

AlGaIn 系深紫外光デバイスの開発 -レーザーダイオードと透明導電膜 -

Development of AlGaIn based deep UV optical devices

- Laser diodes and Transparent Conductive Film -

名大院工¹, 名大 VBL², 名大未来材料・システム研究所³, 名大高等研究院⁴, 名大赤崎記念研究センター⁵, 久志本 真希¹, 出来 真斗^{1,2}, 本田 善央^{3,4}, 天野 浩^{2,3,5}

Nagoya Univ.¹, VBL², IMaSS³, IAR⁴, Akasaki RC⁵

M. Kushimoto¹, M. Deki^{1,2}, Y. Honda^{3,4}, H. Amano^{2,3,5}

E-mail: kushimoto@nuee.nagoya-u.ac.jp

深紫外 LD(UV LD)の実現を目指した半導体レーザーダイオードの短波長化への取り組みは、多大な技術障壁に直面してきた。その結果、2009 年に電流注入による波長 336 nm の発振実証報告[1]から、我々が昨年に報告した波長 271.8 nm の発振 [2]に至るまで、10 年近くを要した。これはワイドギャップ半導体材料のデバイス応用における課題である導電性制御が困難であった点や、格子整合する高品質な成長母材（単結晶基板や低転位密度テンプレート）の作製技術が未成熟であった点などに因るところが大きい。特にワイドギャップ半導体材料の p 型導電性制御は技術障壁が高く、従来の不純物ドーピングでは十分な p 型導電性の実現が困難であった。この課題は UV LD においてはより深刻である。光閉じ込め構造として用いる発振波長よりも広いバンドギャップの AlGaIn クラッド層において、p 型導電性を実現しなければならないからである。実証した UV-C LD ではクラッド層の p 型導電性を得るために、Al 組成傾斜による AlGaIn 分極ドーピング技術を採用した。本構造の p-AlGaIn クラッド層は、理論上 10^{17} cm^{-3} 台後半の正孔濃度を実現できると考えられる。これは従来の Mg ドーピングにより達成できる 10^{14} cm^{-3} オーダーの正孔濃度に比べて著しく高い。分極ドーピング技術に基づいた LD 構造設計としたことは、UV-C LD の実現に大きく寄与したと考えている。

UV LD のみならず UV LED においても、ワイドギャップ半導体の導電性制御は重要な技術課題となる。近年、UV LED のエネルギー効率向上のために紫外に透明な p 型コンタクト層や p 型電極の検討が進んでいるが、ワイドギャップ半導体はこれらの要素技術の材料候補となりうる。しかし、一般的に半導体材料の導電性はバンドギャップが広くなるにつれて低下するため、この紫外光の透過率と導電性のトレードオフを克服することが課題となる。

本講演では、光デバイスにおけるワイドギャップ半導体の導電性制御に関する取り組みとして、我々のグループで取り組んでいる AlGaIn 系 UV-C LD、および UV LED 用透明導電膜の伝導性検討について報告する。

参考文献

- 1) H. Yoshida, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **93** (2008) 241106.
- 2) Z. Zhang, *et al.*, Appl. Phys. Exp. **12** (2019) 124003.