

量子殻/トンネル接合を用いたナノワイヤ発光デバイス実現に向けた n-GaN 埋め込み成長に関する検討

Study on crystal growth of n-GaN for nanowire optical device using multiple-quantum-shell/tunnel junction

○宮本義也¹、後藤七美¹、曾根直樹^{1,3}、飯田一喜^{1,4}、Weifang Lu¹、
村上ヒデキ¹、寺澤美月¹、伊藤和真¹、奥田廉士¹、大矢昌輝^{1,4}
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、3. 小糸製作所、4. 豊田合成)

○Yoshiya Miyamoto¹, Nanami Goto¹, Naoki Sone^{1,3}, Kazuyoshi Iida^{1,4}, Weifang Lu¹,
Hideki Murkami¹, Mizuki Terazawa¹, Kazuma Ito¹, Renji Okuda¹, Masaki Ohya^{1,4}
Satoshi Kamiyama¹, Tetsuya Takeuchi¹, Motoaki Iwaya¹ and Isamu Akasaki^{1,2}

(1. Meijo Univ., 2. Akasaki Research Center, Nagoya Univ.,
3. Koito Manufacturing CO., 4. Toyoda Gosei Co.)

Email: 160443070@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】我々の研究グループでは、GaN ナノワイヤ(NW)を用いた発光素子の検討を行っている。NW を用いる利点は、NW 側壁に非極性面の活性層を形成することで、従来の光デバイスに比べて発光効率の向上を期待できる。しかし、従来の光デバイスと同様に ITO を電極として用いると光損失が大きくなる。そこで、トンネル接合(TJ)を活用し n-GaN で埋め込むことで、低抵抗で光吸収率の低い電流拡散を目指している。Figure1 に本研究で目標とするデバイスの層構造を示す。これを実現するためには、p-GaN の形状安定化、埋め込み n-GaN 層におけるボイドの抑制および上面平坦性の向上が不可欠となる。そこで、本研究では、n-GaN NW から p-GaN までの結晶成長に関する検討を行い、その後埋め込み n-GaN 層の結晶成長に関する検討を行ったので、その結果を報告する。

【実験方法】ナノインプリントにより選択成長用マスクを形成させた n-GaN テンプレート基板上に MOVPE 法を用いて GaN ナノワイヤ LED(MQS-LED)を成長させ、さらに、LED を覆うように TJ を成長させた。その上に n-GaN による埋め込み成長を実施した。今回は、成長時の温度や V/III 比などの条件を検討し、SEM 観察、CL 測定を行った。

【結果と考察】埋め込み n-GaN 層の成長条件を段階的に変化した時の SEM 像を Figure2 に示す。Figure2(a)は成長温度 800°C・V/III 比 20 で埋め込み n-GaN 層を成長させたときの SEM 像である。この条件はボイド抑制に効くと考えられるが、上面平坦性が悪くなる。このように上面が荒れているとプロセスが非常に困難となる。また、Si が取り込まれにくい条件であるため抵抗が高くなると考えられる。一方、Figure2(b)は一段階目に成長温度 800°C・V/III 比 20、二段階目に成長温度 800°C・V/III 比 2200 で埋め込み n-GaN 層を成長させたときの SEM 像である。二段階成長により表面平坦性が非常に改善されている。

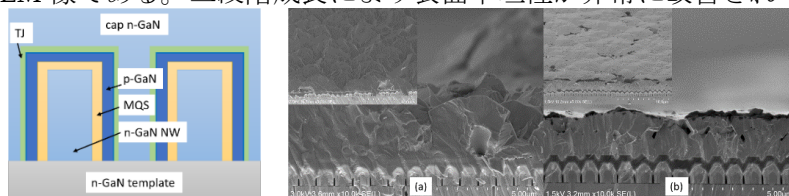


Figure1 Structure of LED with the nanowire and tunnel junction and cap n-GaN

Figure2 (a) Cross-section SEM images at the result of the one step growth

Figure2 (b) Cross-section SEM images at the result of the two step growth

【謝辞】本研究は文部科学省・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、同・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 [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。