

熱アニールによる InP/InAsP ヘテロ構造ナノワイヤのサイズ制御と発光ダイオード応用

Size control of InP/InAsP heterostructure nanowires by thermal annealing and its application to light-emitting diode

北海道大学大学院情報科学研究院および量子集積エレクトロニクス研究センター

赤松 知弥, 佐々木 正尋, 富岡 克広, [○]本久 順一

Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido Univ.

E-mail: motohisa@ist.hokudai.ac.jp

[序] 我々のグループでは、量子ドットナノワイヤを用いた通信波長帯で発光するオンデマンド型単一光子光源の実現を目指しており、これまでに量子ドットを含む InP/InAsP ヘテロ構造ナノワイヤを用い、量子ドットからの単一光子発光[1]、As/P 組成比の変調による発光波長の長波長化と通信波長帯発光[2]、および InP/InAsP ヘテロ構造ナノワイヤを用いた近赤外域で発光する発光ダイオード (LED) [3]について報告してきた。そして、量子ドットの横方向閉じ込めを強くするため、InP ナノワイヤの頂上寸法を熱アニールにより微細化した後に InAsP/InP ヘテロ構造を形成し、その発光特性を報告した[4]。今回、熱アニールによるサイズ制御を行った InAsP/InP ヘテロ構造ナノワイヤを用いて発光ダイオードを作製したので、その特性について報告する。**[実験方法]** まず有機金属気相選択成長法により、p 形 InP(111)A 基板上に Zn ドープした InP ナノワイヤを成長温度 660°C で成長した後、TBP 雰囲気中で 600°C で 5 分間アニールする。その後、温度 580°C で InAsP を、660°C で n-InP を成長する。成長後、[3]と同様のプロセスを用い、試料上下に電極を形成し、ナノワイヤ LED を作製した。この LED の電圧電流特性および発光特性を室温にて評価した。参照用に、アニール無で形成したヘテロ構造ナノワイヤを用いた LED も作製した。**[結果]** 図 1 にナノワイヤ LED の発光スペクトルを示す。波長 1.3 μm を中心としたブロードな発光が観測され、これは[3]で報告した結果と同様、InAsP 層からの電流注入発光であると結論される。今回の試料では、アニールの有無によらず、InP を起源とする発光は観測されなかった。図 2 に注入電流密度と発光の積分強度との関係を示す。アニール有・無いいずれの試料においても、発光強度は注入電流に比例しており、同程度の注入電流密度にもかかわらず、[3]で見られたような発光強度の飽和(ドループ)が観測されなかった。これは InAsP 層に適切にキャリアが注入されていること、およびキャリアのオーバーフローが抑制されていることを意味しており、良好な特性のヘテロ構造 LED が作製されていると結論される。

[参考文献] [1] S. Yanase *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 04CP04. [2] M. Sasaki *et al.*, The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (2017). [3] T. Akamatsu *et al.*, Nanotechnology **36** (2020) (to be published). [4] 赤松他、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (2019).

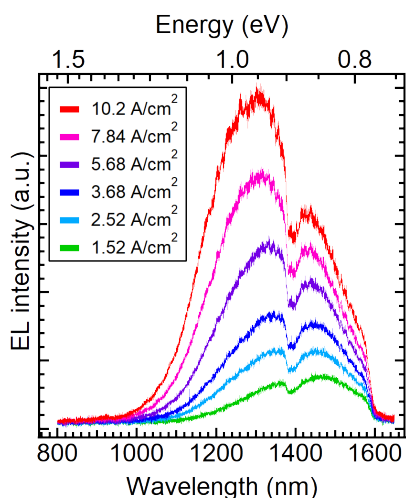


図 1: ナノワイヤ LED の発光スペクトル

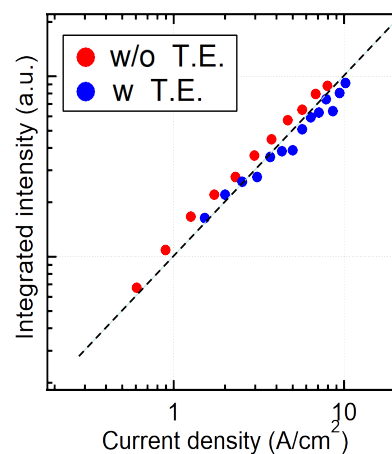


図 2: 発光の積分強度の注入電流依存性。青丸はアニール有の試料、赤丸はアニール無の試料の結果を示す。