

希土類元素添加の精密制御による物性・機能性の開拓

研究代表者 藤原康文（大阪大学・大学院工学研究科・教授）
研究者数・期間 9人（平成19年度～平成23年度）

希土類元素を操って、新しい機能を創出する

絶縁体や金属に添加された希土類元素の発光機能や磁気機能は良く知られており、蛍光体や希土類磁石として既に実用化されています。ここでは、いずれも発光機能、磁気機能という独立した、単一の機能が用いられています。また、これまでの希土類研究は経験に基づく試行錯誤の形態であり、希土類添加に関する精密制御（添加サイトや周辺局所構造）やエネルギー伝達機構の理解によるマテリアルデザインの思考が欠落しており、十分に希土類元素の特性を活用しているとは言い難いのが現状であります。

本研究では、半導体へ原子レベルで制御して添加された希土類元素を研究対象とし、希土類元素特有の発光機能や磁気機能は勿論のこと、それらを融合した新機能性を開拓することに目標を設定します。具体的には、物性がよく調べられており、有機金属気相エピタキシャル法や分子線エピタキシャル法といった原子層レベルでの結晶成長が可能なⅢ-Ⅴ族半導体（GaAs, GaN系）を取り上げ、

- (1) 原子レベルで制御された希土類ドーピング技術の構築や励起・緩和に係わるエネルギー伝達機構の解明を行い、波長超安定新規半導体光源といった新機能光デバイスの創出を目指します。
- (2) また、磁気機能にも着目し、発光機能と磁気機能を有する新しいスピントロニクス材料としての可能性を明らかにし、円偏光発光ダイオード/レーザ、スピントランジスタやトンネル磁気抵抗デバイス等の創出を目指します。
- (3) 一方、そこで得られた精密制御技術とエネルギー伝達機構を基にして、ディスプレイや照明に適用可能な、安定で高効率な希土類添加窒化物半導体からなる新規蛍光体の創製を目指します。

Development of Properties and Functionalities by Precise Control of Rare-Earth Doping

Principal Investigator Name : Yasufumi FUJIWARA

Institution , Department , Title of Position : Osaka University, Graduate School of Engineering, Professor

Number of Researchers : 9 Term of Project : 2007 - 2011

Luminescent and magnetic properties of rare-earth (RE) elements doped in insulators and metals have been well investigated and they have been successfully applied to practically-used fluorescent substances and magnets. In these applications, however, either luminescent or magnetic property has been independently used. Furthermore, research on the RE-doped materials has been based on experienced trial-and-error, not on *material design* by precise control of RE doping and understanding of energy-transfer mechanism.

The research target of this project is RE-doped semiconductors with atomic-level control. The main purpose is the exploitation of new functionalities provided by the fusion of luminescent and magnetic properties as well as the exploitation of each property. We focus here on RE-doped III-V semiconductors such as GaAs and GaN, which can be grown with atomic-layer control by organometallic vapor phase epitaxy and molecular beam epitaxy. The objectives of this project are as follows:

- (1) Establishment of atomically-controlled RE doping technology and elucidation of energy-transfer mechanism concerned with excitation and relaxation of RE ions, leading to development of new functional optical devices such as a light emitter with extremely temperature-stable wavelength.
- (2) Verification of the possibility for new spintronics materials with both luminescent and magnetic properties, leading to development of circularly polarized LEDs/LDs, spin transistors and tunneling magneto resistance devices.
- (3) Using the doping technology and the energy-transfer mechanism, creation of new fluorescent substances based on stable and highly efficient RE-doped nitride semiconductors, applicable to display panels and lightings.