

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	電気通信大学大学院 電気通信学研究科 量子・物質工学専攻 博士前期課程		
氏 名	田畑 晋	学籍番号	0733035
論文題目	InGaN/GaN 量子井戸発光における格子歪効果の研究		

1. 背景と目的: InGaN は直接遷移半導体であることや In 組成比を変化させることで理論上赤外から紫外領域の広い範囲でバンドギャップを変化させることが可能であるため可視発光ダイオード(LED)やレーザーダイオード(LD)へ応用されている。これらの発光デバイスの活性層は、格子歪による結晶品質の劣化を防ぎ、発光量子効率を上げるために InGaN/GaN などの量子井戸ヘテロ構造から成っている。しかし、In 組成比を増加させていくと、特に緑域の発光に対応する In 組成比が 20%を超えるような InGaN/GaN 量子井戸構造では、外部量子効率が極端に低くなってしまふ。その原因の一つが InGaN 井戸層の格子歪みに由来する分極効果によると考えられている。そこで当研究においては、バンドギャップ以上の光を照射しエッチングする、光電気化学(Photo-Electro-Chemical: PEC)エッチングを InGaN/GaN 多重量子井戸構造(Multi-Quantum-Well: MQW)に施し、50-200 nm 径を持つようにナノ構造化した。このナノ構造化によって歪みの緩和を促し、PEC エッチング前後のフォトルミネッセンス(Photo-Luminescence: PL)ピークシフトを測定し、そのシフト方向と大きさを、歪み緩和によるバンドギャップシフトと内部電界緩和の競合による結果と解釈し、実験結果との比較を試みた。

2. 実験内容: サファイア基板上に有機金属気相成長法により作製された In 組成比 7,10,16,19 及び 23% の 5 周期の InGaN/GaN MQW に Al/Au 電極を蒸着し作用極とし、対極に Pt、参照極に Ag/AgCl を使い Hg-Xe ランプから取り出した波長 365 nm 以上の光(励起強度約 100 mW/cm²)を照射し PEC エッチングを行い、その前後において He-Cd レーザーによる 325 nm 励起での PL 測定を 10 K で行った。

3. 結果と考察: 図 1 は In 組成比に対する PL ピークシフトの変化量の実験値と計算値との比較を示したものである。図のように低 In 組成領域ではその PL ピークはレッドシフトを示し、高 In 組成領域においては PL ピークはブルーシフトを示した。図 2 は PEC エッチング前後の格子歪の様子を模式的に描いたものである。エッチング前では c 軸の歪みが最大であるのに対し、エッチング後は部分的に緩和する。図 1 に calculated Δ_{PL} で示されているように、低 In 組成では主として格子歪緩和によるバンドギャップレッドシフト、高 In 組成ではそれに加えて量子閉じ込めシュタルク効果の緩和によるブルーシフトが支配的になると考えると、実験結果を良く説明出来る。

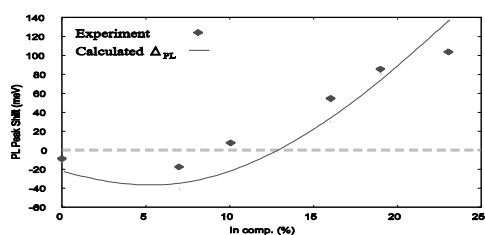


図 1. PEC エッチング前後のピークシフト実験値及び理論値

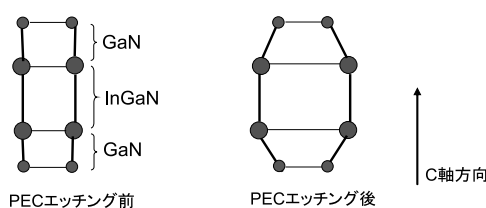


図 2. PEC エッチング前後の結晶格子模式図

謝辞: サンプルを提供していただきました(株)イー・エム・シー様に感謝致します。