

電子・情報 工学専攻	学籍番号	013345
申請者氏名	富士川凜太郎	

指導教員氏名	井上光輝 教授 内田裕久 准教授
--------	---------------------

論文要旨(博士)

論文題目	人為的ナノスケール構造を導入した磁気光学体に関する研究
------	-----------------------------

(要旨 1,200字程度)

ファラデー効果やカー効果に代表される磁気光学効果は、光アイソレータ、磁気光学記録、磁気光学空間光変調器 (MOSLM) など、様々なかたちで応用されている。しかし、それら応用にはより大きな偏光面の回転が求められているにも関わらず、その特性は材料のヴェルデ定数と光路長によって制限されてきた。また、光路長を伸ばすと光量が減衰するため、回転角と光強度は常にトレードオフの関係にあった。

そこで我々の研究室では10年以上にわたって磁性フォトニック結晶の研究を行っており、誘電体多層膜の間に欠陥層としてビスマス置換イットリウム鉄ガーネット (Bi:YIG) 薄膜を導入することによって大きなファラデー回転角の増大を実現した。このように欠陥層での光の局在によって起こる磁気光学効果の増大ではその波長の光強度は回転角の増大に反比例せず、高いクオリティファクターを示している。この多層膜を用いた1次元の磁性フォトニック結晶は、現在 MOSLM の性能を向上させるために応用研究が進められている。

本論文では、1次元磁性フォトニック結晶と比べてより幅広い応用の可能性を持つオパール構造の3次元磁性フォトニック結晶の作製を現在行い、初めて3次元の構造でファラデー回転角の増大に成功した。また、近年注目されているプラズモン共鳴と磁気光学材料を組み合わせ、ファラデー回転の増大を確認した。

今回3次元の構造体として使用したものは、直径260nmのSiO<sub>2</sub>微小球が周期的に配列したオパール構造である。このオパールはガラス基板上にヴァーティカル・デポジション法によって自己組織的に作製される。2つのフォトニック結晶と、フォトニックバンドギャップの波長の1/2の光学膜厚に設計されたBi:YIG薄膜により、約610nmの波長においてバンドギャップ中にも関わらず光が透過する局在モードが現れ、Bi:YIG単層膜と比較して3倍程度のファラデー回転角の増大を確認した。

プラズモン共鳴、特に本論文で用いた局在型の表面プラズモン共鳴とは、金属微粒子に入射した光の電場と金属内部の自由電子の共鳴のことであり、まず金属微粒子を作製しなくてはならない。我々は、代表的なプラズモン共鳴材料であるAuを5nm程度の極薄膜としてBi:YIG薄膜上に成膜し、これを10分程度大気中熱処理することによって直径20~80nm程度の微粒子を作製した。また、その上からさらにもう1層Bi:YIGを成膜することによってBi:YIG薄膜中にAu微粒子が埋め込まれた構造の薄膜を作製した。プラズモン共鳴は特定の波長で起こり、それに伴って光の吸収が起こるが、その共鳴波長はAu微粒子の周囲の屈折率によって大きく異なる。今回の2つの試料のように微粒子上部が空気かBi:YIG膜かと異なる場合、2つの試料でプラズモン共鳴による吸収ピークが異なる波長に現れる。ファラデー回転角のスペクトルを測定すると、それぞれプラズモン共鳴が起きている波長においてファラデー回転角が増大していることを確認した。