

MOVPE 成長 m 面 AlInN/GaN ヘテロ構造における特異構造(1)Singular structures in m -plane AlInN / GaN heterostructures grown by MOVPE (1)

東北大多元研 秩父 重英, 小島一信

IMRAM-Tohoku Univ., °S. F. Chichibu and K. Kojima

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

$\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の禁制帯幅(E_g)波長は、約 210 nm の深紫外線($x=0$)から光通信波長より長波長の赤外線($x=1$)まで及んでおり、各種発光素子への応用が考えられる。しかしながら高品質結晶成長が困難なため、 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ を活性層とする素子の研究は殆ど無い[1]。我々は、 c 面に量子井戸を形成した際に分極不連続により井戸内に生じる強い電場の影響を考えなくて良い、 m 面の自立 GaN 基板上[2] $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 薄膜を MOVPE 成長させ[3]、可視・DUV 偏光蛍光表示管の試作[1]を行ってきた。

本講演では、 m 面 GaN 基板[2]上に約 1 μm 厚の GaN ホモエピ層と約 500 nm 厚の $\text{Al}_{0.70}\text{In}_{0.30}\text{N}$ 層を MOVPE 成長させたヘテロ構造[1,3]の、高角散乱環状暗視野走査透過顕微鏡(HAADF-STEM)法による解析結果を紹介し、光学特性との関係について議論を行う。

上記のヘテロ構造は、図 1 に HAADF-STEM 像 [1]を示すように、(I)厚さ約 50nm の疑似格子整合領域、(III)半極性(103)傾斜面が露出し切り取られたようなナノボード構造の集合体領域、および(II)その遷移領域からなる[3]。ナノビーム組成分析により、(I), (II), (III)における InN モル分率は 0.29~0.30, 0.38~0.40, 0.39~0.42 と求められ[4]、いわゆる組成引き込みが起きている事がわかる。

領域(III)における発光ピークエネルギーやスペクトル幅[1,3]、吸収端に相当するエネルギー[3,5]との差等は、ナノメートルスケールの InN モル分率不均一性でも説明可能な程度であり、短い発光寿命[1]とあわせ、本特異構造においては励起キャリアの移動が殆ど無いと考えられる。

領域(I)中には、Fig. 1(c)に示す(102)面に沿った InN モル分率の周期構造が観測される。高倍率 HAADF 像には、In-rich コラム列と Al-rich コラム列が $\langle 0001 \rangle$ 方向に交互に並ぶ自然超格子構造が観測された[4]。これら特異構造の形成理由は次の講演[6]で議論する。

領域(I)中には、Fig. 1(c)に示す(102)面に沿った InN モル分率の周期構造が観測される。高倍率 HAADF 像には、In-rich コラム列と Al-rich コラム列が $\langle 0001 \rangle$ 方向に交互に並ぶ自然超格子構造が観測された[4]。これら特異構造の形成理由は次の講演[6]で議論する。

【謝辞】本研究の一部は、科研費(新学術・特異構造の結晶科学 16H06427 及び基盤 17H02907)、物質デバイス共研拠点ダイナミックアライアンスの援助を受けた。GaN 基板は、三菱ケミカル(株)より開発品を提供いただいた。測定の一部は、羽豆耕治、古澤健太郎、大友友美各氏の協力を得た。薄膜中の超格子周期構造形成メカニズムに関し、九大寒川義裕教授らと議論を展開している。

【参考文献】[1]秩父他 Adv. Mater. **29**, 1603644 (2017). [2]藤戸他 PSS A **205**, 1056 (2008). [3]秩父他 JAP **116**, 213501 (2014). [4]秩父他 E-MRS 2017 Fall Meeting, No. P10.2. [5]小島・秩父他 JJAP **55**, 05FG04 (2016). [6]稲富・寒川他 本講演会(次の講演).

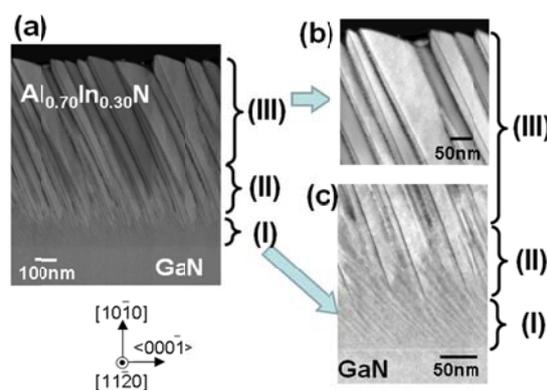


Fig. 1 HAADF-STEM images of the m -plane $\text{Al}_{0.7}\text{In}_{0.3}\text{N}$ / GaN heterostructure (after Ref. [1]).