

VO₂の金属-絶縁体転移を用いたシリコン導波路光スイッチ

Silicon waveguide optical switch with metal-insulator transition of VO₂

産総研[○] 渋谷 圭介, 渥美 裕樹, 吉田 知也, 榊原 陽一, 森 雅彦, 澤 彰仁

AIST,[○] K. Shibuya, Y. Atsumi, T. Yoshida, Y. Sakakibara, M. Mori, and A. Sawa

E-mail: k.shibuya@aist.go.jp

【概要】二酸化バナジウム (VO₂) は室温以上 (約 67 °C) で金属-絶縁体転移を示す物質である。転移温度近傍において赤外領域の光学定数が劇的に変化することから、光学デバイスへの応用が期待されている。しかしながら、VO₂の消衰係数は0.4程度 (絶縁体相) と比較的大きいため、VO₂を光伝搬層として使用した場合には伝搬損失が大きくなるという課題がある。そこで本研究では、VO₂をシリコン細線導波路のクラッドとして使用することにより、上述の課題解決した光学デバイスの作製を試みた。そのような光学デバイスでは、光はSiコア内を伝搬するため、VO₂が絶縁体相の場合には伝搬損失は小さく、一方、消衰係数が大きい金属相になると、Siコアから浸み出した光はVO₂クラッド層で吸収され、伝搬損失が増大すると予想される。また、干渉計で構成した従来型のシリコン導波路光スイッチと比較して、デバイス構造を単純化できるため、光スイッチをマイクロメータスケールに小型化できると期待される。

【実験手法】デバイスの概略図を Fig. 1 に示す。SOI ウェハからフォトリソグラフィによりシリコン細線導波路 (幅: 400 nm、高さ: 220 nm) を作製した。その後、プラズマ CVD 法により SiO₂ を堆積し、緩衝フッ酸エッチングにより開口窓 (窓長: 1-6 μm) の SiO₂ を除去した。これにより、開口窓以外で VO₂ 膜が Si コアに接することを防ぐことができる。次に、パルスレーザ堆積 (PLD) 法により、開口窓部の Si コア上にクラッド層となる多結晶 VO₂ を堆積した。

【結果】伝送損失は 1.53-1.61 μm の波長帯で測定した。透過損失の温度依存性 (Fig. 2) から、作製したデバイスが VO₂ の相転移によって消光型の光スイッチとして動作することが確認され、VO₂ 窓長 6 μm の導波路において、相転移前後で 30 dB 以上の消光比が得られた。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 16K04955、15H02113 の助成を受けたものである。また、シリコン導波路の作製は、産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設において実施された。

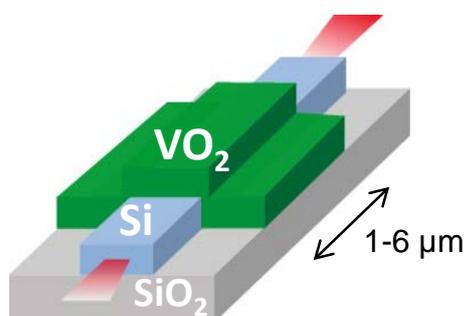


Fig. 1: Schematic of the optical switch composed of VO₂ and silicon waveguide.

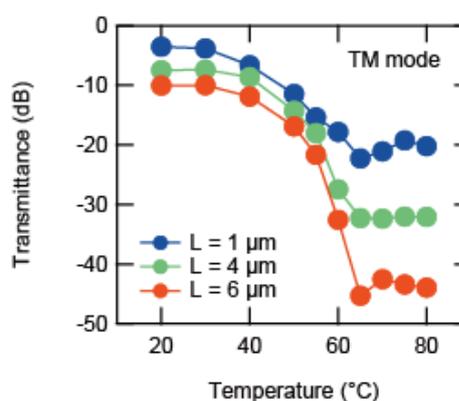


Fig. 2: Temperature dependence of the transmittance for waveguides with different window lengths.