

光フェーズドアレイの広偏向角化に向けた Nb₂O₅ 導波路の検討

Investigation of Nb₂O₅ waveguide for wide-angle beam steering in optical phased array

情報通信研究機構, °鎌田 隼、富成 征弘、横濱 秀雄、大友 明

National Institute of Information and Communications Technology,

°Shun Kamada, Yukihiro Tominari, Hideo Yokohama, Akira Otomo

E-mail: kamada@nict.go.jp

有機電気光学 (EO) ポリマーを用いた光フェーズドアレイ (OPA) は、機械的駆動部なしで高速にビーム偏向できるため注目されている[1]。OPA のビーム偏向角は、アンテナ (光出射部) のピッチが狭いほど広角度なビーム偏向が可能である。しかし、EO ポリマーは、無機材料に比べて屈折率が低いため、極端に狭いピッチが現実的ではなく、ビーム偏向角が狭いという課題があった。OPA のビーム偏向角の拡大のためには、クロストークの影響が小さいモードフィールドが必要である。そこで、比較的低温で成膜可能な無機材料である五酸化ニオブ (Nb₂O₅) に着目し、光伝搬特性を評価して、その有効性を検証した。

Nb₂O₅ 導波路の光伝搬特性を評価するために、熱酸化膜付き Si 基板に Nb₂O₅ を RF スパッタ法で成膜した。成膜した Nb₂O₅ 薄膜上に電子ビーム露光装置でエッチングマスクをパターンニングし、RIE で導波路形状に加工した。作製した Nb₂O₅ 導波路の断面 SEM 像を Fig.1 に示す。Fig.1 に示すように、幅 1060nm×高さ 600nm の導波路構造の作製に成功した。作製した導波路に波長 1550nm、TM 偏光のレーザー光を入射した。長さの異なる導波路を用いて出射光強度を測定した結果を Fig.2 に示す。指数関数でフィッティングした結果、伝搬損失は 1.84dB/cm であることが分かった。OPA のアンテナ部に長さ 0.5mm の Nb₂O₅ 導波路を採用したと仮定する。その場合、アンテナ部の伝搬損失は 0.092dB であり、十分に小さいといえる。

数値計算により、OPA のビーム偏向角を見積もった。アンテナ部分でのクロストークを考慮して、ビーム偏向角を見積もった結果、EO ポリマー導波路の最大偏向角は約 20 度であるのに対し、Nb₂O₅ 導波路の最大偏向角は約 44 度になることが分かった。今回成膜した Nb₂O₅ の屈折率は 2.19 であり、EO ポリマーよりも高い。そのため、比較的小さいモードフィールドが得られ、アンテナピッチを狭くできるため広偏向角化が実現した。以上のように、OPA のアンテナ部に Nb₂O₅ 導波路を用いると、低損失でピッチの狭いアンテナになり、広偏向角化が期待できる。

Reference [1] Y. Hirano, et al., IEEE Photonics Journal 12, 6600807 (2020).

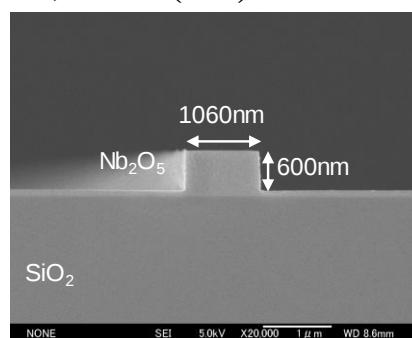


Fig.1 SEM image of fabricated Nb₂O₅ waveguide

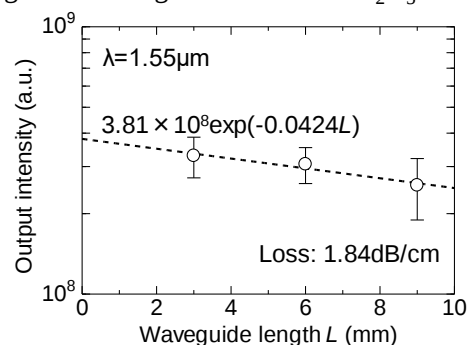


Fig.2 Propagation loss of Nb₂O₅ waveguides