

サファイア基板上 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶薄膜における基礎吸収端以下の 光吸収過程

Below bandgap optical absorption processes of $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ thin films grown on a sapphire substrate

名城大院理工¹, 名工大² ◦村上 裕人^{1*}, 豊田 隼大¹, 久保 寿敏¹, 正木 京介¹, 今井 大地^{1**},
宮嶋 孝夫¹, 三好 実人², 竹内 哲也¹

Graduate school of Science and Technology, Meijo Univ.¹, Nagoya Inst. of Tech.² ◦Y. Murakami¹,

H. Toyoda¹, K. Kubo¹, K. Masaki¹, D. Imai¹, T. Miyajima¹, M. Miyoshi², and T. Takeuchi¹

E-mail: *203428031@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等から青-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基礎吸収端以下のエネルギー領域における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、臨界膜厚等の問題により高品質結晶の膜厚は数 100 nm 程度に制限されるため、透過測定や分光エリプソメトリー(SE)では基礎吸収端以下の光吸収過程の定量評価が困難であった²。そこで我々は、非発光再結合による熱を利用して光吸収を観測し、吸収係数に対し高感度な特徴(100 nm 薄膜で約 10^1 cm^{-1} を検出可能)を持つ光熱偏向分光法(PDS 法)³と、SE を組み合わせて、 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の基礎吸収端以下の領域における光吸収過程の評価を試みた。

測定試料は GaN(2.2 μm)/sapphire テンプレートおよび同テンプレート上に成長した厚さ 300 nm の $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶($x=0.117, 0.155, 0.183, 0.192$)である⁴。図 1 より GaN のバンド端以下の領域で PDS スペクトル信号強度の変化が観測された。図 2 に同試料の室温 PL スペクトルを示す。PDS 信号強度の大きい試料ほど $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶のバンド端発光強度は小さい傾向にあり、これは図 1 の PDS 信号強度の変化が $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶層で発生した熱によることを示唆する。図 3 に SE から見積もった吸収スペクトルを示す。基礎吸収端以下の領域において吸収係数の大きい試料ほど PDS 信号強度も大きい傾向が得られた。これは、基礎吸収端以下の光吸収を引き起こす主要因が熱発生を伴う非発光性の深い準位であることを示唆していると考えられる。ただし SE の吸収係数に対する検出感度は 10^3 cm^{-1} 半ばのため、SE のみでは基礎吸収端以下の領域における吸収係数の定量性が不十分である。講演では、SE と PDS を組み合わせた吸収係数の定量評価についても述べる。

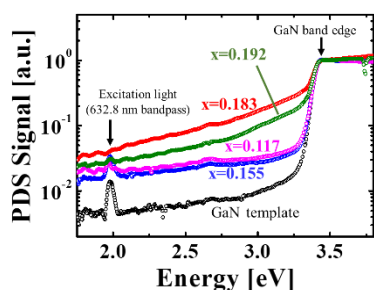


図 1 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の PDS スペクトル。

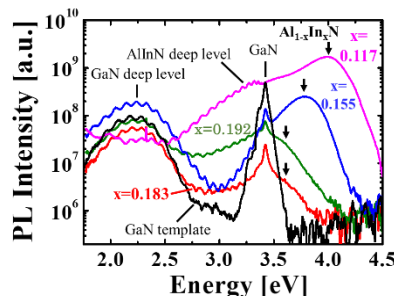


図 2 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の PL スペクトル。

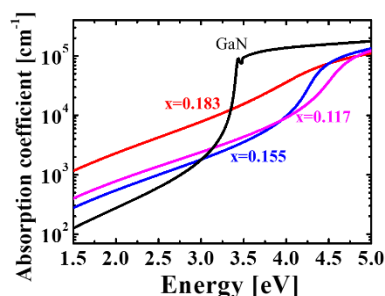


図 3 SE から見積もった $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の吸収スペクトル。

1) T. Takeuchi, *et.al*, Rep. Prog. Phys., **82** 012502 (2018). 2) D. Imai, *et.al*, Jpn. J. Appl. Phys., **59**, 121001 (2020).

3) W. B. Jackson, *et.al*, Appl. Optics, Vol. **20**, No. 8 (1981). 4) M. Miyoshi, *et.al*, J. Crys. Growth, **506**, 40 (2019).

謝辞 本研究の一部は科研若手研究(20K15182), 日東学術振興財団、文科省事業 JPJ005357 の助成を受けました。