

課題番号 : F-16-IT-0012
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : シリコンフォトニクスを用いた方向性結合器と光アイソレータへの応用
Program Title (English) : Research on Directional Couplers based on Si photonics and their applications to optical isolators
利用者名(日本語) : 山本 悠介, 太田 雅也, 下平貴大, 清水 大雅
Username (English) : Y. Yamamoto, M. Ohta, T. Shimodaira, and H. Shimizu
所属名(日本語) : 東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻
Affiliation (English) : Tokyo University of Agriculture and Technology

1. 概要(Summary)

強磁性金属と誘電体界面に表面プラズモンポラリトン (Surface Plasmon Polariton : SPP)を励起すると、SPP特有の界面への大きな光閉じ込めと横磁気カー効果を用いて非相反伝搬損失や移相を実現でき、一体集積化が可能な光アイソレータへ応用することができる。この効果を方向性結合器へ応用し、伝搬方向によって結合度が異なる(非相反結合)ことを利用した光アイソレータが提案されている[1]。しかし、強磁性金属を用いているため伝搬損失が大きく、実現が困難とされている。本研究では伝搬損失の低減に向けてハイブリッド強磁性金属プラズモン導波路を基にした方向性結合器に基づく非相反結合による光アイソレータの設計と Finite Difference Time Domain (FDTD)法により光伝搬の様子をシミュレーションした。

また、上記導波路形成のために電子線描画と Reactive Ion Etching (RIE)装置による Si 細線導波路を作製評価した。プラズモン導波路光アイソレータ作製に向けて、Si 細線導波路を作製し、伝搬損失・結合損失を測定・評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置、リアクティブイオンエッチング装置

【実験方法】

Silicon on Insulator (SOI)基板上に Si 細線導波路パターンを形成し、リアクティブイオンエッチング装置にて導波路を加工した後、プラズマ CVD 装置を用いて SiO₂ クラッド層を製膜した。Si 細線導波路をダイシングにて所定の大きさに切り出し、結合損失・伝搬損失・曲げ損失を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

測定結果を Table 1 にまとめた。伝搬損失は 1 dB/mm 以下であった。FDTD 法によって別途見積もった非相反結合による消光比は素子長 72.5 μm に対して 4 dB (挿入損失 14.4 dB)であった。上記素子長を考慮すると Si 細線導波路の伝搬損失は 0.037dB であり、強磁性金属がもたらす伝搬損失と比較して十分小さく所期の目的を達成した。今後、非相反結合による導波路光アイソレータの実現を目指す。

Table 1 Summary of the loss in Si-wire waveguides

	TE mode	TM mode
Coupling loss [dB]	17.2	15.3
Propagation loss [dB/mm]	0.41	0.52
Loss by bending [dB/45°]	0.041	0.12

4. その他・特記事項(Others)

本研究に関わる競争的資金

科学研究費補助金 基盤研究(B) 課題番号 16H04346
「強磁性金属表面プラズモンを利用する革新的光アイソレータの開発」 研究代表者:清水大雅

参考文献

[1] J. Montoya et al., J. Appl. Phys. 106, 023108 (2009).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

学会発表

(1) 太田雅也, 清水大雅 「側壁に磁性ガーネット薄膜を配置した Si 細線導波路における非相反位相変化の解析」, 2017 年春季 第 64 回 応用物理学関係連合講

演会 17a-F204-2, 平成 29 年 3 月 17 日.

- (2) 下平貴大, 清水大雅 「Si ハイブリッドプラズモン導波路における非相反結合の設計と解析」, 2017 年春季 第 64 回 応用物理学関係連合講演会 17a-F204-4, 平成 29 年 3 月 17 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし