

I 半導体結晶成長中のその場放射光X線回折

In situ synchrotron X-ray diffraction during molecular-beam epitaxial growth of
semiconductors

高橋正光
Takahasi, M.

新しい原理に基づく電子デバイスの開発は、ナノワイヤ・ナノドットなどの低次元構造や、磁性体と半導体とのヘテロ接合など、従来の枠を超えた結晶成長をいかに実現するかにかかっている。これらを可能にするためには、原子レベルにまでさかのぼった成長機構の解明が重要である。シンクロトロン放射光X線回折による半導体結晶成長過程のその場・実時間測定技術を開発し、高効率太陽電池・光デバイス・パワーデバイスなどへの応用が期待されている InGaAs 膜、GaAs 量子細線、InAs 量子ドット、GaN/SiC(0001)膜などの成長過程を研究した。

発表論文 List of Publications

- I-1 Takuo Sasaki (原子力機構), Masamitsu Takahasi, Hidetoshi Suzuki (宮崎大), Yoshio Ohshita (豊田工大) and Masafumi Yamaguchi (豊田工大): In situ three-dimensional X-ray reciprocal-space mapping of InGaAs multilayer structures grown on GaAs(001) by MBE, *J. Cryst. Growth*, 425, 13-15 (2015)
- I-2 Wen Hu (BNL), Kouichi Hayashi (名工大), Tomoteru Fukumura (東大), Kazuto Akagi (東北大), Mineharu Tsukada (東北大), Naohisa Happo (広島工大), Shinya Hosokawa (熊本大), Kenji Ohwada (原子力機構), Masamitsu Takahasi, Motohiro Suzuki (JASRI) and Masahi Kawasaki (東大): Spontaneous formation of suboxidic coordination around Co in ferromagnetic rutile Ti_{0.95}Co_{0.05}O₂ film, *Appl. Phys. Lett.* 106, 222403 (2015)
- I-3 Masamitsu Takahasi, Miwa Kozu, Takuo Sasaki (原子力機構) and Wen Hu (BNL): Mechanisms Determining the Structure of Gold-Catalyzed GaAs Nanowires Studied by in Situ X-ray Diffraction, *Cryst. Growth Des.*, 15, 4979-4985 (2015)
- I-4 Kenichi Shimomura (豊田工大), Hidetoshi Suzuki (宮崎大), Takuo Sasaki (原子力機構), Masamitsu Takahasi, Yoshio Ohshita (豊田工大) and Itaru Kamiya (豊田工大): Direct observation of strain in InAs quantum dots and cap layer during molecular beam epitaxial growth using in situ X-ray diffraction, *J. Appl. Phys.*, 118, 185303 (2015)
- I-5 Takuo Sasaki (原子力機構), Fumitaro Ishikawa (愛媛大) and Masamitsu Takahasi:

- Anomalous lattice deformation in GaN/SiC(0001) measured by high-speed in situ synchrotron X-ray diffraction, *Appl. Phys. Lett.*, 108, 012102 (2016)
- I-6 Masamitu Takahasi, Miwa Kozu and Takuo Sasaki (原子力機構) : Effects of growth temperature and growth rate on polytypes in gold-catalyzed GaAs nanowires studied by in situ X-ray diffraction, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 55, 04EJ04 (2016)
- I-7 Hidetoshi Suzuki (宮崎大), Yuka Nakata, Masamitu Takahasi, Kazuma Ikeda (豊田工大), Yoshio Ohshita (豊田工大), Osamu Morohara (旭化成), Hirotaka Geka (旭化成), and Yoshitaka Moriyasu (旭化成) : Real-time observation of rotational twin formation during molecular-beam epitaxial growth of GaAs on Si (111) by x-ray diffraction, *AIP Advances* 6, 035303 (2016)
- I-8 高橋正光: 放射光その場X線回折による半導体成長機構の解明, 日本結晶成長学会誌 42, 201-209 (2015)
- I-9 佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光: その場放射光X線回折によるIII-V エピ成長のひずみ解析, 日本結晶成長学会誌 42, 210-217 (2015)
- I-10 高橋正光、コヒーレントX線による結晶成長ダイナミクス研究に向けて、日本学術振興会第161委員会第91回研究会「量子ビームを用いた結晶材料評価」、東北大学 (仙台市)、2015
- I-11 佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光: In situ studies of strain evolution in molecular beam epitaxial growth of GaN using synchrotron X-ray diffraction、第34回電子材料シンポジウム、ラフォーレ琵琶湖 (守山市)、2015
- I-12 佐々木拓生 (原子力機構)・出来亮太・高橋正光 : その場放射光X線回折によるMBE成長GaNの初期成長ひずみ観測、第76回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋市)、2015
- I-13 高橋正光・佐々木拓生 (原子力機構)・出来亮太 : 窒化物半導体MBE成長のその場放射光X線回折測定、第76回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋市)、2015
- I-14 出来亮太・佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光 : InGaAs/GaAs(001)成長におけるIn偏析と歪緩和、第76回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋市)、2015
- I-15 澤田匡崇 (工学院大)・山口智広 (工学院大)・佐々木拓生 (原子力機構)・鳴谷建人 (工学院大)・出来亮太・尾沼猛儀 (工学院大)・本田徹 (工学院大)・高橋正光・名西徳之 (立命館大) : RF-MBE法によるGaN上GaInN成長におけるその場X線逆格子マッピング測定、第76回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋市)、2015
- I-16 T. Yamaguchi (工学院大), T. Sasaki (原子力機構), K. Narutani (工学院大), M. Sawada (工学院大), R. Deki, T. Onuma (工学院大), T. Honda (工学院大), M. Takahasi, Y. Nanishi (立命館大) : In-situ X-ray Reciprocal Space Mapping Measurements in GaInN Growth on GaN by RF-MBE、The 31st North American Conference on Molecular Beam Epitaxy (Mayan Riviera, Mexico)、2015
- I-17 Masamitu Takahasi, Miwa Kozu, Takuo Sasaki (原子力機構) : In situ X-ray study on polytypism of Au-seeded GaAs nanowires grown by MBE, 5th International Workshop on Epitaxial Growth and Fundamental Properties of Semiconductor Nanostructures (Hsinchu, Taiwan), 2015

- I-18 Masamitsu Takahasi, Miwa Koza and Takuo Sasaki (原子力機構) : X-ray diffraction study of evolution of polytypes in Au-assisted GaAs nanowires, 2015 International Conference on solid State Devices and Materials (Sapporo, Japan), 2015
- I-19 Sasaki Takuo (原子力機構) and Masamitsu Takahasi : In situ synchrotron X-ray diffraction studies of nitride semiconductor materials, 2015 International Conference on solid State Devices and Materials (Sapporo, Japan), 2015
- I-20 Takuo Sasaki (原子力機構) , Ryota Deki and Masamitsu Takahasi: In situ synchrotron X-ray diffraction during GaN/SiC(0001) heteroepitaxy, The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (Hamamatsu, Japan), 2015
- I-21 出来亮太・佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光 : GaAs(111)A基板上のInGaAs成長に対するInAs界面層の効果、第63回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2016
- I-22 佐々木拓生 (原子力機構)・出来亮太・石川史太郎 (愛媛大学)・山口智広 (工学院大)・高橋正光 : その場放射光X線回折によるMBE成長窒化物半導体のひずみ緩和観測、第63回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2016

大学院物質理学研究科

博士前期課程

出来 亮太 : 放射光その場 X 線回折による InGaAs/GaAs 成長の歪緩和過程の研究

科学研究費補助金等

- 1 文科省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (平成 24 年度～)

研究課題 放射光を利用した微細構造解析

研究分担者 高橋正光ほか

- 2 科学研究費補助金 (平成 27～28 年度)

新学術領域研究 (研究領域提案型) 「3D 活性サイト科学」公募研究

課題番号 : 15H01054

研究課題 半導体量子細線成長における金属触媒の機能の原子レベルでの解明

研究代表者 高橋正光