

## 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、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、高効率太陽電池・光電子デバイスなどへの応用が期待されている InGaAs/GaAs(001)膜、GaAs/Si(111)膜、InAs/Si(111)膜、GaAs 量子細線、InGaAs 量子細線、InAs 量子ドットなどの成長過程を研究した。

## 発表論文 List of Publications

- I-1 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishizuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大): SiO desorption kinetics of Si(111) surface oxidation studied by real-time photoelectron spectroscopy, *e-Journal of Surface Science and Nanotechnology*, 11, 116-121 (2013)
- I-2 S. Ogawa (東北大), T. Yamada (産総研), S. Ishizuka (長岡技科大), A. Yoshigoe (原子力機構), M. Hasegawa (産総研), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大): Graphene growth and carbon diffusion process during vacuum heating on Cu(111)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrates, *Jpn. J. Appl. Phys. (STAP:selected topics in applied physics)*, 52(11), 110122-1-8 (2013)
- I-3 S. Ogawa (東北大), J. Tang (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishizuka (長岡技科大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大): Relation between oxidation rate and oxidation-induced strain at SiO<sub>2</sub>/Si(001) interfaces during thermal oxidation processes, *Jpn. J. Appl. Phys. (STAP:selected topics in applied physics)*, 52(11), 110128 (2013)
- I-4 T. Hosoi (阪大), I. Hideshima (阪大), Y. Minoura (阪大), R. Tanaka (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, T. Shimura (阪大), H. Watanabe (阪大): Germanide formation in metal/high-*k*/Ge gate stacks and its impact on electrical properties, *IEICE Technical Report*, 113(87), 19-23 (2013)
- I-5 T. Hosoi (阪大), I. Hideshima (阪大), R. Tanaka (阪大), Y. Minoura (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, T. Shimura (阪大), H. Watanabe (阪大): Ge diffusion and bonding state change in metal/high-*k*/Ge gate stacks and its impact on electrical properties, *Microelectronic Engineering*, 109, 137-141 (2013)
- I-6 M. Hashinokuchi (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, M. Okada (阪大): Temperature dependence of Cu<sub>2</sub>O formation on Cu<sub>3</sub>Au(110) surface with energetic O<sub>2</sub> molecular beams, *Appl. Surf. Sci.*, 287, 282-286 (2013)
- I-7 M. Hashinokuchi (阪大), M. Tode (原子力機構), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, M. Okada (阪大): Oxidation of TiAl surface with hyperthermal oxygen molecular beams, *Appl. Surf. Sci.*, 276, 276-283 (2013)
- I-8 S. Abe (横国大), S. Ohno (横国大), R. Kanemura (横国大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, S. Ogata (横国大), T. Yasuda (産総研), M. Tanaka (横国大): Characterization of the monolayer oxide formation processes on high-index Si surface by photoelectron spectroscopy with synchrotron radiation, *Appl. Phys. Express*, 6, 115701 (2013)
- I-9 K. Yokota (神大), M. Tagawa (神大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka: A synchrotron radiation photoelectron spectroscopic study on the oxidation of Si in diamond-like carbon film by hyperthermal O-atom beam, *Journal of Surface Analysis*, 20(3), 221-225 (2014)
- I-10 Y. Tsuda (阪大), K. Oka (阪大), T. Makino (阪大), M. Okada (阪大), W. A. Diño (阪大), M. Hashinokuchi (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, H.

- Kasai (阪大) : Initial stages of  $\text{Cu}_3\text{Au}(111)$  oxidation : oxygen induced Cu segregation and the protective Au layer profile, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 16 (8), 3815-3822 (2014)
- I-11 Y. Teraoka, Y. Iwai, R. Okada (筑波大) , A. Yoshigoe (原子力機構) : Oxidation reaction dynamics at Ni(001) surface by supersonic  $\text{O}_2$  molecular beam, Novel Designed Surface and Catalysis for Greener Future : C&FC Pre-Symposium in Himeji (Himeji), 2013
- I-12 Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構) , R. Okada (筑波大) , Y. Iwai : Synchrotron XPS analysis of Cs in vermiculite and Cs compounds, 6<sup>th</sup> International Symposium on Practical Surface Analysis (Ginowan), 2013
- I-13 A. Yoshigoe (原子力機構) , R. Okada (筑波大) , Y. Teraoka, Y. Iwai, Y. Yamada (筑波大) , M. Sasaki (筑波大) : Evolution of oxidation states on Ge(100)- $2\times 1$  surface at 300 K, 12<sup>th</sup> International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (Tsukuba), 2013
- I-14 R. Okada (筑波大) , A. Yoshigoe (原子力機構) , Y. Teraoka, Y. Iwai, Y. Yamada (筑波大) , M. Sasaki (筑波大) : Threshold energy to generate  $\text{Ge}^{3+}$  state on Ge(111)- $c(2\times 8)$  surface in  $\text{O}_2$  molecular beam oxidation, 12<sup>th</sup> International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (Tsukuba), 2013
- I-15 Y. Teraoka, M. Jinno, T. Takaoka (東北大) , J. R. Harries (原子力機構) , R. Okada (筑波大) , Y. Iwai, A. Yoshigoe (原子力機構) , T. Komeda (東北大) : Temperature dependence of Al(111) nitridation induced by supersonic  $\text{N}_2$  molecular beams as observed by synchrotron photoemission spectroscopy, 15<sup>th</sup> European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis 2013 (Sardinia, Italy), 2013
- I-16 Y. Teraoka, Y. Iwai, K. Inoue, A. Yoshigoe (原子力機構) , R. Okada (筑波大) : Surface oxidation dynamics on Ni(001) and Ni(111) as observed by synchrotron photoemission spectroscopy, International Symposium for the 70<sup>th</sup> Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan (Sendai), 2013
- I-17 Y. Teraoka, M. Jinno, T. Takaoka (東北大) , J. Harries (原子力機構) , R. Okada (筑波大) , Y. Iwai, A. Yoshigoe (原子力機構) , T. Komeda (東北大) : Nitridation of Al(111) surface induced by  $\text{N}_2$  translational energy : Surface temperature dependence, 29<sup>th</sup> Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (SCKD2013) (Sendai), 2013
- I-18 D. Watanabe (東北大) , S. Ogawa (東北大) , H. Yamaguchi (東北大) , H. Hozumi (東北大) , C. Mattevi (Imperial College London) , A. Yoshigoe (原子力機構) , S. Ishidzuka (長岡技科大) , Y. Teraoka, T. Yamada (産総研) , M. Chhowalla (Rutgers) , Y. Takakuwa (東北大) : Real-time XPS study of reduction of graphene oxide: Effect of hydrazine treatment, 2013 MRS Fall Meeting & Exhibit (Boston, USA), 2013
- I-19 J. Tang (東北大) , K. Nishimoto (東北大) , S. Ogawa (東北大) , A. Yoshigoe (原子力機構) , S. Ishidzuka (長岡技科大) , D. Watanabe (東北大) , Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Self-accelerating oxidation on Si(111) $7\times 7$  surfaces studied by real-time

photoelectron spectroscopy and molecular orbital calculations, 9<sup>th</sup> International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '13 (Hawaii, USA), 2013

- I-20 S. Ogawa (東北大), T. Yamada (産総研), S. Ishidzuka (長岡技科大), A. Yoshigoe (原子力機構), M. Hasegawa (産総研), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Angle-resolved x-ray photoelectron spectroscopy study of oxide formation at epitaxial graphene/Cu(111) interface exposed to the atmosphere, 12<sup>th</sup> International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (Tsukuba), 2013
- I-21 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Temperature dependence of strained Si atoms at SiO<sub>2</sub>/Si(111) interface studied by real-time X-ray photoelectron spectroscopy, 12<sup>th</sup> International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (Tsukuba), 2013
- I-22 S. Ogawa (東北大), T. Yamada (産総研), S. Ishidzuka (長岡技科大), A. Yoshigoe (原子力機構), M. Hasegawa (産総研), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Evaluation of thickness and oxidation state of Graphene/Cu(111)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrates using photoelectron spectroscopy, 6<sup>th</sup> International Symposium on Practical Surface Analysis (Ginowan), 2013
- I-23 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Real-time photoelectron spectroscopy and first-principle calculations study of very thin oxide formation on Si(111)7×7 surfaces, JSAP-MRS Joint Symposia for 2013 JSAP Autumn Meeting (Kyotanabe), 2013
- I-24 K. Nishimoto (東北大), J. Tang (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Dissociation reaction kinetics of metastable oxygen molecule on partially oxidized Si(111) surfaces by real-time photoelectron spectroscopy, 19<sup>th</sup> International Vacuum Congress (Paris, France), 2013
- I-25 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Phase transition of oxide growth on Si(111)7×7 studied by real-time photoelectron spectroscopy and theoretical calculations, 19<sup>th</sup> International Vacuum Congress (Paris, France), 2013
- I-26 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Nonlinear O<sub>2</sub> pressure dependence of initial oxide growth on Si(111)7×7 and Si(001)2×1 surfaces studied by real-time photoelectron

- spectroscopy and First-principles calculations, 38<sup>th</sup> International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (VUVX 2013) (Hefei, China), 2013
- I-27 J. Tang (東北大), K. Nishimoto (東北大), S. Ogawa (東北大), A. Yoshigoe (原子力機構), S. Ishidzuka (長岡技科大), D. Watanabe (東北大), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Temperature dependence of O<sub>2</sub> adsorption reaction path on Si(001) and Si(111):photoelectron spectroscopy observations and DVX<sub>α</sub> calculations, 14<sup>th</sup> International Conference on the Formation of Semiconductor Interface (ICFSI-14) (Gyeongju, Korea), 2013
- I-28 S. Ogawa (東北大), T. Yamada (産総研), S. Ishidzuka (長岡技科大), A. Yoshigoe (原子力機構), M. Hasegawa (産総研), Y. Teraoka, Y. Takakuwa (東北大) : Vacuum annealing decomposition of graphene on Cu studied by *in situ* photoelectron spectroscopy, 14<sup>th</sup> International Conference on the Semiconductor Interfaces (ICFSI-14) (Gyeongju, Korea), 2013
- I-29 T. Hosoi (阪大), I. Hideshima (阪大), R. Tanaka (阪大), Y. Minoura (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, T. Shimura (阪大), H. Watanabe (阪大) : High-k/Ge gate stack with an EOT of 0.56 nm by controlling interface reaction using ultrathin AlO<sub>x</sub> interlayer, 44<sup>th</sup> IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference (Arlington, USA), 2013
- I-30 T. Hosoi (阪大), I. Hideshima (阪大), R. Tanaka (阪大), Y. Minoura (阪大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka, T. Shimura (阪大), H. Watanabe (阪大) : Ge diffusion and bonding state change in metal/high-*k*/Ge gate stacks and its impact on electrical properties, 18<sup>th</sup> Conference of "Insulating Films on Semiconductors" (Cracow, Poland), 2013
- I-31 K. Yokota (神大), M. Tagawa (神大), A. Yoshigoe (原子力機構), Y. Teraoka : A synchrotron radiation photoelectron spectroscopic study on the oxidation reaction of Si by O-atom with collision energies between 2 to 9 eV, 6<sup>th</sup> International Symposium on Practical Surface Analysis (Ginowan), 2013
- I-32 Y. Xu (物材機構), Y. Ma (物材機構), J. Sakurai (物材機構), Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構), M. Demura (物材機構), T. Hirano (物材機構) : Effect of steam treatments on surface morphology of Ni<sub>3</sub>Al foil catalysts, 19<sup>th</sup> International Vacuum Congress (Paris, France), 2013
- I-33 Y. Xu (物材機構), Y. Ma (物材機構), J. Sakurai (物材機構), M. Demura (物材機構), T. Hirano (物材機構), Y. Teraoka, A. Yoshigoe (原子力機構) : Catalytic properties of Ni<sub>3</sub>Al foils for methane steam reforming, The 8<sup>th</sup> Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (Hawaii, USA), 2013
- I-34 吉越章隆 (原子力機構)・岡田隆太 (筑波大)・寺岡有殿・岩井優太郎・山田洋一 (筑波大)・佐々木正洋 (筑波大) : Si(100)-2×1 表面の室温ドライ酸化における分子状吸着

- 酸素の観察、第 61 回応用物理学会春季学術講演会（相模原）、2014
- I-35 岡田隆太（筑波大）・吉越章隆（原子力機構）・寺岡有殿・岩井優太郎・山田洋一（筑波大）・佐々木正洋（筑波大）：Ge(111)-c(2×8)表面の室温酸化における酸素分子の並進エネルギーによって変化する酸素吸着位置の決定、第 61 回応用物理学会春季学術講演会（相模原）、2014
- I-36 寺岡有殿・小西啓之（原子力機構）：JAEA 放射光ビームラインを利用した微細構造解析支援、共用・計測合同シンポジウム 2014 ～先端計測の共用化によるイノベーション～（つくば）、2014
- I-37 小西啓之（原子力機構）・寺岡有殿・片山芳則（原子力機構）：原子力機構におけるナノテクノロジープラットフォーム事業、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所先端技術セミナー2014（姫路）、2014
- I-38 寺岡有殿・吉越章隆（原子力機構）：粘土鉱物における Cs の化学吸着状態の解明と脱離法の開発 ～X 線光電子分光によるアプローチ～、JAEA 放射光科学シンポジウム 2014（佐用）、2014
- I-39 寺岡有殿・吉越章隆（原子力機構）・関口哲弘（原子力機構）・下山 巖（原子力機構）・平尾法恵（原子力機構）・西村哲也（原子力機構）・馬場祐治（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）・岩井優太郎：表面反応ダイナミクス研究グループ ～X 線光電子分光、X 線吸収分光、光電子顕微鏡でみる表面化学反応～、JAEA 放射光科学シンポジウム 2014（佐用）、2014
- I-40 寺岡有殿：Cs 含有パーミキュライトの光電子分光分析、第 5 回「廃棄物減容化のための Cs 動態研究」JAEA-NIMS ミーティング（つくば）、2014
- I-41 小西啓之（原子力機構）・寺岡有殿・片山芳則（原子力機構）：日本原子力研究開発機構 JAEA 微細構造解析プラットフォーム、JAPAN NANO 2014（東京都）、2014
- I-42 矢板 毅（原子力機構）・寺岡有殿：最先端科学技術を利用した土壌中のセシウムの実態、セミナー「災害からの農村復興」（宮崎）、2014
- I-43 寺岡有殿：放射光を用いた表面反応ダイナミクス研究、佐賀大学シンクロトロン光応用研究センター講演会（大学公開特別講座）（佐賀）、2014
- I-44 岩井優太郎・寺岡有殿・井上敬介・吉越章隆（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）：Ni(001)面と Ni(111)面における酸素分子の初期吸着のポテンシャルエネルギー障壁、第 33 回表面科学学術講演会（つくば）、2013
- I-45 吉越章隆（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）・寺岡有殿・岩井優太郎・山田洋一（筑波大）・佐々木正洋（筑波大）：放射光 XPS を用いた Ge(100)-2×1 表面の室温酸化物の時分割観察、第 33 回表面科学学術講演会（つくば）、2013
- I-46 吉越章隆（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）・寺岡有殿・岩井優太郎・山田洋一（筑波大）・佐々木正洋（筑波大）：Ge(100)-2×1 表面への室温酸素初期吸着確率の並進エネルギー依存性、第 33 回表面科学学術講演会（つくば）、2013
- I-47 吉井賢資（原子力機構）・寺岡有殿：放射光を利用した表面分析相談、第 56 回表面科学基礎講座「表面・界面分析の基礎と応用」（吹田）、2013
- I-48 寺岡有殿・岩井優太郎・井上敬介・吉越章隆（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）：超音速酸素分子線による Ni 単結晶表面の酸化膜形成ダイナミクス、第 6 回兵庫県立大学シンポジウム（神戸）、2013
- I-49 岩井優太郎・寺岡有殿・岡田隆太（筑波大）・吉越章隆（原子力機構）：超音速酸素分子線の並進運動エネルギーで誘起される Ni(001)表面酸化反応の放射光光電子分光解析、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会（京田辺）、2013
- I-50 吉越章隆（原子力機構）・岡田隆太（筑波大）・寺岡有殿・岩井優太郎・山田洋一（筑波大）・佐々木正洋（筑波大）：酸素分子の Ge(100)-2×1 表面における室温での初期吸着確率の並進エネルギー依存性、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会（京田辺）、2013
- I-51 矢板 毅（原子力機構）・鈴木伸一（原子力機構）・小林 徹（原子力機構）・宮崎有史（原子力機構）・Md. R. Awual（原子力機構）・塩飽秀啓（原子力機構）・元川竜平（原子力機構）・岡本芳浩（原子力機構）・松村大樹（原子力機構）・吉井賢治（原子力機構）・西畑保雄（原子力機構）・池田隆司（原子力機構）・寺岡有殿・下山 巖（原子力機構）・小西啓

- 之 (原子力機構)・片山芳則 (原子力機構) : 福島環境回復を目指して 廃棄物減容化のための Cs 脱離機構解明と脱離法の開発、SPRING-8 シンポジウム 2013 (宇治)、2013
- I-52 寺岡有殿 : JAEA 放射光における表面化学研究支援、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業微細構造解析プラットフォーム 2013 年度第 1 回ワークショップ (佐用)、2013
- I-53 寺岡有殿 : 表面化学実験ステーション、平成 25 年度文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業微細構造解析プラットフォーム実験設備利用講習会 (大阪)、2013
- I-54 寺岡有殿・吉越章隆 (原子力機構)・岡田隆太 (筑波大)・岩井優太郎 : 放射光による Cs の XPS 分析、第四回 JAEA-NIMS ミーティング (東京)、2013
- I-55 寺岡有殿 : 放射光を用いた表面反応ダイナミクス研究、東北大学講演会 (大学公開特別講座) (仙台)、2013
- I-56 寺岡有殿 : 放射光を用いた表面反応ダイナミクス研究、神戸大学講演会 (大学公開特別講座) (神戸)、2013
- I-57 小川修一 (東北大)・山田貴壽 (産総研)・石塚眞治 (長岡技科大)・吉越章隆 (原子力機構)・長谷川雅孝 (産総研)・寺岡有殿・高桑雄二 (東北大) : 真空加熱実験に基づくグラフェン/Cu(111)エピタキシャル成長機構の考察、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2014
- I-58 唐 佳芸 (東北大)・西本 究 (東北大)・小川修一 (東北大)・吉越章隆 (原子力機構)・石塚眞治 (長岡技科大)・渡辺大輝 (東北大)・寺岡有殿・高桑雄二 (東北大) : 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2014
- I-59 田中亮平 (阪大)・秀島伊織 (阪大)・箕浦佑也 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・細井卓治 (阪大)・志村考功 (阪大)・渡部平司 (阪大) : High- $k$ /Ge ゲートスタック界面特性向上に向けたゲート電極形成後熱処理条件の検討、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2014
- I-60 田中亮平 (阪大)・秀島伊織 (阪大)・箕浦佑也 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・細井卓治 (阪大)・志村考功 (阪大)・渡部平司 (阪大) : 極限 EOT 実現に向けた極薄  $\text{AlO}_x$  層による High- $k$ /Ge ゲートスタック界面制御、第 19 回ゲートスタック研究会 (熱海)、2014
- I-61 田中亮平 (阪大)・秀島伊織 (阪大)・箕浦佑也 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・細井卓治 (阪大)・志村考功 (阪大)・渡部平司 (阪大) : 極薄  $\text{AlO}_x$  層による High- $k$ /Ge 界面反応抑制と  $\text{EOT}=0.56\text{nm}$  の実現、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 (京田辺)、2013
- I-62 細井卓治 (阪大)・秀島伊織 (阪大)・箕浦佑也 (阪大)・田中亮平 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・志村考功 (阪大)・渡部平司 (阪大) : Metal/High- $k$ /Ge ゲートスタックにおけるジャーマナイド形成とその電気特性への影響、電子情報通信学会シリコン材料・デバイス研究会 (SDM) (東京)、2013
- I-63 橋之口道宏 (阪大)・岡田美智雄 (阪大)・津田泰孝 (阪大)・牧野隆正 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿 : 超熱酸素分子線を用いた  $\text{Cu}_3\text{Au}(110)$  表面酸化過程における表面温度依存性、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 (京田辺)、2013
- I-64 岡田美智雄 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿 : 超熱酸素分子線に誘起される合金表面酸化反応過程の放射光 X 線光電子分光研究、平成 25 年度文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業微細構造解析プラットフォーム利用研究セミナー (大阪)、2013
- I-65 岡田美智雄 (阪大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿 : 超熱酸素分子線による Cu 合金表面の酸化ナノ構造形成過程の高分解能 X 線光電子分光、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム平成 25 年度成果報告会 (東京)、2013
- I-66 大野真也 (横国大)・安部壮祐 (横国大)・三浦 脩 (横国大)・成重卓真 (横国大)・吉越章隆 (原子力機構)・寺岡有殿・安田哲二 (産総研)・田中正俊 (横国大) : Si(113)表面

- 初期酸化過程における電子状態の解析、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会（京田辺）、2013
- I-67 大野真也（横国大）・安部壮祐（横国大）・三浦 脩（横国大）・成重卓真（横国大）・吉越章隆（原子力機構）・寺岡有殿・安田哲二（産総研）・田中正俊（横国大）：酸化 Si(113) 表面における電子状態の解析、ナノ学会第 11 回大会（東京）、2013
- I-68 横田久美子（神大）・田川雅人（神大）・吉越章隆（原子力機構）・寺岡有殿：超熱原子状酸素照射による Si-DLC 酸化過程の衝突エネルギー依存、第 61 回応用物理学会春季学術講演会（相模原）、2014
- I-69 範 美強（物材機構）・許 亜（物材機構）・櫻井惇也（物材機構）・出村雅彦（物材機構）・平野敏幸（物材機構）・寺岡有殿・吉越章隆（原子力機構）：Catalytic performance of Ni<sub>3</sub>Sn alloy for hydrogen production from methanol decomposition、日本金属学会 2013 年秋季（第 153 回）大会（金沢）、2013
- II-1 M. Takahasi : X-ray Diffraction Study on Crystal Growth Dynamics during Molecular-Beam Epitaxy of III-V Semiconductors, *Journal of Physical Society of Japan*, 82, 021011 (2013)
- II-2 M. Takahasi, Y. Nakata, H. Suzuki (宮崎大) , K. Ikeda (豊田工大) , M. Kozu, W. Hu (原子力機構) , Y. Ohshita (豊田工大) : In situ three-dimensional X-ray reciprocal-space mapping of GaAs epitaxial films on Si(001), *Journal of Crystal Growth*, 378, 34-36 (2013)
- II-3 W. Hu (原子力機構) , M. Takahasi, M. Kozu, Y. Nakata: X-ray micro-beam focusing system for in situ investigation of single nanowire during MBE growth, *Journal of Physics: Conference Series*, 425, 202010 (2013)
- II-4 T. Sasaki (原子力機構) , A. G. Norman (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. J. Romero (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. M. Al-Jassim (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. Takahasi, N. Kojima (豊田工大) , Y. Ohshita (豊田工大) , M. Yamaguchi (豊田工大) : Defect characterization in compositionally graded InGaAs layers on GaAs(001) grown by MBE, *Physica Status Solidi C*, 10, 1640-1643 (2013)
- II-5 W. Hu (原子力機構) , K. Hayashi (東北大) , K. Ohwada (原子力機構) , J. Chen (University of Science and Technology Beijing, China) , N. Happo (広島市大) , S. Hosokawa (熊本大) , M. Takahasi, A. A. Bokov (Simon Fraser University, Canada) , Z.-G. Ye (Simon Fraser University, Canada) : Acute and obtuse rhombohedrons in the local structures of relaxor ferroelectric Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>, *Physical Review B*, 89, 140103(R) (2014)
- II-6 M. Takahasi, M. Kozu, W. Hu (原子力機構) , Y. Nakata: X-ray diffraction from polytypes in Au-assisted GaAs nanowires, 40th International Symposium on Compound Semiconductors (Kobe), 2013
- II-7 T. Sasaki (原子力機構) , A. G. Norman (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. J. Romero (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. M. Al-Jassim (National Renewable Energy Laboratory, USA) , M. Takahasi, N. Kojima (豊田工大) , Y. Ohshita (豊田工大) , M. Yamaguchi (豊田工大) : Defect characterization in compositionally graded InGaAs layers on GaAs(001) grown by MBE, 40th International Symposium on Compound Semiconductors (Kobe), 2013

- II-8 H. Suzuki (宮崎大), Y. Nakata, M. Takahasi, K. Ikeda (豊田工大), D. Ito (宮崎大), A. Haga (宮崎大), O. Morohara (旭化成), H. Geka (旭化成), Y. Moriyasu (旭化成), A. Fukuyama (宮崎大), Y. Ohshita (豊田工大): Formation processes of GaAs rotational twin on Si (111) observed by in-situ X-ray diffraction, 40th International Symposium on Compound Semiconductors (Kobe), 2013
- II-9 M. Takahasi: In-situ monitoring of molecular-beam epitaxial growth of zero-, one-, and two-dimensional structures using synchrotron X-ray diffraction, 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy - ICCGE-17 (Warsaw, Poland), 2013 (Invited)
- II-10 M. Takahasi, M. Kozu, W. Hu (原子力機構): Ordered layers in AuGa droplets in contact with GaAs(111)B substrate, MRS-JSAP Joint Symposia (Kyotanabe, Japan), 2013 (Invited)
- II-11 M. Takahasi: In situ X-ray diffraction studies on III-V semiconductor nanowires, 4th International Workshop on Epitaxial Growth and Fundamental Properties of Semiconductor Nanostructures (Lake Arrowhead, USA), 2013 (Invited)
- II-12 佐々木 拓生 (原子力機構)・高橋正光・鈴木秀俊 (宮崎大)・大下祥雄 (豊田工大)・山口真史 (豊田工大): メタモルフィック結晶成長中の急激歪緩和観測、第74回応用物理学会学術講演会 (京田辺)、2013
- II-13 下村憲一 (豊田工大)・鈴木秀俊 (宮崎大)・佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光・大下祥雄 (豊田工大)・神谷格 (豊田工大): XRDによるInAs量子ドット上のキャップ層成長のその場観察、第74回応用物理学会学術講演会 (京田辺)、2013
- II-14 仲田侑加・佐々木拓生 (原子力機構)・出来亮太・高橋正光: Si(111)-(4×1)-In表面上に成長したInAsエピタキシャル膜の界面構造、第61回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2013
- II-15 佐々木拓生 (原子力機構)・出来亮太・仲田侑加・高橋正光: Au触媒InGaAsナノワイヤのその場XRD/SAXS測定、第61回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2013
- II-16 下村憲一 (豊田工大)・鈴木秀俊 (宮崎大)・佐々木拓生 (原子力機構)・高橋正光・大下祥雄 (豊田工大)・神谷格 (豊田工大): InAs量子ドット上の変調キャップ層成長中のXRDによるその場観察、第61回応用物理学会春季学術講演会 (相模原)、2013

## 大学院物質理学研究科

博士前期課程

仲田侑加: 半導体ナノ構造成長過程の放射光 X 線回折による研究

岩井優太郎: 超音速窒素分子線による Ni(001)表面の運動エネルギー誘起酸化

## 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 寺岡有殿・高橋正光ほか

2. 科学研究費補助金（平成 22～25 年度） 基盤研究(B) 課題番号：22360010  
研究課題 エピタキシャル成長その場マイクロ X 線回折による単一ナノ構造解析と均一性制御  
研究代表者 高橋正光
3. 科学研究費補助金（平成 23～25 年度） 挑戦的萌芽研究 課題番号：24656422  
研究課題 曲面構造が  $\pi$  共役系炭素触媒に及ぼす影響：ドーパント効果の解明  
研究分担者 寺岡有殿ほか
4. 科学研究費補助金（平成 25～29 年度） 基盤研究(B) 課題番号：25289307  
研究課題 不活性高質量原子による超低軌道環境における衝突励起材料劣化現象に関する包括的理解  
連携研究者 寺岡有殿