

理工系

新規発光材料・デバイスの開発
ワイドギャップ半導体の光物性解明と



京都大学 大学院工学研究科 教授
川上 養一

【研究の背景】

私たちは、光と物質との相互作用に基づく新物性の発現と解明に取り組んでいます。具体的には、以下のようなテーマが、挙げられます。

- (1) 任意の波長で効率100%にて発光する固体材料・デバイスの開発
- (2) 近接場光学顕微鏡の開発とそれを用いた局在系光物性の解明

(1)は、ナノ構造の人為形成や発光遷移過程の制御によって発光スペクトルの合成を行うもので、究極のテイラーメイド固体光源の開発に繋がるものですが、(2)とも相互にリンクしています。基礎光物性を材料開発にポジティブにフィードバックすることによって研究を推進しています。固体照明は、自動車のヘッドライトなどの一般照明はもとより、生体細胞を照らすマイクロ・ナノサイズの光源としての可能性を秘めており、それを支える基礎光物性と材料開発、さらには固体照明の応用などの研究に取り組んでいます。

【研究の成果】

図1に示すように、有機金属気相成長法によって窒化物半導体の結晶多面体（マイクロファセット）にInGa₂Nナノ構造を生成し、各結晶面からの多波長発光を利用した発光ダイオードの作製に成功しました。また、高品質AlGa₂N系結晶を独自の結晶成長技術で作製し、電子線励起によって非常

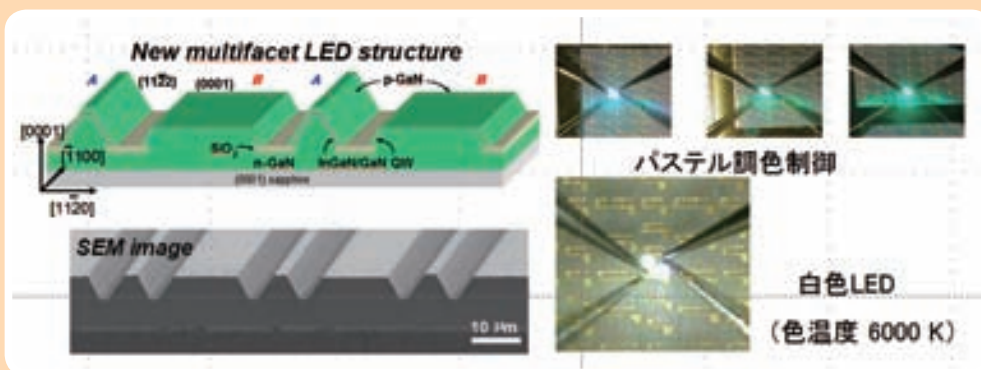
に高い効率で深紫外光（240nm）が出射されることを実証しました。さらに、図2に示すように、物質中でキャリアが伝播する様子を、数百nmの空間分解能で可視化することができる、複数のプローブを持った近接場光学顕微鏡の開発にも成功し、InGa₂Nナノ構造におけるキャリアの空間移動を明らかにしました。

【今後の展望】

多波長発光ダイオードは、蛍光体フリーで白色光を合成できるため次世代固体照明として開発が進められており、深紫外光源は殺菌・消毒などのバイオ応用や蛍光体励起用の光源として可能性を秘めています。また、近接場光学顕微鏡は、物質中の素励起（キャリア、エキシトン、プラズモンなど）の空間移動をナノ領域で詳しく調べるツールとなると期待されています。

【関連する科研費】

- 平成15-17年度 基盤研究(A) 「近接場光学法による窒化物半導体ナノ構造の発光機構解明」
- 平成18-20年度 基盤研究(A) 「ナノ空間発光ダイナミクス計測の基盤技術開発」
- 平成18-23年度 特定領域研究 「窒化物光半導体フロンティア-材料潜在能力の極限発現-」
- 平成21-25年度 基盤研究(S) 「近接場マルチプローブ分光の基盤技術開発」



▲図1 窒化物半導体マイクロファセット量子構造を利用した多波長LED



▲図2 試作された近接場2プローブ分光装置