN 基板上に Ti 拡散法を用いて同様の位相変調器を作製した.

3. 電気光学定数の評価

RPE チャネル光導波路に He-Ne レーザーを端面入射し, TM シングルモードを励振, 導波させ, 電極間に 100 MHz の RF 電圧を印加した. 変調された出力光スペクトルをファブリペロー共振器とフォトマルで検出し, オシロスコープで観測した. この測定において, 導波光が感受する電気光学定数は r_{13}^S である.

RPE4 試料における出力光スペクトルの例を

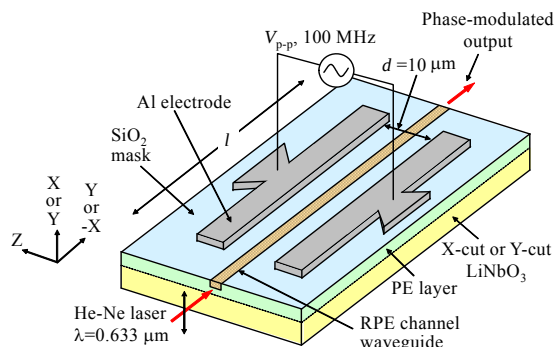


Fig.1 Configuration of the phase modulator.

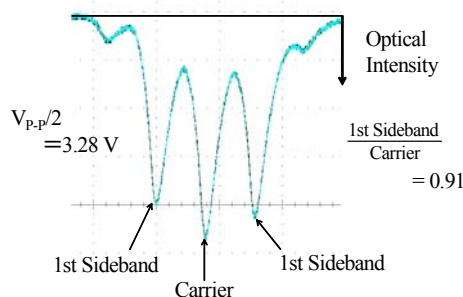


Fig.2 Measured modulation spectra. (sample RPE4)

Fig.2 に示す. 印加電圧 $V_{p-p}/2$ に対するキャリアと 1st サイドバンドの光強度比と, Ti:LN 試料の特性から求めた電界印加補正係数 ($\Gamma=0.92$) を用いて, 理論値と実験値のフィッティングにより算定した r_{13}^S を TABLE I に示す. X-LN の初期 PE 時の Li 添加量が 1.0 mol% の試料 (RPE1, RPE2) の r_{13}^S はバルク値の 1/5 以下, Li 2.0 mol% の試料 (RPE3) の r_{13}^S はバルク値の 1/2 であった. 一方, Y-LN 試料 (RPE4) の r_{13}^S は, Li 1.0 mol% でバルク値の 1/2 であった. これらの結果より, 初期 PE 時の Li 添加量が多い方が, RPE 時の r_{13}^S の回復率が高いこと, Y-LN の方がより少ない Li 添加量で r_{13}^S が回復することがわかった.

参考文献

- [1] J. Kondo, et al.: J. Lightwave Tech. **20** (2002) 2110.
[2] M. Minakata, et al.: Appl. Phys. Lett. **49** (1986) 992.

TABLE I FABRICATION CONDITIONS AND PARAMETERS OF PHASE MODULATORS.

Substrate	Sample	PE				RPE			WG width (μm)	Length of electrode l (mm)	r_{13}^s (pm/V)
		Temp. (°C)	Li (mol%)	Time (h)	d_{PE} (μm)	Temp. (°C)	Time (h)	d_{RPE} (μm)			
X-LN	RPE1	240	1.0	20	2.7	300	40	~1.0	3.0	11.3	1.7
	RPE2	240	1.0	20	2.7	350	3.6	~1.0	2.8	10.5	1.3
	RPE3	250	2.0	26	1.8	350	60.5	~1.0	3.0	19.7	4.3
Y-LN	RPE4	240	1.0	18.5	2.7	350	12	~1.0	3.0	17.9	4.3
X-LN	Ti:LN	Ti: 80 nm thickness, Ti diffusion at 950°C for 9 h in Ar and 1 h in O ₂							2.8	19.7	8.6