# 超精密切削加工によるLNOI 光導波路の作製

Lithium Niobate on Insulator Optical Waveguide by Ultraprecision Cutting

東京農工大 $^1$ , 九州大 $^2$   $^{\circ}$ 上村 啓悟 $^1$ , 多喜川  $^2$ , 中本 圭 $^1$ 

Tokyo Univ. of Agriculture and Technology 1, Kyushu Univ. 2,

°Keigo Kamimura<sup>1</sup>, Ryo Takigawa<sup>2</sup>, Keiichi Nakamoto <sup>1</sup>

E-mail: takigawa@ed.kyushu-u.ac.jp

### 1. 緒論

ニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>, 以下 LN と略す) 結晶は優れた電気光学効果や非線形光学効果を有 し, 高速光変調器, 波長変換素子など幅広く利用 されている. とりわけ LN 光変調器は 100 GHz 以 上の高速電気信号の変調を可能とし、長距離通信 用として実用化にいたっている. しかし、光学素 子としてはサイズが大きく, また駆動電圧も大き いことが課題となっている. この課題克服のため に,近年 LN 結晶内に強い光閉じ込めを可能とす る LN on Insulator (LNOI) 光導波路が注目されて いる. しかし LN 結晶の場合、従来のエッチング 技術では平滑な側壁を持つリッジ型光導波路の作 製は困難であった. そこで我々は LN 結晶の超精 密切削加工に着目した. これまで, LN 結晶は延性 モード加工を行うことで平滑な側壁加工を実証し ている[1]. 超精密切削加工では切込み深さをナノ レベルにし繰り返し切削することで延性モード加 工を行うことができる. 本研究では超精密切削加 工により直線・曲線 LNOI 光導波路を実現した.

#### 2. 実験結果

図1にLNOI光導波路を超精密切削加工で作製する様子を示す.常温接合技術を利用することで作製したLNOI/Siウエハ[2]に導波路加工を施している.一回の切込み深さを臨界切込み深さ以下にすることで欠けの無いリッジ形状を作製する.LN結晶は異方性の強い脆性材料であるため,まず導波路加工条件を検討した.結果として,切込み深さ30nmで繰り返し加工を行うことで,どの方位に沿って切削加工を施してもエッジ部に欠けの無い導波路加工が可能であることが分かった.また

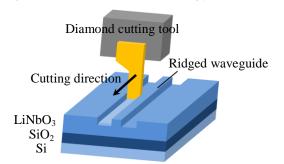


Fig. 1 Machining method of lithium niobate by ultraprecision cutting

得られた加工条件をもとに曲率半径 150 μm, 高さ 3 μm, 幅 5 μm の曲線リッジ形状の LNOI 光導波路 作製に成功した. 走査型電子顕微鏡で観察した加工結果を図 2 に示す. 加工時に接合界面での剥離は見られず,接合が切削加工に十分耐えうることが分かった. 同条件で加工を行った LNOI 光導波路に光ファイバを結合させ入光 (波長:1550 nm)したところ,基本モード伝搬が確認できた(図3).

### 3. 結論

超精密切削加工により曲率半径 150 μm, 高さ 3 μm, 幅 5 μm の脆性破壊のない曲線リッジ形状の LNOI 光導波路作製に成功した. 発表当日は, 超精密切削加工を用いて作製した LNOI 光導波路の詳細な光伝搬特性評価についても報告する.

#### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP17H04925 助成を受けたものである. ここに深くお礼申し上げる.

## 参考文献

- [1] R. Takigawa, et al., Optics Express. 22, 27733-27738 (2014).
- [2] R. Takigawa et al., Optics Express. 19, 24413-24421 (2018).



Fig. 2 LNOI waveguide observed with a scanning electron microscope

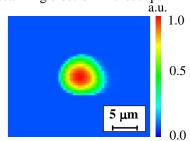


Fig. 3 Near-field pattern of fundamental mode of guided light through LNOI waveguide

: TM mode