

光音響・発光同時計測による InGaN 量子井戸の内部量子効率測定

Measurements of Internal Quantum Efficiency in Various InGaN Single Quantum Wells with Different Qualities by Simultaneous Photoacoustic and Photoluminescence Spectroscopy

○森恵人¹, 高橋祐知¹, 山口敦史¹, 草薙進², 蟹谷裕也², 工藤喜弘², 富谷茂隆²

金沢工業大学¹, ソニー株式会社²

Keito Mori¹, Yuchi Takahashi¹, Atsushi A. Yamaguchi¹,
Susumu Kusanagi², Yuya Kanitani², Yoshihiro Kudo² and Shigetaka Tomiya²
Kanazawa Institute of Technology¹, Sony Corporation²

E-mail: b1514689@planet.kanazawa-it.ac.jp

窒化物半導体の光学的性質は、まだ完全には理解されていない。例えば、輻射・非輻射再結合過程の遷移確率とそれらの温度およびキャリア密度依存性の定量的表現は、これまで多くの研究がなされているが、依然として明確にされていない。我々は、内部量子効率(IQE: Internal Quantum Efficiency)の正確な測定が、キャリアダイナミクスの包括的な理解につながる可能性があると考えている。

これまでに、我々は光音響(PA: Photoacoustic)・発光(PL: Photoluminescence)同時計測法により、IQEを推定する新しい方法を提案し、GaN 膜において実際の測定を行い、妥当な結果を得ている[1,2]。この手法では、輻射再結合により発生する光を PL 測定で、非輻射再結合により発生する熱を PA 測定で観測し、2 つの信号を比較することによって IQE を推定する。この手法により InGaN 量子井戸(QW)の IQE 測定を測定する場合、発光層が GaN 膜に比べ非常に薄いため、PA 信号強度が小さくなり、IQE 測定の精度や再現性が取れないという問題があった。

本研究では、PA 測定のノイズの主因が光学テーブルの振動であることを明らかにし、パッシブ除振台を導入することでノイズを抑制し(Fig. 1,2)、S/N を 1 桁以上改善することに成功した。そして、GaN 基板上およびサファイア基板上の品質の異なる様々な InGaN-QW に対して再現性のある IQE 測定を行うことができた。測定された IQE の励起強度依存性(Fig. 3)を見ると、IQE の低いサファイア基板上試料は励起強度依存性が大きくなっている。これは、欠陥が多く、結晶性が悪い試料ほど、非輻射中心のキャリアによる飽和が顕著になるためであると考え、妥当な結果であると考えられる。

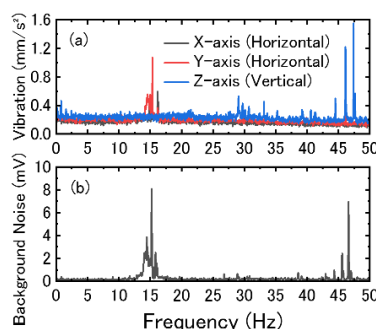


Fig. 1 (a) Measured acceleration spectra in optical table vibration, and (b) background noise spectrum in the PA measurement.

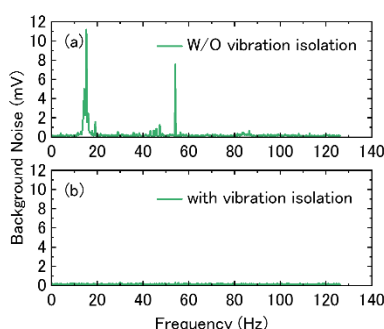


Fig. 2 A Background noise spectra in the PA measurement (a) without vibration isolation and (b) with vibration isolation.

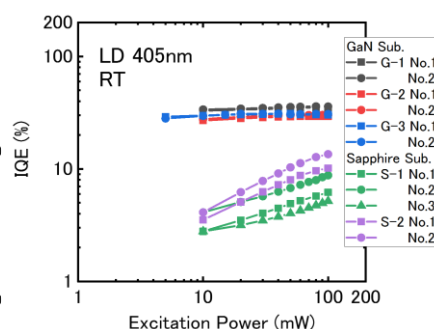


Fig. 3 Excitation power dependence of IQE values for various InGaN-QW samples.

謝辞 本研究は科研費(JP19H04553)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] T. Nakano, K. Kawakami, and A. A. Yamaguchi, Proc. of SPIE vol.9748 97481W-1 (2016).
- [2] K. Kawakami, T. Nakano, and A. A. Yamaguchi, Proc. of SPIE, vol.9748 97480S-2 (2016)