

磁気光学効果を用いた WG モードの変調と光スイッチングへの応用

Modulation of Whispering-gallery mode by magneto-optic effect and application for optical switching

東京工業高等専門学校¹ ○塩津 凌¹, 水戸 慎一郎¹

Tokyo national college of technology¹, ○Ryo Shiotsu¹, Shinichiro Mito¹

E-mail: mito@tokyo-ct.ac.jp

本研究では、ウィスパーリングギャラリモード (WG モード) の磁気光学効果による変調、及び光サーキュレータや光スイッチへの応用可能性について、シミュレーションにより探った。シミュレーションには、有限要素法シミュレータである COMSOL Multi-physics 4.3b、及び波動光学モジュールを用いた。直径数マイクロメートルのガラス球等にレーザー光を導入すると、表面に沿った伝搬モードが励起され、WG モードと呼ばれる。WG モードは表面状態に敏感であり、例えば表面に付着した抗体の状態によって変調を受けることから、バイオセンサー等への応用が期待されている。本研究ではディップコート法等により光ファイバー表面へ磁性ガーネットを装荷した構造を想定し、テーパードファイバーを想定した導波路より光の入出力を行なった際の入出力特性から、WG モードと磁性ガーネットの磁気光学効果との相互作用を調べた。

Fig.1 にシミュレーションモデルを示す。中央に、ガーネットを装荷した SiO₂ の円柱を配置し、これに直交するように SiO₂ の導波路を配している。磁性ガーネットの厚さは 266 nm、導波路の幅は 266nm である。磁性ガーネットを紙面に対し垂直に磁化(M⁺, M⁻)し、波長 532nm の光を各ポートから入射した際の、磁化方向に対する S パラメータを調べた。SiO₂ 円柱の直径を変化させたところ、直径 1.3μm において低い挿入損失と高いアイソレーション値を示した。

Table 1 に、SiO₂ 円柱の直径が 1.3μm の時の各ポート間の S パラメータを示す。磁化方向により S パラメータが変化しており、磁界による光スイッチングが可能であることが分か

る。また、S₁₂ と S₂₁ 及び S₃₄ と S₄₃ を比較すると、磁気光学効果に由来すると考えられる非相反性が見られ、この構造が光アイソレータとして利用できることが分かる。また、分波器をつければサーキュレータとしての動作も期待できる。アイソレーション値が -4.5 dB と低い、挿入損失も -0.17 dB と低いため、多段化すればアイソレーション値を高めることができると考えられる。

今後は構造の最適化を行い、1 段でのアイソレーション値を高める。また、光ファイバーを用いて実際のデバイスを作製し、原理実証を行う。

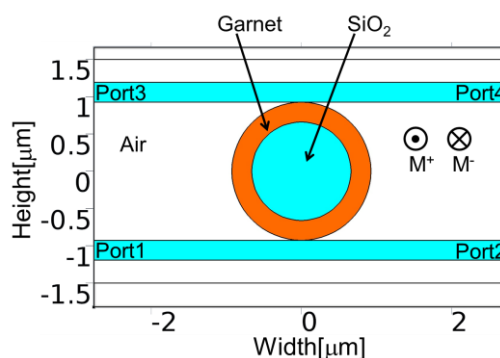


Fig.1 シミュレーションモデル

$$\begin{pmatrix} -15.91 & -4.551 & -9.409 & -16.67 \\ -0.1651 & -15.91 & -16.67 & -4.959 \\ -4.959 & -16.67 & -15.91 & -0.1650 \\ -16.67 & -9.409 & -4.552 & -15.91 \end{pmatrix}$$

(a) M⁺ のとき

$$\begin{pmatrix} -15.91 & -0.1651 & -4.959 & -16.67 \\ -4.551 & -15.91 & -16.67 & -9.409 \\ -9.409 & -16.67 & -15.91 & -4.552 \\ -16.67 & -4.959 & -0.1650 & -15.91 \end{pmatrix}$$

(b) M⁻ のとき

Table1 各ポート間の S パラメータ