

課題番号 : F-13-NU-0030
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : GaN 系半導体微細構造の作製と評価に関する研究
 Program Title (English) : Growth and characterization of GaN-based semiconductor nano structures
 利用者名 (日本語) : 天野 浩, 本田 善央
 Username (English) : H. Amano, Y. Honda
 所属名 (日本語) : 名古屋大学大学院 工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要 (Summary)

GaN 系及び GaAs 系化合物半導体 3 次元ナノ構造は、従来のプレーナ型二次元量子構造の性能限界を超える素子の創製が期待される。本研究では、プラズマ援用 MBE 法を用いて GaN 及び GaAs ナノワイヤ構造の成長を試みた。また将来、Si 集積素子との融合を目指すため、Si (111) 基板上への成長を行った。InGaN や InGaAs 量子ドット作製にはアキシアル型ヘテロ構造が必須である。しかしながら、従来温度条件の違いなどから InGaN/GaN や InGaAs/GaAs ナノワイヤヘテロ構造の作製は困難であった。そこで、より低温での成長が可能と考えられる原料交互供給法(ALE)を用いて GaN 及び GaAs, InGaAs のナノワイヤ成長を試みた。

2. 実験 (Experimental)

InGaAs/GaAs ナノワイヤの成長はエイコーエンジニアリング社製 MBE 装置を用いた。ナノワイヤの観察は日立走査電子顕微鏡 S-4300 を用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に GaN ナノワイヤ長の成長温度依存性、Fig.2 にはフォトルミネッセンス(PL)強度の成長温度依存性を示す。何れも赤色が交互供給、黒色が同時供給である。交互供給の場合、特に高温での Ga の再蒸発のため、基板温度が高くなるにつれ、同時供給と比べてナノワイヤ長は短くなる。InGaN ナノワイヤヘテロ構造作製に必須の低温領域では、同時供給と比べ、交互供給の方が GaN ナノワイヤの長さが長くなり、且つ PL 発光強度も高くなっている。これは交互供給により Ga の面間拡散が低温でも起きていることを示している。次に Ga の面間拡散の更なる増大を期待し、Ga と N の供給の間に休止期間を設け、そのタイミングを様々に変化させて成長を行った。その結果、休止

期間をゼロ秒から 2 秒まで長くするにつれて PL 発光強度が増大した。従来 Ga 過剰供給条件での成長であるため、休止期間が長くなるに連れて、表面でプレカーサ濃度がストイキオメトリに近づいたためであると考えられる。

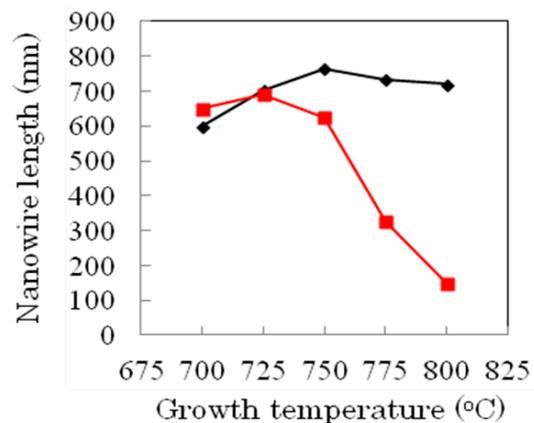


Fig.1 Growth temperature dependence on the GaN nanowire height by ALE(Red) and Continuous growth (Black)

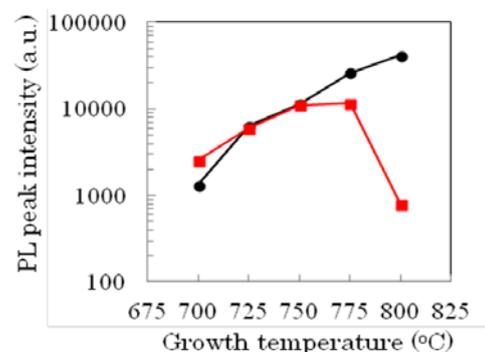


Fig.2 PL peak intensity dependence on growth temperature t by ALE(Red) and Continuous growth (Black)

今後、この成長条件を基に InGaN/GaN ヘテロナノワイヤ構造を作製し、量子ドットにおける発光特性を評価する予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) R. Kizu, M. Yamaguchi, and H. Amano,” Growth of GaAs nanowires on Si substrate by molecular beam epitaxy under alternating supply”, Vol.10 (2013),p.p.1365-1368

(2) S. Mizutani, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano,” Growth of GaN nanowires on a (111)Si substrate by RF-MBE under alternating supply”, 第 32 回電子材料シンポジウム, 平成 25 年 7 月 12 日

(3) 水谷駿介, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “MBE 交互供給法による(111)Si 基板上の GaN 系ナノワイヤ成長”, 第 74 回応用物理学会学術講演会、平成 25 年 9 月 17 日

(4) R. Kizu, M. Yamaguchi, and H. Amano,” Growth of GaAs nanowires on Si substrate by molecular beam epitaxy under alternating supply”, The 40th International Symposium on Compound Semiconductors(ISCS2013), 平成 25 年 5 月 19—23 日

(5) R. Kizu, M. Yamaguchi, and H. Amano,” Effectiveness of alternaing supply of Ga and As in self-catalyzed GaAs nanowires growth on Si substrate by MBE”, 第 32 回電子材料シンポジウム 32th Electronic Materials Symposium (EMS-31), 平成 25 年 7 月 9-11 日

(6) 木津良祐, 本田善央, 山口雅史, 天野浩,” MBE 交互供給法による Si 基板上への無触媒 InGaAs ナノワイヤ成長”, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 26 年 3 月 17-20 日

6. 関連特許 (Patent)

なし