

同種材料接合を用いた LiNbO₃ 光導波路の作製

Fabrication of LiNbO₃ optical waveguides using bonding similar material

○垣尾 省司¹, 望月 翔太¹, 波切 堅太郎¹, 藤巻 貴海¹, 鈴木 雅視¹,

横田 裕章², 米内 敏文², 岸田 和人² (山梨大学¹, 日本製鋼所²)

○Shoji Kakio¹, Shota Mochizuki¹, Kentaro Hakiri¹, Takumi Fujimaki¹, Masashi Suzuki¹, Hiroaki Yokota²,
Toshifumi Yonai², Kazuhito Kishida² (Univ. of Yamanashi¹, The Japan Steel Works, Ltd.²)

E-mail: kakio@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

光制御デバイスの材料として, 大きな電気光学効果や非線形光学効果を有する LiNbO₃(LN)が広く用いられている. 従来の Ti 拡散法による光導波路形成では, 高温処理による組成変動等が DC ドリフト等の要因と報告されている^[1]. LN 薄板と支持基板の接合技術を用いれば, virgin の LN に光導波させる構造の構築が期待でき, 最近では, SiO₂/Si を支持基板とする LN on Insulator (LNOI) の開発が注目されている^[2,3].

例えば, サファイアとの接合構造を用いたとすると, LN 薄板との屈折率差が大きい(約 0.5)ためにシングルモード化が難しい. また, 異種材料接合では熱膨張係数の差を緩和させる方策が必要である. そこで本研究では, LN の複屈折を利用してカット角の異なる LN 同士を接合させる, 同種材料接合を用いた光導波路を提案する.

2. 試料の作製

薄板として 128°Y カット LN (異常光屈折率 $n_e=2.233$)を, 支持基板として 64°Y カット LN ($n_e=2.218$)をそれぞれ採用し, 接合構造を作製した. 屈折率差 Δn_e は 0.015 であり, Ti 拡散光導波路の Δn_e と同等である. また, 128°Y カット LN は, 回転 Y カット LN の中で最大の電気光学定数($r_{33}^S=33.6$ pm/V)を有している.

まず, これらの 3 インチ径のウエハ(厚み 0.35~0.5 mm)に RCA 洗浄を施した後, O₂ プラズマによる接合面の活性化処理を行った. 次に, 純水洗浄を行いパーティクル除去し, 乾燥後, 減圧下にて両基板を接合させた. さらに, 100~150°C にて数時間熱処理した. 数十 mm 四方に切断後, 128°Y カット LN を 2.5 μ m, および 6 μ m の板厚に鏡面研磨し, プレーナ光導波路試料を作製した.

3. 導波光の観測

まず, 2.5 μ m 板厚のプレーナ光導波路に, プリズムカプラ法を用いて He-Ne レーザー光(光波長 $\lambda=0.633$ μ m)を導波させたところ, 二つの TM モードが観測された. 図 1 に TM モード分散曲線と実効屈折率の測定値を示す. m-line は観測されなかった

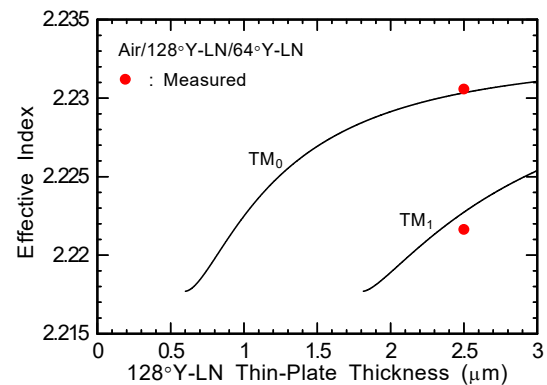


図 1 128°Y-LN 薄板/64°Y-LN 接合構造の TM モード分散曲線($\lambda=0.633$ μ m)

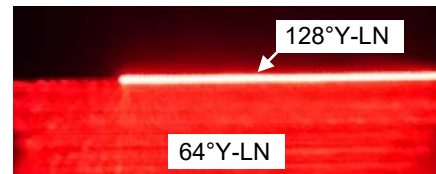


図 2 スラブ光導波路の TM モード導波光の近視野像($\lambda=0.633$ μ m)

ため, 散乱の少ない光導波路が形成されたと考えられる. 次に, 6 μ m 板厚の試料上に, 幅 1 mm の直線状レジストマスクを設け, Ar イオンによるドライエッチングを施し, 128°Y カット LN の高さが 5 μ m のスラブ光導波路(長さ 24 mm)を作製した. 両端面研磨後, レンズを介して He-Ne レーザー光を端面結合させた場合の TM モード導波光の近視野像を図 2 に示す. また, $\lambda=1.55$ μ m の LD 光を光ファイバで直接結合させた場合においても, TM モード導波光の近視野像が赤外線カメラで観測された.

今後は, リッジ型 LN 光変調器を設計, 作製する.

参考文献

- [1] 皆方, 信学論, **J77-C-I** (1994) 194.
- [2] 多喜川, 浅野, 第 79 回応物秋予稿集, 19p-212A-7 (2018).
- [3] 吉富, F. Qiu, 横山, 第 79 回応物秋予稿集, 20a-PB5-2 (2018).