

Si フォトニクスとスピン・磁性

Spintronics and Magnetism in Si Photonics

東京農工大学 清水大雅

Tokyo University of Agriculture and Technology, Hiromasa Shimizu

E-mail: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

表面プラズモンポラリトン(Surface plasmon polaritons; SPPs)は金属と誘電体界面において電子の集団振動と結合した光波の表面波である。SPP の伝搬形態は光ファイバのように屈折率差によって光を閉じ込める形態とは異なり、光を界面に閉じ込める形態であり、回折限界を超えた強い光閉じ込めを利用した超小型光導波路や高感度センサに応用可能である。SPP の伝搬定数・損失は強磁性体の導入と磁気光学効果によって変調できることが知られており[1-3]、Magneto-Plasmonics と呼ばれ SPP の伝搬形態を外部磁場によって変調する、逆に、強い光閉じ込めによって磁気光学効果を増大させるなどの新しい効果を期待できる[2]。これらの効果によってレーザ光への戻り光遮断のための導波路光アイソレータを長さ 100 μm 以下で実現できる可能性がある。Fe や Co などの遷移金属は一般的な SPP の励起に用いられる貴金属の Au や Ag と比較して伝導率が低いため、強磁性金属を用いた SPP の伝搬損失は貴金属を用いた伝搬損失よりも大きい。そこで貴金属と強磁性金属の組合せにより、強磁性金属による磁気光学効果と貴金属の低伝搬損失を両立する試みが報告されている[1, 2]。さらに SPP を Si フォトニクスを含む光集積回路上へ実装することが応用に向けて重要である。

本講演では、1) 二層誘電体強磁性金属複合構造における磁気光学性能指数の極大化と波長制御性(図 1) [4, 5]、2) 非相反長距離伝搬表面プラズモン導波路の解析[3]と試作[6]、3) 貴金属と強磁性金属を組み合わせ積層したシリコン光導波路上における非相反結合による光アイソレータの設計[7]、および、光アイソレータ以外への応用について紹介する。スピントロニクス分野にて培われてきた様々な金属/誘電体積層構造製膜・評価に関する助言をいただければ幸いである。

【謝辞】 本研究は科研費(16H04346)の助成を受けてなされました。本研究では東京工業大学微細加工プラットフォームを利用させていただきました。

関係者の皆様に御礼申し上げます。

- [1] V. V. Temnov et al., Nat. Photonics **4**, 107 (2010).
- [2] G. Armelles et al., Adv. Optical. Mater. **1**, 10 (2013).
- [3] T. Kaihara, and H. Shimizu, Opt. Express **25** 730 (2017).
- [4] T. Kaihara, T. Ando, H. Shimizu, V. Zayets, H. Saito, K. Ando, and S. Yuasa, Optics Express, **23** 11537 (2015).
- [5] T. Kaihara, H. Shimizu, A. Cebollada, and G. Armelles, Appl. Phys. Lett. **109**, 111102 (2016).
- [6] 森田、貝原、清水、2017 年秋季 第 78 回応用物理学会学術講演会
- [7] 下平、清水 2017 年春季 第 64 回 応用物理学関係連合講演会 17a-F204-4.

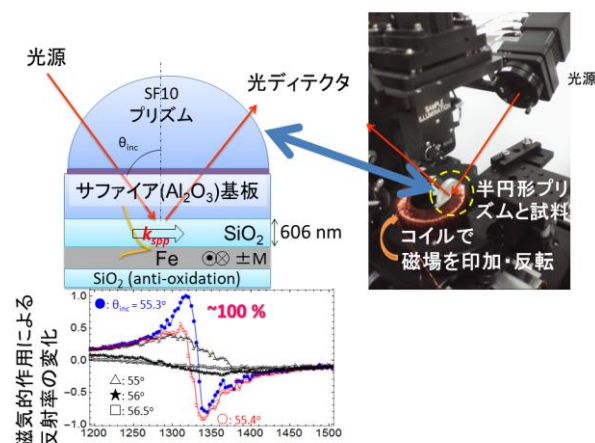


図 1 二層誘電体($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$)/強磁性金属 Fe 積層構造における磁気光学性能指数の極大と波長可変性 [5]