

希土類元素を操り、 新しい量子機能デバイスの創出へ

<スタッフ> 藤原 康文 教授、館林 潤 講師

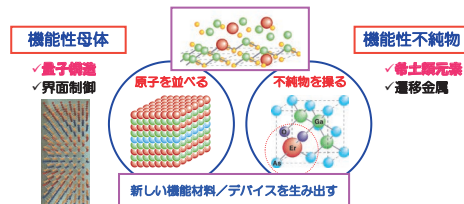
環境に優しい大規模情報化社会の実現を視野に入れた新規量子機能材料の創製を目的として、半導体の物性・機能をミクロな構造の作製・制御により効果的に発現し、自然界に存在しない新しい量子機能材料を創り出す「ボトムアップ型機能制御」に取り組んでいます。たとえば、原子レベルで制御された薄膜結晶成長技術により量子サイズ効果を効果的に発現させることができ、様々な色のレーザ・発光ダイオードや超高速なトランジスタを作ることができます。また、それ自体が機能を有する機能性不純物を半導体の中で操ることにより、その機能を極限まで高めることができます。

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。しかしながら、いずれの場合も発光機能、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。

我々は過去数年間に渡り、産業界では一般的である有機金属気相エピタキシャル法を用いて半導体中で希土類元素を原子のレベルで操ることにより、新しい物性・機能を効果的に発現させるとともに、それらを有効に活用した新規デバイスを創出することを目指しています。

ボトムアップ型機能制御
～ ready-madeからorder-madeへ～

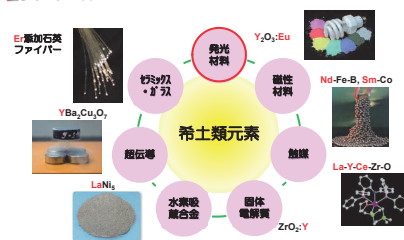
材料の物性・機能をミクロな構造の作製・制御により効果的に発現し、自然界に存在しない新しい量子機能材料を創り出す。



希土類材料科学におけるパラダイム・シフト

<経験的思考範疇> → <理論に裏打ちされたナノマテリアルデザイン>

～ 創レア・アースへ～



～ そして、創レア・アースへ～

TOPIC

最新研究トピック

1. 希土類添加半導体の原子レベル制御成長
2. III - V 族半導体量子構造の原子レベル制御成長
3. 機能性酸化物薄膜の作製と物性評価
4. 半導体光・磁気・輸送物性の解明
5. 半導体新規光デバイスの設計・作製と特性評価

<世界初! 窒化物半導体赤色発光ダイオードの実現>

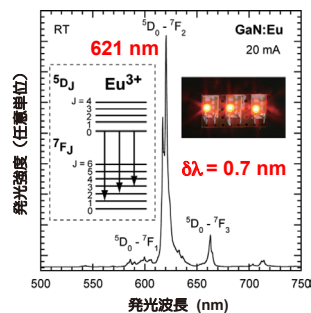
発光ダイオード(LED)は地球規模の「省エネ」や「CO₂削減」など環境対策に貢献する「エコデバイス」として脚光を浴びています。たとえば、青色や緑色LEDにはGaN系材料が用いられており、街頭で見かけられるような大画面フルカラーLEDディスプレイなどに応用されています。この際、赤色LEDにはGaN系以外の半導体(AlGaInP)が用いられています。GaN系材料を用いて赤色LEDが実現すれば、同一材料による光の三原色発光が揃うこととなり、半導体微細加工技術を生かしたモノリシック型高精細LEDディスプレイやLED照明などへの応用が期待されます。

このような背景の中、我々はユウロピウム(Eu)添加GaNを用いた窒化物半導体赤色LEDの開発に、世界に先駆けて成功しました。Euイオンは3価の状態では赤色発光領域に光学遷移を有することが良く知られており、希土類蛍光体の赤色発光中心とし

て広く用いられています。しかしながら、これまでは赤色発光を得るために、紫外光や電子線を照射することが一般的でありました。我々はEuを原子のレベルで操りGaNへ添加するとともに、3Vという低電圧を印加することによりEuからの赤色発光が得られることを世界で初めて実証しました。その後、LEDからの光出力が我々の研究により1mWを越えており、その実用化を視野に入れることが可能となっています。



有機金属気相エピタキシャル成長装置



日本発オリジナル
室温で動作する窒化物半導体
赤色発光ダイオード