

大型放射光施設 SPring-8 の X 線マイクロビームを用いた 単一 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{GaN}$ 量子殻の局所構造評価

Local structural analysis of a single $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{GaN}$ quantum shell

by using an X-ray micro-beam from the large synchrotron radiation facility of SPring-8.

名城大理工¹, 高輝度光科学センター², 名大未来材料・システム研³

○(M1) 市川 貴登¹、近藤 剣¹、安田 信広²、今井 康彦²、中尾 知代³、荒井 重勇³、
後藤 七美¹、上山 智¹、今井 大地¹、宮嶋 孝夫¹

Meijo Univ.¹, Japan Synchrotron Radiation Research Inst.², IMASS., Nagoya Univ.³,

○(M1) T.Ichikawa¹, T.Kondo¹, N.Yasuda², Y.Imai², T.Nakao³, S.Arai³,

N.Goto¹, S.Kamiyama¹, D.Imai¹ and T.Miyajima¹

E-mail: 193428001@ccmailg.meijo-u.ac.jp



Figure 1 に示すような、太さ数百 nm・長さ数 μm の六角柱状の GaN 系ナノワイヤの側壁をおおう $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{GaN}$ 多重量子井戸(MQW)は GaN 系量子殻と呼ばれ、これを発光層として用いることで、高出力・高効率の青色や緑色の GaN 系半導体レーザの実現が期待されている[1]。なぜならば、発光効率の低減を招く量子閉じ込めシュタルク効果の抑制とともに、発光層体積の飛躍的増大が原理的に可能だからである。しかしながら、これを実用化するためには、結晶成長技術の向上と共にわずか数百 nm・数 μm の領域に形成されている $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{GaN}$ 量子井戸の、構造的・光学的特性を非破壊評価する技術の確立が必要である。そこで我々は大型放射光施設 SPring-8 において可能な、X 線マイクロビーム回折法を使った局所構造評価[2]に着目し、その有効性を報告してきた[3,4]。ここでは、集束イオンビーム(FIB)法により、数本の GaN 系量子殻を取り出した試料を作製し、これに SPring-8 の X 線マイクロビームを照射することで、単一の GaN 系量子殻の局所構造解析が可能になったことを報告する。

スリットとゾンプレートにより作製した X 線マイクロビームを GaN 系量子殻の側面である m 面 (1-100)に照射し、回折した X 線を DECTRIS 社製 2 次元検出器で測定、逆格子マップを作製した。X 線マイクロビームのサイズは $1.38 \mu\text{m}$ (水平) $\times 1.18 \mu\text{m}$ (鉛直)、エネルギーは 8.3 keV であった。更に、X 線回折で得られる逆格子の絶対値は、標準粉末試料 CeO_2 (立方晶系、 $a=5.411153 \text{ \AA}$)を使って校正を行った。Figure 2 に得られた逆格子マップの一部を切り出した逆格子 $Q_y//[1-100]$ と X 線強度の関係($\omega-2\theta$ スキャンに相当)を示した。 $\text{GaN}(1-100)$ のメインピークの両側に $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{GaN}$ 量子井戸のサテライト信号が検出され、量子井戸周期が 10 nm と求められた。

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)、省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発、科研費新学術(16H06416)、および JSTCREST(No.16815710)の援助により実施した。

[1] S.Kamiyama *et al.*, ECS J.Solid State Sci.&Tech., 2020 9 015007.

[2] S.Kimura *et al.*, Key Eng. Mat, **470**(2011)104.

[3] R.Seiki *et al.*, Int'l Conf. on Nitride Semiconductors, B1, 60, Strasbourg (2017).

[4] T.Kondo *et al.*, Int'l Workshop on Nitride Semiconductors, J7-3, Kanazawa (2018).

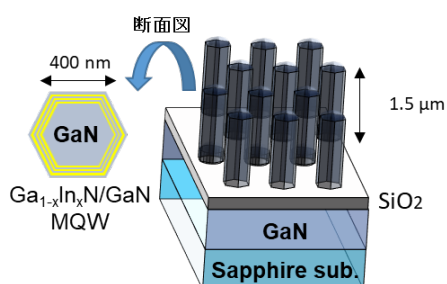


Figure 1 GaN系量子殻試料構造

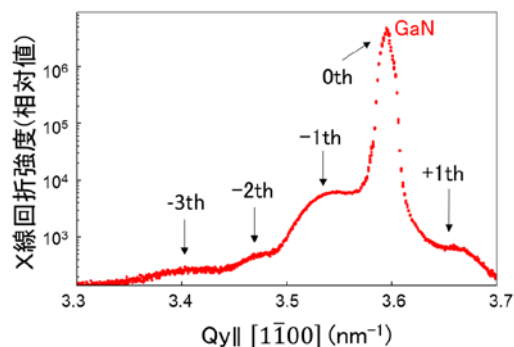


Figure 2 逆格子 $Q_y//[1-100]$ とX線強度の関係