

Mg ドーピングによる高 In 組成 InGaN の表面-バルク電子状態変化

Variation of Surface and Bulk Electronic Structures of In-rich InGaN

物材機構¹, SPring-8 物材機構², 工学院大³, 立命館大⁴

井村将隆¹, 津田俊輔¹, 長田貴弘¹, 山下良之², 吉川英樹², 小林啓介², 小出康夫¹,

山口智広^{3,4}, 金子昌充⁴, 上松尚⁴, 荒木努⁴, 名西やすし⁴

NIMS¹, SPring-8 NIMS², Kogakuin Univ.³, Ritsumeikan Univ.⁴

M. Imura¹, S. Tsuda¹, T. Nagata¹, Y. Yamashita², H. Yoshikawa², K. Kobayashi², Y. Koide¹,

T. Yamaguchi^{3,4}, M. Kaneko⁴, N. Uematsu⁴, T. Araki⁴, and Y. Nanishi⁴

E-mail: Imura.masataka@nims.go.jp

背景 InN 及び高 In 組成 InGaN の特異な物性の一つに、表面電荷蓄積層の形成が挙げられ、アンダーブープ(u-InN 及び u-InGaN)のみならず、Mg をドーピングした InN 及び InGaN(InN:Mg 及び InGaN:Mg)においても、この表面電荷蓄積層は形成される。これらの試料の表面電子状態は、通常の電気的特性評価により積極的に評価されてきたが、バルク電子状態に関してはあまり良く分かっていないのが現状である。これまでに我々は (通常の)X 線光電子分光法と、放射光($h\nu = \sim 5.95\text{ keV}$)を用いた硬 X 線光電子分光法を組み合わせることで u-InN 及び Mg-InN の表面-バルク電子状態を評価してきた。その結果、u-InN に関しては、表面の電荷蓄積層の影響により下向きエネルギーバンド構造を有していることを明らかにした。一方、InN:Mg に関しては、電子状態評価により、表面では電荷蓄積層が形成されたまま、バルクでは Mg アクセプタードーピングの影響で p 型層が形成されていることを明らかにした。また Mg ドーピングによる InN の表面-バルク電子状態変化を詳細に評価した。そこで本研究では、これらの結果を踏まえ、Mg ドーピングによる高 In 組成 InGaN の表面-バルク電子状態変化を詳細に評価したので報告する。

実験および結果 RF-MBE 法により GaN テンプレート上に [Mg] の異なる $\text{In}_{0.70}\text{Ga}_{0.30}\text{N}$ を成長させた。すべての試料の [Mg] は深さ方向で一定であることを SIMS にて確認した。図 1 に光電子分光スペクトルの詳細な解析により得られた Mg ドーピングによる $\text{In}_{0.70}\text{Ga}_{0.30}\text{N}$ のエネルギーバンド構造の変化を示す。InN:Mg と同様に、Mg をドーピングすることで深さ方向において n⁺-p 構造を有するものに変化し、更に [Mg]を増加させることで更に急峻な構造へと変化することが確認できる。

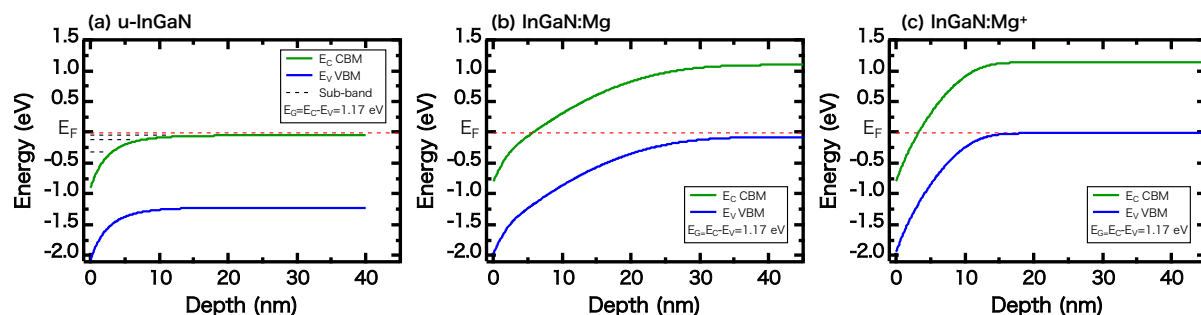


図1 エネルギーバンド構造 (a)u-InGaN、(b)InGaN:Mg、(c)InGaN:Mg⁺

謝辞 本研究の一部は、科研費 (No. 16K06330)の支援を受けて実施された。