

量子殻 LD の埋め込み層の直列抵抗低減に向けた検討

Reduction of Series Resistance of Cap Layers in Quantum Shell LDs

○高橋美月¹, 宮本義也¹, 山村志織¹, Weifang Lu¹, 奥田廉士¹, 伊藤和真¹, 神野幸美¹,
中山奈々美¹, 勝呂紗衣¹, 山中優輝¹, 伊井詩織¹, 島綾香¹, 稲葉颯磨¹,
竹内哲也¹, 岩谷素顕¹, 上山智¹

(1. 名城大学)

○Mizuki Takahashi¹, Yoshiya Miyamoto¹, Shiori Yamamura¹, Weifang Lu¹, Renji Okuda¹,
Kazuma Ito¹, Yukimi Jinno¹, Nanami Nakayama¹, Sae Katsuro¹, Yuki Yamanaka¹, Shiori Ii¹,
Ayaka Shima¹, Soma Inaba¹, Tetsuya Takeuchi¹, Motoaki Iwaya¹, Satoshi Kamiyama¹

(1. Meijo Univ.)

Email: 180443037@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】本研究グループは、コアシェル型 GaN ナノワイヤ (NW) を用いた高効率半導体レーザの実現を目指しており、電流注入のためにトンネル接合 (TJ) を介して、n-GaN で埋め込む構造を検討している。このような埋め込み構造では、NW 側壁の活性層へ均一な電流注入が可能となるが、それを実現するには n-GaN 埋め込み層における直列抵抗の低減、表面の平坦性および隣接する NW 間に発生するボイドの抑制が重要である。現在、量子殻 LD の直列抵抗のうち埋め込み層の直列抵抗は約 20% を占めている。本研究では、n-GaN 埋め込み層の結晶成長と抵抗値に関する検討を行った。

【実験方法と結果】ナノインプリントリソグラフィ加工を施し、パターンが形成された SiO₂ マスクの開口部から c 軸方向に n-GaN core を成長させ、その後 Fig.1 のように n-GaN で埋め込みを行った。本検討のサンプルでは、n-GaN 埋め込み層のみの抵抗値を評価するために、活性層、p-GaN 層、TJ 層を成長させていない。n-GaN 埋め込み層の SiH₄ の流量を従来の条件である $3 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ から $6 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ 、 $9 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ と増加させ、構造評価と電気特性を評価した。電極は TiAlTiAu(30/300/20/150nm) を使用し、アニールは N₂ 雰囲気中で 500°C、10min 行った。Fig.2 (a) および Fig. 2 (b) に埋め込み層の SiH₄ 流量を変化させた際の表面および断面の SEM 像を示す。SiH₄ の流量を変化させても、NW 間のボイド発生、表面の荒れ具合に大きな変化は見られなかった。抵抗値は、電極間距離 10 μm で -1.00V から 1.00V まで $5.00 \times 10^{-3} \text{V}$ 毎に電流を測定し、I-V 特性の傾きより求めた。埋め込み層の SiH₄ 流量と抵抗率の関係を Fig.3 に示す。SiH₄ 流量が $3 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ のサンプルに比べ、SiH₄ 流量が $6 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ と $9 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ のサンプルでは、抵抗率が減少した。しかし、SiH₄ 流量が $6 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ と $9 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$ のサンプルでは、抵抗率に大きな変化は見られなかった。これは、SiH₄ 流量を増やしたことでキャリア密度は高くなったが、一方で移動度が低下したことによるものだと考えられる。本研究によってボイドの抑制および表面平坦性を確保しつつ、n-GaN 埋め込み層の抵抗を低減することができた。当日は、SIMS による不純物濃度の結果も含め、報告する。

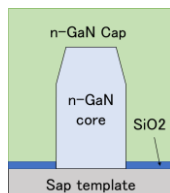


Fig. 1 growth structure

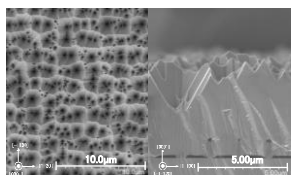


Fig. 2 (a) SEM image of surface and cross-sectional

(SiH₄: $3 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$)

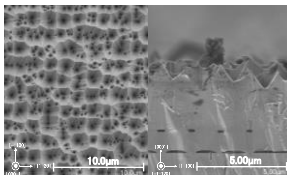


Fig. 2 (b) SEM image of surface and cross-sectional

(SiH₄: $9 \times 10^{-2} \mu\text{mol/min}$)

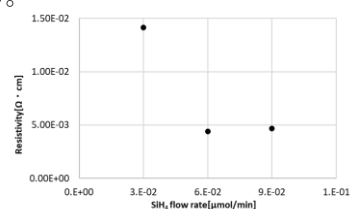


Fig. 3 Relationship between SiH₄ flow rate and resistivity

【謝辞】本研究は文部科学省・私立大学研究ブランディング事業、日本学術振興会・科研費基盤研究 A[17H02019]、同基盤研究 A[17H01055]、JST CREST[16815710]の援助によって実施された。