

m 面 InGaN 量子井戸におけるダブルピーク発光の起源

Possible Origin of Double-Peak Emission in m-plane InGaN Quantum Wells

°坂井 繁太¹, 山口 敦史¹, 栗原 香², 長尾 哲² (1. 金沢工大, 2. 三菱化学)

°Shigeta Sakai¹, Atsushi A. Yamaguchi¹, Kaori Kurihara², Satoru Nagao²

(1. Kanazawa Institute of Technology, 2. Mitsubishi Chemical Corporation)

E-mail: b6300467@planet.kanazawa-it.ac.jp

無極性 GaN 基板上 InGaN 量子井戸(QW)ではピエゾ電界が現れないため、この構造を白色 LED の活性層へ利用することが期待されている。しかし、この期待に反し、この構造からの発光スペクトルは、紫から青色での発光領域においてダブルピーク化し、これに伴い発光強度が低下するといった報告がある[1]。これまでに我々は、ダブルピークの物理的起源を解明する目的で、m 面 InGaN-QW 試料に対して顕微偏光 PL 測定及び TEM による構造評価をおこなった。その結果、TEM による観察で欠陥や組成分離等が全く見られないのにも関わらず、図 1 に示すように、それぞれの偏光 (E//a 及び E//c) の PL スペクトルにおいてダブルピークが観測された[2]。これらの結果から、ダブルピークの起源は試料内の特異構造や価電子帯分裂とは無関係であると判断できたものの、その本質的な原因は未だよくわかっていない。そこで本研究では、ダブルピークの物理的起源を説明するために、新たに理論モデルを提案する。このモデルでは状態密度の裾の減衰度合いによりダブルピーク発光の発現メカニズムを説明できる。

一般に、In 組成や歪み、量子井戸幅が空間的に変化する場合には、ポテンシャルエネルギーが揺らぎを持ち、状態密度は裾を引いた関数として表される。ポテンシャル揺らぎが正規分布に従う場合、図 2(a) に示すように状態密度は「誤差関数」となり、キャリアのエネルギー分布 (フェルミ分布と状態密度の積) はシングルピークとなる。しかしながら、必ずしもポテンシャル揺らぎが正規分布に従うとは限らず、揺らぎが減衰の遅い関数 (例えばローレンツ関数) に従っている場合には、状態密度は裾の広い関数として記述される。図 2(b) に状態密度の裾がべき関数に従う場合のキャリアのエネルギー分布の計算例を示す。この場合、裾における状態密度は緩やかに減衰し、キャリア分布がダブルピークとなる。このように、状態密度に、組成分離等に起因した特異なピークがない場合であっても、状態密度の裾引きのみが原因となり、発光スペクトルがダブルピークになる可能性がある。

[1] H. Yamada, et al Appl. Phys. Express 1, 041101 (2008).

[2] K. Kurihara, S. Nagao and A. A. Yamaguchi, WeBPLt14, IWN2014.

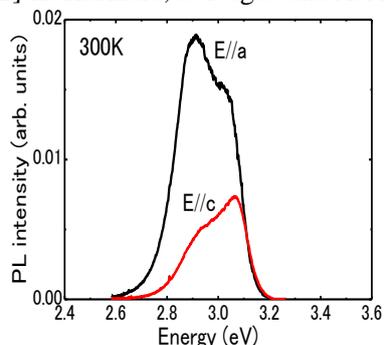


図 1. m 面 InGaN-QW における偏光 PL スペクトル

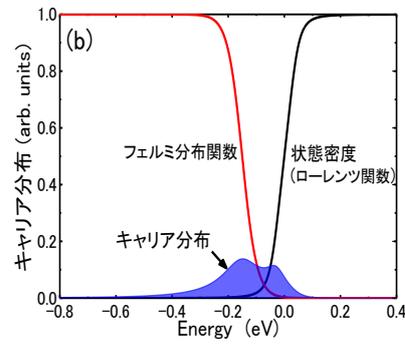
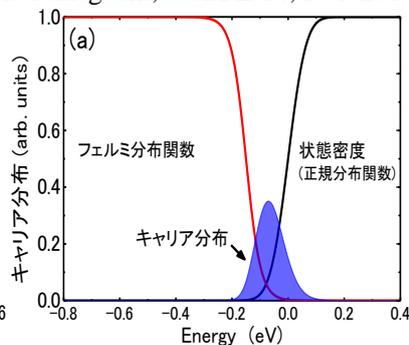


図 2. 状態密度とキャリアのエネルギー依存性の計算結果。(a) 正規分布関数、(b)ローレンツ型関数。