

ANNUAL RESEARCH REPORT

Vol. 1

April 2022 - March 2023

研究成果報告書

第 1 卷

令和 4 年 4 月—令和 5 年 3 月



RESEARCH INSTITUTE FOR NANODEVICES
HIROSHIMA UNIVERSITY

広島大学 ナノデバイス研究所

Preface

The Research Institute for Nanodevices (RIND) was renamed from the Research Institute for Nanodevice and Bio Systems on April 1, 2022. With the increasing importance of semiconductors both domestically and internationally, we believe that the role of this institute increases because the forerunner of the institute, Research Center for Integrated Systems was established in 1986 for the research and education about the semiconductor. We have renamed it to clearly indicate that it is based on semiconductor research. Recently, semiconductors are a fundamental technology for all industries and human life, and we will continue to work on applied technologies based on semiconductor nanodevices. The Institute continues to consist of four research divisions: "Nano-Integration Research Division," "Integrated Systems Research Division," "Molecular Bioinformation Research Division," and "Nanomedicine Research Division."

The importance of semiconductors is reevaluated both domestically and internationally, and last year Japan's semiconductor strategy was announced. Japan is one of the few countries in the world that has a complete supply chain for the semiconductor industry, including the semiconductor device industry and its supporting manufacturing equipment, components, materials, and infrastructure industries. We are now approaching a critical time for Japan to continue to be such a country, and I feel that the role of the Institute is of great importance. Under the situation, we continue to promote the "Research Center for Biomedical Engineering (RCBE)" as a MEXT Joint Usage/Research Center and the "Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in Japan (ARIM)" as a MEXT project. RCBE entered its second phase in FY2022. The center aims to promote advanced collaborative research in the field of biomedical engineering and to promote the practical application of biomaterials, medical devices, and medical systems in Japan by fusing the functions of the Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University, Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, and the Research Institute for Nanodevices, Hiroshima University.

The ARIM project is a 10-year project that began in FY2021. In addition to shared use of state-of-the-art equipment and technical support by highly specialized engineers, new remote, automated, and high-throughput advanced equipment will be introduced, and material data generated from the equipment usage will be structured and provided in a way that makes it easy to utilize. Using a super clean room with a total area of 830 m², the support will focus on energy conversion materials, including not only Si but also wide-gap semiconductors such as SiC and GaN, and high-performance solar cells. Through these supports, we will promote the establishment of a system that enables the collection, accumulation, distribution, and utilization of high-quality material data. In addition, the project was adopted as the "Integrated Green-niX research and human resource development (Green-niX)" by MEXT in the "NeXt-generation Novel Integrated Circuits CenterS (X-NICS) Project" that started in FY2022, by Tokyo Institute of Technology, Toyohashi University of Technology and Hiroshima University. We contribute to the future of the semiconductor industry through research, development, and human resource development.

In March 2023, we launched the "Setouchi Semiconductor Co-Creation Consortium" with the Institute as the core, thirteen companies and three public organizations as members. We intend to work together with industry, government, and academia to develop human resources and conduct research and development related to semiconductors. In March 2023, construction of the J-Innovation HUB Building (new building) was completed. In the building, analysis and evaluation equipment for semiconductor research and facilities for research and development of AI and communication technologies were introduced. The new building will be used in conjunction with the Institute's super clean room to further advance semiconductor research and development. In addition, an open space has been established on the first floor of the new building where all related parties can freely gather. We intend to make it a place where researchers and engineers in semiconductor-related fields can actively exchange opinions, and as the center of the Setouchi Semiconductor Co-Creation Consortium activities, we intend to utilize the space for research and human resource development activities, thereby contributing to the revitalization of local industry.

This annual report offers comprehensive information about the recent research activities and achievements at the RIND to those who are engaged in the fields of advanced technologies. We hope this report will contribute to the mutual exchange of ideas and future progress of the researches on advanced integration of nanodevice and bio systems.

August 1, 2023



Akinobu Teramoto
Director
Research Institute for Nanodevices
Hiroshima University, Japan

巻頭言

ナノデバイス研究所は第4期中期目標期間をスタートするにあたって、ナノデバイス・バイオ融合科学研究所から改称しました。国内外で半導体の重要度が増している中、1986年文科省令により設立された集積化システム研究センターを前身とする本研究所の役割は大きいものと考え、半導体研究に基盤をおくことを明確にする意味も込めて改称しました。現代社会において、半導体はすべての産業・人間生活の基盤となる技術であり、半導体ナノデバイスに基盤を据え、その応用技術に取り組んで行く所存です。本研究所は引き続き、「ナノ集積科学」、「集積システム」、「分子生命情報科学」、「集積医科学」の4つの研究部門で構成されています。

国内外ともに半導体の重要度が見直され、昨年には日本国における半導体戦略が発表されました。我が国は、半導体デバイス産業およびそれを支える製造装置、部品、材料およびインフラストラクチャ産業という半導体産業におけるサプライチェーンが揃っている世界でも数少ない国です。そのような国であり続けるために、極めて重要な時期にさしかかっております。1986年に設立されて以来、35年以上にわたって、半導体に関する研究を行ってきたナノデバイス研究所の果たすべき役割は大変重いものと感じております。

このような状況の中、文部科学省共同利用・共同研究拠点としての「生体医歯工学研究拠点」および文部科学省事業である「マテリアル先端リサーチインフラ事業 (ARIM)」を引き続き推進しています。生体医歯工学研究拠点は、2022年度から第2期目に入りました。東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所、そして広島大学ナノデバイス研究所の連携研究機関の機能融合により、生体医歯工分野の先進的共同研究を推進し、我が国の生体材料、医療用デバイス、医療システムなどの実用化を促進する拠点形成を目的として活動しています。

ARIM事業は2021年度から10年間の事業であり、最先端装置の共用、高度専門技術者による技術支援に加え、新たにリモート・自動化・ハイスループット対応型の先端設備を導入し、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを、利活用しやすいよう構造化した上で提供するための事業です。本研究所の特徴である総面積830m²のスーパークリーンルームを利用して、Siのみならず、SiCやGaN等のワイドギャップ半導体、高性能太陽電池など、エネルギー変換マテリアルにフォーカスした研究開発・支援を行います。これらの支援を通じて、高品質マテリアルデータを収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みの構築を推進していきます。

さらに、2022年度から開始された文部科学省「次世代X-nics半導体創生拠点形成事業」では、東京工業大学を中心として、豊橋技術科学大学とともに、「集積Green-niX研究・人材育成拠点」として採択されました。2022年度から10年間の事業で、半導体関連産業の未来のために「Green化」の観点を意識して、研究・開発と人材育成で貢献していきたいと考えています。

2023年3月には、本研究所を中心として、関連企業13社、広島県、東広島市、中国経済産業局をメンバーとして「せとうち半導体共創コンソーシアム」を立ち上げました。半導体関連の人材育成と研究開発を産官学連携で取り組んで参りたいと考えております。

2021年3月には、経済産業省「産学連携推進事業費補助金(地域の中核大学の産学融合拠点の整備)」に採択され、2023年3月には、Jイノベ棟(新棟)が竣工しました。棟内には、半導体研究のための分析、評価機器、AIや通信技術の研究開発のための設備を導入しました。これにより、本研究所のスーパークリーンルームと合わせて利用することにより、半導体研究・開発をよりいっそう進展させていきます。さらに、新棟1階には、関連各位が自由に集うことのできるオープンスペースを開設しました。半導体関連分野の研究者・技術者が活発に意見交換できる場所にしていくとともに、せとうち半導体共創コンソーシアム活動の中心として、研究・人材育成活動に活用し、地域産業の活性化にも寄与していきたいと考えています。

アニュアルリサーチレポートはナノデバイス研究所の最近1年間の研究活動と研究成果の一端をまとめて、先端技術の研究・教育に携わる方々に最新情報を共有していただくために発行しています。このレポートが今後ともこの分野での研究交流の一助になれば幸いです。

2023年8月1日

広島大学
ナノデバイス研究所
所長 寺本 章伸

CONTENTS

Preface

1	Organization of Research Institute for Nanodevices (RIND)	.....
2	Staff of RIND	.....
3	Executive Committee Members of RIND	.....
4	Research Divisions of RIND	.....
4.1	Nanointegration Research Division	.....
4.2	Integrated Systems Research Division	.....
4.3	Molecular Bioinformation Research Division	.....
4.4	Nanomedicine Research Division	.....
5	Research Facilities of RIND	.....
5.1	Super clean rooms	.....
5.2	Equipment for advanced devices and LSI fabrication	.....
5.3	Characterization and diagnostics equipment	.....
5.4	VLSI CAD environment	.....
6	List of Publications	.....
6.1	Advanced device, process, and material technologies for ULSI	.....
6.2	Technologies for intelligent systems	.....
6.3	Bioscience and technology	.....
6.4	Medical science and technology	.....

1. Organization of Research Institute for Nanodevices (RIND)

ナノデバイス研究所組織



2. Staff of Research Institute for Nanodevices (RIND)

ナノデバイス研究所構成員 (2022年12月1日時点)

Nanointegration Research Division

ナノ集積科学研究部門

Akinobu Teramoto 寺本 章伸	Director of RNBS and Professor 研究所長, 教授
Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Associate Director and Professor 副研究所長, 教授
Hideki Gotoh 後藤 秀樹	Professor 教授
Takamaro Kikkawa 吉川 公麿	Professor (Special Appointment) 特任教授
Seiichiro Higashi 東 清一郎	Professor 教授(併任)
Shuhei Amakawa 天川 修平	Professor 教授(併任)
Atsushi Ikeda 池田 篤志	Professor 教授(併任)
Manabu Shimada 島田 学	Professor 教授(併任)
Anri Nakajima 中島 安理	Associate Professor 准教授
Hiroaki Hanafusa 花房 宏明	Associate Professor 准教授(併任)
Tetsuo Tabei 田部井 哲夫	Associate Professor (Special Appointment) 特任准教授
Vuong Van Cuong ヴォーン ヴァン クォン	Assistant Professor 助教
Tomomi Ishikawa 石川 智己	Assistant Professor (Special Appointment) 特任助教
Yoshiteru Amemiya 雨宮 嘉照	Assistant Professor (Special Appointment) 特任助教

Integrated Systems Research Division

集積システム科学研究部門

Suguru Kameda 亀田 卓	Professor 教授
Minoru Fujishima 藤島 実	Professor 教授(併任)
Idaku Ishii 石井 抱	Professor 教授(併任)
Kazufumi Kaneda 金田 和文	Professor 教授(併任)
Takeshi Takaki 高木 健	Professor 教授(併任)
Tetsushi Koide 小出 哲士	Associate Professor 准教授
Tsuyoshi Yoshida 吉田 毅	Associate Professor 准教授(併任)
Mamoru Sasaki 佐々木 守	Associate Professor 准教授(併任)

Molecular Bio-information Research Division

分子生命情報科学研究部門

Masakazu Iwasaka 岩坂 正和	Professor 教授
Akio Kuroda 黒田 章夫	Professor 教授(併任)
Seiji Kawamoto 河本 正次	Professor 教授(併任)
Takeshi Ikeda 池田 丈	Associate Professor 准教授(併任)

Nanomedicine Research Division

集積医科学研究部門

Hiroki Nikawa 二川 浩樹	Professor 教授(併任)
Koichi Kato 加藤 功一	Associate Director and Professor 副研究所長, 教授(併任)
Kazuhiro Tsuga 津賀 一弘	Professor 教授(併任)
Kouji Arihiro 有廣 光司	Professor 教授(併任)
Morihito Okada 岡田 守人	Professor 教授(併任)
Mikihito Kajiya 加治屋 幹人	Professor 教授(併任)
Wataru Nomura 野村 渉	Professor 教授(併任)
Yuhki Yanase 柳瀬 雄輝	Associate Professor 准教授(併任)

Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology (ARIM)

マテリアル先端リサーチインフラ

Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Professor 教授
Tetsuo Tabei 田部井 哲夫	Associate Professor (Special Appointment) 特任准教授

Visiting Professor

客員教授

Shin Yokoyama 横山 新	Visiting Professor 客員教授
Yuji Miyahara 宮原 裕二	Visiting Professor 客員教授

Seiichi Miyazaki 宮崎 誠一	Visiting Professor 客員教授
Ryo Miyake 三宅 亮	Visiting Professor 客員教授
Shigeto Yoshida 吉田 成人	Visiting Professor 客員教授
Yasuyuki Shirai 白井 泰雪	Visiting Professor 客員教授
Yumi Aoyama 青山 裕美	Visiting Professor 客員教授
Xia Xiao 肖 夏	Visiting Professor 客員教授
Katia Zheleva Vutova	Visiting Professor 客員教授
Carl-Mikael Zetterling	Visiting Professor 客員教授
Hideki Murakami 村上 秀樹	Visiting Associate Professor 客員准教授
Declan O'Loughlin	Visiting Lecturer 客員講師
Hang Song 宗 航	Visiting Lecturer 客員講師

Researchers

研究員

Kyouji Mizuno 水野 恭司	Researcher, ARIM マテリアル先端リサーチインフラ研究員
Hiroki Sakamoto 坂本 弘樹	Researcher, ARIM マテリアル先端リサーチインフラ研究員
Tatsuya Meguro 目黒 達也	Researcher 研究員
Junichi Tsuchimoto 土本 淳一	Researcher 研究員

Kazuhiro Kuroda 黒田 和宏	Researcher 研究員
Shinji Yamada 山田 真司	Research Associate 教育研究補助職員
Kazushi Okada 岡田 和志	Research Associate 教育研究補助職員

Visiting Staff

客員スタッフ

Tomonori Maeda 前田 知徳	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Seiji Ishikawa 石川 誠治	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Hiroshi Sezaki 瀬崎 洋	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Hirofumi Tanaka 田中 博文	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Jun Kamata 鎌田 潤	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Yasuhisa Kayaba 茅場 靖剛	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Takeshi Kumaki 熊木 武志	Visiting Scientist, Department of VLSI System Design, College of Science & Engineering, Ritsumeikan University 客員研究員, 立命館大学理工学部電子情報デザイン学科
Kenji Sakamoto 坂本 憲児	Visiting Scientist, Center for Microelectronic System, Kyusyu Institute of Technology 客員研究員, 九州工業大学マイクロ化総合技術センター
Akihiro Toya 外谷 昭洋	Visiting Scientist, National Institute of Technology, Matsue College 客員研究員, 松江工業高等専門学校
Hiomasa Watanabe 渡邊 礼方	Visiting Scientist, S-Takaya Electronics Industry Corporation 客員研究員, エスタカヤ電子工業(株)
Atsushi Iwata 岩田 穆	Visiting Scientist, A-R-Tec Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Yositaka Murasaka 村坂 佳隆	Visiting Scientist, A-R-Tec Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック

Toshifumi Imamura 今村 俊文	Visiting Scientist, A-R-Tec Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Tomoaki Maeda 前田 智晃	Visiting Scientist, A-R-Tec Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Masahiro Ono 小野 将寛	Visiting Scientist, A-R-Tec Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Yoshihiro Masui 升井 義博	Visiting Scientist, Hiroshima Institute of Technology 客員研究員, 広島工業大学
Kazuyoshi Nishino 西野 和義	Visiting Scientist, Shimadzu Corporation 客員研究員, (株)島津製作所
Odagawa Masayuki 小田川 真之	Visiting Scientist, Cadence Design Systems, Japan 客員研究員, 日本ケイデンス・デザイン・システムズ社
Alexey Metrevel	Visiting Scientist, KTH Royal Institute of Technology 客員研究員, スウェーデン王立工科大学

Supporting Staff

支援スタッフ

Souichi Daigo 太呉 壮一	Chief Manager グループリーダー
Tarou Suehiro 末広 太朗	Assistant Chief Manager 副グループリーダー
Kenji Fujii 藤井 謙二	Chief (General Affairs) 主査(総務担当)
Kazuhiko Hasegawa 長谷川 和彦	Chief (Administrative Affairs) 主査(事務担当)
Chiaki Ashihara 葦原 千秋	Office Assistant 事務補佐員
Naoko Nakatani 中谷 尚子	Office Assistant 事務補佐員
Junko Hinohara 樋原 純子	Office Assistant 事務補佐員
Izuko Kushida 串田 何子	Office Assistant 事務補佐員

3. Executive Committee Members of Research Institute for Nanodevices (RIND)

ナノデバイス研究所運営委員会委員

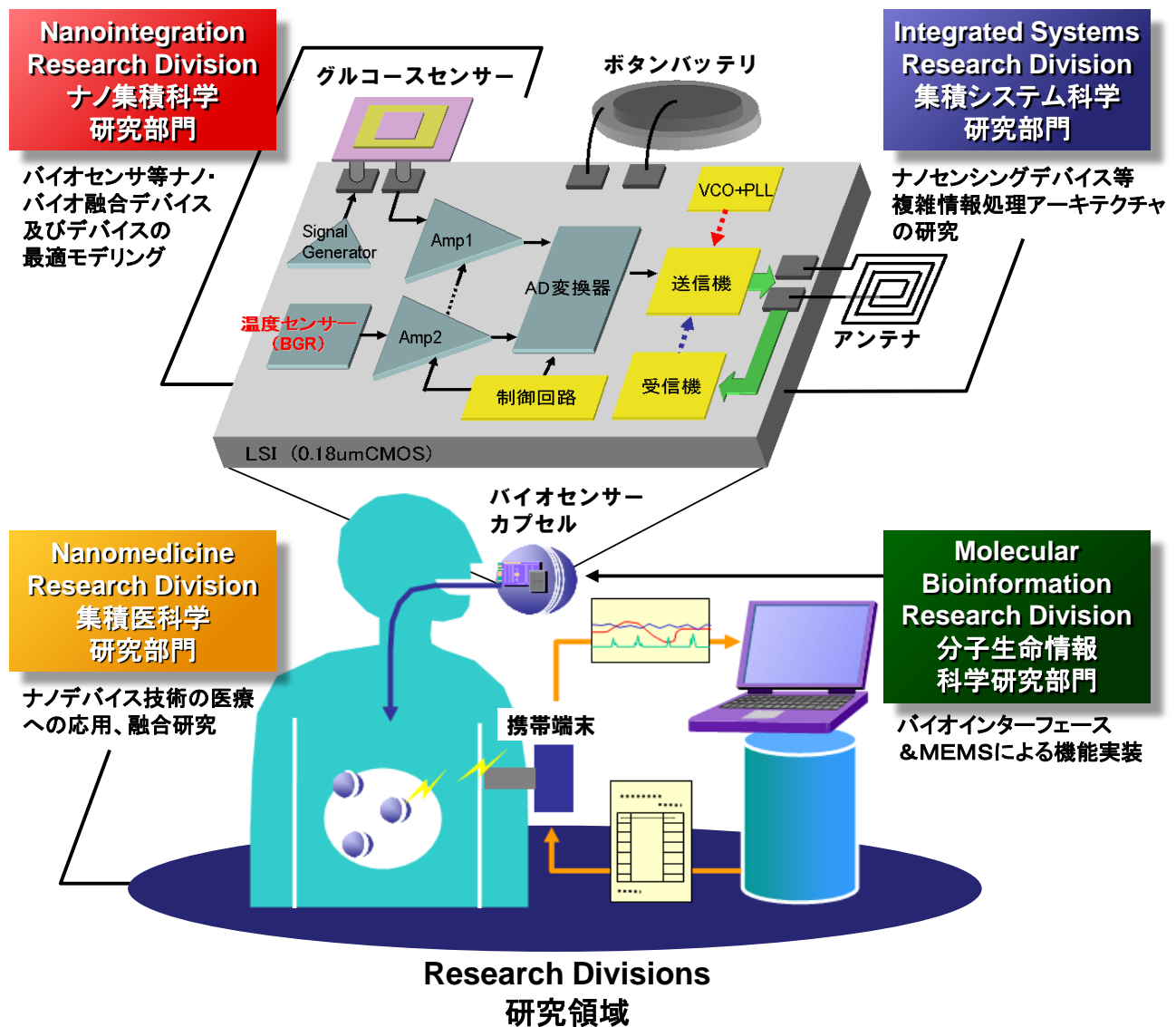
Akinobu Teramoto 寺本 章伸	Director and Professor 研究所長・教授	RIND ナノデバイス研究所
Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	RIND ナノデバイス研究所
Koichi Kato 加藤 功一	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	Graduate School of Biomedical and Health Sciences 医系科学研究科(歯)
Masakazu Iwasaka 岩坂 正和	Professor 教授	RIND ナノデバイス研究所
Suguru Kameda 亀田 卓	Professor 教授	RIND ナノデバイス研究所
Hideki Gotoh 後藤 秀樹	Professor 教授	RIND ナノデバイス研究所
Seichiro Higashi 東 清一郎	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Yutaka Kadoya 角屋 豊	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Minoru Fujishima 藤島 実	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Yositake Takane 高根 美武	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Akio Kuroda 黒田 章夫	Professor 教授	Graduate School of Integrated Sciences for Life 統合生命科学研究科
Toshikazu Ekino 浴野 稔一	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Yoshihiro Kuroiwa 黒岩 芳弘	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Idaku Ishii 石井 抱	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences and Engineering 先進理工系科学研究科
Hiroki Nikawa 二川 浩樹	Professor 教授	Graduate School of Biomedical and Health Sciences 医系科学研究科(歯)
Anri Nakajima 中島 安理	Associate Professor 准教授	RIND ナノデバイス研究所
Tetsushi Koide 小出 哲士	Associate Professor 准教授	RIND ナノデバイス研究所

4. Research Divisions of Research Institute for Nanodevices (RIND)

ナノデバイス研究所の研究領域

The Research Institute for Nanodevices was founded on April 1, 2022, and researches the fundamental technologies necessary to achieve global excellence in electronic and bio integrated sciences for preventive medicine and ubiquitous diagnoses on early stages of illnesses in the future advanced medical-care society beyond the present information society. The research field includes Nanointegration, Integrated Systems, Molecular Bioinformation and Nanomedicine.

ナノデバイス研究所は情報化社会の先にある高度医療保障社会に向けた、予防医学やユビキタス病気早期診断を実現するためのエレクトロニクスとバイオテクノロジーの集積科学基盤技術を開発するグローバルな教育研究拠点を構築することを目的として研究を行っている。研究領域はナノ集積科学、集積システム科学、分子生命情報科学、集積医科学の4つからなる。




4.1 Nanointegration Research Division

ナノ集積科学研究部門

At the Nanointegration Research Division we focus the research on nanodevices, fabrication processes, nanointegration, nano-bio integration devices, photonic devices, nano-quantum devices, thin film devices, nanodevice modeling and functional materials. The outlines of researches at the Nanointegration Research Division are as follows.

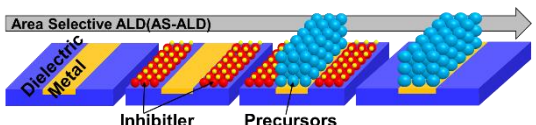
ナノ集積科学研究部門では、ナノデバイス、プロセス、ナノインテグレーション、ナノバイオ融合デバイス、フォトニックデバイス、ナノ量子デバイス、薄膜デバイス、ナノデバイスモデリング、機能性材料等に関する研究を行っている。ナノ集積科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。



高集積デバイスのための選択成長技術
Selective Film Formation for ULSI

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto

		30 °C	50 °C	150 °C	200 °C	350 °C
SiO₂	IPA Reaction	No Reaction	50%	70%	100%	
	Surface condition		C depo (carbide)	C depo (C-C)		
Cu	IPA Reaction	No Reaction		IPA(20%)	Acetone	
	Surface condition		Surface selective	C depo (C-C)		



Area Selective ALD(AS-ALD)

Dielectric Metal Inhibiter Precursors

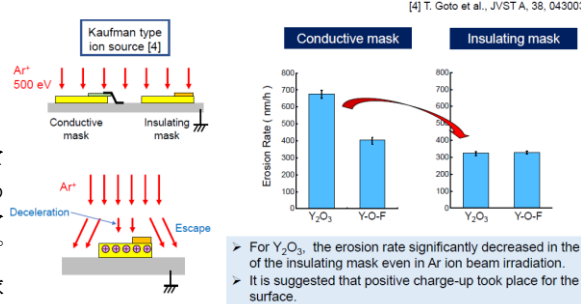
選択成長: 下地材料の違いによって成膜特性が異なる
Selective film formation: Film growth depends on the surface material to be deposited.

選択成長プロセスの研究を行っています。Isopropyl Alcohol (IPA)は Cu の自然酸化膜を還元するとともに、Cu 上と SiO₂ で堆積物が形成される温度が異なることが明らかになりました。Atomic Layer Deposition (ALD) の前処理として有能な技術です。

We study the area selective thin film formation for the miniaturizing pattern size in LSI. Isopropyl Alcohol (IPA) can reduce Cu oxide to Cu, and the the temperature of C related material deposition are different on Cu and SiO₂. This method is useful for the pretreatment of Atomic Layer Deposition (ALD).

プラズマ装置の表面保護膜としての YOF に関する研究
Study on YOF as a Surface Protective Film for Plasma Equipment

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto



[4] T. Goto et al., JVSTA, 38, 043003 (2020).

セラミックスのプラズマ耐性を評価する際、表面電位を GND にすると、正確なプラズマ耐性が得られ、Y₂O₃ に比べ YOF の耐性が大きいことがわかった

When evaluating the plasma resistance of ceramics, the surface potential was used as GND to obtain accurate plasma resistance, and the resistance of YOF was found to be greater than that of Y₂O₃.

半導体製造装置内に用いるため、プラズマ耐性を有するセラミックス材料として YOF を評価している。現状使われている Y₂O₃ に比べ YOF はプラズマ耐性に優れているが、プラズマ照射時にフローティング状態で評価するとチャージアップし、イオン照射が発生しにくくなるということもわかった。絶縁材料のプラズマ耐性評価時には注意を要する。

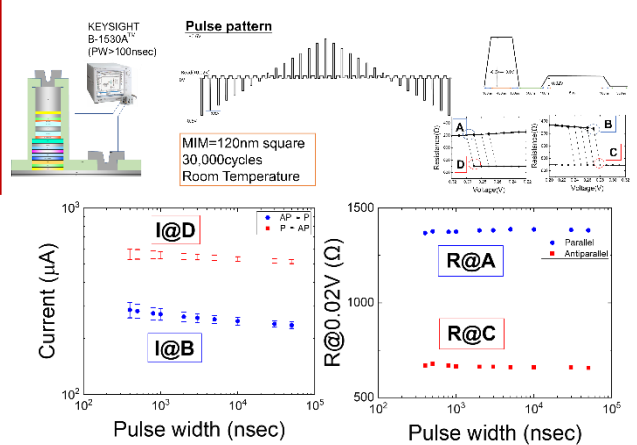
We evaluate the YOF as a surface protective film for plasma equipment. YOF has better plasma resistance than Y₂O₃, which is currently used for plasma equipment. However, Y₂O₃ is charged up by the plasma in case of floating, and then, the etching rate by ions decreases. The charge up effect has to be noticed for plasma resistance evaluation of the insulating material.



Magnetic Tunnel Junction の性能向上に関する研究
Improvement of Magnetic Tunnel Junction
 教授 寺本章伸
 Prof. Akinobu Teramoto

MRAM(Magneto resistive Random Access Memory) に用いる Magnetic Tunnel Junction の書き換え時のパルス幅を狭くすると、書き換えに必要な電流値は増加するが書き換え後の抵抗値は一定である。また、パルス幅を短くすると、抵抗値が高抵抗でも低抵抗でもない中間状態になることがある。これは、メモリの動作上問題であり、今後、メカニズムを明らかにしていく。

The current for the write/erase for MTJ increase with write/erase pulse width decrease, however the resistance after write/erase is constant. Furthermore, the intermediate resistance state appears for the narrow pulse case. This is a problem for the memory operation, then we will investigate the mechanism of the intermediate resistance state.



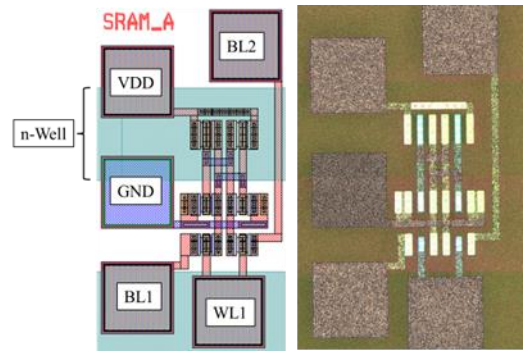
書き換え時のパルス時間を短くしていくと必要な電流が増加する一方で、書き換え後の抵抗は変化しない
 The current for the write/erase increase with write/erase pulse width decrease, however the resistance after write/erase is constant.



シリコンカーバイド極限環境エレクトロニクス: CMOS 集積回路
SiC CMOS Integrated Circuits
 教授 黒木伸一郎
 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めている。4H-SiC CMOS 集積回路の研究を進めた。本成果はスイス・ダボスで開催された ICSCRM2022 など で発表し、IEEE EDTM で招待講演を行った。本研究は産総研、量研機構、スウェーデン王立工科大、およびフェニテックセミコンダクター(株)との共同研究として進めている。

Research on SiC harsh environment electronics has been carried out. 4H-SiC CMOS circuits were fabricated and demonstrated. This research is carried out under the collaboration with AIST QST, KTH Royal Institute of Technology, Sweden, and Phenittec Semiconductor Co. Ltd., Japan.

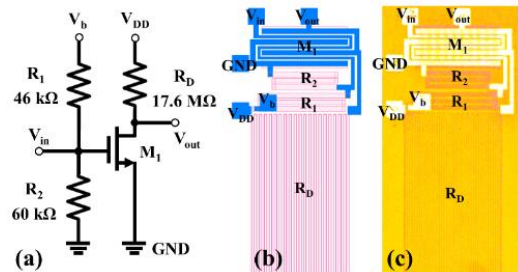


4H-SiC CMOS 回路 (SRAM)
 4H-SiC CMOS Integrated Circuits.

シリコンカーバイド極限環境エレクトロニクス: 超高温用集積回路
SiC Integrated Circuits for High-Temperature Applications
 教授 黒木伸一郎
 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めている。プリアンプ回路の研究を進め、500°C 駆動および信頼性評価を進めた。本成果は IEEE Trans. Electron Devices. 誌などで発表した。本研究はフェニテックセミコンダクター(株)との共同研究として進めている。

4H-SiC pre-amplifier circuits for high-temperature application were investigated. 500 °C operation and the reliability at high temperature have been investigated. This research is carried out under the collaboration with Phenittec Semiconductor Co. Ltd., Japan.



SiC MOSFET 増幅器
 Single stage amplifier based on 4H-SiC MOSFET:
 (a) Schematic, (b) mask layout, and (c) optical image.

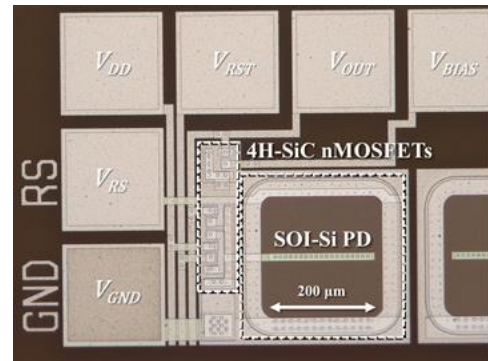


SiC 半導体と SOI 基板による
耐放射線イメージセンサの研究
SiC Radiation-Hardened Image Sensors

教授 黒木伸一郎
Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド (SiC) を用いた耐放射線イメージセンサの研究を進めた。3つの SiC MOSFETs と1つの Si フォトダイオードを1画素としている。出力信号を増加させるために、デバイス構造の検討を進めている。本成果は IEEE Electron Device Lett. 誌などで発表した。本研究は産総研、量研機構との共同研究として進めている。

SiC pixel devices with SOI wafer and 4H-SiC had been developed. For high output signal, we continue the designing and prototyping. This research has been carried out under the collaboration with AIST and QST, Japan.



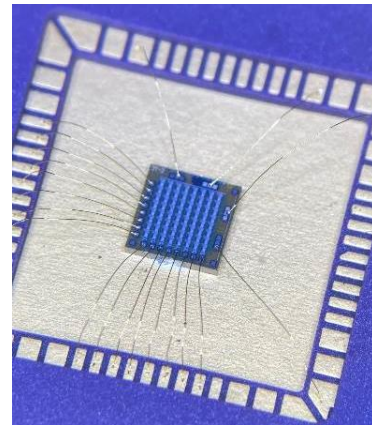
4H-SiC/ SOI-Si 耐放射線ハイブリッド画素デバイス
4H-SiC/ SOI-Si hybrid pixel device for Rad-Hardened image sensor.

フル SiC 耐放射線 UV イメージセンサの研究
Radiation-Hardened Full-SiC UV Pixel Devices

教授 黒木伸一郎
Prof. Shin-Ichiro Kuroki

今後のデブリ取り出しなどを見据え、フォトダイオードも SiC で作製したフル SiC UV (紫外光) イメージセンサを提案し、実証研究を進めている。2 MGy までのガンマ線照射後も駆動可能であることを示した。本成果は IEEE Electron Device Lett. 誌など発表した。本研究は産総研、量研機構との共同研究として進めている。

Full SiC pixel devices for a radiation hardened UV image sensors had been demonstrated. These results were reported at ECSCRM2021. This research has been carried out under the collaboration with AIST and QST, Japan.



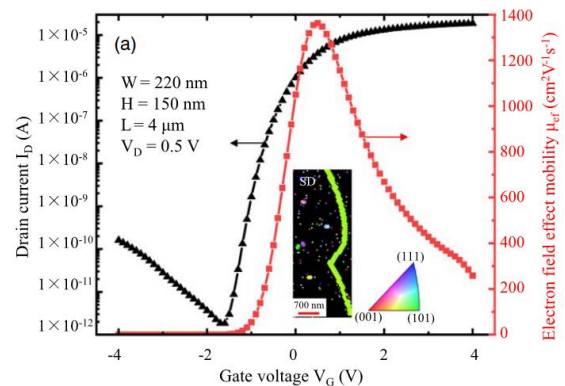
フル 4H-SiC UV イメージセンサ (8x8)
Full 4H-SiC Image Sensor (8x8).

レーザ結晶化による Si(100) 薄膜形成
Si(100) Thin Film Formation Using Laser Crystallization

教授 黒木伸一郎
Prof. Shin-Ichiro Kuroki

高性能シリコン薄膜トランジスタ実現のために、レーザ照射による Si(100) 薄膜の形成の研究を進めている。Si(100)3 軸が揃ったレーザ照射条件を見出すことに成功した。これらの成果は APEX 誌などで発表しました。本研究は Hanoi National University of Education (HNUE) との共同研究として進めている。

For high performance Si thin film transistors, Si(100) formation using laser crystallization has been investigated. Crystallinity condition map for (100), (211), and other crystal orientation, and the results were reported at APEX. This research has been carried out under the collaboration with Hanoi National University of Education (HNUE).



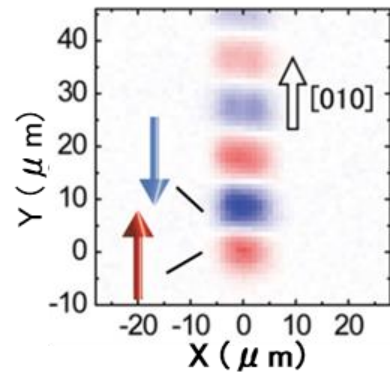
レーザ結晶化 Si によるナノワイヤ TFT の特性
Characteristics of the laser-crystallized Si thin film transistor.



化合物半導体における電子スピンの
関連する光学物性の研究
Electron-Spin Related Optical Properties
in Compound Semiconductors
教授 後藤秀樹
Prof. Hideki Gotoh

省エネルギーで動作する情報処理デバイスの実現をめざし、半導体における電子スピンの物性を解明している。スピン状態を精密に評価するために、光を用いた空間イメージングを可能とした。この手法を用いて、新規化合物半導体でのスピン物性を調べている。

To create IT devices with low energy consumption, electron-spin related optical properties have been studied in semiconductors. We have examined spin properties in unconventional compound semiconductors with a spatial imaging system developed to detect spin states in detail.



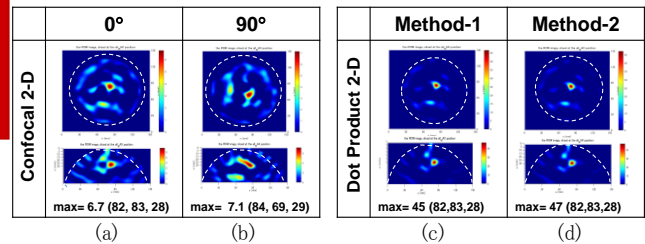
半導体表面でスピンをイメージングした結果。スピンは[010]方向に運動し、外部磁場なしで回転運動を行っている
Spatial imaging of spins in a semiconductor surface. Spins move along [010] directions with rotating without any external magnetic fields.



乳がんマイクロ波イメージング
Microwave Imaging for Breast Cancer
教授 吉川公麿(特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

携帯型マイクロ波近接場イメージング装置に対応した乳腺腫瘍イメージングアルゴリズムを開発し、広島大学病院病理診断科において全摘腫瘍組織による臨床研究を実施。方位の異なる2回の測定結果の内積をとることで感度向上を実証。これは天津大学との共同研究の成果で、EuCAP 2023 で発表。

A portable microwave near field imaging device and an cross-correlation imaging algorithm in dot product form were developed. A clinical study was conducted at Hiroshima University Hospital and the improvement of sensitivity was confirmed. The paper was published in *EuCAP2023*.



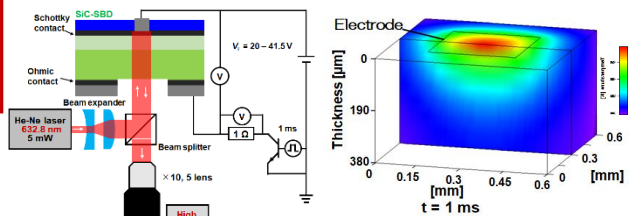
(a) 摘出乳房組織の共焦点断層図(0°方位) (b)摘出乳房組織の共焦点断層図(90°方位) (c) 共焦点画像の内積断層図 (d)共焦点画像の相互相関内積断層図
(a) 2-D confocal image cross section at 0° orientation to the head. (b) 2-D confocal image cross section at 90° orientation to the head. (c) Dot product of the confocal images of 0° and 90° orientations. (d) Cross correlation of the confocal images of 0° and 90° orientations in dot product form.



光学干渉非接触温度測定法(OICT)によるSiCデバイス自己発熱温度の3D可視化技術
3-D Imaging of SiC Device Temperature under Operation by Optical Interference Contactless Thermometry (OICT)
教授 東 清一郎(併任) Prof. Seiichiro Higashi

4H-SiC ショットキーバリアダイオード動作時の自己発熱による内部温度の可視化に、光学干渉非接触温度測定法(OICT)を適用する技術を開発した。ハイスピードカメラで捉えた干渉像からデバイス内部の温度分布を 10mm および 100ms の分解能で可視化できることを示した。

Optical Interference Contactless Thermometry (OICT) has been applied to visualize temperature distribution inside 4H-SiC Schottky barrier diode under operation. It has been demonstrated that we can obtain temperature distribution inside the device with resolutions of 10mm and 100ms, respectively.



OICT による 4H-SiC ショットキーバリアダイオード動作時の温度測定実験の概略(左)と、解析の結果得られた上部電極直下の温度分布

Experimental setup for OICT measurement of 4H-SiC Schottky barrier diode (left) and 3-D temperature distribution beneath the top electrode (right).

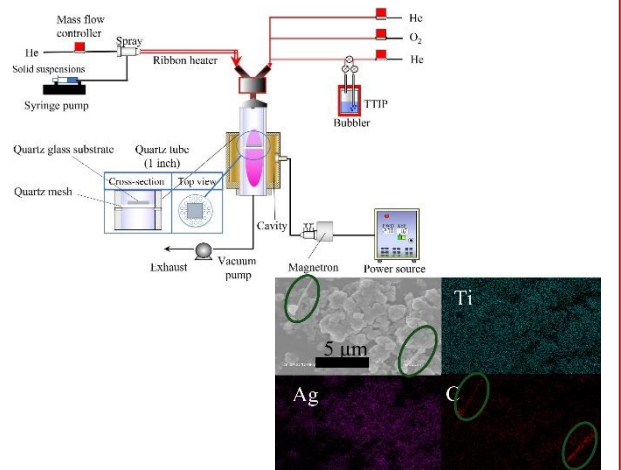


ナノ物質の堆積による材料創製と表面汚染
Preparation of Materials and Surface Contamination by Deposition of Nanoobjects

教授 島田 学(併任)
Prof. Manabu Shimada

ナノサイズのクラスター・粒子状物質を合成し、ガス中に浮遊、堆積させて、有用な構造・組成をもつ薄膜、粒子、およびそれらの複合物を創製する研究を行っている。ナノサイズ物質が汚染物質として表面付着したときの影響も検討している。

Preparation of thin-films, particles, and their composites having useful structure and composition is being studied by synthesizing nano-sized clusters and particulate matter suspended in gases and depositing them in the gas phase. The effects of surface deposition of nanoobjects as contaminants are also being investigated.



複数のエアロゾルプロセスを組み合わせた手法によるチタニア-カーボンナノチューブ-銀三元系光触媒薄膜の作製
Preparation of TiO₂-CNT-Ag ternary composite thin-films for photocatalysis by a combination of multiple aerosol processes

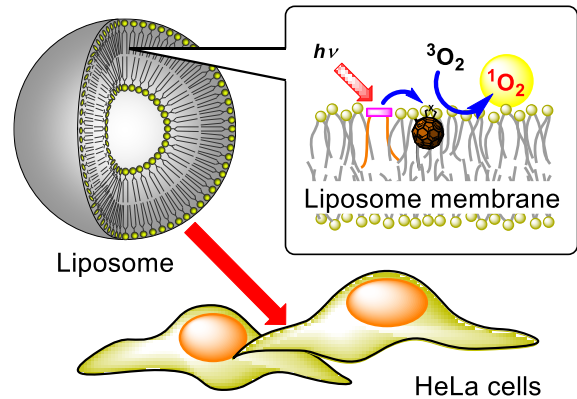


二元系リポソームの光線力学活性
Photodynamic Activity of Liposome-Incorporated Dyad Systems

教授 池田篤志(併任)
Prof. Atsushi Ikeda

広い波長範囲で作用する光増感剤の開発のため、光捕集分子-フラレン誘導体二元系含有リポソームを調製した。我々は光線力学活性のさらなる向上を目指す。

To develop the photosensitizer which acted at a wide range of wavelength, we prepared liposome-incorporated dyad systems between light-harvesting antenna molecules and a fullerene derivative. We aim at the further enhancement of photodynamic activity.



光捕集分子-フラレン誘導体含有リポソームとその光線力学活性の模式図
Schematic image of liposome-incorporated light-harvesting antenna molecules and a fullerene derivative and photodynamic activity

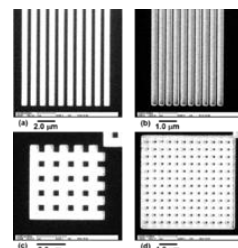
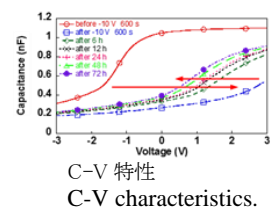
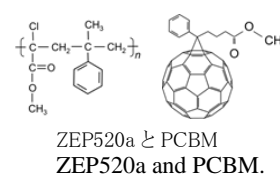


有機ナノデバイスのための電気伝導性フラレン混合有機レジスト

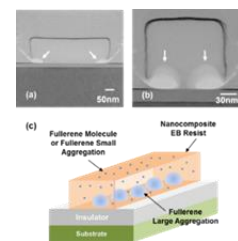
Fullerene-Containing Electrically Conducting Electron Beam Resist for Organic Nanodevices
准教授 中島安理
Assoc. Prof. Anri Nakajima

簡便に高集積有機ナノサイズデバイスを作製するために、有機電子線レジストにフラレンを混合した材料を開発しています。電気伝導性の有機ナノドットや有機ナノワイヤ構造を電子線露光と現像のみのプロセスで作製できます。

Fullerene-incorporated electron beam (EB) organic resists are developed to realize high integration of nanometer lateral-scale organic electronic devices. The structures of nanoscale dots and nanowires having electrical conductivity are able to be fabricated with a simple fabrication process of only EB exposure and development.



ナノスケールドットとナノワイヤ構造のSEM像
SEM micrographs of nanoscale dots and nanowires.



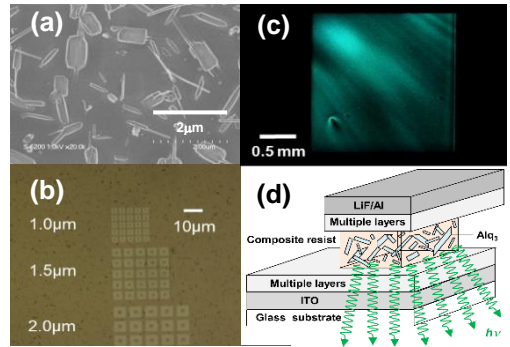
ナノワイヤ構造の透過電子顕微鏡像とフラレンの分布
TEM of micrograph of nanowire and PCBM distribution.



ナノスケール有機 EL デバイスのための Alq₃ 混合電子線レジスト
Alq₃-Containing Electron Beam Resists Nanometer-Scale for Organic EL Devices
 准教授 中島安理
 Assoc. Prof. Anri Nakajima

電子線レジストに導電性の発光性有機分子を混合する事により、露光と現像のみの簡単なプロセスを用いて、ナノメートルスケールで基板面内方向のサイズと位置を制御した有機ELデバイスを実現するための技術を開発しています。

A simple method only using electron beam (EB) exposure and development is developed for fabricating current-drivable light-emitting organic devices with lateral sizes and positions on the nanometer scale. The method uses light emitting molecule-incorporated EB organic resists.



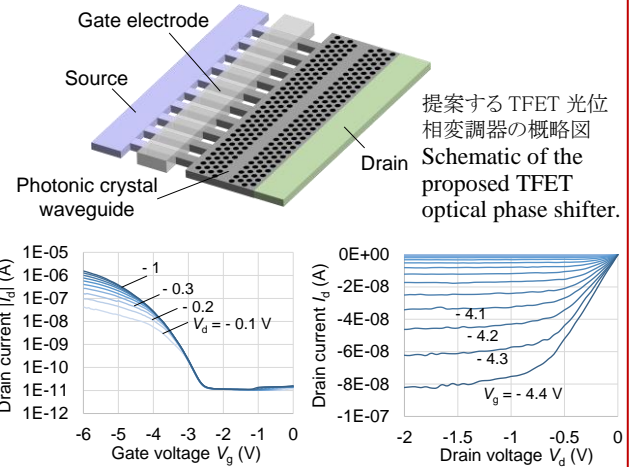
Alq₃ 混合電子線レジストの(a)薄膜の SEM 像、(b)電子線露光及び現像後のドット構造発光層の光学顕微鏡像、(c)薄膜構造からのエレクトロルミネッセンス(EL)、(d)ナノサイズ有機 EL デバイスの概観 (a) SEM image of a thin film, (b)optical microscopy image of dot structure after electron beam exposures and development, (c) electroluminescence (EL) from a thin film, (d) schematic image of a nanosize EL device. These structures use Alq₃-containing EB resist.



トンネル電界効果トランジスタを用いた極低電圧シリコン光変調器の研究
Ultralow Drive Voltage Si Optical Modulator Using Tunnel Field-Effect Transistor
 准教授 田部井哲夫(特任)
 Assoc. Prof. Tetsuo Tabei

トンネル電界効果トランジスタ(TFET)を利用した、極低電圧駆動シリコンマッハ・ツェンダー型光変調器の研究を行っている。現在は位相変調素子として使用するシリコンTFETの高性能化を進めている。

We study an ultralow drive voltage silicon Mach-Zehnder optical modulator utilizing tunnel field-effect transistors (TFETs). Currently, we are working on improving the performance of silicon TFETs used as optical phase shifters.



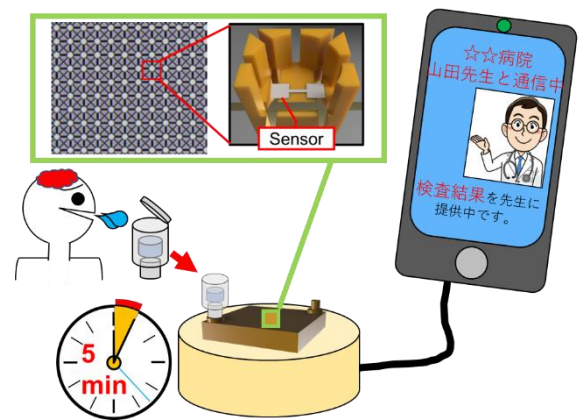
試作した p チャンネル TFET 位相変調器の電流・電圧特性
 Drain current vs. gate or drain voltage characteristics for fabricated p-channel TFET phase shifter.



ポータブル型ウイルス罹患検査デバイスの研究
Research on Portable Virus Testing Device
 准教授 花房宏明(併任)
 Assoc. Prof. Hiroaki Hanafusa

迅速・高信頼性のポータブル型ウイルス罹患検査デバイス・MCM (Micro-Chamber-Matrix) 形センサの研究を展開している。オンライン診療において信頼性の高いデータを医療者に提供する。

We are studying virus testing device "MCM" having portability, high-speed, and high-accuracy. The system will provide reliable data to physician in online medical care.



MCM を用いた「あらゆる場所でウイルス罹患検査ができる」システムの使用イメージ
 Usage image of the MCM system which realize virus testing everywhere.

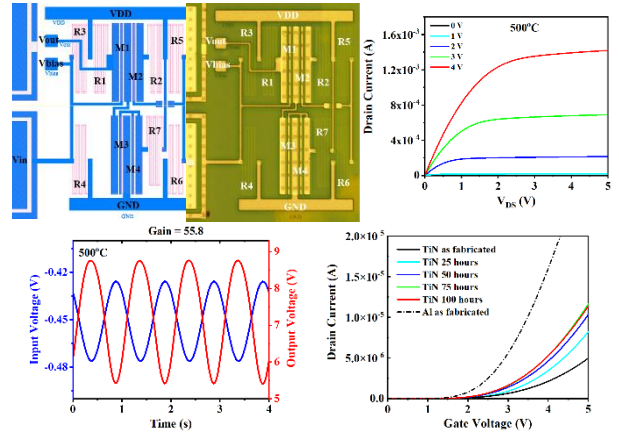


極限環境用 4H-SiC 電子回路の研究
Electronic Circuits Based on 4H-SiC for Harsh Environment Applications

助教 ヴォーン ヴァン クォン
Assist. Prof. Vuong Van Cuong

高温・高放射線環境下用途の SiC 集積回路について、作製工程、デバイス技術、設計、信頼性などの研究を行っている。

My current research topic is SiC integrated electronic circuits for high temperature and high radiation environment applications, including fabrication process and device technologies, design, and reliabilities.



4H-SiC MOSFET 差動増幅器 (a)マスクレイアウト (b)光学顕微鏡像 (c)500°Cでの動作特性 (d)増幅特性 (e)400°Cでの再現性 Differential Amplifier based on 4H-SiC MOSFET with (a) mask layout, (b) optical image, operation at 500°C of (c) 4H-SiC MOSFET, (d) amplifier, and (e) reliability at 400°C

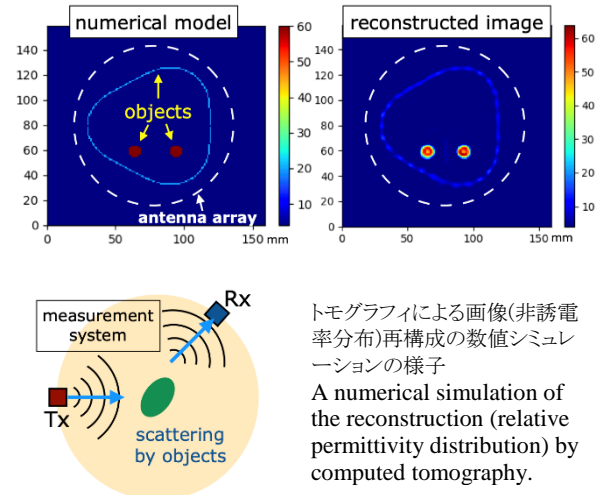


マイクロ波イメージングの研究
Microwave Imaging

助教 石川智己 (特任)
Assist. Prof. Tomomi Ishikawa

マイクロ波映像法(MWI)に関するアルゴリズムの研究を行っている。MWI では電磁波を照射、対象物体で散乱、そして受信アンテナで得られたデータから物体の形状、電気的性質を得る。特に乳がん検診への応用を目指し、必要となる計算アルゴリズムの開発や計算の高速化、並びに実用性の検証を行っている。

Microwave imaging and its computing algorithms are studied. Our research includes code development of the imaging using Computed Tomography and conventional confocal methods as well as testing its practicality for the purpose of the breast cancer inspection.



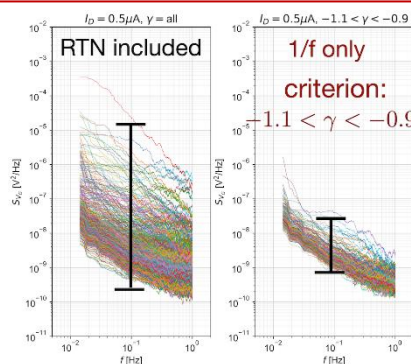
トモグラフィによる画像(非誘電率分布)再構成の数値シミュレーションの様子
A numerical simulation of the reconstruction (relative permittivity distribution) by computed tomography.

MOSトランジスタにおける低周波ノイズの研究
Low Frequency Noise in MOS Transistors

助教 石川智己 (特任)
Assist. Prof. Tomomi Ishikawa

MOS トランジスタの微細化に伴いゲート絶縁膜中のトラップによるキャリアの捕獲/放出を起源とする RTN や 1/f 雑音がデバイス動作に与える影響が無視できなくなってきた。これら雑音の発生機構の詳細を解明すべく、大量のトランジスタ特性を測定し統計的に解析を行っている。

With the miniaturization of MOS transistors, the impact of RTN and 1/f noise, caused by the capture and release of carriers by traps in the gate oxide, on device operation has become non-negligible. In order to clarify the details of the noise generation mechanism, we measure a large number of transistor characteristics and statistically analyze the noise.



雑音のパワースペクトルのトランジスタ間ばらつきの様子 (左:RTN 含, 右:1/fのみ)
Variation of noise power spectrum between transistors. (left: RTN included, right: 1/f only)

大規模アレイ測定回路チップと雑音測定系
Large array test circuit and noise measurement system.



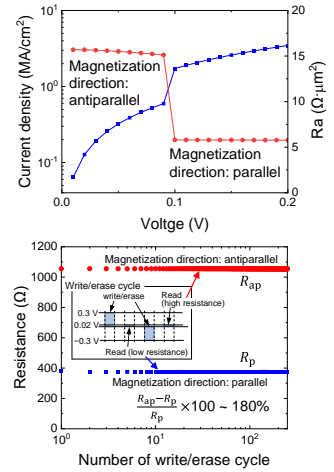
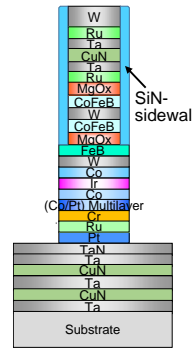


MTJ 素子の MR 比向上と信頼性の研究
Improvement of MR Ratio and Reliability of MTJ Devices

助教 雨宮嘉照(特任)
 Assist. Prof. Yoshiteru Amemiya

高性能な MTJ(Magnetic Tunnel Junction)素子の実現のために、SiN サイドウォールの形成を含んだ作製工程を用いた。MgO トンネルバリア膜へのエッチングダメージが防げると期待でき、磁気抵抗の変化率である MR (Magnetoresistance) 比と信頼性について評価した。MR 比としては 180% が達成できている。

For high-performance magnetic tunnel junction (MTJ) devices, a fabrication process including a formation of SiN sidewall is utilized. An etching damage to the MgO tunnel barrier layer is expected to be prevented, and magnetoresistance (MR) ratio and reliability are evaluated. MR ratio of 180% is achieved.




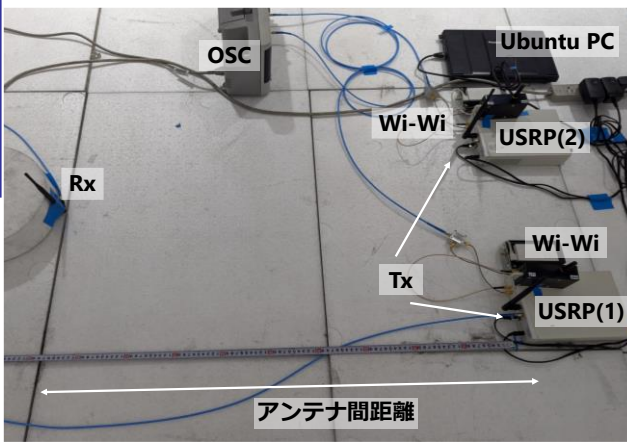
MTJ 素子の断面構造と電気特性
 Cross-sectional structure of the MTJ devices and electrical characteristics.


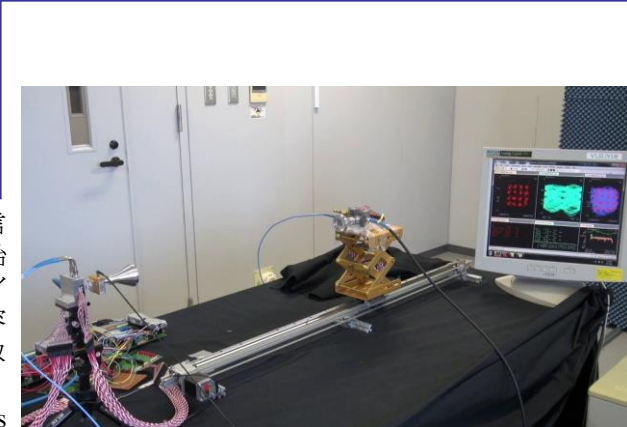
4.2 Integrated Systems Research Division

集積システム科学研究部門

The Integrated Systems Research Division focuses on basic research for terabit-capacity highly-functional memories, super-parallel processing, bio-sensing, wireless interconnection and 3-dimensional integration. With the obtained results we aim at the realization of artificial-brain technology exceeding humans in intelligent-processing speed, storage capacity and adaptive learning. The outlines of researches at the Integrated Systems Research Division are as follows.

集積システム科学部門では、テラビット容量と高機能メモリ、超並列演算、バイオセンシング、無線インタフェース、3次元集積に関する基盤研究を推進している。そして、これらの基盤技術を用いて、人間の脳より速い認知処理、大規模な記憶容量、環境に適応する学習機能を有する集積ブレインの実現を目指す。集積システム科学部門における研究プロジェクトの主なものの概要を紹介する。

	<p>時空間同期による超多数同時接続 無線 IoT の研究 Massive Connect IoT Based on Space-time Synchronization 教授 亀田 卓 Prof. Suguru Kameda</p>	
<p>同期スペクトラム拡散・符号分割多元接続(同期 SS-CDMA)に高精度時刻同期・測位技術を適用することで、超多数の無線通信ノードが同一空間に存在する過密環境下においてもチャンネル間干渉なく多数端末から同時に通信可能な無線通信システムを実証する。</p> <p>We have investigated a synchronized spread-spectrum code division multiple access (SS-CDMA) wireless communication system that can simultaneously communicate with a large number of terminals by using high-precision time synchronization and high-accuracy positioning technologies.</p>		<p>ソフトウェア無線機 (USRP) を用いた同期 SS-CDMA の実装と実測評価 Implementation and evaluation of proposed synchronized SS-CDMA using software defined radio (USRP).</p>

	<p>テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究 Research on Fundamental Technology for Terahertz-Wave Devices 教授 藤島 実(併任) Prof. Minoru Fujishima</p>	
<p>安価な CMOS 集積回路を用いて、300GHz 帯の無線通信を実現することを目指している。現在は、2030 年頃に開始が予定されている 6G での利用を想定し、フェーズドアレイを用いた集束ビームにより、毎秒 10 ギガビット以上の大容量データを高いエネルギー効率で無線伝送する技術に取り組んでいる。</p> <p>Our goal is to realize 300GHz band wireless communications using inexpensive CMOS integrated circuits. Currently, we are working on a technology to wirelessly transmit large data beyond 10 Gb/s or more with high energy efficiency using a focused beam with phased arrays, which is expected to be used in 6G scheduled to be launched around 2030.</p>		<p>300GHz 帯 CMOS トランシーバを用いた伝送実験 Communication experiment with 300-GHz-band CMOS transmitter.</p>



深層学習を用いた NICE/JNET 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法
A Method of Colonoscopy Image Diagnosis Support Based on NICE/JNET Classification Using Deep Learning

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、大腸 NBI 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、深層学習を用いた病理タイプ識別を行う手法を提案した。一般的な softmax を用いたモデルでは各ラベルの関係性を学習することはできないため、NICE/JNET 分類に基づいて進行度の順序に並べ、sigmoid によってこのような2分類を行う識別器を作成し、進行度の離れた誤分類を減少させました。これにより、医師の経験に近い大腸がん進行度を考慮した分類器を実現しました。

In this research, we proposed a method for pathology type identification using deep learning to support diagnosis of colorectal NBI-enhanced endoscopic cancer. Since a general softmax-based model cannot learn the relationship between each label, we created a discriminator that performs such two classifications by sigmoid, arranging them in the order of progression based on the NICE/JNET classification, to reduce misclassification of distant progression levels. This has resulted in a classifier that takes into account the progression of colorectal cancer, which is close to the experience of clinical doctors.

医師の経験に近い大腸がんの進行度を考慮した分類器を実現



畳み込みニューラルネットワーク

Sigmoid

出力

Type 1 以上: 1.000
Type 2A 以上: 1.000
Type 2B 以上: 0.991
Type 3 以上: 0.330

進行度の離れた誤分類が減少!

NICE/JNET分類

NICE 分類	Type 1	Type 2		Type 3
JNET 分類	Type 1	Type 2a	Type 2b	Type 3
病理タイプ	非腫瘍	腺腫	早期がん	浸透がん
NBI内視鏡 画像例				



深層学習を用いた NICE/JNET 分類に基づく大腸 NBI 拡大内視鏡画像診断支援システム

Diagnostic Support System for Colorectal NBI Magnification Endoscopic Imaging Based on NICE/JNET Classification Using Deep Learning.

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894870

大腸 NBI 内視鏡におけるコンピュータ支援診断のための FCN を用いた病変部位のセグメンテーション法

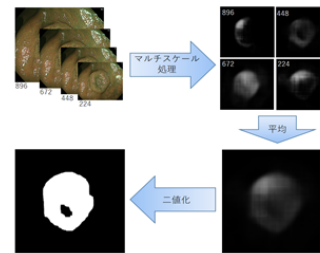
A Lesion Segmentation Method Using FCN for Computer-Aided Diagnosis in Colorectal NBI Endoscopy

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

内視鏡で診察する時、カメラの撮影角度がいつも変化しており病変として検知された領域は支援システムの診断精度に大きくかわるため、判断が行われるエリアを特定できる精密な識別方法はとても重要です。本研究では、深層学習を用いて複数の FCN (Fully Connected Network) アーキテクチャを用いたマルチスケール処理を実装し、病変領域のセグメンテーション性能をあげることに成功しました。

During endoscopic examinations, the camera's angle of view is always changing, and the area detected as a lesion greatly affects the accuracy of the diagnosis of the support system. In this research, multi-scale processing using multiple FCN (Fully Connected Network) architectures was successfully implemented using deep learning to improve the segmentation performance of the lesion area.

大腸内視鏡動画のための複数完全畳み込みネットワークを使った病変分類用領域のセグメンテーション方法



異なるサイズの画像のセグメンテーション効果

画像サイズ	F-measure
224*224	0.8012
448*448	0.8027
672*672	0.7984
896*896	0.7976
マルチスケール処理	0.8155

テストデータセットに対して平均F-measureは1.5%上がった

大腸 NBI 内視鏡におけるコンピュータ支援診断のための FCN を用いた病変部位のセグメンテーション法

A lesion segmentation method using FCN for computer-aided diagnosis in colorectal NBI endoscopy.

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9895039

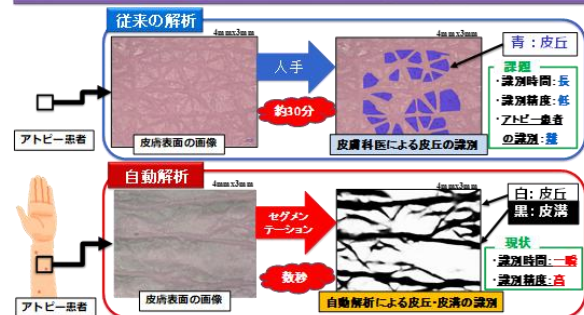
アトピー性皮膚炎の診断支援のための深層学習を使用した皮膚微細構造の自動画像解析
Automated Image Analysis of Skin Microstructure Using Deep Learning to Support in the Diagnosis of Atopic Dermatitis

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、AMED プロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、皮膚の表面構造を定量的に解析するために、AI を用いた画像解析手法を開発。皮膚部付近の微小環境の発汗機能を定量的、経時的に調べることを可能にした革新的な発汗機能定量測定法(IM 法)の画像から、健康人とアトピー性皮膚炎の患者の皮膚の皮丘と皮溝の状態を可視化し、定量化する方法を開発。客観的指標を提示することにより、皮膚の表面構造の解析や経過観察の定量化が可能になりつつある。

We developed an AI-based image analysis method to quantitatively analyze the surface structure of skin in the AMED project and developed a method to visualize and quantify the condition of skin folds and redges in healthy persons and patients with atopic dermatitis from images obtained by an innovative method for quantitative measurement of sweating function (IM method). This AI based method enables the analysis of the surface structure of the skin and quantification of the progress of the disease by providing an objective index.

皮膚微細構造(キメの細かさ)を瞬時に識別



アトピー性皮膚炎の診断支援のための深層学習を使用した皮膚微細構造の自動画像解析

Automated image analysis of skin microstructure using deep learning to support in the diagnosis of atopic dermatitis.

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894957



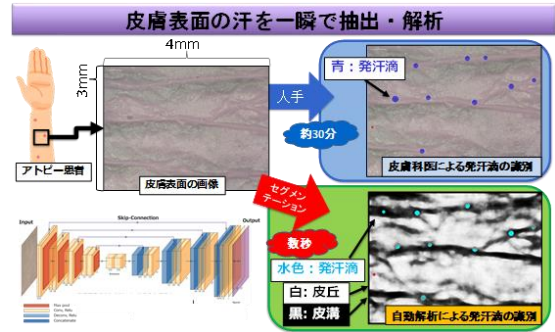
アトピー性皮膚炎の診断支援に向けた発汗滴の自動画像解析手法

Automatic Image Analysis Method of Sweating Droplets for Diagnostic Support of Atopic Dermatitis

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、AMED プロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、発汗異常を定量的に解析するために、AI を用いた画像解析手法の開発を推進。発汗システムは体温調節の他に皮膚の水分量保持と自然免疫担当器官である可能性があるが、後者に関する研究はまだ始まったばかりで、特に皮膚疾患発症における役割は殆ど解明されていない。そこで、皮疹部付近の微小環境の発汗機能を定量的、経時的に調べることを可能にした革新的な発汗機能定量測定法 (Impression Mold technique) の顕微鏡画像の AI 自動解析手法を開発する。

This research promotes the development of an AI-based image analysis method for quantitative analysis of sweating abnormalities in AMED project research. The role of the sweating system in the development of skin diseases is largely unknown. Therefore, we will develop an AI automated analysis method for microscopic images of an innovative quantitative measurement method of sweating function (IM technique).



アトピー性皮膚炎の診断支援に向けた発汗滴の自動画像解析手法

Automatic Image Analysis Method of Sweating Droplets for Diagnostic Support of Atopic Dermatitis.

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894957

ヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類

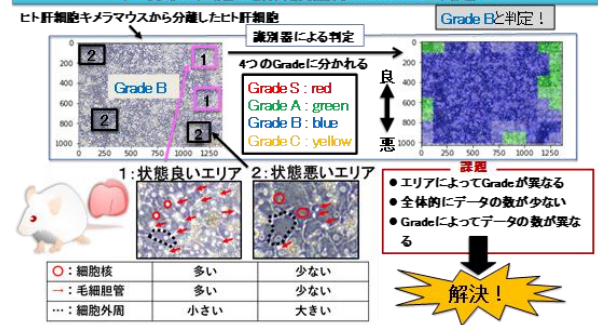
Grade Classification Using Deep Learning for Quality Control of Human Hepatocyte Chimeric Mice

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、新薬開発の過程で使われるヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類を行う。図のようにヒト肝細胞の顕微鏡画像を識別器に入れてどのエリアがどのグレードなのか判定できるようにしました。ヒト肝細胞の画像は一枚の大きな画像に対してグレードが付けられていますが、小さいエリアで見ると異なるグレードが混在し、この4つのグレードの細胞画像の数に偏りがあるという問題点がある。本研究では上記の課題を深層学習を用いた画像処理によって解決しました。

In this research, we perform grade classification using deep learning for quality control of human hepatocyte chimeric mice used in the process of new drug development. The microscopic images of human hepatocytes are included in the discriminator to determine which area is which grade. Human hepatocyte images are graded for a large image, but when viewed in a small area, different grades are mixed, and there is a problem that the number of cell images in these four grades is biased. In this research, the above problem was solved by image processing using deep learning.

不均質な細胞の顕微鏡画像のGradeを判定!



ヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類

Grade Classification Using Deep Learning for Quality Control of Human Hepatocyte Chimeric Mice

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894914

4.3 Molecular Bioinformation Research Division

分子生命情報科学研究部門

Molecular Bioinformation Research Division is specialized in the research for MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), immobilization of bio molecule, bio-sensing technology, and environmental monitoring. The outlines of researches at the Molecular Bio-information Research Division are as follows.

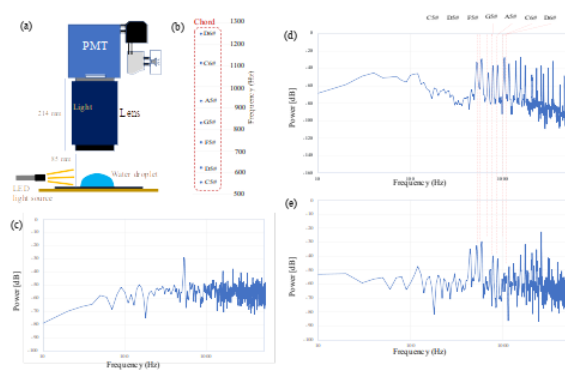
分子生命情報科学研究部門は、MEMS、バイオ分子固定、バイオセンシング、環境情報センシングに関する研究を行っている。分子生命情報科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。



生物の物理センサ・アクチュエータ
Physical Sensors and Actuators in Living Systems
教授 岩坂正和
Prof. Masakazu Iwasaka

生物の物理センサ・アクチュエータ研究の一環として、光と水滴、そして生体由来微粒子などを用い、新しい音響検出技術の開発と提案を行った。図は音響振動膜上の水滴振動を介した光スピーカerの例である。

Physical sensors and actuators in living systems were investigated.



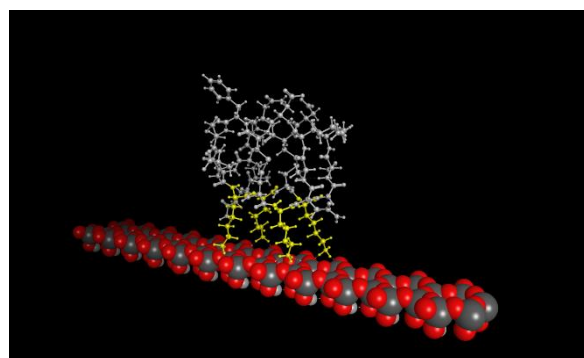
(a)はレンズを使用した場合の装置構成 (b)は音源(和音)の周波数分布 (c), (d), (e)はそれぞれ振動膜のみ、オリジナル音源および水滴付着の場合のワースペクトルを示す musical keyboard で発生した和音に含まれる周波数の音の一部が、水滴振動による反射光を介して光ディテクタで検出されている
Optical transformation of acoustic frequency signals by using water droplet and biological micro particles.



シリコンとバイオの界面制御の研究
Interface Technology between Silicon and Biomolecules
教授 黒田章夫(兼任)
Prof. Akio Kuroda

Si デバイスの表面に、活性を保ったままバイオ分子を固定化する技術は新しい半導体バイオセンサーの開発に必要である。平坦な表面構造を有するタンパク質分子を改変して、Siとの親和性が高いアミノ酸を平面状に配置することで、新規のSi結合タンパク質の開発を進めている。

The ability to target proteins to specific sites on a Si device while preserving their functions is necessary for the development of new biosensors. We are developing a novel Si-binding protein by engineering a protein to display amino acids with affinity for Si on the flat surface.



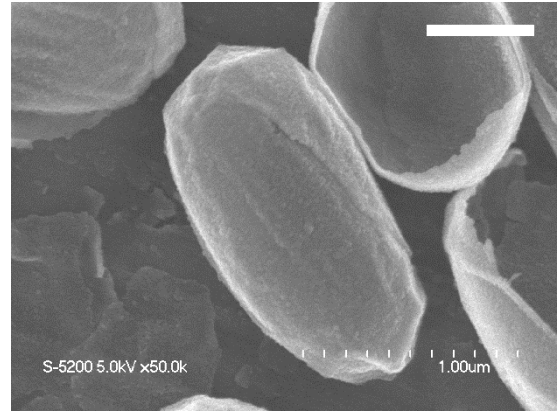
作製したSi結合タンパク質の結合モデル図
平面状に配置したアミノ酸(黄色)がSi表面と相互作用する
Molecular model of the Si-binding protein.



細菌の SiO₂ 形成機構の解析と半導体
バイオ融合デバイス開発への応用
Molecular Mechanisms of SiO₂-Forming
Bacteria and Their Applications
准教授 池田 丈(併任)
Assoc. Prof. Takeshi Ikeda

グラム陽性細菌 *Bacillus cereus* が細胞内でマイクロカプセル状の SiO₂ を形成することを発見し、その分子メカニズムの解析を進めている。SiO₂ 形成に関与する生体分子を本菌より単離し、半導体バイオ融合デバイス開発のためのツールとして利用している。

We found that a Gram-positive bacterium *Bacillus cereus* and its close relatives form a microcapsule-like structure of SiO₂ in the cell. Several biomolecules involved in silica formation have been identified and are used to fabricate Si-based biomaterials and biodevices.




B. cereus が形成したマイクロカプセル状 SiO₂ 構造体の SEM 像 スケールバー: 500 nm
SEM image of microcapsule-like SiO₂ structures isolated from *B. cereus*. Scale bar: 500 nm.

4.4 Nanomedicine Research Division

集積医科学研究部門

Nanomedicine Research Division is specialized in the research for integration between medicine and nanotechnology, nanomedicine, nanodentistry, nano-pharmacy. The outlines of researches at the Nanomedicine Research Division are as follows.

集積医科学研究部門では、ナノメディシン、ナノデンティストリー、ナノファーマシー等、医療とナノ技術の融合研究を行っている。現在行われている集積医科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。

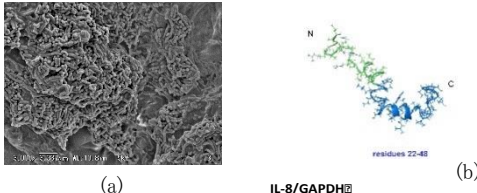
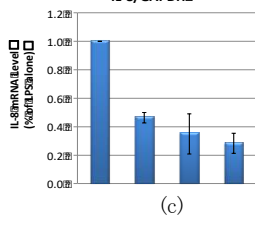


L8020乳酸菌のバクテリオシン
Bacteriocin Derived from *L. Rhamunosus* L8020

教授 二川浩樹(併任)
Prof. Hiroki Nikawa

虫歯・歯周病を抑制する L8020 乳酸菌のバクテリオシン Kog1 には、抗菌作用だけでなく、歯周病菌の内毒素 LPS を不活性化させる作用がある。

Kog1, a bacteriocin produced by *L. rhamunosus* L8020 which suppress both cariogenic bacteria and periodontal burdens in oral cavity, inactivate the LPS produced by periodontal burdens.


(a) (b) (c)

IL-8 mRNA level (% of LPS alone)

IL-8/GAPDH

L8020 乳酸菌(a)のバクテリオシン Kog1(b)は、歯周病菌の内毒素 LPS を不活性化させる作用がある(c)

Kog1(b), a bacteriocin produced by *L. rhamunosus* L8020 (a) inactivate the LPS produced by periodontal burdens (c).



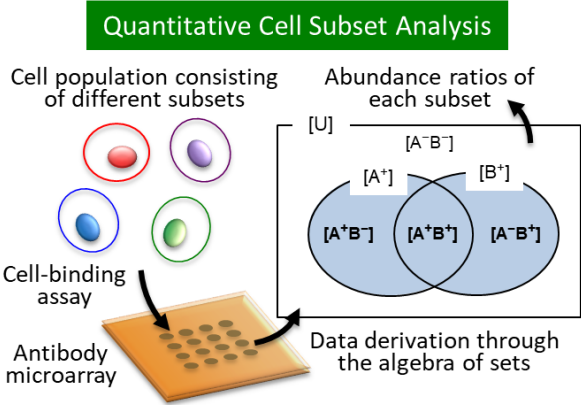
抗体アレイによる定量的サブセット分析
Quantitative Cell Subset Analysis Using Antibody Arrays

教授 加藤功一(併任)
Prof. Koichi Kato

微小なチップ上に多種類の抗体を配列固定した抗体アレイを用いて細胞表面マーカーのハイスループット解析が可能です。さらに、データ解析に集合演算の概念を取り入れることによって、細胞の定量的サブセット分析が可能になることを見出しました。

An antibody microarray on which multiple antibodies are immobilized in an array format allows us to conduct the high-throughput analysis of cell surface markers. Recently we reported that the quantitative cell subset analysis can also be made using antibody microarray by incorporating the concept of set operations into data analysis.

Quantitative Cell Subset Analysis



Cell population consisting of different subsets

Abundance ratios of each subset

Cell-binding assay

Antibody microarray

Data derivation through the algebra of sets

抗体アレイを用いた定量的サブセット分析の概要
Overview of quantitative cell subset analysis using antibody array (Reprinted with permission from "Ogasawara T, Kato K. ACS Appl. Bio Mater. 2021, 4:7673–81". Copyright 2021 American Chemical Society)



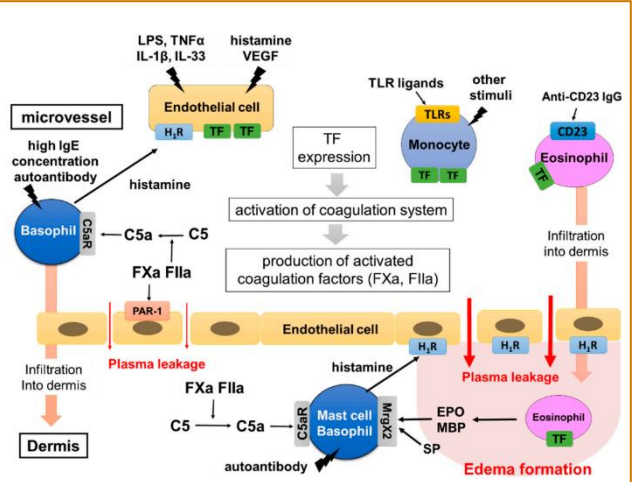
バイオセンサを利用した皮膚アレルギー病態の解析

Investigation of the Pathogenesis of Skin Allergy by Means of Biosensor

准教授 柳瀬雄輝(併任)
Assoc. Prof. Yuhki Yanase

我々はこれまで、表面プラズモン共鳴センサやインピーダンスセンサ等のバイオセンサを利用して *in vitro* 血管透過性評価モデルの開発を進めてきた。さらに、血管透過性亢進評価法を利用して、血管透過性の亢進が病態に深く関与する慢性蕁麻疹 (CSU) の発症機構に血液凝固や補体系が関与する事を明らかにした。

We clarified that synergistic expression of tissue factor (TF) on vascular endothelial cells activates the extrinsic coagulation pathway and induces vascular hyperpermeability, followed by edema formation by means of biosensors.



血液凝固反応を中心とする蕁麻疹発症機序
Hypothetical mechanism of edema formation triggered by TF in CSU. (Cells. 2021;10(7):1759)

5. Research Facilities of RIND

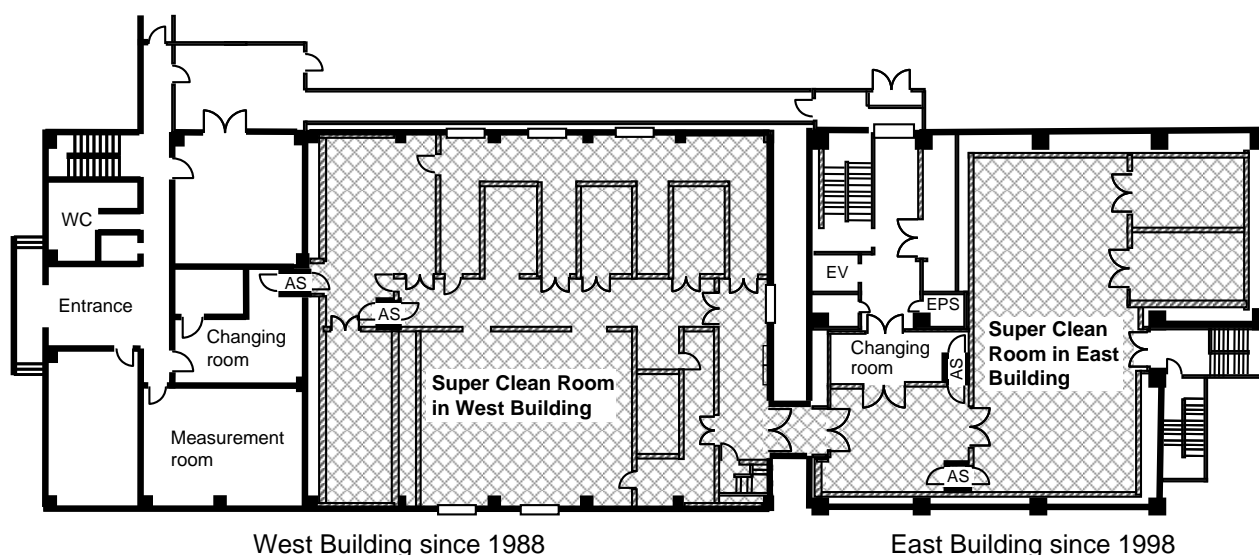
研究設備

5.1 Super clean rooms

スーパークリーンルーム

Super clean rooms, partly class 10 at 0.1- μm particles, are used for fabrication of advanced devices and LSI's.

先端デバイス及びLSIの製作はスーパークリーンルームで行われる。最も清浄度の高いセクションはクラス10（1立方フィート内に0.1 μm 以上の粒径の粒子が10個以下）である。



Plan view of clean rooms in west and east buildings. The total clean room area measures 830 m². Chemical filters are set in the east clean room to avoid hazardous gases.

西棟及び東棟クリーンルーム平面図。クリーンルーム総面積は830m²。東棟クリーンルームには危険ガス除去用のケミカルフィルターが設置されている。



Super clean room in west building.
西棟スーパークリーンルーム



Super clean room in east building.
東棟スーパークリーンルーム

5.2 Equipment for advanced devices and LSI fabrication

先端デバイス及びLSI作製のための設備

5.2.1 Lithography

リソグラフィ

- ◆ Point-beam type electron beam lithography system (ELIONIX ELS-G100)

ポイントビーム型電子ビーム描画装置
(エリオニクス ELS-G100) Resolution 6nm



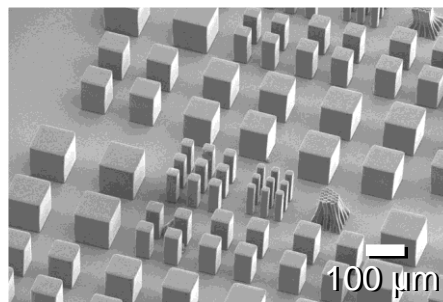
- ◆ Maskless photolithography system (Heidelberg DLA150)

マスクレス露光装置
(ハイデルベルグ DLA150) Resolution 1 μ m



- ◆ Maskless photolithography system (Nanosystem Solutions D-light DL-1000)

マスクレス露光装置 (ナノシステムソリューションズ D-light DL-1000) Resolution 1 μ m



Photoresist patterns by D-light DL-1000.
D-light DL-1000によるレジストパターン

5.2.2 Dry etching

ドライエッチング

- ◆ ICP (Inductively Coupled Plasma) etcher for Si (YOUTEC)

Si用ICP(誘導結合プラズマ)エッチング装置
(ユーテック) Cl₂, HBr, N₂, O₂ 使用可能



- ◆ ECR (Electron Cyclotron Resonance) etchers for Si (KOBELCO)

Si用ECR(電子サイクロトロン共鳴)エッチング装置
(神戸製鋼) Cl₂, BCl₃, HBr, N₂, O₂ 使用可能



◆ Si deep etching system
(Sumitomo Precision Products)

Si用深堀りエッチング装置
(住友精密工業) C_4F_6 , SF_6 , Ar 使用可能



◆ ICP etcher for highly selective etching of SiO_2
(AYUMI INDUSTRY)

SiO_2 用ICPエッチング装置
(アユミ工業) CF_4 , H_2 , O_2 , Ar 使用可能



◆ ICP etcher for SiO_2
(SAMCO)

SiO_2 用ICPエッチング装置
(サムコ) CF_4 , H_2 , O_2 , Ar 使用可能



◆ RIE (Reactive Ion Etching) system for SiO_2
(KOBELCO)

SiO_2 用RIE(反応性イオンエッチング)装置
(神戸製鋼) CF_4 , H_2 , O_2 使用可能



◆ ICP etcher for Al
(YOUTEC)

Al用ICPエッチング装置
(ユーテック) Cl_2 , BCl_3 , N_2 使用可能



◆ Magnetron RIE system for Al
(KOBELCO)

Al用マグネトロンRIE装置
(神戸製鋼) Cl_2 , BCl_3 , N_2 使用可能



◆ Chemical dry etching system for Si_3N_4 and poly-Si (KOBELCO)

Si_3N_4 及び SiO_2 用ケミカルドライエッチング装置
(神戸製鋼) CF_4 , N_2 , O_2 使用可能



◆ Plasma asher for removing photoresist (KOBELCO)

レジスト除去用プラズマアッシング装置
(神戸製鋼) N_2 , O_2 使用可能



5.2.3 Oxidation, annealing, and doping

酸化、アニール、不純物注入

◆ Oxidation and diffusion furnaces (Tokyo Electron)

酸化・拡散炉
(東京エレクトロン) Max. Temp. 1150°C



◆ Ion implanter (ULVAC)

イオン注入装置 Max 200 keV
(アルバック) B, As, P 等注入可能



◆ RTA (Rapid Thermal Annealing) system (Samco HT-1000)

高速熱処理装置
(サムコ HT-1000) Max. Temp. raise rate 200°C/s



◆ Phosphorus diffusion furnaces (SHINKO SEIKI)

リン拡散炉
(神港精機) Max. Temp. 900°C



- ◆ Annealing furnaces for general purpose
(Koyo Thermo System)

汎用熱処理装置 H₂, N₂, O₂, Low Pressure
(光洋サーモシステム) Max. Temp. 1000°C



酸化炉講習風景
Training of oxidation

5.2.4 Dielectric film deposition and epitaxial growth

絶縁膜堆積・エピタキシャル成長

- ◆ Low-pressure chemical vapor deposition (CVD)
reactors for SiO₂, SiN, poly-Si
(Tokyo Electron)

減圧CVD(化学気相成長)炉 (東京エレクトロン)
SiO₂, SiN, poly-Si堆積可能



- ◆ Atmospheric pressure CVD reactor for SiO₂
Doing of P and B possible (AMAYA)

SiO₂堆積用常圧CVD装置
(天谷製作所) PおよびBドーブ可能



- ◆ Parallel plate type clean plasma CVD reactor for
SiN, SiO₂, and amorphous Si (ULVAC)

平行平板型プラズマCVD装置 (アルバック)
SiN, SiO₂, アモルファスSi 堆積可能



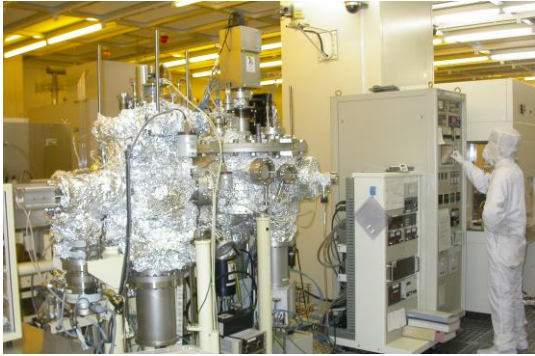
常圧CVDウェハセッティング風景
Wafer setting to atmospheric CVD reactor

5.2.5 Metal deposition

金属薄膜堆積

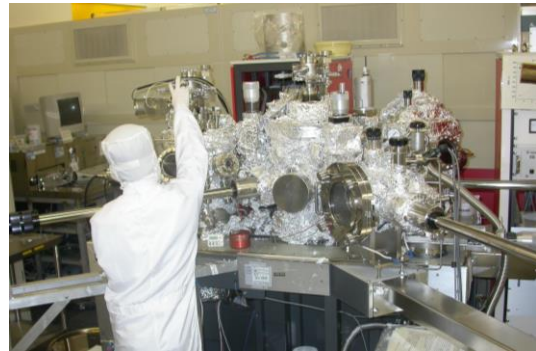
- ◆ Metal/dielectrics sputtering system for BiSrTiO compound etc. (ULVAC)

金属/絶縁膜スパッタリング装置
(アルバック) BiSrTiO等堆積可能



- ◆ Sputtering machine for metal interconnects for Al, Ti, TiN (EIKO)

金属配線用スパッタリング装置
(エイコー) Al, Ti, TiN 堆積可能



- ◆ Sputtering system for general purpose for variety materials (EIKO)

汎用スパッタ装置 (エイコー)
広範な材料堆積



- ◆ Vacuum evaporation system for variety of metals (Donated: RICOH)

真空蒸着装置 (寄贈:リコー)
Al 等堆積可能

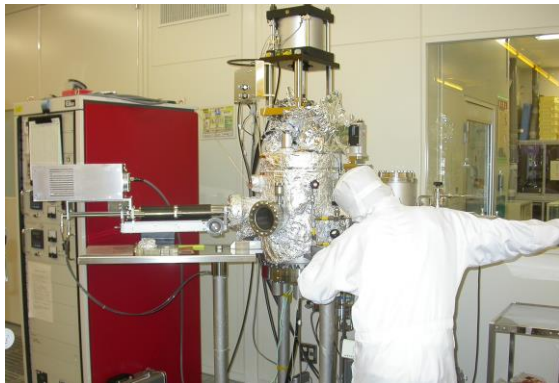


5.2.6 Others

その他

- ◆ Surface-activated bonding system (EIKO)

表面活性化接合装置 (エイコー)
Ar, H₂ Plasma treatment 可能



スパッタリング装置ウェハセッティング風景

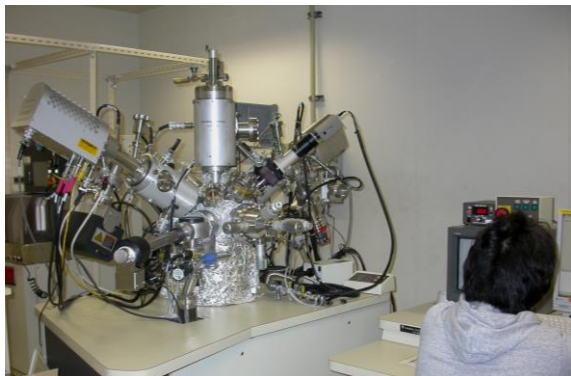
Wafer setting to sputtering machine

5.3 Characterization and diagnostics equipment

評価・分析装置

- ◆ Secondary ion mass spectroscopy (SIMS) system with Cs and O ion gun (ULVAC-PHI PHI-6650)

2次イオン質量分析装置 (アルバック-ファイ PHI-6650) Cs, Oガン装備



- ◆ Total reflection of X-ray fluorescence spectrometer (Technos TREX-610)

全反射蛍光X線分析装置 (Technos TREX-610)
感度(Cr-Zn) 10^{10} atom/cm²



- ◆ Fourier-transform infrared spectrometer (FTIR) (JEOL)

フーリエ変換赤外分光光度計
(日本電子) Resolution 0.5cm⁻¹



- ◆ Atomic force microscope (AFM) (Seiko Instruments Inc. SPI3800)

原子間力顕微鏡 (セイコーインスツルメンツ SPI3800) Resolution Z:0.01nm, X, Y:0.1nm



- ◆ High resolution X-ray diffractometer (Rigaku ATX-E)

高解像度X線回折装置
(リガク ATX-E) Angle resolution 0.0002°



- ◆ X-ray diffractometer (Rigaku RINT2100)

X線回折装置
(リガク RINT2100)



◆ Ellipsometer
(Rudolph Research Auto EL)

エリプソメーター (ルドルフリサーチ Auto EL)
Measurable thickness > 10nm



◆ Spectroscopic ellipsometer
(J.A.Woollam JAPAN M-2000D)

分光エリプソメーター (ジェー・エー・ウーラム・
ジャパン M-2000D) Measurable thickness > 10nm



◆ Hall effect measurement system
(ACCENT HL5500PC)

ホール効果測定装置 (ACCENT HL5500PC)
Input impedance $10^{10} \Omega$



◆ High-resolution X-ray photoelectron spectroscopy
(XPS) system (KRATOS ESCA-3400)

X線光電子分光分析装置
(KRATOS ESCA-3400) X ray source: Mg, Ka



◆ High-resolution X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) system (VG Scienta ESCA-300)

X線光電子分光分析装置 (VGシエンタ ESCA-300) Radius of analyzer: 300mm, X-ray source: 4kW



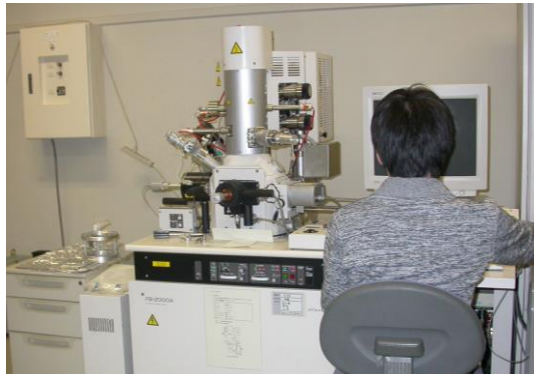
◆ Field emission scanning electron microscope (FE-SEM) (Hitachi S4700)

電界放出型走査電子顕微鏡
(日立 S4700) Resolution 1.5nm



◆ Focused ion (Ga) beam (FIB) system (Hitachi FB-2000)

集束イオン(Ga)ビーム加工装置
(日立 FB-2000) Min. beam diameter 10nm



◆ Manual wafer prober (Vector Semiconductor) and semiconductor parameter analyzer (Keithley)

マニュアルプローバー(ベクターセミコン)及び
半導体パラメータアナライザ(ケースレー)

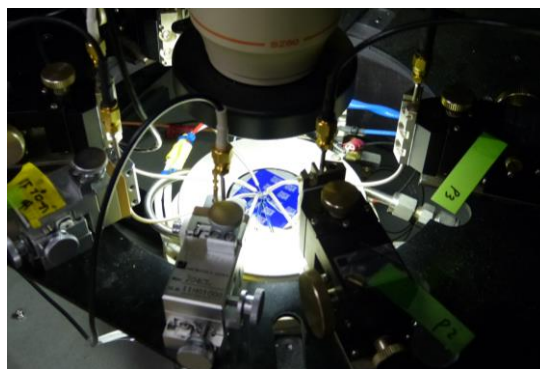


◆ Semi-automatic wafer prober (Vector Semiconductor AX-2000)

セミオートプローバー
(ベクターセミコンAX-2000)



SEMロードロック室へのウェハセッティング風景
Wafer setting to SEM load-lock chamber



マニュアルプローバーによる電気特性測定
Measuring electrical properties using manual prober

5.4 VLSI CAD environment

VLSI設計用CAD環境

5.4.1 Hardware

ハードウェア

Workstations

- ◆ SUN: 11 machines (SunFire X4600×1, SunFire V440×2, SunBlade2500×2, SunBlade2000×3, SunBlade1000×3)
- ◆ HP: 9 machines (ProLiant DL580G5×3, xw9300×1, xw8600×1, j6750×1, c8000×2, b2000×1)



Workstations for TCAD and LSI design
TCAD及びLSIデザイン用ワークステーション

5.4.2 Software

ソフトウェア

TCAD tools

- ◆ Process/Device Simulators: SYNOPSIS TSUPREM4/MEDICI, ISE TCAD, SYNOPSIS Sentaurus, Selete ENEXSS

Other simulators

- ◆ Electromagnetic Field Simulators: ANSOFT HFSS, CST Microwave Studio
- ◆ Optical Wave-guide Simulator: Apollo Photonics APSS

LSI design tools

- ◆ Layout Design: CADENCE Virtuoso*, JEDAT alpha-SX(ISMO), Silvaco Expert*

- ◆ Schematic Design: CADENCE Composer*, JEDAT alpha-SX(ASCA), Silvaco Gateway
- ◆ Functional Simulators: CADENCE SPW*, Mathworks MATLAB
- ◆ Circuit Simulators: CADENCE Artist*, Spectre*, Silvaco SmartSpice*, SYNOPSIS Star-HSPICE*, HSIM*, TimeMill/PowerMill*, NanoSim*
- ◆ Logic Simulators: CADENCE NC-Verilog*, VerilogXL*, MENTOR ModelSim*, SYNOPSIS VSS*
- ◆ Logic Synthesis: ALTERA QuartusII, CADENCE HDL Compiler*, SYNOPSIS Design Compiler*, FPGA Compiler*, XILINX ISE Foundation
- ◆ Automatic P&R: SYNOPSIS Milkyway*, Astro*, IC-Compiler*, CADENCE SoC-Encounter*
- ◆ Verification: CADENCE Diva*, Dracula*, Assura*, JEDAT Layver, MENTOR Calibre*, SYNOPSIS Hercules*

Notice that various kinds of popular CAD software (marked with “**”) which support Verilog HDL/VHDL simulation, synthesis, layout design and verification for digital/analog VLSIs are provided by VLSI Design and Education Center (VDEC), the University of Tokyo.

6. List of Publications

6.1 Advanced device, process, and material technologies for ULSI

6.1.1 Fabrication techniques for MOS devices and TFTs

- [1] T. Goto, Y. Shiba, A. Teramoto, Y. Kishi and S. Sugawa, “Effect of charge-up of surfaces of sintered Y2O3 and yttrium oxyfluoride on their erosion rates due to ion bombardment,” *Journal of Vacuum Science & Technology B*, **40**, pp. 062205-1-7, 2022.
- [2] T. Mawaki, A. Teramoto, K. Ishii, Y. Shiba, R. Kuroda, T. Suwa, S. Azumo, A. Shimizu, K. Umezawa, Y. Shirai, and S. Sugawa, “Adsorption and surface reaction of isopropyl alcohol on SiO2 surfaces,” *Journal of Vacuum Science & Technology A* **40**, pp. 053201_1-8, 2022.
- [3] Y. Amemiya, J. Tsuchimoto, H. Hosoya, H. Nakanishi, C. Watanabe, and A. Teramoto, “Evaluation of MR ratio and reliability of MTJ device having SiN sidewall by modifying reference layer thickness,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **62**, pp. SC1036_1-6, 2023.
- [4] C. Watanabe, J. Tsuchimoto, H. Hosoya, Y. Amemiya, Y. Miyazaki, and A. Teramoto, “Endurance characteristics of MgO based 120 nm size MTJ for various write/erase switching pulse width,” *Special MRAM poster session IEDM*, No.1, 2022.
- [5] Y. Amemiya, J. Tsuchimoto, H. Hosoya, H. Nakanishi, C. Watanabe, and A. Teramoto, “Effect of SiN Sidewall and Reference-Layer-Thickness Dependence of MR Ratio for High Performance STT-MRAM,” *Extended Abstracts of the 2022 International Conference on Solid State Devices and Materials*, pp. 383-384, 2022.
- [6] A. Yamamoto, Y. Kaga, T. Aso, S.-I. Kuroki, H. Momose, and K. Johguchi, “Flexible and compact perspiration-monitoring system with 0.18 μm BCD process and PDMS micro air-flow path,” *J. Appl. Phys.* **62**, SC1078-1 - SC1078-10, 2023.
- [7] T. T. Nguyen, T. Hirata, and S.-I. Kuroki, “Nanowire single-crystal grain and single grain boundary silicon field effect transistors for direct electrical characterization of grain boundaries,” *Applied Physics Express* **16**, 025502, 2023.
- [8] M. Tsutsumi, T. Meguro, A. Takeyama, T. Ohshima, Y. Tanaka, and S.-I. Kuroki, “Integrated 4H-SiC Photosensors With Active Pixel Sensor-Type Circuits for MGy-Class Radiation Hardened CMOS UV Image Sensor,” *IEEE Electron Device Lett.* **44**(1), pp. 100 – 103, 2023.

- [9] T. Meguro, A. Takeyama, T. Ohshima, Y. Tanaka, S.-I. Kuroki, "Hybrid Pixels With Si Photodiode and 4H-SiC MOSFETs Using Direct Heterogeneous Bonding Toward Radiation Hardened CMOS Image Sensors," *IEEE Electron Device Lett.*, **43**(10), pp. 1713 – 1716, 2022.
- [10] V. V. Cuong, T. Meguro, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, S.-I. Kuroki, "Amplifier Based on 4H-SiC MOSFET Operation at 500 °C for Harsh Environment Applications," *IEEE Trans. Electron Devices*, **69**(8), pp. 4194 – 4199, 2022.
- [11] K. Kojima, S. Sato, T. Ohshima, and S.-I. Kuroki, "Growth of vanadium doped semi-insulating 4H-SiC epilayer with ultrahigh-resistivity," *J. Appl. Phys.* **131**, 245107-1 - 245107-8, 2022.
- [12] A. Takeyama, T. Makino, Y. Tanaka, S.-I. Kuroki, and T. Ohshima, "Threshold voltage instability and hysteresis in gamma-rays irradiated 4H-SiC junction field effect transistors," *J. Appl. Phys.* **131**, 244503-1 - 244503-8, 2022.
- [13] T. T. Nguyen, and S.-I. Kuroki, "Characterization of Continuous-Wave Laser Crystallized Silicon Thin Films with Hole-Patterns," *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, **11**, 055001 1-4, 2022.
- [14] S. Emoto, A. Isobe, T. Ikari, K. Kawamura, S.-I. Kuroki, and M. Naitoh, "Observation of Metal-free Phthalocyanine Adsorbed on SiC Reconstructed Surface," *E-JOURNAL OF SURFACE SCIENCE AND NANOTECHNOLOGY*, pp. 257-260, 2022.
- [15] S.-I. Kuroki, T. Kai, M. Tsutsumi, T. Meguro, V. V. Cuong, A. Takeyama, T. Makino, T. Ohshima, K. Kojima, and Y. Tanaka, "SiC CMOS Integrated Circuits and Image Sensors for Extreme Environment Applications," *IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing (IEEE EDTM)*, 49A-1, 2023, (Invited).
- [16] V. V. Cuong, K. Koyanagi, T. Meguro, and S.-I. Kuroki, "Bias temperature stress instability in 4H-SiC capacitors with different metal gate in extremely high temperature environment," *International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022)*, Th-P-B.11, 2022.
- [17] M. Tsutsumi, T. Meguro, A. Takeyama, T. Ohshima, Y. Tanaka, and S.-I. Kuroki, "Operating Characteristics of 4H-SiC 3T/4T- Active Pixel Sensors," *International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022)*, Th-3-B.7, 2022.
- [18] V. V. Cuong, T. Meguro, S. Ishikawa, H. Sezaki, T. Maeda, and S.-I. Kuroki, "Parameter Extraction from Transfer Characteristics Measurement of 4H-SiC MOSFET in Extremely High Temperature Ambient," *International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022)*, pp. Th-P-B.10, 2022.

- [19] K. Kojima, S. Sato, T. Ohshima, and S. Kuroki, "Impact of conductivity type of vanadium doped 4H-SiC epilayer on semi-insulating characteristics," International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022), Tu-3-B.3, 2022.
- [20] T. Shima, T. Kai, K. Kojima, T. Ohshima, Y. Tanaka, and S.-I. Kuroki, "Noise Margins and BTI Characteristics of 4H-SiC CMOS Circuits in High-Temperature Environment," International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022), Tu-11B.2, 2022.
- [21] T. Kai, K. Kojima, T. Ohshima, Y. Tanaka, and S.-I. Kuroki, "Bipolar Characteristics of Vanadium-doped 4H-SiC Semi-Insulating Layer for Well-less CMOS Circuits," International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2022 (ICSCRM2022), 2022.
- [22] V. V. Cuong, T. Meguro, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, and S.-I. Kuroki, "High-Temperature Electronics for Harsh Environment Applications," The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, IT-3, 2022, (Invited).
- [23] Jiawen Yu, Hiroaki Hanafusa, and S. Higashi, "Development of a real-time temperature measurement technique for SiC wafer during ultra-rapid thermal annealing based on optical-interference contactless thermometry (OICT)," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **62**, SC1075-1 - SC1075- 8, 2023.
- [24] T. Nojima, H. Hanafusa, T. Sato, S. Hayashi, and S. Higashi, "Growth of high-crystallinity silicon films by a combination of intermittent pulse heating and plasma-enhanced chemical vapor deposition," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **61**, S11010-1 - S11010- 6, 2022.
- [25] S. Higashi, A. Kameda, H. Kato, and H. Hanafusa, "Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet Technology for Semiconductor Device Manufacturing," 15th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials 16th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science(ISPlasma2023/IC-PLANTS2023), Gifu, Japan, 2023, (Invited).
- [26] S. Higashi, K. Fujimoto, and H. Hanafusa, "3-D Imaging of Temperature Variations in 4H-SiC Schottky Barrier Diode under Operation based on Optical Interference Contactless Thermometry," 13th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Sendai, Japan, pp. 43-44. I-09, 2023, (Invited).
- [27] S. Higashi, R. Sumichika, T. Suehiro, H. Hanafusa, and Y. Okamura, "Single Crystalline Silicon CMOSFETs on Plastic and Their Application to Highly Sensitive Virus Detection System," Proc.29th Int. Display Workshops (IDW'22), Fukuoka, Japan, pp. 1045-1046, 2022, (Invited).
- [28] H. Kato, H. Hanafusa, T. Sato, S. Higashi, "Ultra-fast Etching of Photoresist by Reactive Atmospheric-pressure Thermal Plasma Jet," 2022 International Symposium on Semiconductor Manufacturing (ISSM2022),

Tokyo, Japan, pp. 1-3. PO-42, 2022.

- [29] J. Yu, K. Matsuguchi, T. Sato, H. Hanafusa, S. Higashi, "Development of a Real-Time Temperature Measurement Technique for SiC Wafer During Ultra-Rapid Thermal Annealing Based on Optical-Interference Contactless Thermometry (OICT)," Ext. Abs.2022 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2022), Makuhari Messe + Online Conference, pp. 675-676, 2022.

6.1.2 Impulse-radar detector for breast cancer

- [30] Z. Wang, X. Xiao, C. Yang, and T. Kikkawa, "Combined Approach to Estimate Blood Glucose Level in Noninvasive Monitoring: Ultra-Wide Band Microwave and Cascaded General Regression Neural Network," IEEE Transactions on Industrial Informatics, **18**(8), pp. 5105-5114, 2022.
- [31] B. Wei, H. Song, J. Katto, and T. Kikkawa, "RSSI-CSI Measurement and Variation Mitigation with Commodity WiFi Device," IEEE Internet of Things Journal (Early Access), 2022.
- [32] L. Peng , H. Song , X. Xiao , G. Liu , M. Lu , Y. Liu, B. Wei, and T. Kikkawa, "A Fused Learning and Enhancing Method for Accurate and Noninvasive Hydration Status Monitoring With UWB Microwave Based on Phantom," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques (Early Access), 2023.
- [33] G. Liu, X. Xiao, M. Lu, X. Zhang, and T. Kikkawa, "A Compact Ultra-Wideband Sub-Nanosecond Pulse Generator with Step Recovery Diodes," Measurement Science and Technology, Accepted Manuscript online 3, 2023.
- [34] M. Lu, X. Xiao, G. Liu, H. Lu, Y. Pang, and T. Kikkawa, "Breast tumor detection by 1D-convolutional neural network based on ultra-wide-band microwave technology," Measurement Science and Technology, **34**(2), 2022.
- [35] H. Song, S. Sasada, M. Okada, K. Arihiro, X. Xiao, T. Ishikawa, and T. Kikkawa, "Dot Product of Confocal Images for Portable Radar-Based Microwave Imaging," Proc. European Conference on Antenna and Propagation (EuCAP2023), Florence, Italy, 2023.
- [36] T. Kikkawa, H. Song, K. Arihiro, and S. Sasada, "Microwave Imaging for Breast Cancer Screening, Chap. 10," in Biomedical Engineering, edt. Miyauchi / Miyahara, Jenny Stanford Publishing, Singapore, 2022.

6.1.3 CVD and contamination/particle control

- [37] J. Lang, K. Takahashi, M. Kubo, and M. Shimada, "Ag-Doped TiO₂ Composite Films Prepared Using Aerosol-Assisted, Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition," *Catalysts*, **12**(4), 365, 2022.
- [38] J. Lang, K. Takahashi, M. Kubo, and M. Shimada, "Preparation of TiO₂-CNT-Ag Ternary Composite Film with Enhanced Photocatalytic Activity via Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition," *Catalysts*, **12**(5), 508, 2022.
- [39] M. Hudandini, N. R. Puri, S. Winardi, W. Widiyastuti, M. Shimada, and K. Kusdianto, "Photocatalytic Activity of ZnO/Ag Nanoparticles by a Spray Pyrolysis Method with Different O₂:N₂ Carrier Gas Ratio and Ag Contents," *Catalysts*, **12**(12), 1374, 2022.
- [40] M. Kubo, T. Matsumoto, and M. Shimada, "Spray Synthesis of Pd Nanoparticle Incorporated HKUST-1, and Its Catalytic Activity For 4-Nitrophenol Reduction," *Advanced Powder Technology*, **33**(8), 103701, 2022.
- [41] T. Marui, T. Tomonaga, H. Izumi, Y. Yoshiura, C. Nishida, H. Higashi, K.-Y. Wang, M. Shijo, M. Shimada, M. Kubo, and Y. Morimoto, "Pulmonary Toxicity of Tungsten Trioxide Nanoparticles in an Inhalation Study and an Intratracheal Instillation Study," *J. Occup. Health*, **64**, e12367, 2022.

6.1.4 Organic electronic devices and application for organic chemical materials

- [42] R. Kawasaki, K. Kondo, R. Miura, K. Yamana, H. Isozaki, R. Shimada, S. Kawamura, H. Hirano, T. Nishimura, N. Tarutani, K. Katagiri, A. Stubelius, S. Sawada, Y. Sasaki, K. Akiyoshi, and A. Ikeda, "Theranostic Agent Combining Fullerene Nanocrystals and Gold Nanoparticles for Photoacoustic Imaging and Photothermal Therapy," *Int. J. Mol. Sci.*, **23**(9), pp. 4686, 2022.
- [43] K. Nishimura, R. Shimada, K. Yamana, R. Kawasaki, T. Nakaya, and A. Ikeda, "Effect of Meso-Position toward Stability and Photodynamic Activity of Lipid-Membranes Incorporated Porphyrin Derivatives," *ChemMedChem*, **17**(9), pp. e202200070, 2022.
- [44] H. Yamada, R. Kawasaki, K. Yasuhara, and A. Ikeda, "Release of Liposomes Associated with Solation of Liposome Gel by the Addition of Cyclodextrins," *RSC Adv.*, **12**(34), pp. 22202–22209, 2022.
- [45] S. Kawamura, R. Kawasaki, S. Hino, K. Yamana, M. Okuno, T. Eto, and A. Ikeda, "Formulation of Water-Dispersible Hydrophobic Compound Nanocomplexes with Polypeptides via Supramolecular Approach Using a High-Speed Vibration Milling Technique," *RSC Adv.*, **12**(49), pp. 32012–32019, 2022.
- [46] K. Takahashi, S. Umezane, T. Ono, S. Fukutomi, M. Ihara, Y. Hisaeda, R. Kawasaki, and A. Ikeda, "Aqueous Solutions of a Porous Host–Poly-L-lysine Complex with Information on Solids as Different Fluorescence by

Guests,” *Chem. Asian J.*, **17**(23), pp. e202200879, 2022.

- [47] M. Okuno, K. Yamana, R. Kawasaki, Y. Konishi, T. Ono, T. Ishi-I, and A. Ikeda, “Aqueous Solutions with Information on Solids: Room-Temperature Phosphorescence of Polysaccharide–Benzophenone Complexes,” *RSC Adv.*, **13**(6), pp. 3528–3533, 2023.
- [48] K. Masuda, R. Omokawa, R. Kawasaki, Y. Mise, Y. Ooyama, S. Harada, W. Shinoda, and A. Ikeda, “Fluorescence Turn-on of Tetraphenylethylene Derivative by Transfer from Cyclodextrin to Liposomes, HeLa cells, and E. coli,” *Chem. Eur. J.*, **29**(10), pp. e202203071, 2023.
- [49] S. Umezane, S. Fukutomi, T. Ono, Y. Hisaeda, T. Nishimura, R. Kawasaki, and A. Ikeda, “Fluorescence sensor Using Porous Host Molecules Deposited on Filter Paper with Vapochromic and Mechanochromic Properties,” *New J. Chem.*, **47**(9), pp. 4166–4171, 2023.

6.2 Technologies for intelligent systems

6.2.1 Wireless communication and network

- [50] T. Furuichi, M. Motoyoshi, S. Kameda, T. Shiba, and N. Suematsu, “RF Signal Frequency Identification in a Direct RF Undersampling Multi-band Real-time Spectrum Monitor for Wireless IoT Usage,” *IEICE Trans. Commun.*, E105-B(4), pp. 461-471, 2022.
- [51] 古市 朋之, 秋元 浩平, 本良 瑞樹, 亀田 卓, 芝 隆司, 末松 憲治, “リアルタイムスペクトラムモニター用ダイレクト RF アンダーサンプリング受信機における簡易スペクトラム復元法,” *信学論*, J105-C(4), pp. 117-126, 2022.
- [52] 千田 司, 亀田 卓, 末松 憲治, “ビジー時間率を利用したバックオフ制御によるミリ波帯 WBAN 通信機会公平化手法,” *信学論*, J105-B(10), pp. 781-791, 2022.
- [53] R. Tamura, M. Motoyoshi, S. Kameda, and N. Suematsu, “7.5 GHz-Band Digital Beamforming Using 1-bit Direct Digital RF Transmitter with 10GbE Optical Module,” 2021 51st European Microwave Conference (EuMC), London, United Kingdom, pp. 51-54, 2022.
- [54] T. Shiba, T. Furuichi, K. Akimoto, M. Motoyoshi, S. Kameda, and N. Suematsu, “Real-Time Wideband Spectrum Monitor Using Multiple Sampling Frequency Direct RF Undersampling for Wireless IoT,” 2021 51st European Microwave Conference (EuMC), London, United Kingdom, pp. 725-728, 2022.

- [55] H. Oguma, R. Kawai, S. Kameda, and N. Suematsu, "Evaluation of Transmission Timing Control Error for QZSS Short Message SS-CDMA Communication System," 2022 Thirteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Barcelona, Spain, pp. 29-34, 2022.
- [56] S. Kameda, "Synchronized SS-CDMA Using Space-Time Synchronization for Massive Connect IoT," 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, pp. 43-45, 2022.
- [57] S. Hara, R. Dong, S. Lee, K. Takano, N. Toshida, A. Kasamatsu, K. Sakakibara, T. Yoshida, S. Amakawa, and M. Fujishima, "A 76-Gbit/s 265-GHz CMOS receiver with WR-3.4 waveguide interface," in IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2022.
- [58] S. Lee, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "A 300-GHz Analog Demodulation CMOS Receiver for IEEE 802.15.3d," The 14th Global Symposium on Millimeter-Waves & Terahertz(GSMM2022), 2022.
- [59] Y. Sako, T. Kobayashi, S. Hara, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "254-GHz-to-299-GHz Down Conversion Mixer Using 45nm SOI CMOS," 65th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS 2022), 2022.
- [60] M. Fujishima, "A Potential of Terahertz Communication Not Limited to Short Range," 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT 2022), 2022.
- [61] S. Lee, Y. Morishita, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "300-GHz Self-Heterodyne-Mixing-Receiver-Based Wireless Data Transmission," 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT 2022), 2022.
- [62] S. Yabuki, S. Fujimoto, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "29-to-65-GHz CMOS Amplifier with Tunable Frequency Response," 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT 2022), 2022.
- [63] M. Fujishima, "Challenges and Future of Sub-THz Communications Using CMOS Integrated Circuits," The European Microwave Conference 2022 (EuMC 2022), 2022.
- [64] M. Fujishima, "Sub-Terahertz Transceivers in Silicon— Issues and Challenges —," imec seminar, 2022.
- [65] 藤島実, "300 GHz 帯 CMOS トランシーバーとフェイズドアレーアンテナ," T4 次世代テラヘルツ通信に向けた無線・光融合のデバイス・材料技術 (2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会), 2022.
- [66] M. Fujishima, "300-GHz band transceiver using silicon CMOS integrated circuits—Behind-the-scenes of circuit design that exceeds f_{max} —," 2022 International Conference on Analog VLSI Circuits (AVIC), 2022.

- [67] M. Fujishima, “Will Terahertz Communication Change the World?,” The 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2022), 2022.
- [68] 藤島実, “300GHz 帯 CMOS トランシーバと通信ハードウェアの未来,” 電子情報通信学会 総合大会, 2023.

6.2.2 Massive-parallel mobile-embedded processor

- [69] H. Hamano, S. Arai, A. Hamai, K. Kageyama, X. Kong, T. Koide, and T. Kumaki, “Implementation of self-organization map with content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix processing core,” World Symposium on Communication Engineering (WSCE2022), 2022.
- [70] K. Kageyama, S. Arai, H. Hamano, X. Kong, T. Kumaki, and T. Koide, “Implementation of parallel AES processing with CAM-based massive-parallel SIMD matrix core,” World Symposium on Communication Engineering (WSCE2022), 2022.
- [71] K. Kageyama, S. Arai, H. Hamano, X. Kong, T. Koide, and T. Kumaki, “Implementation of floating-point arithmetic processing on content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core,” IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Jan., 2023.

6.2.3 Computer aided diagnosis system

- [72] 藤澤 拓海, 小出 哲士, 高橋 真生, 稲松 睦, 立野 知世, “ヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類,” 第 28 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2022), IS1-16, SO1-16, 2022.
- [73] 宮地 悠馬, 道田 竜一, 小出 哲士, 青山 裕美, 林田 季優, “アトピー性皮膚炎の診断支援のための深層学習を使用した皮膚微細構造の自動画像解析,” 第 28 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2022), IS1-15, SO1-15, 2022.
- [74] 道田 竜一, 宮地 悠馬, 小出 哲士, 青山 裕美, 林田 季優, “アトピー性皮膚炎の診断支援に向けた発汗滴の自動画像解析手法,” 第 28 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2022), IS1-33, SO1-33, 2022.
- [75] 呉 泳飛, 片山 大輔, 道田 竜一, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 岡本 由貴, 岡 志郎, 田中 信治, “大腸 NBI 内視鏡におけるコンピュータ支援診断のための Fully Convolutional Network を用いた

病変部位のセグメンテーション法,” 第 28 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2022), IS1-19, SO1-19, 2022.

- [76] 片山 大輔, 呉 泳飛, 道田 竜一, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 岡本 由貴, 岡 志郎, 田中 信治, “深層学習を用いた NICE/JNET 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法,” 第 28 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2022), IS1-20, SO1-20, 2022.
- [77] T. Fujisawa, T. Koide, M. Takahashi, M. Inamatsu, and C. Mukaidani-Tateno, “A Cell Image Classification Method for Quality Control of Chimeric Mice with Humanized Livers,” Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022), 2022.
- [78] Y. Wu, D. Katayama, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, Y. Okamoto, S. Oka, and S. Tanaka, “A U-Net Based Lesion Segmentation Method for Computer-Aided Diagnosis in Colorectal NBI Endoscopy,” Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022), 2022.
- [79] D. Katayama, Y. Wu, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, Y. Okamoto, S. Oka, and S. Tanaka, “An Endoscopic image Classifier Using Deep Learning Considering Progression of Colorectal Cancer,” Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022), 2022.
- [80] Y. Miyaji, R. Michida, T. Koide, Y. Hayashida, and Y. Aoyama, “Unet based image segmentation of sweat droplets for assisting assessment of atopic dermatitis,” Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022), 2022.

6.3 Bioscience and technology

6.3.1 Biological devices and systems

- [81] N. Matsuo, K. Yoshida, K. Sumitomo, K. Yamana, and T. Tabei, “Ambipolar Conduction of λ -DNA Transistor Fabricated on SiO₂/Si Structure,” IEICE TRANS. ELECTRON., E105–C (8), pp. 369-374, 2022.
- [82] H. Funabashi, K. Nakatsuka, S. Yoshida, H. Shigeto, R. Hirota, T. Ikeda, and A. Kuroda, “Design of split G-quadruplex-based DNA-bridged nucleic acid chimera nanotweezers that recognize short nucleic acids with a single-base mismatch,” Sens. Mater., **34**, pp. 3093-3100, 2022.

6.3.2 Magnetic effect of biological materials

- [83] D. Yano, M. Bessho-Uehara, J. Paitio, M. Iwasaka, and Y. Oba, "14-3-3 proteins are luciferases candidate

proteins from lanternfish *Diaphus watasei*," *Photochemical & Photobiological Sciences* volume 22, pp. 263–277, 2023.

6.4 Medical science and technology

6.4.1 Diagnosis and regenerative medical technologies

- [84] Y. Mine, K. Okuda, R. Yoshioka, Y. Sasaki, T. Y. Peng, M. Kaku, Y. Yoshiko, H. Nikawa, and T. Murayama, "Occlusal Trauma and Bisphosphonate-related Osteonecrosis of the Jaw in Mice," *Calcified Tissue International* **110**(3) pp. 380-392, 2022.
- [85] T. Shuto, Y. Mine, S. Makihira, H. Nikawa, T. Wachi, and K. Kakimoto, "Alterations to titanium surface depending on the fluorides and abrasives in toothpaste," *Materials* **15**(1), 51, 2022.
- [86] R. Yoshioka, Y. Mine, M. Kaku, H. Nikawa, and T. Murayama, "Lansoprazole and zoledronate delays hard tissue healing of tooth extraction sockets in dexamethasone-treated mice," *Biomedicine & pharmacotherapy* **150**, 112991, 2022.
- [87] N. A. R. Putranti, R. Kunimatsu, K. Rikitake, T. Hiraki, K. Nakajima, T. Abe, Y. Tsuka, S. Sakata, A. Nakatani, H. Nikawa, and K. Tanimoto, "Combination of Carbonate Hydroxyapatite and Stem Cells from Human Deciduous Teeth Promotes Bone Regeneration by Enhancing BMP - 2, VEGF and CD31 Expression in Immunodeficient Mice," *Cells*. **11**, 2022.
- [88] Y. Tsuchida, M. Shiozawa, K. Handa, H. Takahashi, and H. Nikawa, "Comparison of the accuracy of different handheld-type scanners in three-dimensional facial image recognition," *J Prosthodont Res*. Online ahead of print, 2022.
- [89] Y. Kaihara, H. Sasahara, N. Niizato, A. Yamane, H. Nikawa, K. Yamasaki, K. Hosohara, and K. Kozai, "Establishment of indicator for screening of child abuse and neglect in primary school-age children," *European Journal of Paediatric Dentistry*, **23**(4), pp. 315-320, 2022.
- [90] Y. Oda, C. Furutani, Y. Mizota, and H. Nikawa, "Role of *Lactobacillus rhamnosus* in Oral Health of Disabled Individuals," *Current Oral Health Reports* **9**, pp. 1-6, 2022.
- [91] I. Goel, M. Noiri, Y. Yamauchi, K. Kato, U. Chung, Y. Teramura, "Enhancement of intercellular interaction between iPSC-derived neural progenitor cells and activated endothelial cells using cell surface modification with functional oligopeptides," *Biomater. Sci.*, **10**, pp. 925-938, 2022.
- [92] A. Nakano, and K. Kato, "Recombinant protein synthesis for nanomaterial assembly: Technical overview," *Bull. Soc. Nano Sci. Technol.*, **20**, pp. 31-37, 2022.
- [93] T. Ogasawara, and K. Kato, "Solid-phase cytometry using antibody microarrays," *J. Hiroshima Univ. Dent.*

Soc., **54**, pp. 1-10, 2022.

- [94] A. Nakano, and K. Kato, "Regenerative nanotechnology: Engineered surfaces for stem cell production," *Nanomedicine*, N.Gu ed., Springer, Singapore. pp. 605-622, 2023.
- [95] T. Numata, S. Takahagi, K. Ishii, S. Morioke, T. Kan, H. Mizuno, Y. Yanase, T. Kawaguchi, A. Tanaka, and M. Hide, "Immunological Changes of Basophil Hyperreactivity to Sweat," *Front Immunol.* **13**, 8836052022, 2022.
- [96] D. Matsubara, Y. Yanase, K. Ishii, S. Takahagi, A. Tanaka, K. Ozawa, and M. Hide, "Basophils activation of patients with chronic spontaneous urticaria in response to C5a despite failure to respond to IgE-mediated stimuli," *Front Immunol.* **13**, 994823, 2022.
- [97] A. I. Preninka, K. Kuriya, K. Yazawa, M. Yoshii, Y. Yanase, R. Jockers, J. Dam, T. Hosoi, and K. Ozawa, "Homocysteine causes neuronal leptin resistance and endoplasmic reticulum stress," *PLoS One.* **17**(12), e0278965, 2022.
- [98] S. Shinuchi, K. Kobayashi, Y. Yanase, and K. Sakamoto, "Flow length-dependent evaluation of separation and concentration functions of microfluidic chips for allergy testing using pseudo-cells," in press, 2023.

Telephone, Facsimile, and E-mail

常任スタッフ連絡先 (2022年12月1日時点)

	Telephone International/Domestic 国外/国内	Facsimile International/Domestic 国外/国内	e-mail address
Director/所長			
Prof. Akinobu Teramoto 寺本 章伸 教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	teramo10@hiroshima-u.ac.jp
Nanointegration Research Division/ナノ集積科学研究部門			
Prof. Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎 教授	+81-82-424-6267 082-424-6267	+81-82-424-3499 082-424-3499	skuroki@hiroshima-u.ac.jp
Prof. Akinobu Teramoto 寺本 章伸 教授	+81-82-424-6266 082-424-6266	+81-82-424-3499 082-424-3499	teramo10@hiroshima-u.ac.jp
Prof. Hideki Gotoh 後藤 秀樹 教授	+81-82-424-7038 082-424-7038	+81-82-424-3499 082-424-3499	hdkgotoh@hiroshima-u.ac.jp
Prof. Takamaro Kikkawa 吉川 公麿 特任教授	+81-82-424-7879 082-424-7879	+81-82-424-3499 082-424-3499	kikkawat@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Anri Nakajima 中島 安理 准教授	+81-82-424-6274 082-424-6274	+81-82-424-3499 082-424-3499	anakajima@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Tetsuo Tabei 田部井 哲夫 特任准教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tabei@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Vuong Van Cuong ヴォーン ヴァン クォン 助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	vuongvancuong@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Tomomi Ishikawa 石川 智己 特任助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tomomiik@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Yoshiteru Amemiya 雨宮 嘉照 特任助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	amemiya@hiroshima-u.ac.jp
Integrated Systems Research Division/集積システム科学研究部門			
Prof. Suguru Kameda 亀田 卓 教授	+81-82-424-6268 082-424-6268	+81-82-424-3499 082-424-3499	kameda3@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Tetsushi Koide 小出 哲士 准教授	+81-82-424-6971 082-424-6971	+81-82-424-3499 082-424-3499	koide@hiroshima-u.ac.jp
Molecular Bioinformation Research Division/分子生命情報科学研究部門			
Prof. Masakazu Iwasaka 岩坂 正和 教授	+81-82-424-4372 082-424-4372	+81-82-424-3499 082-424-3499	miwamasa@hiroshima-u.ac.jp
Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology (ARIM)/マテリアル先端リサーチインフラ			
Prof. Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎 教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	skuroki@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Tetsuo Tabei 田部井 哲夫 特任准教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tabei@hiroshima-u.ac.jp

Research Institute for Nanodevices (RIND), Hiroshima University
1-4-2 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8527, JAPAN
広島大学ナノデバイス研究所
〒739-8527 広島県 東広島市 鏡山1丁目 4-2

Tel 082-424-6265, Fax 082-424-3499
e-mail RNBS@hiroshima-u.ac.jp
URL <https://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/>



e-mail RNBS@hiroshima-u.ac.jp

URL <https://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/>

Research Institute for Nanodevices
Hiroshima University

1-4-2 Kagamiyama, Higashihiroshima,
Hiroshima 739-8527, JAPAN
Telephone : +81-82-424-6265 (direct)
Facsimile : +81-82-424-3499

広島大学
ナノデバイス研究所

〒739-8527
広島県 東広島市 鏡山1丁目 4-2
電話 : 082-424-6265
ファクシミリ : 082-424-3499