

量子情報プラットフォームとしての Er 添加固体材料の開発

Development of Er-doped solid materials as a quantum information platform

日本大学¹, Otago 大学², NTT 物性研³, 北海道大学⁴, 大和大学⁵

○俵 毅彦¹, 平石 真也^{2,3}, 稲葉 智宏³, 徐 学俊³, 太田 竜一³, 足立 智⁴, 尾身 博雄⁵

Nihon Univ.¹, Univ. Otago², NTT BRL³, Hokkaido Univ.⁴, Yamato Univ.⁵

○Takehiko Tawara¹, Masaya Hiraishi^{2,3}, Tomohiro Inaba³, Xuejun Xu³,

Ryuichi Ohta³, Satoru Adachi⁴, Hiroo Omi⁵

E-mail: tawara.takehiko@nihon-u.ac.jp

結晶中に添加された希土類イオンは、その光学遷移[1]やスピン緩和[2]に対するエネルギー緩和およびコヒーレンス時間が他の固体材料と比べ長いこと、固体量子メモリや量子メディア変換などを実現するための量子情報プラットフォーム材料として大変興味深い。さらに超微細基底状態にある希土類核スピンは電子スピンより長いコヒーレンス時間を示し[3]、光とマイクロ波との間のコヒーレンス変換への応用も期待されている。このような希土類イオンの中でも特にエルビウム (Er^{3+}) は、光通信波長に相当する $1.5\ \mu\text{m}$ の光学遷移を有するため、情報キャリアとしての通信波長光子と直接相互作用することが可能である。この Er^{3+} のコヒーレンス特性を最大限に引き出すとともに、共振器量子電磁力学効果を付加するための新しい薄膜材料を創出することができれば、量子情報プラットフォームへの応用が現実的なものとなる。

このような背景から、これまで我々は Er^{3+} のコヒーレンス時間を最大化するための結晶材料の磁氣的純化[4]、Si 基板上へのエピタキシャル薄膜成長[5]、光導波路や共振器等のフォトニックナノ構造の形成[6]、および通信波長光子のメディア変換の探索[7]を行なってきた。本講演では、これら Er 添加固体材料の量子情報プラットフォームへの応用に向けたこれまでの我々の取り組みと最近の進展について紹介する。

本研究は JSAP 科研費 JP24360033, JP15H04130, JP16H01057, JP19H02636, JP19H02207 の助成を受けて行われたものである。

[1] R. M. Macfarlane *et.al.*, Phys. Rev. Lett. **43** (1979) 1726.

[2] E. Fraval *et.al.*, Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 077601.

[3] M. Zhong *et.al.*, Nature **517** (2015) 177.

[4] M. Hiraishi *et.al.*, Opt. Lett. **44** (2019) 4933.

[5] T. Inaba *et.al.*, Opt. Mater. Express **8** (2018) 2843.

[6] X. Xu *et.al.*, Opt. Express **28** (2020) 1448.

[7] R. Ohta *et.al.*, Phys. Rev. Lett. **126** (2021) 047404.