

光熱偏向分光法による $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶薄膜のギャップ内光吸収過程評価

Analysis of the in-gap optical absorption processes of $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ thin films by using photothermal deflection spectroscopy

名城大院理工¹, 名工大² ○野田 幸樹^{1*}, 村上 裕人¹, 豊田 隼大¹, 柴田 夏奈¹,
野村 麻友¹, 市川 颯人¹, 今井 大地^{1**}, 宮嶋 孝夫¹, 三好 実人², 竹内 哲也¹

Meijo Univ.¹, Nagoya Inst. of Tech.² ○K. Noda¹, Y. Murakami¹, H. Toyoda¹, K. Shibata¹, M. Nomura¹,
H. Ichikawa¹, D. Imai¹, T. Miyajima¹, M. Miyoshi², and T. Takeuchi¹

E-mail: *223428022@ccmailg.meijo-u.ac.jp, **idaichi@meijo-u.ac.jp

$\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶は In 組成が 17% 近傍で GaN と a 軸格子整合する特徴から青-緑色面発光レーザー (VCSEL) の導電性分布ブラッグ型多層膜反射鏡に応用されているが [1]、混晶組成の空間的不均一が大きいこと等からバンドギャップ内への電子状態形成と、それによる光吸収損失が懸念されている。しかし、臨界膜厚等により高品質な混晶薄膜の膜厚は数 100 nm 程度に限られるため、光吸収係数の代表的評価手法である透過測定や分光エリプソメトリー (SE) では、測定感度の問題から評価が困難であった。これに対し我々は、光熱偏向分光法 (PDS 法) と SE を組み合わせて、膜厚 300 nm の $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶におけるギャップ内光吸収過程の評価を報告した [2]。今回、測定された吸収係数の精度に関する検討や、更に薄膜化した混晶試料の評価を進めたため報告する。

測定試料は GaN (1-2 μm) / Sapphire テンプレート上に成長した膜厚 300 nm および 90 nm の $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶 ($x=0.114-0.185$) である [3]。また PDS スペクトルを吸収係数に変換する際、膜厚 350 μm のアンドープ GaN 基板を用いた。

図 1(a) に、透過測定より実測した GaN 基板の吸収係数スペクトル (OT) と PDS スペクトルを示す。光吸収後の熱発生 (非発光再結合など) を観測して吸収スペクトルを得ている PDS と、透過測定から得た吸収スペクトルの形状が良

く一致することから、GaN 基板のギャップ内で吸収された光の大半は熱に変換されていると考えられる。同様に GaN テンプレートにおいても非発光再結合が支配的であるとすれば、PDS 信号強度が吸収係数と膜厚の積に比例する関係から、GaN テンプレート (膜厚 1 μm) の吸収係数はギャップ内エネルギー領域において $10^1 - 10^2 \text{ cm}^{-1}$ 台と見積もられる。図 1(b) に同テンプレートおよび、その上に $\text{Al}_{0.83}\text{In}_{0.17}\text{N}$ 混晶 (90 nm) を成膜した試料の PDS スペクトルを示す。膜厚 300 nm の試料でみられたようなテンプレートに対する信号強度の増大は観測されず [2]、このことから、膜厚 90 nm の $\text{Al}_{0.83}\text{In}_{0.17}\text{N}$ 混晶試料におけるギャップ内の吸収係数は 2.5 eV より低エネルギー側において、少なくとも 330 cm^{-1} を下回ると考えられる。

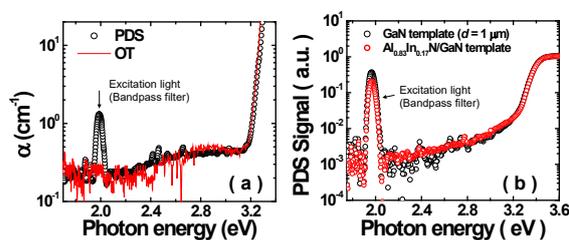


図 1 (a) GaN 基板の吸収係数 (OT) および PDS スペクトル。
(b) $\text{Al}_{0.83}\text{In}_{0.17}\text{N}$ と GaN テンプレートの PDS スペクトル。

[1] T. Takeuchi, et.al, RPP, **82** 012502 (2018).

[2] 村上他, 第 69 回春季応用物理学会 23p-E202-13.

[3] M. Miyoshi, et.al, JCG **506**, 40 (2019).

【謝辞】本研究の一部は科研費基盤研究 C (No. 22K04956)、豊田理研スカラーの助成を受けました。