

I 表面吸着反応の動力的研究

Dynamics of Surface Adsorption Reactions induced by Kinetic Energy of Molecules

寺岡有殿

Teraoka, Y.

固体表面における分子の解離吸着反応、および、その結果としての極薄膜形成に対する入射分子の運動エネルギー効果を研究している。その手段として超音速分子線技術と軟X線放射光を用いた表面光電子分光法を融合したリアルタイムその場表面観察法を開発し、SPring-8のBL23SUに表面化学実験ステーションを設置した。本実験ステーションでは、リアルタイムその場光電子分光（SR-XPS）のほか、走査トンネル顕微鏡（STM）や低エネルギー電子回折（LEED）による表面構造観察、質量分析器による昇温脱離分析（TDS）などが真空一環で可能である。それらの機能を活用して産業上重要な半導体や金属表面における酸化反応や窒化反応が入射酸素分子や窒素分子の並進運動エネルギーや分子振動エネルギーによってどのように影響されるのかが研究されている。

II 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、次世代光通信用半導体レーザー・高効率太陽電池などへの応用が期待されているInAs/GaAs(001)自己組織化量子ドットの成長過程を研究した。

発表論文 List of Publications

- I -1 Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), J. Harries (原子力機構) : Synchrotron Radiation Photoemission Spectroscopy for Native Oxide Layer on Vanadium and VCrTa, *Journal of Surface Analysis*, 15(3), 303 (2009)
- I -2 M. Suemitsu (東北大通研), Y. Yamamoto (東北大院工), H. Togashi (東北大院工), Y. Enta (弘前大院理工), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka: Initial oxidation of Si(110) as studied by real-time synchrotron-radiation x-ray photoemission spectroscopy, *J. Vac. Sci. and Technol. B*27(1), 547 (2009)
- I -3 S. Takahashi (コベルコ科研), S. Hatta (京大院理), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, T. Aruga (京大院理) : High resolution X-ray photoelectron spectroscopy study on initial oxidation of 4H-SiC(0001)-($\sqrt{3}\times\sqrt{3}$)R30° surface, *Surface Science*, 603, 221 (2009)
- I -4 寺岡有殿・吉越章隆 (原子力機構) : Al(111)表面における超音速 N₂ ビームによる極薄 AlN 膜形成、電気学会論文誌 C, 129(2), 294 (2009)
- I -5 宗 和誠 (阪大院理)・山崎大地 (阪大院理)・岡田美智雄 (阪大院理)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・笠井俊夫 (阪大院理) : Cu₃Au 表面自然酸化のシンクロトロン放射光を用いた光電子分光研究、電気学会論文誌 C、129(2), 229 (2009)
- I -6 岡田美智雄 (阪大院理)・寺岡有殿 : 超熱酸素分子線による銅ならびに銅合金表面の酸化反応研究 (解説)、*Journal of the Vacuum Society of Japan*, 52(2), 80 (2009)
- I -7 山本喜久 (東北大院工)・富樫秀晃 (東北大院工)・今野篤史 (東北大院工)・松本光正 (東北大院工)・加藤 篤 (東北大院工)・齋藤英司 (東北大院工)・末光眞希 (東北大通研)・寺岡有殿・吉越章隆 (原子力機構) : Si(110)面上熱酸化膜形成時における Si サブオキサイド時間発展の XPS リアルタイム測定、電子情報通信学会技術研究報告、108(80), 65 (2008)
- I -8 Y. Yamamoto (東北大院工), H. Togashi (東北大院工), A. Kato (東北大院工), Y. Takahashi (東北大院工), A. Konno (東北大院工), Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), H. Asaoka (原子力機構), M. Suemitsu (東北大通研), Y. Teraoka: SR-PES and STM observation of metastable chemisorption state of oxygen on Si(110)-16x2 surface, *Appl. Surf. Sci.* 254, 6232 (2008)
- I -9 A. Tokura (NTT), F. Maeda (NTT), Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), D. Takagi (東京理大), Y. Homma (東京理大), Y. Watanabe (JASRI), Y. Kobayashi (NTT) : Hydrogen adsorption on single-walled carbon nanotubes studied by photoelectron spectroscopy and Raman spectroscopy, *Carbon*, 46, 1903 (2008)
- I -10 M. Hashinokuchi (原子力機構・阪大院理), M. Okada (阪大院理), H. Ito (阪大院理), T. Kasai (阪大院理), K. Moritani (兵庫県大院工), Y. Teraoka: Stereodynamics in dissociative adsorption of NO on Si(111), *Phys. Rev. Lett.* 100(25), 256104 (2008)
- I -11 K. Moritani, M. Okada (阪大院理), Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), T. Kasai (阪大院理) : Reconstruction of Cu(111) induced by a hyperthermal oxygen molecular beam, *J. Phys. Chem. C*, 112, 8662 (2008)
- I -12 Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), K. Moritani (兵庫県大院工) : Mechanisms of

- concurrent SiO desorption with oxide layer formation at Si(001) surface, *Electrical Engineering in Japan*, 164(3), 60 (2008)
- I -13 M. Okada (阪大院理), M. Hashinokuchi (原子力機構・阪大院理), K. Moritani (兵庫県大院工), T. Kasai (阪大院理), Y. Teraoka: New oriented-molecular-beam machine for surface stereochemistry with x-ray photo-emission spectroscopy, *Jpn. J. Appl. Phys.* 47(5A), 3686 (2008)
- I -14 M. Hashinokuchi (原子力機構・阪大院理), H. Ito (阪大院理), Y. Teraoka, K. Moritani (兵庫県大院工), M. Okada (阪大院理), T. Kasai (阪大院理) : Dissociative adsorption of Nitric Oxide on Si(111)-7x7 surface, *Jpn. J. Appl. Phys.* 47(3), 1672 (2008)
- II -1 M. Takahasi, T. Kaizu (物材機構) : In situ X-ray diffraction during stacking of InAsGaAs(001) quantum dot layers and photoluminescence spectroscopy, *J. Cryst. Growth*, 311, 1761 (2009)
- II -2 T. Kondo (御茶水大), K. Tamura (原子力機構), S. Takakusagi (北大), K. Kitamura (北大), M. Takahasi, J. Mizuki (原子力機構), K. Uosaki (北大) : Partial stripping of Ag atoms from silver bilayer on a Au(111) surface accompanied with the reductive desorption of hexanethiol SAM, *J. Solid State Electrochem.* 13, 1141 (2009)
- II -3 B. P. Tinkham (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), W. Braun (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), K. H. Ploog (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), M. Takahasi, J. Mizuki (原子力機構), F. Grosse (Humboldt Univ.) : As-rich InAs(001)-(2x4) phases investigated by in situ surface x-ray diffraction, *J. Vac. Sci. Technol. B*, 26, 1516 (2008)
- II -4 B.P. Tunkham (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), O. Romanyuk (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), W. Braun (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), K.H. Ploog (Paul Drude Institute for Solid State Electronics), F. Grosse (Humboldt Univ.), M. Takahasi, T. Kaizu (原子力機構), J. Mizuki (原子力機構) : GaSb(001) Surface Reconstructions Measured at the Growth Front by Surface X-ray Diffraction, *J. Electronic Materials*, 37, 1793 (2008)
- II -5 T. Kaizu (原子力機構), M. Takahasi, K. Yamaguchi (電気通信大) and J. Mizuki (原子力機構) : In situ determination of Sb distribution in Sb/GaAs(001) layer for high-density InAs quantum dot growth, *J. Cryst. Growth*, 310, 3436 (2008)
- II -6 高橋正光 : 放射光表面X線回折による元素を識別した表面構造解析、*表面技術*, 59, 848 (2008)
- II -7 M. Takahasi : In situ X-ray diffraction study of growth processes of InAs/GaAs(001) quantum dots, *The 15th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (The University of British Columbia, 2008)*
- II -8 高橋正光 : InAs 量子ドット形状変化の成長温度依存性、第 69 回応用物理学会学術講演会 (中部大学、2008)

科学研究費補助金等

- 1 科学研究費補助金（平成 20～22 年度） 基盤研究(B) 課題番号 20360024
研究課題 分子ビーム誘起表面反応の立体制御と超高速高分解能光電子分光分析
研究代表者 寺岡有殿
- 2 科学研究費補助金（平成 19～21 年度） 基盤研究(B) 課題番号 19360336
研究課題 超熱分子ビームによる次世代ナノファブリケーションの実空間“その場”観察
研究分担者 寺岡有殿
- 3 科学研究費補助金（平成 19～20 年度） 基盤研究(B) 課題番号 19360015
研究課題 次世代 CMOS プロセスを基礎付ける Si(110)表面酸化機構の解明と電気特性
研究分担者 寺岡有殿
- 4 文科省先端研究施設共用イノベーション創出事業（平成 19～23 年度）
研究課題 放射光を利用したナノ構造・機能の計測・解析
研究分担者 寺岡有殿
- 5 NEDO 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（平成 19～21 年度）
研究課題 水素と材料の相互作用の実験的解明
研究分担者 寺岡有殿
- 6 文部科学省科学研究費補助金（平成 19～21 年度） 基盤研究(C) 課題番号 19560030
研究課題 X 線強度ゆらぎ分光法による結晶成長ダイナミクス
研究代表者 高橋正光