

金属積層 Si プラズモン導波路ヒータの作製と評価

Fabrication and Evaluation of Si Plasmonic Waveguide heater with Metal

東京農工大 宮内 智弘, 山田 浩史, 清水 大雅, 並木 美太郎

Tokyo Univ. of Agri. & Tech. Tomohiro Miyauchi, Koji Yamada, Hiromasa Shimizu, Mitaro Namiki

E-mail: s191089y@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに] Si 細線光導波路上に金属を製膜することで、Si 細線中の導波モードと表面プラズモンポラリトンが結合したハイブリッドプラズモンモードが励起される。伝搬損失は金属のジュール損失により熱エネルギーに変換されるため導波路上部を局所的に加熱するヒータに応用可能である。熱光学効果による光スイッチや、相変化材料や磁気光学効果を示す強磁性材料を製膜した Si 光導波路における全光メモリへの応用が期待され[1,2]、Si 細線上に膜厚 20 nm の Ti 薄膜を設けた導波路における 0.35 dB/ μm の伝搬損失、リング共振器への集積と、49 K/mW の光熱変換効率 (計算値) が報告されている[2]。本研究では、Si 細線導波路上への Au 薄膜の作製と光吸収に伴う発熱を通じた強磁性層の磁化反転を目的とし、Si 導波路ヒータを設計・試作し、伝搬損失を評価したので報告する。

[デバイス構造の設計・作製・測定結果] Si 細線導波路上に発熱に十分な伝搬損失 1.0 dB/ μm を与えるために、膜厚 50 nm の SiO₂ バッファ層を介して金属層(Ti 3nm, Au 15 nm)を製膜した。周波数領域有限差分(FDFD)法により見積もられた伝搬損失は 1.4 dB/ μm となった。EB 描画とドライエッチングにより SOI 基板上に Si 細線導波路を形成し、フォトリソグラフィと EB 蒸着、リフトオフにより、導波路の上側一部分(長さ 4 ~ 12 μm)にバッファ層と金属層を形成した。Si コア層の厚さは 250 nm、Si 導波路の幅は 400~1000 nm の範囲で 200 nm 刻みで変化させた。作製した導波路断面の電子顕微鏡写真を Fig.1 に示す。入力光は波長 1550 nm、強度 0 dBm の TM モードとし、金属層の長さの変化による出力光強度の変化を測定した。測定結果を Fig. 2 に示す。幅 800 nm, 1000 nm の導波路では光の伝搬を確認し、伝搬損失はそれぞれ 0.64, 0.076 dB/ μm となった。幅 400 nm, 600 nm の導波路では、出力光強度が下がり、入力光を結合することができなかった。FDTD 法による計算により、プラズモン導波路の出力側と Si 導波路の間の結合損失が幅 400 nm の時に大きくなっていることがわかった。結合損失は SiO₂ 上部クラッド層を製膜することで低減可能である。金の抵抗率の温度依存性と Si 導波路上の Au 層の構造(長さ 10 μm 、幅 400 nm、厚さ 15 nm)から、抵抗率の温度係数は 0.15 Ω/K と見積もられる。今後、光の入力、非入力時のプラズモン導波路金属部の抵抗値を測定し、抵抗値の変化から発熱による温度上昇を評価する。

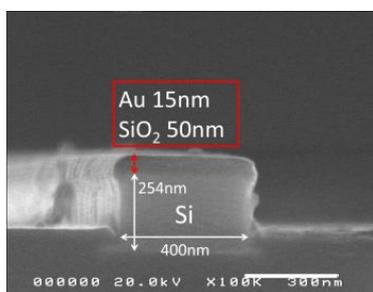


Fig.1 作製した導波路の断面 SEM 像

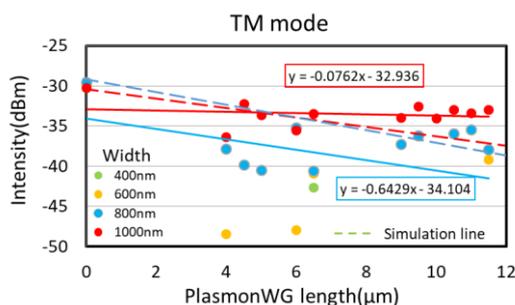


Fig.2 プラズモン導波路長を変化させた時の出力光強度の測定結果

[参考文献] [1] Daoxin Dai, et al., *Materials*, **8**, 6772 (2015). [2] T. Murai, et al., *J. Lightwave Technol.*, **37**, 2223, (2019).