

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 ナノスケールで構造を制御した人工磁気格子とその工学的応用

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授

いとう えみつてる
井上 光輝

研究課題番号 : 26220902 研究者番号 : 90159997

研究分野 : 工学、電子・電気材料工学

キーワード : 磁性体、誘電体、光学、人工磁気格子

【研究の背景・目的】

数 nm から数百 nm のスケールで人為的構造を導入した磁性体は、構造に起因する新規の磁性と機能を示すことから、これを工学的に利用する研究が重要な技術分野を形成しつつある。特に、最近の情報通信テクノロジーの飛躍的な進展に伴い、重要な情報キャリアである光やスピン波、あるいは高周波電磁界とナノ構造との相互作用が注目されるようになった。最もよい例は、光波長オーダーで周期構造体を形成したフォトリソニック結晶で、フォトリソニック・バンド構造や光局在現象を利用した多彩なフォトン輸送制御が試みられている。

これらフォトリソニック結晶に関する一連の研究とは別に、透明強磁性体にナノスケール構造を導入することで、巨大な磁気光学効果が発現することを見出し、磁性体のスピンの制御可能な新しい光学媒体の実現可能性を示した。この光とナノ構造スピンステムとが結合したフォトリソニック結晶(磁性フォトリソニック結晶)は、光波の位相干渉を利用したものであるが、光ではなくても、波動として存在するものであれば同様の機能が発現する。我々はこの観点から上述の研究成果を進展させ、磁化の位相波であるスピン波の周期構造スピンステムの性質を調べ、磁気媒体上に金属周期構造を形成することで、マグノニック・バンドギャップを発現し、特定周波数ではスピン波の伝搬(マグノンの存在)が阻止されることを実験的に示した。

これらは、いずれも情報キャリアの波長程度の人為的な磁気的周期構造、即ち「人工磁気格子」を導入して見かけの材料特性を操作し、機能を発現させるもので、物理のみならず工学的にも極めて魅力的な手法であると言える。

本研究は、この「人工磁気格子」を一つの材料と見なし、光やスピン波、あるいは磁気弾性波といった異なる磁気情報キャリアの性質を踏まえながら、その基礎特性と設計指針とを解明することで、国内外を通じて例のない新たな材料分野の形成を行うものである。

【研究の方法】

このために、我々のグループで比較的良好に調べられてきた磁性フォトリソニック結晶中のフォトンの振る舞いに習い、マグノニック結晶を用いてナノスケール波長のスピン波(マグノンフロー)の高次元制御を行うと同時に、脳科学や生体医療分野で熱望されている新規の情報デバイス・システムへ応用する。

人工磁気格子に関する研究で、ナノスケール波長のスピン波制御を行うマグノニック結晶は、構成材料の開発を含め基礎的研究課題が山積している。そこで、本研究では、まず、①ナノ波長スピン波制御のマグノニック結晶の形成方法の確立を目指し、世界的に例のない極薄単結晶ガーネット膜の形成とマグノニック結晶への展開を行う。この研究に並行して、②ナノ波長マグノニック結晶を用いた超高感度マイクロ磁界センサの構築と、③磁性フォトリソニック結晶を用いた高感度3次元ホログラムディスプレイ及び3次元構造データメモリの構築を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究は、磁性フォトリソニック結晶やマグノニック結晶に関する研究代表者自らの研究成果を「人工磁気格子」としてまとめ、国内外に例のない新たな分野形成につなげようとするものである。また、「人工磁気格子」を用いて脳科学や生体医療などで必須の情報デバイス・システムを実現しようとするものである。本研究の予想される成果と意義は以下のとおりである。

①人工磁気格子という新規の機能性材料分野を世界に先駆けて形成し、我が国を起点とするオリジナルな学術の発展に資するものである。

②人工磁気格子を用いた新規の情報デバイス・システムを構築することで、脳科学・医療分野との融合を通じて我が国のライフイノベーションに資するものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Inoue, et al., "Magnetophotonic crystals," J. Phys. D: Appl. Phys. **39**, R151-R161 (2006).
- ・ M. Inoue, A. V. Baryshev, and M. Levy, "Magnetophotonics" (Springer, New York, 2013).

【研究期間と研究経費】

平成 26 年度 - 30 年度
147,000 千円

【ホームページ等】

<http://www.spin.ee.tut.ac.jp/>