広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Research Institute for Nanodevice and Bio Systems
Hiroshima University

Institute News

No.13, 2021

研究所長挨拶

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所長
寺本 章伸

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は2008年の設立から13年が経ちました。第3期中期目標期間は、2021年度を残すのみとなり、第4期における活動の方向性を定める重要な1年です。昨年度には、自己点検を行った上、外部評価を実施しました。これらの業務評価を基に2022年度から始まる第4期の活動方針を決めて、スムーズなスタートがきれるようにしたいと思います。

本研究所はこれまでに、携帯型乳がん早期検診装置、内視鏡画像診断支援システム、学習・認識システムLSI、耐放射線デバイス、極微細有機デバイス、電気・光バイオセンサー、グアニン結晶磁気配向制御などに於いて独自性の高い研究成果を挙げてきました。これらの基盤となっているのは本研究所が推進する二つのプロジェクトです。

1. ネットワーク型共同利用・共同研究拠点「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・バイオ融合科学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きました。2021年度は拠点事業の最終年度となります。生体医歯工学を推進する共同拠点形成という段階を確実なものとし、本拠点事業を継続発展させ、4拠点が協力して多くの成果が出せる拠点ネットワークを2022年度から新たにスタートさせたいと考えております。

2. 文部科学省先端研究施設共用イノベーション創出事業ナノテクノロジープラットフォーム 微細加工プラットフォーム／マテリアル先端リサーチインフラ

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外部機関に開放するとともに技術支援や共同研究を全国規模で推進しています。これにより、イノベーション創出に向けた強固な研究基盤（プラットフォーム）形成に貢献し、幅広い利用者による設備の共同利用促進と産学官連携や異分野融合を推進しています。本事業も今年度が最終年度です。本事業で整備された基盤を活用して「マテリアル先端リサーチインフラ」のプラットフォーム整備事業が新たに2021年度から始まりました。本研究所は、革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル領域を担う機関の一つとして採択されました。引き続き、ナノデバイス試作支援を行うとともに、SiCやGaNなどのワイドバンドギャップ半導体、高性能太陽電池など、エネルギー変換マテリアル・デバイスにフォーカスした研究開発・支援を行います。さらに、この事業のもう一つの目標でもある高品質なマテリアルデータを戦略的に収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みの構築を推進していきます。

さらに、2020年12月に本研究所は、経済産業省が認定する「J-Innovation HUB 地域オープンイノベーション拠点国際拠点型」に選ばれました。海外・国内グローバル企業との産学連携活動を積極的に行い、今後の更なる海外展開を目指す拠点としての役割を果たし、産業界に貢献できるよう研究開発を進めていきます。

さて、2021年度には、しばらく空席になっていた集積システム科学部門の専任教授として、亀田卓先生をお迎えしました。専任教授枠が満たされるのは2016年度以来となります。亀田先生のご専門は通信分野であり、アプリケーションから半導体デバイスのあるべき姿を示していただくとともに、バイオテクノロジー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。

大学を取り巻く状況は厳しさを増しており、大学の機能強化へ向けて当研究所にも更に大きな貢献が求められます。また、先の外部評価でも、半導体デバイス・集積回路分野と医療・バイオテクノロジー分野との融合について、重要性とともに難しさが指摘されました。研究所名通り、「ナノデバイス」と「バイオ」が真に融合した研究分野の創出を目指し、研究体制を整えていきたいと考えています。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。

RNBS
2021年5月発行

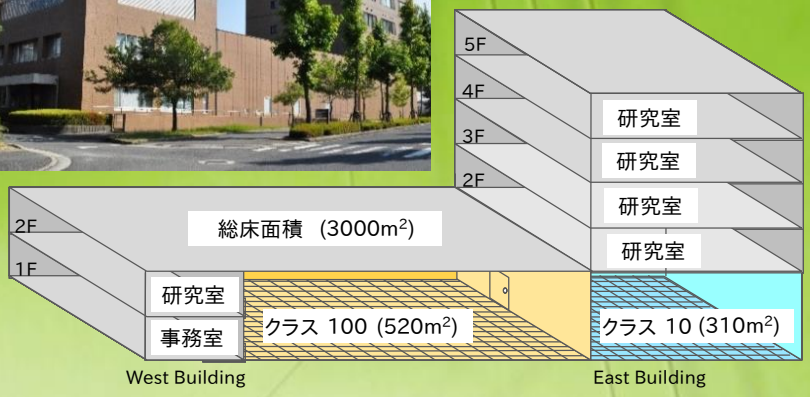
ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の概要(1)

【経緯】

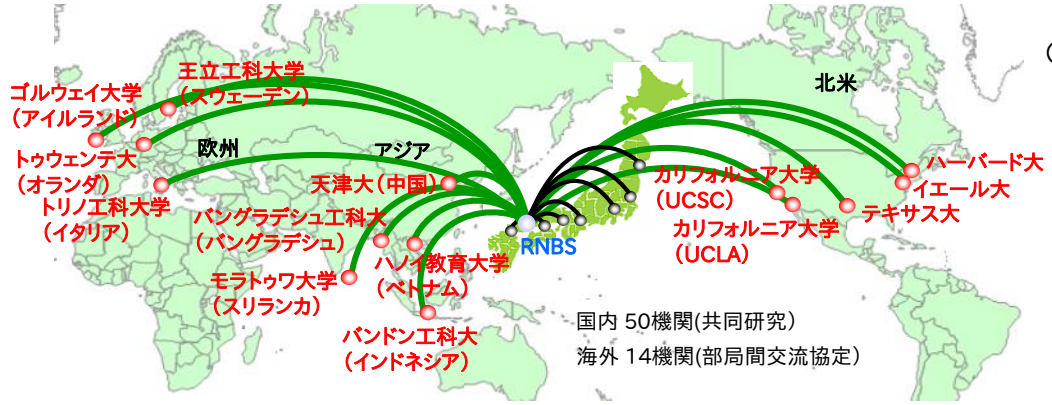
1986年 集積化システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設:10年時限）
1996年 ナノデバイス・システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設:10年時限）
2002-2006年 文部科学省21世紀COEプログラム「テラビット情報ナノエレクトロニクス」
2006-2009年 科学技術振興機構先端融合イノベーション創出拠点「半導体・バイオ融合集積化技術の構築」
2008年 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所に改組（国立大学法人学内措置）
2011年 国立大学附置研究所・センター長会議入会承認
2016年 全国共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」として文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

【研究所のミッション】

1. 基礎研究を通して半導体技術に貢献し時代の要求に応える人材を育成
2. 半導体技術と回路・システム・アーキテクチャの統合研究を推進
3. 半導体技術とバイオテクノロジーおよびメディカルサイエンスを融合する基盤技術を開発
4. 半導体技術をベースとした全国共同利用・共同研究拠点および国際共同研究拠点の構築



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）

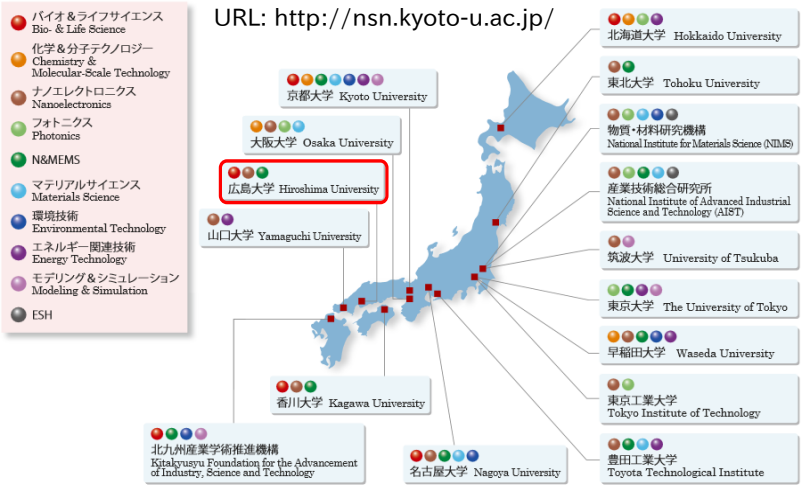


○ 国内外の研究者と協力して高性能集積回路、MEMS、バイオデバイスを開発

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

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コンソーシアム（～2021年度）



文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」（2021年度～2030年度）

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
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（国際拠点型）」に選出（2020年12月）

J-イノベ J-Innovation HUB

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の概要(2)

ナノデバイスを核とした先端研究の推進

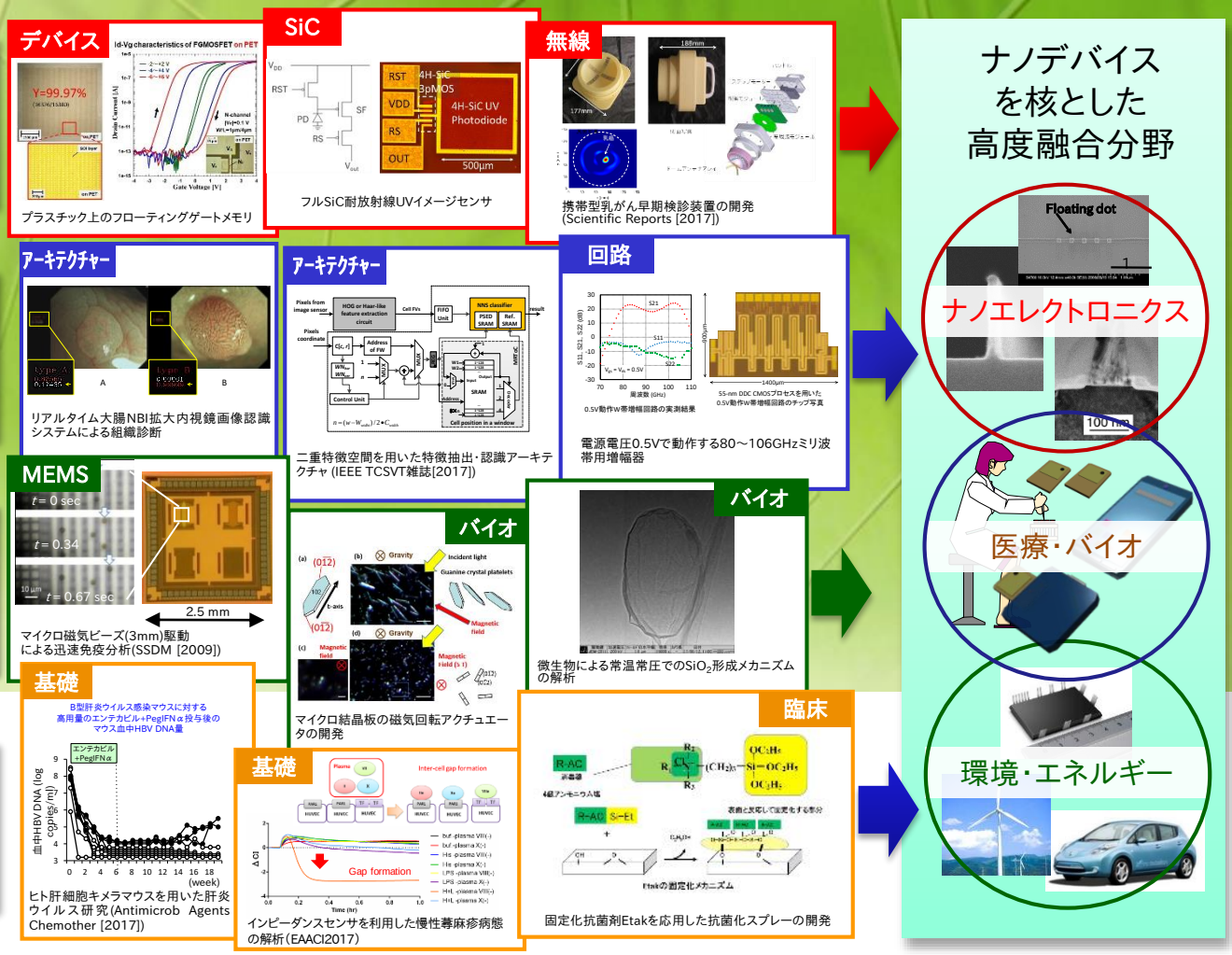
半導体・回路・MEMS*に関する有数の設計・試作・研究環境

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・バイオ融合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

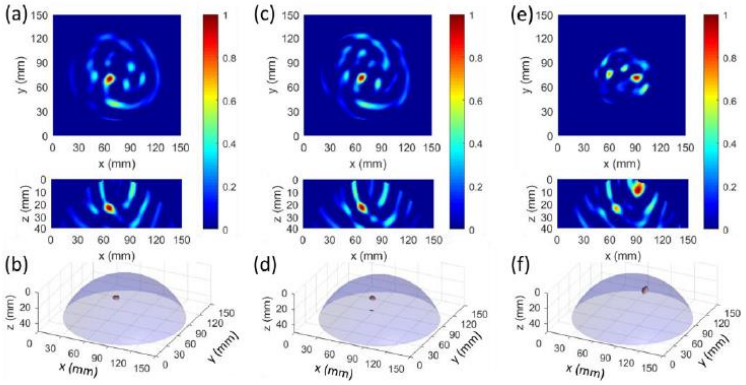
企業

・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

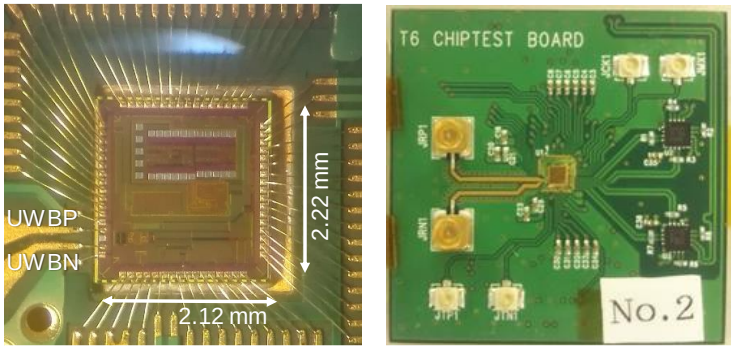
マイクロ波乳癌イメージングアルゴリズム



クラッター抑制アルゴリズムを用いた乳癌イメージング.
(a)(b)2段階回転法. (c)(d)ウィーナーフィルター法.
(e)(f) エントロピーウィナーフィルター法.

マイクロ波を用いた乳がんイメージング技術における課題であるクラッターを抑制するアルゴリズムを開発しました。フィルター理論に基づき、受信信号の相関による信号選択と、L2正則化法によるクラッター波形除去の2段階回転法を開発し、表面クラッターを抑制できることを実証しました。 本研究は広島大学原爆放射線医科学研究所、広島大学病院との共同研究の成果です。本論文はIEEE Transactions on Instrumentation and Measurement (Dec. 2020, 9586–9598, IF:3.65)に掲載されました。(吉川)

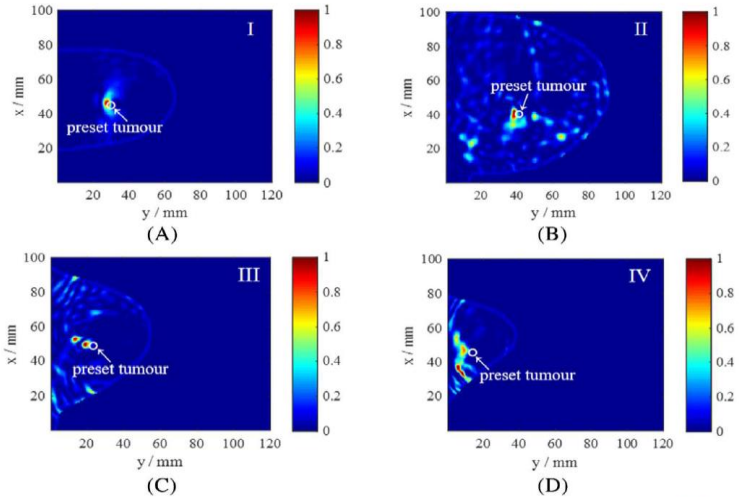
マイクロ波イメージングCMOS-LSI



CMOSインパルスレーダーマイクロ波イメージング用シングルチップ送受信LSI. (a)チップボンディング. (b)送信基板実装.

マイクロ波イメージング装置の小型携帯化を目指し、CMOS-LSIを開発しました。65nmテクノロジーでUWB-GMPインパルス送信器、102.4GS/s等価時間サンプリング受信器をシングルチップで実現しました。このレーダLSIチップを用いて、大きさ1㎝、スペース1㎝で配置した2個のターゲットを分離描画することに成功しました。本研究は広島大学原爆放射線医科学研究所、東工大、都市大、広工大、呉高専との共同研究の成果です。本論文はIEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems (October 2020, 1-1. IF:4.02)に掲載されました。(吉川)

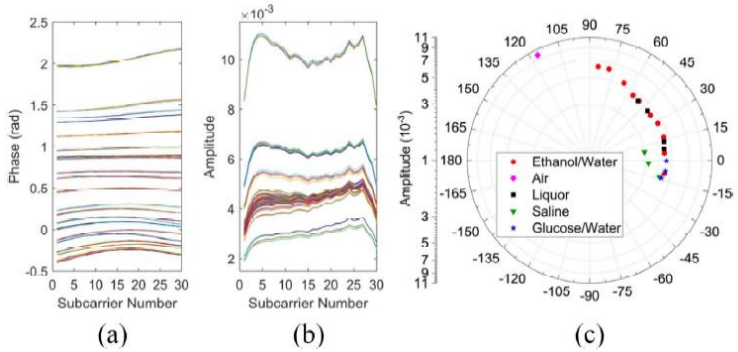
マイクロ波乳癌イメージング最適化技術



最適化後の共焦点画像:患者A-D.

焦点画像基準(FQM)と信号／クラッター比(SCR)を用いたマイクロ波乳癌イメージング最適化技術を開発しました。FQMの最小値から乳房の実効誘電率を決定し、それに基づき共焦点画像から乳癌位置を決定しました。本研究は天津大学との共同研究の成果です。本論文はInternational Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering (August 2020, 1-14. IF:1.52)に掲載されました。(吉川)

WiFiデバイスによる複素誘電率測定技術



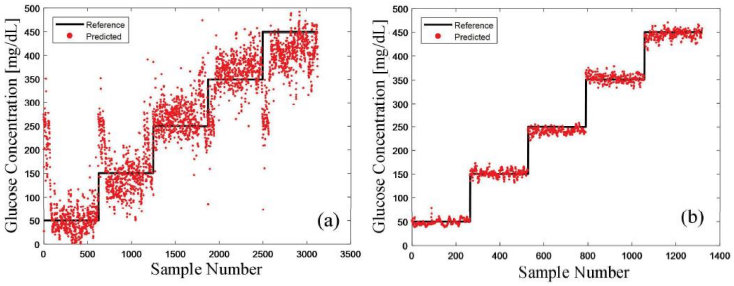
Wi-FiのCSIデータ. (a)位相のサブキャリア番号依存性. (b)振幅のサブキャリア番号依存性. (c)実測値を平均化した位相／振幅.

WiFiデバイスによる複素誘電率測定技術を開発しました。UWBアンテナ、VNA、Wi-Fi標準80211n OFDM信号とインテル・ネットワークインターフェースカードを用いて、非接触で物質の誘電率を測定する技術を開発しました。透過Wi-Fi信号のチャネル状態情報(CSI)から位相と振幅を抽出し、誘電率を理論計算するモデルを開発しました。本研究は天津大学との共同研究の成果です。本論文は IEEE Internet of Things Journal, June 2020, 1-1. IF:9.93)に掲載されました。(吉川)

研究ハイライト

ナノ集積科学研究部門

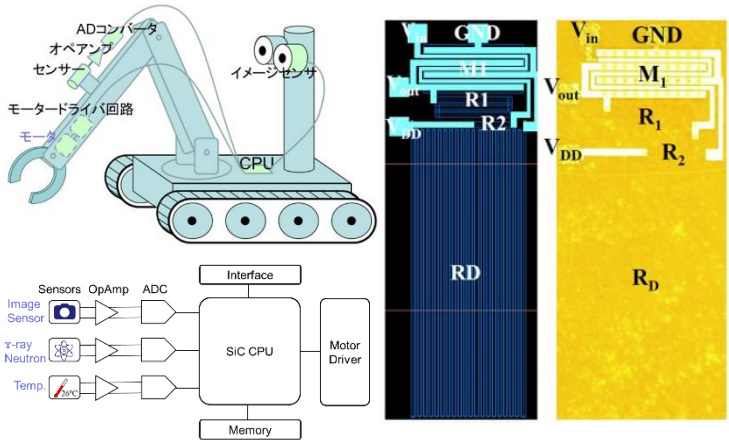
UWBマイクロ波グルコースセンサー



ニューラルネットワークモデルによるグルコース濃度の推定.
(a)学習前. (b)学習後.

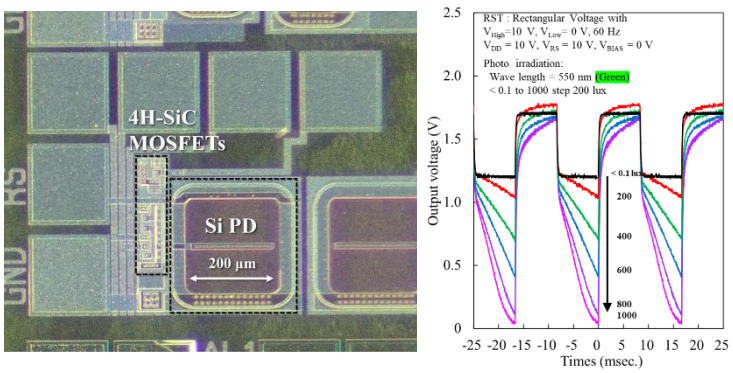
UWBアンテナとVNAによるマイクロ波のSパラメータと周波数データを用いたグルコースセンサーを開発しました。ニューラルネットワークを用いて、UWB周波数は0.2-4GHzで、グルコース濃度は20-500mg/dLについて評価しました。学習の結果、二乗平均平方根誤差は5.5mg/dLでした。本研究は天津大学との共同研究の成果です。本論文はIEEE Transactions on Instrumentation and Measurement (July 2020, 2500410. IF:3.65)に掲載されました。(吉川)

シリコンカーバイド(SiC)MOSFETsによる極限環境エレクトロニクス



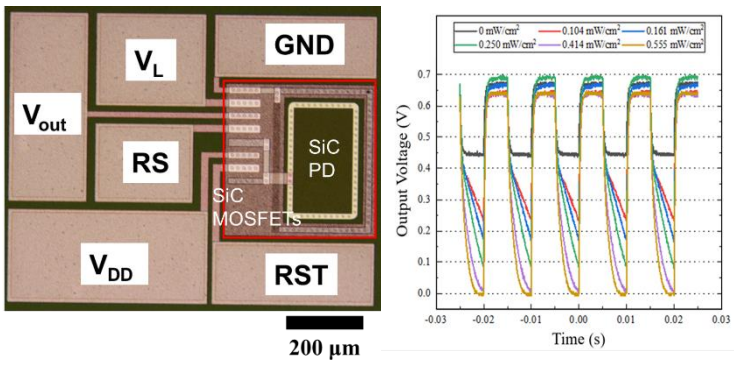
シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めています。原子力発電所廃炉に必要となる耐放射線集積回路や、車載用また石油・天然ガス採掘や惑星探査で必要とされる極高温で駆動可能な集積回路の研究を進めています。回路高周波駆動のために、CMOSデバイス・プロセスの研究、超高温駆動用のプリアンプ回路の開発などを行いました。これら成果はJpn. Jour. Appl. Phys.誌などで発表しました。本研究はスウェーデン王立工科大学KTH Royal Institute of Technologyと国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構との共同研究として進めています。(黒木)

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



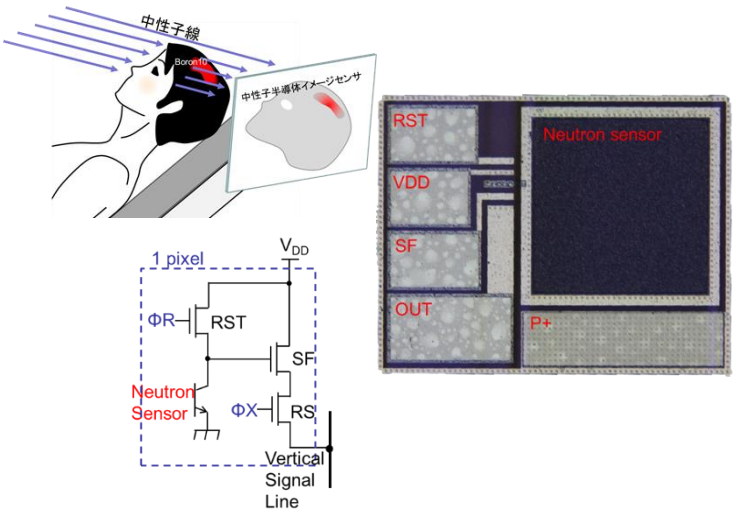
シリコンカーバイド(SiC)半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。福島第一原子力発電所での廃炉作業用になります。3つのSiC MOSFETとSiフォトダイオードを組み合わせたハイブリッド型イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。またこの研究を発展させた(1)粒子線医療用のガンマカメラの開発、(2)量子センサの研究を開始しました。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

フルSiC耐放射線UVイメージセンサの研究



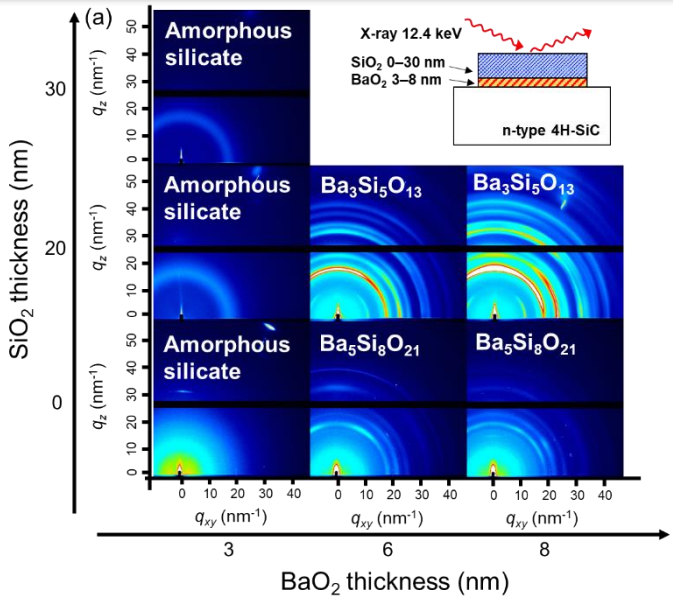
シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。ハイブリッド型イメージセンサでは可視光がとれるものの、耐放射線性はSiフォトダイオードで制限されます。今後のデブリ取り出しなどを見据え、より耐放射線性の高いフォトダイオードもSiCで作製したフルSiC UV(紫外光)イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

SiC半導体中性子2次元センサの研究



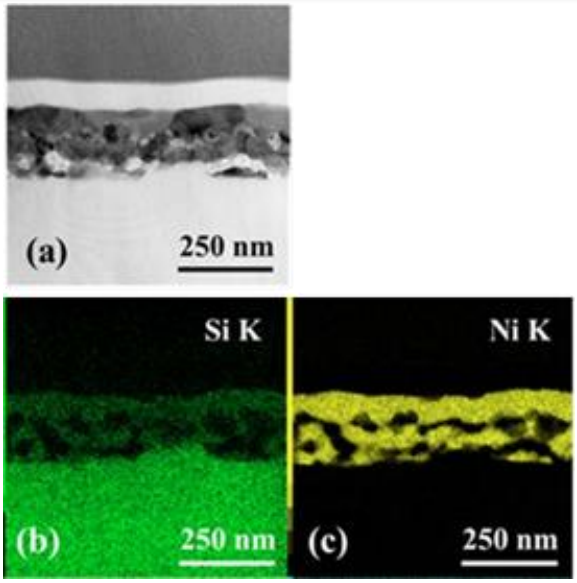
シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による粒子線医療用の中性子2次元センサの研究開発を進めています。中性子と散乱断面積の大きいホウ素10(B10)をデバイス内に配置し、これと中性子との間の核反応により発生したアルファ線を読み取ることで、中性子センサを実現することができます。世界初のリアルタイムモニターが可能な中性子2次元センサの実現を目指しています。(黒木)

シリコンカーバイド(SiC)MOSFETsでのMOS界面制御とガンマ線照射効果の研究



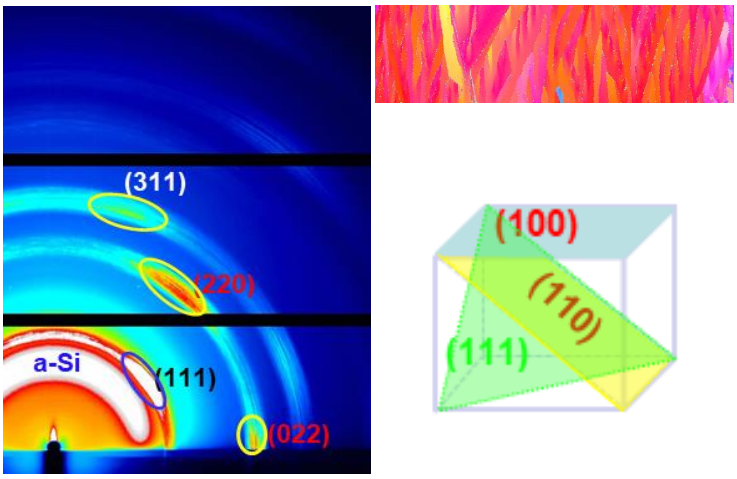
シリコンカーバイド(SiC)MOSFETsの反転層移動度向上技術としてMOS界面へのBaO導入の研究を進めました。MOS界面でのBaシリケート構造を2D X線測定等により明らかにし、またガンマ線照射効果の研究も進めました。本成果はMater. Sci. Semicond. Process誌などに掲載されました。この研究はフェニテックセミコンダクター社、SPring8、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構などとの共同研究として進めています。(黒木)

4H-SiCデバイス上のオーミック電極の高温信頼性評価



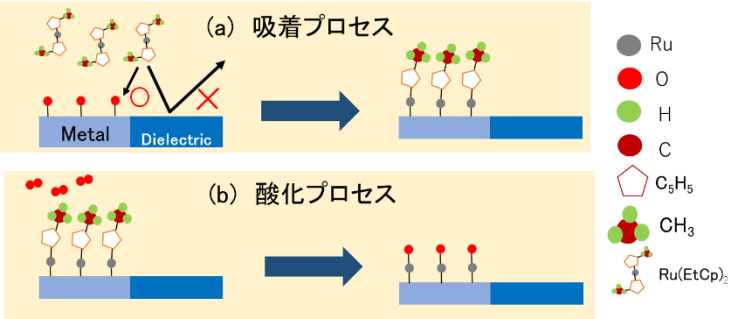
4H-SiC上のオーミック電極の高温信頼性評価を進めています。400℃～500℃の高温で、100時間の信頼性評価を繰り返し実施しています。長時間信頼性のための技術として、特にCF4:O2プラズマ処理による信頼性向上技術などを確立しました。これらの成果はJpn. Jour. Appl. Phys.などで発表しました。本研究はフェニテックセミコンダクター社、SPring8、東北大学などとの共同研究として進めています。(黒木)

レーザ結晶化によるSi(100)薄膜形成



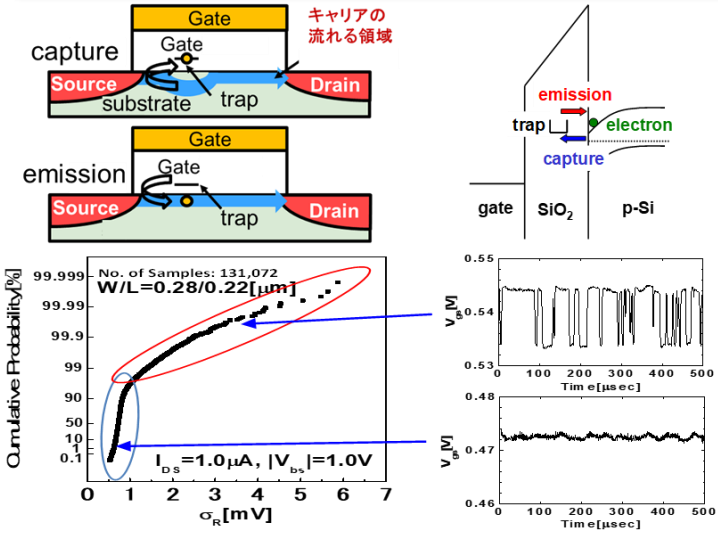
高性能シリコン薄膜トランジスタ実現のために、レーザ照射によるSi(100)薄膜の形成の研究を進めています。本研究ではこの面方位制御により薄膜トランジスタでの電子電界効果移動度が1000cm2/Vs前後の値まで増加することを示しているが、一様な面方位制御についてはより検討が必要でした。今回Si(100)3軸が揃ったレーザ照射条件を見出すことに成功しました。これらの成果はJpn. Jour. Appl. Phys.などで発表しました。本研究はHanoi National University of Education (HNUE)などとの共同研究として進めています。(黒木)

選択成長プロセス



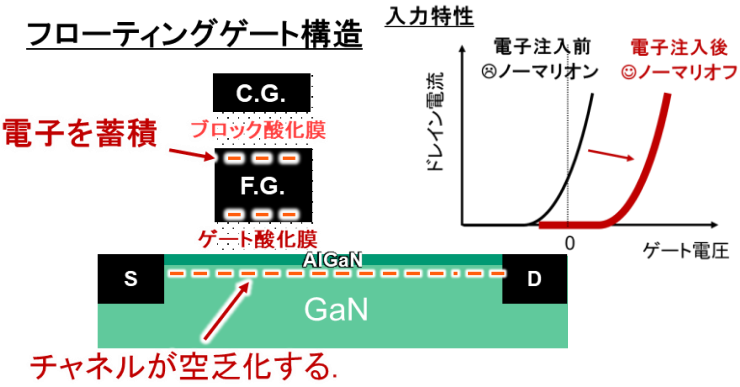
集積回路の微細化のために、レイヤー間のパターン合わせの精度が困難になっており、集積化の妨げになっています。これを克服するため、薄膜形成時に下地材料の違いによって成膜のされ方が異なる選択成長プロセスの研究を行っています。Atomic Layer Deposition(ALD)法を用い、プリカーサの吸着特性の下地依存性をすることで選択性を作り出します。金属と絶縁膜そのものの性質を用いたり、Self-Assembled Monolayer(SAM)を用いて吸着阻害層を形成したりすることで薄膜を選択成長させ、パターン間のアライメント無しに成膜を行っていきます。その中でもIsopropyl Alcohol(IPA) は、Cuに対して還元性をもち、IPAの分解特性がCu上と絶縁膜上で異なり、熱処理後に異なる物質が吸着することが明らかになりました。そのような反応とALDを組み合わせて,面積選択的なプロセスを実現していきます。(寺本・雨宮)

半導体デバイスの雑音に関する研究



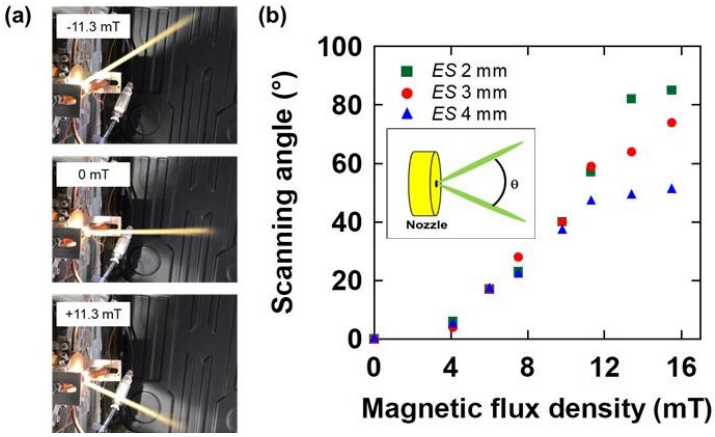
半導体集積回路を構成しているMOFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor）では、チャネルを流れているキャリアがゲート絶縁膜に捕獲されることにより、雑音が発生します。これは、電子デバイス、特に、アナログデバイスや高周波デバイス特性にとって悪影響を及ぼします。雑音は、一つ一つのMOSFETでその現れ方が異なるため、少数の評価では全体像を把握することができません。そこで、多数のサンプルを短時間・高精度で測定することにより、MOSFETの雑音特性を理解して、その低減方法を検討していきます。(寺本)

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)

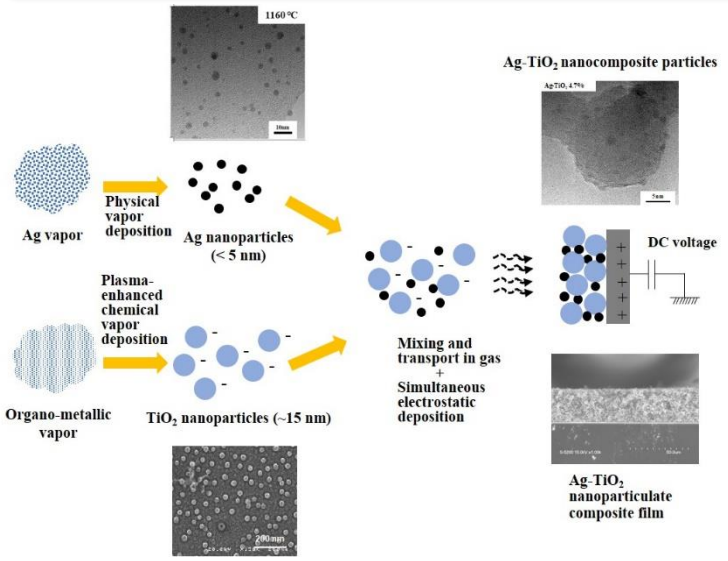
交番磁場を用いた大気圧プラズマビーム走査による大面積熱処理技術



Magnetic field scanning of atmospheric pressure thermal plasma beam (a) and the relationship between magnetic flux density and scanning angle (b).

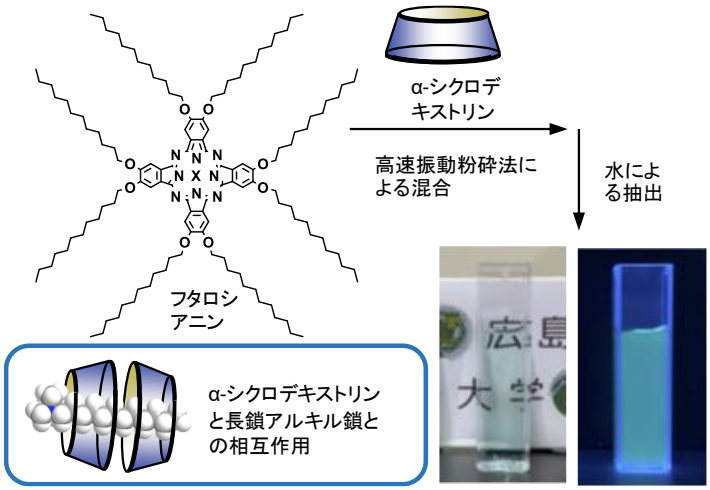
DCアーク放電により発生した大気圧プラズマビームに外部磁場を印可することでプラズマ噴出方向を制御する技術の開発をおこないました。プラズマ噴出孔付近の磁束密度～16mT、アークギャップ（*ES*）2mmで最大80°の噴出角度を達成した。2Hz交番磁場でプラズマビームを走査しつつ、直行する方向に1mm/sでサンプルを移動させ4インチ石英基板上のリンドープアモルファスシリコンを750℃程度の処理温度で結晶化したところ、0.12～0.85kΩの低いシート抵抗を基板全面に渡り得ることができました。大気圧プラズマ熱処理の大面積化に有効であると考えられます。(東)

銀を添加したチタニアナノ粒子で構成された薄膜の気相作製



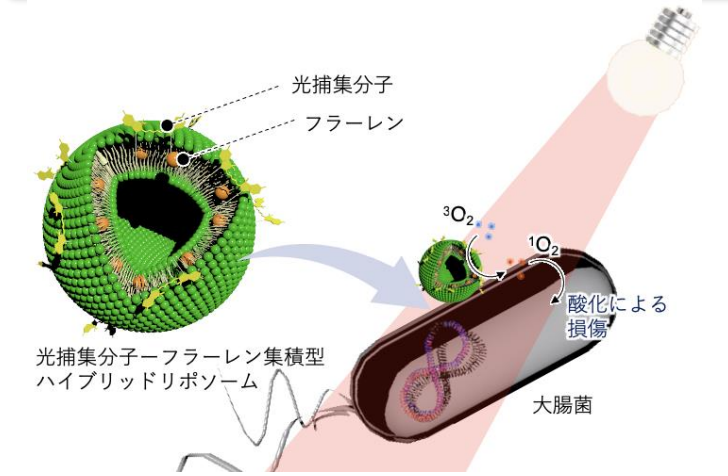
優れた光触媒性能ゆえに多くの分野で使用されているチタニアのさらなる性能の向上を目指して、微量金属の添加技術・効果が盛んに研究されています。そこで、研究室で開発してきたチタニアおよび銀のナノ粒子の精密気相合成手法とエアロゾル粒子の静電堆積手法を組み合わせて、表面積が非常に大きい銀-チタニア空隙薄膜を、構成ナノ粒子のサイズ・存在比を制御しつつ作製する技術を開発しました。作製膜の性能は、紫外光、可視光照射下それぞれで顕著に向上しました。（島田）

シクロデキストリンによる長鎖アルキル鎖をもつフタロシアニンの水溶化



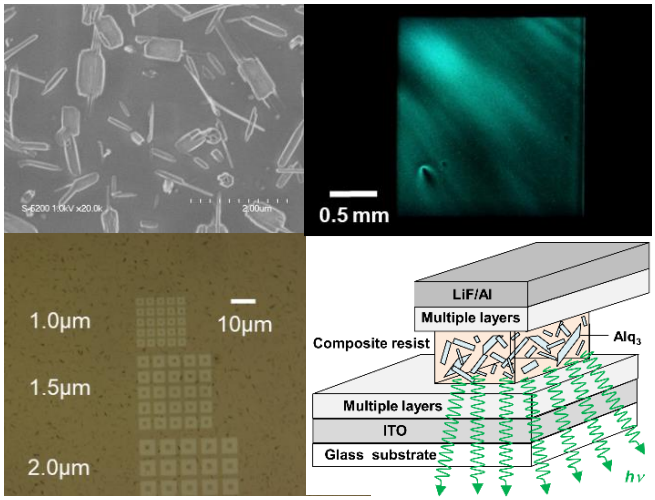
フタロシアニンは長波長での吸収と蛍光をもつため機能性材料として注目されています。しかし、平面性の高さから自己会合しやすいため、水溶化が難しく、同時に自己失活によって蛍光消光が起こりまする。そこで、長鎖アルキル基をもつフタロシアニンを合成し、アルキル鎖と相互作用することが知られているα-シクロデキストリンと混合しました。その結果、α-シクロデキストリンとの錯体を形成することでフタロシアニンの水溶化に成功しました。さらに水溶化されたフタロシアニンは蛍光を有することが示されました。この成果はAsian Journal of Organic Chemistry で発表されました。（池田篤志）

光抗菌剤としての光捕集分子ーフラーレン集積型ハイブリッドリポソーム



フラーレンはその優れた光特性から光線力学療法等、バイオ応用が期待されてきました。しかしながら、フラーレンは水溶性に乏しいことや可視光領域、特に生体透過性に優れる600～700 nmにおける吸収が弱いため、その応用は制限されていました。そこで、脂質二重膜からなるリポソームを用い、リポソームを可溶化させ、その系中に可視光領域に吸収をもつカルボシアニン系の色素を光捕集分子を集積させることで、ハイブリッドリポソームを作製しました。本システムはリポソームの活性酸素種生性能を向上するだけでなく、優れた光抗菌剤としての機能を示します。この成果はNanoscale Advancesで発表し、HOT Article Collectionに選出されました。（池田篤志）

有機ナノサイズELデバイスのためのAlq$_3$混合電子線レジスト



非常に簡便に有機ナノサイズエレクトロルミネッセンス(EL)デバイスを作製する方法を開発しました。有機電子線レジストに発光分子Alq$_3$を混合させる事により、電子線露光と現像のみのプロセスでサブμmサイズの発光層構造を作製しました。Alq$_3$混合電子線レジストにおいてAlq$_3$の結晶サイズは1μm以下になっており、ELスペクトルはAlq$_3$に起因する515nmのピーク波長を持ちました。この方法を用いて、高分解能有機ELデバイスのみならず、有機量子情報デバイスや高感度有機バイオセンサを実現できる可能性を示しました。この結果は、2020年ACS Applied Nano Materialsに掲載されました。（中島）

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光変調器の研究

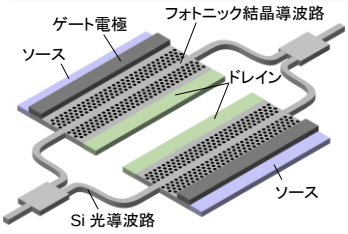


図1 提案する光変調器の概略図

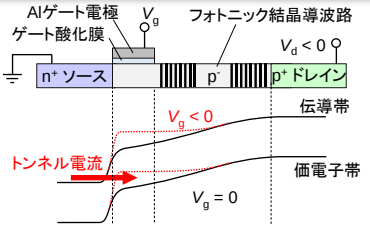


図2 位相変調用pチャネルTFETの断面構造とバンド図

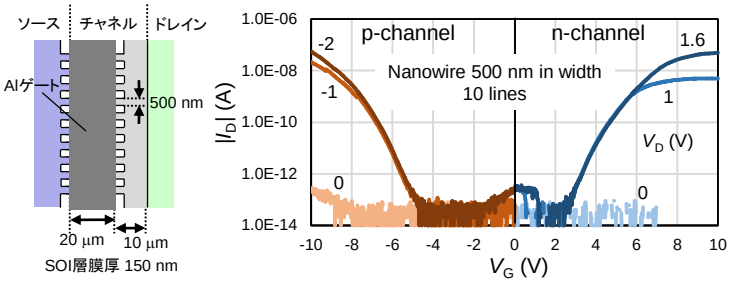
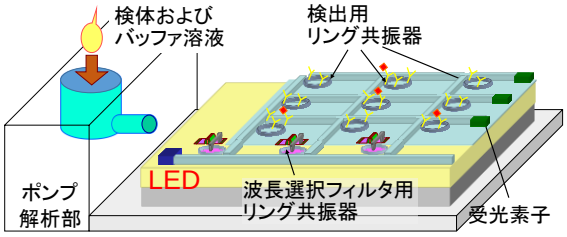


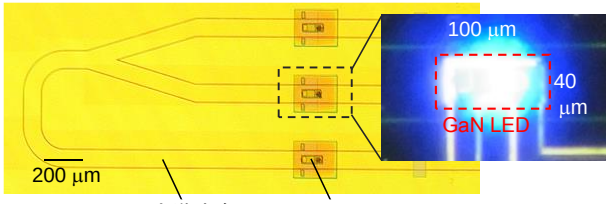
図3 (左)試作したTFETの概略図。チャネル部をナノワイヤアレイ構造とした。
(右)試作したn及びpチャネルTFETのドレイン電流(I_D)-ゲート電圧(V_G)特性。

低電圧でのスイッチングが可能な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の構造及び作製プロセスの最適化を進めています。ゲート電極とドレイン領域の間には隔たりがあり、そこにフォトニック結晶導波路が設置されます。チャネル幅はトンネル電流を制御しやすいようサブミクロンサイズの細線構造とし、それをアレイ状に多数配置して電流値を高めます。TFETはn及びpチャネルの両方を検討していますが、どちらも良好な電気的特性を確認しました。(田部井)

光バイオセンサー用発光素子の接合



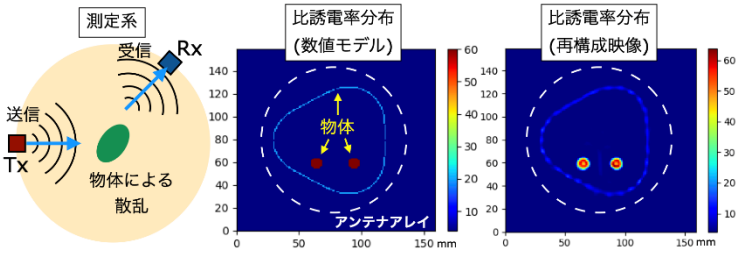
光バイオセンサーチップ概略図



光導波路上GAN-LED光学顕微鏡写真

簡易な疾病検査や生体モニタリングを同時に行えるような光バイオセンサーチップの開発を目指しています。小型かつ安価なチップの実現のためには、シリコン基板上に検出部となる共振器や受発光素子などの光学素子の集積化が必要となります。GaN-LED(Light Emitting Diode)発光素子について、TiO_2光導波路上に常温大気圧下にて接合し、接合前の母材基板上での特性と同等なダイオード特性および中心発光波長450nm付近の発光動作を確認しました。(雨宮)

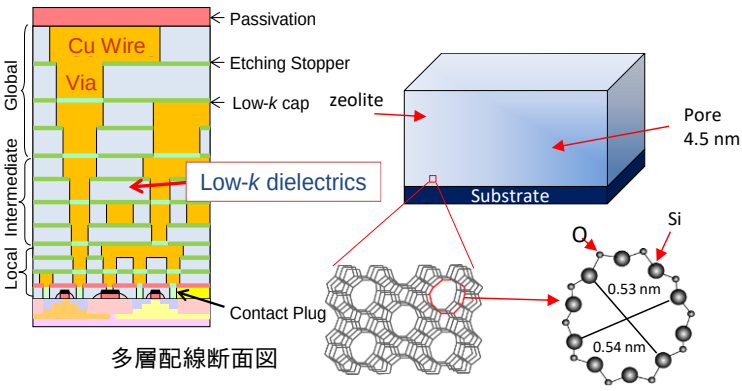
マイクロ波映像化アルゴリズムの研究



トモグラフィによる画像再構成の様子 (シミュレーション)。
反復アルゴリズムにより数値モデルが再現される。

マイクロ波を用いた乳がん検診はX線マンモグラフィの代替検査手法として長年実用化が期待されてきました。映像化として定性的方法である共焦点法を用いた臨床試験ではその有効性が示唆されています。しかし実用化には更なる技術開発が必要です。一つには信号に含まれているアーティファクトの問題があり、より効果的な除去アルゴリズムの開発を目指しています。また定量的映像化手法であるマイクロ波トモグラフィの研究も行っています。トモグラフィでは電磁波散乱過程を計算機上でシミュレートし、最適化問題を解いて対象の誘電率分布を得ます。モデル化誤差や不良設定問題等の大きな困難がありますが、アルゴリズムの改良や高速化等、その実用性を検証しています。(石川)

ULSI配線のためのゼオライト含有低誘電率膜



多層配線断面図

ゼオライト含有低誘電率膜

集積回路(LSI)の微細化に伴う配線間隔の縮小により、RC遅延が発生します。この問題のために配線容量を下げなければなりません。ただし、低誘電率化のために空孔を薄膜中に取り入れると、膜の強度が下がってしまいます。強度の低下はLSI配線層の機械的な加工を困難にする要因になるため、一般的なSiO_2よりも高い強度が期待されるゼオライトを膜中に導入しています。ゼオライトの特性を活用し、低誘電率かつ加工に耐えうる強度を持ち合わせた絶縁膜の研究開発を行っていきます。(佐藤)

Pre-Amplifier based on 4H-SiC MOSFETs for harsh environment applications

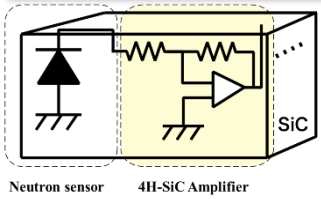


Fig. 1. Pre-amplifier based on 4H-SiC is strongly required for harsh environment applications

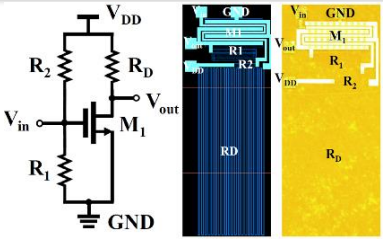


Fig. 2. Schematic diagram (left), mask layout (center), and optical image (right) of the single stage amplifier based on 4H-SiC MOSFET

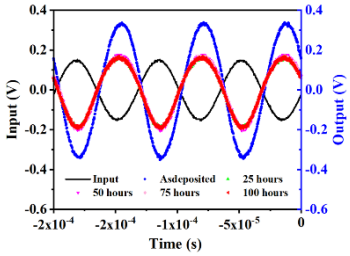
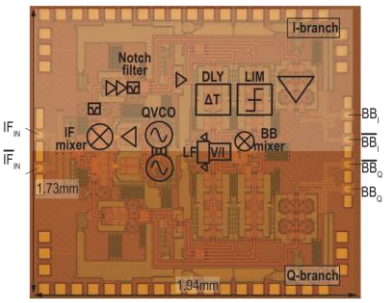


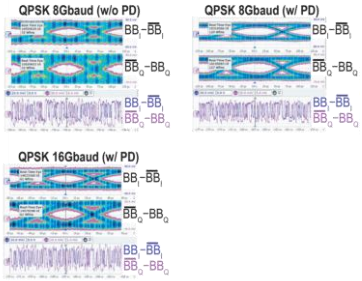
Fig. 3. Waveform of input and output signals of the single stage amplifier after fabricated and different aging duration at 400℃

We are focusing on the development of technology for designing and fabricating the pre-amplifier based on 4H-SiC MOSFETs which are strongly required for harsh environment applications (high temperature and high radiation hardness). In order to introduce SiC-based amplifier to reality, the high voltage gain and the reliability need to be required. The results of high-temperature reliability of the amplifier and the process technologies for SiC high temperature electronics have been reported in Japanese Journal of Applied Physics. (Shin-Ichiro Kuroki, Vuong Van Cuong)

最大32Gb/sのQPSK信号を復調できるアナログキャリアリカバリー回路



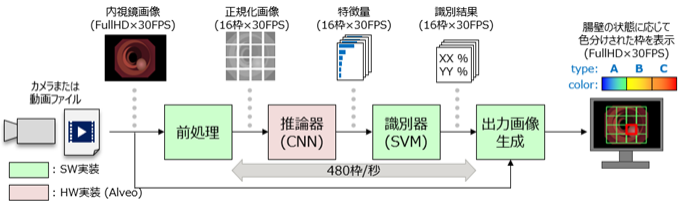
40nm CMOS集積回路で実現したキャリアリカバリー回路のチップ写真



復調されたQPSK信号のアイダイアグラムと過渡応答波形

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40nm CMOS集積回路で実現することに成功しました。本回路では40GHzの帯域幅を持つ50GHzの中間周波数を入力することにで、最大32Gb/sのQPSK信号を復調することができます。今回の成果は、300GHz帯の無線信号をCMOS集積回路を用いてデジタル回路に接続できることを示しており、6Gの超高速無線伝送技術への貢献が期待できます。(藤島)

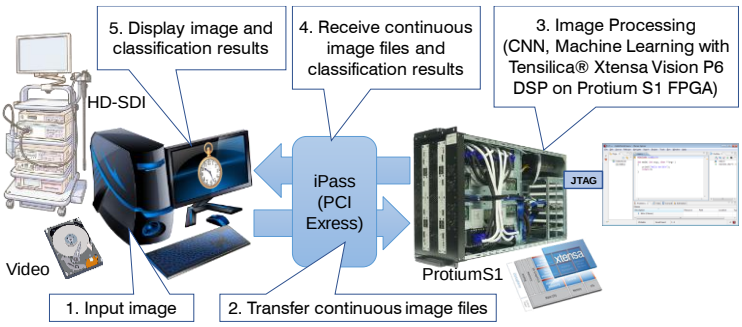
CNN特徴を特徴抽出として利用した機械学習を用いた大腸がん診断支援システムの開発



本研究では大腸Narrow Band Imaging (NBI) 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、Convolutional Neural Network (CNN) の処理結果を特徴量と見做し、Support Vector Machine (SVM) による病理タイプ識別を行う手法を提案しました。大腸内視鏡画像データをもとにAIで病変の進行度を定量化し、医師の診断をサポートするシステムを提供しました。Xilinx AlveoU250 アクセラレータ カードを用いてリアルタイム処理の高速化を実現しました。更に、実現したシステムの小型，最適化を組み込みソフトウェアとハードウェアロジックアーキテクチャ化することで、Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoCへ展開し、エッジデバイスでの利用も実現可能にしました。

URL https://bit.ly/2MnelZ2（小出・玉木・吉田）

メディカルアプリケーションのためのソフト・ハード協調設計による画像処理システムIPコアの開発



The Developed Prototyping CAD System Overview

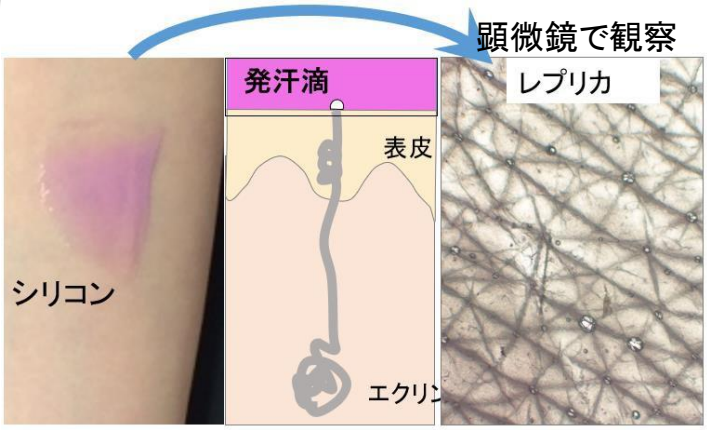
本研究ではヘルスケアアプリケーションにおける、画像データの分析を、医療現場でリアルタイムかつ高速に処理ができる、画像処理システムの構築を実施しました。特に、システム開発には、ソフトウェアとハードウェアの協調設計が重要な鍵となるため、日本ケイデンス・デザインシステムズ社と協働研究を実施し、計算の複雑度や並列度に合わせたアルゴリズムの柔軟な高速化が可能なVision P6 DSPによる画像処理向けのコンフィギュラブルIPを効果的に使用して、内視鏡の動画像に対する診断支援の性能向上を図りました。これにより、Vision P6 DSPのアーキテクチャの特長をいかした、コンフィギュラブルIPによる高速なシステムのための基盤技術を開発しました。URL https://bit.ly/3qKSmdF

（小出・三宅・小川）

研究ハイライト

集積システム科学研究部門

アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明のためのAIを用いた画像解析手法の開発

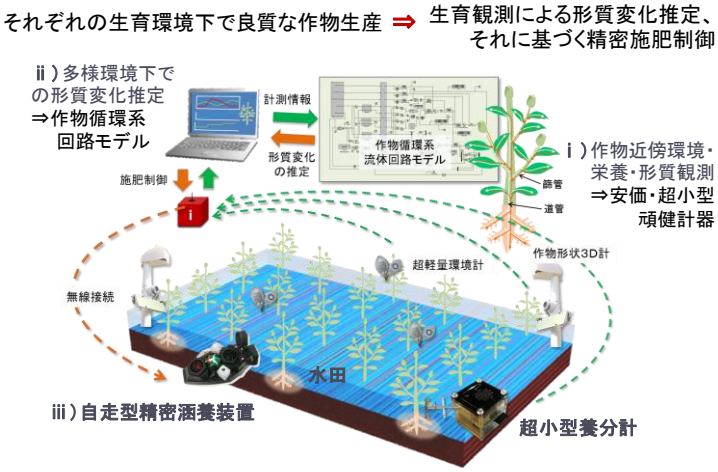


※川崎医科大学提供

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: IMT）を用いた解析を行っています。URL https://bit.ly/39cIN2j

(小出・秀・青山@川崎医科大学)

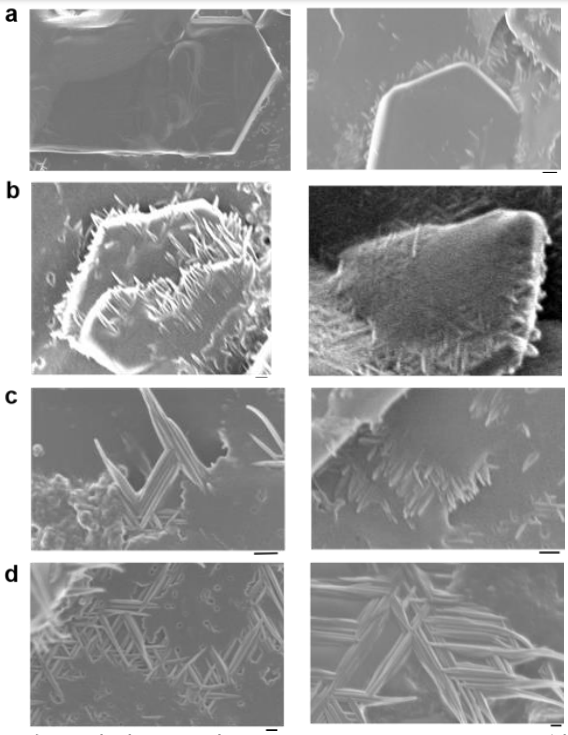
フィールド向け頑健計器と作物循環系流体回路モデルによる形質変化推定技術の研究



本研究では、長期間、作物の近傍に設置して、作物の栄養の吸収や作物周辺の環境（光、温湿度、CO2等）を逐次観測することのできる小型の計器類と、それと連動して動く、作物体内の水分や養分などの循環の状態を予測する作物体内循環系流体回路モデルを作成し、肥料添加や作物周辺環境が，その成長にどのように影響していくかを推定する技術を開発します。また開発した技術を使って狙った形質を持つ作物を作るための精密施肥技術も開発します。本研究はJST戦略的創造研究推進事業（CREST）として、東京大学、秋田県立大学、広島大学で農工連携で推進しています。URL https://bit.ly/39VuRYI（小出・三宅・小川）

分子生命情報科学研究部門

鰯のバイオリフレクターに関する研究



鰯などの魚の皮膚で生成するバイオリフレクターの結晶板の内部構造において、幅30nmのビームで構成されたナノ三角形格子が存在することを世界ではじめて発見しました。この成果はAIPのEditor'Choiceなどで取り上げられました。（岩坂）

微生物による常温常圧でのSiO_2形成メカニズムの解析

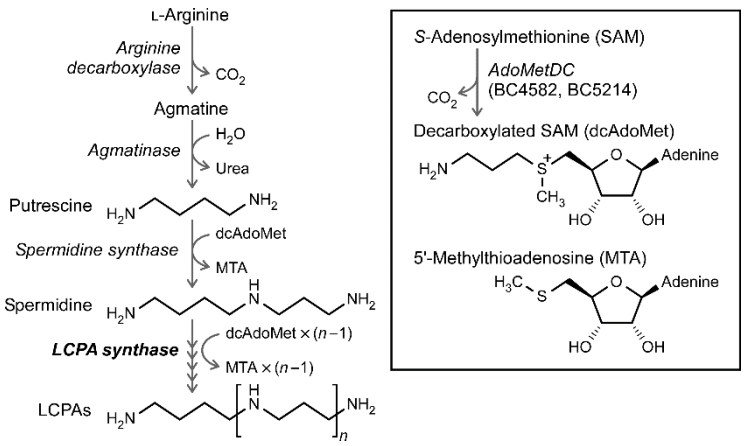
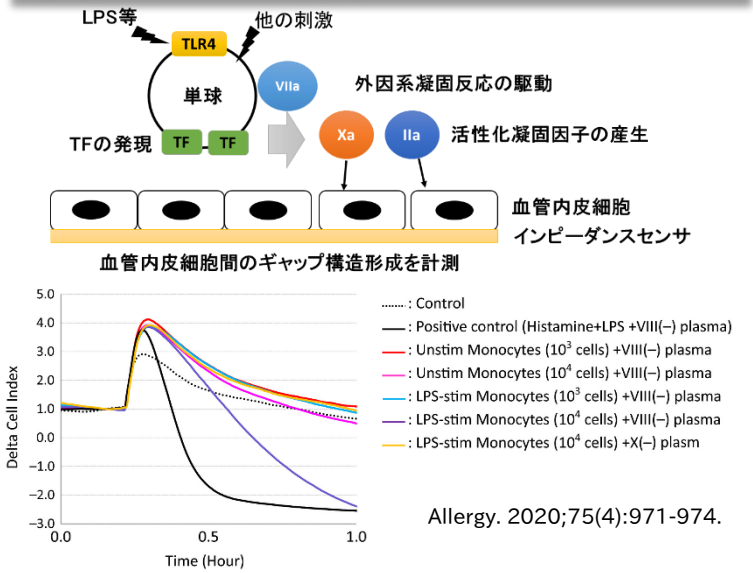


図 長鎖ポリアミンの生合成経路

我々は、身近な土壌細菌の一種が、マイクロカプセル状のSiO_2層を細胞内で形成すること発見しました。このSiO_2層の内部には長鎖ポリアミン（LCPA）と呼ばれる特殊な有機ポリマーが存在しており、本ポリマーがSiO_2形成において重要な役割を果たしていると考えられます。我々はLCPAの生合成経路（図）を世界で初めて解明し、酵素反応によるLCPA合成を可能にしました。現在、LCPAがSiO_2形成に与える影響を解析中です。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。（黒田・池田）

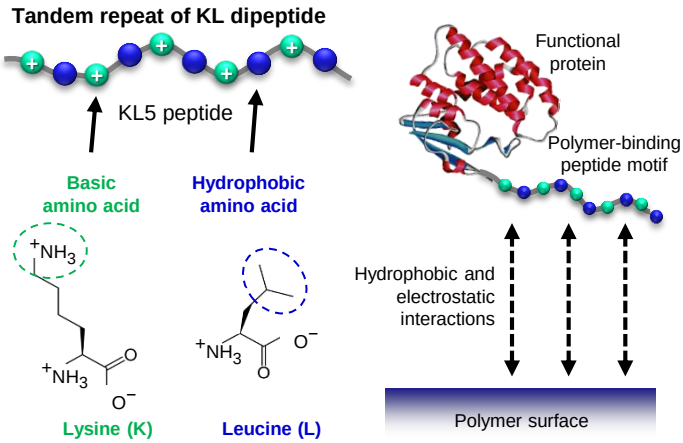
インピーダンスセンサを利用したin vitro血管透過性評価モデルの開発



Allergy. 2020;75(4):971-974.

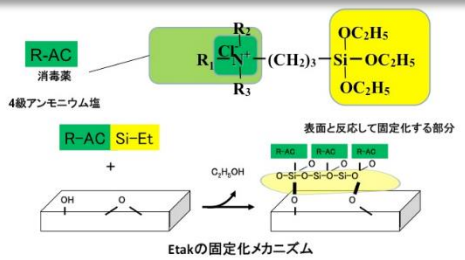
我々はこれまで、インピーダンスセンサを利用したin vitro血管透過性評価モデルの開発を進めてきました。今回、ヒト末梢血単球、ヒト血管内皮細胞（HUVEC）、ヒト血漿共存下で、単球に発現する組織因子（TF）が血液凝固反応を駆動し、産生された活性化凝固因子（Xa, IIa）が血管透過性を亢進する過程をセンサチップ上で再現し、その変化をリアルタイムに検出することに成功しました。今回の結果から、本技術を利用すれば、実際の血管内環境に近い状態で、血管透過性の変化を計測し得ることが示されました。本成果は、Allergy誌に掲載されました。（秀・柳瀬）

高分子表面結合性ペプチドモチーフの設計



生体分解性ポリエステルやポリスチレンのような汎用性高分子は、組織工学用足場材料や細胞培養器具などを作製する上で有用です。私たちは、それらの高分子に結合能をもつペプチドモチーフ（KL5ペプチド）をde novo設計し、種々の視点からその性能を評価しました。このペプチドモチーフを遺伝子工学の技術によってタンパク質に融合すれば、高分子からなる種々の生体材料表面へ生物学的機能を付与することが可能になります。この成果はJournal of Biomaterials Science, Polymer Editionに掲載される予定です。（加藤）

固定化抗菌剤Etakを応用したイータック抗菌化スプレーα



固定化抗菌剤Etakを応用した抗菌化スプレーがエーザイから発売されています。スプレーするだけで、家中を抗菌抗ウィルス加工します。コロナ対策にも有効なことから，2020年度は非常に好調です。TVCMもでんじろう先生からダイソンのCMの声の女性にリニューされました。感染症の拡散や口腔感染症の対策などに用いるため、第4級アンモニウム塩を固定化することで、簡単に抗菌・抗ウイルス加工できる化合物であるEtakを開発し、現在まで繊維加工製品としてMikihouseやDINOSなどから抗ウイルス肌着や抗ウイルスシーツ、液剤としてエーザイ製薬よりマスク防菌24などが製品化されてきました。コロナ渦でエーザイ製薬がノンアルコールタイプとして「除菌は＋抗菌，＋抗ウイルスの時代」「触るものにはイータック」という新しいコンセプトの家庭用スプレー詰め替え用も製品化されています。（二川）

「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

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・バイオ融合科学研究所は、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。
http://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

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, IT/ICT

半導体、MEMS
研究者コミュニティ

ロボティックス、フォトニクス
研究者コミュニティ

広島大学
ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
(バイオメディカル・ナノテクノロジー)

生体医歯工学
共同研究拠点
拠点内共同研究推進
各機関の特長ある知識・技術、装置を
相互に活用

静岡大学
電子工学研究所
(イメージセンシング、光計測)

機能分子プローブ
研究者コミュニティ

光学技術、イメージング技術
研究者コミュニティ

東京医科歯科大学
生体材料工学研究所
(生体材料、生物学的評価、医用応用)

ナノテクノロジー、情報
研究者コミュニティ

生体材料、医療システム
研究者コミュニティ

連携・協力　共同研究

東京医科歯科大学
医療イノベーション推進センター, 医学系・歯学系研究者,
医学部・歯学部, 付属病院, 難治疾患共同研究拠点

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

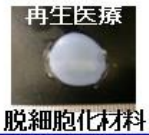
生体材料

歯列矯正装置

医療デバイス

コンタクトレンズ型
血糖値センサ

再生医療



脱細胞化材料

機能分子

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

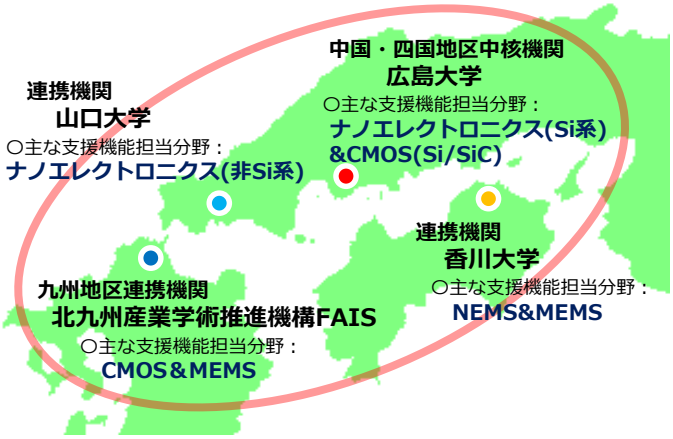
開発した世界最高性能の種々のイメージセンサ

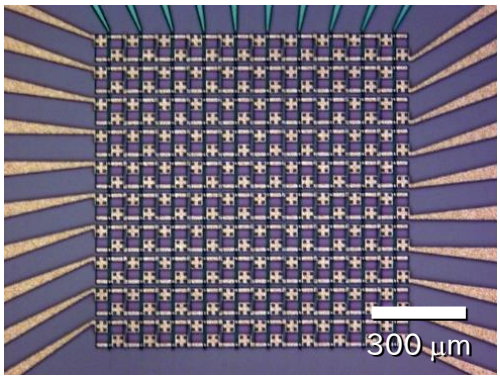
ISSCC(集積回路分野で最高峰の国際会議)の撮像デバイス部門で過去10年の講演回数は世界ナンバーワン

- 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

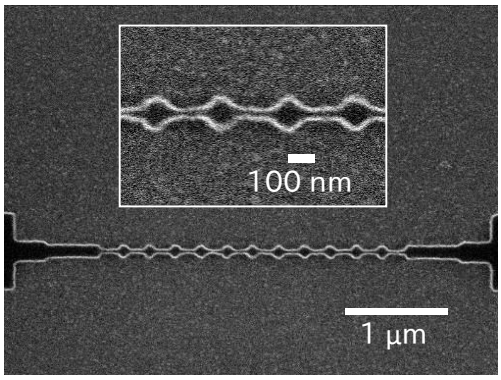
文部科学省
ナノテクノロジープラットフォームプロジェクト

文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業は、ナノテクノロジーに関する研究設備及びその活用のノウハウを有する機関が緊密に連携して、全国的な設備の共用体制を構築するネットワークです。広島大学は、「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の一つである微細加工プラットフォームコンソーシアムの参画機関の一つです。当研究所では、スーパークリーンルームに設置された半導体デバイス試作ラインを用い、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います。 また、中・四国・九州地域の参画機関である山口大学、香川大学、北九州産業学術推進機構(FAIS)と連携し、広範囲な加工対象物の微細加工支援を行うことにより、日本のナノテクノロジー技術の発展に資することを目的としています。N&MEMS技術、バイオ関連デバイスに関しても異分野融合を推進し、高度で多様な支援を提供します。

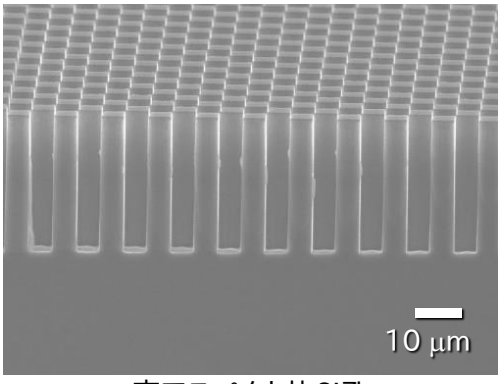




空間光変調器用ドライバ回路



単電子トランジスタ用パターン



高アスペクト比Si孔

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5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

利用料金例（令和3年3月現在）

装置等名	対応可能な試料サイズ	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)	φ2～6インチ又は角型	12,300
マスクレス露光装置（ナノシステムソリューションズ）	φ2, 4インチ, 又は角型	6,200
LPCVD装置(poly-Si, SiO_2, Si_3N_4堆積用)	φ2インチ, 又は角型	6,200
エッチング装置（Si深掘り用）	φ4インチ	8,000
エッチング装置（Si用）	φ2インチ	2,600
イオン注入装置	φ2インチ, 又は角型	9,200
ラザフォード後方散乱(RBS)測定装置	-	6,200
二次イオン質量分析装置(SIMS)	-	7,200

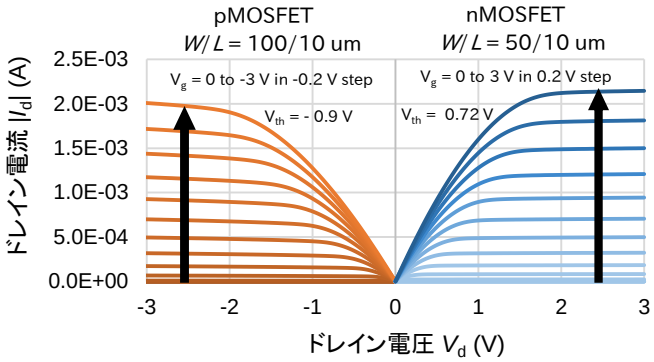
クリーンルーム利用料は別途900円/時間です。
技術代行の場合は代行料2700円/時間が生じます。

お問い合せ先： 広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 微細加工支援室
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

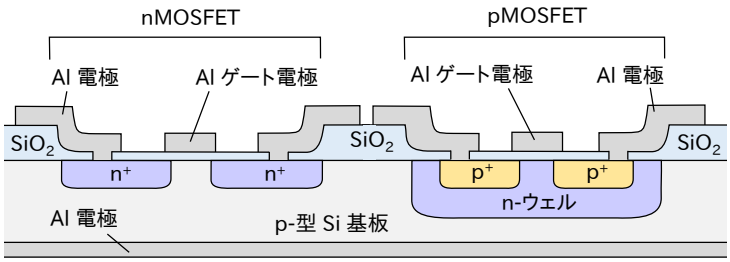
支援技術例

微細加工PF支援のための短納期CMOS作製技術

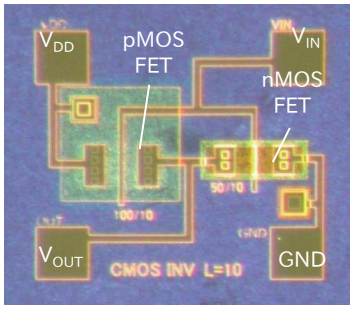
広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所では、CMOSを含むデバイス開発支援として、短納期CMOS作製を受け付けています。



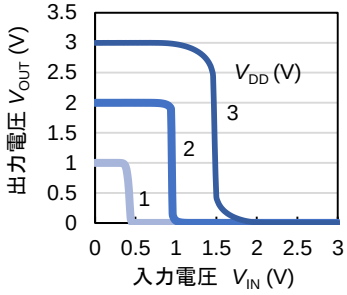
CMOSインバータ内のnMOS及びpMOSトランジスタのI_d-V_d 特性



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

● ラザフォード後方散乱測定装置を用いた無機系の蒸着膜の組成分析（三菱ケミカル株式会社）

PETフィルムやプラスチック容器などにDLC(Diamond-like Carbon)を成膜すると、基材のガス透過率を低下させることができ、食品用包装基材の機能化方法として有用である。DLC膜の膜中水素濃度は膜物性に影響を与えるが、その測定は非常に難しく分析方法が限られていたため、RBS装置による分析を検討した。Si系無機膜の水素量評価を試みたところ前述のDLC評価中に水素脱離してしまうことが判明し、その抑制のため、DLC膜上へのAl蒸着で有用性を評価した。

【実験方法】 成膜条件を変更した数百nm厚さのDLC膜、DLC膜上へのAl蒸着の有無でC並びにH量を測定した。検証サンプルは、高濃度水素添加DLC膜（(1)Al蒸着無し、(2)Al蒸着有り）、低濃度水素添加DLC膜（(3)Al蒸着無し、(4)Al蒸着有り）。また、数10nm厚みのDLC膜にAl蒸着したサンプルとして、(5) 高濃度水素添加DLC膜 、(6) 中濃度水素添加DLC膜、(7) 低濃度水素添加DLC膜を用意した。

【結果】 サンプル(1)～(4)の水素濃度をERDAで測定し、カーボン濃度をNRAで測定した（表1）。図1にAl蒸着有無でのH／C相関を示す。Al蒸着することで測定中の水素脱離量を抑えることを確認できた。

そこで、Al蒸着したDLC薄膜のH／C評価をサンプル(5)～(7)で行ったデータを表2に示す。当該結果から水素脱離を抑制したH／Cを確認できた。

表1 再シミュレーション解析結果

[E+15atoms/cm2]		ERDA H	NRA C	H／C
高濃度水素添加	Al蒸着なし	442.8	550.0	0.81
	Al蒸着あり	492.3	555.6	0.89
低濃度水素添加	Al蒸着なし	263.2	457.9	0.57
	Al蒸着あり	274.7	462.7	0.59

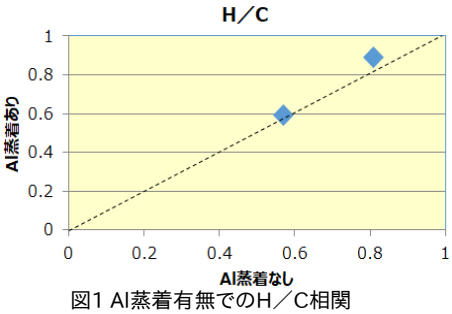


図1 Al蒸着有無でのH／C相関

表2 再シミュレーション解析結果

[E+17atoms/cm2]		ERDA H	NRA C	H／C
薄膜	高濃度	5.04	5. 55	0.91
	中濃度	4.30	6.11	0.70
	低濃度	2.80	4.69	0.60

● 単結晶粒Si/Ge薄膜トランジスタの作製（島根大学大学院）

マイクロシェブロンレーザービーム走査法により形成した単結晶Si帯をチャネルとして、トップゲート型トランジスタを作製した。ゲート絶縁膜には本研究室のパルスDCスパッタ法、Siチャネルのパターニングには単結晶帯の難エッチング性を利用してレジストレスで形成した。それ以外のパターニングにはメタルマスクを用いた。ソースドレイン領域のドーピングには広島大学のイオン注入を使用した。この結果、最高移動度 548cm^2/Vs 、s 値 0.279 V/dec（分散 9.4%）、オンオフ比2.4×10^{7}の優れたTFT特性が得られた。

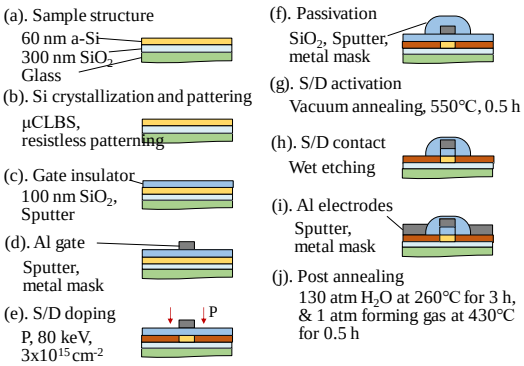


図1 TFTの作製プロセス

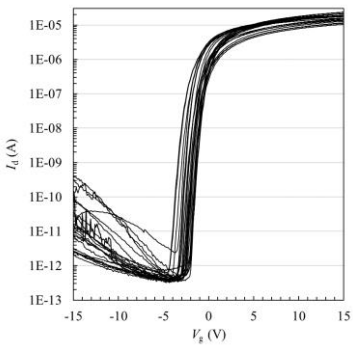


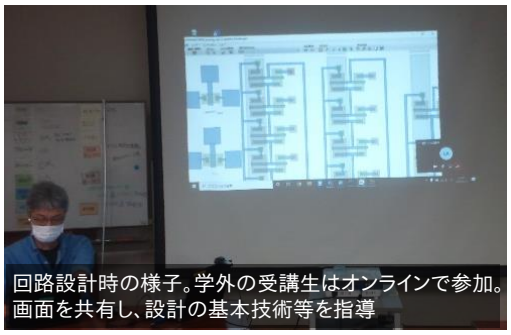
図2 一本の単結晶帯に形成されたTFTの伝達特性

実習・講習会

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所では、毎年半導体デバイスに関連した体験学習や講習会を実施しています。令和2年度はコロナ禍のため、一部の講習会については規模を縮小してオンラインで実施しました。

● CMOSトランジスタ・回路作製実習

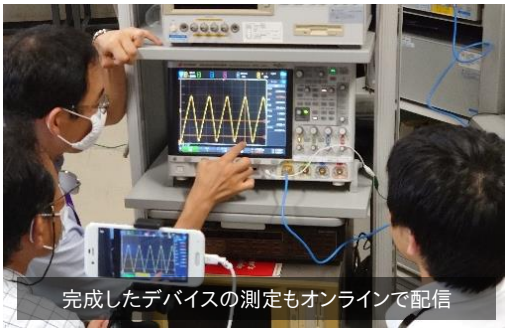
2020年7月27日(月)～8月1日(土)の6日間、社会人4名、大学院生3名の参加による「CMOSトランジスタ・IC作製実習」を実施しました。作製するデバイスはAlゲートのnMOS、pMOSトランジスタ、それらを基本とするCMOSインバータ、NAND、NOR、リングオシレータ等で、最小加工寸法はDMD方式マスクレス露光を用いた3ミクロンです。実習は回路設計を2日間、クリーンルームでのデバイス作製を3日間、最終日にデバイス測定を行いました。今回はコロナ禍だったため、大学院生3名は来広せずに自宅からオンラインで参加しました。社会人4名はデバイス作製の3日間のみ、オンラインで参加しました。回路設計では、大学院生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、その時の様子はオンラインで解説しました。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。この実習を通してトランジスタ・回路設計の基本技術および、酸化、リソグラフィー、エッチング等の半導体デバイス作製プロセス技術を学びました。


回路設計時の様子。学外の受講生はオンラインで参加。画面を共有し、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

SiO_2膜を成膜するためにウェハを電気炉に入れているときの様子

デバイス作製の合間にプロセス技術を解説


完成したデバイスの測定もオンラインで配信

スタッフと受講生(大学院生)との記念撮影

● 広島大学附属高校太陽電池実習

11月28日（土）に広島大学附属高校の2年生13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。例年では午前はクリーンルームへ入って半導体製造装置等の見学をされるのですが、今年はコロナ禍のため、研究所スタッフがカメラを持ってクリーンルームに入り、高校生はオンラインで見学しました。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まず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。生徒の皆さんで変換効率のランキングを競い合い、どのような電極パターンが高効率になるかを熱心に考察してもらい、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。

半田ごてを用いてSi基板上に電極を形成している様子

完成した太陽電池でモーターを回して動作確認

電気的特性測定時の様子

● 技術スタッフ交流プログラム

「技術スタッフ交流プログラム」は、ナノテクプラットフォーム（NPF）事業の技術スタッフがスキル向上を目的として他のNPF実施機関に赴き、機器の操作技術やデバイス作製技術を学習する研修プログラムです。広島大学では、マイクロ流路作製技術やバイオセンシングの概要を学ぶことを目的として、イオン感応性電界効果トランジスタを作製した2インチSi基板にPDMS樹脂のマイクロ流路を貼り付けて検体模擬水溶液のpH測定を行う「流路付加バイオセンサーの作製・測定」を実施しました。今年度はコロナ禍のため、オンラインによる1月14日-15日の2日間の開催となり、京都大学の技術スタッフ1名が参加されました。時間短縮のためマイクロ流路作製及び測定の様子は録画を見て頂くことになりましたが、活発な議論が展開されました。

PDMS流路を切り出している時の様子

PDMS流路に検体模擬水溶液を流し、pHセンシングをしている時の様子

スタッフと受講者の記念撮影

外部資金獲得状況 (2020年度 総額216,583千円)

受託研究（合計 130,975千円（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	教授	黒木 伸一郎
福島SiC応用技研株式会社外2社	放射線治療リアルタイムモニターのための高耐放射線γ線カメラの実用化研究	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
国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）	頑健計器（3D計）の開発・検証（戦略的創造研究推進事業CREST）	准教授	小出 哲士
日本ケイデンス・デザイン・システムズ社	Prototyping, Verification, and Optimization of Image Processing Systems with Software and Hardware Co-Design for Bio-Medical and IoT Applications	准教授	小出 哲士

全国共同研究拠点（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	東 清一郎

共同研究（合計 33,710千円（間接経費含む））

課題名	職名	研究代表者
4H−SiCパワーデバイス共同研究	教授	黒木 伸一郎
ウエ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
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

2020年度文部科学省科学研究費補助金研究（合計 33,150千円（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	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

研究所への寄付金（合計 8,282千円）

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
フェニテックセミコンダクター株式会社
Micron Technology Foundation, Inc.

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所主要設備

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所はクラス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、部外者の方でもナノテクプラットフォーム事業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

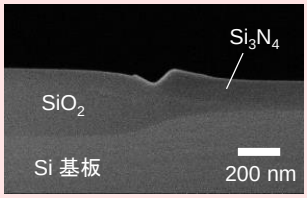
最も清浄度の高いセクションのクリーン度はクラス10 (1立方フィート内に0.1μm以上の粒径の粒子が10個以下)です。

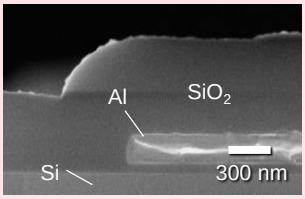
西棟スーパークリーンルーム

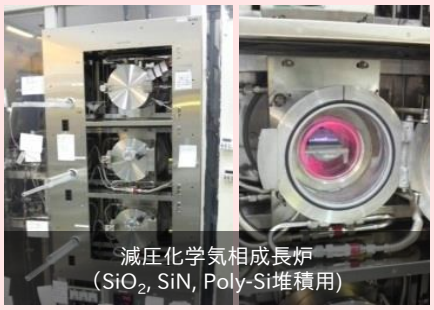
東棟スーパークリーンルーム

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)

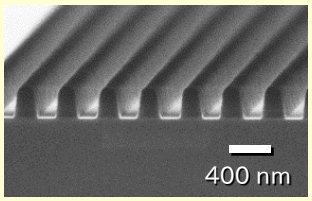
Alスパッタリング装置
(Al, Ti, TiNスパッタリング用)

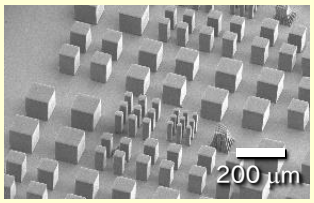
汎用スパッタリング装置（3インチターゲット交換により広範な材料に対応）

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

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)

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。

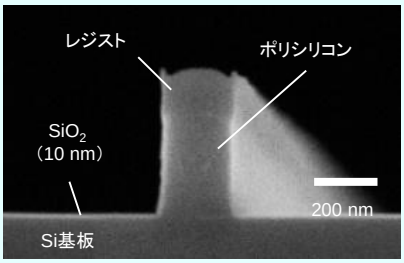
イオン注入装置
(5keV-150keV, B, As, P等 注入可能)

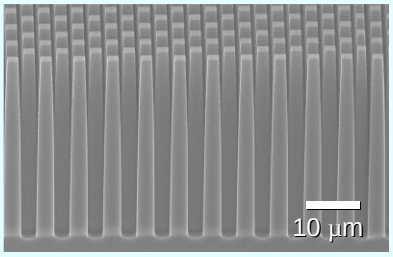
高速熱処理(Rapid Thermal Anneal)装置
(高速アニール用, 昇温速度最大200℃/s)

リン拡散炉
(リンの固相拡散, 最高温度900℃)

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)

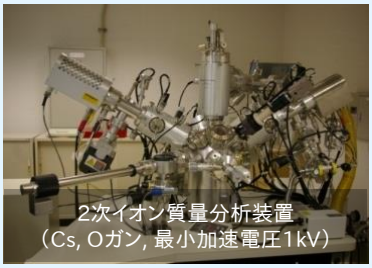
Al用ICPエッチング装置
(Cl_2, BCl_3, N_2使用)

SiO_2用RIE(反応性イオンエッチング)装置(CF_4, H_2使用)

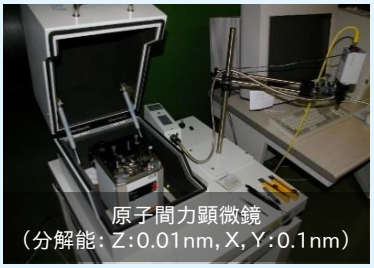
Si用深堀りエッチング装置(ボッシュプロセス, C_4F_8, SF_6, O_2, Ar使用)

物性評価・測定装置群

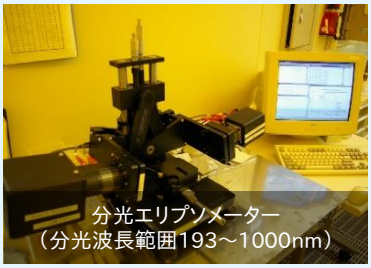
成膜した材料の膜厚や表面の凹凸の様子、光学定数を調べたり、薄膜の組成分析や結晶分析を行える各種分析装置があります。



2次イオン質量分析装置
(Cs, Oガン, 最小加速電圧1kV)

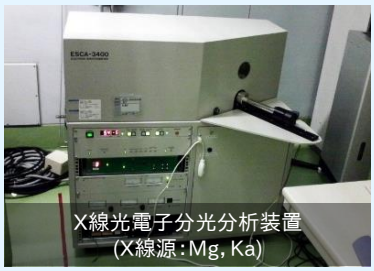


原子間力顕微鏡
(分解能: Z:0.01nm, X, Y:0.1nm)



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, Kα)

表面段差計 (垂直範囲:10nm～130μm, 垂直解像度:最高0.1nm)

ラザフォード後方散乱(RBS)測定装置 (加速イオン:H^+, D^+, $^3He^+$, $^4He^+$, $^{14}N^+$他, 加速電圧:最大2.40 MV, ビーム電流:3μA-50μA)

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)

新任教員紹介

亀田　卓 (教授):
2021年4月1日付けで集積システム科学研究部門の教授を拝命いたしました。専門分野は無線通信工学ですが、耐災害向け衛星通信から超多数端末環境を想定した近距離通信までを研究対象の範囲とし、集積回路・実装技術から通信方式・ネットワーク・アプリケーションに至るまで、マルチレイヤ融合を意識した研究をこれまで行ってきました。これらに加えて、これからは本研究所が志向している高度医療保障社会の実現に向け、高度な予防医学や早期診断など次世代型医療を具現化するために必要不可欠となる無線IoTプラットフォームの研究開発を行います。半導体技術を核とした知的集積システムが、様々なICT(情報通信技術)の基盤となる重要な技術であることは今後も変わりません。本研究所に関わる多くの皆さんと協力して研究開発を進め、広島発の技術で日本・世界の半導体産業や情報通信産業に貢献できるように果敢に取り組んで行く所存でございます。どうぞご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いします。

研究所利用希望・共同研究希望の皆様へ

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は、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や工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

顧　問
廣瀬全孝
（広島大学名誉教授）

‡ 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
医歯薬保健学研究科
† 特任教員
\# 育成助教
$ HNUEクロスアポイントメント助教

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 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 佐藤 旦#　助教 Vuong Van Cuong#　助教 Thuy Thi Nguyen$

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 茶山 一彰**　教授 秀 道広**　教授 二川 浩樹**　教授 加藤功一**
教授 津賀 一弘**　教授 有廣 光司**　教授 岡田 守人**　准教授 柳瀬 雄輝**

ナノテクノロジープラットフォームプロジェクト

教授 黒木 伸一郎‡ (代表責任者)　准教授 田部井 哲夫†　助教 佐藤 旦#

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†　助教 佐藤 旦#

客員教授

横山 新
大木 博 (元(株)日立ハイテクノロジース)
吉田 成人 (JR広島病院 消化器内科・救急センター)
田中 武 (広島工業大学工学部電子情報工学科)
村上 秀樹 (久留米工業高等専門学校)
Katia Zheleva Vutova (ブルガリア科学アカデミー電子工学研究所)
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)
伊藤 公一 (千葉大学名誉教授)

研究員（学内）、関連学部・学科

客員研究員（他大学、企業）

2021年4月1日現在