

ナノ構造導入による LED の性能向上に関する研究

Study on improvement of LED performance by nanostructure

○上山 智¹、岩谷 素顕¹、竹内 哲也¹、赤崎 勇^{1,2}

(名城大・理工¹、名古屋大・赤崎記念研究センター²)

Satoshi Kamiyama¹, Motoaki Iwaya¹, Tetsuya Takeuchi¹, Isamu Akasaki^{1,2}

(1.Meijo Univ., 2.Nagoya Univ.)

E-mail: skami@meijo-u.ac.jp

近年ナノインプリントリソグラフィなどの微細パターンニング技術の進展により、LED にナノ構造を付与することが容易となった。白色 LED に搭載される青色 LED は、低電流密度駆動に限れば外部量子効率は 60~70% と相当に高効率動作が実現されているものの、高電流時の高効率化、寿命や温度特性に課題を持つ蛍光体によらない白色光生成、白色光スペクトルの改善、緑色や赤色などの長波長域での高効率化など、今後の課題は依然残されている。本報告では、多少総花的ではあるが、ナノ構造導入による LED 性能改善へのアプローチについて議論する。

ナノインプリントリソグラフィで作製可能な 100nm~数 100nm のナノ構造導入効果として、第 1 に結晶成長における改善が期待される。微小なスケールの凹凸構造は、GaN の成長初期過程における結晶核形成を制御することができ、結果として比較的薄い膜厚において、大きな転位低減効果を付与することが可能である。その他、ナノコラムなどの制御されたナノ結晶体では、転位の伝搬を防ぎ、無転位化することも実証されている。

2 つめに同様のパターン形成によって光の波長オーダーの構造が作製可能であることから光波への作用による光取り出し効率の制御が挙げられる。フォトリソ結晶、モスアイ構造などと呼ばれる構造で、光の回折効果により、結晶内部での光の伝搬距離を抑制し、より多くの光を結晶が基部へ取り出すことが可能となる。

第 3 のアプローチは、量子的な新しい効果の発現による LED 性能の改善であり、例えばナノサイズ金属のプラズモニック効果を利用した内部量子効率の改善、またポーラス結晶におけるバンドギャップ変化、およびブロードニングを利用したデバイスである。前者はナノサイズ金属を活性層に近接させなければならない点で課題を残すものの実際の効果は観測されており、内部量子効率に課題のある緑色、赤色 LED への応用が期待される。後者についてはバンドギャップのブロードニングをうまく制御できれば白色スペクトル生成の材料として有望と考えられる。

以上のように、ナノ構造体の LED への応用による飛躍的な性能向上が、今後大いに注目に値する。課題として、ナノスケールパターンニングを常に活用できる研究機関が比較的少ないことが、この分野の研究者数を制限しているように思われるが、研究者同士の連携を増やすことで克服することが可能と考えられる。