p 型 AlGaN コンタクト層を用いた深紫外 LED の注入効率に関する検討

Current injection efficiency of deep UV LEDs with a p-AlGaN contact layer

○定 昌史、平山 秀樹（理研）

○Masafumi Jo, Hideki Hirayama (RIKEN)

E-mail: masafumi.jo@riken.jp

AlGaN 発光ダイオード（LED）は深紫外域における高機能光源として研究が進められている。AlGaN LED の発光効率は現在、研究室クラスで 10%であり実用化の水準へ向けて様々な取り組みが行われている。発光効率を決める要因の一つにキャリア注入効率がある。AlGaN では Al 組成が増えるにつれてアクセプタの活性化エネルギーが上昇し、十分な正孔濃度を有する p 型 AlGaN を得るのが難しくなる。正孔濃度のみに着目すれば p 型 GaN 層を用いるのが好ましいが、GaN 層は同時に深紫外光を吸収するため光取り出し効率が低下するという課題がある。さらにいえば、正孔濃度を上げることと正孔の注入効率を上げることは等価ではない。じっさい、我々が作製した透明 p-AlGaN 層深紫外 LED では、p 層の正孔濃度が低いにもかかわらず p-GaN 層の場合と同程度かそれ以上の注入効率が得られている[1]。今回われわれは、様々な Al 組成の p 型 AlGaN コンタクト層を有する LED の動作状況についてシミュレーションを行い、Al 組成と正孔注入効率との関係を調べた。

UVC 領域で発光する 1 次元 LED 構造について SiLENSe[2]を用いて解析した。LED は n-AlGaN、量子井戸、電子ブロック層、p-AlGaN 層からなり、p 層の Al 組成（x = 0～1）に対し注入効率を調べた。n 層および p 層のドーピング濃度はそれぞれ 5×10^{18} および 3×10^{19} cm^{-3} であり、ともにオーミック接触を仮定している。Al 組成の上昇に伴い p 層の正孔濃度は単調に減少するが、キャリア注入効率は高 Al 組成で極大となった（図 1）。各組成域でのバンド構造を詳細に検討した結果、注入効率は p 層と発光層・電子ブロック層とのエネルギー位置関係（バンドオフセット）に強く依存し、電子ブロック層の Al 組成に近いところで最大となることを見出した。この傾向は、擬フェルミ準位とバンド端とのエネルギー差を用いることで簡便な解釈を与えることが可能である。

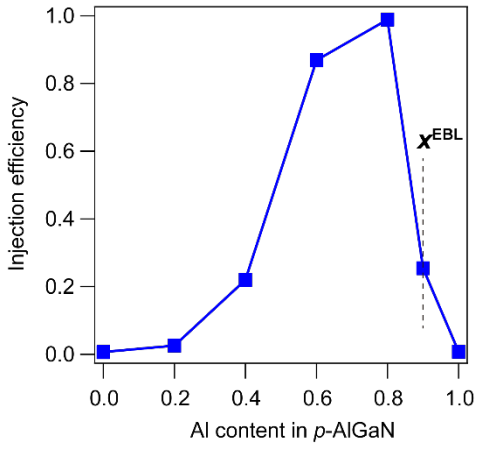

図1. キャリア注入効率のp-AlGaN層Al組成依存性。x^{EBL}は電子ブロック層のAl組成を示す。

[1] M. Jo, N. Maeda, and H. Hirayama, APEX **9**, 012102 (2015).

[2] http://www.str-soft.com/products/SiLENSe/

© 2016年 応用物理学会