

研究室名
16-2-10 表面・界面物性研究室
最近の研究課題とその取り組みの概要
本研究室では、半導体の表面や異種材料との界面の性質を理解し、これを制御することで新奇二次元物質や高品質な絶縁膜／半導体界面の形成などを探究している。社会全体のデジタル化に不可欠な半導体は、革新的な材料や技術の導入による高性能化・低消費電力化が望まれている。 内容 1 「半導体表面や異種材料との界面の高感度電子状態・欠陥計測手法の構築」 半導体デバイスの高品質化や新機能の発現には、ナノスケールレベルで電子材料の表面／界面の性質を理解し、その特性を巧みに引き出すことが不可欠である。特に MOS デバイスの高性能化・高信頼化において、絶縁膜／半導体界面の物性の理解とその精密制御が極めて重要である。そこで、光電子収率分光(Total Photoelectron Yield Spectroscopy : PYS)を構築し、半導体表面の電子占有状態のエネルギー分布を高感度・ワイドレンジで計測することを推進している。 内容 2 「Si や Ge で構成する極薄および二次元結晶の形成」 二次元物質は、原子が平面状に規則配列した厚さ一層分の物質であり、ノーベル物理学賞の対象となったグラフェンを契機に、様々な分野で脚光を浴びている。14 族元素の中で C よりも原子量の大きい Si や Ge においても、シリセンやゲルマネンと呼ばれる蜂の巣状の二次元結晶が存在する。しかし、シリセンやゲルマネンといった新奇 14 族二次元結晶は天然には存在しない物質であるが、我々は、金属／Ge(111)構造の熱処理により、単結晶金属中に溶け込んだ Ge 原子の表面析出を利用してゲルマネンならびに Ge 二次元結晶を形成できることを見出している。高品質な二次元結晶の形成方法の探究に加えて、異種材料との界面での化学構造制御方法を構築し、電子状態や電気伝導などの基礎特性を明らかにすることを目指している。 キーワード：半導体、表面・界面物性、光電子分光、化学結合状態、電子状態
研究室の構成員
大田 晃生（准教授）・博士（工学）
2023 年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ
4 年次生：3 名 卒業研究テーマ 「Si(111)上の Al 薄膜表面の RHEED 分析」 「熱酸化 SiO₂/Si の化学構造分析」 「光電子分光法による Ga₂O₃ の誘電関数評価」
教員の担当科目

大田晃生：(学部) 卒業論文、物理科学研究Ⅰ、物理科学研究Ⅱ、力学 A、力学 B、物理学 A、量子力学Ⅰ、量子力学Ⅱ、熱力学・量子力学演習、物理学実験
教員の所属学会
大田晃生：応用物理学会、日本表面真空学会
最近 5 年間の学術論文
1. K. Kimura, N. Taoka, A. Ohta, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Formation of Ultra-thin Nickel Silicide on SiO₂ Using Si/Ni/Si Structures for Oxidation Control”, Japanese Journal of Applied Physics, 63, 02SP72, (2024). (査読有) 2. J. Yuhara, D Matsuba, M. Ono, A. Ohta, S. Miyazaki, M. Araidai, S. Takakura, M. Nakatake, and G. L. Lay, “Formation of germanene with free-standing lattice constant”, Surface Science, 738, 122382, (2023). (査読有) 3. Y. Imai, R. Tsuji, K. Makihara, N. Taoka, A. Ohta, and S. Miyazaki, “Alignment control of self-assembling Si quantum dots”, Materials Science in Semiconductor Processing, 162, 107526 (2023). (査読有)
最近 5 年間の学術著書
該当なし
最近 5 年間の学術国際会議での発表
1. H. Toyoda, <u>A. Ohta</u>, N. Taoka, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Characterization of Chemical and Electronic States of SiO₂/p-type GaN Structures by Photoemission Measurements”, ISPlasma2024/IC-PLANTS2024/APSPT-13, Nagoya, Japan (March, 2024) : Poster 2. M. Kurosawa, <u>A. Ohta</u>, M. Araidai, S. Shibayama, M. Sakashita, and O. Nakatsuka, “A new challenge in group-IV materials: energy harvesting application & 2D crystal synthesizing”, 14th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, (Dec., 2023): invited 3. Y. Imai, K. Makihara, Y. Yamamoto, W. Wen, M. A. Schubert, J. Baek, R. Tsuji, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, and S. Miyazaki, “Formation and Local Electron Charging Properties of One-Dimensionally Self-Aligned Si-QD”, 14th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, (Dec., 2023): Oral 4. K. Kimura, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Impacts of Initial Si/Ni/Si Structure Formed on SiO₂ on Surface Morphology and Composition Ratio of Ultra-thin Ni-Silicide Layer”, 14th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, (Dec., 2023): Poster 5. Y. Sano, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Effect of Ni Electrode Formation and Annealing on Crystalline Phases and Chemical Bonding Features of HfZr-oxide layer”, 14th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, (Dec., 2023): Poster 6. Z. Zhou, <u>A. Ohta</u>, N. Taoka, K. Makihara and S. Miyazaki, “Characterization of Chemical Bonding Features and Electronic States of Mg-doped GaN(0001) Surface after O₂ Annealing”, International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2023, Nagoya, Japan (Dec., 2023): Oral 7. Y. Sano, W. Yasuda, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Control of Crystalline Phase and Surface Morphology of Hf-Oxide Layer on Si Substrate by Inserting SiO₂ Interfacial

Layer”, International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2023, Nagoya, Japan (Dec., 2023): Poster 8. H. Hibino, <u>A. Ohta</u>, H. Kageshima, and J. Yuhara, “Growth mechanism and vibrational properties of germanene fabricated through Ge segregation”, Annual Meeting of the Japan Society of Vacuum and Surface Science 2023, Nagoya, Japan (Oct., 2023): Invited 9. M. Araidai, M. Itoh, D. Ishihara, M. Kurosawa, <u>A. Ohta</u>, A. Yamakage, and K. Shiraishi, “First-principles study on two-dimensional materials of silicon/germanium”, Annual Meeting of the Japan Society of Vacuum and Surface Science 2023, Nagoya, Japan (Oct., 2023): Invited 10. <u>A. Ohta</u>, N. Taoka, K. Makihara, S. Miyazaki, “Evaluation of Electronic States of β-Ga₂O₃ Surface by Photoemission Spectroscopy”, 2023 International Workshop on Dielectric Thin Films For Future Electron Devices – Science and Technology –, Kanazawa, Japan (Oct., 2023): Poster 11. Y. Sano, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Changes of Crystalline Phase in HfZr-oxide Due to Ni Electrode Formation”, 2023 International Workshop on Dielectric Thin Films For Future Electron Devices – Science and Technology –, Kanazawa, Japan (Oct., 2023): Oral 12. T. Sakai, <u>A. Ohta</u>, N. Taoka, J. Yuhara, K. Makihara, Y. Yamamoto, W. Wen, and S. Miyazaki, “Evaluation of Si and Ge Segregation from Si_{0.2}Ge_{0.8}(111) through Al and Ag Layer”, 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, (Sept., 2023): Oral 13. Y. Imai, K. Makihara, Y. Yamamoto, W. Wen, M. A. Schubert, J. Baek, R. Tsuji, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, and S. Miyazaki, “Formation of One-Dimensionally Self-Aligned Si-QDs and Their Local Electron Charging Properties”, 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, (Sept., 2023): Oral 14. Y. Sano, W. Yasuda, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Si Diffusion Control by Inserting SiO₂ Layer at Hf-Oxide/Si Interface for Transforming Hf-Oxide Crystalline Phase”, 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, (Sept., 2023): Oral 15. Z. Zhou, <u>A. Ohta</u>, X. Tian, N. Taoka, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Impact of O₂ annealing on Chemical States of Mg doped GaN(0001) Surface”, 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, (Sept., 2023): Oral 16. K. Kimura, N. Taoka, <u>A. Ohta</u>, K. Makihara, and S. Miyazaki, “Formation of Ultra-thin Nickel Silicide on SiO₂ Using a-Si/Ni/a-Si Structures for Oxidation Control”, 2023 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, (Sept., 2023): Poster
最近 5 年間の代表者としての学外資金導入実績 大田晃生： 1. 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（基板研究（B））, “ゲルマニウム二次元結晶のヘテロ構造形成と電子物性制御”, 研究代表者（総人数 4 人）【課題番号: 22H01524】 , 2022 年-2024 年, 1346 万円 2. 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（基板研究（A））, “ハイブリッドスーパーアトム創成による量子物性制御と新機能デバイス開発”, 研究分担者（総人数 3 人）【課題番号: 21H04559, 研究代表者: 宮崎誠一（名大）】 , 2021 年-2023 年, 3350 万円（2023 年度分配 20 万）
最近 5 年間の代表者としての学内資金導入実績 大田晃生： 1. 学部長預かり金・新任特別補助, “拡散・偏析制御によるゲルマニウム二次元結晶の形成”, 研究代表者, 2023 年, 2,999,700 円
最近 5 年間の学会等学術団体における役職など

大田晃生：
1. Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) 編集委員
2. 2023 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices –Science and Technology- (IWDTF), Program Committee, Chief Editor of JJAP Special Issue
3. 2023 International Micro-processes and Nanotechnology Conference, Program Committee
4. 第 29 回 電子デバイス界面テクノロジー研究会, 副プログラム委員長
5. リフレッシュ理科教室・実行委員（主催：応用物理学会）
最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など
該当なし
最近 5 年間の一般（非学術）集会での発表論文
該当なし
最近 5 年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など
該当なし
その他特筆事項
該当なし