広島大学 ナノデバイス研究所

Research Institute for Nanodevices, Hiroshima University

Institute News

No.1, 2022

研究所長挨拶

ナノデバイス研究所長
寺本 章伸

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

1. 共同利用・共同研究拠点（拠点ネットワーク）「生体医歯工学共同研究拠点」

東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所、そして広島大学ナノデバイス研究所の連携研究機関の機能融合により、生体医歯工分野の先進的共同研究を推進し、我が国の生体材料、医療用デバイス、医療システムなどの実用化を促進する拠点形成を目的として活動しています。昨年の最終評価ではS評価と高い評価をいただき、2022年度から新たに6年間の認定を受けました。これまで築いてきた生体医歯工学をより確実なものとするため、4大学を中心として共同研究を進めて参りたいと考えております。研究所名から「バイオ融合科学」の文字が消えますが、生体医歯工学共同研究拠点の活動を強力に進めることを通じて、バイオ融合研究に貢献していきます。

2. 文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」

2021年度から10年間で行う本事業は、最先端装置の共用、高度専門技術者による技術支援に加え、新たにリモート・自動化・ハイスループット対応型の先端設備を導入し、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを、利活用しやすいよう構造化した上で提供するための事業です。本研究所の特徴である総面積830m^{2}のスーパークリーンルームを利用して、SiのみならずSiCやGaN等のワイドギャップ半導体、高性能太陽電池など、エネルギー変換マテリアルにフォーカスした研究開発・支援を行います。これらの支援を通じて、高品質マテリアルデータを収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みの構築を推進していきます。

2021年3月には、経済産業省「産学連携推進事業費補助金（地域の中核大学の産学融合拠点の整備）」に採択されました。今年度には新棟を建設し、その中に半導体研究のための分析、評価機器、AIや通信技術の研究開発のための設備を導入します。さらに、これらの研究・開発に関連した様々な分野の研究者が集うオープンスペースを整えることで、半導体技術を基盤とした地域産業の活性化に寄与する研究・人材育成活動を行っていきます。

また、文部科学省「次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業」では、東京工業大学、豊橋技術科学大学とともに、「集積Green-niX研究・人材育成拠点」として採択されました。2022年度から10年間の事業で、半導体関連産業の発展のために研究開発と人材育成で貢献していきたいと考えています。

今年度は、ナノ集積科学部門に後藤秀樹教授をお迎えしました。後藤先生のご専門は光半導体デバイス・材料物性分野であり、半導体材料から量子デバイスへの展開も含めて大いに活躍していただきたいと思います。

国内外ともに半導体の重要度が見直され、昨年には日本国における半導体戦略が発表されました。我が国は、半導体デバイス産業およびそれを支える製造装置、部品、材料およびインフラストラクチュア産業という半導体産業におけるサプライチェーンが揃っている世界でも数少ない国です。そのような国であり続けるために、極めて重要な時期にさしかかっております。1986年に設立されて以来、35年以上にわたって、半導体に関する研究を行ってきたナノデバイス研究所の果たすべき役割は大変重いものと感じております。この役割を果たすべく、構成員ひとりひとりの個性を伸ばし、さらにベクトルを合わせていくことで、研究所のアクティビティを高めていきたいと考えています。関係の皆様には引き続きご支援を賜りますよう何卒宜しくお願い申し上げます。

Research Institute for Nanodevices
RIND
2022年6月発行

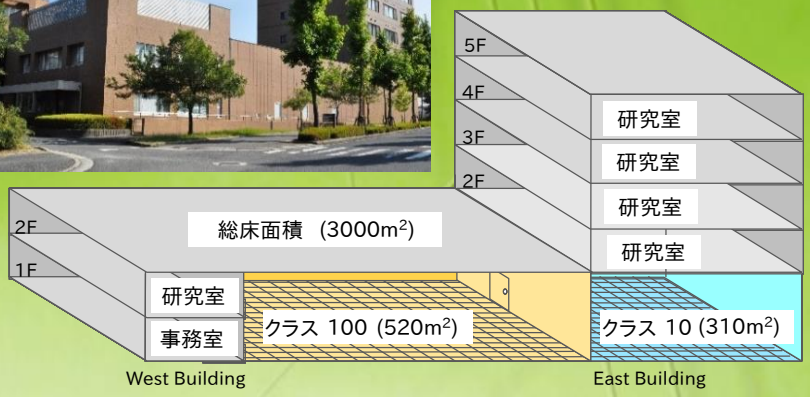
ナノデバイス研究所の概要(1)

【経緯】

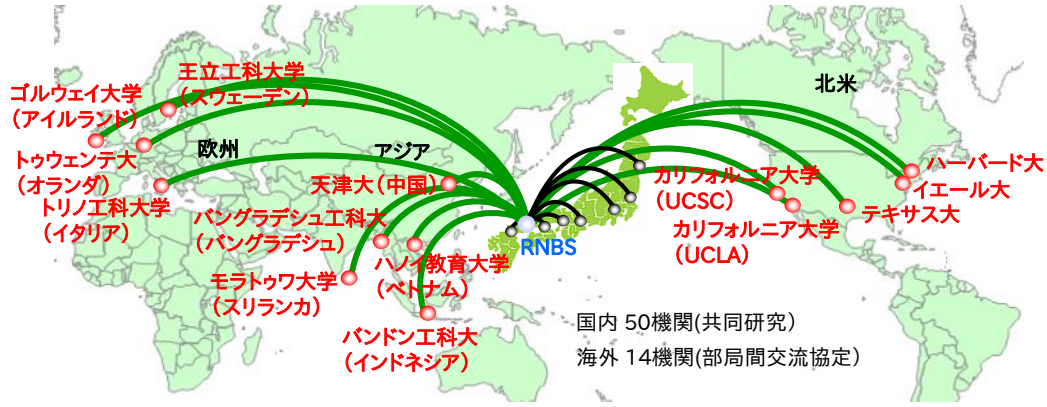
1986年 集積化システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設:10年時限）
1996年 ナノデバイス・システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設:10年時限）
2002-2006年 文部科学省21世紀COEプログラム「テラビット情報ナノエレクトロニクス」
2006-2009年 科学技術振興機構先端融合イノベーション創出拠点「半導体・バイオ融合集積化技術の構築」
2008年 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所に改組（国立大学法人学内措置）
2011年 国立大学附置研究所・センター長会議入会承認
2016年 全国共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」として文部科学大臣認定
2022年ナノデバイス研究所に改称

【研究所のミッション】

1. 半導体技術の基礎研究を通して、自立した思考を持ち、機動的な行動をとれる人材を育成する。
2. 基盤技術としての半導体・集積回路・システムにおける最先端研究を推進する。
3. 全国共同利用・共同研究拠点を基盤として、新学術領域として生体医歯工学を確立するとともに共同研究を推進してその成果の社会実装を行う。
4. 共用設備事業を軸にした全国規模のマテリアルインフォマティクス拠点構築とデータ駆動型サイエンスを推進する。
5. 最先端半導体・集積回路システムの研究・開発を推進する世界規模のプラットフォームを確立することを目指す。



国内外の著名な大学・研究機関と共同研究を実施（国内50機関、海外14機関）



○ 国内外の研究者と協力して高性能集積回路、MEMS、バイオデバイスを開発

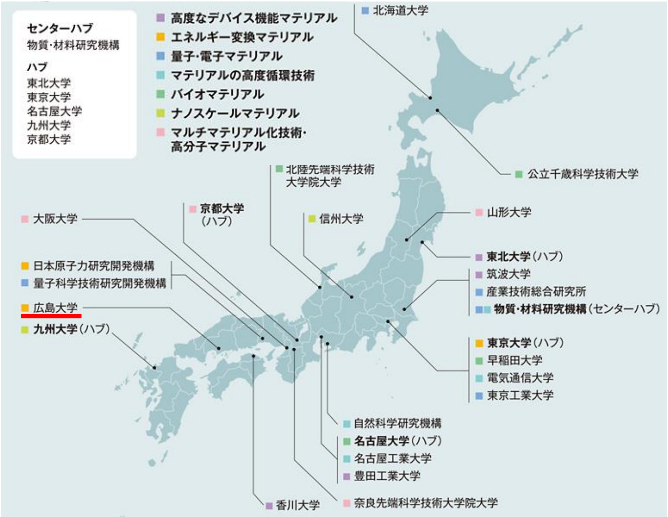
保有する装置とその利用技術で微細加工支援を実施

○ 充実したスーパークリーンルーム、LSI試作設備を有効活用し、産業界に貢献

ARIM Japan

文部科学省 マテリアル先端リサーチインフラ（2021年度～）

https://nanonet.mext.go.jp



重要技術領域	センターハブ	ハブ	スポーク
高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル	物質・材料研究機構（NIMS）	東北大学	筑波大学 豊田工業大学香川大学 香川大学
量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル		NIMS	北海道大学 東京工業大学 産業技術総合研究所 量子科学技術研究開発機構
革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル		東京大学	広島大学 日本原子力研究開発機構
マテリアルの高度循環のための技術		NIMS	自然科学研究機構 名古屋工業大学 電気通信大学
次世代バイオマテリアル		名古屋大学	早稲田大学 千歳科技大学 北陸先端科技大学
次世代ナノスケールマテリアル		九州大学	信州大学
マルチマテリアル化技術・次世代高分子マテリアル		京都大学	大阪大学 奈良先端科技大学 山形大学

経済産業省「J-Innovation HUB 地域オープンイノベーション拠点（国際展開型）」に選出（2020年12月）

J-イノベ J-Innovation HUB

ナノデバイス研究所の概要(2)

ナノデバイスを核とした先端研究の推進

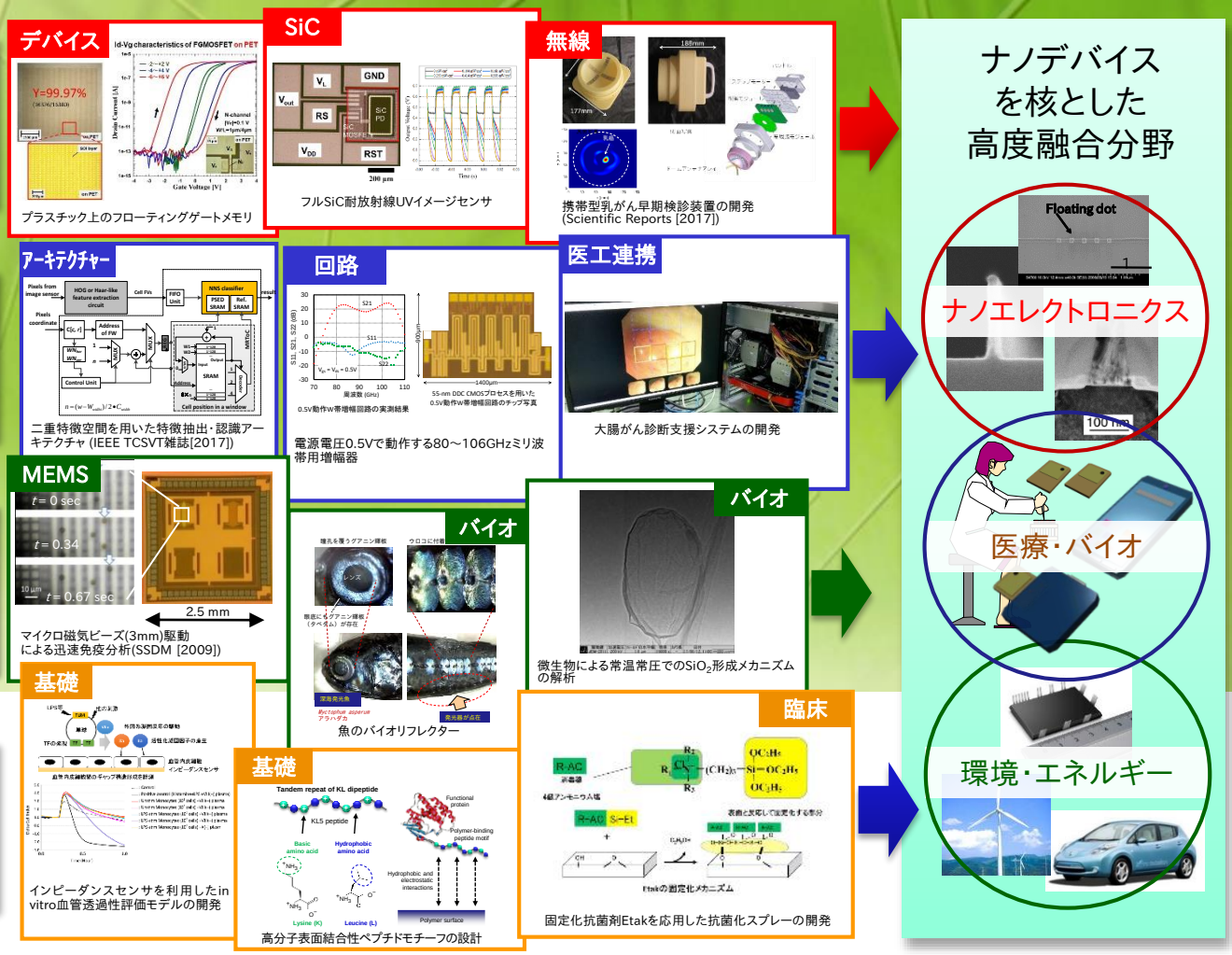
半導体・回路・MEMS*に関する有数の設計・試作・研究環境

ナノ集積科学研究部門

集積システム科学研究部門

分子生命情報科学研究部門

集積医科学研究部門



* Micro Electro Mechanical Systems

半導体研究教育ができる優秀な人材を育成し、国内外の半導体研究教育及び半導体産業へ多数輩出

広島大学ナノデバイス研究所博士研究員のテニュア・就職状況

国内大学・公的機関

・岩手大学大学院工学研究科	准教授
・広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所	教授、助教
・東北大学大学院工学研究科	特任助教
・群馬工業高等専門学校	准教授
・東京大学大学院工学系研究科	研究員
・東京大学大学院工学系研究科	助教
・大阪大学大学院工学研究科	助教
・立命館大学工学部	准教授
・関西大学システム理工学部	准教授
・中央大学理工学部	助教
・広島大学産学・地域連携センター	特命准教授
・九州工業大学	准教授
・広島産業振興機構	マネージャー
・山口県立博物館	学芸員
・仁科会館	事務長
・産業技術総合研究所	研究員
・高知工科大学	助教
・呉工業高等専門学校	准教授

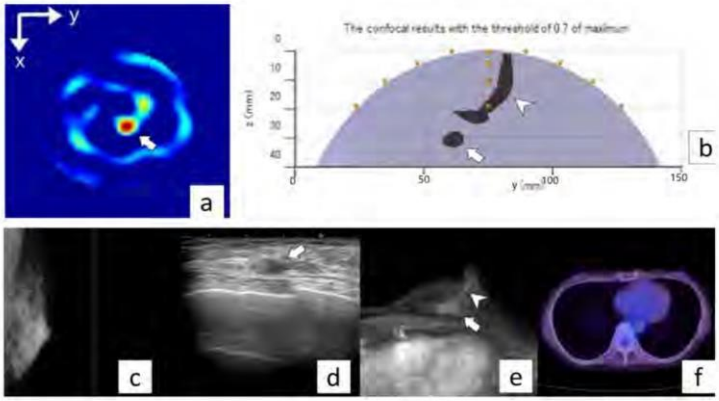
企業

・フジクラ(株)研究所	研究員
・東芝(株)	技術者
・マイクロンメモリ ジャパン合同会社	技術者
・三井化学(株)研究所	研究員
・パナソニック(株)	技術者
・東京エレクトロン(株)	技術者
・(株)東京精密	技術者

海外大学・公的機関

・バングラデシュ工科大学	教授
・天津大学情報通信学部	教授
・シンガポール国立研究所	研究員

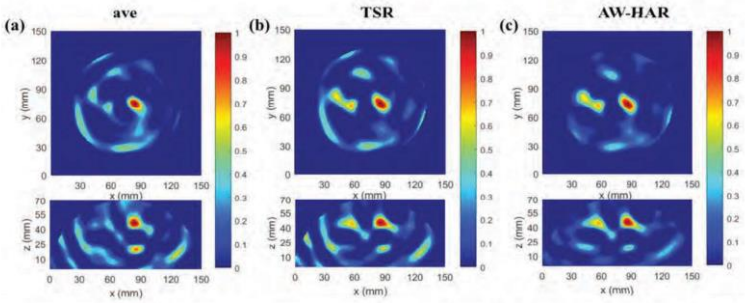
乳癌イメージング東京医科歯科大臨床試験結果



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

東京医科歯科大学附属病院乳腺外科、放射線科において、パイロット臨床試験を10名の患者について実施しました。乳癌診断用装置のX線マンモグラフィ、超音波、MRI、PETの結果と比較評価した結果、本開発装置マイクロ波イメージングの結果は10/10で陽性と判定されました。一方、X線マンモグラフィは2/10が陰性と誤判定されました。本研究は東京医科歯科大学との共同研究の成果です。本論文はDiagnostics 2022, 12(1), 27 (2022 IF: 3.706) に掲載されました。(吉川)

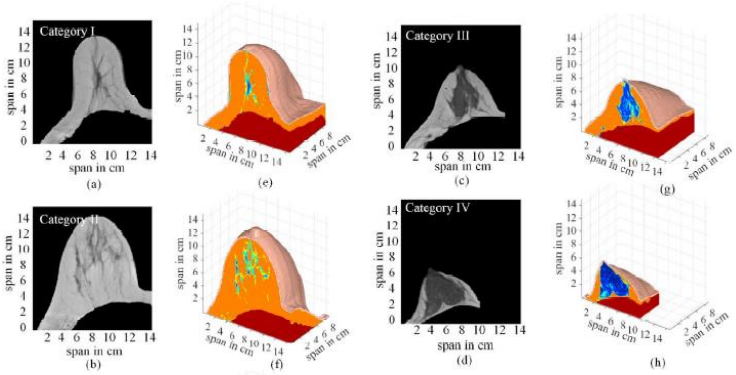
適応ウィンドウ・アーチファクト除去アルゴリズム



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.

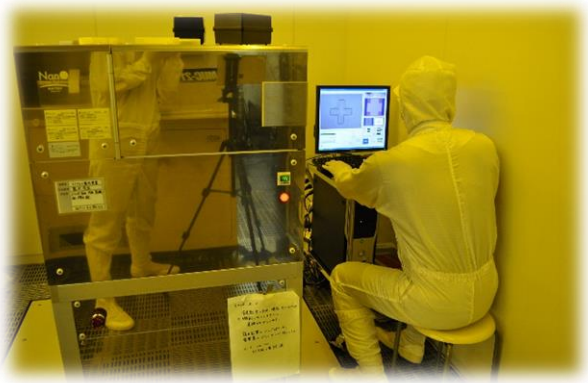
マイクロ波乳がんイメージング技術におけるクラッターを抑制するアルゴリズムとして、適応ウィンドウ・ハイブリッドアーチファクト除去法を開発しました。適応時間ウィンドウ分割、2段階フィルタリング、分割時間積分、Savitzky-Golay平滑化で、表面クラッター除去に効果が認められました。本研究は天津大学との共同研究の成果です。本論文はBiomedical Signal Processing and Control, 70 (2021) 102980 (IF:3.88)に掲載されました。(吉川)

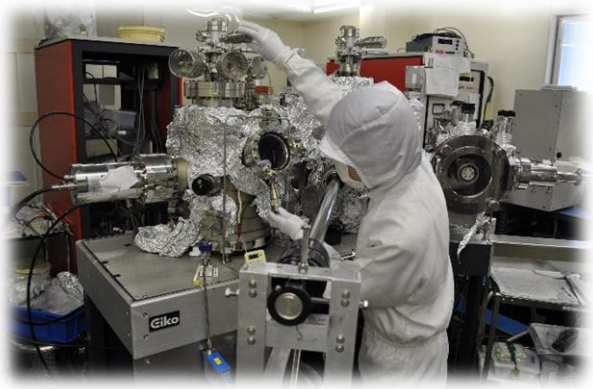
解剖学的情報による3次元乳房数値モデル



MRI画像. (a)分類 I(F>0.97). (b)分類 II(0.9<F<0.97). (c)分類 III(0.8<F<0.9). (d)分類 IV(F<0.8).
3Dモデル. (a)分類 I. (b)分類 II. (c)分類 III. (d)分類 IV.

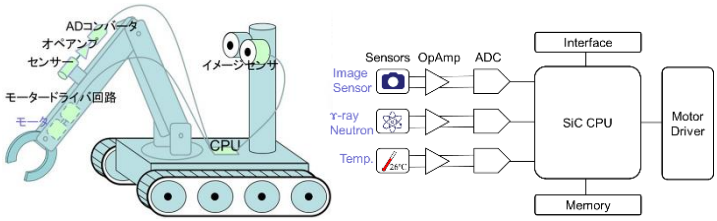
乳房の磁気共鳴画像(MRI)のデータから、輝度の規格化(N4)、二閾値モフォロジ変換(DTMT)、最大分類間変動(MICV)で脂肪領域、線維化乳腺領域に分割し、比誘電率を計算しました。ただしFは脂肪の占有率を表します。これにより、UWB周波数に対応する3D数値モデルを構築しました。本研究は天津大学との共同研究の成果です。本論文は Computers in Biology and Medicine, 130 (2021) 104205, (IF:4.589)に掲載されました。(吉川)

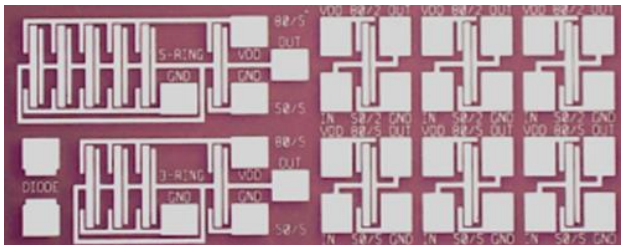




「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

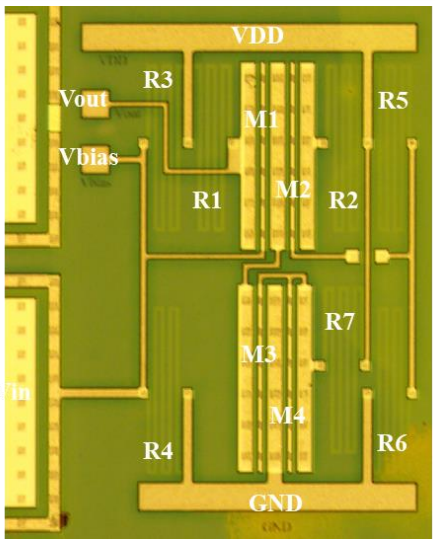
SiC極限環境エレクトロニクス: CMOS集積回路





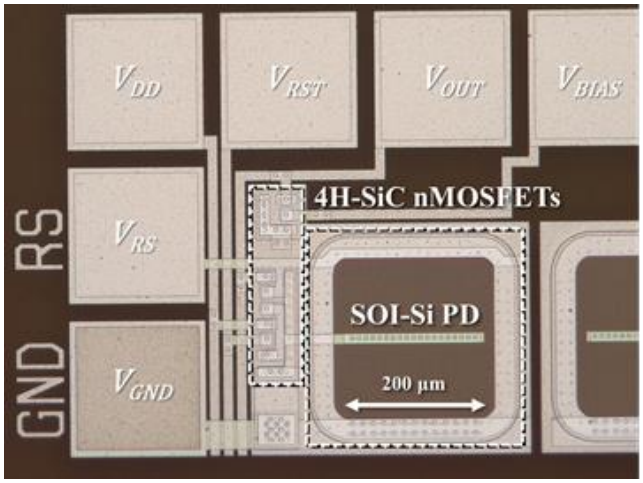
シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めています。原子力発電所廃炉に必要となる耐放射線集積回路や、車載用または石油・天然ガス採掘や惑星探査で必要とされる極高温で駆動可能な集積回路の研究を進めています。2021年度は、基本回路となるCMOS集積回路の開発などを行いました。
本研究は国立研究開発法人 産業技術総合研究所、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、スウェーデン王立工科大学KTH Royal Institute of Technologyとの共同研究として進めています。(黒木)

SiC極限環境エレクトロニクス: 超高温用集積回路



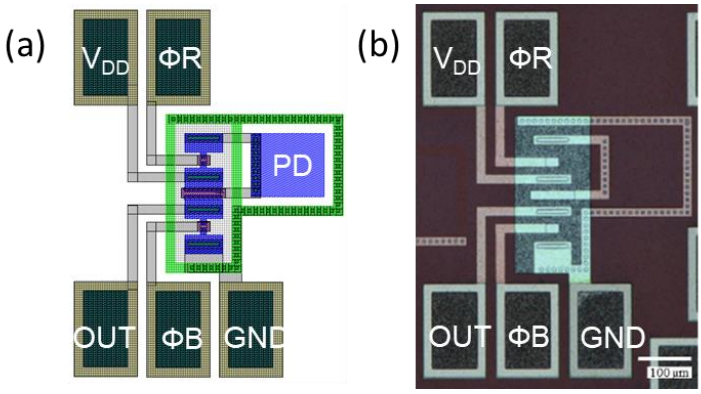
シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた超高温用集積回路の研究を進めています。原子力発電所や、金星探査、核融合炉などでは500℃程度までのエレクトロニクスが求められており、これをシリコンカーバイド半導体集積回路を用いて実現させようとしています。2021年度はプリアンプ回路の研究を進め、特に500℃駆動および信頼性評価を進めた。本成果はJpn. J. Appl. Phys.などで発表しました。本研究はフェニテックセミコンダクター(株)との共同研究として進めています。(黒木・Cuong)

SiC半導体とSOI基板による耐放射線イメージセンサの研究



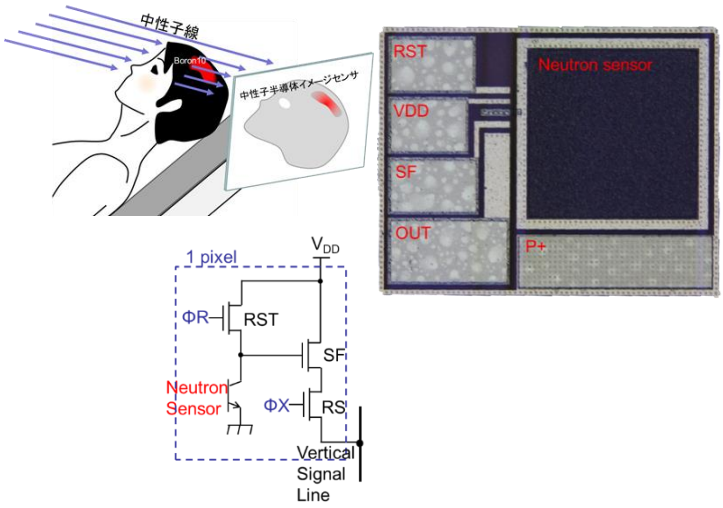
シリコンカーバイド(SiC)半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。福島第一原子力発電所での廃炉作業用になります。
3つのSiC MOSFETとSiフォトダイオードを組み合わせたハイブリッド型イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。本成果は国際学会ECSCRM2021などで発表しました。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

フルSIC耐放射線UVイメージセンサの研究



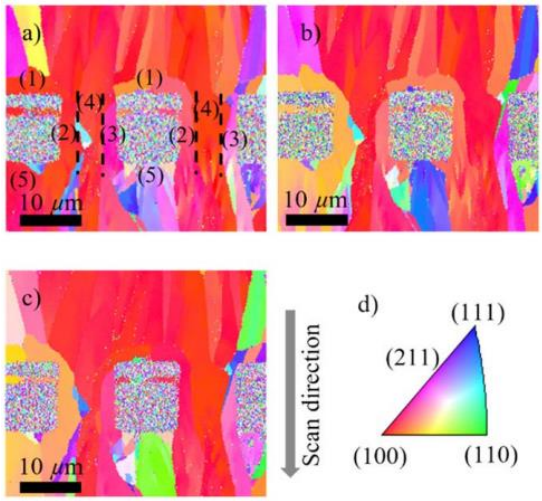
シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。
ハイブリッド型イメージセンサでは可視光がとれるものの、耐放射線性はSiフォトダイオードで制限されます。今後のデブリ取り出しなどを見据え、より耐放射線性の高いフォトダイオードもSiCで作製したフルSiC UV(紫外光)イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。本成果は国際学会ECSCRM2021などで発表しました。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

SiC半導体中性子2次元センサの研究



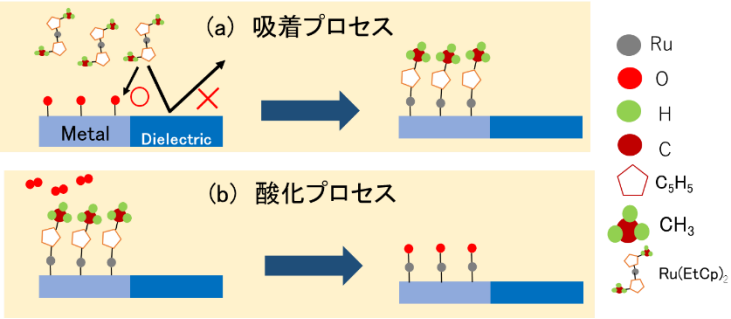
シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による粒子線医療用の中性子2次元センサの研究開発を進めています。中性子と散乱断面積の大きいホウ素10(B10)をデバイス内に配置し、これと中性子との間の核反応により発生したアルファ線を読み取ることで、中性子センサを実現することができます。世界初のリアルタイムモニターが可能な中性子2次元センサの実現を目指しています。本研究は京都大学との共同研究として進めています。(黒木)

レーザ結晶化Si(100)薄膜形成



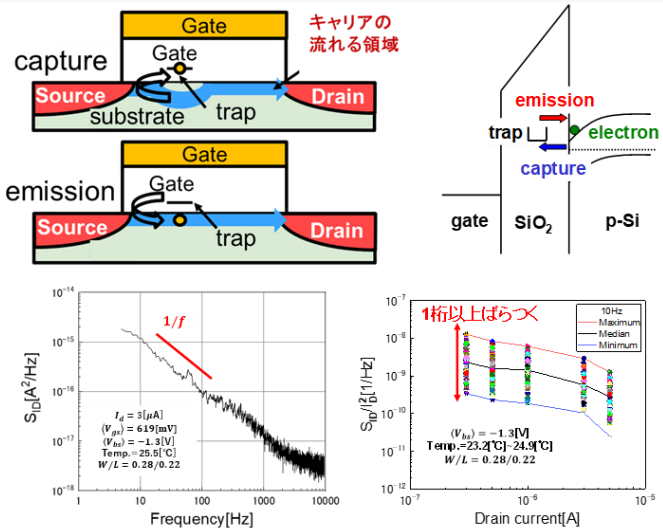
高性能シリコン薄膜トランジスタ実現のために、レーザ照射によるSi(100)薄膜の形成の研究を進めています。本研究ではこの面方位制御により薄膜トランジスタでの電子電界効果移動度が1000cm^2/Vs前後の値まで増加することを示していますが、一様な面方位制御についてはより検討が必要でした。2021年度は特にレーザ結晶化時のパターン依存性などの研究を進めこれらの成果は国際学会Thermic2021などで招待講演し、ECS J. Solid. State Sci. Technol.誌で発表しました。本研究はHanoi National University of Education (HNUE)との共同研究として進めています。(黒木・Thuy)

選択成長プロセス



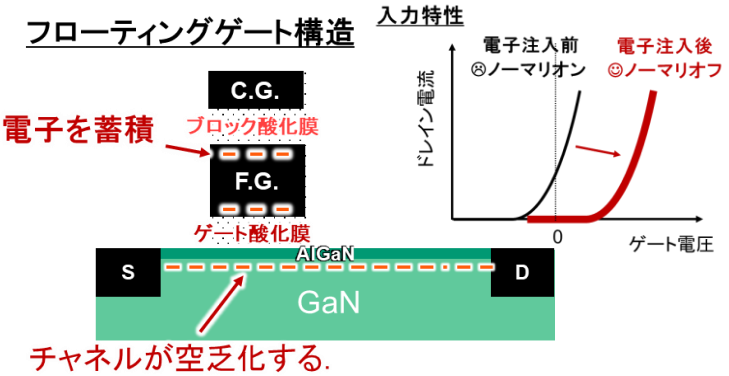
集積回路の微細化のために、レイヤー間のパターン合わせの精度が困難になっており、集積化の妨げになっています。これを克服するため、薄膜形成時に下地材料の違いによって成膜のされ方が異なる選択成長プロセスの研究を行っています。Atomic Layer Deposition(ALD)法を用い、プリカーサの吸着特性の下地依存性をすることで選択性を作り出します。金属と絶縁膜そのものの性質を用いたり、Self-Assembled Monolayer(SAM)を用いて吸着阻害層を形成したりすることで薄膜を選択成長させ、パターン間のアライメント無しに成膜を行っていきます。
その中でもIsopropyl Alcohol(IPA) は、熱処理するとCuとSiO_2上で生成物の形勢が異なり、SiO_2上では、TMAl(Trimethyl Aluminum)の吸着が阻害されることがわかりました。Al_2O_3の選択成膜の可能性を示していると考えられます。(寺本・雨宮)

半導体デバイスの雑音に関する研究



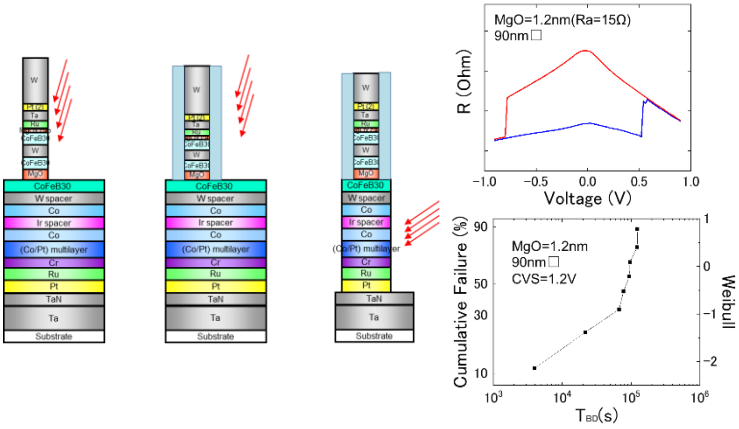
半導体集積回路を構成しているMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor)では、チャネルを流れているキャリアがゲート絶縁膜に捕獲されることにより、雑音が発生します。これまで、Random Telegraph Noise(RTN)について統計的な評価を行ってきました。もう一つの低周波雑音である1/f 雑音についても統計的な評価を行った結果、やはり、素仕事のバラツキが有り、大きな分布があることを確認しました。今後、強度分布に対する考察を行い、発生メカニズムを明らかにするとともに、雑音の低減を目指します。(寺本)

ノーマリオフGaN HEMT



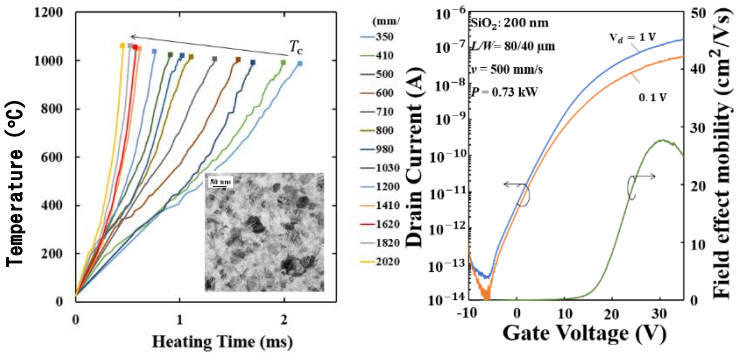
GaNはバンドギャップが広く高耐圧であること、AlGaN/GaNの2次元電子ガスは移動度が1000cm^2/Vs以上あり低ON抵抗が実現できる可能性があることで注目されています。しかし、2次元電子ガスを発生させながらゲートに電圧をかけていないときにトランジスタをオフする(ノーマリ・オフ)ことが難しく、単体のトランジスタとしてはパワーデバイスとして実用化することが困難です。そこで、フローティングゲート構造を用いて閾値電圧を制御できる様にして、ノーマリオフのGaN HEMT(High electron mobility Transistor)を実現するため、金属/GaNの低抵抗コンタクトおよび閾値調整の電子注入に耐久性にある絶縁膜形成プロセスの研究を行っています。(寺本・雨宮)

高信頼Magnetic Tunnel Junctionセルの形成



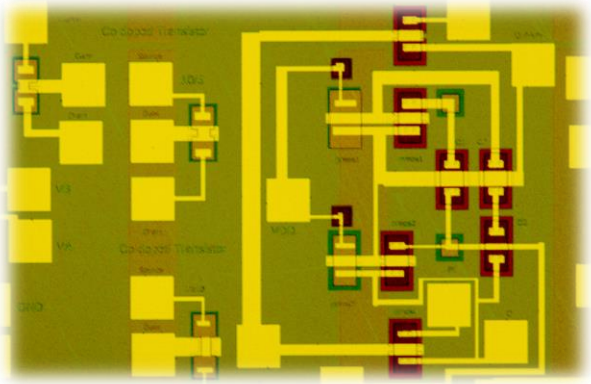
現在、実用化が始まっているMagnetoresistive Random Access Memory(MRAM)のセル構造は磁性体で絶縁膜を挟み込んだMagnetic Tunnel Junction(MTJ)構造です。これまでの半導体デバイスとは異なり、電極材料を物理的にエッチングすることが多く、その際、エッチングされた金属が絶縁膜であるMgO側面に付着するとそれを介して電流が流れるため、MTJとしての抵抗変化が小さくなったり、信頼性が低下したりします。そこで、MgOより下の金属層をエッチングする前にSiNのサイドウォールを形成して保護することにより、MgO側面への金属付着を抑制し、MTJセルの信頼性を向上させました。(寺本・雨宮)

大気圧プラズマジェットを用いたミリ秒固相結晶化技術の薄膜トランジスタ応用



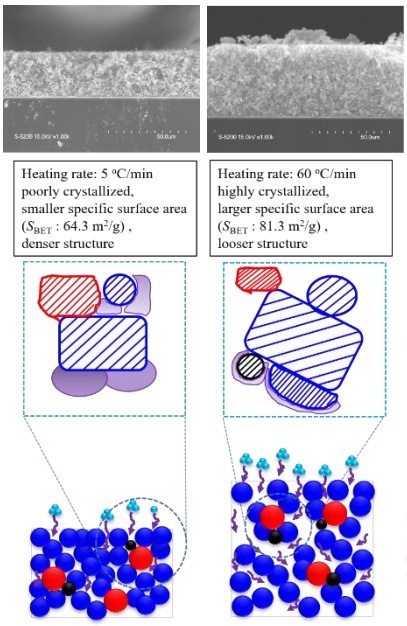
Nucleation temperature T_C and TEM image of μ-TPJ irradiated Si film formed under SPC condition (left). Id-Vg characteristics of BG-TFT fabricated with SPC condition (right).

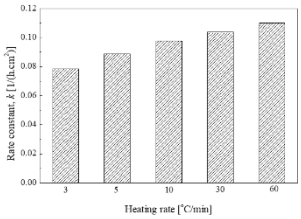
大気圧マイクロ熱プラズマジェット(μ-TPJ)照射によるアモルファスシリコン(a-Si)薄膜の固相結晶化(SPC)に関して、実時間温度測定法を開発し、左図に示す様にミリ秒時間領域での膜温度変化ならびに核発生温度の測定に成功しました。相変化モデルに基づきミリ秒固相結晶化であっても加熱速度の制御により粒径制御可能であり、実際に～60nmの結晶成長が達成できることを示しました。このシリコン膜を用いて作製したボトムゲート型薄膜トランジスタ(BG-TFT)は28cm^{2}V^{-1}s^{-1}の比較的高い移動度を示し(右図)、高精細ディスプレイ等の駆動素子として十分高い性能を示すことが明らかになりました。(東)



「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

チタニアと金属のナノ粒子で構成された薄膜の光触媒性能の向上

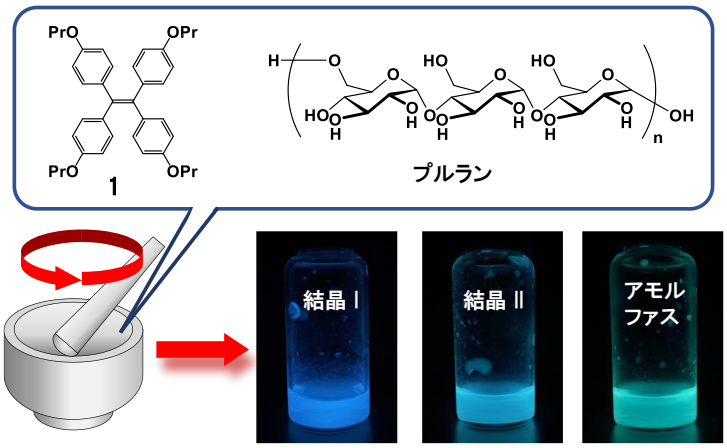




Photocatalytic activity for particulate thin films annealed at 600 °C at a holding time of 12 h **increased with initial heating rate**

研究室で開発してきた金属酸化物、金属のナノ粒子の精密気相合成および静電堆積手法を発展させて、高い光触媒性能をもつ、チタニアのナノ粒子と金属のナノ粒子で構成された高空隙薄膜を作製しています。薄膜の熱処理温度条件を変化させることで、性能をより向上させることができました。（島田）

多糖との錯形成によるメカノクロミック材料の水溶化



固体中で結晶多形と圧力によって蛍光色が変化するメカノクロミックズムをもつテトラフェニルエチレン誘導体 (1) があります。しかし、この現象は固体中でのみ見られる現象で、取り扱いが難しいためその応用が限られています。そこで、多糖であるプルランを用いて化合物 1 を水溶化しました。その結果、結晶 I 、結晶 II 、およびアモルファスの情報をもつ水溶液がそれぞれ得られました。この結晶 I の水溶液を乾燥させ、圧力をかけるとアモルファス状態となり、蛍光が濃青色から緑色へと変化するメカノクロミズムを示しました。つまり、機能を維持したまま、これらの水溶液を基板などに塗布できることがわかりました。この成果はACS Appl. Polym. Mater.で発表しました。（池田篤志）

ナノ構造トランジスタを用いたバイオセンサーの開発

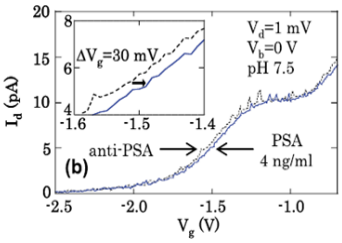


図　単一電子トランジスタを用いたバイオセンサーによる4ng/mlの前立腺癌特異抗原(PSA)の検出。

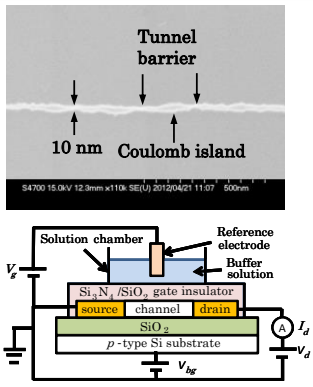


図　単一電子トランジスタを用いたバイオセンサーの構造(下)及び多重ドットチャネルのSEM写真(上)。

ナノワイヤトランジスタや単一電子トランジスタ(SET)等のナノ構造トランジスタを用いたバイオセンサーの開発を行ってます。SETを用いたバイオセンサーでは、ビタミンの一種であるストレプトアビジンや前立腺特異抗原(PSA)の検出に成功しています。 SETを用いたバイオセンサーの実現には、SETの室温動作及びアルカリ金属イオン等を含む緩衝液を用いるプロセスとULSI作製プロセスとの整合性の両方を実現する必要があります。また、SETではクーロン振動を利用する事により、バイオ物質の検出感度を大きくできます。これらの結果も含めて、ナノ構造トランジスタを用いたバイオセンサーについての解説を、2021年にBiomedical Engineeringに掲載しました。（中島）

「広島大学附属高校太陽電池実習」

研究ハイライト

ナノ集積科学研究部門

トンネル電界効果トランジスタを用いた極低電圧駆動シリコンマッハ・ツェンダー光変調器の研究

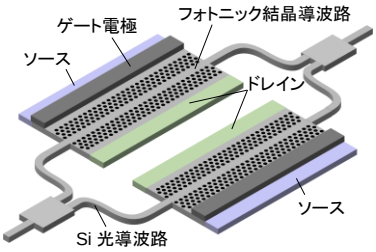


図1 提案する光変調器の概略図

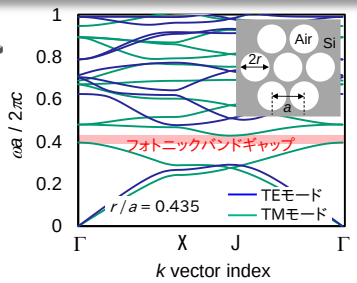


図2 フォトニックバンド構造

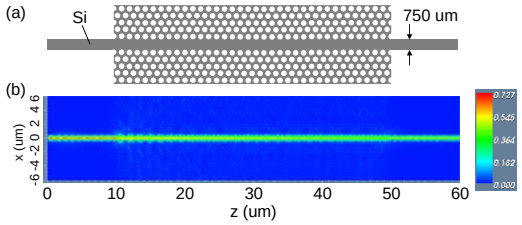
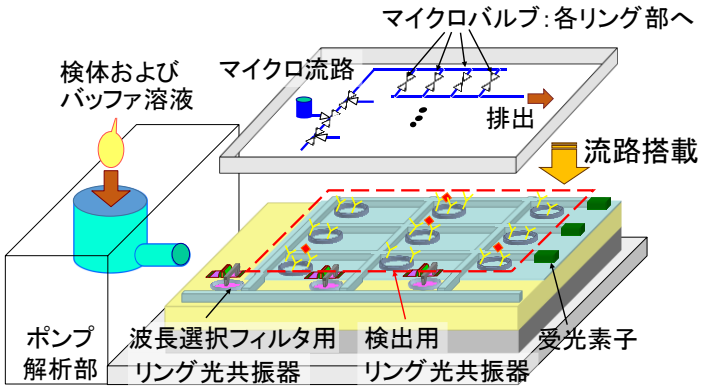


図3 フォトニック結晶導波路の上面図構造(a)と、それに波長1.55umの光を入射した際の光強度のシミュレーション(b)

チップ上の光変調器をCMOS回路で制御するためには、光変調器の駆動電圧は1V以下であることが要求されます。従来のシリコンマッハ・ツェンダー（MZ）光変調器では、駆動電圧は数Vになります。また位相変調部の長さと駆動電圧にトレードオフの関係があり、2つを同時に小さくすることは困難でした。本研究では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MZ光変調器の実現可能性を検討しています。現在は変調素子として使用するシリコンTFETの構造及び光が伝搬するフォトニック結晶部分の最適化を進めています。（田部井）

シリコンフォトニクス光バイオセンサー

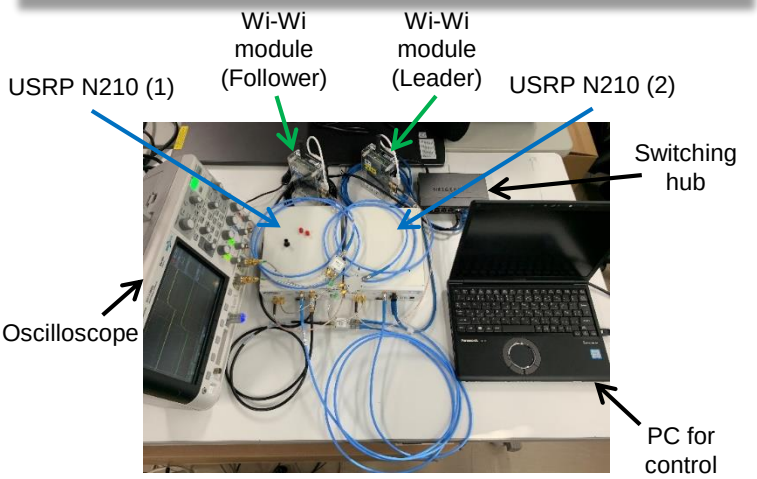


光バイオセンサーチップ概略図

簡易な疾病検査や生体モニタリングを同時に行える光バイオセンサーの実現を目指しています。より簡便で安価なセンサーを実現するための技術として、シリコン基板上に微小な光学素子を形成し、超小型な光共振器型センサーを実現できるシリコンフォトニクス技術が有望視されています。シリコンフォトニクス技術を用いたセンサーチップのセンシング性能を評価するために、マイクロ流路および光導入部と光検出部を設計・試作し、センサーチップに搭載させた評価システムを作製しています。この評価システムにより、基礎的な感度指数である溶液の屈折率変化に対する共振波長のシフト量だけでなく、癌マーカやウィルスなどの感度検証も進めております。(雨宮)

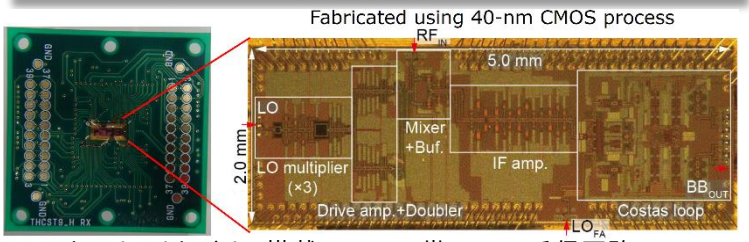
集積システム科学研究部門

時空間同期を用いた高効率無線IoTネットワーク



広島大学はNICTや東北大学と共同で、時空間同期を用いた高効率無線IoTネットワークの研究開発を行っています。無線通信システムの上り回線多元接続の大容量化手法として、これまで提案してきた同期SS-CDMA（スペクトラム拡散・符号分割多元接続）技術に、NICTが開発した無線双方向時刻比較による時空間同期手法（Wi-Wi）を組み合わせることで、無線回線の大容量化や無線通信開始時のオーバヘッド削減が可能となります。コア技術である Wi-Wi 1PPS（pulse per second）出力信号に同期した送信タイミング制御機能をUSRP（ソフトウェア無線機）上に実装し，その同期性能を実測にて評価しました。この成果は国際会議ICUFN 2021で発表しました。（亀田）

アナログキャリアリカバリー回路を搭載した300GHz帯CMOS受信回路



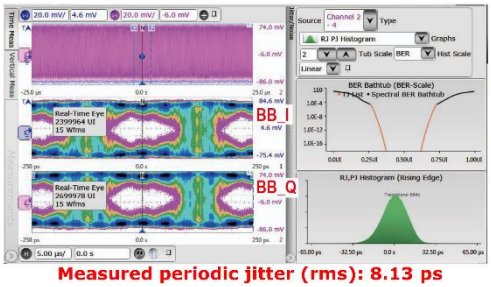
キャリアリカバリー搭載300GHz帯CMOS受信回路

IF：7.84 GHz

QPSK 4 Gbaud

PRBS $2^{11}-1$

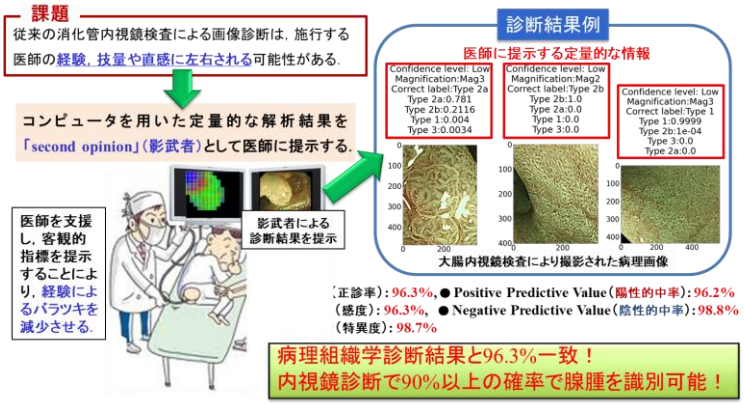
Pulse shaping: Rectangular



Measured periodic jitter (rms): 8.13 ps

広島大学はザインエレクトロニクス、情報通信機構、名古屋工業大学、東京理科大学と共同で、スーパーハイビジョン映像を低消費電力・低遅延で無線伝送できる300GHz帯トランシーバの開発を進めてきました。本研究では、 300GHz帯の無線受信機に必要なキャリアリカバリー回路を搭載した40nm CMOS受信回路で実現することに成功しました。本回路ではIEEE 802.15.3dで提案されているチャネル58の信号を受信することができます。今回の成果により、6Gの超高速無線伝送技術への貢献が期待できます。（藤島）

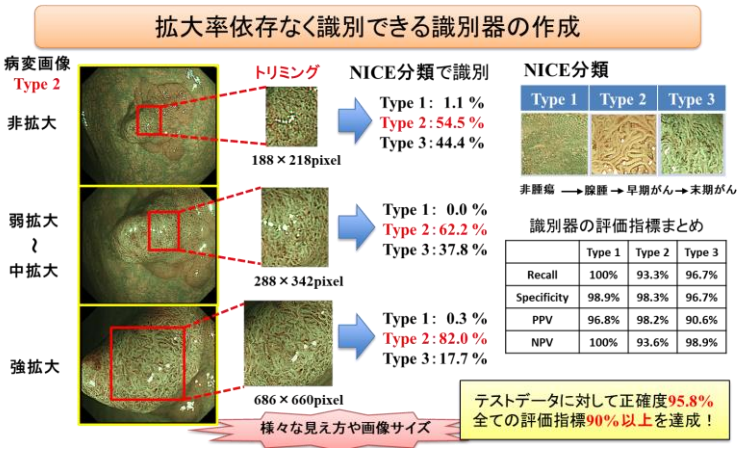
深層学習を用いたJNET分類に基づく大腸NBI拡大内視鏡画像診断支援手法の開発



本研究では、腸Narrow Band Imaging (NBI) 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、深層学習を用いた病理タイプ識別を行う手法を提案しています。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システムの開発を進めています。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させることができます。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%以上で腺腫を識別可能となっています。 URL https://bit.ly/3t3Zqpo

（小出・玉木・吉田）

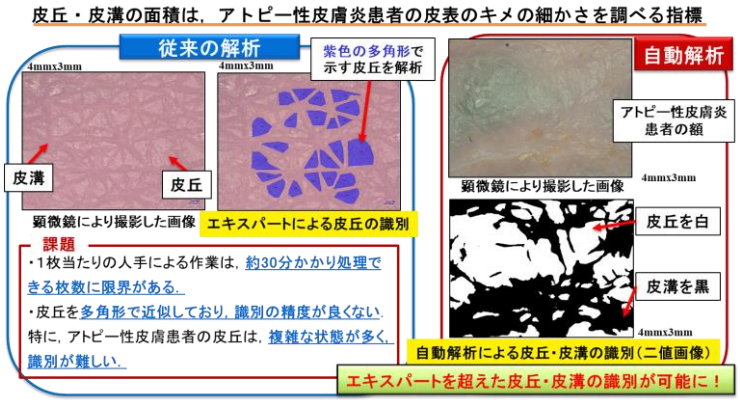
深層学習を用いたNICE分類に基づく大腸NBI内視鏡画像診断支援手法の開発



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行っています。図に示す様に、病変画像は拡大率（非拡大，弱・中・強拡大）によって画像は見え方や病変領域のサイズが変化します。そこで、非拡大画像に対して用いられている、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ます。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%以上を達成しています。

URL https://bit.ly/3wUfnRo（小出・玉木・吉田）

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

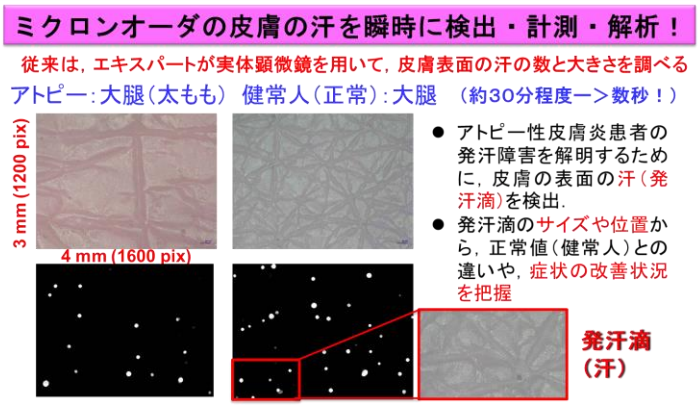


本研究では、AMEDプロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、皮膚の表面構造を定量的に解析するために，AIを用いた画像解析手法の開発を行っています。本研究では、皮疹部付近の微小環境の発汗機能を定量、経時的に調べる事を可能にした革新的な発汗機能定量測定法（impression mold technique）の画像から、健常人とアトピー性皮膚炎の患者の皮膚の皮丘と皮溝の状態を可視化し，定量化する方法を開発しています、これにより、客観的指標を提示することにより、皮膚の表面構造の解析や経過観察の定量化が可能になりつつあります。

URL https://bit.ly/38OveI5

（小出・青山@川崎医科大学・秀@広島市立病院）

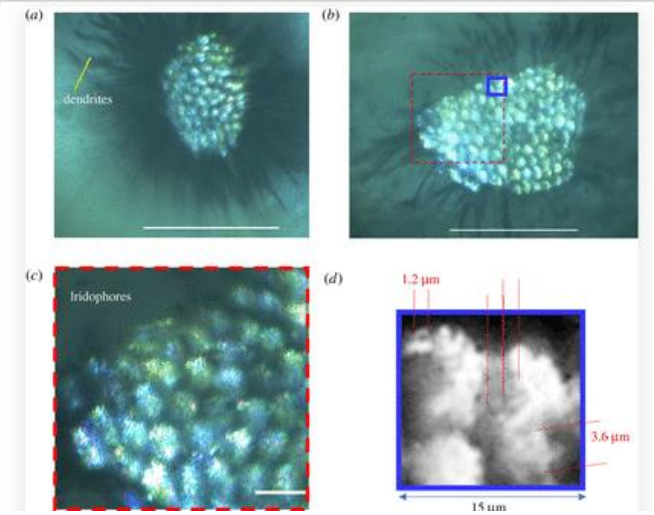
発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた発汗滴自動検出手法の開発



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行っています。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ります。しかし、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ません。そこで，皮疹部付近の微小環境の発汗機能を定量的、経時的に調べる事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しています。 URL https://bit.ly/3lTV7sU

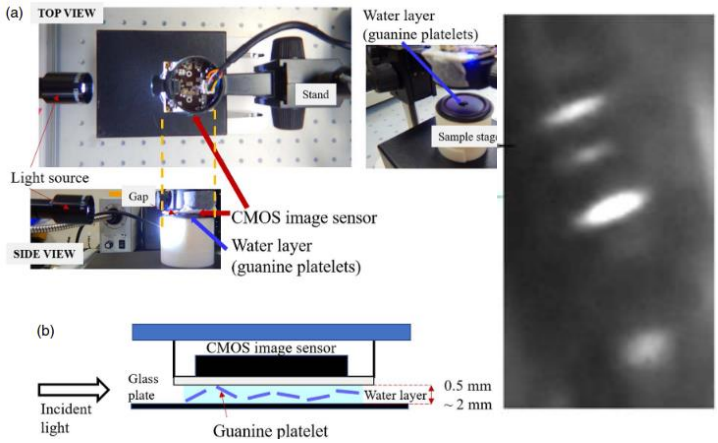
（小出・青山@川崎医科大学・秀@広島市立病院）

光反射画素を皮膚に装備した魚を発見



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ました。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ました。
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（岩坂）

魚類グアニン板のOn-chip imagingシステム



CMOSイメージ素子上で従来のレンズを用いずサブ・ミクロン構造の光回折・反射イメージを得ることに成功しました。水中に浮遊させた魚由来のグアニン微小板による光散乱イメージを得るシステム開発を行いました。FDTD電磁界シミュレーションとの比較も行い、厚み100nmの微小板が水中でさまざまな角度からの入射光をバーコード状の光投影像へ変換するメカニズムを解明しました。
M Iwasaka, On-chip light scattering imaging of the guanine platelet, Jpn. J. Appl. Phys. 61 027002, 2022（岩坂）

生物によるSiO_2形成メカニズムの解析

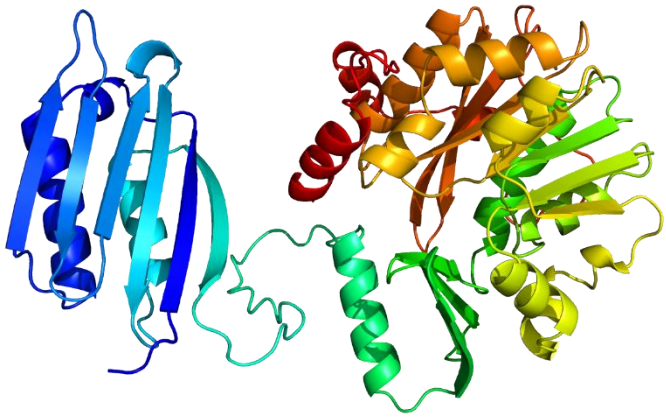


図 長鎖ポリアミン合成酵素の予測立体構造

珪藻はSiO_2を主成分とした殻を形成し、その表面には微細孔が規則的に配列して精密なパターンを形成しています。生物由来のSiO_2の内部には、長鎖ポリアミン（LCPA）と呼ばれる特殊な有機分子が存在し、微細孔の形成において重要な役割を果たしていると考えられています。しかし、その生合成経路はこれまで不明であったため、研究が進んでいませんでした。我々は、LCPA合成酵素を世界で初めて同定し、酵素反応によるLCPA合成を可能にしました。現在、SiO_2形成におけるLCPAの機能を解析中です。生物によるSiO_2形成メカニズムを解明することで、新たなバイオ融合マテリアル開発に応用することを目指しています。（池田丈、黒田）

「広島大学附属高校太陽電池実習」

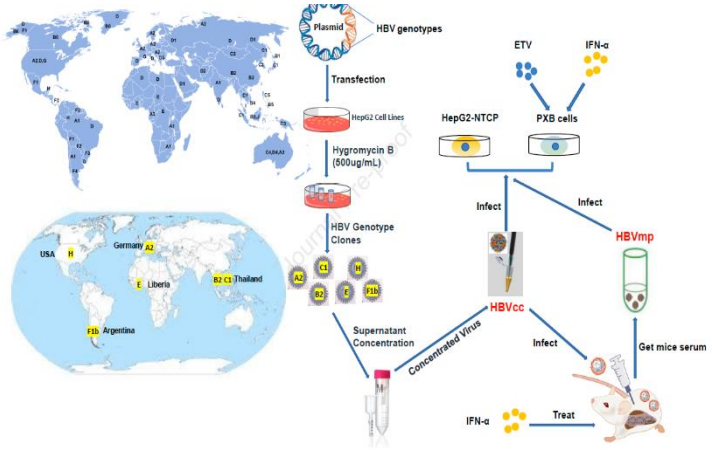
研究ハイライト

集積医科学研究部門

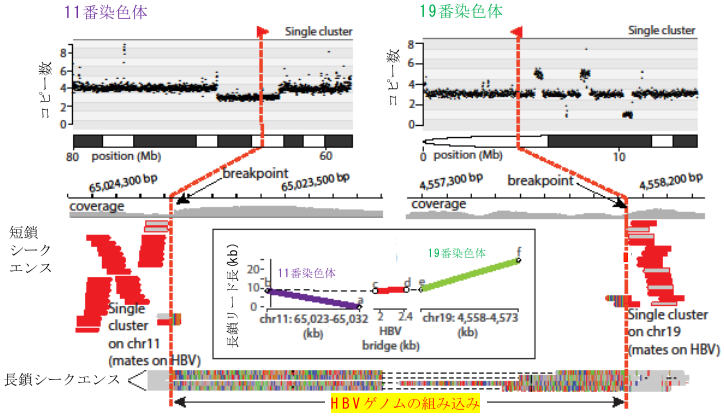
ヒト肝細胞キメラマウスを用いた肝炎ウイルス研究

B型肝炎は遺伝子型によって病態が異なることを解明
～細胞および動物モデルの構築～

B型肝炎ウイルスには9つの遺伝子型が存在してます。今回、マウス肝臓を高度にヒト肝細胞に置換させたヒト肝細胞キメラマウスを用いて米国NIHとの共同研究により、種々の遺伝子型のB型肝炎ウイルスが感染・増殖する培養細胞および動物モデルを構築し、B型肝炎ウイルスは遺伝子型によってウイルス抗原の産生能、インターフェロンに対する感受性が異なることを見出しました（J Hepatol 2021）。構築した細胞および動物モデルは、B型肝炎の遺伝子型による病態の違いを解明する有効なツールとなるものと思われます。（茶山）

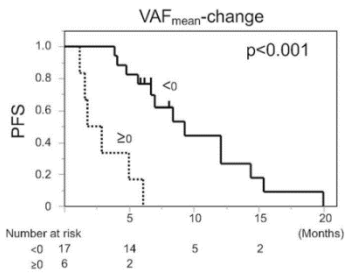


肝細胞がんのゲノム解析

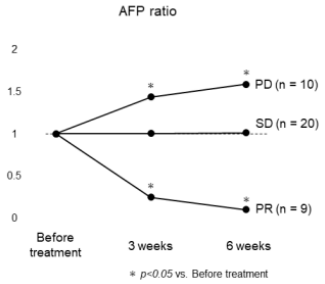


理化学研究所（理研）生命医科学研究センターがんゲノム研究チームとの共同研究において、B型肝炎ウイルス（HBV）のゲノムが肝臓がんのゲノムに組み込まれ、染色体転座を引き起こすことを発見しました。全ゲノムがん種横断的解析プロジェクト（PCAWG）で収集した296例の肝臓がんの全ゲノムシークエンスデータを再解析しました。51例に計148カ所のHBVゲノムの組み込み現象を検出しましたが、そのうち106カ所の全体像は不明でした。そこで、最新の長鎖シークエンス技術を用いて、9例について全ゲノム解析を行った結果、7例でHBVゲノムの組み込みを介して染色体転座が起きていることを発見しました。染色体転座およびそれに伴うテロメア領域の欠損は、少なくとも約8%の肝臓がんにおいて、発生の初期段階で起きていると推定されました（Nature Communications. 2021）。（茶山）

肝細胞癌に対する全身療法に関する研究



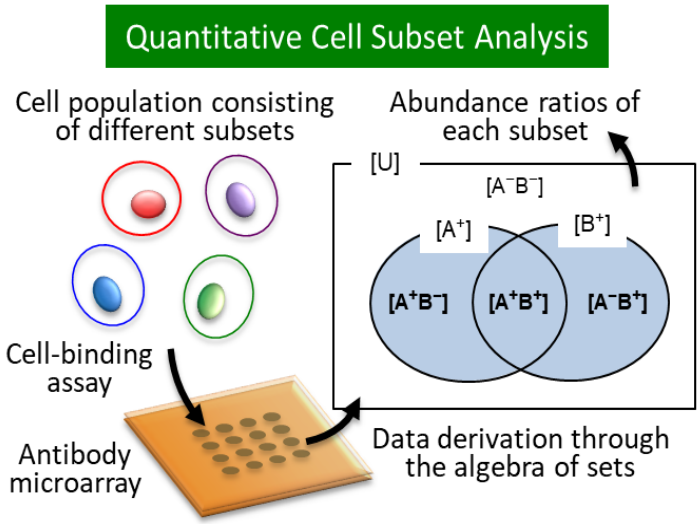
レンバチニブ治療早期にVAFmeanが減少した症例では長期のPFSが得られました。



アテゾリズマブとベバシズマブ治療奏功別の開始時と開始3週間のAFPの比

肝細胞癌に対する全身療法に関する以下の研究成果が得られました。
レンバチニブ治療を受けた進行肝細胞癌患者24例中23例で、次世代シーケンスパネルを使用した循環腫瘍DNA（ctDNA）の体細胞変異の検出に成功しました。レンバチニブ治療開始4週間後の変異アレル頻度の平均値（VAFmean）の減少はPFSの延長と関連していました（p<0.001、log-rank検定）（J Exp Clin Cancer Res. 2021）。
アテゾリズマブ+ベバシズマブの早期腫瘍反応と安全性を調査しました。多変量解析の結果、3週間でのAFPの減少が早期反応を予測する因子であることが示されました（Cancers (Basel). 2021 ）。（茶山）

抗体マイクロアレイによる定量的細胞サブセット分析



ガラス基材表面に形成されたマイクロパターン化有機単分子膜を利用して、各種の抗体をディスプレイした抗体マイクロアレイを作製しました。私たちは、マイクロアレイ上での生細胞の結合試験および集合演算に基づくデータ解析によって、細胞集団内のサブセットに関する定量的な情報を得ることに成功しました。この研究成果は、ACS Applied Bio Materials誌に掲載されました。（加藤）

生体医歯工学共同研究拠点

生体医歯工学
共同研究拠点

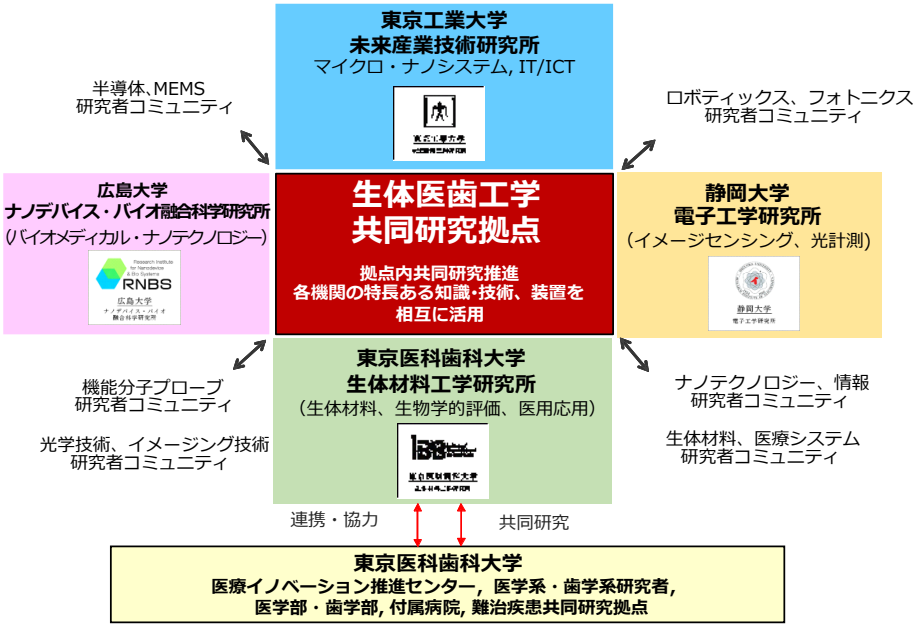
広島大学ナノデバイス研究所は、2016年度から文部科学大臣が認定する全国共同利用・共同研究拠点として、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所とともにネットワーク型の「生体医歯工学共同研究拠点」を構築しています。健康で活力ある高齢社会を実現するために、医療・生命科学と工学の融合分野において、「生体医歯工学」という新学術領域を開拓し、生体医歯工学融合領域における若手研究者の育成、先進的共同研究による生体材料、再生医療、医療用デバイス・システムなどの実用化の促進を図ります。

詳細は下記のページをご覧下さい。
https://www.tmd.ac.jp/ibbc/

生体医歯工学融合領域の
学理構築・人材育成と革新的医療技術の創出

基礎から応用まで幅広い研究フェーズに対応可能

材料　デバイス　システム　生体機能化　医療応用



ネットワーク形成による強み技術の融合

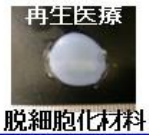
東京医科歯科大学　生体材料工学研究所

生体材料・医用工学を専門とする国内唯一の附置研究所

- 医療現場のニーズを反映した研究開発
- 医歯工融合技術の開発と先端医療への応用

歯列矯正装置

コンタクトレンズ型
血糖値センサ



脱細胞化材料

遺伝子転写制御剤

社会への貢献・製品化実績

- 抗血栓性ポリマー
- 歯科用接着剤
- 歯科用チタン合金
- 吸着型血液浄化器
- 前骨髄球性白血病治療薬
- 深部体温計
- アパタイト

東京工業大学　未来産業技術研究所

マイクロ・ナノシステム、情報通信技術、知的情報処理

精密と知能を融合した新しい精密工学の創成

- 知能化工学、
- 極微デバイス
- 精機デバイス
- 高機能化システム
- 先端材料

体内埋め込み型
遠心血液ポンプ

世界的研究成果

- 工作機械の数値制御技術
- 面発光レーザの発明と実用化

超音波流体制御

ニューラルネットを
用いたにおいセンサ

ネットワーク
生体医歯工学

広島大学　ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

電子デバイス／回路／集積化技術の研究

生体材料を導入できるデバイス一貫試作ライン
応用物理・電気電子工学における国内トップクラスの実績

静岡大学　電子工学研究所

イメージングサイエンス＆デバイス

開発した世界最高性能の種々のイメージセンサ

ISSCC(集積回路分野で最高峰の国際会議)の撮像デバイス部門で過去10年の講演回数は世界ナンバーワン

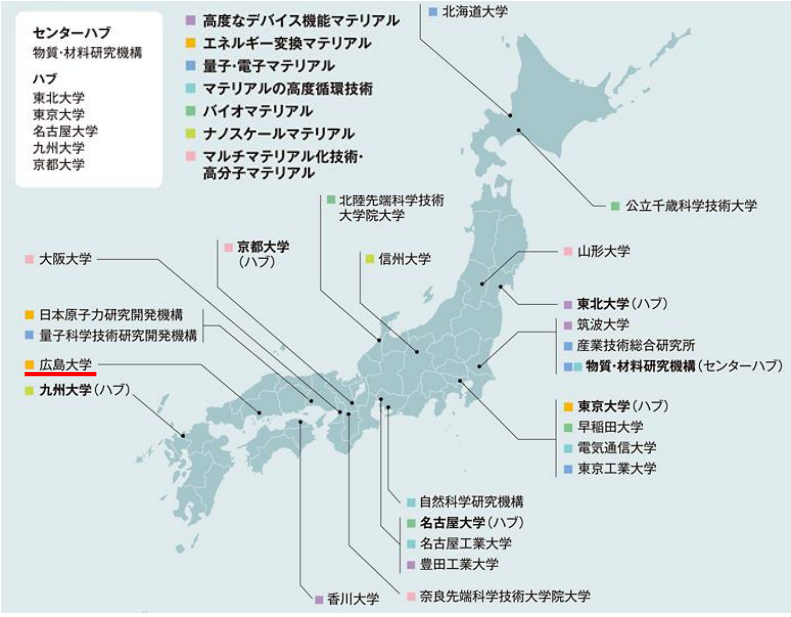
- 超低侵襲細胞イメージング (生体応用に必須)
- 顕微撮像を導入した次世代医療機器

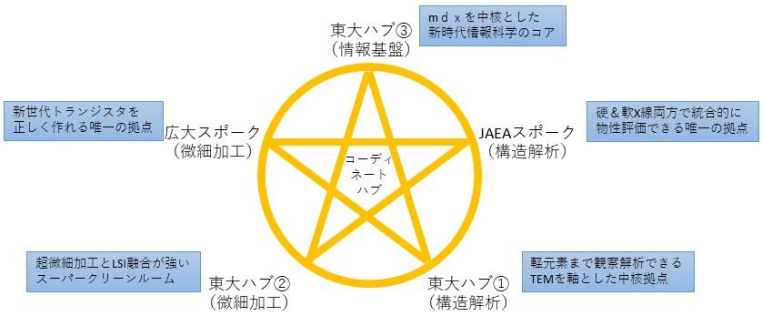
文部科学省
マテリアル先端リサーチインフラ

マテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）では、最先端装置の共用及び高度専門技術者による技術支援を実施するとともに、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを利活用しやすいよう構造化した上で提供します。また、物質・材料研究機構（NIMS）が構築するデータ中核拠点を通じて、データを全国で利活用できる環境を整備し、2023年度からのデータの全国提供の開始を予定しています。

広島大学はマテリアル先端リサーチインフラ事業の「革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル」領域のスポーク機関として、ハブ機関の東京大学及びスポーク機関の日本原子力研究開発機構（JAEA）と連携します。ナノデバイス研究所の半導体デバイス試作ラインを用いた従来の半導体微細加工支援に加え、材料・プロセスのデータを収集し、研究者に提供する等の利活用を行う環境を構築して、太陽電池、熱電素子など革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアルのデータ駆動型研究開発に貢献します。

https://nanonet.mext.go.jp/





利用形態と利用料金例

広島大学での微細加工支援は、成果公開型と非公開型に区分されます。成果公開型では以下の6つの利用形態があります。利用者には支援終了後、支援内容・成果を利用報告書として公開して頂きます。成果非公開型では支援内容・成果が非公開となります。

利用形態

共同研究 利用者と支援者が共同で実施する研究

機器利用 利用者が自立して、自ら機器を操作する技術支援

技術代行 支援者が利用者に代行して設備を操作する技術支援（技術代行料が生じます）

技術相談 利用者からの相談に専門家として応える技術コンサルタントとしての支援

技術補助 支援者が補助し、操作方法を指導しながら、利用者が機器を操作する技術支援

データ利用 蓄積したデータをデータベースとして利活用

利用料金例（令和4年4月現在）

装置名	対応ウェハ	利用料金（円/時間）
超高精度電子ビーム描画装置（エリオニクス ELS-G100）	φ6インチ以下	12,650
マスクレス露光装置（ハイデルベルグ・インストルメンツ MLA150）	φ6インチ以下	8,800
イオン注入装置	φ2インチ以下	9,900
減圧CVD装置（poly-Si, SiO_2, Si_3N_4用）	φ2インチ以下	6,600
スパッタ装置（Al, Ti, TiN用）	φ2インチ以下	3,850
エッチング装置（ICP poly-Siゲート用）	φ2インチ以下	2,860
エッチング装置（Si深掘り用）	φ4インチ以下	8,800
二次イオン質量分析装置（SIMS）	-	7,700
ダイサー	φ6インチ以下	3,300

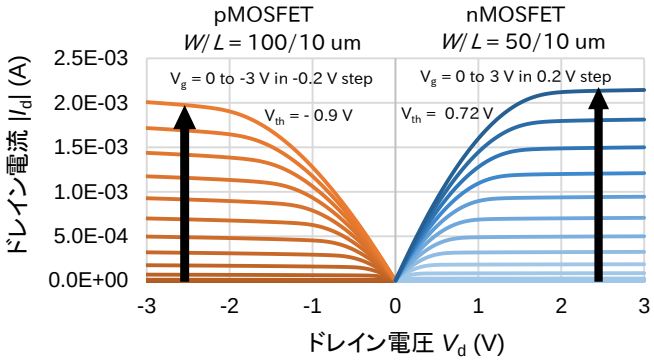
注：クリーンルーム利用料・ドラフト利用料は別途1,100円/時間、技術代行の場合は代行料3,300円/時間が生じます。

お問い合せ先：　広島大学ナノデバイス研究所 ARIMプロジェクト支援室
E-mail: nanofab@ml.hiroshima-u.ac.jp, Phone: 082-424-6265
ホームページ　http://www.nanofab.hiroshima-u.ac.jp

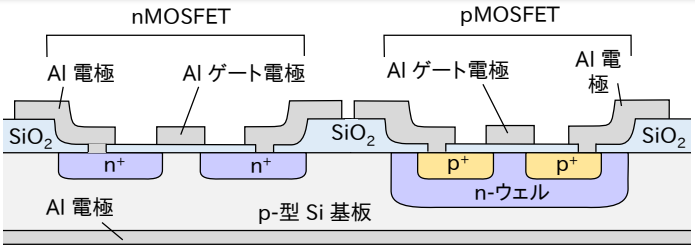
支援技術例

微細加工PF支援のための短納期CMOS作製技術

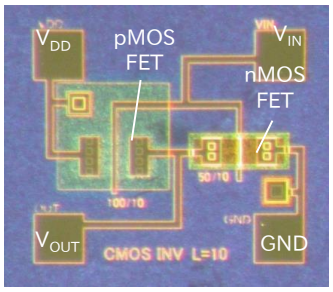
広島大学ナノデバイス学研究所では、CMOSを含むデバイス開発支援として、短納期CMOS作製を受け付けています。



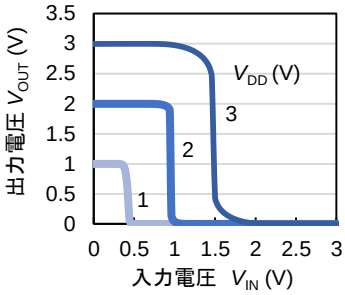
CMOSインバータ内のnMOS及びpMOSトランジスタのI_d-V_d 特性



CMOSトランジスタ断面模式図



試作したCMOSインバータ



作製したCMOSインバータの入出力特性

その他にも、シリコンベースの半導体微細加工・デバイス作製、及び要素技術支援を実施してします。

利用事例

以下の利用事例は、ナノテクノロジープラットフォーム事業の時のものです。

● 高空間分解能イオンセンサーの開発（静岡大学電子工学研究所）

【目的】 高い空間分解能を有する電子線検出型イオン分布イメージングシステムの開発には、質の高いイオン感応膜と走査型電子顕微鏡の真空と大気圧を隔てることができる極薄のイオンセンサーが必要になる。薄い膜厚のセンサーと低い加速電圧の走査型電子顕微鏡を用いることで、高い空間分解能を実現する。本研究では、Silico on insulator (SOI)基板を使用し、極薄膜のセンシング領域を有する構造を持つイオンセンサーデバイスを作製する。

【成果】 Fig. 1に作製したイオンセンサーデバイスの概略を示す。イオンセンサーデバイスのp型シリコン層が350 nmのデバイスと30nmのデバイスの2種類を作製した。(SOI)基板の熱酸化とHF処理によるSiの薄膜化を行い、その後改めて基板を熱酸化し20nmのSiO_2を形成後、LPCVDによりSi_3N_4膜を120nm堆積させた。SOI基板のSi (SOI層)を含め、この3層がイオンセンサーのセンシング層となる。基板裏にも形成されたSiO_2膜とSi_3N_4膜を除去後、もう一度酸化し500nmのSiO_2を形成した。リソグラフィとバッファードフッ酸(BHF)による部分的なSiO_2エッチング後、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)を用いて支持基板のSiを貫通させた。電子線照射して、異なるpHの標準液に対してバイアス電圧と外部回路に流れる電流の関係(I-V特性)を調べた。その結果、バイアス電圧を印加し空乏層が厚くなると、電子線誘起電流は増加した。また、pHに依存して電流が変化した。これより、イオン濃度が測定できることが確認できた。

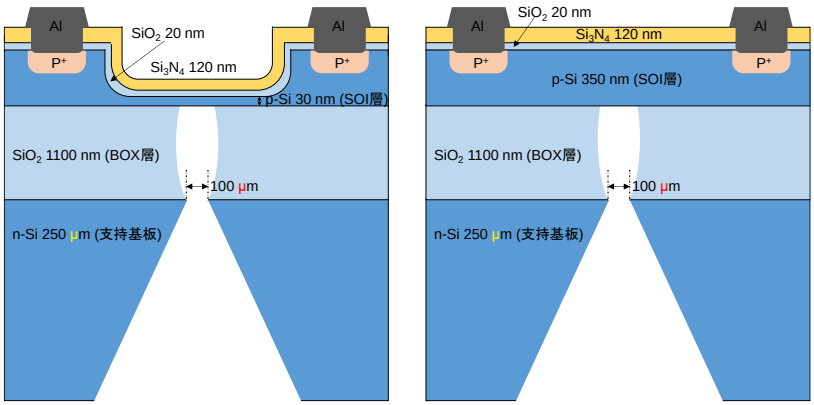


Fig. 1. Schematic of ion sensors.

● スパッタプロセスによるSi 薄膜トランジスタ（島根大学大学院）

【目的】 本研究室ではディスプレイ画素駆動回路に使われる薄膜トランジスタ(TFT)の特性均一化、電流駆動能力増大、低オフ電流化に向けて、マイクロシェブロンビーム走査法(μCLBS)を考案して単結晶Si帯を形成する方法を考案し、単結晶Si帯により電界効果移動度が500cm²/Vs以上のTFTが形成できることを示して来た。これはLPCVD-Si膜をチャネル層に使ったものだが，今後は有機物フィルムなどのフレキシブル基板上へのTFT 作製が期待されていることから、低温成膜できるスパッタ堆積法によるTFT 形成が期待されている。

【成果】 本研究では、スパッタ法で堆積したa-Si薄膜について、μ シェブロンレーザービーム走査（μCLBS）法により単結晶帯成長を行い、そこへTFTを形成して特性評価した。最高移動度202cm²/Vs, s 値1.8V/dec、オンオフ比10^3 のTFT 特性が得られた。

Si 膜とSiO_2ゲート絶縁膜はスパッタ法を使って成膜した。膜のパターニングにはメタルマスクを使った。トップゲート構造で、ソースドレイン領域形成はイオン注入によって，トップゲートを利用してセルフアラインメントで形成した。イオン注入条件はリンを80 eV、3×10^{15}cm^{-2} で行い，活性化は550℃ 30分の真空で行った。TFT形成後に440℃で30分フォーミングガスアニールを行った。Fig.1に得られたTFTの伝達特性を、Table.1に諸特性をまとめた。

Table.1 Characteristics of a TFT

ON/OFF比	10^3
最大移動度[cm²/Vs]	202
閾値[V]	-8.7
S値	1.8V/dec.

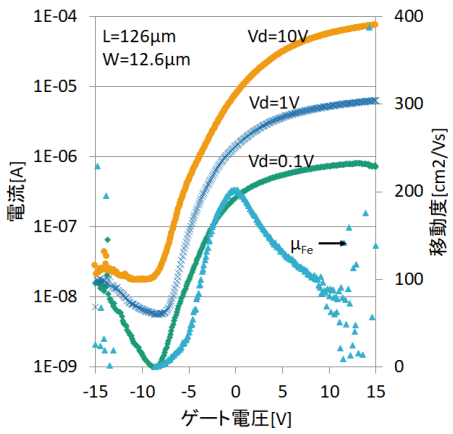


Fig. 1 Transfer characteristics of a TFT

実習・講習会・ワークショップ

● 国際ナノデバイステクノロジーワークショップ2022

2022年3月11日(金)に、ナノデバイス・バイオ融合科学研究所主催の国際ナノデバイステクノロジーワークショップ2022がオンラインで開催されました。今回のワークショップはテクニカルセッション、ポスターセッション、そして「廣瀬全孝先生追悼セッション」の3つのセッションで構成されました。テクニカルセッションでは広島大学の東清一郎教授、黒木伸一郎教授、亀田卓教授が優れた研究について発表され、ポスターセッションでは学生や若手研究者によるショートプレゼンとポスターが発表されました。そして「廣瀬全孝先生追悼セッション」では、廣瀬名誉教授と親密な関係にあった4人の先生方に発表して頂きました。廣瀬全孝名誉教授は当研究所の最初の形態である集積化システム研究センター（RCIS）の創設者ですが、残念ながら2021年7月17日に逝去されました。横山新広島大学名誉教授、小柳光正東北大学名誉教授、村上英樹久留米高専准教授、そして吉川公麿広島大学名誉教授に、廣瀬教授の業績や教育・研究などの貴重なお話を語って頂きました。

● CMOSトランジスタ・回路作製実習

2021年7月26日(月)～7月31日(土)の6日間、社会人6名、大学院生2名の参加による「CMOSトランジスタ・IC作製実習」を実施しました。作製したデバイスはAlゲートのnMOS、pMOSトランジスタ、及びそれらを基本とするCMOSインバータ、NAND、NOR、リングオシレータ等であり、最小加工寸法はDMD方式マスクレス露光を用いた3ミクロンです。今年も新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、実習はオンラインで実施されました。実習は回路設計を2日間、クリーンルームでのデバイス作製を3日間、最終日にデバイス測定を行いました。回路設計では、受講者自身がデバイス設計ツールを使って設計を行いました。デバイス作製はナノデバイス研究所のスタッフが行い、その時の様子をオンラインのビデオで解説しました。完成した回路の測定も研究所のスタッフが行い、その電気的特性について受講者と議論を交わしました。

回路設計時の様子。学外の受講生はオンラインで参加。画面共有で設計の基本技術等を指導

クリーンルームでのデバイス作製。作業の様子もオンラインで配信

スタッフと受講生との記念撮影

●広島大学附属高校太陽電池実習

2021年7月17日（土）に広島大学附属高校の2年生6名が当研究所で太陽電池の試作と測定の実習をおこないました。午前はスーパークリーンルームの半導体製造装置等をオンラインで見学し、午後は各生徒に太陽電池の作製・測定を体験してもらいました。2インチのp型シリコンウェハ(片面はn型になるようリンをドープ)を各生徒に配布し、インジウムスズの合金による電極を半田ごてを使って思い思いに電極を描いてもらい、最後に導線をつないで太陽電池を完成させました。出来上がった太陽電池はモーターを回転させて実際に発電していることを確認した後、各々作製した太陽電池の変換効率を測定してもらいました。普段あまり触れることの無い半導体に大変興味を持って頂く事が出来ました。

オンラインでスーパークリーンルーム内を見学

半田ごてでウェハ上に電極を形成している時の様子

電気的特性測定時の様子

外部資金獲得状況 (2021年度 総額1,373,381千円)

受託研究（合計 282,904千円（間接経費含む））

契約機関	課題名	職名	研究代表者
文部科学省	「ナノテクノロジープラットフォーム」事業/微細加工ナノプラットフォーム	教授	黒木 伸一郎
文部科学省	マテリアル先端リサーチインフラ（スポーク機関）	教授	黒木 伸一郎
国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）	バイオリフレクターの微弱光制御機能の解明と光制御手法の開発（戦略的創造研究推進事業CREST）	教授	岩坂 正和
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）	極限時刻同期に基づく革新的通信デバイスと応用開拓	教授	亀田 卓
国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）	Beyond5Gのレジリエンスを実現するネットワーク制御技術の研究開発	教授	亀田 卓
マルホ株式会社 京都R&Dセンター　外1者	皮脂欠乏症患者を対象とした保湿剤が基礎発汗、微小循環に及ぼす影響を検討する単施設ランダム化単盲検平行群間比較	准教授	小出 哲士

共同事業（10,466千円）

契約機関	課題名	職名	研究代表者
文部科学省	生体医歯工学共同研究拠点形成事業	教授	寺本 章伸

産学連携推進事業費補助金（1,000,000千円）

契約機関	課題名	職名	研究代表者
経済産業省	地域の中核大学の産学融合拠点の整備（Jイノベプラットフォーム型）	教授	寺本 章伸

共同研究（合計 49,461千円（間接経費含む））

課題名	職名	研究代表者
ウェーハ特性のデバイスへの影響評価	教授	寺本 章伸
半導体材料の素子適正評価に関する研究	教授	寺本 章伸
CNTを用いたデバイスに関する研究	教授	寺本 章伸
各種構造や製法による絶縁膜の電気的な信頼性評価に関する研究	教授	寺本 章伸
半導体デバイスの薄膜成長に関する基礎・応用研究	教授	寺本 章伸
4H−SiCパワーデバイス共同研究	教授	黒木 伸一郎
ヒト肝細胞キメラマウスとキメラマウス肝細胞の品質管理を可能とする基盤技術の開発	准教授	小出 哲士
発汗機能検査（Impression Mold法）における画像解析	准教授	小出 哲士
皮脂欠乏症及び皮脂欠乏性湿疹における発汗障害とその病態の探索	准教授	小出 哲士
シリコンフォトニクスを用いたバイオセンシング	特任助教	雨宮 嘉照

2021年度科学研究費助成事業（合計 27,950千円（間接経費含む））

種目	課題名	職名	研究代表者
基盤研究A	シリコンカーバイド極限環境エレクトロニクスのIoTプラットフォーム形成	教授	黒木 伸一郎
基盤研究B	Massive Connect IoT志向のゼロオーバヘッド同期無線全二重通信	教授	亀田 卓
基盤研究B	消化管内視鏡画像解析の客観的指標に基づくリアルタイム診断支援システムの開発	准教授	小出 哲士
基盤研究C	微細LEDおよび受光素子の異種基板上常温接合と光バイオテクノロジー応用	特任助教	雨宮 嘉照

研究所への寄附金（合計 2,600千円他希望により一部不記載）

機関
一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター
東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社
Micron Technology Foundation, Inc.
他、2社（希望により企業名不記載）

ナノデバイス研究所主要設備

広島大学ナノデバイス研究所はクラス10のスーパークリーンルーム及び、リソグラフィー、薄膜形成、ドライエッチング等の半導体製造装置を有し、半導体デバイスの設計からシリコンウェハ上への作製、そして測定評価までを一貫して行えることが特徴です。

ナノデバイス研究所の各種装置は、外部の方でもマテリアル先端リサーチインフラ事業（ARIM）等を通して利用することが可能です。

スーパークリーンルーム

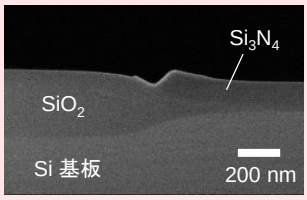
最も清浄度の高いセクションのクリーン度はクラス10 (1立方フィート内に0.1μm以上の粒径の粒子が10個以下)です。

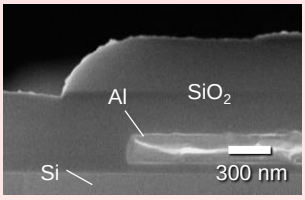
西棟スーパークリーンルーム

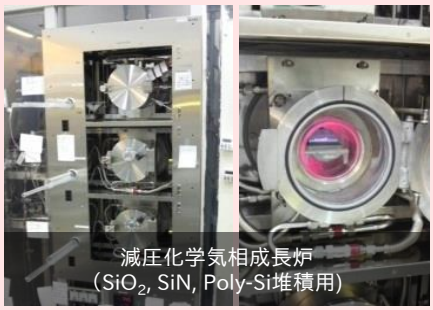
東棟スーパークリーンルーム

薄膜形成装置群

ポリシリコン膜、Si_3N_4膜、SiO_2膜堆積用のCVD装置や、Al、Ti、Cu等の各種金属薄膜堆積用のスパッタリング装置等があります。

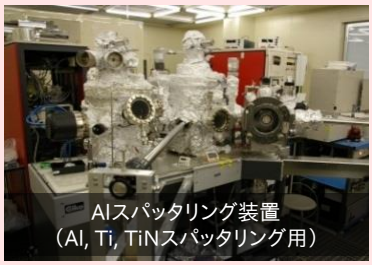





減圧化学気相成長炉
（SiO_2, SiN, Poly-Si堆積用）

酸化・拡散炉

平行平板型プラズマCVD装置
（SiN及びSiO_2堆積用）


Alスパッタリング装置
（Al, Ti, TiNスパッタリング用）

汎用スパッタリング装置（3インチターゲット交換により広範な材料に対応）

SiO_2堆積用大気圧CVD装置
（SiH_4+O_2, 基板温度400℃）

不純物注入、活性化アニール装置群

シリコン基板やポリシリコン薄膜等に不純物を注入して導電性を制御します。注入後は熱処理装置によって活性化アニールを行います。

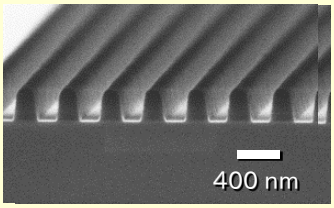
イオン注入装置
（5keV-150keV, B, As, P等 注入可能）

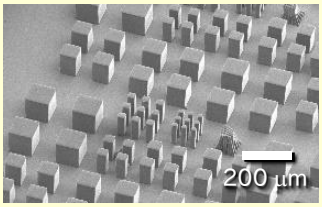
高速熱処理(Rapid Thermal Anneal)装置
（高速アニール用, 昇温速度最大200℃/s）

リン拡散炉
（リンの固相拡散, 最高温度900℃）

リソグラフィー装置群

感光性材料(レジスト)を基板上に塗布し、光や電子線を照射して、ミクロン及びナノメートルサイズのパターンを形成します。





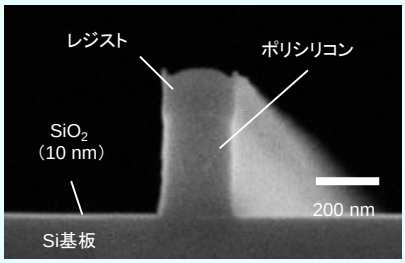
ポイントビーム方式電子ビーム描画装置（エリオニクス ELS-G100）

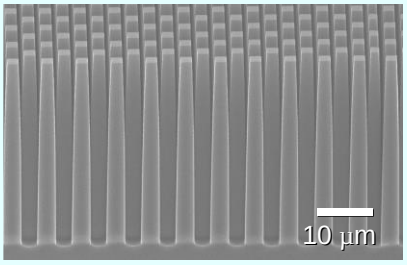
マスクレス露光装置（ナノシステムソリューションズ DL-1000）

マスクレス露光装置（ハイデルベルグ・インストルメンツ MLA150, 2022年3月導入）

プラズマエッチング装置群

リソグラフィーで形成したレジストパターンをマスクにし、イオンの化学反応を使って薄膜の形状を蝕刻加工します。





プラズマアッシング装置（レジスト除去用）

SiN、poly-Si用ケミカルドライエッチング（CDE）装置

Si用ICP（誘導結合プラズマ）エッチング装置（Cl_2, O_2, N_2, HBr使用）

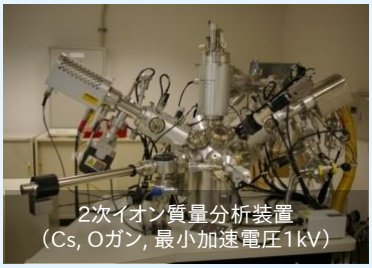
Al用ICPエッチング装置（Cl_2, BCl_3, N_2使用）

SiO_2用RIE(反応性イオンエッチング)装置（CF_4, H_2使用）

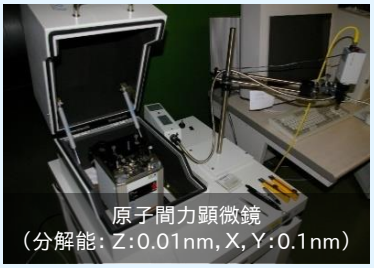
Si用深堀りエッチング装置（ボッシュプロセス, C_4F_8, SF_6, O_2, Ar使用）

物性評価・測定装置群

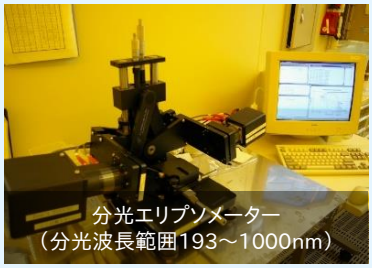
成膜した材料の膜厚や表面の凹凸の様子、光学定数を調べたり、薄膜の組成分析や結晶分析を行える各種分析装置があります。



2次イオン質量分析装置（Cs, Oガン, 最小加速電圧1kV）

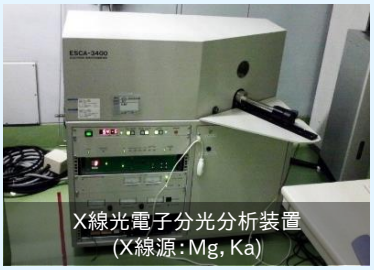


原子間力顕微鏡（分解能：Z:0.01nm, X, Y:0.1nm）

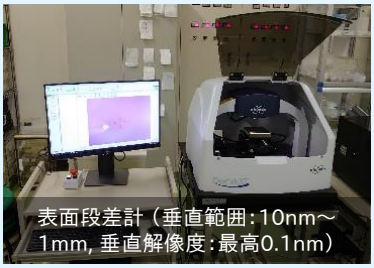


分光エリプソメーター（分光波長範囲193～1000nm）

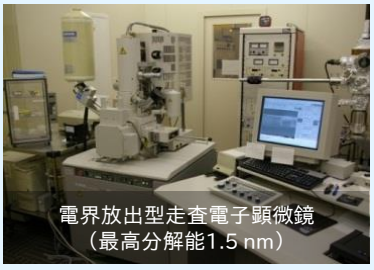
干渉式膜厚計（可視光及び紫外光源、多層膜対応解析ソフト搭載）



X線光電子分光分析装置（X線源：Mg, Ka）



表面段差計（垂直範囲：10nm～1mm, 垂直解像度：最高0.1nm）

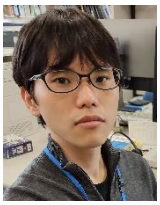


電界放出型走査電子顕微鏡（最高分解能1.5 nm）

ホール効果測定装置（試料の伝導キャリヤの識別, 濃度, 移動度を測定）

新任教員・職員紹介

後藤 秀樹 (教授): 2022年4月1日付けでナノ集積科学研究部門の教授を拝命いたしました。専門分野は半導体ナノ構造の光物性や量子効果で、基本的な物性解明とデバイス動作原理提案に関する研究に取り組んできました。前職では、新材料・バイオ・機能物性・量子情報に関する企業での基礎研究の運営に携わり、研究成果の創出と共に将来の方向性の策定に関わりました。これらの経験を活かし、既存技術の発展や新原理で動作する次世代の半導体デバイスや集積回路の提案と実証、その実応用につなげます。現在、世界中での様々な社会課題の解決のため、半導体研究開発に対する期待とニーズが高まっております。これに応えるために、本研究所に関わる多くの皆さんと協力し、異なる分野の知識を融合させた研究と新技術開発を推進すると共に、これらの成果を用いた新産業の創出や社会の発展に貢献いたします。ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。



坂本 弘樹 (研究員): 2021年4月1日よりマテリアル先端リサーチインフラ事業に携わる研究員として着任いたしました。専門分野は素粒子論的宇宙論で、これまでに現代物理学で非常に重要な概念である対称性の自発的破れやアインシュタインの一般相対性理論を超える修正重力理論を用いて、宇宙の誕生時に起きたとされる時空の加速膨張と呼ばれる現象や背景重力波についての研究を行ってきました。本研究所では実験から得られるデータの構造化や機械学習を用いた最適化などに取り組んでいます。どうぞご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いします。

長谷川 和彦 (主査): 2022年4月1日付けで学術・社会連携部研究支援グループに再雇用職員として採用され、本研究所を担当させていただくことになりました。私は1984年4月に広島大学に事務系職員として採用され、総合科学部及び経理部主計課(当時)で5年間勤務ののち、文部省(当時)に転任、以後7つの機関で勤務し、愛媛大学を最後に3月31日付けで定年退職しました。この間、本省をはじめとして国立天文台や国立極地研究所等で、22年間に渡って研究所の管理運営・支援業務に携わってきました。こうした経験を活かして、少しでもお役に立てるよう頑張ってまいる所存です。どうぞご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いします。

研究所利用希望・共同研究希望の皆様へ

ナノデバイス研究所は、広島大学の学内共同利用教育施設として設置されており、学内は先進理工系科学研究科の研究室の多くの方に利用されています。また、他大学・企業とは共同研究・受託研究を実施したり、研究員・社会人博士課程後期学生の受け入れを行っております。ご興味がございましたら、研究所教員までご連絡ください。

TEL: 082-424-6265
E-mail: RNBS@hiroshima-u.ac.jp
URL: http://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/

研究所組織図

運営委員会

所 長
教授 寺本 章伸

副所長
教授 黒木 伸一郎
教授 加藤 功一

ナノ集積科学研究部門

教授 寺本 章伸‡　教授 黒木 伸一郎‡　教授 後藤 秀樹‡　教授 東 清一郎*
教授 島田 学*　教授 池田 篤志*　教授 吉川 公麿†　准教授 中島 安理‡
准教授 天川 修平*　准教授 花房 宏明*　准教授 田部井 哲夫†　助教 雨宮 嘉照†
助教 石川 智己†　助教 Vuong Van Cuong$

集積システム科学研究部門

教授 亀田 卓‡　教授 藤島 実*　教授 石井 抱*　教授 金田 和文*
教授 高木 健*　准教授 小出 哲士‡　准教授 吉田 毅*　准教授 佐々木 守*

分子生命情報科学研究部門

教授 岩坂 正和‡　教授 黒田 章夫#　教授 河本 正次#　准教授 池田 丈#

集積医科学研究部門

教授 二川 浩樹**　教授 加藤 功一**　教授 津賀 一弘**　教授 野村 渉**
教授 岡田 守人 (原爆放射線医科学研究所)　教授 有廣 光司 (広島大学病院)
教授 加治屋 幹人 (病院口腔検査センター)　准教授 柳瀬 雄輝**

マテリアル先端リサーチインフラ

教授 黒木 伸一郎‡ (代表責任者)　准教授 田部井 哲夫†

客員教授

横山 新 (広島大学名誉教授)　宮原 裕二 (東京医科歯科大学生体材料工学研究所)
宮崎 誠一 (名古屋大学大学院工学研究科)　三宅 亮 (東京大学大学院工学系研究科)
吉田 成人 (JR広島病院 消化器内科・救急センター)　白井 泰雪 (東北大学未来科学技術共同研究センター)
村上 秀樹 (久留米工業高等専門学校)　青山 裕美 (川崎医科大学)
肖 夏 (天津大学電子情報工学部)　宋 航 (東京工業大学 環境・社会理工学院)
Katia Zheleva Vutova (ブルガリア科学アカデミー電子工学研究所)
Declan O'Loughlin (トリニティカレッジダブリン大学電気電子工学科)
ZETTERLING CARL-MIKAEL (スウェーデン王立工科大学)

研究員(学内)、関連学部・学科

客員研究員(他大学、企業)

‡ 専任教員
先進理工系科学研究科兼担

* 併任教員
先進理工系科学研究科

\# 併任教員
統合生命科学研究科

** 併任教員
医系科学研究科

† 特任教員

$ 育成助教

2022年4月1日現在