

## X線マイクロビームを用いた 窒化物系単一ナノワイヤ上 Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN 量子井戸構造の見積もり

Structural analysis of GaN-based multi-quantum wells on a single nanowire  
using an X-ray micro beam

名城大理工<sup>1</sup>, 高輝度光科学研究センター<sup>2</sup>,

○(M1)清木 良麻<sup>1</sup>, 澁谷 弘樹<sup>1</sup>, 今井 康彦<sup>2</sup>, 隅谷 和嗣<sup>2</sup>, 木村 滋<sup>2</sup>, 近藤 剣<sup>1</sup>,  
宮嶋 孝夫<sup>1</sup>, 上山 智<sup>1</sup>, 今井 大地<sup>1</sup>, 竹内 哲也<sup>1</sup>, 岩谷 素顕<sup>1</sup>, 赤崎 勇<sup>1</sup>

Meijo Univ.<sup>1</sup>, Japan Synchrotron Radiation Research Inst.<sup>2</sup>,

○Ryoma Seiki<sup>1</sup>, Hiroki Shibuya<sup>1</sup>, Yasuhiko Imai<sup>2</sup>, Kazushi Sumitani<sup>2</sup>, Shigeru Kimura<sup>2</sup>, Tsurugi Kondo<sup>1</sup>,  
Takao Miyajima<sup>1</sup>, Satoshi Kamiyama<sup>1</sup>, Daichi Imai<sup>1</sup>, Tetsuya Takeuchi<sup>1</sup>, Motoaki Iwaya<sup>1</sup> and Isamu Akasaki

E-mail: [163434018@ccalumni.meijo-u.ac.jp](mailto:163434018@ccalumni.meijo-u.ac.jp)

近年、窒化物系半導体レーザがレーザディスプレイ用の青色及び緑色光源として注目され、その外部量子効率の向上が求められている。高輝度半導体レーザを実現する手法の1つが、窒化物系ナノワイヤの側面に非極性 m 面活性層を成長することであり、既に光励起による誘導放出が報告されている[1]。我々も MOCVD 法による窒化物系ナノワイヤの安定的作製に成功し[2]、量子殻構造型光デバイスの結晶成長条件を検討してきた[3,4]。デバイスを作製する上で重要となるのが、窒化物ナノワイヤ上に成長した Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN 量子井戸の構造評価である。そこで我々は、大型放射光施設である SPring-8 の X 線マイクロビームを利用した単一ナノワイヤの局所構造評価を試み、その結果を前回報告した[5]。ここでは、実験結果をさらに解析し、GaN ナノワイヤ及び Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN 量子井戸の面内方向に生じる歪みを考慮した上で、Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N 井戸層に含まれる In 組成を見積もった。また、同試料に対して、カソードルミネッセンス (CL) 測定を行うことで、量子閉じ込めシュタルク効果の影響も考察した。

測定試料として、MOCVD 法により成長させた GaN ナノワイヤ上の Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN 量子井戸 (量子井戸を含めた直径: 400 nm) を用意し、SPring-8 の BL13XU ビームラインにおいて、単一ナノワイヤ側面上の量子井戸に、エネルギー 8keV、ビーム径 0.27μm×0.23μm の X 線マイクロビームを照射し、X 線回折測定を行った。回折ピークとしては GaN 2 $\bar{2}$ 00 反射を用いた。

得られた逆格子マップを Figure1 に示す。GaN および Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N の 0 次ピーク及び Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N のサテライトピークを明瞭に観察することに成功した。Figure1 より、GaN ナノワイヤの面内方向に生じる歪みが 0.36%だと求めた。これは GaN ナノワイヤが完全に格子緩和していないことを示唆する。この歪みの影響も考慮したところ、Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N 井戸層に含まれる In 組成は 20.1%と見積もられた。

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事業、文部科学省・私立大学研究ブランディング事業、科研費・基盤 A (15H02019)、科研費・基盤 B (26286045)、科研費新学術 (16H06416)、および JST CREST(No. 16815710)の援助により実施した。

[1] S. Ishizawa et al., Appl. Phys. Exp. **4** (2011) 055001.

[2] 水野他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北大 (2014) 18a-C5-6.

[3] 岩瀬他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大 (2016) 20a-H121-7.

[4] 澁谷他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 朱鷺メッセ (2016) 16a-P5-10.

[5] 清木他, 第 64 回応用物理学会秋季学術講演会, パシフィコ横浜 (2017) 14p-E205-6.

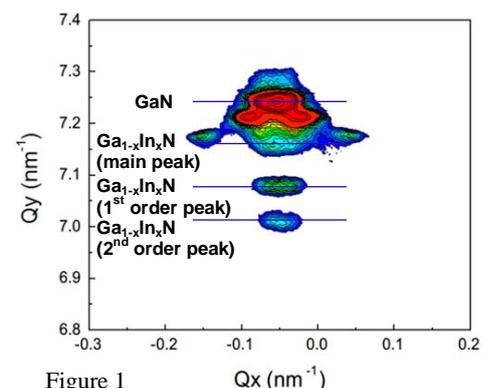


Figure 1 Reciprocal space map for the 2 $\bar{2}$ 00 reflections of the Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN MQWs.