AlInN 多層膜反射鏡を有する窒化物半導体面発光レーザのパルス発振 Pulsed operations of nitride-based VCSELs with AlInN distributed Bragg reflectors

○竹内 哲也¹、岩谷 素顕¹、上山 智¹、赤崎 勇^{1,2} (1.名城大理工、2.名大赤崎記念研究セ)

○T. Takeuchi¹, M. Iwaya¹, S. Kamiyama¹, and I. Akasaki^{1,2} (1.Meijo Univ., 2.Nagoya Univ.)

E-mail: take@meijo-u.ac.jp

本講演では、照明・ディスプレイ用途として半導体レーザが注目されている背景を述べ、その半導体レーザの一つとして期待されている GaInN 系面発光レーザの現状と高性能化に向けた我々の取り組みについて紹介する。

良く知られているように青色 LED では効率ドループにより高出力と高効率の両立が困難である。サンディア国立研究所の Tsao らは、半導体レーザでは動作時に活性層内キャリア濃度が固定されるため、高電流注入時であっても効率ドループによる影響が回避されて高効率化できること、さらに、従来の RGB レーザに加えて黄色レーザを加えることで狭スペクトルであっても高演色性の照明が実現できることを示した[1]。また、半導体レーザを用いた超小型プロジェクトが開発・販売され、ヘッドマウントディスプレイの光源としての利用も期待されている[2]。

我々は、上記を実現する具体的な光源として、窒化物半導体による可視光面発光レーザに着目し、その実現と高性能化を目指している。これまでに、窒化物半導体面発光レーザのレーザ動作は複数の研究機関から報告され、その素子構造は大きく分けて二通りに分類される。ひとつは基板剥離による誘電体多層膜反射鏡を有する構造であり、もうひとつは結晶成長による窒化物半導体多層膜反射鏡を有する構造である。我々は、実用化された赤外面発光レーザと同等の性能・コストを実現するためには、その赤外と同様の構造を窒化物半導体で実現することが必要と考え、GaInN に格子整合する AlInN の成長条件を最適化し、高反射 AlInN/GaN 多層膜反射鏡を有する 400nm 面発光レーザのパルス動作（しきい値電流密度 $\sim 20\text{kA/cm}^2$ ）を得た。しかし、電流狭窄には吸収の大きい ITO 電極を、活性層にはピエゾ分極を考慮した薄い量子井戸を、さらに横方向電流注入のための厚い共振器（ ~ 7 波長）を利用している点が、赤外面発光レーザの基本構造と大きく異なっている点であり、依然として高いしきい値や低い微分量子効率の要因であると考えている。我々は、埋め込みトンネル接合による電流狭窄構造、二つの活性層を光強度分布の腹に配置した周期利得活性層、さらに電流注入可能な導電性 AlInN 多層膜反射鏡など、赤外面発光レーザの構造に近づけるための要素構造を実現しつつあり、これらについても紹介する。

参考文献：

[1] "III-Nitride Based Light Emitting Diodes and Applications" edited by T.-Y. Seong et al., Springer.

[2] 「レーザ照明・レーザディスプレイ最新動向調査報告書」オプトロニクス社

謝辞：本研究の一部は、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（平成 24 年～平成 28 年）の助成を受けた。