

c面GaN基板上有機金属気相エピタキシャル成長させた格子整合Al_{0.83}In_{0.17}N薄膜における非輻射再結合レートの低減

(東北大多元研¹、名工大²、筑波大³、産総研⁴、名城大⁵)

李リヤン¹・嶋紘平¹・山中瑞樹²・小島一信¹・江川孝志²・上殿明良³・石橋章司⁴・竹内哲也⁵・三好実人²・秩父重英¹

Applied Physics Letters 119 (2021) 091105

Published online: 31 August 2021
https://doi.org/10.1063/5.0066263

Reduced nonradiative recombination rates in *c*-plane Al_{0.83}In_{0.17}N films grown on a nearly lattice-matched GaN substrate by metalorganic vapor phase epitaxy

L. Y. Li, K. Shima, M. Yamanaka, K. Kojima, T. Egawa, A. Uedono, S. Ishibashi, T. Takeuchi, M. Miyoshi, and S. F. Chichibu

Al_{1-x}In_xNは、禁制帯幅に対応する波長を深紫外(DUV)から赤外まで広い範囲で調整できる非混和性の固溶体であり、DUV光による殺菌やウイルス不活化だけでなくパワースイッチング素子のバリア層として省エネに大きく貢献する、SDGs達成に役立つ半導体である。我々は、有機金属気相エピタキシャル法を用いてc面GaN基板に成長させた、InNモル分率(x)約0.17の格子整合組成Al_{1-x}In_xN薄膜の室温発光寿命をフェムト秒レーザー励起時間分解フォトルミネセンスにより計測し、その値(約70 ps)が従来の約2倍も長く、不要な再結合中心濃度が従来の約半分に抑えられていることを明らかにした。また、少数キャリア(正孔)の拡散長がほぼゼロであること、発光強度の減衰が拡張指数関数により近似できることから、数十ナノメートル以下の局在状態や不純物・空孔複合体等の微小なポテンシャル極小が発光起源であると同定した。

As the bandgap energy of thermodynamically immiscible Al_{1-x}In_xN alloys can be tuned over a wide range, Al_{1-x}In_xN is an attractive material for the use in optoelectronic devices. Here we report a record-long room-temperature photoluminescence (PL) lifetime of approximately 70 ps for the sub-bandgap 3.7 eV emission of a *c*-plane Al_{0.83}In_{0.17}N epilayer, which was grown by metalorganic vapor phase epitaxy on a nearly lattice-matched GaN substrate. Because room-temperature spatially resolved cathodoluminescence mapping images revealed nearly zero carrier diffusion length and the PL decay curves were sufficiently fitted using the stretched exponential function, the 3.7 eV emission likely originates from extended states such as impurities, point defects, and their complexes, as well as localized states of uneven potential profile.

本研究の一部は文科省・省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発 (JPJ005357) の援助を受けた。

