

接合イオンスライス LiNbO_3 結晶におけるプロトン交換増速エッチングによるリッジ光導波路の作製

Fabrication of ridge waveguides in bonded ion-sliced LiNbO_3 by proton-exchange accelerated etching

○田中 圭祐, 栖原 敏明 (阪大院工)

°Keisuke Tanaka and Toshiaki Suhara (Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.)

E-mail: ktanaka@ioe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

顕著な非線形光学効果を有する LiNbO_3 (LN)に強光閉じ込め導波路構造を形成することで、高効率な波長変換デバイスを実現できる。我々は金属接合層表面活性化接合と、結晶表面にイオンを注入し薄膜結晶を剥離させるイオンスライシング法^[1]により $\text{MgO}:\text{LN}$ 薄膜結晶を形成し、イオンビームエッチングを行うことで微細リッジ導波路を作製した^[2]。本研究では低損失強閉じ込め導波路の簡便な作製法として、LN 結晶の $\text{Li}^+ \leftrightarrow \text{H}^+$ プロトン交換(PE)部において化学的エッチング速度が増加するプロトン交換増速エッチング法^[3]をイオンスライス結晶に適用し、Fig.1 のようなリッジ導波路の作製を検討した。

等価屈折率法を用いてリッジ導波路の伝搬特性を求めた。薄膜結晶の厚さを $0.67 \mu\text{m}$ 、リッジ高さ・幅を $0.5 \mu\text{m}$ 、 $2.0 \mu\text{m}$ とし、光波長を $1.55 \mu\text{m}$ 、上部クラッド層、導波層、 SiO_2 バッファ層(厚さ $1.65 \mu\text{m}$)、金属接合層(Au)の屈折率を 1.55 、 2.13 、 1.45 、 0.559 - $9.81i$ とした場合の TM_{00} モードの実効屈折率は 1.90 であり、金属層による伝搬損失は約 0.02 dB/cm であることが分かった。

イオンスライス LN($0.67 \mu\text{m}$)/ SiO_2 ($1.65 \mu\text{m}$)/Au($0.10 \mu\text{m}$)/LN(0.50 mm)(*NANOLN* 社製)上に電子ビーム描画によりレジストパターンを形成し、リフトオフ法により Cr マスク(厚さ $0.10 \mu\text{m}$ 、幅 $2.0 \mu\text{m}$)を形成した。PE中の保護のため端面近傍に SiO_2 スパッタ堆積を行った後、 200°C 熔融安息香酸中で PE を 36 分間行った。シリコーングリッドで端面を保護し、フッ硝酸エッチングを 2 時間行った結果、高さ $0.20 \mu\text{m}$ のリッジが得られた。表面の光学顕微鏡写真を Fig. 2 に示す。試料と保護用結晶を BCB で貼り合わせ、導波路端面を研磨した。断面の光学顕微鏡写真を Fig. 3 に示す。

この薄膜結晶リッジ導波路(長さ 7.0 mm)に対し、端面結合法により波長 632.8 nm の垂直偏波光を結合し、倍率 100 倍、開口数 0.60 の対物レンズを用いて CCD カメラ上に結像し、 TM 導波モードを観測した。近視野像を Fig. 4 に示す。半値全幅は厚さ方向約 $2.0 \mu\text{m}$ 、幅方向約 $3.0 \mu\text{m}$ であった。今後、さらにエッチング深さを深くすることで高いリッジを作製し、低損失強閉じ込め導波路を用いた高効率波長変換デバイスの完成を目指す。

[1]P. Rabiei and P. Günter: Appl. Phys. Lett., **85** (2004) 4603.

[2]田中, 栖原, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29a-B3-1, 2013.

[3]T. Takaoka, M. Fujimura, and T. Suhara: Electron. Lett., **45** (2009) 940.

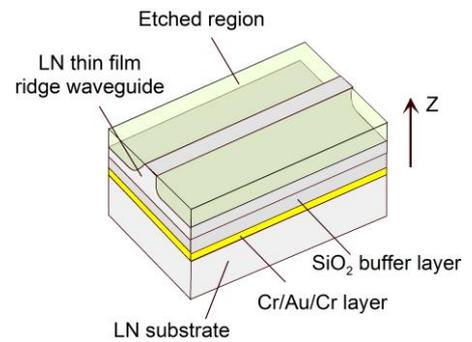


Fig. 1 LN thin film ridge waveguide.



Fig.2 Optical microscope photograph of top view of LN ridge waveguides.

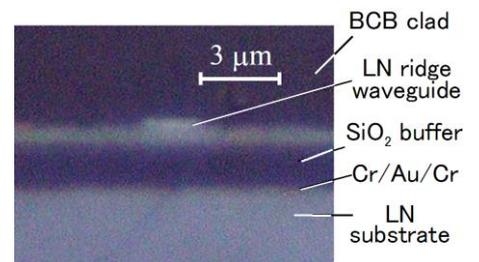


Fig.3 Optical microscope photograph of cross section of LN ridge waveguide.

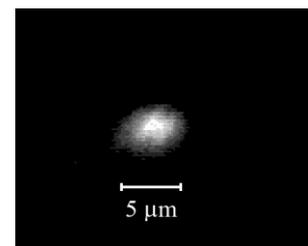


Fig. 4 Near field pattern of guided wave ($\lambda=632.8 \text{ nm}$, TM mode).