TEM-カソードルミネッセンス法による InGaN 量子井戸の局所構造評価

東京工業大学理工学研究科 山本直紀 宮岡 豊 堀内大吾

GaN に挟まれた InGaN 量子井戸では In 組成の不均一分布により井戸に沿って量子ドットのような構造が存在すると言われている。InGaN 量子井戸構造は青色発光ダイオードとしてすでに実用化されているが、その発光の性質は複雑である。発光エネルギーは S 字状の温度依存性を示し、バンドギャップの温度依存性から大きく外れる。発光は 100 nm 程度のオーダーで空間的に揺らぎ、これは In 組成のナノスケールの空間的揺らぎに起因すると考えられているが、発光分布の起源には不明な点が多い。

透過型電子顕微鏡(TEM)を用いたカソードルミネッセンス(CL)法により貫通転位と局所発光の関係について調べた。薄膜化した緑色発光の試料(平均 In 組成 20%)からは InGaN 量子井戸層からの発光が波長 490 nm にブロードなピークとして現れる(Fig. 1)。試料の TEM 像(Fig. 2(a))には貫通転位が見え、これらの多くは c 面内の基本格子ベクトルをバーガースベクトルにもつ刃状転位である。波長 450 nm の単色 CL 像(Fig. 2(b))から、貫通転位近傍に発光ピークの短波長側の発光が局在し、In 濃度が減少していることを示している。ピーク波長の発光分布(Fig. 2(c))は、貫通転位を中心に明るい領域と暗い領域とが隣接しているのが見られる。このコントラストが In の組成揺らぎに起因しているとする、刃状転位の格子歪

分布と対応しており、組成揺らぎの原因が貫通転位であることを示唆する。この結果から、転位の両側に In 濃度の増加した領域と減少した領域が形成され、前者の領域に量子ドット状の発光が生じることが分かった。

(2006 年 8 月 8 日受理)

Fig. 1 薄膜試料からの発光スペクトル(室温).

Fig. 2 薄膜化した試料の(a) TEM 像と、InGaN 層からのブロードな発光ピークの(b)短波長側(450 nm)および(c)ピーク波長(490 nm)で測定した単色 CL 像.

Analysis of Localized Structures in InGaN Quantum Wells by TEM-Cathodoluminescence; Naoki Yamamoto, Yutaka Miyaoka, Daigo Horiuchi (Tokyo Institute of Technology, Tokyo)

Keywords: nitride semiconductor, quantum well, electron microscopy, cathodoluminescence

TEM specimen preparation: ion milling (final condition; 3 keV Ar⁺, irradiation angle 5°) TEM utilized: JEM-2000FX (200 kV)