

半極性 InGaN 量子井戸半導体レーザーにおける導波路モードの理論研究

Theoretical Analysis of Waveguide Mode

in Semipolar InGaN Quantum Well Laser Diodes

金沢工業大学, ^{○(DC)}坂井 繁太, 松浦 圭吾, 山口 敦史Kanazawa Institute of Technology, ^{○(DC)}Shigeta Sakai, Keigo Matsuura, Atsushi A. Yamaguchi

E-mail: b6300467@planet.kanazawa-it.ac.jp

半極性 GaN 基板上に作製した InGaN 量子井戸(QW)ではピエゾ電界が低減されるため、この構造を活性層に利用した緑色半導体レーザー(LD)が期待されている。しかしながら、この構造では GaN 基板の持つ六回対称性が失われるため光学利得の大きさが偏光方向によって異なる。そのため、この構造を LD に用いる場合は光学異方性を考慮した素子設計が必要となる。へき開共振器ミラーを有する LD を実現するためには、図 1 における X_2 偏光の光学利得($E//X_2$)を大きくし、結晶のへき開面である m 面(又は a 面)から光を取り出す必要がある。これまで我々は X_2 偏光の利得を増加させるための方法として、従来に比べて大幅に低角な面方位の半極性基板の利用を提案してきた [1]。しかしながら、この構造では導波路において許されるモードが一般的な TE/TM モードにならず、材料の複屈折性を反映した Extraordinary($E//c$)又は Ordinary($E//a$)モードと呼ばれるモードになることが報告されており、 X_2 偏光の光学利得がレーザー発振に完全に利用できていない問題がある [2, 3]。そこで、本研究では上記問題の解決に向け 4×4 の転送行列法を用いて半極性 InGaN-QW LD における導波路モードを計算し、導波路モードの制御指針について検討した。図 2 に半極性面構造の導波路における、導波路モードの偏光角の位置依存性の計算結果を示す。現在緑色 LD によく用いられている AlGaIn(clad)/GaN(guide)構造では、全領域で偏光角が $E//c$ であり導波路モードが Extraordinary モードになっているのに対し、AlGaIn(clad)/InGaIn(guide)構造では、偏光角が位置に依存しており、導波路モードが TE と Extraordinary の中間的なモードになっている。これまで半極性 InGaIn-QW LD における導波路モードは必ず Extraordinary モードになると思われていたが、導波路モードは「ガイド層とクラッド層の屈折率差」と「材料自体の複屈折性」の 2 つの競合により決まるため、導波路の構造を変えることで導波路モードを TE モードに近づけられることができ、モード利得の向上が可能であることが分かった。

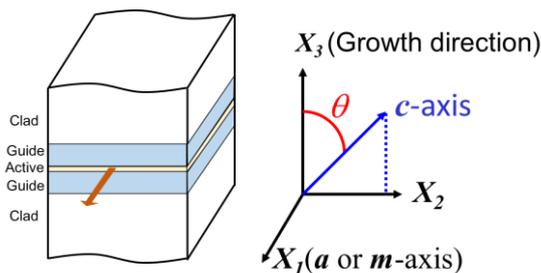
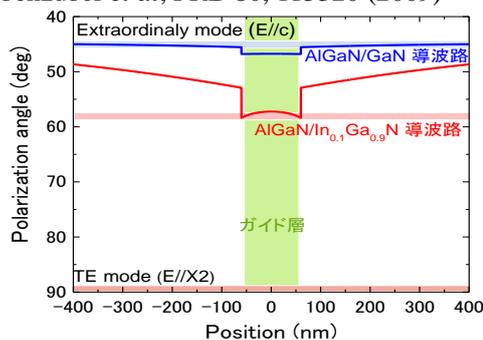
[1] A. A. Yamaguchi *et al*, JJAP **46**, L789 (2007) [2] W. Scheibenzuber *et al*, PRB **80**, 115320 (2009)[3] C.-Y. Huang *et al*, JJAP **49**, 010207 (2010)

図 1 本研究における半極性 InGaIn-QW LD の構造模式図と座標軸

図 2 半極性($\theta=45^\circ$)面導波路における偏光角の位置依存性