

分光エリプソメトリーを用いた $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の光学特性解析における誘電関数モデルの検討

Study of the dielectric function models in the optical characterization of $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ alloys by using spectroscopic ellipsometry

名城大院理工¹, 名古屋工大²

○豊田 隼大^{1*}, 村上 裕人¹, 宮田 梨乃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

○H. Toyoda¹, Y. Murakami¹, R. Miyata¹, D. Imai¹, T. Miyajima¹, M. Miyoshi², and T. Takeuchi¹

E-mail: *203428021@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 17% 近傍で GaN と a 軸格子整合する特徴から GaN 系光電子デバイスへの応用が期待されており、実際に導電性 $\text{Al}_{0.82}\text{In}_{0.18}\text{N}$ /GaN 分布ブラッグ反射鏡を搭載した面発光レーザーの室温連続発振が報告された。[1] 光素子の実用化に向けて $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の光物性制御は重要な課題の一つと考えられる。これまで分光エリプソメトリー(SE)により $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の光学定数やバンドギャップ(E_g)の解析がなされているが、高品質結晶の作製が困難なことからその多くは非晶質で使用される Tauc-Lorentz(T-L)モデルを用いている。[2, 3] そこで今回我々は GaN 等のウルツ鉱結晶で使用される Adachi's Critical Point (ACP)モデルと T-L モデルにより $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の SE スペクトルを解析し、得られた光学定数および E_g の誘電関数モデル依存性について検証した。

測定試料は c 面自立 GaN 基板上に成長した $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶($x = 0.12, 0.17, 0.22$ 。膜厚 100 nm)であり、いずれの試料も GaN 基板上にコヒーレントに積層されている。[3, 4] ACP モデルでは、測定困難な 6 eV 以降での光学遷移過程を一つの振動子に近似して解析した。図 1 に示すように屈折率のエネルギー分散関係にモデルによる大きな差はみられなかった。図 2 に反射スペクトルを示す。ACP モデルより得られた E_g は、反射スペクトルの光学干渉が消失するエネルギーと近い値であった(図中矢印)。一方、図 3 に示すように T-L 系のモデルにより報告されている E_g は ACP モデルで得た値よりも小さい傾向にある。これは T-L モデルで E_g を導出する際の Tauc プロットの解析範囲により、見積もられる E_g の値が大きく変化するためと考えられる。

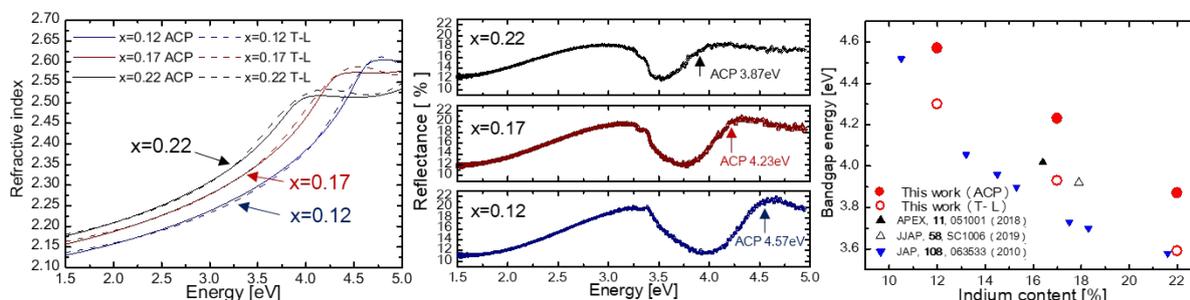


図 1 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の屈折率分散。

図 2 各試料の反射スペクトル。

図 3 E_g の In 組成依存性。

[1] K. Ikeyama *et al.*, APEX **9**, 102101 (2016). [2] T. Aschenbrenner *et al.*, JAP, **108**, 063533 (2010).

[3] M. Miyoshi *et al.*, JJAP, **58**, SC1006 (2019). [4] D. Imai *et al.*, JJAP, **59**, 121001 (2020).

謝辞 本研究の一部は科研費若手研究 (No. 20K15182), 内藤科学技術振興財団、文部科学省「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」事業 JPJ005357 の助成を受けました。