

AlGaIn 微細構造の二次元アレイによるブロードバンド UV 発光

Broad band UV emission from two-dimensional arrays of AlGaIn microstructures

京大院・工 °片岡 研*, 千賀 岳人*, 船戸 充, 川上 養一 (*ウシオ電機)

Kyoto Univ., °K. Kataoka,* T. Senga,* M. Funato, and Y. Kawakami (*USHIO INC.)

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

(はじめに) AlGaIn を用いた深紫外(DUV) LED の開発が急激に進展している。一方で、従来用いられている水銀ランプでは、その多波長性を利用した応用も考えられている。例えば樹脂硬化する際、水銀ランプの複数の輝線により樹脂表面と内部の同時硬化を行っており、それを単色性の AlGaIn LED で置き換えることは困難である。われわれはこれまで、AlN テンプレートにストライプ状のトレンチ構造上を形成した後に結晶再成長をすることにより、バンチングしたステップ(マクロステップ)とそれの存在しない平坦な平面を形成し、それぞれの上で AlGaIn の発光波長が異なることを利用した UV 多波長発光を実現してきた [1]。ただしこの方法では、マクロステップはトレンチ下部のごく限られた領域にしかできていなかった。そこで、本研究では、トレンチの形状を二次元状にアレイ化することにより、マクロステップ領域を増やし、発光波長の制御性を向上させることを目指した。

(実験) 試料は有機金属気相成長法(MOVPE)により、*c* 面サファイア基板上に作製した。AlN テンプレートを成長後、フォトリソグラフィと反応性イオンエッチング(RIE)により AlN の *a* 軸に沿ったトレンチ構造を形成した。この際、平行四辺形の AlN が残されるようトレンチを二次元的に配置した。その後、MOVPE 装置に戻して AlN および AlGaIn 量子井戸構造を作製した。

(結果および考察) 図 1(a)はカソードルミネッセンス (CL) スペクトルである。波長 240 から 320 nm にわたり、主として 3 つのコンポーネントによるブロードな紫外発光を実現している。図 1(b)は走査型電子顕微鏡で観察した成長後の表面像であり、成長後も初期の平行四辺形の存在が確認できる。図 1(c)はパנקロマティック CL 像であり、溝部で優先的に光っていることがわかる。図 1(d)-(f)はスペクトルを構成する各成分のピーク波長付近でモニタした CL マッピングである。長波長発光が溝部から、短波長発光が(0001)テラスから得られていることがわかる。断面透過型電子顕微鏡で観察したところ、溝部に構造の異なるマクロステップが形成され、それらが異なる波長で発光していることがわかった。トータルの発光強度は、平坦な QW に比べて 2 倍程度と増強されていた。マクロステップ上量子井戸における発光効率の増強(2018 年春応物, 早川ら), 三次元構造による光取り出し効率の増強の効果が表れているものと考えている。以上示したように、AlGaIn 系微細構造の二次元アレイは、スペクトルの多波長化に非常に有効であり、今後、形成メカニズムの解明など基礎物性の理解と LED 化など応用展開が期待される。

[1] K. Kataoka, M. Funato, Y. Kawakami, *APEX* **10**, 031001 (2017); *APEX* **10**, 121001 (2017).

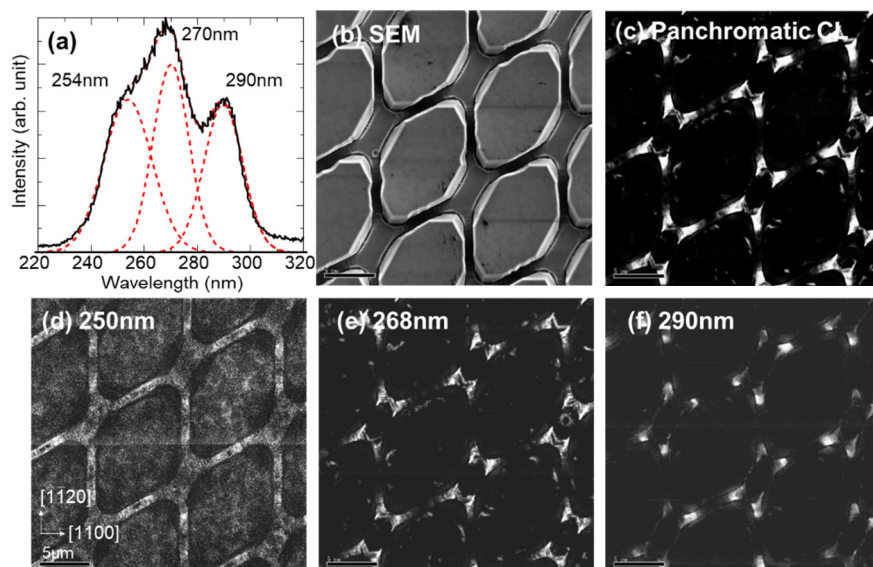


Figure 1
(a) 室温での CL スペクトル, (b) 表面 SEM 像による二次元アレイの確認, (c) パנקロマティック CL, (d)-(f) 提示した波長で観察した分光 CL マッピング像