

光物性の解明とさらなる探索に向けて

Toward Elucidation and Further Exploration of Optical Properties

京大院工, 川上 養一

Dept. of Electronic Sci. and Eng., Kyoto Univ., Yoichi Kawakami

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

赤崎勇先生らによって開拓された窒化物半導体の研究進展はめざましく, InGaN 量子井戸を活性層とする極めて高い効率の青色発光ダイオード(LED)が実用化されている. しかしながら, 高電流注入で発光効率の低下する「Droop」現象, 活性層の In 組成を増加させた緑色 LED の効率低下といった「Green-gap」問題, 活性層の Al 組成を増加させた際の「深紫外 AlGaIn 系 LED の効率低下」現象(とりわけ far UVC 領域において顕著)は未解決であり, 任意の発光波長を高効率で実現することは, 次世代の光源応用のために克服すべき重要な課題と位置づけられている.

われわれの研究室では, 半導体 3 次元構造による発光波長の合成 [1] (図 1), 分極制御・プラズモニクス効果などによる高効率発光に着目し, 任意の波長の光を高い輻射再結合確率で発光させる発光シンセサイザーの開発を目指し研究を行っている. このことにより, 任意の演色性を可能とする究極のテーラーメイド照明光源や高度な加工・環境センシング・バイオ応用に求められる深紫外多波長光源の開発に繋がる. また, 多波長・高速スイッチングによる光空間無線通信(Li-Fi)が実証できれば, 次世代通信システム(6G)への展開が期待される.

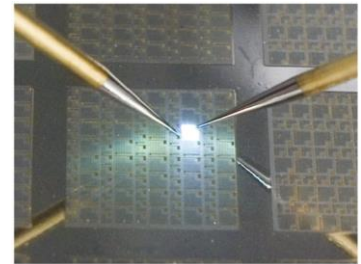


図 1: 3 次元 InGaIn 構造からの蛍光体フリー白色 LED

3 次元 InGaIn (AlGaIn) 構造の多波長制御と高効率発光にむけての指針としては, マイクロスケールのポテンシャル揺らぎとナノスケールのポテンシャル揺らぎのそれぞれに分けて取り組んで行くことが有効である. すなわち, 前者は 3 次元構造における混晶組成や分極効果の違いによる多波長化に, 後者はナノスケールでの小さな空間階層でのポテンシャル揺らぎによる励起子の局在化を誘起しうするため, 高効率化に寄与する. 一方で, これらの空間階層は個別に制御しうるものもあれば, 相互に関係することもあり, これらを系統的に理解し利用することが重要である.

とりわけ, 有機金属気相エピタキシー(MOVPE)による InGaIn 成長における In の取り込まれやすさは, 図 2 に示すように結晶面方位の c 軸傾き角に対して特異な依存性を示しており[2], 結晶成長機構に立ち返って光物性を制御して行くための指針の一つと考えている. 本「赤崎先生追悼シンポジウム」では, 種々なアプローチによる

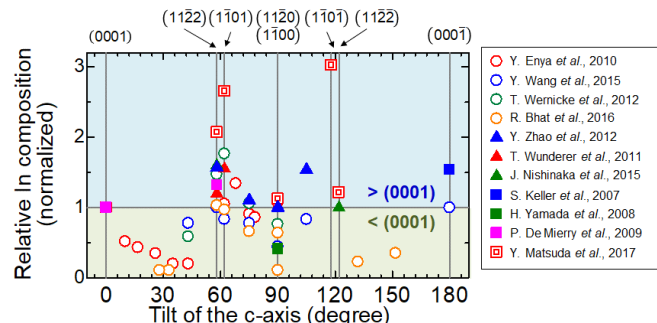


図 2: MOVPE による InGaIn 成長における In の混晶組成の結晶面方位(傾き角)依存性

光物性の解明と探索, さらにそれによる発光シンセサイザー実現に向けた展望を述べたい.

[1] M. Funato et al., Appl. Phys. Exp. **1**, 011106 (2008). [2] 松田祥伸 京都大学博士論文 (2020)