

ストリップ装荷型磁気光学導波路を用いた非相反導波モード

—放射モード変換型光アイソレータの波長依存性

Wavelength dependence of optical isolator with strip-loaded magneto-optic waveguide employing nonreciprocal guided-radiation mode conversion

芝浦工大院理工 田村大介, 岡田幸大, 横井秀樹

Shibaura Inst. of Technol. Daisuke Tamura, Yukihiro Okada, Hideki Yokoi

E-mail: ma13057@shibaura-it.ac.jp

1 はじめに

光通信システムにおいて、非相反な特性を有する光アイソレータは、半導体レーザーの発振安定のために必要不可欠な素子となっている。非相反移相効果を用いて、非相反な導波モード放射モード変換を利用した光アイソレータが実現されている[1]。この素子は、構造が簡単であり、磁化の制御も容易である。これまでに検討されてきた素子はリブ導波路を利用して、導波路パラメータの精密な制御を必要としていた。今回、ストリップ装荷型磁気光学導波路を用いた導波モード放射モード変換型光アイソレータについて検討したため、報告する。波長 1.55 μm において、磁気光学導波路を伝搬する TM モードに生じる非相反移相効果の大きさを計算し、その値を元に、ストリップ装荷型磁気光学導波路からなる素子を設計した。また、動作波長を変化させた場合についても素子を設計し、波長依存性を調べた。

2 素子構造及び設計

図 1 に、ストリップ装荷型導波路からなる非相反導波モード放射モード変換型光アイソレータを示す。磁気光学導波路は、(Ca,Mg,Zr)-doped Gd₃Ga₅O₁₂ (GCGMZG) 基板上に成膜された(CeY)₃Fe₅O₁₂ (Ce:YIG) 導波層を有する。膜面内に印加された外部磁界における光波の進行方向に垂直な成分により、導波路を伝搬する TM モードには非相反移相効果を生じる。すなわち、順方向と逆方向に伝搬する光波の伝搬定数は異なる。ストリップ幅と高さを調節することにより、伝搬定数には、以下の関係式が成り立つ。

$$\beta_{11b}^y < \beta_c^x < \beta_{11f}^y \quad (1)$$

ここで、 β_{11f}^y と β_{11b}^y は順方向及び逆方向に伝搬する TM 基本モードの伝搬定数、 β_c^x は TE モードのカットオフを表す。この場合、逆方向に伝搬する TM モードのみ TE 放射モードに結合するため、この素子は TM モード動作光アイソレータとして機能する。

図 1 に示す素子を波長 1.55 μm において設計するために、air / Ce:YIG / GCGMZG 構造の磁気光学導波路の非相反移相効果の大きさを計算した。Ce:YIG, GCGMZG の屈折率はそれぞれ 2.22, 1.94 である。また、ストリップの屈折率を 1.85 とした。計算した値をもとに、ストリップ幅と高さを調節して、伝搬定数が式(1)の関係式を満足する条件を調べたところ、図 2 に示す条件において、素子が光アイソレータとして機能することが分かった。

次に、動作波長を 1.30 μm から 1.60 μm の範囲で変化させた場合の、素子が動作する導波路パラメータの関係を調べた結果を図 3 に示す。動作波長により、光アイソレータとして動作するストリップ幅が変化することが分かる。

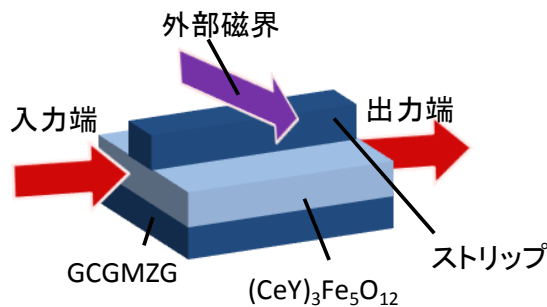


図 1 ストリップ装荷型非相反導波モード放射モード変換型光アイソレータ

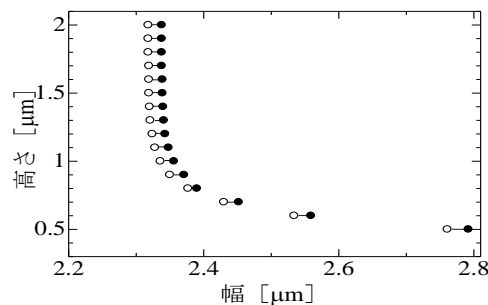


図 2 光アイソレータ動作のためのストリップ幅と高さの関係

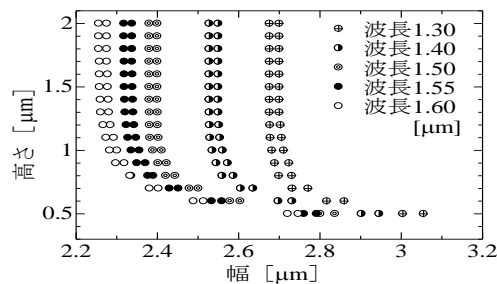


図 3 動作波長を変化させた場合の素子動作条件

3 結論

ストリップ装荷型磁気光学導波路を用いた非相反導波モード放射モード変換を利用した導波路型光アイソレータを設計した。また、異なる動作波長での導波路パラメータの関係を調べた。

参考文献

[1] T. Shintaku and T. Uno: J. Appl. Phys., vol. 76, no. 12, pp. 8155- 8159, December 1994.