

InGaN/GaN 多重量子井戸構造ナノコラムの成長温度依存性

Growth temperature dependence of InGaN/GaN multiple quantum wells nanocolumns

上智大理工¹, 上智大ナノテク² °宮川 倫¹, 立花 文人¹, 大音 隆男¹, 岸野 克巳^{1,2}

Sophia Univ.¹, Sophia Nanotech. Res. Center², °R. Miyagawa¹, F. Tachibana¹, T. Oto¹ and K. Kishino^{1,2}

E-mail: kishino@sophia.ac.jp

はじめに: InGaN 系ナノコラムは、貫通転位を含まず、自由端効果によって InGaN 発光層の歪が低減されるため、優れた発光特性を有する。本研究では、rf-MBE による Ti マスク選択成長法[1]を用いて、コラム径の制御された規則配列ナノコラムを作製可能である。コラム径 100 nm 以下の細線ナノコラムでは、In 組成揺らぎの低減[2]、歪緩和効果などによって結晶の高効率化が期待される一方、表面再結合確率による非発光再結合成分の増加が懸念される。本研究では基板ヒーター温度 T_{MP} を変化させて細線ナノコラムを成長し、フォトルミネッセンス (PL) 測定、時間分解 PL 測定を行ったので報告する。

実験結果と考察: c 面サファイア基板上 HVPE-GaN テンプレートに選択成長用 Ti ナノホールパターンを形成し、rf-MBE による結晶成長を行った。GaIn:Si ナノコラムを形成したのちに、III 族フラックスと窒素流量を固定し、基板ヒーター温度 T_{MP} を 895°C~955°C の範囲で変化させて 5 ペアの InGaN/GaN 量子井戸発光層の成長を行った。規則配列細線ナノコラム(周期 $L=70$ nm, コラム径 $D\sim 55$ nm)に対して 77 K と 300 K で時間分解 PL 測定を行い、室温の PL ピーク波長におけるキャリア寿命時間の T_{MP} 依存性を調べた(図 1)。ただし、PL 減衰曲線に対し 2 成分指数関数フィッティングを行い、速い寿命成分をプロットした。 $T_{MP}=940^\circ\text{C}$ でキャリア寿命は最大となり、その後減少している。これは、成長温度の増加とともに非発光再結合が抑制され、さらに高温の $T_{MP}=955^\circ\text{C}$ では In 離脱が支配的になり、ナノコラムへの In 取り込みが減少していることが考えられる。図 2 に、 $T_{MP}=940^\circ\text{C}$ で成長したナノコラムの 77 K と 300 K の PL スペクトルを示す。77 K におけるダブルピークの発光は、発光領域に高い In 組成と低い In 組成の 2 つの領域が存在することを示唆している。コラム径約 55 nm の細線領域においても成長条件を適切に選択することで、コラム径 100 nm 以上の太いナノコラムにおいて報告されているように[3]、表面再結合を抑制するコアシェル構造が形成されることを示唆している。また、室温で短波長側のピークが消光するのは、励起キャリアがシェルからコアに流れ込むためと考えられる。詳細は当日発表する。

謝辞: 本研究は、科研費・特別推進研究 (#24000013) の援助を受けて行なわれた。

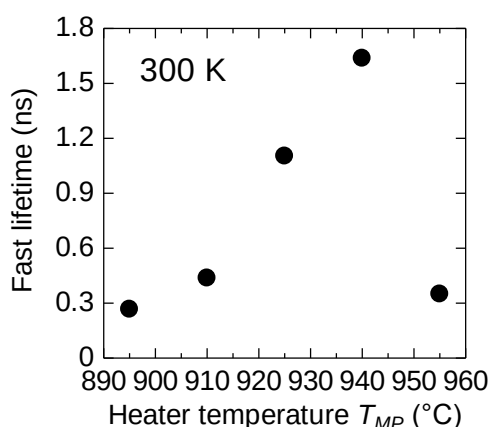


Fig. 1: Fast lifetime for $T_{MP}=895^\circ\text{C} \sim 955^\circ\text{C}$, respectively. ($L=70$ nm, $D\sim 55$ nm)

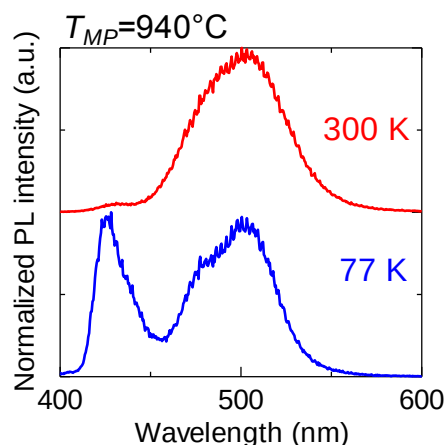


Fig. 2: Normalized PL spectra for $T_{MP}=940^\circ\text{C}$ at 77 K and 300 K.

[1] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **1**, 124002 (2008).

[2] Y. Mizuno *et al.*, ISSLED 2014, Tu-O52 (2014).

[3] 大音他, 第 76 回応物 16a-1D-12, 名古屋国際会議場, 愛知, 2015 年 9 月。