

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、InGaN/GaN(0001)膜、GaN ナノワイヤなどの成長過程を研究した。また、データ科学を応用した結晶評価手法の開発も進めた。

発表論文 List of Publications

- I-1 M. Takahasi: In situ synchrotron X-ray diffraction study on epitaxial-growth dynamics of III-V semiconductors, *Jpn. J. Appl. Phys.* 57, 050101 (2018).
- I-2 佐々木拓生 (量研)・高橋正光: 放射光その場X線逆格子マッピングによる化合物半導体の結晶成長ダイナミクス、*応用物理*、87、409 (2018).
- I-3 W. Voegeli (東京学芸大), M. Takahasi, T. Sasaki (量研), S. Fujikawa (量研), T. Shirasawa (産総研), E. Arakawa (東京学芸大), T. Takahashi, T. Matsushita: III-V Semiconductor Thin-Film Growth, The 15th International Surface X-ray and Neutron Scattering Conference (Pohang, Korea), 2018.
- I-4 M. Takahasi: Liquid - Solid Interface as Crystal Growth Front, Compound Semiconductor Week 2018 (Cambridge, USA), 2018.
- I-5 佐々木拓生 (量研)・岩田卓也・高橋正光: GaN 表面上Ga吸着層の構造解析、第10回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会 (名古屋)、2018.
- I-6 M. Takahasi: Time-Resolved X-Ray Diffraction Method for Dynamics of Molecular Beam Epitaxy, 20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (Shanghai, China), 2018.
- I-7 T. Yamaguchi (工学院大), T. Sasaki (量研), M. Takahasi, T. Onuma (工学院大), T. Honda (工学院大), T. Araki (立命館大), Y. Nanishi (立命館大): In situ XRD RSM Measurements in MBE Growth of GaInN on InN, 20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (Shanghai, China), 2018.

- I-8 T. Sasaki (量研), M. Takahasi: Real-time structural analysis of InGaAs/InAs/GaAs(111)A interfaces by in situ synchrotron X-ray reciprocal space mapping, 20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (Shanghai, China), 2018.
- I-9 佐々木拓生 (量研)・岩田卓也・高橋正光: GaN表面上Ga吸着層の構造解析、第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋)、2018.
- I-10 上杉智洋・佐々木拓生 (量研)・高橋正光: MBE成長GaNナノワイヤにおけるイエロールミネッセンスの抑制、第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋)、2018.
- I-11 結城正也 (宮崎大)・野川翔太 (宮崎大)・荒井昌和 (宮崎大)・大下祥雄 (豊田工大)・佐々木拓生 (量研)・高橋正光・鈴木秀俊 (宮崎大): GaAsSb/GaAs(001)の格子緩和異方性による歪み緩和への影響、第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋)、2018.
- I-12 沓掛健太朗 (名古屋大)・井上憲一 (名古屋大)・世木隆 (コベルコ科研)・神岡武文 (豊田工大)・佐々木拓生 (量研)・藤川誠司 (量研)・高橋正光: データ科学的手法を用いた適応的マッピングの μ ビームX線回折への実装、第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋)、2018.
- I-13 佐々木拓生 (量研)・岩田卓也・高橋正光: GaN表面上Ga吸着層の秩序構造、第65回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2018
- I-14 山口智広 (工学院大)・佐々木拓生 (量研)・高橋正光・尾沼猛儀 (工学院大)・本田徹 (工学院大)・荒木努 (立命館大)・名西徳之 (立命館大): 放射光X線回折測定を用いたGaInN/InN成長のその場観察～InN解離温度領域での振る舞い～、第65回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2018
- I-15 W. Voegeli (東京学芸大)・M. Takahasi・T. Sasaki (量研)・S. Fujikawa (量研)・T. Shirasawa (産総研)・E. Arakawa (東京学芸大)・T. Takahashi (東京学芸大): Time-resolved X-ray diffraction setup for in-situ observation of thin film growth, 第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋)、2018
- I-16 T. Sasaki (量研), T. Iwata and M. Takahasi: Structural analysis of epitaxially grown GaN surface, International Workshop on Nitride Semiconductors (Toyama, Japan), 2018.
- I-17 高橋正光・佐々木拓生 (量研)・山口智広 (工学院大): 窒化物半導体成長のその場X線回折測定、第47回結晶成長国内会議 (仙台)、2018.
- I-18 T. Sasaki (量研), M. Takahasi: Real-time structural analysis of InGaAs/InAs/GaAs(111)A interfaces by in situ synchrotron X-ray reciprocal space mapping, *J. Cryst. Growth* 512, 33-36 (2019).
- I-19 佐々木拓生 (量研)・高橋正光: X線CTR散乱測定によるN極性GaN表面のその場構造解析、第66回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2019.
- I-20 沓掛健太朗 (理研)・世木隆 (コベルコ科研)・神岡武文 (豊田工大)・井上憲一 (名古屋大)・深見昌吾 (名古屋大)・宇佐美徳隆 (名古屋大)・中原正博 (東洋アルミ)・ダムリンマルワン (東洋アルミ)・佐々木拓生 (量研)・藤川誠司 (量研)・高橋正光: 放射光X線回折パターンの特徴抽出と空間マッピング、第66回応用物理学会春季学術講演会 (東京)、2019.
- I-21 山口智広 (工学院大)・佐々木拓生 (量研)・高橋正光・尾沼猛儀 (工学院大)・本田徹 (工

学院大)・荒木努(立命館大)・名西徳之(立命館大)：RF-MBE法GaInNヘテロエピタキシャル成長における放射光その場 X 線回折測定、第66回応用物理学会春季学術講演会(東京)、2019.

I-22 小松直人(関西学院大)・高橋正光・佐々木拓生(量研)・牧野竜市(関西学院大)・高田匡平(関西学院大)・日比野浩樹(関西学院大)：サファイア上GaN成長に対する単層二硫化モリブデンバッファ層の影響、第66回応用物理学会春季学術講演会(東京)、2019.

I-23 高橋正光：その場放射光X線回折による結晶成長研究の進展、第66回応用物理学会春季学術講演会(東京)、2019.

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～)

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29～30年度)新学術領域研究(研究領域提案型)「特異構造の結晶科学」公募研究 課題番号：17H05343

研究課題 窒化物半導体超薄膜における構造多形の成長と物性

研究代表者 高橋正光

3 科学研究費補助金(平成29～31年度)基盤研究(B) 課題番号：17H02778

研究課題 高速 X 線回折による半導体結晶成長その場測定を基盤とした転位制御技術の構築

研究代表者 高橋正光