

選択励起条件下における高 Al 組成 AlGaN/AlN 量子井戸の 弱励起時間分解発光測定

Weak Excitation Time-resolved Photoluminescence of

Al-rich AlGaN/AlN Quantum Wells under Selective Excitation

京大院工 °岩田 佳也, 金田 昭男, ライアン バナル, 船戸 充, 川上 養一

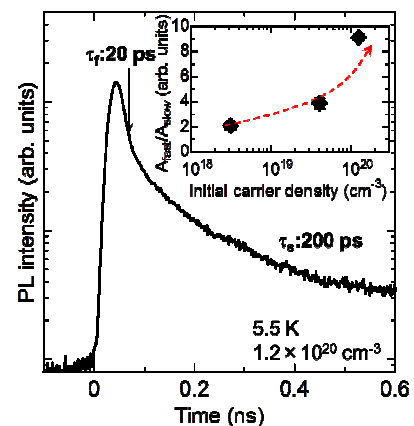
Kyoto Univ. °Yoshiya Iwata, Akio Kaneta, Ryan Banal, Mitsuru Funato, and Yoichi Kawakami

E-mail: yoshiya.iwata@optomater.kuee.kyoto-u.ac.jp, kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

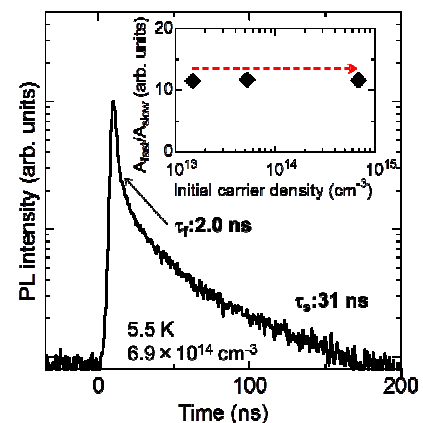
はじめに 我々はこれまで、励起強度を変化させた際の、高 Al 組成 AlGaN/AlN 量子井戸におけるキャリアダイナミクスの変遷を系統的に議論することを目的とし、AlGaN 量子井戸に対して励起強度依存 PL 測定を行い、議論を進めてきた[1, 2]. しかし、これまでの測定は、励起光源の低繰り返し周波数(1 kHz)に制限され、励起子多体効果(EMB)および電子正孔プラズマ(EHP)が発生するような強励起条件に限られており、弱励起時に見られる励起子発光といった基礎的な物理の観測は困難であった. そこで今回、AlGaN 量子井戸のより基礎的なキャリアダイナミクスを詳細にするため、高繰り返し周波数をもつピコ秒 Ti:Sapphire レーザの第四次高調波発生(FHG)装置を自作し、主に時間分解 PL 測定によって、弱励起条件下における発光機構の考察、および強励起条件下との比較を行ったので報告する.

実験 励起用レーザは、80 MHz ピコ秒(1.5 ps)Ti:Sapphire レーザを波長変換することによって発生させた. 現有の第二次高調波発生装置からの出力を、BBO 結晶を用いた自作の FHG 装置へ入射することによって、205-215 nm の深紫外レーザを出力できる. 測定時はパルスピッカーを用いることにより、繰り返し周波数を 4 MHz とした. 測定試料は、サファイア基板上に Modified MEE 法[3]で作製した $\text{Al}_{0.79}\text{Ga}_{0.21}\text{N}$ (10 nm)/AlN 量子井戸(周期数 10)である. 励起波長は量子井戸の選択励起条件を満たす 213 nm とし、測定は 5.5 K で行った.

結果・考察 図(a)にこれまでに得られている強励起条件における減衰曲線、および曲線を $I = A_{\text{fast}}\exp(-t/\tau_f) + A_{\text{slow}}\exp(-t/\tau_s)$ でフィットしたときの成分強度比 $A_{\text{fast}}/A_{\text{slow}}$ の励起強度依存性、図(b)に今回得られた弱励起条件における同データを示す. 強励起条件では、図(a)のように強励起するほど $A_{\text{fast}}/A_{\text{slow}}$ が大きくなること[1]や、PL スペクトルの低エネルギー側に新たなピークが現れること[2]などから、速い成分を EHP 発光、遅い成分を EMB 発光と割り当てている. 弱励起条件においては、図(b)に見られるように、強励起条件と比較して明らかに長寿命化し、かつ EMB 発光よりも長寿命であることから、見積もられる初期キャリア密度と合わせて考えると、これまで測定できなかった励起子発光による減衰を観測していると考えられる. ここで、弱励起条件においても二つの減衰成分が現れている. これは、速い成分として何らかの深い準位への緩和、遅い成分として励起子の輻射再結合という二つの機構が共存しているためだと考えている. そして、 $A_{\text{fast}}/A_{\text{slow}}$ が励起強度に依存しないという結果は、今回の測定領域では、深い準位の飽和などが起こらず、各成分の寄与に変化がないことを示唆している. 弱励起測定の詳細、強励起条件との更なる比較は当日報告する.



Figure(a): PL decay curve of $\text{Al}_{0.79}\text{Ga}_{0.21}\text{N}$ (10 nm)/AlN QW under strong excitation. An inset shows the excitation power dependence of $A_{\text{fast}}/A_{\text{slow}}$.



Figure(b): PL decay curve of $\text{Al}_{0.79}\text{Ga}_{0.21}\text{N}$ (10 nm)/AlN QW under weak excitation. An inset shows the excitation power dependence of $A_{\text{fast}}/A_{\text{slow}}$.

[1]Y. Iwata *et al.*, Phys. Stat. Sol. C **8**, 2191 (2011). [2]岩田 他, 秋季応用物理学会, 12p-H10-19 (2012). [3]R. G. Banal *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 241905 (2008).