

量子殻特異構造の作製と光デバイス応用

Growth of multi-quantum shell-based nanostructure and its application to optoelectronic devices

○上山智¹、竹内哲也¹、岩谷素顕¹、赤崎勇^{1,2}

(1. 名城大学、2. 名古屋大・赤崎記念研究センター)

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

(1. Meijo Univ., 2. Akasaki Research Center, Nagoya Univ.)

Email: skami@meijo-u.ac.jp

【はじめに】GaN ナノワイヤと GaInN 系多重量子殻による Core-shell 構造は、半導体発光デバイスの革新へとつながる大きな可能性を有している。特に非極性面となるナノワイヤ側壁を基底面とする積層構造は、量子シュタルク効果の影響を排除できることや、電流注入を容易とするなど大きなアドバンテージが期待される。しかしながら、このような微小サイズの構造体の均一かつ制御性の高い成長を実現することは容易ではない。また、非極性面への均一な電流注入のためには、トンネル接合を経由した n-GaN 層からの注入が不可欠であり、結晶成長の難易度はさらに高まる。本講演では、上記の量子殻構造の結晶成長と、これを用いた光デバイス応用について議論する。

【結果と展望】Fig.1 に単一ユニットの結晶断面構造を示す。結晶成長は、1) 均一な n-GaN ナノワイヤ成長、2) 高品質 GaInN 系量子殻成長、3) 均一な p-GaN 殻成長、4) 均一、高ドーピングトンネル接合成長、5) 空隙のない n-GaN 埋め込み成長の 5 段階によって作製できるが、最終段階の n-GaN 埋め込み成長時に空隙および表面のピットが生じることなど若干の課題が残されている。一方、GaInN 系多重量子殻に関しては、AlGaIn 下地殻の導入と、井戸、障壁の成長温度変調により、品質が大きく改善することを見出し、PL の温特から見積もった内部量子効率 は 70% を超えるほど高い。残された課題として、トンネル接合成長後の p-GaN 殻の不活性化の解決方法が見いだせていないことが挙げられる。

結晶成長上の課題解決が必要ではあるものの、現状の量子殻結晶を用いて、LED およびレーザの試作に着手している。Fig.2 には p-GaN 殻までの成長後、ITO 電極を用いて作製した量子殻 LED の発光の動作電流依存性を示す。低電流 5mA では緑色、それ以上の電流では青色の発光を示すが、これは発光面の違いに起因している。ITO 電極のシート抵抗が高いためと思われる。Fig.3 はレーザ構造（ストライプ幅 5 μm 、共振器長 500 μm ）における I-V, I-L 特性である。2kA/cm² までの動作が確認できた。今後は内部量子効率の確認やレーザ発振の実現を行う予定である。

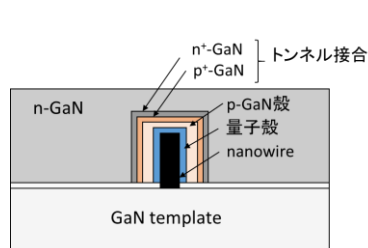


Fig. 1 Unit structure of MQS/nanowire

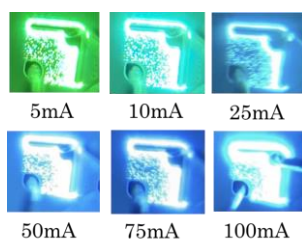


Fig.2 MQS-LED operating at different current

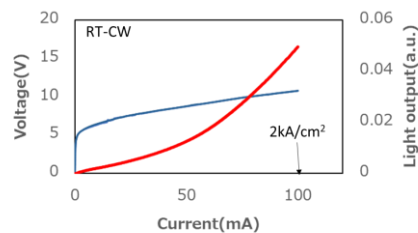


Fig.3 L-I and V-L curves of MQS laser

【謝辞】本研究課題の一部は文科省・私立大学研究ブランディング事業、同・省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発、日本学術振興会・科研費基盤研究 A[15H02019]、同基盤研究 A[17H01055]、同新学術領域研究[16H06416]、JST CREST[16815710]の援助によって実施された。