

課題番号 : F-21-KT-0152
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : メタ表面による磁気光学効果の増強
Program Title (English) : Enhanced magneto-optical effect of ferromagnet thin layers on metasurfaces
利用者名(日本語) : 村井俊介
Username (English) : S. Murai
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Eng., Kyoto Univ.
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、表面プラズモン、蛍光材料、フォトニクス、マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

回折格子など金属からなる周期ナノ構造(メタ表面)において、表面プラズモンポラリトン(SPP)と光回折が同時に励起される条件が存在する。この同時励起状態は協同プラズモニックモードと呼ばれ、光回折を介して SPP がナノアンテナ平面上に広がることにより、光のエネルギーをナノアンテナ面内に集中させることが可能である。ナノアンテナと蛍光体を組み合わせた系において、協同プラズモニックモードを利用した発光増強とレーザー発振について多くの報告例がある。他方アレイと磁性体を組み合わせた系による磁気光学効果の制御は Au ナノ粒子アレイと Biドープイットリウム鉄ガーネット(Bi:YIG)薄膜の系で近年報告がなされ、周期による増強波長の制御など、魅力的な特性が示された。しかし、報告例に限られており、プラズモニック材料と磁性体の選択で更なる機能開拓が期待できる状況である。本研究では、可視域短波長領域において SPP が生じるナノアンテナに、強磁性体を蒸着し、SPP および協同モードの励起波長域におけるファラデー回転の増強を試みた(Fig. 1)。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ナノインプリントシステム、ドライエッチング装置、超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡

【実験方法】

SiO₂ ガラス基板上に作製した金属薄膜に対してナノインプリントおよび反応性イオンエッチングを施し、ナノアンテナを作製した。アレイ上に電子線蒸着により強磁性体薄膜を蒸着し(厚さ 15 nm)、透過率を紫外可視分光計を用いて、光の偏光面の回転をファラデー効果測定装置(日本分光、K250)にて測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

強磁性体薄膜の蒸着後、ナノアンテナ周囲への磁性体の

付着が観察された。ナノアンテナ上へ蒸着した磁性体薄膜は、平坦な基板上に作製した磁性体薄膜よりも大きなファラデー回転角を示した。特に SPP と協同モードの励起に対応した波長 408 nm と 513 nm 付近の領域において回転角の増強が大きく見られた。増強には SPP が関わっていると考えられる。SiO₂ ナノアンテナに強磁性体を蒸着させた場合に比べて、金属ナノアンテナでは最大で 15 倍程度の回転角が得られた。

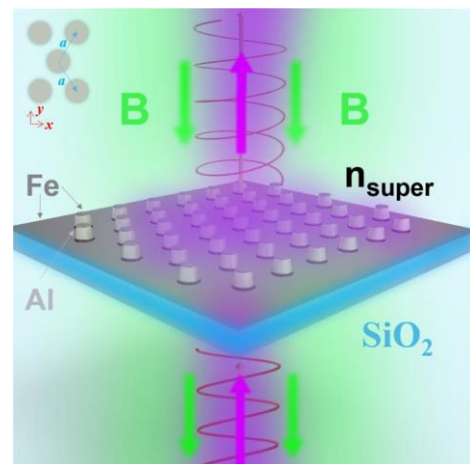


Fig. 1 Schematic of Faraday rotation under the external magnetic field B along z direction on the Al nanoparticle array with Fe film on the top with a superstrate of refractive index n_{super} .

4. その他・特記事項(Others) なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

F. Zhang, T. Atsumi, X. Xu, S. Murai, K. Tanaka, "Tunable Faraday rotation of ferromagnet thin film in whole visible region coupled with aluminum plasmonic arrays", Nanophotonics, 2022, Vol.11(2), P275

6. 関連特許(Patent) なし