

アトムプローブトモグラフィー (APT) による AlGa_N/AlGa_N-MQW 構造解析

Analysis of AlGa_N/AlGa_N-MQW structure by atom probe tomography (APT)

旭化成¹, °吉川 陽¹, 永富 隆清¹, 張 梓懿¹, 永瀬 和宏¹

Asahi-Kasei¹, °Akira Yoshikawa¹, Takaharu Nagatomi¹, Ziyi Zhang¹, and Kazuhiro Nagase¹

E-mail: yoshikawa.ac@om.asahi-kasei.co.jp

【緒言】近年、環境保護の観点から、水銀ランプの置き換えとして殺菌用途の深紫外 LED が着目され、その発光強度は増加の一途を辿っている。外部量子効率 (EQE) は未だ 20%程度に留まるが^[1]、内部量子効率 (IQE) に至っては 80%近くまで到達している^[2]。一方、更なる IQE の向上を目指す上で、MQW 構造の界面状態および Al 原子の分布についての現状を把握しておくことは重要である。そこで、本研究では 0.5 nm レベルの空間分解能をもつ atom probe tomography (APT) を用いて、AlGa_N/AlGa_N-MQW 構造の観察を行った。

【実験】APT 法では観察したい部位を太さ 30 nm 程度の針状試料に加工して~10 kV の電圧を印加し、先端から蒸発したイオンを質量分離して検出することで三次元の原子分布を測定する。観察した試料は単結晶 AlN 基板上に MOVPE 法によって成長した MQW 膜 (図 1) で、500 nm の Si-Al_{0.7}Ga_{0.3}N 上に、5 周期の Al_{0.55}Ga_{0.45}N-3 nm/Al_{0.75}Ga_{0.25}N-6 nm の MQW と電子ブロック層として Al_{0.85}Ga_{0.15}N-30 nm を成長した。成長温度は 1080°C、V/III は 4000、圧力は 50 mbar とした。

【結果】図 2(a,b)に APT で得られた深さ方向および面内の Al 原子の濃度分布を示す。面内および深さ方向に濃度分布が存在し、XRD から算出した中心組成に対して-2~+8%程度の分散をしていること、その分布が 5 nm 程度のクラスタになっていることが分かった。さらに、図 2(a)において、MQW の井戸層と障壁層の界面において 0.5~1.5 nm 程度の Al の拡散が観察された。これらの結果から、深紫外域における MQW の IQE を向上させるには、AlGa_N/AlGa_N 界面および AlGa_N 中の Al 組成分散を改善することが重要であることを明らかにした。講演では高分解能 TEM 像の結果も含めて議論を行う。

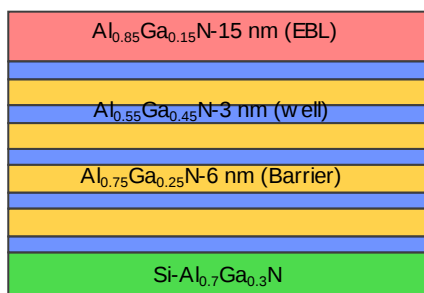


図 1 MQW構造

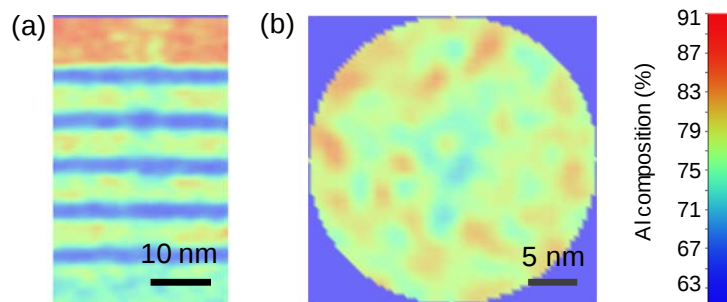


図2 ATPで得られた(a)深さ方向と(b)面内方向のAl濃度分布

【引用文献】 [1] Takano *et al.*, APEX **10**, 031002 (2017). [2] Bryan *et al.*, APL **106**, 142107 (2015).