

ANNUAL RESEARCH REPORT

Vol. 14

April 2021 - March 2022

研究成果報告書

第 14 卷

令和 3 年 4 月—令和 4 年 3 月



RESEARCH INSTITUTE FOR NANODEVICE AND BIO SYSTEMS
HIROSHIMA UNIVERSITY

広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

Preface

The Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS) was founded on May 1, 2008 with the faculty members of the Department of Semiconductor Electronics and Integration Science and the Department of Molecular Biotechnology at the Graduate School of Advanced Sciences of Matter as well as the Graduate School of Biomedical Sciences. RNBS consists of four research divisions; (1) Nanointegration Research Division, (2) Integrated Systems Research Division, (3) Molecular Bioinformation Research Division, and (4) Nanomedicine Research Division.

The forerunner of this institute was The Research Center for Integrated Systems (RCIS) which was founded in 1986 as a ministerial ordinance. The center was reorganized 10 years later and The Research Center for Nanodevices and Systems (RCNS) was established in May, 1996.

It has been 36 years since the first RCIS was established by the first Director Dr. Masataka Hirose, Former Advisor of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Former Professor Emeritus of Hiroshima University. We also would like to thank the first Associate Director, Prof. Mitsumasa Koyanagi, Tohoku University, and Dr. Yasuhiro Horiike, Former Professor of Hiroshima University.

The research at RNBS has been focused on silicon integrated circuits, devices, processes and materials so that the significant research results have been achieved as one of the prominent research institute among the national universities. The RNBS plays important roles not only as a research laboratory but also as an education institute, where graduate students and under graduate students as well as postdoctoral researchers have been studying on the most advanced leading-edge technologies to become independent leading researchers who conduct their researches by themselves in future semiconductor industries. The reputations of the graduates from the RNBS have been extremely high in the semiconductor industries.

The RNBS has achieved numerous projects supported by Japanese and local governments such as Nanotechnology Platform, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Strategic Basic Research Programs (CREST), Development of Systems and Technology for Advanced Measurement and Analysis, Japan Agency for Medical Research and Development (AMED), Grant-in-Aid for Scientific Research (A) by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). The RNBS has also been selected as one of the members of the National University Research Institute and Research Center Council.

In April 2016, the Research Center of Biomedical Engineering (RCBE) was established in collaboration with the Institute of Biomaterials and Bioengineering at Tokyo Medical and Dental University, the Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology at Tokyo Institute of Technology, the Research Center for Nanodevice and Bio Systems at Hiroshima University, and the Research Institute of Electronics at Shizuoka University, with the support of the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan. The RCBE aims at promoting innovative researches in the field of biomedical engineering with strong network of these four institutes.

This annual report offers comprehensive information about the recent research activities and achievements at the RNBS 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.

December 1, 2022



Akinobu Teramoto
Director
Research Institute for Nanodevices
(renamed on April 1, 2022)
Hiroshima University, Japan

巻頭言

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は2008年5月1日に大学院先端物質科学研究科半導体集積科学専攻の研究グループと分子生命機能科学専攻の研究グループおよび大学院医歯薬学総合研究科、歯学部の研究グループの協力を得て学内措置で設立されました。これまでの半導体研究の実績に加えて、医学・医療との融合をめざした基盤技術の研究を推進するため、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つからなっています。

本研究所の前身は文部科学省の省令センターとして1986年に設立された集積化システム研究センターです。1996年5月にはナノデバイス・システム研究センターが新たな省令センターとして改組設立されました。最初のセンター設立から22年目に本研究所を設立いたしました。

30年以上の実績を有するセンターは初代センター長の故廣瀬全孝先生(元産業技術総合研究所研究顧問、元広島大学名誉教授)をリーダーに、初代センター主任の小柳光正先生(元広島大学教授、現東北大学客員教授)、クリーンルーム立ち上げにご尽力いただいた故堀池靖浩先生(元広島大学教授)をはじめとする諸先輩の努力の賜です。

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は我が国の大学の中でもユニークな存在です。30年間一貫して、シリコン集積回路、デバイス、プロセス、材料の研究を続けており、この分野では国内でも有数の研究機関としてその研究成果を着実にあげてきました。さらに、我が国の半導体産業の将来を担う、学部学生、大学院生、博士研究員らの人材育成にも力を入れてきました。最先端技術の研究を通して、世界に発信できる研究者を育成すべく、学生、研究員が自ら研究を企画し、自立して研究開発を進める能力を持つことができるよう教育指導しており、その実績は産業界から高く評価されております。

これまでの研究実績として、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム、戦略的創造研究推進事業(CREST)、日本医療研究開発機構(AMED)医療分野研究成果展開事業、科学研究費助成基盤研究費(A)などの大型プロジェクトに採択されて、研究を加速推進しております。

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は、2016年4月に、文部科学大臣から全国共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」の認定(2016-2021年度)を受け、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所とともに共同研究ネットワークを構築して、本研究所の強み・特色であるナノバイオ・メディカル・エレクトロニクス分野における革新的医療技術創出の拠点を構築します。

アニュアルリサーチレポートはナノデバイス・バイオ融合科学研究所の最近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。

2022年12月1日

広島大学
ナノデバイス研究所
(2022年4月1日より改称)
所長 寺本 章伸

CONTENTS

Preface

1	Organization of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)	.....
2	Staff of RNBS	.....
3	Executive Committee Members of RNBS	.....
4	Research Divisions of RNBS	.....
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 RNBS	.....
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	.....
7	List of Forthcoming or Published Papers after April 2022	.....

1. Organization of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所組織



2. Staff of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所構成員 (2021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
Takamaro Kikkawa 吉川 公麿	Professor (Special Appointment) 特任教授
Seiichiro Higashi 東 清一郎	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
Shuhei Amakawa 天川 修平	Associate Professor 准教授(併任)
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
Tadashi Sato 佐藤 旦	Assistant Professor 助教
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

Thi Thuy Nguyen

Assistant Professor (Cross Appointment)

クロスアポイントメント助教

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)
Morihiro Okada 岡田 守人	Professor 教授(併任)
Yuhki Yanase 柳瀬 雄輝	Associate Professor 准教授(併任)

Nanotechnology Platform / Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology (ARIM)

ナノテクノロジープラットフォーム/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
Takashi Ito 伊藤 隆司	Visiting Professor 客員教授

Hiroshi Ohki 大木 博	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
Koichi Ito 伊藤 公一	Visiting Professor 客員教授
Takeshi Tanaka 田中 武	Visiting Professor 客員教授
Yasuyuki Shirai 白井 泰雪	Visiting Professor 客員教授
Xia Xiao 肖 夏	Visiting Professor 客員教授
Katia Zheleva Vutora	Visiting Professor 客員教授
Declan O'Loughlin	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
Hang Song 宗 航	Visiting Lecturer 客員講師

Researchers

研究員

Kyouji Mizuno 水野 恭司	Researcher, Nanotechnology Platform ナノテクノロジープラットフォーム研究員
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
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

Hirofumi Fukumoto 福本 博文	Visiting Scientist, Asahi Kasei Corporation 客員研究員, 旭化成(株)
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, Kure National College of Technology 客員研究員, 呉工業高等専門学校
Hiromasa Watanabe 渡邊 礼方	Visiting Scientist, Sharp Takaya Electronic Industry Corporation 客員研究員, シャープタカヤ電子工業(株)

Atsushi Iwata 岩田 穆	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Yositaka Murasaka 村坂 佳隆	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Takafumi Ohmoto 大本 貴文	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Toshifumi Imamura 今村 俊文	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Tomoaki Maeda 前田 智晃	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Masahiro Ono 小野 将寛	Visiting Scientist, Sharp 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

Supporting Staff

支援スタッフ

Kiyokazu Waki 和木 清一	Finance Affairs 財務担当
Yasuyo Fujiwara 藤原 康代	General Affairs 総務担当
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 Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所運営委員会委員

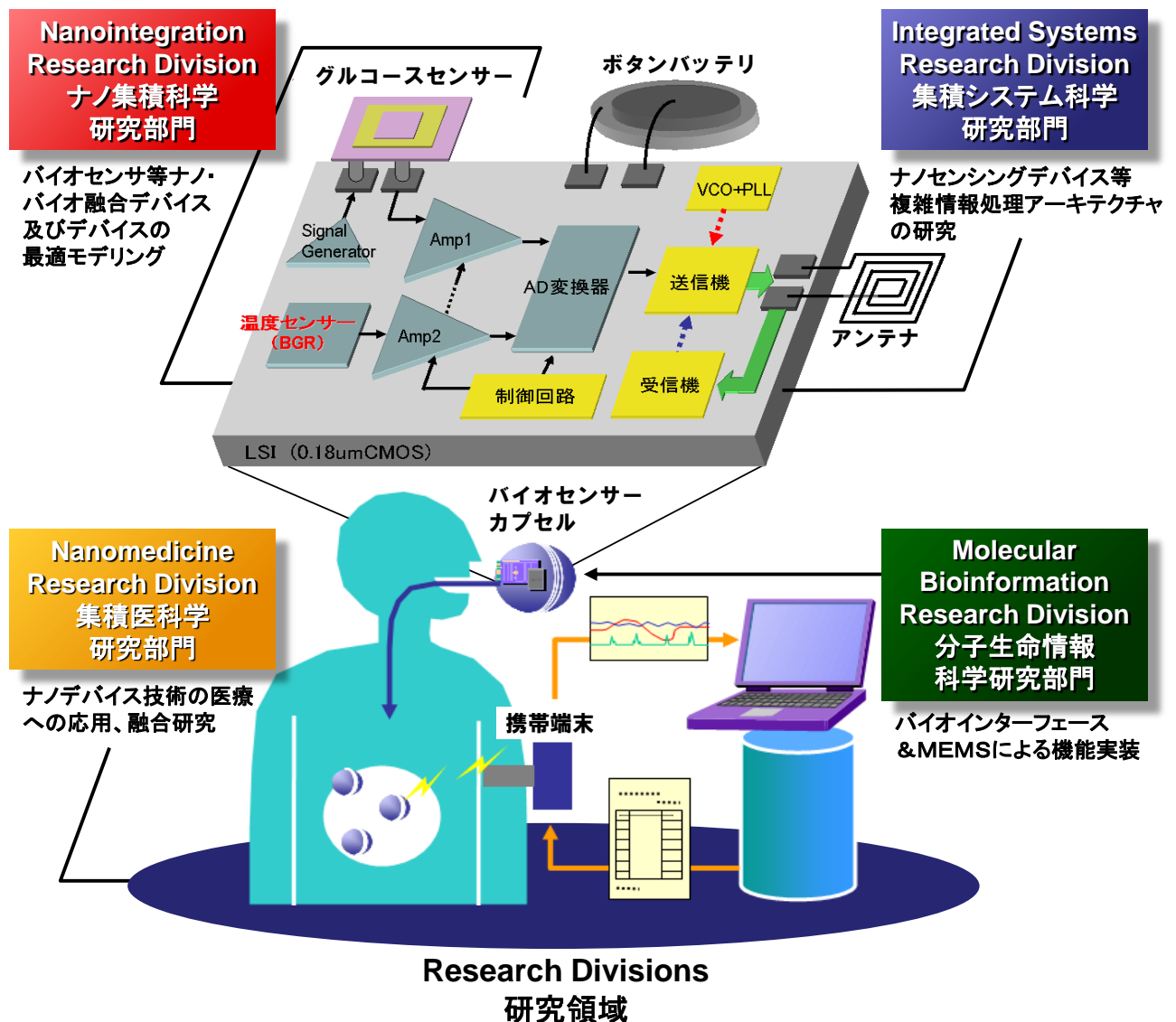
Akinobu Teramoto 寺本 章伸	Director and Professor 研究所長・教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Koichi Kato 加藤 功一	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	Graduate School of Biomedical Sciences 医歯薬保健学総合研究科(歯)
Masakazu Iwasaka 岩坂 正和	Professor 教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Suguru Kameda 亀田 卓	Professor 教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Seiichiro Higashi 東 清一郎	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Yutaka Kadoya 角屋 豊	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Minoru Fujishima 藤島 実	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Yositake Takane 高根 美武	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Akio Kuroda 黒田 章夫	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Toshikazu Ekino 浴野 稔一	Professor 教授	Graduate School of Integrated Arts and Sciences 総合科学研究科
Yoshihiro Kuroiwa 黒岩 芳弘	Professor 教授	Graduate School of Science 理学研究科
Idaku Ishii 石井 抱	Professor 教授	Institute of Engineering 工学研究院
Hiroki Nikawa 二川 浩樹	Professor 教授	Graduate School of Biomedical Sciences 医歯薬保健学総合研究科(歯)
Anri Nakajima 中島 安理	Associate Professor 准教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Tetsushi Koide 小出 哲士	Associate Professor 准教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

4. Research Divisions of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の研究領域

The Research Institute for Nanodevice and Bio Systems was founded on May 1, 2008, aiming to develop 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・バイオ融合科学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設立された。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

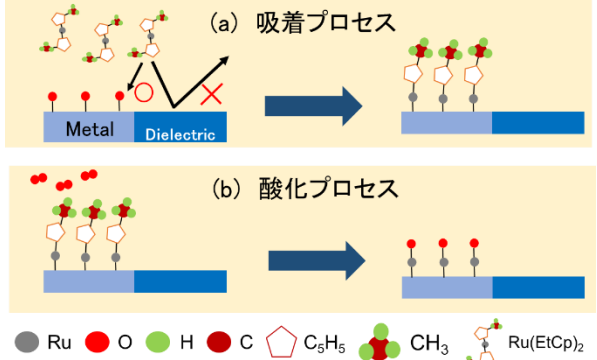
At the Nanointegration Research Division we focus the research on nanodevices, fabrication processes, nanointegration, nano-bio integration devices, photonic devices, nano-quantum devices, thin film devices, nanodevice modeling and functional materials. The outlines of researches at the Nanointegration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



(a) 吸着プロセス
(b) 酸化プロセス

● Ru ● O ● H ● C ◻ C₅H₅ ● CH₃ ◻ Ru(EtCp)₂

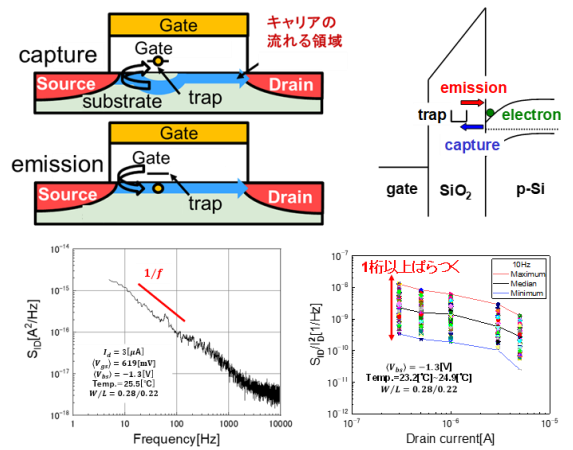
Area Selective ALD(AS-ALD)

Inhibitor 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.

MOSFET の低周波雑音に関する研究
Study of Low Frequency Noise in MOFETs

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto



capture emission trap

Gate

Source substrate Drain

キャリアの流れる領域

emission trap capture

gate SiO₂ p-Si

$S_{I_D}(A^2/Hz)$

Frequency[Hz]

$1/f$

$I_D = 5[\mu A]$
 $(V_{GS}) = 619[mV]$
 $(V_{DS}) = -1.3[V]$
Temp. = 25.6[°C]
W/L = 0.28/0.22

$S_{I_D}/I_D^2(1/f)$

Drain current[A]

1桁以上ばらつき

10Hz
Maximum
Median
Minimum

$(V_{GS}) = -1.3[V]$
Temp. = 23.4[°C] - 21.9[°C]
W/L = 0.28/0.22

MOSトランジスタの1/f雑音を統計的に評価した結果、バラツキが1桁以上あることがわかった
Schematic illustrations of the model of transistor channel and effect of traps under various V_{DS}.

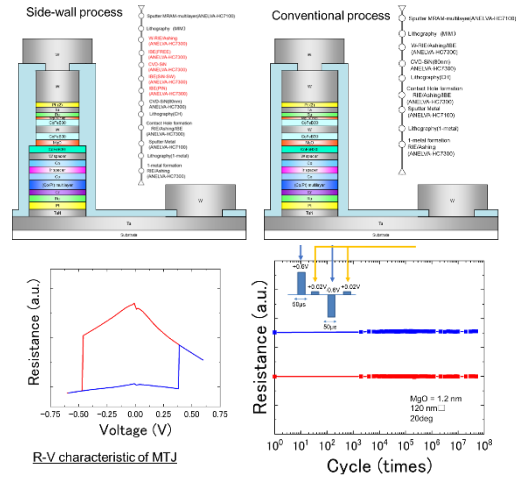
We study the low frequency noise in MOSFETs. By using the array test circuit, large amount of MOSFETs can be measured in very short time. It was found that RTN is dominated by traps at the minimum gate width in the channel formed under each of operating bias conditions.



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

Magnetic Tunnel Junction は MRAM(Magneto resistive Random Access Memory)の記憶素子として用いられている。これまでの半導体デバイスに用いられていた材料とは異なり、RIE(Reactive Ion Etching)が難しく、製造プロセス上、側面への金属の付着が課題である。エッチング時に絶縁膜サイドウォールを導入することで、性能と信頼性向上に成功した。

MTJ is used as a storage element in MRAM. Unlike materials used in conventional semiconductor devices, the metal adhesion to the sides of MTJ degrades the characteristics of MTJ. By introducing insulating film sidewalls during etching, we have succeeded in improving performance and reliability.

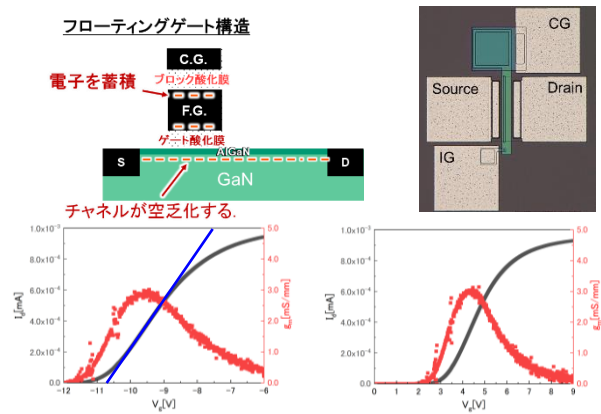


SiN サイドウォールを持って MTJ を形成することにより、高性能な特性を得ることができた
 High performance characteristics could be obtained by forming MTJs with SiN sidewalls.

フローティングゲート型ノーマリオフ GaN HEMT に関する研究
Study of Normally-Off GaN HEMT with Floating Gate
 教授 寺本章伸
 Prof. Akinobu Teramoto

高チャネル移動度の GaN HEMT をパワーデバイスに適用するため、フローティングゲート構造の GaN HEMT を試作し、閾値制御を可能とした。チャネル移動度 $2000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上を保ったまま、閾値電圧を 3V まで上昇させることができた。

In order to apply high channel mobility GaN HEMTs to power devices, a prototype GaN HEMT with a floating gate structure was fabricated to enable threshold control. The threshold voltage could be increased to 3 V while maintaining a channel mobility of over $2000\text{cm}^2/\text{Vs}$.



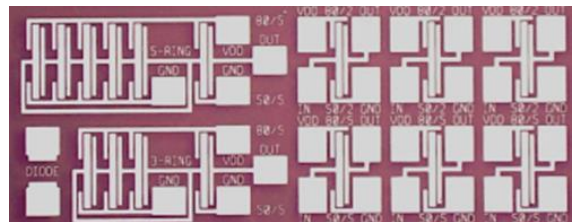
フローティングゲート型 GaNHEMT の構造と、フローティングゲートへの電子注入前後の I_d - V_g 特性
 Structure of floating gate type GaNHEMT and I_d - V_g characteristics before and after electron injection into the floating gate.



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。2021 年度は 4H-SiC CMOS 回路を実現した。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。本成果は ECSCRM2021 などで発表し、7 件の招待講演を行った。

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 Phenitec Semiconductor Co. Ltd., Japan.



4H-SiC CMOS 回路
 4H-SiC CMOS Integrated Circuits.

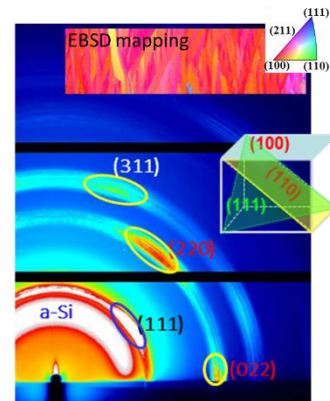


レーザー結晶化による Si(100)薄膜形成
Si(100) Thin Film Formation Using Laser Crystallization

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、レーザー照射による Si(100)薄膜の形成の研究を進めている。Si(100)3軸が揃ったレーザー照射条件を見出すことに成功した。これらの成果は国際学会 Thermic2021 などで招待講演しました。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 Jpn. Jour. Appl. Phys. This research has been carried out under the collaboration with Hanoi National University of Education (HNUE).



レーザー結晶化による Si(100)面制御: EBSD 像と 2D-XRD 像
Si(100) thin film formation using continuous wave laser crystallization : EBSD mapping and 2D-XRD.

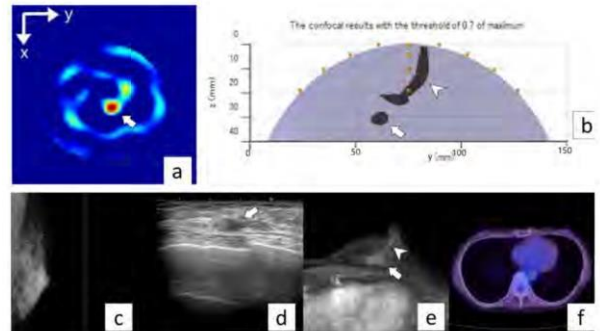


マイクロ波イメージング臨床試験
Microwave Near Field Imaging:
Clinical Examination

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を開発し、東京医科歯科大学附属病院においてパイロット臨床試験を実施した。開発した装置による乳がんの陽性判定率は 100%(10/10)であった。これは東京医科歯科大学附属病院との共同研究の成果で、*Diagnostics* 2022, 12(1), 27 (IF: 3.706)に掲載。

A portable microwave near field imaging device was developed and a pilot clinical test was conducted at the Tokyo Medical and Dental University Hospital. The accuracy was 100% (10/10). The paper was published in *Diagnostics* 2022, 12(1), 27, (IF: 3.706).



(a)マイクロ波イメージング冠状面断面層図 (b)マイクロ波イメージング横断面断面層図 (c)X 線マンモグラフィ (d)超音波断面層図 (e)磁気共鳴断面層図 (f)陽電子放射断面層図

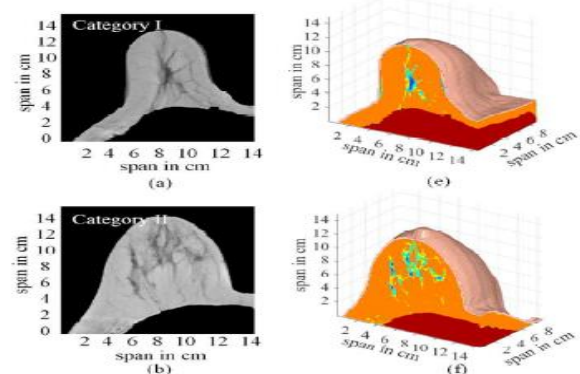
(a) Microwave confocal image coronal plane. (b) Transverse plane. (c) X-ray mammograph. (d) Ultrasound. (e) MRI. (f) PET.

解剖学的情報の 3 次元乳房数値モデル
3-D Numerical Breast Models with
Anatomical Information

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

3次元乳房数値モデルを MRI からの解剖学的情報に基づいて構築した。乳房内の乳腺、脂肪の領域を自動的に抽出した。これは天津大学との共同研究の成果で、*Computers in Biology and Medicine*, 130 (2021) 104205, (IF: 4.589)に掲載。

A method of constructing 3-D realistic breast models with accurate anatomical information from MRI images is developed. The breast region is extracted and the fat and glandular tissues are segmented by the model. The paper was published in *Computers in Biology and Medicine*, 130 (2021) 104205, (IF : 4.589).



MRI 画像: (a)分類 I(F>0.97) (b)分類 II(0.9<F<0.97)

3D モデル: (e)分類 I (f)分類 II

MRI images: (a) Category I. (b) Category II.

3-D models: (e) Category I. (f) Category II.

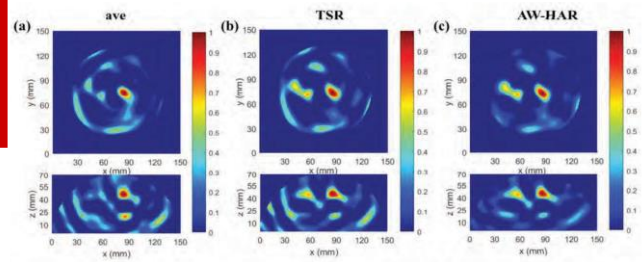


適応型アーチファクト除去アルゴリズム
Adaptive Window-based Artifact Removal Method

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

適応時間ウィンドウ型アーチファクト除去アルゴリズムを開発した。これは天津大学との共同研究の成果で、*Biomedical Signal Processing and Control*, 70 (2021) 102980 (IF:3.88)に掲載。

An adaptive window-based hybrid artifact removal algorithm is developed. It consists of adaptive time window division, revised two-stage filtering and Savitzky-Golay smoothing. The paper was published in *Biomedical Signal Processing and Control*, 70 (2021) 102980, (IF:3.88).



2 個のターゲットがあるファントムのマイクロ波イメージング共焦点画像の比較 (a)従来平均化法 (b)2 段階回転法 (c)適応ウィンドウ・ハイブリッドアーチファクト除去法、開発した方法で 2 個のターゲットが分離できる

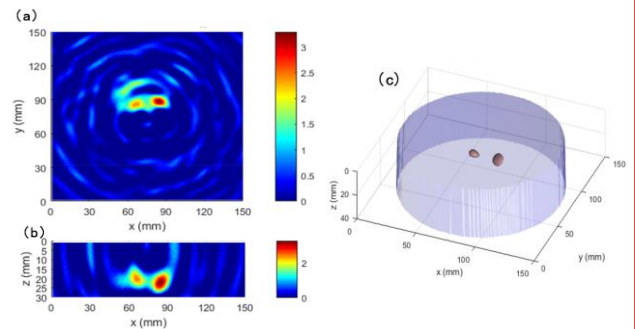
A phantom with two targets is tested by (a) averaging method, (b) revised TSR and (c) adaptive window. Coefficient of variation as an evaluation parameter indicates the effectiveness of the developed method.

CMOS インパルスレーダー集積回路
CMOS Gaussian Monocycle Pulse Transceiver for Radar Imaging

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

乳腺腫瘍の検出アルゴリズムを開発し、機械学習による乳がんの陽性判定率は 84.8%であった。これは天津大学との共同研究の成果で、*Medical & Biological Engineering & Computing* (2021) 59:721-731. (IF: 2.602)に掲載。

By introducing ensemble empirical mode decomposition valid correlation intrinsic mode function selection, principal component analysis or recursive feature elimination and support vector machines, the accuracy was 84.8%. The paper was published in *Medical & Biological Engineering & Computing* (2021) 59:721-731, (IF: 2.602).



(a)機械学習の ROC と AUC の比較評価 (b)陽性・陰性率の集積回路によるレーダーシステムで描画した

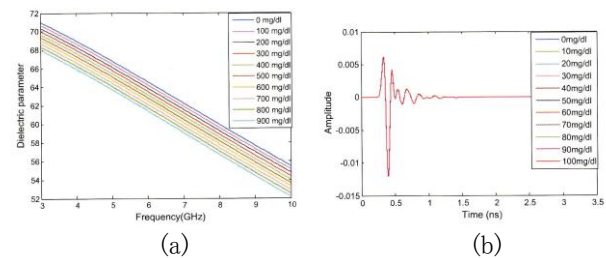
(a) Average receiver operating characteristic (ROC) curves and area under ROC curve (AUC) with best performances by different methods. (b) The positive and negative tests of Gaussian SVM.

マイクロ波非侵襲血中グルコース検出
Noninvasive Blood Glucose Level Detection by Microwave

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

マイクロ波による血中グルコース濃度をペンシル行列とニューラルネットワークで高精度化する方法を開発した。これは天津大学との共同研究の成果で、*Journal of Electrical Engineering & Technology* 16, 2183-2190 (2021), (IF: 1.069)に掲載。

A method of improving the resolution of the detected blood glucose level by using the microwave detection technique is proposed. The paper was published in *Journal of Electrical Engineering & Technology* 16, 2183-2190 (2021), (IF: 1.069).



(a)血中グルコース濃度と誘電率の関係

(b)異なる血中グルコース濃度のマイクロ波受信信号

(a) The dielectric properties of the blood glucose concentrations ranged from 0 to 900 mg/dl.

(b) Received microwave signals of different blood glucose concentration at 0-100 mg/dl.

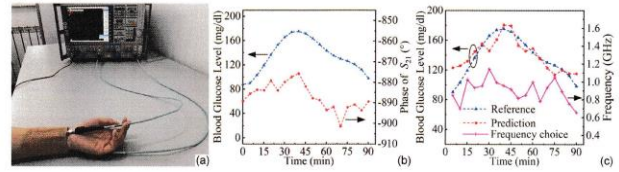


UWB グルコースモニタリング実験
Blood Glucose Monitoring by UWB and Neural Network

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

マイクロ波による血中グルコース濃度を UWB アンテナとベクトルネットワークアナライザで測定した。これは天津大学との共同研究の成果で、*IEEE Transactions on Industrial Informatics* 1 - 1, 13 November 2021, (IF: 10.215)に掲載。

Continuous-time blood glucose level (BGL) on volunteer monitoring was conducted using UWB antennas and a vector network analyzer. The paper was published in *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 1-1, 13 November 2021, (IF: 10.215).



(a) (b) (c)

(a)UWB アンテナによる非侵襲血中グルコース濃度検出実験 (b)血中グルコース濃度 BGLとマイクロ波 S₂₁の位相の時間変化 (c)血中グルコース濃度 BGLと UWB S₂₁の位相から推定したグルコース濃度の時間変化

(a) Measurement of the human wrist, in which antennas are fixed on the front and back of the wrist with parallel alignment. (b) Monitor BGL as reference, the blue curve. The red curve is the phase of S₂₁. (c) Predicted BGLs (in red), reference BGLs (in blue) and the choice of frequency (in pink).

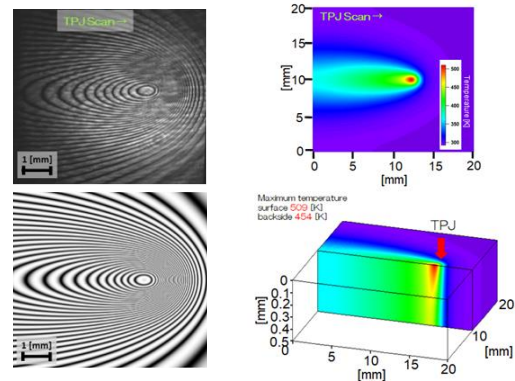


光学干渉非接触温度測定法 (OICT)による超急速熱処理中のウエハ内部温度の 3D 可視化技術
3-D Imaging of Wafer Temperature during Ultra-rapid Thermal Annealing by Optical Interference Contactless Thermometry (OICT)

教授 東 清一郎 (併任) Prof. Seiichiro Higashi

超急速熱処理中の Si や SiC ウエハの内部温度を可視化するために、光学干渉非接触温度測定法 (OICT)を三次元に拡張した。ハイスピードカメラで捉えた干渉像からウエハ内部の温度分布を 10 μ m および 100 μ s の分解能で可視化できることを示した。

Optical Interference Contactless Thermometry (OICT) has been extended to 3-dimensional to visualize temperature distribution inside Si and SiC wafers. It has been demonstrated that we can obtain temperature distribution based on interference fringes obtained by a high-speed camera with resolutions of 10 μ m and 100 μ s, respectively.



ウエハの超急速熱処理時に得られた干渉像(左上)、解析により再現した干渉像(左下)、この結果得られたウエハ表面および内部の温度分布

Interference fringes observed during ultra-rapid annealing of a wafer (left top) and reproduced fringes obtained by extended analysis simulator (left bottom), and 3-D distribution of temperature on the surface and inside of the wafer (right).

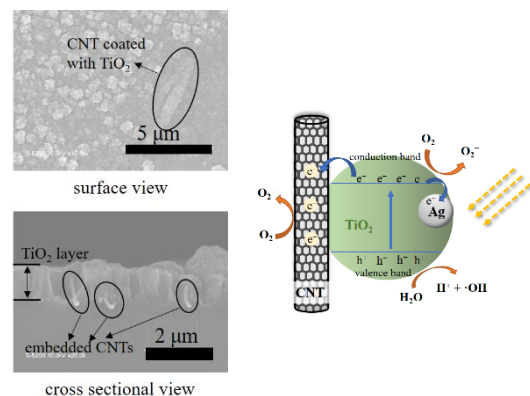


ナノ物質の堆積による材料創製と表面汚染
Preparation of Materials and Surface Contamination by Deposition of Nanoobjects

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.



エアロゾルプロセスを組み合わせたプラズマ CVD 手法で作製されたチタニア-カーボンナノチューブ-銀三元系薄膜、および光触媒機能の向上機構の検討

TiO₂-CNT-Ag ternary composite film prepared by plasma-enhanced chemical vapor deposition combined with aerosol processes, and proposed mechanism for its enhanced photocatalytic function.

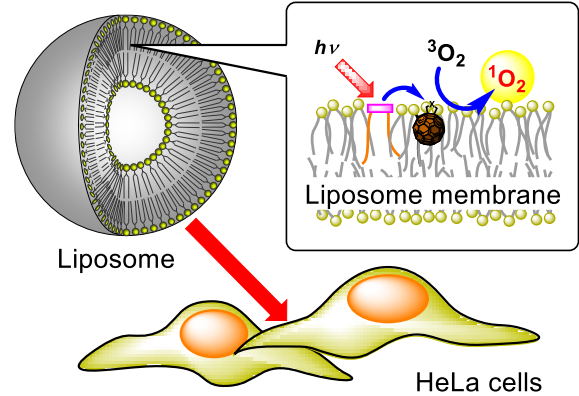


二元系リポソームの光線力学活性
Photodynamic Activity of Liposome-Incorporated Dyad Systems

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-フラー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.



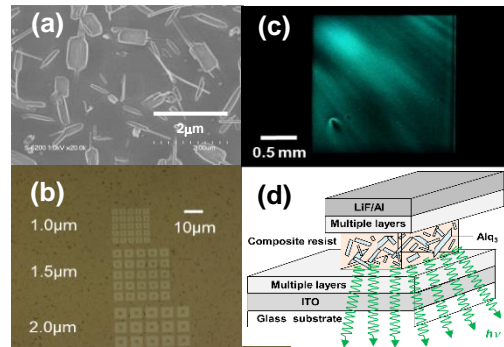
光捕集分子-フラーレン誘導体含有リポソームとその光線力学活性の模式図
Schematic image of liposome-incorporated light-harvesting antenna molecules and a fullerene derivative and photodynamic activity.



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ました。本成果は ACS Applied Nano Materials に掲載されました。

A simple method only using electron beam (EB) exposure and development was developed for fabricating current-drivable light-emitting organic devices with lateral sizes and positions on the nanometer scale. The method uses light emitting molecular-incorporated EB organic resists. (ACS Applied Nano Materials 2020)



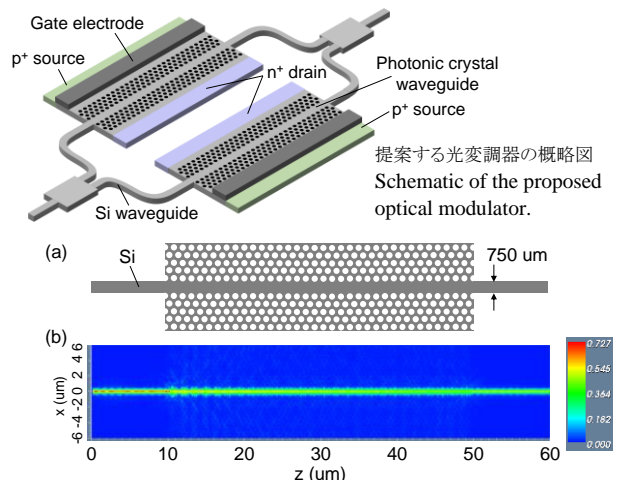
Alq₃ 混合電子線レジストの(a)薄膜の SEM 像、(b)電子線露光及び現像後のドット構造発光層の光学顕微鏡像、(c)薄膜構造からのエレクトロルミネッセンス(EL)、(d)ナノサイズ有機 EL デバイスの概観 (a) SEM image of a thin film, (b) optical microscopy image of dot structure after electron beam exposures and development, (c) electroluminescence (EL) from a thin film, (d) schematic image of a 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。現在は変調素子として使用するシリコン TFET や光が伝搬するフォトニック結晶導波路の構造の最適化を進めている。

We study an ultralow drive voltage silicon Mach-Zehnder optical modulator utilizing tunnel field-effect transistors (TFETs). Currently, we are proceeding with an optimization of the structure of silicon TFETs and photonic crystal waveguide in which light propagate.



フォトニック結晶導波路の概略図(a)と、光伝搬のシミュレーション(b)
Schematic of the photonic crystal waveguide (a) and a simulation of light propagation.



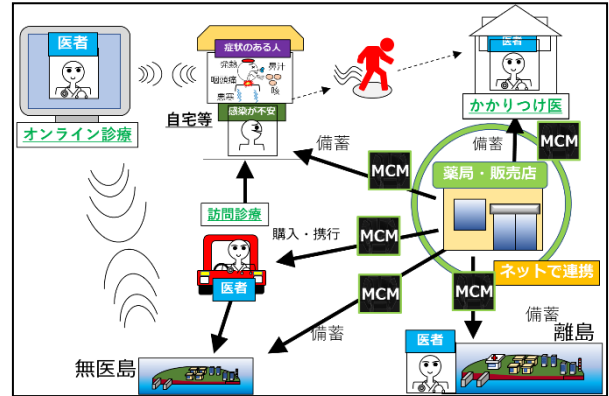
ポータブル型ウイルス罹患検査デバイスの研究

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の研究を展開している。個人ベースのウイルス罹患検査システムとビッグデータの連携によりパンデミックに備えていく。

We are studying virus testing device "MCM" having portability, high-speed, and high-accuracy. We will prepare for a pandemic with a personality-based virus testing system and linking to big-data analysis.



MCMを用いた「あらゆる場所でウイルス罹患検査ができる」システムの概要

Overview of the MCM system that realize virus testing everywhere.



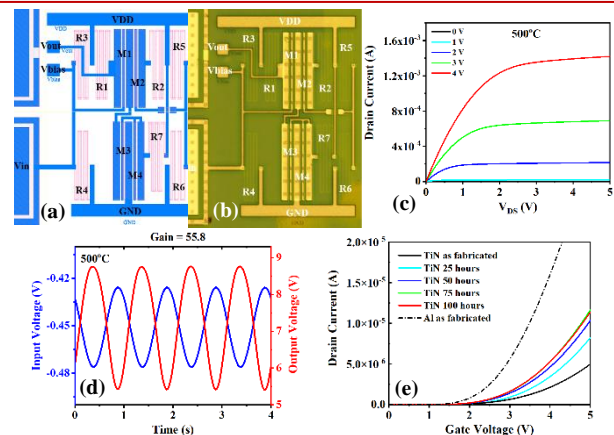
極限環境用 4H-SiC 電子回路の研究

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



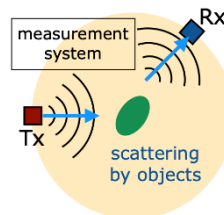
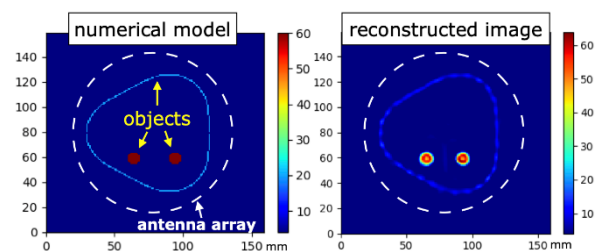
マイクロ波イメージングの研究

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.

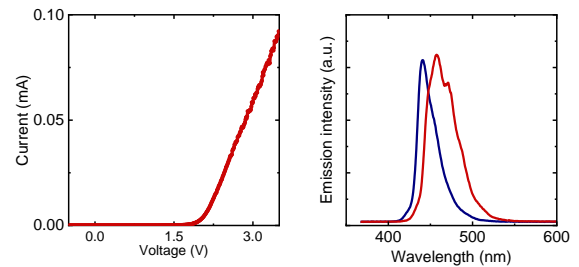
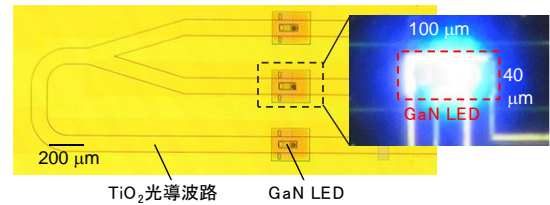


GaN-LED の異種基板上への接合技術 Binding technology of GaN-LED for Heterogeneous Integration

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

GaN-LED を光回路上に集積化することを目的として、常温大気圧下で石英基板や光導波路上に接合する技術の研究を行っている。TiO₂ 導波路に接合させた素子について、電流電圧特性や発光波長について測定し、母材基板からの特性劣化を評価した。

We are studying binding technology of GaN-LED on quartz substrates and optical waveguides under room temperature and atmospheric pressure for integrated optical circuits. Current-voltage characteristics and emission spectra of the devices bounded on TiO₂ waveguides were measured and device degradations were investigated.



LED 発光時の光学顕微鏡写真、電流電圧特性、発光波長特性
Optical micrograph of light emission from GaN-LED, current-voltage characteristics and emission spectra.

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.

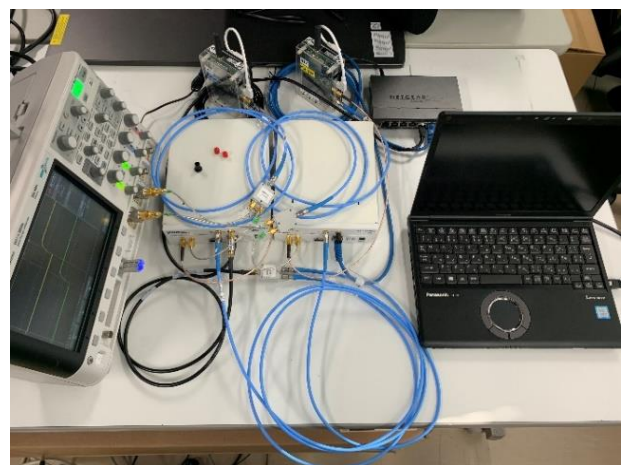
集積システム科学部門では、テラビット容量と高機能メモリ、超並列演算、バイオセンシング、無線インタフェース、3次元集積に関する基盤研究を推進している。そして、これらの基盤技術を用いて、人間の脳より速い認知処理、大規模な記憶容量、環境に適応する学習機能を有する集積ブレインの実現を目指す。集積システム科学部門における研究プロジェクトの主なものの概要を紹介する。



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

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。

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.



ソフトウェア無線機を用いた同期 SS-CDMA の実装
Implementation of proposed synchronized SS-CDMA using software defined radio.

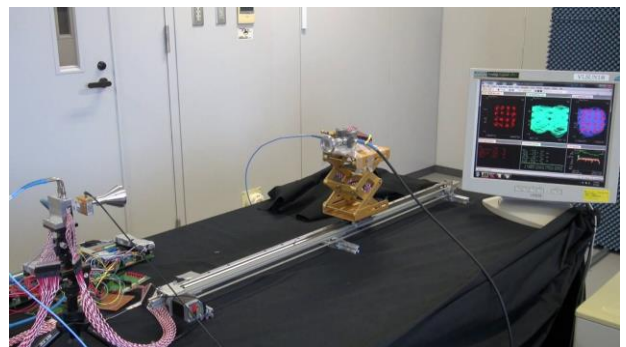


テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究
Research on Fundamental Technology
for Terahertz-Wave Devices

教授 藤島 実(併任)
Prof. Minoru Fujishima

私たちは、ミリ波からテラヘルツ波までの超高周波 CMOS デバイスの研究に取り組んでいる。特に 300GHz 帯の通信を安価な CMOS 集積回路で実現し、2030 年頃に開始される 6G では毎秒 100 ギガビット以上の通信速度を実現することを目指している。

We are working on ultra-high frequency CMOS devices from millimeter wave to terahertz wave. In particular, we aim to realize 300-GHz communications with inexpensive CMOS integrated circuits, and to achieve communication speeds of more than 100 gigabits per second in 6G, which will start around 2030.



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.



深層学習を用いた JNET 分類に基づく大腸 NBI 拡大内視鏡画像診断支援手法の開発
A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on JNET Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy

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。大腸 NBI 拡大内視鏡画像データをもとに AI で病変の進行度を JNET 分類を用いて定量化し、医師の診断をサポートする CAD システムを開発。CAD 用いた定量的な解析結果を医師に客観的指標として提示することで、医師の経験や主観によるバラツキを減少。JNET 分類に対して病理組織学診断結果である正診率と 96.3% 一致し、その他の指標に対しても 90% 以上を得た。

We propose a method of pathology type identification using deep learning to support diagnosis of colorectal NBI magnified endoscopic cancer. The system is based on the JNET classification, which is a set of endoscopic images of colorectal NBI. The results of quantitative analysis using CAD were presented to physicians as objective indices, reducing variation due to physician experience and subjectivity. 96.3% of the results agreed with the positive diagnosis rate, which is the result of histopathological diagnosis, and more than 90% were obtained for other indices.

課題
従来の消化管内視鏡検査による画像診断は、施行する医師の経験、技量や直感に左右される可能性がある。

コンピュータを用いた定量的な解析結果を「second opinion」(影武者)として医師に提示する

医師を支援し、客観的指標を提示することにより、経験によるバラツキを減少させる

医師に提示する定量的な情報

Confidence level: Low Magnification: Mag3 Correct label: Type 2a Type 2a: 0.751 Type 2b: 0.2116 Type 1: 0.0084 Type 3: 0.0024	Confidence level: Low Magnification: Mag2 Correct label: Type 2b Type 2b: 1.0 Type 2a: 0.0 Type 1: 0.0 Type 3: 0.0	Confidence level: Low Magnification: Mag3 Correct label: Type 1 Type 1: 0.9999 Type 2a: 0.04 Type 2b: 0.0
---	--	--

大腸内視鏡検査により撮影された病理画像

正診率: 96.3% ● Positive Predictive Value (陽性的中率): 96.2% (感度): 96.3% ● Negative Predictive Value (陰性的中率): 98.8% (特異度): 98.7%

病理組織学診断結果と96.3%一致!
内視鏡診断で90%以上の確率で腺腫を識別可能!

深層学習を用いた 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 JNET classification using deep learning.

URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/9501420>

深層学習を用いた NICE 分類に基づく大腸 NBI 内視鏡画像診断支援手法の開発
A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on NICE Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、大腸 NBI 内視鏡画像に対して病変の拡大率が変わっても病変のタイプを識別できる診断支援システムの開発を推進。図に示す様に、病変画像は拡大率によって画像は見え方や病変領域のサイズが変化。そこで、非拡大画像の大腸 NBI 非拡大内視鏡画像に対する所見分類法である NICE 分類に対して、深層学習を用いた識別器の開発を行っている。開発した識別器では、拡大率が異なる様々な病変画像に対して正確度 95.8% で識別し、更にその他の評価指標でも 90% 以上を達成した。

We develop a diagnostic support system that can identify the type of lesion in colon NBI endoscopic images even if the magnification rate of the lesion changes. The size of the lesion area and its visibility change depending on the magnification ratio of the lesion image. Therefore, we are developing a discriminator using deep learning for NICE classification. The developed discriminator achieved an accuracy of 95.8% for various lesion images with different magnification ratios.

拡大率依存なく識別できる識別器の作成

病変画像 Type 2 非拡大 188 × 218 pixel

トリミング

NICE 分類で識別

Type 1: 1.1%
Type 2: 54.5%
Type 3: 44.4%

弱拡大 288 × 342 pixel

Type 1: 0.0%
Type 2: 62.2%
Type 3: 37.8%

中拡大

強拡大 686 × 660 pixel

Type 1: 0.3%
Type 2: 82.0%
Type 3: 17.7%

様々な見え方や画像サイズ

NICE 分類

Type 1 Type 2 Type 3

非腫瘍 → 腺腫 → 早期がん → 末期がん

識別器の評価指標まとめ

	Type 1	Type 2	Type 3
Recall	100%	93.3%	96.7%
Specificity	98.9%	98.3%	96.7%
PPV	96.8%	98.2%	90.6%
NPV	100%	93.6%	98.9%

テストデータに対して正確度 95.8%
全ての評価指標 90% 以上を達成!

深層学習を用いた NICE 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 classification using deep learning.

URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/9501264>

発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた皮丘・皮溝の自動解析手法
Automatic Detection of Skin Surface Structure Using Deep Learning for the Impression Mold Technique

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 ridges 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.

皮丘・皮溝の面積は、アトピー性皮膚炎患者の皮膚のキメの細かさを調べる指標

従来の解析

4mm×3mm

紫色の多角形で示す皮丘を解析

自動解析

アトピー性皮膚炎患者の顔

顕微鏡により撮影した画像 4mm×3mm

皮丘を白

皮溝を黒

顕微鏡により撮影した画像 エキスパートによる皮丘の識別

課題

- 1枚当たりの人手による作業は、約30分かかる処理できる枚数に限界がある。
- 皮丘を多角形で近似しており、識別の精度が良くない。特に、アトピー性皮膚炎患者の皮丘は、複雑な状態が多く、識別が難しい。

自動解析による皮丘・皮溝の識別(二値画像)

エキスパートを超えた皮丘・皮溝の識別が可能に!

発汗機能検査 IM 法のための皮丘・皮溝の自動解析

Automatic analysis of skin folds and ridges for the IM method of sweating function testing.

URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/9501467>



発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた発汗滴自動検出手法の開発
Sweat Droplets Detection Using Deep Learning for the Impression Mold Technique to Evaluate Sweating Responses to Thermal Stimulus

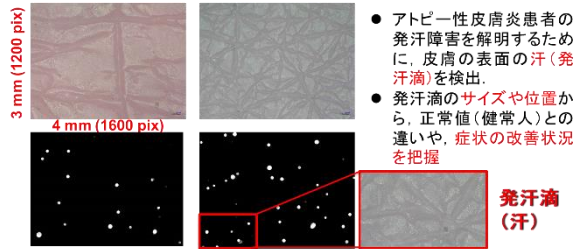
准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

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).

ミクロンオーダーの皮膚の汗を瞬時に検出・計測・解析！

従来は、エキスパートが実体顕微鏡を用いて、皮膚表面の汗の数と大きさを調べる
アトピー：大腿(太もも) 健康人(正常)：大腿 (約30分程度→数秒！)



- アトピー性皮膚炎患者の発汗障害を解明するために、皮膚の表面の汗(発汗滴)を検出。
- 発汗滴のサイズや位置から、正常値(健康人)との違いや、症状の改善状況を把握


発汗機能検査 IM 法のための発汗滴の自動解析
Automatic analysis of sweat droplets for the IM method of sweating function testing.
URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/9501442>

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。

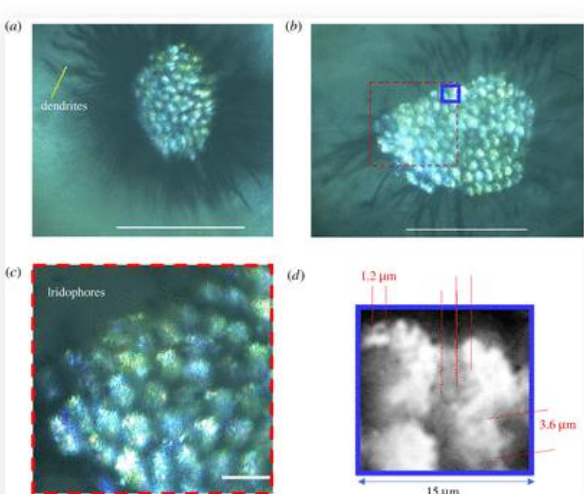


光反射画素を皮膚に装備した魚を発見
Discovery of Light Flashing Fish


教授 岩坂正和
Prof. Masakazu Iwasaka

全世界に分布する Silverside fish の体表に分布する色素細胞が、数 Hz 以上の光反射点滅を行うことを発見し、その機構解明に取り組んできた。虹色素胞と黒色素胞が組み合わさった直径 100 ミクロンのディスプレイが体表全体に存在し、その中で直径数ミクロンの画素が光反射スイッチングを行うことを解明した。

M Iwasaka, Flashing spots on the dorsal trunk of hardyhead silverside fish, Royal Society open science 8 (4), 201578, 2021; Dynamic blinking in the head of hardyhead silverside fish, Jpn. J. Appl. Phys. 60 077003, 2021.



光反射画素を皮膚に装備した魚を発見
Discovery of light flashing fish.

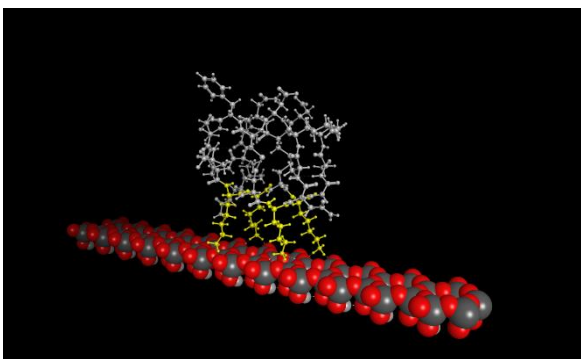


シリコンとバイオの界面制御の研究
Interface Technology between Silicon and Biomolecules

教授 黒田章夫(併任)
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.



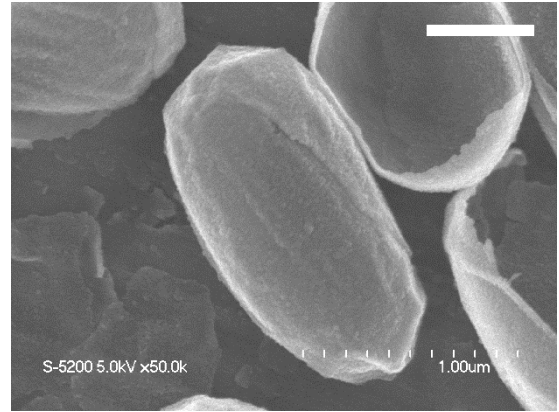
作製した Si 結合タンパク質の結合モデル図
平面状に配置したアミノ酸(黄色)が Si 表面と相互作用する
Molecular model of the Si-binding protein.



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。

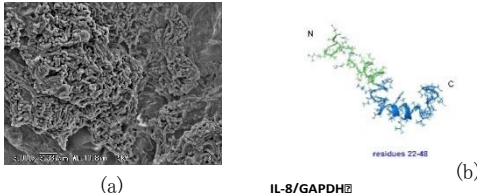
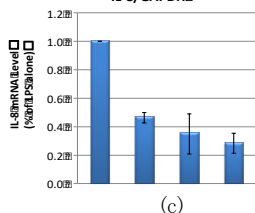


L8020乳酸菌のバクテリオシン
Bacteriocin Derived from *L. Rhamunosus* L8020

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/GAPDH ̄

Condition	IL-8mRNA level (% of LPS alone)
Control	1.0
L8020	~0.45
Kog1	~0.35
L8020 + Kog1	~0.25

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).



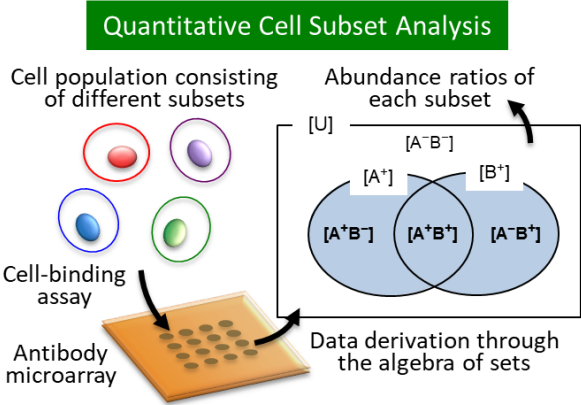
抗体アレイによる定量的サブセット分析
Quantitative Cell Subset Analysis Using Antibody Arrays

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

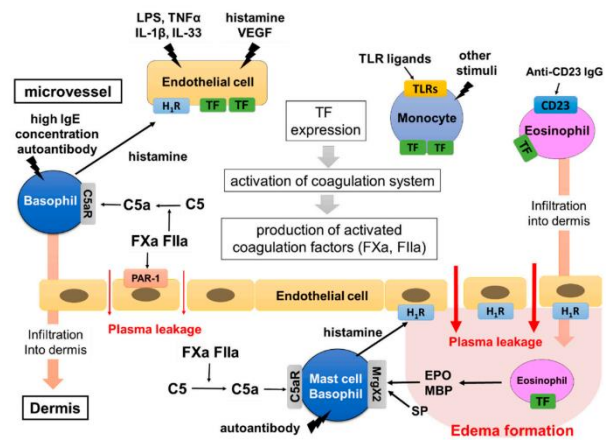
抗体アレイを用いた定量的サブセット分析の概要
Overview of quantitative cell subset analysis using antibody array (Reprinted with permission from "Ogasawara T, Kato K. ACS Appl. Bio Mater. 2021, 4:7673–81". Copyright 2021 American Chemical Society)



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、インピーダンスセンサ等のバイオセンサを利用した *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)の発症機構の一部を明らかにした。

We clarified that synergistic expression of tissue factors (TF) on vascular endothelial cells activate the extrinsic coagulation pathway and induce vascular hyperpermeability, followed by edema formation.



Hypothetical mechanism of edema formation triggered by TF in CSU. (Cells. 2021;10(7):1759)

5. Research Facilities of RNBS

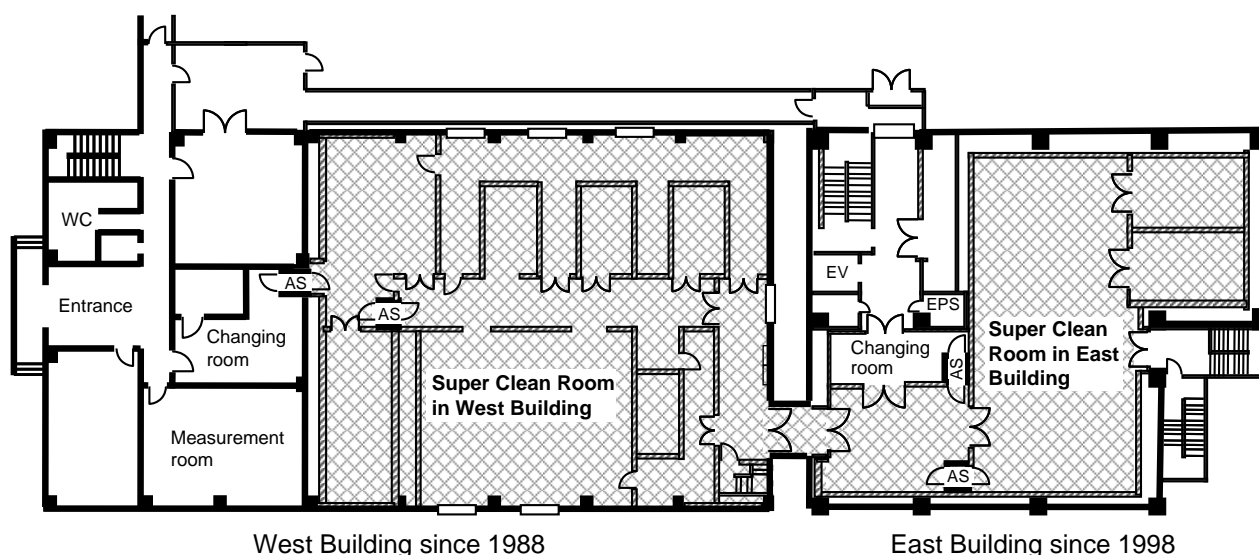
研究設備

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

リソグラフィー

- ◆ Variable rectangular-shaped electron beam lithography system (Hitachi HL700DII)

可変成形型電子ビーム描画装置
(日立 HL700DII) Resolution 50nm



- ◆ Point-beam type electron beam lithography system (JEOL JBX-5DII) Resolution 50 nm

ポイントビーム型電子ビーム描画装置
(日本電子 JBX-5DII) Resolution 50nm



- ◆ 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



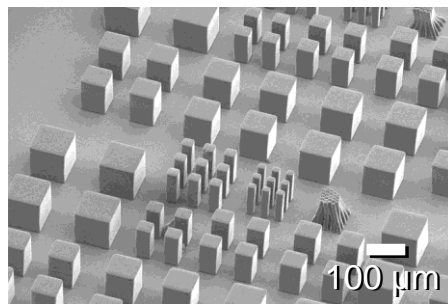
- ◆ i-line optical stepper (Nikon NSR i8a)

i-線ステッパー
(ニコン NSR i8a) Resolution 350nm



- ◆ 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) Cl_2 , HBr , N_2 , O_2 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) Cl_2 , BCl_3 , HBr , N_2 , O_2 使用可能



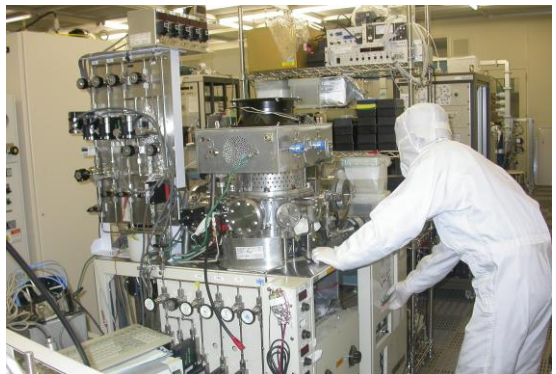
- ◆ Si deep etching system (Sumitomo Precision Products)

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



エッチング装置メンテナンス作業風景
During maintenance of dry etcher



酸化・拡散炉キャリア搬送風景
Wafer loading into furnace

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



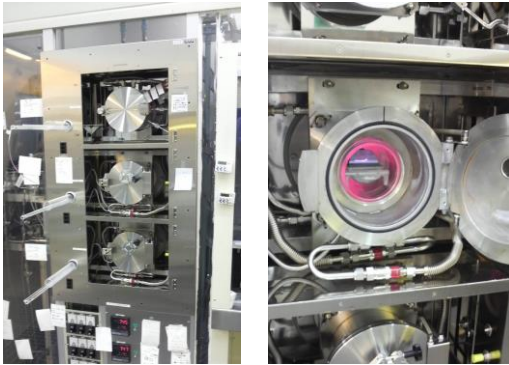
酸化炉講習風景
Training of oxidation

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ドーピング可能



- ◆ 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



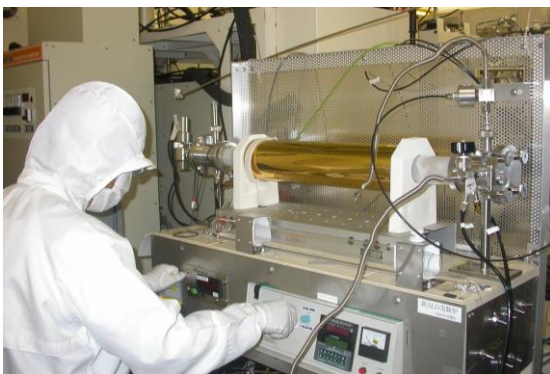
- ◆ Molecular beam epitaxial growth system for GaAs and AlGaAs: Si, Be doping possible (EIKO)

分子線エピタキシャル成長装置
(エイコー) GaAs 等堆積可能



- ◆ Atomic layer CVD (ALCVD) reactor for SiN (Thermo Riko)

原子層CVD炉
(サーモ理工) SiN 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



- ◆ Electron beam evaporation system for many kinds of metals (EIKO)

電子ビーム蒸着装置
(エイコー) 多種材料堆積



- ◆ 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

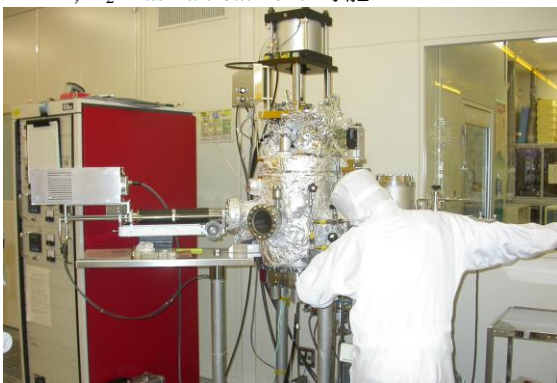


5.2.6 Others

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



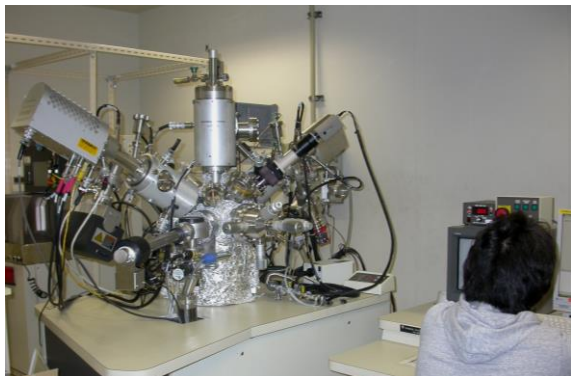
スパッタリング装置ウェハセッティング風景
Wafer setting to sputtering machine

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



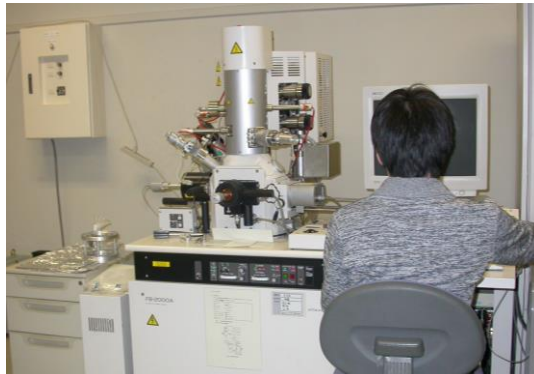
◆ Field emission scanning electron microscope (FE-SEM) (Hitachi S4700)

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



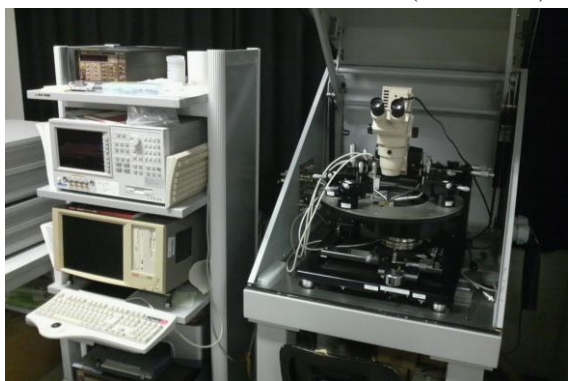
◆ Focused ion (Ga) beam (FIB) system (Hitachi FB-2000)

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)

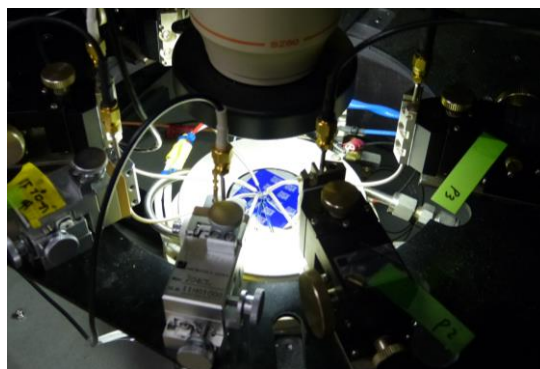


◆ Semi-automatic wafer prober (Vector Semiconductor AX-2000)

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] A. Teramoto, "Evaluation of Low-Frequency Noise in MOSFETs Used as a Key Component in Semiconductor Memory Devices," *Electronics*, **10**, pp. 1759_1-24, 2021.
- [2] K. Saito, H. Suzuki, H. Park, R. Kuroda, A. Teramoto, T. Suwa, and S. Sugawa, "A high-precision current measurement platform applied for statistical measurement of discharge current transient spectroscopy of traps in SiN dielectrics," *Jpn. J. Appl. Phys.* **60**, pp. 086501_1-10, 2021.
- [3] T. Yasuda, K. Kobayashi, Y. Yamamoto, H. Hamori, A. Teramoto, R. Kuroda, and S. Sugawa, "High Resolution Array Tester for Flat Panel Display Using Proximity Capacitance Image Sensor," *International Display Workshops, Virtual Conference*, pp. 258-261, 2021.
- [4] H.-J. Lin, H. Watanabe, A. Teramoto, R. Kuroda, K. Umezawa, and K. Furukawa, "Impact on the Conductance Method of the Asymmetry in the AC Response Induced by Interface Trap Levels," *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, **10**, pp. 043004_1-7, 2021.
- [5] H. Nakanishi, J. Tsuchimoto, H. Hosoya, Y. Amemiya, C. Watanabe, and A. Teramoto, "New Isolation Method for MTJ Fabrication Using SiN-Sidewall," *Special MRAM poster session IEDM, San Francisco*, p. 13, 2021.
- [6] V. V. Cuong, T. Meguro, K. Kawamura, T. Shima, and S.-I. Kuroki, "500°C Operation Characteristics of 4H-SiC MOSFETs Differential Amplifier Circuit for Harsh Environment Applications," *13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, Mo-IP-04*, 2021.
- [7] R. Takeuchi, T. Sato, and S.-I. Kuroki, "High-Selective Deep RIE of 4H-SiC with SiO₂ Hard Mask in Cl₂/HBr/O₂ Plasma Chemistry," *13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, Tu-P-64*, 2021.
- [8] V. V. Cuong, T. Meguro, and S.-I. Kuroki, "High-Temperature Reliability of Integrated Electronic Circuit Based on 4H-SiC MOSFET with TiN Metal Gate," *13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, We-P-28*, 2021.
- [9] Vuong Van Cuong, Tadashi Sato, Takamichi Miyazaki, Tatsuya Meguro, Seiji Ishikawa, Tomonori Maeda,

Hiroshi Sezaki, and Shin-Ichiro Kuroki, 500 °C high-temperature reliability of Ni/Nb ohmic contact on n-type 4H-SiC,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, **61**(3), 036501, 2022.

- [10] K. Kawamura, Tatsuya Meguro, Masayuki Tsutsumi, Takeshi Ohshima, Yasunori Tanaka, and S.-I. Kuroki, “Coverage Enhancement of Si-SOI/4H-SiC Wafer Direct Bonding by SiO₂ insertion,” 13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, Tu-P-65, 2021.
- [11] T. Shima, T. Maeda, S. Ishikawa, H. Sezaki, and S.-I. Kuroki, “Effects of MOS charges on roll-off characteristics of 4H-SiC short channel n/p MOSFETs,” 13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, We-P-08, 2021.
- [12] T. Meguro, M. Tsutsumi, A. Takeyama, T. Ohshima, Y. Tanaka., and S.-I. Kuroki, “Output Characteristics of SOI-Si/4H-SiC Hybrid Pixel Device for Radiation Hardened CMOS Image Sensors,” 13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials, We-P-29, 2021.
- [13] S.-I. Kuroki, K. Nishigaito, T. Meguro, A. Takeyama, T. Ohshima, and Y. Tanaka, “Output Characteristics of 4H-SiC Pixel Devices for Radiation Hardened UV CMOS Image Sensors,” Th-2A-02, 2021.
- [14] S.-I. Kuroki and T. T. Nguyen, “(100)-Surface-Oriented Poly-Si Thin Film Transistors by using Continuous-Wave Laser Lateral Crystallization (Invited),” THERMEC'2021 International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials, F1Interfaces/GB, Integrated Grain Boundary Engineering (IGBE) & Structural Characterization Techniques 1, 2021.
- [15] T. Sato, H. Hanafusa, and S. Higashi, “Investigation on electrical characteristics of TFTs fabricated with germanium films crystallized by atmospheric-pressure micro thermal plasma jet irradiation,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, **61**(SC), pp. SC1011-1 - SC1011-6, 2022.
- [16] K. Fujimoto, H. Hanafusa, T. Sato, and S. Higashi, “Direct observation of three-dimensional transient temperature distribution in SiC Schottky barrier diode under operation by optical-interference contactless thermometry imaging,” *Appl. Phys. Express*, **15**, pp. 026502-1 - 026502-4, 2022.
- [17] S. Higashi, K. Matsuguchi, T. Sato, and H. Hanafusa, “Millisecond Annealing by Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet and Direct Imaging of Temperature Distribution using Optical Interference Contactless Thermometry (OICT),” *ECS. Trans.*, **104**(4), pp. 63-68, 2021.
- [18] H. T. K. Nguyen, H. Hanafusa, R. Kawakita, K. Segawa, and S. Higashi, “Investigation on characteristics of millisecond solid phase crystallized silicon films annealed by atmospheric pressure DC arc discharge microthermal-plasma-jet and their application to bottom-gate thin film transistors fabrication,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, **60**(10), pp. 105502-1 - 105502-7, 2021.

- [19] T. Nojima, H. Hanafusa, T. Sato, S. Hayashi, and S. Higashi, "Growth of High Crystallinity Silicon Films by Intermittent Pulse Heating assisted Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition," Proc. Int. Symp. Dry Process (DPS2021), Online Symposium, pp. 157-158, 2021.
- [20] K. Fujimoto, H. Hanafusa, T. Sato, and S. Higashi, "Visualization of Transient Internal Temperature Changes during SiC-Schottky Barrier Diode Operation using Optical-Interference Contactless Thermometry," 13th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM 2020-2021), Tours, France and Virtual conference, 2021.
- [21] S. Higashi, "Millisecond Annealing by Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet and Direct Imaging of Temperature Distribution Using Optical Interference Contactless Thermometry (OICT)," 240th ECS Meeting, Digital Meeting, 2021, (Invited).
- [22] H. T. K. Nguyen, H. Hanafusa, R. Kawakita, K. Segawa, and S. Higashi, "Characteristics of Millisecond Solid Phase Crystallized Silicon Films Formed by Micro-Thermal-Plasma-Jet and Their Application to Bottom-Gate Thin Film Transistor," Ext. Abs.2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021), ALL-VIRTUAL conference, pp. 552-553.
- [23] T. Sato, H. Hanafusa, and S. Higashi, "Effects of Crystallization Conditions on the Electrical Characteristics of P-type Ge TFTs Formed by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet Irradiation," Ext. Abs. 2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021), ALL-VIRTUAL conference, pp. 554-555, 2021.
- [24] S. Higashi, "Defect Control in Quasi Single-crystalline Silicon Strips on Insulator Formed by Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet," International Conference on Processing & Manufacturing of advanced Materials (Thermec'2021), Virtual Conference, 2021, (Invited).

6.1.2 Impulse-radar detector for breast cancer

- [25] T. Kikkawa, H. Song, K. Arihiro, and S. Sasada, "Microwave Imaging for Breast Cancer Screening," Biomedical Engineering, Jenny Stanford Publishing, Chapter 10, pp. 171-212, 2021.
- [26] M. Adachi, T. Nakagawa, T. Fujioka, M. Mori, K. Kubota, G. Oda, and T. Kikkawa, "Feasibility of Portable Microwave Imaging Device for Breast Cancer Detection by," *Diagnostics*, **12**(1), 27, 2022.
- [27] H. Ma, S. Sasada, M. Okada, T. Kikkawa, and S. Kidera, "Clinical Test of Surface Rejection Method for Microwave Breast Cancer Imaging," 2021 IEEE USNC-URSI Radio Science Meeting, 2021.

- [28] G. Liu, X. Xiao, H. Song, M. Lu, and T. Kikkawa, "An adaptive window-based hybrid artifact removal method for Ultra-Wide Band imaging enhancement of early breast cancer detection," *Biomedical Signal Processing and Control*, **70**, 102980, 2021.
- [29] M. Lu, X. Xiao, H. Song, G. Liu, H. Lu, and T. Kikkawa, "Accurate construction of 3-D numerical breast models with anatomical information through MRI scans," *Computers in Biology and Medicine*, **130**, 104205, 2020.
- [30] Q. Li, X. Xiao, and T. Kikkawa, "Noninvasive Blood Glucose Level Detection Based on Matrix Pencil Method and Artificial Neural Network," *Journal of Electrical Engineering & Technology* **16**, pp. 2183-2190, 2021.
- [31] G. Liu, X. Xiao, H. Song, and T. Kikkawa, "Precise detection of early breast tumor using a novel EEMD-based feature extraction approach by UWB microwave," *Medical & Biological Engineering & Computing*, **59**, pp. 721-731, 2021.
- [32] 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.

6.1.3 CVD and contamination/particle control

- [33] 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**, 365, 2022.
- [34] M. Kubo, M. Ishimura, and M. Shimada, "Improvement of Production Efficiency of Spray-synthesized HKUST-1," *Advanced Powder Technology*, **32**, pp. 2370-2378, 2021.
- [35] S. Zhou, M. Maeda, M. Kubo, and M. Shimada, "One-step Synthesis of Gold@Silica Yolk-Shell Nanoparticles with Catalytic Activity," *Chemistry Letters*, **50**, pp. 1475-1478, 2021.
- [36] K. Kusdianto, M., Hudandini, D. Jiang, M. Kubo, and M. Shimada, "Effect of Heating Rate on the Photocatalytic Activity of Ag-TiO₂ Nanocomposites by One-Step Process via Aerosol Routes," *Catalysts*, **12**, 17, 2021.

6.1.4 Organic electronic devices and application for organic chemical materials

- [37] R. Kawasaki, R. Ohdake, K. Sugikawa, and A. Ikeda, "Photodynamic Therapy Using Self-Assembled Nanogels Comprising Chlorin e6-Bearing Pullulan," *J. Mater. Chem. B*, **9**(32), pp. 6357-6363, 2021.
- [38] K. Yamana, R. Kawasaki, Y. Sanada, A. Tabata, K. Bando, K. Yoshikawa, H. Azuma, Y. Sakurai, S. Masunaga, M. Suzuki, K. Sugikawa, T. Nagasaki, and A. Ikeda, "Tumor-targeting Hyaluronic Acid/Fluorescent Carborane Complex for Boron Neutron Capture Therapy," *Biochem. Biophys. Rapid Commun.*, **559**, pp. 210-216, 2021.
- [39] R. Omokawa, R. Kawasaki, K. Sugikawa, T. Nishimura, T. Nakaya, and A. Ikeda, "Preparation of Aqueous Solutions with Information on Solids (ASIS) of a Mechanochromic Luminescent Tetraphenylethylene Derivative by Complexation with Polysaccharides," *ACS Appl. Polym. Mater.*, **3**(8), pp. 3708-3713, 2021.
- [40] R. Kawasaki, R. Ohdake, T. Eto, K. Yamana, T. Nakaya, T. Ishida, A. Kuroda, and A. Ikeda, "Photo-Triggered Cargo Release from Liposome Chlorin e6-Bearing Pullulan Hybrid Nanoparticles via Membrane Permeabilization," *RSC Adv.*, **58**(11), pp. 36564-36568, 2021.
- [41] R. Kawasaki, S. Kawamura, S. Hino, K. Yamana, and A. Ikeda, "Water Solubilization of Paclitaxel Using Polypeptides for Cancer Therapy," *Mater. Adv.*, **3**(1), pp. 467-473, 2022.
- [42] R. Shimada, S. Hino, K. Yamana, R. Kawasaki, and A. Ikeda, "Improvement of Photodynamic Activity by a Stable System Consisting of a C60 Derivative and a Photo-antenna in Liposomes," *ACS Med. Chem. Lett.*, **13**(4), pp. 641-647, 2022.

6.2 Technologies for intelligent systems

6.2.1 Wireless communication and network

- [43] S. Kameda, Y. Honma, N. Suematsu, S. Yasuda, and N. Shiga, "USRP Implementation of Transmission Timing Control Function for Synchronized SS-CDMA Using Wireless Two-Way Interferometry (Wi-Wi)," *The 12th International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN 2021)*, Virtual Conference, 2021.
- [44] T. Chida, S. Kameda, and N. Suematsu, "Fundamental Investigation of Backoff Control Method for Fair Communication Opportunity of mmW WBAN in Overcrowded Environment," *13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2021)*, Tokyo, 2021.
- [45] S. Yoshida, M. Motoyoshi, S. Kameda, N. Suematsu, and K. Nishikawa, "Expansion of the Beamforming

Coverage Area in an Elevation Plane for 60-GHz-Band 3D Beamforming,” *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, **20**(5), pp. 773-777, 2021.

- [46] J. Zhang, M. Kazuno, M. Motoyoshi, S. Kameda, and N. Suematsu, “Image Enhancement in 26GHz-Band 1-Bit Direct Digital RF Transmitter Using Manchester Coding,” *IEICE Trans. Commun.*, **E104-B**(6), pp. 654-663, 2021.
- [47] T. Shiba, T. Furuichi, M. Motoyoshi, S. Kameda, and N. Suematsu, “A Spectrum Regeneration and Demodulation Method for Multiple Direct Undersampled Real Signals,” *IEICE Trans. Commun.*, **E104-B**(10), pp. 1260-1267, 2021.
- [48] T. Machii, M. Motoyoshi, S. Kameda, and N. Suematsu, “Gain Boosted D-Band CMOS Amplifier Using a Radial Stab for Source AC Grounding,” *2021 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2021), Virtual Conference*, 2021.
- [49] S. Yoshida, S. Kameda, N. Suematsu, and K. Nishikawa, “Re-Evaluation of a Dual-Feed Linear Polarized 2-by-2 Circular Patch Array Antenna for 60-GHz-Band Digital Beamforming Applications,” *IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng.*, **16**(12), 1653-1655, 2021.
- [50] 末松 憲治, 枝松 航輝, 町井 大輝, ジャン テンガ, 本良 瑞樹, 亀田 卓, 芝 隆司, “Wi-Fi バックスキャッタを用いた 5 GHz 帯簡易ビームフォーミング無線 IoT 通信,” *信学論*, J105-C(1), pp. 2-10, 2022, (invited).
- [51] M. Fujishima, “Overview of sub-terahertz communication and 300GHz CMOS transceivers,” *IEICE Electronics Express*, 18-20212002, 2021.
- [52] M. Fujishima, “Coverage of Sub-Terahertz Communications and A 300-GHz-Band CMOS Transceiver,” *2021 13th Global Symposium on Millimeter-Waves & Terahertz (GSMM)*, pp. 1-3, 2021.
- [53] M. Fujishima, “A 300GHz CMOS Transceiver Aiming for Long-Range Sub-Terahertz Communications,” *2021 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)*, pp. 1-2, 2021.
- [54] M. Fujishima, “A 300GHz CMOS Transceiver Targeting 6G,” *2021 IEEE 14th International Conference on ASIC (ASICON)*, pp. 1-4, 2021.
- [55] M. Fujishima, “Technical issues in sub-terahertz band communications and 300 GHz CMOS transceivers,” *9th Russia-Japan-USA-Europe Symposium on Fundamental & Applied Problems of Terahertz Devices & Technologies (RJUSE TeraTech-2021)*, 2021

- [56] S. Lee, S. Amakawa, T. Yoshida, S. Hara, and M. Fujishima, "A 32-Gb/s CMOS Receiver With Analog Carrier Recovery and Synchronous QPSK Demodulation," in *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, **31**(6), pp. 768-770, 2021.
- [57] S. Lee, S. Hara, R. Dong, K. Takano, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "A 272-GHz CMOS Analog BPSK/QPSK Demodulator for IEEE 802.15.3d," *ESSCIRC 2021 – IEEE 47th European Solid State Circuits Conference (ESSCIRC)*, pp. 415-418, 2021.
- [58] S. Fujimoto, R. Smith, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "A 30-To-70-GHz CMOS Amplifier for 300-GHz Heterodyne Receivers," *2021 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)*, 2021.
- [59] S. Lee, S. Amakawa, T. Yoshida, S. Hara, and M. Fujishima, "A 32 Gb/s CMOS Receiver with Analog Carrier Recovery and Synchronous QPSK Demodulation," *International Microwave Symposium (IMS)*, 2021.
- [60] S. Lee, K. Katayama, K. Takano, M. Fujita, M. Toyoda, S. Hara, I. Watanabe, A. Kasamatsu, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "300-GHz Back-Radiation On-Chip-Antenna Measurement with Electromagnetic-Wave-Absorption Sheet," *IEEE ICMTS Conference*, 2022.
- [61] S. Lee, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "300-GHz CMOS-based wireless link for future communication," *2021 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)*, 2021.

6.2.2 Massive-parallel mobile-embedded processor

- [62] K. Kageyama, A. Hamai, K. Watanabe, T. Koide, and T. Kumaki, "Floating-point arithmetic of content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core," *Proc. of RISP International workshop on Non-linear Circuit, computer and Signal Processing (NCSP)*, 2021.
- [63] 蔭山享佑, 濱井彰光, 荒井聡太, 濱野甫, 孔祥博, 小出哲士, 熊木武志, "連想メモリベース超並列 SIMD 型演算コアを用いた乗算手法の実装と評価," 第 195 回システムと LSI の設計技術研究発表会, 2021.
- [64] 濱野甫, 荒井聡太, 濱井彰光, 蔭山享佑, 孔祥博, 小出哲士, 熊木武志, "連想メモリベース超並列 SIMD 型演算コアの FPGA による動作検証," 第 195 回システムと LSI の設計技術研究発表会, 2021.

6.2.3 Computer aided diagnosis system

- [65] M. Odagawa, T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka,

- T. Sugawara, H. Toishi, M. Tsuji, and N. Tamba, "A Hardware Implementation on Customizable Embedded DSP Core for Colorectal Tumor Classification with Endoscopic Video toward Real-Time Computer-Aided Diagnosis System," *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, **E104-A**(4), 2021.
- [66] M. Odagawa, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, and S. Tanaka, "Feasibility Study for Computer-Aided Diagnosis System with Navigation Function of Clear Region for Real-Time Endoscopic Video Image on Customizable Embedded DSP Cores," *IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, **E105-A**(1), in press, 2021.
- [67] M. Odagawa, T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, and S. Tanaka, "Classification with CNN features and SVM on Embedded DSP Core for Colorectal Magnified NBI Endoscopic Video Image," *IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, in press, 2021.
- [68] R. Michida, S. Izakura, T. Koide, Y. Aoyama, and Y. Hayashida, "Automatic Detection of Skin Surface Structure Using Deep Learning for the Impression Mold Technique," *Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021)*, pp. 165-168, Grand Hyatt Jeju, Republic of Korea, 2021.
- [69] T. Koide, S. Izakura, R. Michida, Y. Aoyama, and Y. Hayashida, "Sweat Droplets Detection Using Deep Learning for the Impression Mold Technique to Evaluate Sweating Responses to Thermal Stimulus," *Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021)*, pp. 255-258, Grand Hyatt Jeju, Republic of Korea, 2021.
- [70] D. Katayama, R. Michida, S. Izakura, Y. Wu, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, Y. Okamoto, and S. Tanaka, "A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on NICE Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy," *Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021)*, pp. 158-161, Grand Hyatt Jeju, Republic of Korea, 2021.
- [71] R. Michida, D. Katayama, S. Izakura, Y. Wu, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, Y. Okamoto, and S. Tanaka, "A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on JNET Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy," *Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021)*, pp. 154-157, Grand Hyatt Jeju, Republic of Korea, 2021.
- [72] R. Michida, S. Izakura, T. Koide, Y. Hayashida, and Y. Aoyama, "An Image Segmentation Method for Automatic Analysis of Skin Surface Structure in Atopic Dermatitis by the Impression Mold Technique," *Proc. of*

2021 IEEE 64th International Midwest Symposium on Circuits and Systems, in press, East Lansing, Michigan, USA & online, 2021.

- [73] T. Koide, R. Michida, S. Izakura, Y. Hayashida, and Y. Aoyama, "Sweat Droplets Detection Using Image Segmentation on Skin Surface for Evaluation of Sweating Responses to Thermal Stimulus in Atopic Dermatitis," Proc. of 2021 IEEE 64th International Midwest Symposium on Circuits and Systems, in press, East Lansing, Michigan, USA & online, 2021.
- [74] Y. Okamoto, S. Yoshida, S. Izakura, D. Katayama, R. Michida, T. Koide, T. Tamaki, Y. Kamigaichi, H. Tamari, Y. Shimohara, T. Nishimura, K. Inagaki, H. Tanaka, K. Yamashita, K. Sumimoto, Y. Ninomiya, S. Oka, and S. Tanaka, "DEVELOPMENT OF COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS SUPPORT SYSTEM FOR COLORECTAL NBI DIAGNOSIS," 2021 Gastrointestinal Endoscopy, 93(6):AB205, ID 3522844, 2021.
- [75] Y. Okamoto, S. Yoshida, S. Izakura, D. Katayama, R. Michida, T. Koide, T. Tamaki, Y. Kamigaichi, H. Tamari, Y. Shimohara, T. Nishimura, K. Inagaki, H. Tanaka, K. Yamashita, K. Sumimoto, Y. Ninomiya, S. Oka, and S. Tanaka, "Development of multi-class computer-aided diagnosis support system for diagnosis of NICE/JNET classification in colorectal lesions," UEG Week Virtual, 2021.
- [76] Y. Okamoto, S. Yoshida, S. Izakura, D. Katayama, R. Michida, T. Koide, T. Tamaki, Y. Kamigaichi, H. Tamari, Y. Shimohara, T. Nishimura, K. Inagaki, H. Tanaka, K. Yamashita, K. Sumimoto, S. Oka, and S. Tanaka, "Development of multi-class computer-aided diagnostic systems using the NICE/JNET classifications for colorectal lesions," Journal of Gastroenterology and Hepatology, **37**, pp. 104-110, 2022.
- [77] T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, and S. Tanaka, "A Hierarchical Type Segmentation Hardware for Colorectal Endoscopic Images with Narrow Band Imaging Magnification," Biomedical Engineering, Chapter 16, pp. 319-340, Jenny Stanford Publishing, 2021.
- [78] 井櫻星二, 道田竜一, 小出哲士, 青山裕美, 林田優季, "発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた皮丘・皮溝の自動解析手法," 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-30, SO2-30, pp.1-5, 2021.
- [79] 井櫻星二, 道田竜一, 小出哲士, 青山裕美, 林田優季, "発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた発汗滴検出の一手法," 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS3-16, SO3-16, pp.1-6, 2021.
- [80] 道田 竜一, 片山 大輔, 井櫻 星二, 呉 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本 由貴, 田中 信治, "深層学習を用いた JNET 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法," 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-11, SO2-11, pp.1-5, 2021.

- [81] 片山 大輔, 道田 竜一, 井櫻 星二, 呉 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本 由貴, 田中 信治, “深層学習を用いた NICE 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法,” 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-10, SO2-10, pp.1-5, 2021.

6.2.4 Smart agriculture system

- [82] Y. Azuma, T. Kasama, Y. Endo, T. Koide, C. Sone, M. Komine, A. Ogawa, and R. Miyake, “PARALLEL ISOLATION CHANNELS OF SOLUBLE SOLID REAGENTS FOR LONG TERM-USE NUTRIENT ANALYZER,” MicroTAS 2021 – 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, 2021.
- [83] P. Gao, T. Kasama, M. Godonoga, A. Ogawa, C. Sone, M. Komine, Y. Endo, T. Koide, and R. Miyake, “A needle-type micro-sampling device for collecting nanoliter sap sample from plants,” Analytical and bioanalytical chemistry, pp. 1-11, 2021.

6.3 Bioscience and technology

6.3.1 Biological devices and systems

- [84] S. Yokoyama, Y. Amemiya, T. Ikeda, A. Kuroda, and M. Ogihara, “Biosensors Based on Silicon Photonics,” Biomedical Engineering, Chapter 4, pp. 57-90, Jenny Stanford Publishing. 2021.
- [85] A. Nakajima, “Biosensors Based on FETs having Nanostructures,” Biomedical Engineering, Chapter 2, pp. 17-32, Jenny Stanford Publishing. 2021.
- [86] T. Ikeda, “Bacterial biosilicification: a new insight into the global silicon cycle,” Biosci. Biotechnol. Biochem., **85**, pp. 1324-1331, 2021.

6.3.2 Magnetic effect of biological materials

- [87] M. Iwasaka, “On-chip light scattering imaging of the guanine platelet,” Japanese Journal of Applied Physics **61**(2), 027002, 2022.
- [88] M. Iwasaka, “Dynamic blinking in the head of hardyhead silverside fish,” Japanese Journal of Applied Physics **60**(7), 077003, 2021
- [89] M Iwasaka, “Flashing spots on the dorsal trunk of hardyhead silverside fish,” Royal Society open science **8**(4), 201578, 2021
- [90] M Iwasaka, “Visualization of a Standing Lattice of Scattered Light on Spherical Water Droplets under an

Acoustic Field Using Biogenic Microparticles,” bioRxiv, 2021

- [91] M Iwasaka, “Modulation of optical speaker using biogenic guanine platelets floating in water,” bioRxiv, 2021
- [92] M Iwasaka, “On-chip light diffraction imaging of nano structures in the guanine platelet,” bioRxiv, 2021
- [93] M Iwasaka, “Real-time lens-free visualization of strong light scattering by biogenic guanine platelets,” bioRxiv, 2021.

6.4 Medical science and technology

6.4.1 Diagnosis and regenerative medical technologies

- [94] R. Ito, Y. Mine, Y. Yumisashi, R. Yoshioka, M. Hamaoka, T. Taji, T. Murayama, and H. Nikawa, “In vivo Efficacy of *Lactocaseibacillus rhamnosus* L8020 in a Mouse Model of Oral Candidiasis,” *Journal of Fungi*, **7**(5), 322. 2021.
- [95] Y. Mine, K. Okuda, R. Yoshioka, Y. Sasaki, T. Y. Peng, M. Kaku, Y. Yoshiko, H. Nikawa, T. Murayama, “Occlusal Trauma and Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw in Mice,” *Calcif Tissue Int*, Online ahead of print, 2021.
- [96] K. Rikitake, R. Kunimatsu, Y. Yoshimi, K. Nakajima, T. Hiraki, N. A. R. Putranti., Y. Tsuka, T. Abe, K. Ando, Y. Hayashi, H. Nikawa, and K. Tanimoto “Effect of CD146+ SHED on bone regeneration in a mouse calvaria defect model,” *Oral Dis*, Online ahead of print, 2021.
- [97] 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, 2021.
- [98] 二川浩樹, 田地 豪, “L8020 乳酸菌の健康および抗菌分野での活用,” *日本防菌防黴学会誌*, **49**(9), pp. 451-457, 2021.
- [99] 木全基樹, 鈴木智美, 二川浩樹, 坂口剛正, “持続型抗菌成分 Octadecyl dimethyl (3-triethoxysilylpropyl) ammonium chloride の新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)への抗ウイルス効果,” *医学と薬学* **78**, pp. 767-776, 2021.
- [100] F. Nishio, I. Hirata, K. Nakamae, K. Tsuga, and K. Kato, “Mucoadhesion of polyamphoteric hydrogels synthesized from acrylic acid and N,N-dimethylaminopropyl acrylamide,” *Int. J. Adhes. Adhes.*, **104**, 102746, 2021.
- [101] T. Ogasawara, R. Kuwabara, K. Kozai, and K. Kato, “Quantitative cell subset analysis using antibody microarrays,” *ACS Appl. Bio Mater.*, **4**, pp. 7673-7681, 2021.
- [102] A. Nakano, I. Hirata, B. V. Pham, A. Shakya, K. Tanimoto, and K. Kato, “Evaluation of a peptide motif designed for protein tethering to polymer surfaces,” *J. Biomater. Sci., Polym. Ed.*, **32**, pp. 76-92, 2021.

- [103] Y. Yanase, S. Takahagi, K. Ozawa, and M. Hide, “The Role of Coagulation and Complement Factors for Mast Cell Activation in the Pathogenesis of Chronic Spontaneous Urticaria,” *Cells*, **10**(7), 1759, 2021.
- [104] T. Urabe, H. Miyoshi, S. Narasaki, Y. Yanase, K. Uchida, S. Noguchi, M. Hide, Y. M. Tsutsumi, and N. Sakai, “Characterization of intracellular calcium mobilization induced by remimazolam, a newly approved intravenous anesthetic,” *PLoS One*, **17**(2), e0263395, 2022.

7. List of Forthcoming or Published Papers after April 2022

- [1] 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, pp. 1-4, 2022.
- [2] 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**, 508 2022.
- [3] 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), 461-471, 2022.
- [4] 千田 司, 亀田 卓, 末松 憲治, “ビジョ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), 2022.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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)*, to appear, 2022.

- [12] 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), to appear, 2022.
- [13] 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), to appear, 2022.
- [14] 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), to appear, 2022.
- [15] 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.
- [16] T. Ogasawara, and K. Kato, "Solid-phase cytometry using antibody microarrays," *J. Hiroshima Univ. Dent. Soc.*, in press, 2022.
- [17] A. Nakano, and K. Kato, "Recombinant protein synthesis for nanomaterial assembly: Technical overview," *Bull. Soc. Nano Sci. Technol.*, **20**, pp. 31-37, 2022.
- [18] I. Goel, M. Noiri, Y. Yamauchi, K. Kato, U. I. Chung, and 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.

Telephone, Facsimile, and E-mail

常任スタッフ連絡先 (2022年3月31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. 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
Nanotechnology Platform / ナノテクノロジー・プラットフォーム 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 Nanodevice and Bio Systems (RNBS) (renamed "Research Institute for Nanodevices" on April 1, 2022), Hiroshima University
 1-4-2 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8527, JAPAN
 広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所(「ナノデバイス研究所」に2022年4月1日より改称)
 〒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 <http://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/>



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

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

Research Institute for Nanodevice and
Bio Systems (renamed "Research Institute for
Nanodevices" on April 1, 2022)
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・バイオ融合科学研究所
（「ナノデバイス研究所」に2022年4月1
日より改称）

〒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