

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

**平成27年度～平成31年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」  
研究成果報告書概要**

1 学校法人名 五島育英会      2 大学名 東京都市大学

3 研究組織名 ナノエレクトロニクス研究センター

4 プロジェクト所在地 東京都世田谷区等々力8-15-1

5 研究プロジェクト名 ゲルマニウムを基幹材料とする  
ナノエレクトロニクス先端融合研究基盤の形成

6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
澤野憲太郎	工学部電気電子通信工学科	教授

8 プロジェクト参加研究者数 26 名

9 該当審査区分 理工・情報      生物・医歯      人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
澤野憲太郎	工学部 教授	MBE 結晶成長によるナノデバイス 用歪み基板形成とデバイス作製 (研究代表者)	高性能電子デバイス用基板開 発、新構造ナノ量子電子デバイ スの開発
丸泉 琢也	総合研究所 教授	ゲルマニウムレーザ開発に向けた 構造設計・解析と発光機構の解析	ゲルマニウムレーザの開発加速、 超短パルス光発生機構の解 明
野平 博司	工学部 教授	ナノ量子デバイスの表面・界面構 造の光電子分光法による精密評 価	ナノ量子デバイスの作製プロセ ス最適化、並びに高性能化
徐 学俊	工学部 講師	ゲルマニウムレーザ開発に向けた 発光源材料の開発と高利得化、デ バイス作製	実用化に耐えうる高出力ゲルマ ニウムレーザ開発の加速
三宅 弘晃	工学部 准教授	ゲルマニウム電子デバイスとNE MS融合デバイスの設計、評価方 式の検討	ゲルマニウムNEMS デバイスの 開発加速電子機械融合方式の 新規提案
岩松 雅夫	共通教育部 教授	ゲルマニウム量子ドットを用いるナ ノ量子電子デバイスの特性シミュ レーション	ナノ量子電子デバイス特性の高 性能化とプロセス最適化指針の 明確化
堀越 篤史	知識工学部 准教授	ゲルマニウムナノ量子デバイスの キャリア輸送シミュレーション手法 の開発	ナノ量子電子デバイス特性の高 性能化と電子機械融合デバイス 最適設計
新藤 恵美	工学部 技師	先端的機器分析技術によるナノ量 子電子デバイスの材料物性の評 価・解析	ナノ量子電子デバイスの作製プ ロセス最適化とデバイス構造の 最適化

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

傘 昊	知識工学部 准教授	ナノ量子電子デバイス、機械融合 デバイスを用いる新機能集積回路 の検討	新規アーキテクチャに基づく新 機能集積回路と量子情報システ ムの提案
田中 康寛	工学部 教授	ゲルマニウム光学系デバイスとN EMS融合デバイスの設計、評価 方式の検討	ゲルマニウムNEMSデバイスの 開発加速光学機械融合方式の 新規提案
黒岩 崇	工学部 准教授	近赤外超短光パルスを利用する 生体分子計測方式の基礎検討	ゲルマニウムレーザを用いる二 光子顕微鏡応用技術の開発加速
須藤 誠一	共通教育部 教授	近赤外超短光パルスを利用する 材料物性全般の評価計測方式の 基礎検討	ゲルマニウムレーザによる材料 物性評価新技術開発の加速
浜村 尚樹	工学部 技師	先端的機器分析技術による光デ バイスの材料特性の評価・解析	ゲルマニウム光学系デバイスの 作製プロセスとデバイス構造の 最適化
瀬戸 謙修	工学部 講師	ナノ量子光学デバイス、機械融合 デバイスを用いる新機能集積回路 の検討	新規アーキテクチャに基づく新 機能集積回路と量子情報システ ムの提案
(共同研究機関等) 中川 清和	山梨大学大学 院教授	シリコン系歪み結晶基板を用いた Ge デバイス作製と特性評価	デバイス作製プロセスの最適 化、新規デバイス構造開発加速
伊藤 公平	慶應義塾大学 教授	ゲート誘起型量子ドット構造による 単正孔量子デバイスの設計と構 造最適化	ナノ量子電子デバイスを用いる 新機能量子デバイスの開発加速
町田 友樹	東京大学生産 技術研究所 教授	単正孔を用いたスピndeバイスの 設計と構造最適化	ナノ量子電子デバイスを用いる 新機能量子デバイスの開発加速
藤田 博之	東京大学生産 技術研究所 教授	ナノ量子電子デバイス、光学系デ バイスとNEMS融合デバイスの融 合方式検討	新機能、新構造NEMS融合デ バイスの提案と開発の加速
星 裕介	名古屋大学 大学院 特任助教	ゲルマニウムナノ構造作製プロセ スの開発と最適化技術の検討	ゲルマニウム光学系デバイスの 作製プロセスとデバイス構造の 最適化
Dominique Bougeard	レーゲンスブルグ大学教授	ゲルマニウム量子ナノデバイスの 評価と解析	ゲルマニウム単正孔デバイス実 現に向けたデバイス構造指針の 探索
夏 金松	華中科技大学 教授	ゲルマニウム系フォトリソシステ ムを利用する量子情報システムの 基礎検討	光学系量子デバイスとNEMS 融合デバイスによる量子情報シ ステムの提案
Jifeng Liu	Thayer School of Engineering at Dartmouth・ 准教授	パルス励起による Ge 材料の光学 利得の精密計測評価と高利得材 料開発	ゲルマニウムレーザ並びに超短 パルス発生機構解析の支援
秋山 英文	東京大学 物性研究所 准教授	超短パルス発生機構に関する理 論解析と応用計測技術の基礎検 討	超短パルス発生基礎物理の 解明とライフサイエンス応用分 野の開拓
宇佐美德隆	名古屋大学 大学院 教授	ゲルマニウム・シリコンヘテロ構造 結晶成長の最適プロセスの開発と 評価	ゲルマニウムレーザデバイスの 高性能化と開発加速
大橋 鉄也	北見工業大学 教授	NEMS構造の力学特性解析と結 晶塑性解析による転位密度評価	ナノ電子、光学系量子デバイス とNEMS融合デバイスの構造 最適化

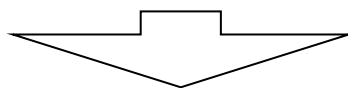
法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 29 年 4 月 1 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
中国科学院半導体研究所・博士課程大学院生	東京都市大学総合研究所・博士研究員	周 培基	Ge系光電子融合素子に向けた光 MEMS デバイス開発

11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本研究プロジェクトでは、ゲルマニウム(Ge)を基幹材料とし、高速かつ超低消費電力化を可能とする①電子系量子デバイスと②光系量子デバイス、さらにこれらと③NEMS との融合デバイスを開発する。各々の意義・目的について以下に述べる。

① 電子系量子デバイスとして、まずその基盤となる超高移動度材料の開発が重要であり、それにはナノデバイスにおける結晶歪み制御が不可欠である。そこで、これまでに申請者らが独自に開発してきた Si/Ge ヘテロ構造をベースとして、Ge-on-Insulator 構造等の新規構造の形成技術を開発する。また、ゲート誘起型 Ge 量子ドット単正孔デバイスの実現に向けた基礎技術、特に高品質ゲート絶縁膜形成技術の開発を進める。さらに、コヒーレンス寿命の長いスピンドバイスの基盤構造創製を目指し、Ge/Si(111)ヘテロ構造の形成とバンドエンジニアリング技術を開発する。

② 光系量子デバイスとして、シリコンチップ上へ集積可能な Ge 室温連続発振レーザを開発する。これは光電子集積チップの実用化に大きく貢献するだけでなく、Ge へ導入される結晶歪みとバンド構造、特に直接遷移化、発光特性などの関係を明確に示すことができ学術的意義が高い。特に間接遷移型である Ge をレーザ化するためには、量子構造によるキャリア閉じ込めやバンド変調のみならず、フォトリック結晶微小共振器構造による光伝搬制御技術を全て融合させることが必須であり、統合的な Si/Ge フォトニクス研究基盤の確立につながる。

③ 電子系、光系共に、上記 Ge 量子デバイスを基盤とした革新デバイスとして、ナノ・エレクトロ・メカニカル・システム(NEMS)との融合デバイスを開発する。NEMS 開発はこれまで、機械強度、ナノ加工に優れる Si 材料を中心に進んでいるが、特性向上に有効である歪みや量子構造導入は、Si 単体では不可能であった。そこで、我々の有する歪み Si/Ge ヘテロ構造により、歪みと量子構造を同時に導入し、共振特性の飛躍的向上を目指す。これは単電荷センサー、微小歪み・位置センサー、光機械結合素子等、幅広い分野へ応用可能であり、Si/Ge 系量子デバイスと NEMS の世界初の融合研究基盤の形成となる。

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

## (2) 研究組織

本プロジェクトでは、電子系および光系量子デバイスの開発を研究テーマ1、2として推進する。工学部電気電子工学科、総合研究所副所長の澤野が代表(全体、研究テーマ1)となり、総合研究所の丸泉がテーマ2の代表となる。また、ナノ・エレクトロ・メカニカル・システム(NEMS)との融合による新機能量子デバイス開発にむけて、半導体材料応用研究に実績のある機械システム工学科の田中、三宅が参加する。さらに量子デバイスの集積回路化を探索すべく、その専門の傘、瀬戸が参加し、また Ge レーザのライフサイエンス応用を支援すべく、生命化学研究分野の黒岩が参加する。学外からは、量子コンピュータおよび MEMS 分野の第一人者であり、これまでに一部共同研究を開始している、伊藤教授、町田教授、藤田教授(現在本学特任教授)等を研究協力者とし、それら新分野との融合研究において支援を得る。以上、電子、光系の量子デバイス、NEMS との融合デバイスの開発を、有機的な連携に基づいて、効率的に推進できる研究体制を構築している。

また、博士研究員として周培基氏が加わり、光デバイスの研究推進に大きく貢献している。大学院生は年度ごとに20名、学部生も20名程が、本事業の研究を修士論文、卒業論文テーマとしており、本事業の研究推進の中心的役割を担っている。事業開始からの3年度で、合計で修士約50名、卒論生約70名関わった。

## (3) 研究施設・設備等

## ○研究施設

総合研究所ナノエレクトロニクス研究センター

使用面積: 1,019m<sup>2</sup> [クリーンルーム 303 m<sup>2</sup>、準クリーンルーム 203 m<sup>2</sup>]

使用者数: 研究者 7名、大学院生 20名(/年)、学部生 20名(/年)

## ○主な研究装置、設備の名称及びその利用時間

装置・設備の名称	利用時間(時間/年)	装置・設備の名称	利用時間(時間/年)
MBE結晶成長装置	1200	イオン注入装置	600
ALD装置	240	赤外顕微 PL 装置	600
X線回折装置	1200	電子線描画装置	1200
X線光電子分光装置	240	プラズマCVD装置	240
スパッタリング装置	240	Hall 測定装置	600

本事業において、Ge デバイスのパッシベーション膜、ゲート絶縁膜形成用の原子層堆積(ALD)装置(2015年度)を新規整備、長波長領域検出用フォトディテクター(2015年度)を赤外顕微 PL 装置に増設し、両装置とも2016年度より稼働開始している。

## (4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

## 【テーマ1 : Ge 電子系量子デバイス開発の研究成果】

① Ge を基盤とした NEMS (MEMS) デバイスの作製、また各種新規量子デバイスの作製のために、そのプラットフォームとして、Ge-on-Insulator (GOI) 基板の形成が非常に重要となる。GOI 基板の作製プロセスとして、高品質歪み Ge 薄膜の Si ウェハー上へのエピタキシャル成長と、ウェハーボンディング(貼り合わせ)手法を開発した。特に本事業では、新たに SiGe エッチングストップ層を導入することにより、これまでの GOI 基板の膜厚を大幅に薄膜化(50nm 以下)することに成功した(\*1)。これは、完全空乏型 GOI 大口径ウェハーの実現につながる。

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

特に、ストップ層の成長温度の低温化により、これまでの GOI 基板の膜厚を大幅に薄膜化しながら、転位発生を完全に抑制した GOI の作製に成功した。一方、成長温度低下に伴う正孔発生と移動度低下が起こることが分かり、今後の検討事項となった。

② Ge 量子デバイスの実現のためには、Ge チャンネルデバイスの高移動度化の必須となる。従来の Si 基板面方位 (100) の性能を超えるために、異なる面方位、特に Si (110)、Si (111) 面基板を導入した。我々の独自技術であるイオン注入法を駆使することで、SiGe (110) 層を効果的に歪み緩和させることに成功し、今後の高移動度 (110) 面チャンネル形成を可能とする基板作製技術を示した (\* 2)。また、Ge-on-Si (110)、(111) 層の結晶成長を試みた。面方位に依存した成長最適条件があることを明確化し、各最適条件において高品質 Ge 膜の形成を可能とした (\* 3)。これは、今後の高移動度 Ge (110) 面チャンネルデバイスや、Ge (111) のスピンドデバイスへの応用を可能とする。

③ Ge 量子デバイスの一つとして、エピタキシャル成長 Ge 層上への直接原子層堆積 (ALD) 法によって、高品質  $Al_2O_3$  絶縁膜/Ge 界面を形成することで、特性劣化の要因となる、界面での  $GeO_x$  層の形成を抑制できることを明らかにした (\* 4)。さらに Ge エピ膜上では、ALD 膜形成開始までの待機時間がほぼゼロとなり、ダングリングボンドを有する表面上への ALD メカニズムが水素終端表面と大きく異なることを示した (\* 4)。

④ 上記手法により、高品質  $Al_2O_3$  絶縁膜を形成した歪み Ge 表面チャンネル構造において、埋め込みチャンネル構造と同等の高移動度を得ることができ (\* 5)、高移動度表面チャンネル GeMOS デバイス実現へ有望な結果となった。

⑤ Ge デバイスの応用を、システムインディスプレイやフレキシブル・エレクトロニクス分野へ展開するため、ガラス等の透明基板への貼り合わせ技術開発を進めた。大きな熱膨張差により、貼り合わせ強度の向上が課題であったが、今回ガラス上へアモルファス Ge を堆積した後に貼り合わせを行い、接合界面での良好な単結晶化を誘起させることで、結合強度の大幅向上が可能であることを示した (\* 6)。これにより、今後ガラス基板やプラスチック基板等への Ge デバイス形成が期待される。

⑥ Ge (111) は、電子の移動度が高いことや、高品質強磁性体のエピタキシャル成長が可能であり、スピントロニクスに応用できることから注目を集めている。さらに Ge 上に歪み  $Si_{1-x}Ge_x$  (111) チャンネルを形成することで歪み効果による特性向上が期待される。本研究では、高品質な歪み  $Si_{1-x}Ge_x$  層の形成に向け、その歪み緩和初期過程を詳細に調べ、実験的に臨界膜厚 ( $t_c$ ) を決定した。特に  $t_c$  の Ge 組成、基板面方位依存性を詳細に調べ、系統的データを得た。また、 $t_c$  が Ge-on-Si (111) 及び Ge (111) 基板上で大きく異なることを初めて明らかにし、下地となる Ge 基板の品質が極めて重要であることを示した (\* 7)。

## 【テーマ2 : Ge 光系量子デバイス開発の研究成果】

① Si 基板上に Ge 膜を 2 段階成長法によって成長することで、熱膨張差により引っ張り歪みを有する Ge 膜が形成され、これを GOI 化することに成功した。これによって、結晶欠陥が完全に除去され、さらに光閉じ込め効果を持つことによって、100 倍を超える発光強度増大を観

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

測した。さらにElectroluminescence (EL) デバイス構造を形成し、Ge からの室温での EL 発光を得ることに成功した(\* 8)。

② 引っ張り歪み GOI のより簡便な作製手法として、エピタキシャル・リフトオフ(ELO)法を開発し、本プロジェクトで我々が開発済の貼り合わせ方と比較し、作製プロセス時間を大幅に短縮することに成功した。さらに、ELO プロセスのためのパターニングによって、通常の GOI を超える発光強度増大が得られた(\* 9)。

③ Si 上に形成した Ge 膜に、マイクロブリッジ構造を形成することによって、歪みをさらに増大させることに成功(\* 10)し、これによって発光強度の増大、発光エネルギーの系統的なレッドシフトを観測し、直接遷移による発光メカニズム、バンドスプリッティング機構を解明することができた。さらに、Ge マイクロブリッジ構造の発光特性を解析した結果、ブリッジ幅に対応する共振発光が観測されていることが分かった。この結果に基づき、ブリッジサイドにブラッグ反射鏡構造を形成することで、歪みに影響を与えずに共振効率を高める構造を設計、計算した(\* 10)。

④ Ge 量子ドット積層構造に、n型のデルタ・ドーピングを施すことにより、電子の閉じ込め効果を高め、発光強度の大幅増大に成功した(\* 11)。さらに、ドーピングを行った Ge 量子ドット構造や GOI 構造に、マイクロディスク共振器を形成することで、非常に鋭い発光ピークが得られ(\* 12)、今後のレーザー開発に Doped Ge ドットおよび GOI のマイクロディスクが有効であることを示した。

⑤ Ge からの発光効率をさらに向上させるために、アモルファス Si (a-Si)を用いた GOI の表面不活性化(パッシベーション)を試みた。近年、Si 太陽電池では、その高い変換効率を得るために水素化アモルファス Si (a-Si:H)膜の形成が必須技術となっており、今回はそれと完全に同様な、プラズマ CVD による膜形成を行った。特にp型の a-Si:H 層を堆積させた場合、もとの GOS と比較して約 15 倍の発光強度を得ることに成功した。一方、n型 a-Si:H 膜を堆積させた場合では発光強度が減少し、伝導タイプの制御が重要であることを示している。バンド構造計算より、p 型 a-Si:H の場合、Ge 表面がバンドベンディングを起こして電子が表面からバルク内部に拡散する、いわゆる電界効果パッシベーションの効果によって、表面での非発光再結合が大きく抑制され、発光強度増大につながったものと結論付けられた。これらの結果より、アモルファス Si による表面パッシベーションが Ge 発光素子において重要であることが示された(\* 13)。

⑥ 光デバイス応用としても GOS の n 型制御が極めて重要であり、GOS への In-situ ドーピング制御技術開発を進めた。高濃度ドーピングのために低温成長とポストアニール法により、結晶性の向上とドーピング濃度向上を同時に得ることができるようになり、それによって高い発光効率を得られた(\* 14)。これまでの SOD によるドーピング手法に比べ、MBE であることからその制御性は格段に高く、ドーピング制御がキーとなる LED デバイス実現へ向けて有用な成果と言える。

⑦ Ge 光デバイスとスピントロニクスとの融合を検討し、特にスピン注入可能な強磁性体電極を用いた Ge スピン LED の開発を開始した。Ge 上へ CoFeAlSi 系ホイスラー合金をエピタキシャル成長させた構造(阪大との共同)からの EL 発光観測に成功し、今後スピン偏極発

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

光、つまり円偏光発光実現へ向けた大きな前進となった。

⑧ 新たな試みとして、ガラス上への Ge ナノ構造形成を試みた。ガラス基板を溶液処理するだけで、ガラス表面から階層的にサイズが変化するナノ多孔層を非常に容易に形成可能であることが報告されており、このナノ多孔層上に非晶質 Ge を堆積し、その結晶化や光学特性を調べた。ナノ多孔層の影響により、結晶化が促進されることが分かり、さらに室温での発光も観測され(\*15)、Ge ナノ微結晶がガラス上に形成されていることを示唆しており、今後ガラス上発光デバイス化への道が拓けた。

⑨ Ge の発光デバイスが本事業によりかなり実現化してきたので、次の研究に向けて、Ge のセンサーへの研究を開始した。Ge は赤外光の発光と受光ができ、さらに導波路として有効であることから、非常に小型の微量ガスセンサーへの応用が期待できる。まずは、SOI 基板上にサブ波長格子 (SWG) 構造を有する導波路、グレーティングカップラ及びマイクロディスク共振器を集積した中赤外光デバイスの作製及び評価を行った。ファイバー導波路間の結合効率を測定し、最大で 10.07 % の結合効率を得られた。また、デバイスの透過率スペクトルを測定し、カップリング長 90°、ギャップ 0.15  $\mu\text{m}$  のデバイスで臨界カップリングを得られた。この共振器の Q 値を算出し、intrinsic Q ~ 3200 が得られた。また、この共振器に伝搬する光の光路長はおよそ 1m という解析結果を得られた。これらの結果から、作製した中赤外光デバイスは微量ガスの検出に有用であると評価した(\*16)。

<優れた成果が上がった点>

① Ge 膜の Si 上への高品質結晶成長技術と、Ge 膜の酸化膜上への直接ウェハー貼り合わせ技術を組み合わせ、さらにエッチングストップ層挿入などの手法を最適化することによって、Ge-on-Insulator (GOI) 基板作製技術をより進展させ、その超薄膜化(50nm 以下)、面内均一化、高移動度(市販の G ウェハーと同等の Hall 移動度 2000  $\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上)、高効率発光能力(Ge ウェハーの 100 倍)を全て兼ね備えた GOI 基板の創出に成功した(\*17)。これにより、量産化が可能である、GOI 大口径ウェハーの実現につながる。

② Ge NEMS(MEMS)デバイス実現に向けて、マイクロ構造の作製を進め、我々の技術の特長である歪み Ge エピタキシャル成長と GOI 基板技術を有効に利用することで、1軸性、および 2 軸性のマイクロブリッジの形成と、引っ張り歪みの大幅な増強に成功した。その結果、このマイクロブリッジ構造から非常に大きな室温発光が得られるとともに、ブリッジ内での共振現象による鋭い発光が観測された(\*18)。さらに、ブリッジへ電流を注入することで発光波長が変調されることも示され、センサー等への応用へ向けた MEMS 融合光デバイス実現につながる可能性を示した。

③ 高品質な Ge-on-Si 膜の形成技術を確立した後に、さらにその上に歪み SiGe ヘテロ構造を形成することで、量子閉じ込めや歪み効果を利用した、新たな光・電子量子構造デバイスの実現につながる。しかしながら、本研究での詳細な調査によって、Ge 基板上と比較し、Ge-on-Si の上に歪み SiGe 膜を形成すると、膜へのクラックが発生しやすく、いわゆる歪みを維持した状態で成長可能な臨界膜厚が著しく減少してしまうことが明らかとなった。それを抑制するために、Ge-on-Si 層にパターンニングを施しメサ構造とした上に SiGe を成長することで、クラックの発生を完全に抑制することに成功した。その結果、Ge-on-Si 上の臨界膜厚は大きく向上し、Ge 基板上の臨界膜厚を超えることが分かった(\*19)。すなわち、パターンニング

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Ge-on-Si 基板を利用することで、より大きな歪みを有し、歪み安定性が高く、高品質な SiGe 膜が形成可能となり、各種量子デバイスへの応用の道が大きく開けたと言える。

④ Si 上にエピタキシャル成長によって Ge を形成する Ge-on-Si 構造において、Ge 成長中に最適化されたドーピング技術によって、ボロンとリンを順番に高濃度ドーピングすることで、Ge 層中に pin 構造を形成した。Ge 表面は n 型のコンタクト形成が非常に難しいが、ドーピング技術と Si 原子層挿入手法を用いることで、非常に抵抗の低いコンタクト形成に成功した。これらの結果、pin 構造の良好なオーミック特性が得られ、非常に大きな EL 発光を室温で得ることができた。注入電流密度に対して、閾値を持った発光特性が得られ、共振器構造を形成することでレージングする可能性を強く示唆している。

#### <課題となった点>

全体として、当初目標に対してよい成果を残すことができたため、大きな課題はない。今後の展開を見込んで挙げるとすれば、GOI の作製において、大面積化可能な手法を確立したものの、大学の研究室では実際に 300mm ウェハを扱うことは不可能であり、チップ形状の実験にとどまっていた。つまり、実際に大面積 GOI を完成させるには、その設備を有する企業でないと不可能である。今後、企業連携の可能性を探り、連携できた後には、実際に大面積 Ge ウェハを実現し、量産化へ結びつけていきたいと考えている。

#### <自己評価の実施結果と対応状況>

本学総合研究所にて、定期的に「総研セミナー」を開催し、学外の有識者による講演を頂き、本事業の研究内容も含めて議論を行う場としている。セミナーでは適宜本事業のメンバーによる成果報告を含め、学外有識者に評価頂くと共に、学内の研究者との討論を深め、自己評価を活発に進めている。また、事業の研究に関わる学生は毎週ミーティングにて研究進捗報告を行い、事業メンバー教員と学生の間で討論を交わし、その都度研究計画を練っている。また、総合研究所が毎年発行する紀要に、ナノエレクトロニクス研究センターの研究活動を掲載し、学内の全学部・全学科に配布、情報公開すると共に、主要な研究機関に送付している(【資料3】)。

また、SCOPUS を利用した自己評価を進めている。特に発表論文の Impact Factor (IF) 値の分析を行った。代表者澤野の 2016 年度の SCOPUS 採録件数は 15 件、IF 合計は 32.091 となり、この数値は学内トップであった。これは本事業の成果として IF の高い論文誌への論文採択が非常に多いことを示している。

さらに、学内の研究推進部において、エルゼビア・ジャパン(株)に本学教員の研究業績の分析および他大学との比較分析等を依頼しており、その結果をもとに、本事業メンバーの研究業績について客観的視点で自己評価を行った。評価指標として、発表論文数と論文被引用数に注目した。2015 年から現在までの発表論文数では、学内全教員(260名ほど)の順位を付けると、上位3名が本事業メンバーであり、代表者澤野は2位となっている。被引用数でも、代表者澤野は2位であった。論文引用数は発表後の継続的な研究活動により増加するので、その高さは事業の着実な成果が出ていることを顕著に示しており、学内でもトップレベルの研究組織となっていることが自己評価として結論できる。

また、センターメンバーの研究活動が学内で評価された事例として、下記学内での表彰を付記したい。まず、研究センターメンバーの徐が、平成 28 年度東京都市大学・若手研究者奨



法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

励賞を、研究代表の澤野が平成 29 年度東京都市大学・優秀研究者賞を授与された。また、メンバーの黒岩、田中も平成 30 年度、31 年度にそれぞれ若手研究者奨励賞、優秀研究者賞を授与された。優秀研究者賞は年間一人、奨励賞は 2-3 名の枠であることから、本研究センターメンバーが顕著な成果を挙げ、学内で高く評価されていることを示している。

#### <外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

外部評価に関しては、半導体材料・デバイス、先端計測、シミュレーションの各分野で優れた業績と見識を有する外部有識者からなる外部評価委員会(下表を参照)を設置し、2 回の外部評価委員会を開催し、ご指導を頂いた。

表 外部評価委員会委員の所属・氏名・専門分野

所属・職名	氏名	専門分野
名古屋大学大学院・教授	中塚 理 <sup>(*)</sup>	半導体薄膜、デバイス物理
産業技術総合研究所・副理事長	金山 敏彦	半導体計測、プロセス技術
東京大学大学院・教授	鳥海 明	半導体デバイス物理
日立製作所・研究開発 Gr.技師長	佐々木 直哉	材料・デバイスシミュレーション

(\*) 2018 年度より、名古屋大学大学院教授・副総長 財満鎮明先生から交代

第 1 回(2015 年 12 月 14 日):本プロジェクト発足時のキックオフ・シンポジウムに合わせて、開催し、研究内容と目標に関するご評価を頂き、双方ともプロジェクト研究として妥当なものであるとの評価を頂いた。

第 2 回(2018 年 5 月 11 日):外部評価委員会を開催した。研究進捗に関するご評価を頂いた。研究進捗状況、公表状況、組織、施設整備状況に関して 5 点満点で評価点を付けて頂き、その他コメントも頂いた。いずれの項目も概ね良好であるとのご評価を頂いた。(評価シートについては添付【資料4】参照)

評価項目	4 名の平均ポイント
【1】研究進捗状況について	4.25/5.00
【2】研究成果の公表状況について	4.25/5.00
【3】研究組織について	4.25/5.00
【4】研究施設整備状況について	4.25/5.00

#### <研究期間終了後の展望>

テーマ1「Ge 電子量子デバイス開発」については、非常に高品質な Ge ウェハを Si 上に形成することに成功し、さらにその上に歪み SiGe ヘテロ構造の形成が可能となったことから、今後、様々な量子デバイスへの応用が期待できる。特にスピントロニクス・デバイスへの応用が大いに期待できる。強磁性体を形成するためには、SiGe(111)面の利用が有効であり、本研究では世界に先駆けて(111)面の検討を開始し、歪み SiGe(111)の高品質化を世界で唯一実現している。これまで大阪大学・浜屋研究室との連携でスピンデバイスを研究してきたが、今後さらにこれを推進していく予定である。

また、MBE と真空接続された ALD による高品質ゲート絶縁膜形成に成功したので、今後、良質なゲーティングによるゲート誘起 Ge 量子ドットデバイスへの展開が期待できる。これは、

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

これまで Si 系で量子コンピュータ応用へ向けてドットデバイス研究を進めているドイツ・レーゲンスブルグ大学のグループと共同で進めて行く予定である。

また、テーマ2「Ge 光量子デバイス開発」について、Ge-on-Si から強い室温 EL 発光が得られ、特にこれは結晶成長による高精度な pin 制御によるものであることから、結晶成長によって i 層への歪み SiGe 導入が可能である。i 層へ歪み SiGe 層を形成することで、量子閉じ込めによる発光向上、発光エネルギー制御、単色光化が容易となる。Ge レーザーを実現し、光配線への適用、また Ge 赤外光センサーへの利用が期待できる。

#### <研究成果の副次的効果>

多大な補助を頂いたことで多くの成果を残すことができ、これはこの研究に関わった学生(上記の通り、100 名以上)にとっても大きな経験となった。研究における苦労と、その後のいわゆる成功体験によって、研究そのものの本質を喜びと共に学ぶことができ、企業に就職してからも、高い創造性、独自性をもって企業に貢献していける力を身に付けたと言える。大学の役割として、研究活動によって社会に還元するだけでなく、社会を変革する力を持った学生を輩出するという社会貢献もできたのではないかと考えている。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- |                    |                            |                 |
|--------------------|----------------------------|-----------------|
| (1) <u>ゲルマニウム</u>  | (2) <u>シリコンフォトニクス</u>      | (3) <u>結晶成長</u> |
| (4) <u>光電子デバイス</u> | (5) <u>Ge-on-Insulator</u> | (6) <u>MEMS</u> |
| (7) <u>結晶歪み</u>    | (8) <u>光共振器</u>            |                 |

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには\*を付すこと。

#### <雑誌論文>

##### 【審査有り学術論文 テーマ1】

(1) “Suppression of surface segregation of the phosphorous  $\delta$ -doping layer by insertion of an ultra-thin silicon layer for ultra-shallow Ohmic contacts on n-type germanium”

Michihiro Yamada, Kentarou Sawano, Masashi Uematsu and Kohei M. Itoh  
Appl. Phys. Lett. 107, 132101 (2015) DOI: 10.1063/1.4931939

(2) “Effect of atomic-arrangement matching on La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ge heterostructures for epitaxial high-k-gate-stacks”

T. Kanashima, H. Nohira, M. Zenitaka, Y. Kajihara, S. Yamada, and K. Hamaya  
Journal of Applied Physics 118, 2253021 (2015).

(\* 1 7) (3) “Structural and electrical properties of Ge(111) films grown on Si(111) substrates and application to Ge(111)-on-Insulator”

K. Sawano, Y. Hoshi, S. Kubo, K. Arimoto, J. Yamanaka, K. Nakagawa, K. Hamaya, M. Miyao, Y. Shiraki  
Thin Solid Films 613, 24-28 (2016). doi:10.1016/j.tsf.2015.11.020

(\* 1 2) (4) “Straining of Group IV Semiconductor Materials for Bandgap and Mobility Engineering”

Kentarou Sawano, Xuejun Xu, Shiori Konoshima, Nayuta Shitara, Takeshi Ohno, and Takuya Maruizumi  
ECS transaction 75, 191-197 (2016) doi: 10.1149/07504.0191ecst

(5) “Anisotropic Strain Introduction into Si/Ge Hetero Structures”

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Kentarou Sawano, Shiori Konoshima, Junji Yamanaka, Keisuke Arimoto, and Kiyokazu Nakagawa  
ECS transaction 75, 563-569 (2016) doi: 10.1149/07508.0563ecst

- (6) “Compressively strained Si/Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> heterostructures formed on Ar ion implanted Si(100) substrates”  
Yusuke Hoshi, You Arisawa, Keisuke Arimoto, Junji Yamanaka, Kiyokazu Nakagawa, Kentarou Sawano,  
and Noritaka Usami  
Japanese Journal of Applied Physics 55, 031302 (2016). DOI: 10.7567/JJAP.55.031302
- (7) “Suppression of segregation of the phosphorus  $\delta$ -doping layer in germanium by incorporation of carbon”  
Michihiro Yamada, Kentarou Sawano, Masashi Uematsu, Yasuo Shimizu, Koji Inoue, Yasuyoshi Nagai, and  
Kohei M. Itoh  
Japanese Journal of Applied Physics 55, 031304-1~5 (2016). DOI: 10.7567/JJAP.55.031304
- (8) “Impact of silicon quantum dot super lattice and quantum well structure as intermediate layer on p-i-n  
silicon solar cells”  
Mohammad Maksudur Rahman, Ming-Yi Lee, Yi-Chia Tsai, Akio Higo, Halubai Sekhar, Makoto Igarashi1,  
Mohd Erman Syazwan, Yusuke Hoshi, Kentarou Sawano, Noritaka Usami, Yiming Li and Seiji Samukawa  
Progress in Photovoltaics: Research and Applications 24, 774-780 (2016). DOI : 10.1002/pip.2726
- (9) “A low-temperature fabricated gate-stack structure for Ge-based MOSFET with ferromagnetic epitaxial  
Heusler-alloy/Ge electrodes”  
Yuichi Fujita, Michihiro Yamada, Yuta Nagatomi, Keisuke Yamamoto, Shinya Yamada, Kentarou Sawano,  
Takeshi Kanashima, Hiroshi Nakashima, and Kohei Hamaya  
Japanese Journal of Applied Physics 55, 063001-1~4 (2016). DOI:10.7567/JJAP.55.063001
- (10) “Temperature-independent spin relaxation in heavily doped *n*-type germanium”  
Y. Fujita, M. Yamada, S. Yamada, T. Kanashima, K. Sawano, and K. Hamaya  
Physical Review B 94, 245302-1~5 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevB.94.245302
- (11) “Thermal conduction in Si and SiGe phononic crystals explained by phonon mean free path spectrum”  
Masahiro Nomura, Junki Nakagawa, Kentarou Sawano, Jeremie Maire, and Sebastian Volz  
Applied Physics Letters 109, 173104-1~4 (2016) doi: 10.1063/1.4966190
- (12) “Angle-resolved photoelectron spectroscopy study of initial stage of thermal oxidation on  
4HSiC(0001)”  
Hitoshi Arai and Hiroshi Nohira  
Japanese Journal of Applied Physics 55, 04EB04 (2016).
- ( \* 1 1 ) (13) “Light emission enhancement from Ge quantum dots with phosphorous  $\delta$ -doped neighboring  
confinement structures”  
K. Sawano, T. Nakama, K. Mizutani, N. Harada, X. Xu, T. Maruizumi  
Journal of Crystal Growth 477, 131–134 (2017) DOI: 10.1016/j.jcrysgr.2017.03.008
- (14) “Hole mobility in strained Si/SiGe/vicinal Si(110) grown by gas source MBE”  
Keisuke Arimoto, Sosuke Yagi, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, Noritaka Usami,  
Kiyokazu Nakagawa  
Journal of Crystal Growth 468, 625-629 (2017) DOI: 10.1016/j.jcrysgr.2016.12.076
- (15) “TEM Observation of Si<sub>0.99</sub>C<sub>0.01</sub> Thin Films with Arsenic-Ion-, Boron-Ion-, and  
Silicon-Ion-Implantation Followed by Rapid Thermal Annealing”  
Junji Yamanaka, Shigenori Inoue, Keisuke Arimoto, Kiyokazu Nakagawa, Kentarou Sawano, Yasuhiro  
Shiraki, Atsushi Moriya, Yasuhiro Inokuchi, Yasuo Kunii  
Journal of Materials Science and Chemical Engineering, 2017, 5, 15-25 DOI: 10.4236/msce.2017.51003
- (16) “Large impact of impurity concentration on spin transport in degenerate *n*-Ge”  
M. Yamada, Y. Fujita, M. Tsukahara, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya  
Physical Review B 95, 161304 (R) 1~5 (2017) DOI: 10.1103/PhysRevB.95.161304
- (17) “Thermoelectric Properties of Epitaxial b-FeSi<sub>2</sub> Thin Films on Si(111) and Approach for Their

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Enhancement”

Tatsuhiko Taniguchi, Shunya Sakane, Shunsuke Aoki, Ryo Okuhata, Takafumi Ishibe, Kentaro Watanabe, Takeyuki Suzuki, Takeshi Fujita, Kentarou Sawano, and Yoshiaki Nakamura

Journal of Electronic Materials, Vol. 46, No. 5, 3235-3241 (2017) DOI: 10.1007/s11664-016-4997-0

(18) “Study on ion implantation conditions in fabricating compressively strained Si/relaxed Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> heterostructures using the defect control by ion implantation technique”

You Arisawa, Kentarou Sawano, Noritaka Usami

Journal of Crystal Growth 468, 601-604 (2017). DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2016.12.065

(19) “Thermal stability of compressively strained Si/relaxed Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> heterostructures formed on Ar ion implanted Si (100) substrates”

You Arisawa, Yusuke Hoshi, Kentarou Sawano, Junji Yamanaka, Keisuke Arimoto, Chiaya Yamamoto, Noritaka Usami

Materials Science in Semiconductor Processing 70, 127-132 (2017) DOI: 10.1016/j.mssp.2016.11.024

(20) “Pattern-dependent anisotropic stress evaluation in SiGe epitaxially grown on a Si substrate with selective Ar<sup>+</sup> ion implantation using oil-immersion Raman spectroscopy”

Shotaro Yamamoto, Daisuke Kosemura, Kazuma Takeuchi, Seiya Ishihara, Kentarou Sawano, Hiroshi Nohira and Atsushi Ogura

Japanese Journal of Applied Physics 56, 051301 (2017) DOI: /10.7567/JJAP.56.051301

(21) “Spin Transport and Relaxation up to 250 K in Heavily Doped n-Type Ge Detected Using Co<sub>2</sub>FeAl<sub>0.5</sub>Si<sub>0.5</sub> Electrodes”

Y. Fujita, M. Yamada, M. Tsukahara, T. Oka, S. Yamada, T. Kanashima, K. Sawano, and K. Hamaya

Physical Review Applied 8, 014007 (2017) DOI: 10.1103/PhysRevApplied.8.014007

(22) “Room-temperature spin transport in n-Ge probed by four-terminal nonlocal measurements”

Michihiro Yamada, Makoto Tsukahara, Yuichi Fujita, Takahiro Naito, Shinya Yamada, Kentarou Sawano, and Kohei Hamaya

Applied Physics Express 10, 093001 (2017) DOI: /10.7567/APEX.10.093001

(23) “Control of electrical properties in Heusler-alloy/Ge Schottky tunnel contacts by using phosphorous  $\delta$ -doping with Si-layer insertion”

Michihiro Yamada, Yuichi Fujita, Shinya Yamada, Takeshi Kanashima, Kentarou Sawano, Kohei Hamaya

Materials Science in Semiconductor Processing 70, 83-85 (2017) DOI: /10.1016/j.mssp.2016.07.025

( \* 2 ) (24) “Fabrication of high-quality strain relaxed SiGe(1 1 0) films by controlling defects via ion implantation”

M. Kato, K. Arimoto, J. Yamanaka, K. Nakagawa, K. Sawano

Journal of Crystal Growth 477, 197-200 (2017). DOI: /10.1016/j.jcrysgro.2017.05.022

(25) “Improving the barrier ability of Ti in Cu through-silicon vias through vacuum annealing”

Murugesan Mariappan, JiChel Bea, Takafumi Fukushima, Eiji Ikenaga, Hiroshi Nohira, and Mitsumasa Koyanagi

Japanese Journal of Applied Physics 56, 04CC08 (2017).

(26) “Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy Studies of Initial Stage of Thermal Oxidation on 4H-SiC (0001) on-Axis and 4° Off-Axis Substrates”

Hitoshi Arai, Ryoma Toyoda, Ai Ishohashi, Yasuhisa Sano, Hiroshi Nohira

ECS Transactions 77, 51-57 (2017).

(27) “Electrical properties of epitaxial Lu- or Y-doped La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ge high-k gate-stacks”

T. Kanashima, R. Yamashiro, M. Zenitaka, K. Yamamoto, D. Wang, J. Tadano, S. Yamada, H. Nohira, H. Nakashima, K. Hamaya

Materials Science in Semiconductor Processing 70, 260-264 (2017).

(28) “New Diagnostic Method of Electrical Insulation Properties based on Current Integration, IEEE Transactions on ”

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- Tatsuo Takada, Toshiyuki Fujitomi, Takuma Mori, Tomoyuki Iwata, Taiki Ono, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka  
Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 24, Issue 4, pp. 2549-2558 (2017)
- (29) “Charge Distribution in Polymethyl Methacrylate and Quartz Glass Irradiated by Protons”  
Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka  
Sensors and Materials, Vol. 29, No. 8, pp.1213-1222 (2017)
- (30) “Packet-like charge formation in cable insulating materials at polarity reversal”  
Yasuhiro Tanaka, Toshiyuki Fujitomi, Tsuyoshi Kato, Hiroaki Miyake, Hiroki Mori, Saki Kikuchi, Yukihiro Yagi  
IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 24, No. 3, pp. 1372-1379 (2017)
- (31) “Noise Coupled  $\Delta\Sigma$  AD Modulator Using Passive Adder Embedded Noise Shaping SAR Quantizer”  
C. Pan and H. San  
IEICE Trans on Electronics, Vol.E101-C, No.7, July, 2018.(Accepted)
- (32) “AD Modulator using Dynamic Analog Components with Simplified Operation Phase”  
C. Pan and H. San  
IEICE Trans on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E101-A, No.2, pp.425-433, February, 2018.
- (33) “12-bit 1.25MS/s Area-efficient Radix-value Self-estimated Non-binary Cyclic ADC with Relaxed Requirements on Analog Com-ponents”  
H. San, R. Sugawara, M. Hotta, T. Matsuura and K. Aihara  
IEICE Trans on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E100-A, pp.534 (2017).
- (34)“Hole generation associated with intrinsic defects in SOI-based SiGe thin films formed by solid-source molecular beam epitaxy”  
Motoki Satoh, Keisuke Arimoto, Junji Yamanaka, Kentarou Sawano, Yasuhiro Shiraki, and Kiyokazu Nakagawa  
Journal of Applied Physics 123, 161529 (2018). DOI: /10.1063/1.5004077
- (35)“Spin Absorption Effect at Ferromagnet/Ge Schottky-Tunnel Contacts”  
Michihiro Yamada, Yuichi Fujita, Shinya Yamada, Kentarou Sawano and Kohei Hamaya  
Materials 11, 150 (2018). DOI: /10.3390/ma11010150
- (36)“Growth and characterization of low composition Ge, x in epi-Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> (x ≤ 10 %) active layer for fabrication of hydrogenated bottom solar cell.”  
M. Ajmal Khan, R. Sato, K. Sawano, P. Sichanugrist, A. Lukyanov and Y. Ishikawa  
Journal of Physics D: Applied Physics 51, 185107 (11 pp) (2018). DOI: /10.1088/1361-6463/aab80d
- (37) “Formation of uniaxial strained Ge via control of dislocation alignment in Si/Ge heterostructures”  
Shiori Konoshima, Eisuke Yonekura, Keisuke Arimoto, Junji Yamanaka, Kiyokazu Nakagawa, and Kentarou Sawano  
AIP Advances 8, 075112 (9 pages) (2018). DOI: /10.1063/1.5011397
- (38) “Pure spin current transport in a SiGe alloy”  
Takahiro Naito, Michihiro Yamada, Makoto Tsukahara, Shinya Yamada, Kentarou Sawano, and Kohei Hamaya  
Applied Physics Express 11, 053006 (2018). DOI: /10.7567/APEX.11.053006
- (39) “Correlation between spin transport signal and Heusler/semiconductor interface quality in lateral spin-valve devices”  
B. Kuerbanjiang, Y. Fujita, M. Yamada, S. Yamada, A. M. Sanchez, P. J. Hasnip, A. Ghasemi, D. Kepaptsoglou, G. Bell, K. Sawano, K. Hamaya, and V. K. Lazarov  
Phys. Rev. B **98**, 115304 (2018). DOI: /10.1103/PhysRevB.98.115304

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(40) “Spin transport and relaxation in germanium”

Kohei Hamaya, Yuichi Fujita, Michihiro Yamada, Makoto Kawano, Shinya Yamada and Kentarou Sawano  
Journal of Physics D: Applied Physics 51, 393001 (2018) /10.1088/1361-6463/aad542

(41) “Structural properties of compressive strained Ge channels fabricated on Si (111) and Si (100)”

Md. Mahfuz Alam, Yusuke Hoshi and Kentarou Sawano  
Semiconductor Science and Technology 33, 124008 (6pp) (2018) DOI:/10.1088/1361-6641/aae575

(42) “Stability of strain in Si layers formed on SiGe/Si(110) heterostructures”

Keisuke Arimoto, Atsushi Onogawa, Shingo Saito, Takane Yamada, Kei Sato, Naoto Utsuyama, Yuichi Sano, Daisuke Izumi, Junji Yamanaka, Kosuke O Hara, Kentarou Sawano and Kiyokazu Nakagawa  
Semiconductor Science and Technology 33, 124016 (8pp) (2018) DOI:/10.1088/1361-6641/aaeb10

( \* 4 ) (43) “Study on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ge interface formed by ALD directly on epitaxial Ge”

Eriko Shigesawa, Ryotaro Matsuoka, Masashi Fukumoto, Ryosuke Sano, Kohei M Itoh, Hiroshi Nohira and Kentarou Sawano  
Semiconductor Science and Technology 33, 124020 (4pp) (2018) DOI:/10.1088/1361-6641/aaec51

(44) “Observation of local magnetoresistance signals in a SiGe-based lateral spin-valve device”

Michihiro Yamada, Takahiro Naito, Makoto Tsukahara, Shinya Yamada, Kentarou Sawano and Kohei Hamaya  
Semiconductor Science and Technology 33, 114009 (4pp) (2018) DOI:/10.1088/1361-6641/aae34f

(45) “Fabrication of Ge MOS with low interface trap density by ALD of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on epitaxially grown Ge”

Ryotaro Matsuoka, Eriko Shigesawa, Satoru Miyamoto, Kentarou Sawano and Kohei M Itoh  
Semiconductor Science and Technology 34, 014004 (5pp) (2019) DOI:/10.1088/1361-6641/aaf19b

(46) “Effect of strain on the binding energy of Ge 2p and 3d core level”

R. Sano, S. Konoshima, K. Sawano and H. Nohira  
Semiconductor Science and Technology 34, 014006 (2019) DOI:/10.1088/1361-6641/aaf3ee

(47) “Thermoelectric power factor enhancement based on carrier transport physics in ultimately phonon-controlled Si nanostructures”

Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Tatsuhiko Taniguchi, Nobuyasu Naruse, Yutaka Mera, Takeshi Fujita, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, Nobuya Mori, Yoshiaki Nakamura  
Materials Today Energy 13, 56-63 (2019). DOI:/10.1016/j.mtener.2019.04.014

( \* 7 ) (48) “Critical thickness of strained Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> on Ge(111) and Ge-on-Si(111)”

Md. Mahfuz Alam, Youya Wagatsuma, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano  
Applied Physics Express 12, 081005 (2019) DOI: 10.7567/1882-0786/ab2db8

(49) “Nonmonotonic bias dependence of local spin accumulation signals in ferromagnet/semiconductor lateral spin-valve devices”

Y. Fujita, M. Yamada, M. Tsukahara, T. Naito, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya  
Physical Review B 100, 024431 (2019). DOI: 10.1103/PhysRevB.100.024431

(50) “High thermoelectric performance in high crystallinity epitaxial Si films containing silicide nanodots with low thermal conductivity”

Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Takahiro Hinakawa, Nobuyasu Naruse, Yutaka Mera, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, and Yoshiaki Nakamura  
Appl. Phys. Lett. 115, 182104 (2019). DOI: 10.1063/1.5126910

(51) “Semiballistic thermal conduction in polycrystalline SiGe nanowires”

Noboru Okamoto, Ryoto Yanagisawa, Roman Anufriev, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, Masashi Kurosawa, and Masahiro Nomura  
Appl. Phys. Lett. 115, 253101 (2019). DOI: 10.1063/1.5130659

(52) “Nanostructural effect on thermoelectric properties in Si films containing iron silicide nanodots”

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Tatsuhiko Taniguchi, Takahiro Hinakawa, Ryoya Hosoda, Kosei Mizuta, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, and Yoshiaki Nakamura  
 Japanese Journal of Applied Physics 59, SFFB01 (2020) DOI: /10.7567/1347-4065/ab5b58

(53) “Hole mobility enhancement observed in (110)-oriented strained Si”  
 Keisuke Arimoto, Naoto Utsuyama, Shohei Mitsui, Kei Satoh, Takane Yamada, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, and Kiyokazu Nakagawa  
 Japanese Journal of Applied Physics 59, SGGK06 (2020) DOI: /10.7567/1347-4065/ab6591

(54) “Hole mobility in Strained Si/Relaxed SiGe/Si(110) hetero structures studied by gated Hall measurements”  
 Daichi Namiuchi, Atsushi Onogawa, Taisuke Fujisawa, Yuichi Sano, Daisuke Izumi, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, Kiyokazu Nakagawa, and Keisuke Arimoto  
 Materials Science in Semiconductor Processing 113, 105052 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105052

(55) "Inverse local magnetoresistance effect up to room temperature in ferromagnet-semiconductor lateral spin-valve devices"  
 Takahiro Naito, Michihiro Yamada, Shinya Yamada, Takeshi Kanashima, Kentarou Sawano and Kohei Hamaya  
 Materials Science in Semiconductor Processing 113, 105046 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105046

( \* 1 9 ) (56) “Crack formation in strained SiGe grown on Ge-on-Si(111) and its suppression by patterning substrates”  
 Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano  
 Materials Science in Semiconductor Processing, 117, 105153 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105153

(57) "Large, tunable valley splitting and single-spin relaxation mechanisms in a Si/SixGe1-x quantum dot"  
 Arne Hollmann, Tom Struck, Veit Langrock, Andreas Schmidbauer, Floyd Schauer, Tim Leonhardt, Kentarou Sawano, Helge Riemann, Nikolay V. Abrosimov, Dominique Bougeard, and Lars R. Schreiber  
 Phys. Rev. Applied 13, 034068 (2020). DOI: /10.1103/PhysRevApplied.13.034068

(58) “Suppression of Donor-Driven Spin Relaxation in Strained Si0.1Ge0.9”  
 T. Naito, M. Yamada, S. Yamada, K. Sawano and K. Hamaya  
 Physical Review Applied 13, 054025 (2020). DOI: /10.1103/PhysRevApplied.13.054025

## 【審査有り学術論文 テーマ2】

(1)“Ultralarge transient optical gain from tensile-strained, n-doped germanium on silicon by spin-on dopant diffusion”

Xuejun Xu, Xiaoxin Wang, Keisuke Nishida, Koki Takabayashi, Kentarou Sawano, Yasuhiro Shiraki, Haofeng Li, Jifeng Liu, and Takuya Maruizumi  
 Applied Physics Express 8, 092101 (2015) DOI: 10.7567/APEX.8.092101

(2)“Formulation and stabilization of nano-/microdispersion systems using naturally occurring edible polyelectrolytes by electrostatic deposition and complexation.”

Takashi Kuroiwa, Isao Kobayashi, Ai Mey Chuah, Mitsutoshi Nakajima, Sosaku Ichikawa  
*Adv. Colloid Interf. Sci.*, **226A**, 86-100, 2015.

(3)“Quantitative evaluation of the effects of moisture distribution on enzyme-induced acylation of trehalose in reduced-moisture organic media.”

Takashi Kuroiwa, Kazuyuki Kimura, Yoshihiro Aoki, Marcos A. Neves, Seigo Sato, Sukekuni Mukataka, Akihiko Kanazawa, Sosaku Ichikawa: *J. Food Res.*, **4** (5), 133-142, 2015.

( \* 1 2 ) (4)“Enhanced light emission from germanium microdisks on silicon by surface passivation through thermal oxidation”

Xuejun Xu, Hideaki Hashimoto, Kentarou Sawano, Hiroshi Nohira, and Takuya Maruizumi

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Applied Physics Express 9, 052101-1~4 (2016) DOI: 10.7567/APEX.9.052101

- (5)“Enhanced light emission from N-doped Ge microdisks by thermal oxidation”  
Hideaki Hashimoto, Xuejun Xu, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi  
ECS Transactions, 75(8): 689-693, 2016
- (6)“Preparation of lipid vesicles having suitable size for drug delivery with high entrapment of hydrophilic molecules using multiple emulsions.”  
Emmanuel C. Ossai, Takashi Kuroiwa, Yuya Otsuka, Yasuyuki Motokui, Takeshi Wada, Takeshi Isoda, Seigo Sato, Sosaku Ichikawa  
*J. Bioeng. Biomed. Sci.*, **7**, 213, 2016.
- (7)“Improvement of synthetic activity and stability of a commercial lipase in a low-water system via immobilization of hydrated lipase aggregates.”  
Takashi Kuroiwa, Kazuo Hamazaki, Maho Katayama, Seigo Sato, Toru Matsui  
*Process Biochem.*, **51**, 2047-2054, 2016.
- (8)“Formulation of uniform-sized agar gel microbeads from water-in-oil emulsion prepared using microchannel emulsification under controlled temperature.”  
Takashi Kuroiwa, Toru Katsumata, Yoshikazu Sueda, Shoto Warashina, Isao Kobayashi, Kunihiko Uemura, Akihiko Kanazawa  
*Jpn. J. Food Eng.*, **17** (1), 11-19, 2016.
- (9)“Efficient encapsulation of a water-soluble molecule into lipid vesicles using W/O/W multiple emulsions via solvent evaporation.”  
Takashi Kuroiwa, Kaname Horikoshi, Akihiko Suzuki, Marcos A. Neves, Isao Kobayashi, Kunihiko Uemura, Mitsutoshi Nakajima, Akihiko Kanazawa, Sosaku Ichikawa  
*J. Am. Oil Chem. Soc.*, **93**, 421-430, 2016.
- (10)“Detection and counting of a submicrometer particle in liquid flow by self-mixing microchip Yb:YAG laser velocimetry”  
Takayuki Ohtomo, Seiichi Sudo, and Kenju Otsuka  
*Appl. Opt.* 55 (27) 7574-7582 (2016)
- ( \* 1 2 ) (11)“Highly n-doped germanium-on-insulator microdisks with circular Bragg gratings”  
Xuejun Xu, Hideaki Hashimoto, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi  
*Optics Express* 25, 6550-6560 (2017) DOI: 10.1364/OE.25.006550
- (12)“Freeze-dryable lipid vesicles with size tunability and high encapsulation efficiency prepared by the multiple emulsification-solvent evaporation method.”  
Akihiko Suzuki, Takashi Kuroiwa, Kaname Horikoshi, Akihiko Kanazawa, Sosaku Ichikawa  
*Colloids Surf. B: Biointerfaces*, **159**, 412-418, 2017.
- (13)“Hydration-aggregation pretreatment for drastically improving esterification activity of commercial lipases in non-aqueous media.”  
Maho Katayama, Takashi Kuroiwa, Kenya Suzuno, Ayumi Igusa, Toru Matsui, Akihiko Kanazawa  
*Enzyme Microb. Technol.*, **105**, 30-37, 2017.
- (14)“Preparation characteristics of water-in-oil emulsion using olive oil as a continuous phase in microchannel emulsification.”  
Miki Ito, Midori Uehara, Ryota Wakui, Makoto Shiota, Takashi Kuroiwa  
*Jpn. J. Food Eng.*, **18** (2), 103-111, 2017.
- (15)“Cross-linkable chitosan-based hydrogel microbeads with pH-responsive adsorption properties for organic dyes prepared using size-tunable microchannel emulsification technique.”  
Takashi Kuroiwa, Hideaki Takada, Asami Shogen, Kaori Saito, Isao Kobayashi, Kunihiko Uemura, Akihiko Kanazawa  
*Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, **514**, 69-78, 2017.



法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- (16) "Dielectric study on hierarchical water structures restricted in cement and wood materials"  
 Fumiya Abe, Akihiro Nishi, Hironobu Saito, Megumi Asano, Seiei Watanabe, Rio Kita, Naoki Shinyashiki, Shin Yagihara, Minoru Fukuzaki, Seichi Sudo and Youki Suzuki  
 Meas. Sci. Technol. 28(4) 044008 (2017)
- ( \* 1 0 ) ( \* 1 8 ) (17) "Resonant light emission from uniaxially tensile-strained Ge microbridges"  
Peiji Zhou, Xuejun Xu, Sho Matsushita, Kentarou Sawano and Takuya Maruizumi  
 Japanese Journal of Applied Physics 57, 04FH10 (2018). DOI: /10.7567/JJAP.57.04FH10
- (18) "Investigation of the molecular dynamics of restricted water in wood by broadband dielectric measurements"  
S. Sudo, Y. Suzuki, F. Abe, Y. Hori, T. Nishi, T. Kawaguchi, H. Saito, S. Yagihara  
 J. Mater Sci. 53 (6), 4645-4654 (2018)
- ( \* 1 4 ) (19) "Effects of post annealing on *in-situ* n-doped Ge-on-Si"  
 Yuta Kumazawa, Xuejun Xu, Takuya Maruizumi, Kentarou Sawano  
 Semiconductor Science and Technology 33, 124006 (7pp) (2018) DOI:/10.1088/1361-6641/aae62e
- ( \* 1 3 ) (20) "Enhanced photoluminescence from strained Ge-on-Insulator surface-passivated with hydrogenated amorphous Si"  
 Kenta Niikura, Natsuki Yamahata, Yusuke Hoshi, Tsukasa Takamura, Kimihiko Saito, Makoto Konagai and Kentarou Sawano  
 Materials Science in Semiconductor Processing 115, 105104 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105104

### <図書>

#### 【雑誌解説記事】

澤野憲太郎

「超低消費電力・光電子融合デバイスに向けたゲルマニウムウェハー開発」  
 MATERIAL STAGE, Vol.17, No.12, pp 57-62 (2018)

徐学俊、澤野憲太郎

「シリコンフォトリクス光配線に向けたゲルマニウム発光素子」  
 光アライアンス, Vol. 29 , No. 5, pp 19-25 (2018)

### <学会発表>

#### 【国際会議発表 テーマ1】

- (1) "Study of Epitaxial La2O3 High-k/Ge(111) Interface by X-ray Photoelectron Spectroscopy"  
 Takeshi Kanashima, Hiroshi Nohira, Masato Zenitaka, Taro Kobayashi, Riku Yamashiro, Shinya Yamada, Kohei Hamaya  
 2015 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices -Science and Technology, 2015/11
- (2) "Initial Stage of SiO2/SiC Interface Formation on C-face 4H-SiC"  
 Tomoya Sasago, Hitoshi Arai, Shunta Yamahori, Hiroshi Nohira  
 2015 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices -Science and Technology 2015/11

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- (3)“Anisotropic strain engineering of Si/Ge heterostructures” (Invited)  
Kentarou Sawano  
 2016 Global Research Efforts on Energy and Nanomaterials (GREEN 2016) Taipei, Taiwan, Dec. 24 (2016).
- (4)“Straining of Group IV Semiconductor Materials for Bandgap and Mobility Engineering” (Invited)  
Kentarou Sawano  
 Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME 2016), Honolulu, USA, Oct. 2-7 (2016).
- (5)“Anisotropic Strain Introduction into Si/Ge Hetero Structures” (Invited)  
Kentarou Sawano  
 Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME 2016), Honolulu, USA, Oct. 2-7 (2016).
- ( \* 2 ) (6)“Fabrication of high-quality strain relaxed SiGe(110) films by controlling defects via ion implantation”  
 M. Kato, T. Murakami, K. Arimoto, J. Yamanaka, K. Nakagawa, K. Sawano  
 19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE 2016), Montpellier (France) (Sep 4-9, 2016)
- (7)“Study on ion implantation conditions in fabricating compressively strained Si/relaxed Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> heterostructures using the defect control by ion implantation technique”  
 Y. Arisawa, K. Sawano and N. Usami  
 The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18), Nagoya, Japan (Aug 7-12, 2016)
- (8)“Fabrication of uniaxially strained Ge by selective ion implantation technique”  
 Shiori Konoshima, Eisuke Yonekura, Kentarou Sawano  
 The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18), Nagoya, Japan (Aug 7-12, 2016)
- (9)“Hole Mobility in Strained Si/SiGe/Vicinal Si(110) Grown by Gas Source MBE”  
 K. Arimoto, S. Yagi, J. Yamanaka, K. Nakagawa, N. Usami, K. Sawano  
 The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18), Nagoya, Japan (Aug 7-12, 2016)
- ( \* 1 7 ) (10)“Strained Ge-on-Insulator Substrates toward Optoelectronic Integrated Circuits” (Invited)  
Kentarou Sawano  
 The International Conference on Small Science (ICSS 2016), Prague, Czech Republic (June 25-29, 2016)
- (11)“Control of Electrical Properties in Heusler-Alloy/Ge Schottky Tunnel Contacts formed by Phosphorous  $\delta$ -Doping with Si-Layer Insertion”  
 Michihiro Yamada, Yuichi Fujita, Shinya Yamada, Kentarou Sawano, Kohei Hamaya  
 International SiGe Technology and Device Meeting 2016 (ISTDM2016), Nagoya, Japan (June 7-11, 2016)
- (12)“Thermal Stability of Compressively Strained Si/Relaxed Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> Heterostructures Formed on Ar Ion Implanted Si (100) Substrates”  
 You Arisawa, Yusuke Hoshi, Kentarou Sawano, Junji Yamanaka, Keisuke Arimoto, Chiaya Yamamoto, Noritaka Usami  
 International SiGe Technology and Device Meeting 2016 (ISTDM2016), Nagoya, Japan (June 7-11, 2016)
- ( \* 1 ) ( \* 1 7 ) (13)“Formation of Strained Ge-on-Insulator (GOI) Substrates using SiGe Etching Stop Layers”  
 Yuuki Yajima, Yuta Ariyama, Kentarou Sawano  
 International SiGe Technology and Device Meeting 2016 (ISTDM2016), Nagoya, Japan (June 7-11, 2016)
- (14)“Room-Temperature Electrical Spin Injection and Detection in n-Ge through Co<sub>2</sub>FeSi<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>n+-Ge Schottky Tunnel Contacts”

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Yuichi Fujita, Michihiro Yamada, Shinya Yamada, Kentarou Sawano, Takeshi Kanashima, Kohei Hamaya  
International SiGe Technology and Device Meeting 2016 (ISTDM2016), Nagoya, Japan (June 7-11, 2016)

(15)“Influence of sample thickness on breakdown time in Multi-layered Polyimide Films”

Tsuyoshi Tohmine, Keigo Mastubara, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.125-128, 2016/10, Toronto, Canada

(16)“Measurement of space charge accumulation in Dicyclopentadiene resin film at high temperature under high DC stress”

Taiki Ono, Masakazu Taira, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.121-124, 2016/10, Toronto, Canada

(17)“Measurement of Space Charge Distribution in Coating Material for Motor Windings under Square Wave Voltage”

Tomoyuki Iwata, Takaya Momose, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

IEEE International Conference on Dielectrics (ICD), USB, pp.155-158, 2016/07, Montpellier, France

(18)“Simultaneous Measurement of Space Charge Distribution and External Circuit Current in XLPE under HVDC at High Temperature”

Hiroki Kasuga, Toshiyuki Fujitomi, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

IEEE International Conference on Dielectrics (ICD), USB, pp.227-230, 2016/07, Montpellier, France

(19)“Space Charge Distribution Measurement in Corona Discharged Filler Added Polyimide Films under DC Stresses”

Koichi Ota, Kensuke Kumaoka, Takashi Saiki, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

IEEE International Conference on Dielectrics (ICD), USB, pp.159-162, 2016/07, Montpellier, France

(20)“The relationship between charge accumulation and scission of molecular chain in the proton irradiated PI”

Hiroaki Miyake, Ryo Uchiyama, Yasuhiro Tanaka

IEEE International Conference on Dielectrics (ICD), USB, pp.135-138, 2016/07, Montpellier, France

(21)“Analysis of Conductivity Distribution in PI Irradiated by Proton using Simultaneous Measurement of Space Charge Distribution and Conduction Current”

Takuma Mori, Ryohei Tone, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

14th Spacecraft Charging Technology Conference, USB, 2016/04, Noordwijk, Netherlands

(22)“Optimization of Photoelectron Emission Physical Model in the Spacecraft Insulating Material”

Kotaro Suzuki, Kenji Yabe, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Masamichi Ohira, Teppei Okumura, Shiro Kawakita, and Masato Takahashi

14th Spacecraft Charging Technology Conference, USB, 2016/04, Noordwijk, Netherlands

(23)“The Relationship between Characteristic of Secondary Electron Emission and Irradiation does in Polyimide”

Hiroaki Taniguchi, Kazuki Kodama, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Masamichi Ohira, Teppei Okumura, Shiro Kawakita, Masato Takahashi

14th Spacecraft Charging Technology Conference, USB, no.48, 2016/04, Noordwijk, Netherlands

(24)“A 2nd-order  $\Delta\Sigma$  AD Modulator using Dynamic Amplifier and Dynamic SAR Quantizer,”

C. Pan, H. San and T. Shibata,

The 2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (IEEE ISPACS 2016), pp.528{532, Phuket, Thailand, Oct. 2016.

(25)“Technique of ESD Protection Circuit for CMOS Operational Amplifier,” The 2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems”

K. Chin, A. Kitajima, Y. Arai, J. Yamashita, H. Ito, and H. San

Leakage Current Compensation (IEEE ISPACS 2016), pp.518{521, Phuket, Thailand, Oct. 2016.

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(26)“Experimental Implementation of  $\beta$ -Expansion Cyclic ADC with Correlated Level Shifting Technique”

H. Tsuchiya, A. Uchiyama, Y. Mishima, Y. Watanabe, T. Matsuura, H. San and Masao Hotta  
International Conference on Analog VLSI Circuits, pp.5{9, Boston, USA, Aug.2016.

(27)“A 14-bit 80ksps Cyclic ADC Based on  $\beta$ -expansion”

Y. Watanabe, H. Narita, J. Uchita, H. Tsuchiya, T. Matsuura, H. San and Masao Hotta  
International Conference on Analog VLSI Circuits, pp.11{15, Boston, USA, Aug. 2016.

(28)“Non-Binary and BinaryWeighted Hybrid Pipeline ADC with  $\beta$ -estimation”

T. Suzuki, A. Hyogo, T. Matsuura and H. San  
International Conference on Analog VLSI Circuits, pp.17{20, Boston, USA, Aug. 2016

(29)“Controlled doping for Ge based optoelectronic devices” (invited)

Kentarou Sawano  
EMN/CC Meeting, Barcelona, Spain, Sep. 11-15 (2017)

(30)“Formation of uniaxially strained Ge by local introduction of ion implantation defects”

Shiori Konoshima, Eisuke Yonekura, Keisuke Arimoto, Junji Yamanaka, Kiyokazu Nakagawa, and Kentarou Sawano  
29th International Conference on Defects in Semiconductors (ICDS2017), Matsue, Japan, July 31 - Aug. 4 (2017)

(31)“Low-Defect-Density Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Insulating Layer for Gate-Controlled Si/SiGe Quantum Dots”

Ryotaro Matsuoka, Satoru Miyamoto, Kentarou Sawano, and Kohei M Itoh  
29th International Conference on Defects in Semiconductors (ICDS2017), Matsue, Japan, July 31 - Aug. 4 (2017)

( \* 2 ) (32)“Effects of ion implantation defects on strain relaxation of SiGe layers on Si (110)”

Kenji Oki, Madoka Kato, Keisuke Arimoto, Junji Yamanaka, Kiyokazu Nakagawa, and Kentarou Sawano  
29th International Conference on Defects in Semiconductors (ICDS2017), Matsue, Japan, July 31 - Aug. 4 (2017)

(33)“Thermal Phonon MFP Spectrum Probing Using Phononic Crystals”

M. Nomura, J. Nakagawa, K. Sawano, J. Maire, R. Anufriev, S. Volz  
MRS Spring Meeting & Exhibit, NM2.4.24, Phoenix, USA, April (2017).

(34)“Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy Studies of Initial Stage of Thermal Oxidation on 4H-SiC (0001) on-Axis and 4° Off-Axis Substrates ”

Hitoshi Arai, Ryoma Toyoda, Ai Ishohashi, Yasuhisa Sano, Hiroshi Nohira  
The 231st ECS Meeting, New-orleans, America 2017/05

(34)“Space charge accumulation characteristics in double-layered samples composed of different insulating materials ”

Tsuyoshi Tohmine, Kumiko Iguchi, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Yukito Ida, Yoshiyuki Inoue  
Conference of Electro-physics & Application Society - KIEE, USB, 2017/10, Korea (Invited)

(35) “Physicochemical Analysis for fluorinated Polymer Films Irradiated by Proton”

Hiroaki Miyake, Virginie Griseri, Takuma Mori, Yasuhiro Tanaka, Gilbert Teyssebre and Christian Laurent  
The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.106-109, 2017/10, Fort Worth TX, USA

(36) “Space charge accumulation behavior in fluorinated Polymer Films Irradiated by Proton under DC stress”

Hiroaki Miyake, Shugo Yoshida, Takuma Mori, Ushio Chiba, Yasuhiro Tanaka  
The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.50-53, 2017/10, Fort Worth TX, USA

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(37)“Analysis of the relationship between amount of electron-hole pairs and relaxation time after electron beam irradiation in polymeric sample”

Shugo Yoshida, Kenta Iwama, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.141-144, 2017/10, Fort Worth TX, USA

(38)“Approach to measure of space charge distribution in Alumina material using PEA method under DC electric stress”

Masakazu Taira, Takuya Kurihara, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka

The Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), USB, pp.82-85, 2017/10, Fort Worth TX, USA

(39)“Measurement of Space Charge Accumulated in Multi-Layered Samples Composed of Different Insulators used in the Joints of DC Transmission Cables”

Tsuyoshi Tohmine, Toshiyuki Fujitomi, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Yukito Ida, Yoshiyuki Inoue

8th International Symposium on Electrical Insulating Materials(ISEIM 2017), USB, pp. 299-302, 2017/09, Toyohashi, Japan

(40)“Space Charge Formation in XLPE at Polarity Reversal under High Temperature ”

Hiroki Kasuga, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka,

8th International Symposium on Electrical Insulating Materials(ISEIM 2017), USB, pp.535-538, 2017/09, Toyohashi, Japan

(41)“Influence of Sample Thickness of Low-Density Polyethylene Film on Packet-like Charges Behavior and Dielectric Breakdown”

Koichi Ota, Minoru Kato , Hiroaki Miyake , Yasuhiro Tanaka , 8th International Symposium on Electrical Insulating

Materials(ISEIM 2017), USB,pp.597-600 2017/09, Toyohashi, Japan

(42)“Development of Semiconductor Sensor as a Use for Pulsed Electro-Acoustic Method”

Keita Sonoda, Kousuke Saito, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Kentarou Sawano, Takuya Maruizumi, Hideki Koshiishi

8th International Symposium on Electrical Insulating Materials(ISEIM 2017), USB, pp.601-604, 2017/09, Toyohashi, Japan

(43)“Reduction Effect of Cross-linking By-products on Dielectric Strength in Polyethylene under DC Stress”

Takehiro Kanai, Toshiyuki Fujitomi, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka,

8th International Symposium on Electrical Insulating Materials(ISEIM 2017), USB, pp.489-492, 2017/09, Toyohashi, Japan

(44)“Accumulation Characteristics of Fluorine Insulating Materials under Electron Beam Irradiation”

Masahito Miyoshi, Kimio Hijikata, Hiroaki Miyake and Yasuhiro Tanaka Charge

8th International Symposium on Electrical Insulating Materials(ISEIM 2017), USB, pp.508-511, 2017/09, Toyohashi, Japan

(45)“The relationship between accumulated charge in electron beam irradiated fluorine insulating materials”

M. Miyoshi, K. Hijikata, H. Miyake, Y. Tanaka,

31th International Symposium on Space Technology and Science (ISTS), Web, 2017/06, Matsuyama, Japan

(46)“Relationship between Electron Beam Irradiation Dose and Photoelectron Emission Characteristics of Electron Beam Irradiated Insulating Materials”

K. Suzuki, H. Miyake, Y. Tanaka, T. Okumura, S. Kawakita, M. Takahashi, K. Koga

31th International Symposium on Space Technology and Science (ISTS), Web, 2017/06, Matsuyama, Japan

(47)“Evaluation of Insulating Materials during DC Voltage Charging by DCIC Method”

Keita Sonoda, Koichi Ota, Shugo Yoshida, Tsuyoshi Tohmine, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka, Tatsuo Takada and Yoitsu Sekiguchi,

International Conference on Electrical Materials and Power Equipment(ICEMPE 2017), USB, pp.247-252, 2017/05, Xi'an, China

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- (48)“Charge Accumulation Characteristics of XLPE under DC stress with Semi-conductive Electrode”  
Hiroki Kasuga, Tatsuya Kamikawa, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka  
International Conference on Electrical Materials and Power Equipment(ICEMPE), USB, pp.14-19,  
2017/05, Xi'an, China
- (49)“A 12-Bit 3.3MS/s Pipeline Cyclic ADC with Correlated Level Shifting Technique”  
K. Chin, Y. Mishima, Y. Watanabe, H. Tsuchiya, H. San, T. Matsuura and M. Hotta  
International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS),  
Xiamen,  
2017, pp. 602-605. doi: 10.1109/ISPACS.2017.8266549
- (50)“The design of a 14-bit 400kSPS Non-binary Pipeline Cyclic ADC”  
H. Tsuchiya, Y. Watanabe, K. Chin, H. San, T. Matsuura and M. Hotta  
International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS),  
Xiamen, 2017, pp. 606-610. doi:10.1109/ISPACS.2017.8266550
- (51)“Experimental results of reconfigurable non-binary cyclic ADC”  
Y. Watanabe, K. Chin, H. Tsuchiya, H. San, T. Matsuura and M. Hotta  
International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS),  
Xiamen, 2017, pp. 611-615. doi: 10.1109/IS-PACS.2017.8266551.
- (52)“A 2nd-order  $\Delta\Sigma$  AD Modulator Using Ring Amplifier and SAR Quantizer with Simplified Operation Mode”  
C. Pan, H. San and T. Shibata  
MIXDES - 24th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems, Bydgoszcz,  
2017, pp. 45-49. doi:10.23919/MIXDES.2017.8004592
- (53)“Non-binary Cyclic and Binary SAR Hybrid ADC”  
K. Inoue, T. Matsuura, A. Hyogo, H. San  
MIXDES - 24th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems,  
Bydgoszcz, 2017, pp. 105-109. doi: 10.23919/MIXDES.2017.8005163
- (54) “Non-Binary Cyclic ADC with Correlated Level Shifting Technique”  
H. Tsuchiya, A. Uchiyama, Y. Mishima, Y. Watanabe, T. Matsuura, H. San and Masao Hotta  
22nd Asia and South Pacific Design Automation Conference ASP-DAC 2017, pp.17{18, Chiba, Japan, Jan.  
2017
- (55) “14bit 80kSPS Non-Binary Cyclic ADC without High Accuracy Analog Components”  
Y. Watanabe, H. Narita, J. Uchita, H. Tsuchiya, T. Matsuura, H. San and Masao Hotta  
22nd Asia and South Pacific Design Automation Conference ASP-DAC 2017, pp.15{16, Chiba, Japan, Jan.  
2017
- ( \* 5)(56) “Structural and electrical properties of compressive strained Ge channels fabricated on Si (111) and Si (100)”  
Md. Mahfuz Alam, Keijiro Sato, Kosuke Sawada, Kentarou Sawano  
Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018
- (57)“Fabrication of Ge MOS with low interface trap density by ALD of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on epitaxially grown Ge”  
Ryotaro Matsuoka, Eriko Shigesawa, Satoru Miyamoto, Kentarou Sawano and K.M. Itoh  
Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018
- ( \* 4)(58) “Formation of high quality Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ge interface by ALD directly on epitaxial Ge”  
Eriko Shigesawa, Masashi Fukumoto, Ryotaro Matsuoka, Ryosuke Sano, Kohei M. Itoh, Kentarou Sawano  
and Hiroshi Nohira  
Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018
- (59) “Fabrication and evaluation of Ge on Si (110) by using two-step growth method”  
K. Oki, K. Arimoto, J. Yamanaka, K. Nakagawa, K. Sawano

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018

(60) "Effect of Strain on the Binding Energy of Ge 2p and 3d core level"

R. Sano, S. Konoshima, K. Sawano, H. Nohira

Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018

(61) "Room-temperature magnetoresistance effect in Ge lateral spin valve devices"

M. Tsukahara, M. Yamada, T. Naito, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya

Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018

(62) "Electrical spin injection and transport in a SiGe alloy"

Michihiro Yamada, Takahiro Naito, Makoto Tsukahara, Shinya, Yamada, Kentarou Sawano, and Kohei Hamaya

Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018

( \* 19 ) (63) "Surface Morphology Evolution of Strained Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> Grown on Relaxed Ge(111)"

Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, Kentarou Sawano

ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019

(64) "Si/Ge Heterostructures with Various Surface Orientations"

Md. Mahfuz Alam and Kentarou Sawano (Invited)

EMN Epitaxy 2019, Amsterdam, the Netherlands, June 18-20, 2019

(65) "Strain states and critical thickness of Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> epitaxial layers on Ge-on-Si(111)"

Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yuya Wagatsuma, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano

ISTDM / ICSI 2019 Conference, Madison, USA, June 2-6, 2019

#### 【国際会議発表 テーマ2】

(1) "Formulation of stimuli-responsive gelatin microspheres coated with polysaccharides and their controlled release properties for biopolymers."

Takahiro Fujii, Maho Katayama, Takashi Kuroiwa, Akihiko Kanazawa

5<sup>th</sup> World Engineering Conference & Convention, Kyoto International Conference Center (Kyoto, Japan), No. PS 7-3-3, Nov. 30-Dec. 2, 2015.

(2) "Adsorptive treatment of dye wastewater using a chitosan-based particulate hydrogel: preparation and characterization as a pH-responsive adsorbent."

Kaori Saito, Takashi Kuroiwa, Akihiko Kanazawa

5<sup>th</sup> World Engineering Conference & Convention, Kyoto International Conference Center (Kyoto, Japan), No. PS 3-3-9, Nov. 30-Dec. 2, 2015.

(3) "Controlled preparation of lipid vesicles as carriers for hydrophilic drugs with high encapsulation efficiency by using water-in-oil-in-water multiple emulsions."

Akihiko Suzuki, Kaname Horikoshi, Takashi Kuroiwa, Akihiko Kanazawa, Sosaku Ichikawa

5<sup>th</sup> World Engineering Conference & Convention, Kyoto International Conference Center (Kyoto, Japan), No. PS 7-3-2, Nov. 30-Dec. 2, 2015.

(4) "Improvement of esterification activity of lipase in organic media by hydration-aggregation treatment."

Maho Katayama, Kenya Suzuno, Ayumi Igusa, Takashi Kuroiwa, Toru Matsui, Akihiko Kanazawa

Asian Congress on Biotechnology 2015, Hotel Istana (Kuala Lumpur, Malaysia), No. BPE-12, p.198, Nov. 15-19, 2015.

(5) "Efficient production of trehalose fatty acid esters by enzymatic transesterification using triglycerides as acyl donor substrate."

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Takashi Kuroiwa, Yoshihiro Aoki, Akihiko Kanazawa

Asian Congress on Biotechnology 2015, Hotel Istana (Kuala Lumpur, Malaysia), No. BPE-11, p.197, Nov. 15-19, 2015.

( \* 1 2 ) (6)“Enhanced Light Emission from N-Doped Ge Microdisks by Thermal Oxidation”

H. Hashimoto, X. Xu, K. Sawano, T. Maruizumi

Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRIME 2016), Honolulu, USA, Oct. 2-7 (2016).

(7)“Light Emission Enhancement from Ge Quantum Dots with Phosphorous  $\delta$ -Doping”

K. Sawano, K. Mizutani, K. Watanabe, X. Xu, T. Maruizumi

19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE 2016), Montpellier (France) (Sep 4-9, 2016)

(8)“Highly N-doped Ge Microdisks with Circular Bragg Gratings on Ge-on-Insulator”

H. Hashimoto, X. Xu, K. Sawano, T. Maruizumi

19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE 2016), Montpellier (France) (Sep 4-9, 2016)

(9)“Influences of Phosphorous  $\delta$ -Doping at Ge Quantum Dots / Si Interface on Photoluminescence Properties and Dot Formation”

K. Sawano, K. Watanabe, K. Mizutani, X. Xu, T. Maruizumi

The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18), Nagoya, Japan (Aug 7-12, 2016)

( \* 1 2 ) (10)“High Q-factor resonant photoluminescence from Ge-on-Insulator microdisks”

Xuejun Xu, Hideaki Hashimoto, Keisuke Yoshida, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi

SPIE Photonics Europe 2016, Brussels, Belgium, April 4-7, 2016

(11)“Anisotropic Diffusion and Relaxation of Water Molecules in Wood Observed by PFG-NMR”

Y.Hori, T.Kawaguchi, R. Kita, N. Shinyashiki, S. Yagihara, M. Fukuzaki, S. Sudo, and Y.Suzuki

26th Annual Meeting of MRS-Japan 2016, 横浜, 2016年12月

(12)“Dielectric Study on Dynamics of Water Molecules and Ions Restricted in Cement and Wood Materials”

S. Yagihara, F. Abe, N. Nishi, H. Saito, M. Asano, S. Watanabe, R. Kita, N. Shinyashiki, M. Fukuzaki, S. Sudo, and Y.Suzuki

11th International Conference on Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substanc, Italy, 2016年5月

(13)“Akihiko Kanazawa: Effect of hydration-aggregation treatment on the esterification activity of lipases.”

Maho Katayama, Takashi Kuroiwa, Toru Matsui

17<sup>th</sup> International Biotechnology Symposium 2016, Melbourne Convention Centre (Melbourne, Australia), No. 101, Oct. 24-27, 2016.

( \* 10 ) ( \* 1 8 ) (14)“The Resonant Phenomenon in the PL Spectra Measured in the Tensile-Strained Ge Microbridges”

Peiji Zhou, Xuejun Xu, Yuta Kanda, Sho Matsushita, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi

International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), Sendai, Japan, September 19-23, 2017

(15)“Circular distributed Bragg reflector resonators on highly n-doped Ge-on-insulator”

Hideaki Hashimoto, Yuta Kumazawa, Xuejun Xu, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi

10th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-10), Coventry, UK, May14-19 (2017)

( \* 1 0 ) ( \* 1 8 ) (16)“Resonant light emission from uniaxially tensile-strained Ge microbridges”

Sho Matsushita, Yuta Kanda, Xu Xuejun, Kentarou Sawano, Takuya Maruizumi

10th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-10), Coventry, UK, May14-19 (2017)



法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

( \* 10 ) (17) “Resonant light emission from highly n-doped germanium-on-insulator microdisks with circular Bragg grating”

Xuejun Xu, Hideaki Hashimoto, Kentarou Sawano, and Takuya Maruizumi

Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO: 2017), San Jose, US, May 14-19, 2017

(18) “Investigation of the molecular dynamics of restricted water in wood by broadband dielectric measurements”

S. Sudo, Y. Suzuki, F. Abe, Y. Hori, K. Kawaguchi, H. Saito, and S. Yagihara

27th Annual Meeting of MRS-Japan 2017, 横浜, 2017 年 12 月

(19) “Anisotropic Diffusion and Relaxation of Water Molecules in Wood Observed by PFG-NMR and Dielectric Spectroscopy”

Y. Hori, T. Kawaguchi, R. Kita, N. Shinyashiki, S. Yagihara, M. Fukuzaki, S. Sudo, and Y. Suzuki

27th Annual Meeting of MRS-Japan 2017, 横浜, 2017 年 12 月

(20) “High-speed analysis of droplet formation in microchannel emulsification using vegetable oils.”

Miki Ito, Takashi Kuroiwa, Akihiko Kanazawa

The 17th Congress of Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering, Hong Kong Convention and Exhibition

Center (Hong Kong, China), Micro-React-P10, p. 263, Aug. 23-27, 2017.

(21) “Enzymatic synthesis of trehalose esters via lipase-catalyzed transesterification using triacylglycerols with different acyl groups.”

Kohei Takeda, Takashi Kuroiwa, Yoshihiro Aoki, Akihiko Kanazawa

The 17th Congress of Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering, Hong Kong Convention and Exhibition Center (Hong Kong, China), Nano-Mat-P8, p. 625, Aug. 23-27, 2017

(22) “Germanium light source monolithically integrated on Si platform” (Invited)

Kentarou Sawano, Xuejun Xu, Takuya Maruizumi

International Conference on Small Science 2018 (ICSS 2018), Rome, Italy, July 4, 2018

( \* 14 ) (23) “Effects of post annealing on in-situ n-doped Ge-on-Si”

Yuta Kumazawa, Xuejun Xu, Kentarou Sawano, Takuya Maruizumi

Joint ISTDM / ICSI 2018, Potsdam, Germany, May 27 - 31, 2018

(24) “CMOS-compatible Germanium Light Sources” (Invited)

Kentarou Sawano, Xuejun Xu, Takuya Maruizumi

233rd ECS Meeting, Seattle, USA, May 13-17, 2018

(25) “Strained Ge Optoelectronic Devices Integrated on a Si Platform” (Invited)

Kentarou Sawano

Nanotech Malaysia 2018, Kuala Lumpur, Malaysia, May 7, 2018

( \* 13 ) (26) “Enhanced Photoluminescence from Strained Ge-on-Insulator Surface-Passivated with Hydrogenated Amorphous Si”

Kenta Niikura, Yuta Kumazawa, Natsuki Yamahata, Yusuke Hoshi, Tsukasa Takamura, Kimihiko Saito, Makoto Konagai, Kentarou Sawano

ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019

(27) “Optical Interferences in Monolayer Tungsten Disulfide and Tungsten Diselenide Encapsulated by Hexagonal Boron nitride”

Yusuke Hoshi, Shunya Hayashida, Kentarou Sawano

ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019

(28) “Effect of thermal annealing at a low temperature on exciton dynamics in semiconducting MoTe2

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

crystals"

Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, and Yusuke Hoshi  
SSDM2019, Nagoya University, Nagoya, Japan, September 2-5, 2019

(29) "Thermal stability of mechanically-exfoliated monolayer and few layer MoTe2"

Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, and Yusuke Hoshi  
ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019

【国内会議発表 テーマ1 & 2】 (件数が多いため、応用物理学会のみ記載)

第 63 回応用物理学会春季学術講演会、東京工業大学、2016 年 3 月 (11 件)

( \* 1 ) ( \* 1 7 ) [21p-P17-5] SiGe ストップ層を用いた歪み Ge-On-Insulator 構造の形成技術開発

矢島 佑樹、澤野憲太郎

[21p-P9-5] 貼り合わせ法による一軸性歪み SiGe-on-Insulator (SGOI) の作製

松尾 拓哉、澤野憲太郎

[20p-W323-5] アモルファス SiGe フォノンニック結晶ナノ構造の熱伝導

中川 純貴、Jeremie Maire、澤野憲太郎、野村 政宏

( \* 1 0 ) [21p-P16-11] 円形マイクロブリッジ構造による GOI の二軸引っ張り歪み増強

松下 奨、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[20a-H112-10] イオン注入を利用した圧縮歪み Si/緩和 Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> ヘテロ構造の作製におけるイオン注入条件の検討

有澤 洋、澤野憲太郎、宇佐美 徳隆

( \* 1 1 ) [21p-P16-12] Ge 量子ドット/Si 界面への P デルタドーピングが発光特性とドット形成に与える影響

渡邊 幸樹、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[20p-W323-12] エピタキシャル Ge ナノドット含有 Si 構造を用いた Si 系熱電材料の性能向上

山阪 司祐人、渡辺 健太郎、澤野憲太郎、竹内 正太郎、酒井 朗、中村 芳明

[21a-P8-22] 高効率 GaInP//Si 低倍率集光型・波長スプリッティング太陽電池

久保田 智也、佐藤 綾祐、澤野憲太郎、Sichanugrist Porponth、小長井 誠

[22a-W321-7] 低倍率集光型 Si ヘテロ接合太陽電池の動作解析

佐藤 綾祐、櫻井 健太、澤野憲太郎、Sichanugrist Porponth、中田 和吉、小長井 誠

[20p-H112-5] 選択的イオン注入法で作製した一軸性歪 Ge の異方性応力評価

山本 章太郎、武内 一真、小瀬村 大亮、此島 詩織、澤野憲太郎、小椋 厚志

[21p-P9-7] 微傾斜基板を用いた伸張歪み Si/緩和 SiGe/Si (110) ヘテロ構造のモフォロジー及び素子特性

宇津山 直人、佐藤 圭、山田 崇峰、有元 圭介、山中 淳二、中川 清和、原 康介、宇佐美 徳隆、澤野憲太郎

第 77 回応用物理学会秋季学術講演会、朱鷺メッセ、新潟 2016 年 9 月 (13 件)

[14p-B12-13] SiGe フォノンニック結晶におけるナノスケール熱伝導

野村 政宏、中川 純貴、澤野憲太郎

( \* 1 0 ) [15a-P8-4] 高濃度 n 型ドーブ Ge マイクロディスクの共振フォトルミネセンス

橋本 秀明、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[16a-A24-9] ヘテロ接合型 Si 太陽電池の開放電圧の制限要素

佐藤 綾祐、澤野憲太郎、Porponth Sichanugrist、中田 和吉、小長井 誠

[14a-B12-2] Si 薄膜中エピタキシャル Ge ナノドット積層構造における熱伝導率の低減

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

渡辺 健太郎、山阪 司祐人、澤野憲太郎、中村 芳明

[15p-A35-14] 鉄シリサイドナドット積層構造の制御による熱電物性向上

坂根 駿也、渡辺 健太郎、藤田 武志、澤野憲太郎、中村 芳明

( \* 2 ) [16a-D61-5] Si(110)基板上 SiGe 膜の歪み緩和におけるイオン注入の効果

加藤 まどか、村上 太陽、有元 圭介、山中 淳二、中川 清和、澤野憲太郎

( \* 9 ) [16a-D61-2] Epitaxial Lift-Off (ELO)法を用いた GOI 基板の作製

大久保 亮太、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[14a-C41-4] Electrical spin injection and detection in n<sup>+</sup>-Ge using Schottky tunnel contacts

藤田 裕一、山田 道洋、山田 晋也、金島 岳、澤野憲太郎、浜屋 宏平

( \* 10 ) [15a-P8-6] GOI 上歪み円形マイクロブリッジの発光特性

大野 剛嗣、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[13a-D61-6] Si ナノウォール構造の作製

篠塚 敦史、徐 学俊、澤野憲太郎、吉葉 修平、平井 政和、市川 幸美、小長井 誠

[14a-A24-9] 多接合波長スプリッティング太陽電池の実現に向けた屋外発電特性評価

高橋 怜美、澤野憲太郎、Porponth Sichanugrist、熊田 昌年、渡辺 晴菜、植田 謙、小長井 誠

[15p-P11-8] イオン注入歪み緩和法を用いて形成した Si/Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>/Si(001) 構造の結晶性評価

村上 太陽、有元 圭介、山中 淳二、原 康祐、山本 千綾、宇佐美 徳隆、星 裕介、有澤 洋、澤野憲太郎、中川 清和

[15p-P11-7] 伸張歪み Si/緩和 SiGe/Si(110)ヘテロ構造の結晶成長中における表面形状形成過程に関する研究

山田 崇峰、宇津山 直人、佐藤 圭、白倉 麻衣、山本 千綾、有元 圭介、山中 淳二、原 康祐、宇佐美 徳隆、澤野憲太郎、中川 清和

#### 第 64 回応用物理学学会春季学術講演会、パシフィコ横浜、2017 年 3 月 (5 件)

( \* 18 ) [16a-F204-2] An Optical Resonator for Tensile-strained Ge Microbridge by Using Multimode Interference Coupler Loop Mirrors

徐 学俊、松下 奨、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[15a-422-2] 波長スプリッティング太陽電池ボトムセルへの応用を目指したヘテロ接合 Ge 太陽電池

大谷 俊貴、佐藤 綾祐、澤野憲太郎、小長井 誠

[15p-E206-8] ナドット含有 Si 薄膜における構造と出力因子の関係

坂根 駿也、渡辺 健太郎、藤田 武志、澤野憲太郎、中村 芳明

[15p-P14-8] 高空間分解能 HXPES による Ge 2p 内殻準位の結合エネルギーに歪みを与える影響の検出

佐野 良介、此島 志織、滝沢 耕平、澤野憲太郎、野平 博司

[15a-422-3] InGaP//Si 波長スプリッティング太陽電池の屋外発電特性

高橋 怜美、澤野憲太郎、熊田 昌年、渡辺 晴菜、山田 繁、植田 謙、小長井 誠

#### 第 78 回応用物理学学会秋季学術講演会、福岡国際会議場、福岡 2017 年 9 月 (8 件)

( \* 3 ) [8p-C19-4] 二段階成長法を用いた Si(110)基板上 Ge 層の作製と評価

大木 健司、有元 圭介、山中 淳二、中川 清和、澤野憲太郎

( \* 4 ) [6a-PA9-1] エピタキシャル Ge 上の直接 ALD による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の形成と評価

繁澤 えり子、佐野 良介、池上 和彦、澤野憲太郎、野平 博司

[5p-A503-5] ナドット含有 Si 薄膜の熱電特性に与える熱処理の影響

坂根 駿也、渡辺 健太郎、藤田 武志、Md. Mahfuz Alam、澤野憲太郎、中村 芳明

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

[5p-A503-4] 組成制御による SiGe/Si 超格子の出力因子増大

谷口 達彦、奥畑 亮、渡辺 健太郎、Md. Mahfuz Alam、澤野憲太郎、藤田 武志、中村 芳明

[7p-PA9-4] Si キャップ/Ge 量子ドット積層構造の XPS 評価

花田 直士、田中 彰博、新藤 恵美、徐 学俊、澤野憲太郎、野平 博司、丸泉 琢也

[6a-C18-4] 低 RA ショットキートンネル接合電極を用いた n-Ge 中の室温スピン伝導検出

塚原 誠人、山田 道洋、藤田 裕一、内藤 貴大、山田 晋也、澤野憲太郎、浜屋 宏平

(\*11) [7p-PA9-3] Ge 量子ドットへの P-Spin-on-Doping が発光特性に与える効果

原田 波子、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

(\*8) [6p-C13-4] Spin-on-dopant 拡散による Ge ダイオードの電流注入での発光

岡重 柊汰、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

### 第 65 回応用物理学会春季学術講演会、早稲田大学、2018 年 3 月【10 件】

[19p-P10-1] 歪み Ge チャネル構造における P ドープを用いたパラレル伝導の抑制

澤田 浩介、高士 孝司、ミロノフ マクシム、澤野憲太郎

[18a-D101-2] ヘテロ接合型 Si 太陽電池の Electroluminescence 特性

近藤 嶺、澤野憲太郎、市川 幸美、小長井 誠

[20a-F214-5] In-situ n 型ドープ Ge-on-Si におけるポストアニールの影響

熊澤 祐太、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

(\*16) [19a-B201-1] Ge 中赤外光グレーティングカプラ

大迫 力人、徐 学俊、澤野憲太郎、丸泉 琢也

[19p-P10-5] Ge(111) 基板上の歪み Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> 膜成長と臨界膜厚の評価

坂本 優、山田 道洋、浜屋 宏平、澤野憲太郎

(\*5) [19p-P10-6] MBE と ALD による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/歪み Ge チャネル構造の形成と電気特性評価

佐藤 慶次郎、繁澤 えり子、岩永 洋斗、マクシム ミロノフ、澤野憲太郎

[20p-C304-8] SiGe ナノワイヤーにおける弾道的熱輸送

岡本 昂、柳澤 亮人、アラム マハフーズ、澤野憲太郎、野村 政宏

[19a-G203-6] Room-temperature spin transport in n-Ge probed by four-terminal nonlocal measurements

山田 道洋、塚原 誠人、藤田 祐一、内藤 貴大、山田 晋也、澤野憲太郎、浜屋 宏平

[17a-F102-10] ナノ構造化 Si 薄膜における出力因子決定機構

坂根 駿也、渡辺 健太郎、成瀬 延康、Md. Mahfuz Alam、澤野憲太郎、森 伸也、中村 芳明

[17a-F102-9] 界面制御による Si/SiGe 超格子の出力因子操作

谷口 達彦、渡辺 健太郎、Md. Mahfuz Alam、澤野憲太郎、中村 芳明

### 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会、名古屋国際会議場、名古屋 2018 年 9 月 (6 件)

[20p-234B-6] 低温における SiGe ナノワイヤー中の熱輸送に関する考察

岡本 昂、柳澤 亮人、アラム マハフーズ、澤野 憲太郎、野村 政宏

[19p-PB7-1] 選択エッチングを用いた歪み SiGe(111)-On-Insulator 基板の作製

大島 修一郎、坂本 優、山田 道洋、浜屋 宏平、澤野 憲太郎

[18p-235-9] Ge 量子ドットを有する円形 DBR 微小共振器構造の発光特性

石井 大介、水谷 昂平、原田 波子、徐 学俊、丸泉 琢也、澤野 憲太郎

[18p-235-11] ウェットエッチングによる歪み Ge マイクロブリッジの作製

田村 亮貴、大久保 亮太、徐 学俊、丸泉 琢也、澤野 憲太郎

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

[21p-131-1] [優秀論文賞受賞記念講演] Room-temperature spin transport in n-Ge probed by four-terminal nonlocal measurements

山田 道洋、塚原 誠人、藤田 裕一、内藤 貴大、山田 晋也、澤野 憲太郎、浜屋 宏平

[19p-PB7-3] 伸張歪み Si/緩和 SiGe/Si (110) ヘテロ構造のゲート電圧印加 Hall 測定による移動度評価  
浪内 大地、佐藤 圭、澤野 憲太郎、有元 圭介、山中 淳二、原 康祐、中川 清和

#### 第 66 回応用物理学会春季学術講演会、東京工業大学、2019 年 3 月【4 件】

( \* 6 ) [12p-M113-9] ガラス上への Ge 貼り合わせにおける界面アモルファス層挿入の効果

小野 貴史、高藤 裕、澤野 憲太郎

[9p-W371-3] 温度と組成に依存する Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> ナノワイヤ中の準弾道的熱輸送

岡本 昂、柳澤 亮人、マハフーズ アラム、澤野 憲太郎、黒澤 昌志、野村 政宏

[10a-W351-4] 高出力因子 Si-rich SiGe/Si 超格子における更なる低熱伝導率化

谷口 達彦、石部 貴史、Md. Mahfuz Alam、澤野 憲太郎、中村 芳明

[12a-PB3-3] 水素ラジカル加熱を用いたガラス基板上 Poly-Si 形成技術開発

中家 大希<sup>1</sup>、斎藤 慎吾<sup>1</sup>、荒井 哲司<sup>1</sup>、上村 和貴<sup>1</sup>、有元 圭介<sup>1</sup>、原 康祐<sup>1</sup>、山中 淳二<sup>1</sup>、中川 清和<sup>1</sup>、高松 利行<sup>2</sup>、澤野 憲太郎<sup>3</sup>

#### 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、北海道大学、札幌 2019 年 9 月 (9 件)

[19p-E313-7] In-situ ドープによる Ge-on-Si (111) の n 型伝導制御

水口 俊希、大島 修一郎、澤野 憲太郎

[19p-E313-6] P ドープ Ge-on-Si における拡散ストップ層挿入の効果

山田 航大、熊澤 裕太、丸泉 琢也、澤野 憲太郎

( \* 15 ) [18p-PA2-1] ナノ多孔層ガラス基板を利用した Ge ナノドットの作製

石井 大介、下田 麻由、伊藤 匠、星 裕介、藤間 卓也、澤野 憲太郎

[18a-PA5-3] サブ波長格子構造を有する Si 中赤外導波路

大迫 力人、徐 学俊、忠永 修、澤野 憲太郎、丸泉 琢也、俵 毅彦、後藤 秀樹

[19p-E307-7] 欠陥制御によるナノ結晶含有 Si 薄膜の熱電特性改善

坂根 駿也、石部 貴史、成瀬 延康、目良 裕、Md. Mahfuz Alam、澤野 憲太郎、中村 芳明

[21p-E201-7] hBN/1L-WSe<sub>2</sub>/hBN 構造の光取り出し効率の改善

林田 隼弥、渡邊 賢司、谷口 尚、増淵 覚、守谷 頼、町田 友樹、澤野 憲太郎、星 裕介

[19p-E313-4] Ge-on-Si (111) 及び Ge (111) 基板上の歪み Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> の臨界膜厚

我妻 勇哉、Md. Mahfuz Alam、岡田 和也、星 裕介、山田 道洋、浜屋 宏平、澤野 憲太郎

[19p-E313-9] 歪み Si/緩和 SiGe/Si (110) ヘテロ構造 p-MOSFET における電界効果移動度の歪み Si 膜厚依存性

藤澤 泰輔、各川 敦史、浪内 大地、斎藤 慎吾、佐野 雄一、泉 大輔、山中 淳二、原 康祐、澤野 憲太郎、中川 清和、有元 圭介

[19p-E313-8] 歪み Si/緩和 SiGe/Si (110) ヘテロ構造の反転キャリアの Hall 移動度評価

浪内 大地、澤野 憲太郎、各川 敦史、佐野 雄一、泉 大輔、有元 圭介、山中 淳二、原 康祐、中川 清和

#### 第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 上智大学、東京 2020 年 3 月 (5 件)

( \* 17 ) [12p-D519-8] GOI 基板作製における貼り合わせ後熱処理の影響

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

柴田 翔吾、石川 亮佑、星 裕介、澤野 憲太郎

[14a-A404-4] 単層 MoTe<sub>2</sub> の hBN 封止構造における熱処理による光学特性への影響

林田 隼弥、齋藤 梨沙、渡邊 賢司、谷口 尚、澤野 憲太郎、星 裕介

[13a-D511-5] Si-rich SiGe/Si 超格子における高熱電出力因子の要因

谷口 達彦、石部 貴史、Md. Mahfuz Alam、澤野 憲太郎、中村 芳明

[12p-D519-6] Ge-on-Si 基板のパターニングによる歪み SiGe 層中クラック発生抑制

我妻 勇哉、Md. Mahfuz Alam、岡田 和也、星 裕介、山田 道洋、浜屋 宏平、澤野 憲太郎

[13a-D511-6] ナノ構造化 Si 薄膜における構造制御による高熱電性能化

坂根 駿也、石部 貴史、成瀬 延康、目良 裕、Alam Md. Mahfuz、澤野 憲太郎、中村 芳明

#### <研究成果の公開状況> (上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

#### 【シンポジウム・セミナー開催】 (【資料1】)

2015年 12月 14日 キックオフ・シンポジウム開催

2016年 4月 29日 総研セミナー開催

2017年 5月 8日 総研セミナー開催

2017年 12月 15日 総研セミナー開催

2018年 6月 28日 総研セミナー開催

2019年 4月 25日 総研セミナー開催

#### 【イベント出展】

2017年 1月 24日 JST 新技術説明会にて技術紹介

2018年 8月 31日 イノベーションジャパン出展(総合研究所の大学組織展示として)

2018年 12月 12-14日 SEMICON Japan 2018 出展

2019年 12月 11-13日 SEMICON Japan 2019 出展

#### 【新聞・雑誌 記事掲載】 (【資料2】)

2016年 1月 25日 フジサンケイビジネスアイ(16面)「ゲルマニウムを基盤とする半導体デバイス開発に着手」

2016年 5月 30日 日本経済新聞(13面)「基板の面積広げ 消費電力抑える」

2016年 6月 28日 日刊工業新聞(31面)「大面積ゲルマニウムウェハー 絶縁膜上に作製」

2017年 5月 17日 日刊工業新聞(29面)「ゲルマニウム内電子流れ解明 次世代半導体技術に道」(阪大と共同)

#### 【インターネット公開】

総合研究所の HP にて研究内容、プロジェクトについて掲載

<http://www.arl.tcu.ac.jp/>

<これから実施する予定のもの>

・総合研究所ホームページでの本プロジェクト成果報告内容の公開 2020年 7月公開予定

・2020年 9月総研セミナー(成果報告会)開催予定

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

## 14 その他の研究成果等

## 【受賞】

- ① 応用物理学会 結晶工学分科会研究会(未来塾) 発表奨励賞(2016年11月7日)  
受賞者: 修士課程2年 橋本秀明  
タイトル: 「円形ブラッグ・グレーティングを有する Ge マイクロディスクの共振 PL」  
共著者: 橋本秀明, 徐学俊, 澤野憲太郎, 丸泉琢也
- ② 第21回電子デバイス界面テクノロジー研究会「最優秀講演賞(服部賞)(2016年1月23日)  
受賞者: 修士課程1年 橋本秀明  
タイトル: 「表面不活性化による歪み Ge-on-Insulator の発光強度増大」  
共著者: 橋本秀明, 徐学俊, 澤野憲太郎, 丸泉琢也
- ③ 応用物理学会 シリコンテクノロジー分科会 論文賞 2018年3月19日  
“Room-temperature spin transport in n-Ge probed by four-terminal nonlocal measurements”  
受賞者: 山田道洋, 塚原誠人, 藤田裕一, 内藤貴大, 山田晋也, 澤野憲太郎, 浜屋宏平
- ④ 平成28年度東京都市大学優秀研究賞・若手研究者奨励賞 2016年9月9日  
受賞者: 徐学俊  
受賞業績: 「ゲルマニウムを用いる発光材料及びデバイスの高性能化に関する研究」
- ⑤ 平成29年度東京都市大学優秀研究賞・優秀研究者賞 2017年9月4日  
受賞者: 澤野 憲太郎  
受賞業績: 「次世代半導体デバイスの基盤となる高性能結晶の形成技術開発に関する研究」

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

<「選定時」に付された留意事項>

なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

なし

<「中間評価時」に付された留意事項>

なし

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

なし



法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

## 16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 訳						備 考
		法 人 負 担	私 学 助 成	共同研 究機関 負担	受託 研究等	寄付金	その他(科研費・ALCA)	
平成 27 年度	施 設	0						
	装 置	24,289	12,145	12,144				ALD薄膜成長装置 近赤外光検出器
	設 備	0						
	研究費	10,588	3,033	2,455			5,100	
平成 28 年度	施 設	0						
	装 置	0						
	設 備	0						
	研究費	15,522	5,614	3,108		3,000	3,800	
平成 29 年度	施 設	0						
	装 置	0						
	設 備	0						
	研究費	17,467	7,847	1,820		3,800	4,000	
平成 30 年度	施 設	0						
	装 置	0						
	設 備	0						
	研究費	7,872	4,192	3,290			390	
平成 31 年度	施 設	0						
	装 置	0						
	設 備	0						
	研究費	19,832	4,142	3,290		5,100	7,300	
総 額	施 設	0	0	0	0	0	0	
	装 置	24,289	12,145	12,144	0	0	0	
	設 備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	71,281	24,828	13,963	0	11,900	20,590	
総 計	95,570	36,973	26,107	0	11,900	0	20,590	

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

## 17 施設・装置・設備の整備状況 (私学助成を受けたものはすべて記載してください。)

《施設》(私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。) (千円)

施設の名 称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
該当なし							

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

m<sup>2</sup>

《装置・設備》(私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。)

(千円)

装置・設備の名称	整備年度	型 番	台 数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置)							
高分解XPS装置	平成2, 3年	ESCA-300	1式	400 h	143,712	143,712	文部科学省
電子線描画装置	平成16年	JBX-5DII(U)	1式	2,000 h	0	0	現物寄附
イオン注入装置	平成16年	IM-200M-RD	1式	1,000 h	0	0	現物寄附
X線回折装置	平成16年	X' Pert-MRD	1式	2,000 h	0	0	現物寄附
プラズマCVD装置	平成16年	UPC-3000S	1式	400 h	0	0	現物寄附
MBE成長装置	平成16年	VG-80M	1式	2,000 h	0	0	現物寄附
スパッタリング成膜装置	平成22年	UTH-0503	1式	400 h	14,910	9,940	私学助成
スパッタリング装置基板加熱機構	平成23年	UTH-0503改造	1式	400 h	12,000	8,000	私学助成
ICPエッチング装置	平成15年	L-201D-SLA	1式	1,000 h	7,425	4,950	私学助成
電子線描画装置用ディスクシステム	平成21年	TU-80	1式	2,000 h	2,468	1,234	私学助成
ALD薄膜成長装置	平成27年	SP562-AL	1式	400 h	13,000	6,500	私学助成
近赤外光検出器	平成27年	Ex-IGA	1式	1,000 h	11,289	5,644	私学助成
				h			
				h			
(研究設備)				h			
				h			
				h			
				h			
				h			
(情報処理関係設備)							
ハイパフォーマンス計算機	平成21年	HPC7000/HPC5000	1式	14,000 h	12,000	8,000	私学助成
				h			
				h			

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

## 18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 27 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消耗品費	230	実験材料、PC	230
光熱水費			
通信運搬費			
印刷製本費			
旅費交通費			
報酬・委託料	1,485	委託料、講演料	1,485
修繕費	1,812	装置修理、設備保守	1,812
計	3,527		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	536	アルバイト	536
教育研究経費支出			
計	536		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	1,425	バージョンアップ	1,425
図 書			
計	1,425		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費			
計	0		

年 度	平成 28 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消耗品費	1,974	試作資料作製、実験治具	1,974
光熱水費			
通信運搬費			
印刷製本費			
旅費交通費	506	海外出張	506
報酬・委託料	88	委託料、講演料	88
設備賃借	306	設備賃借	306
修繕費	1,838	装置修理、設備保守	1,838
計	4,712		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	834	アルバイト	834
教育研究経費支出			
計	834		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	1,593	設備関係	1,593
図 書			
計	1,593		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター	1,583	ポスト・ドクター雇用費	1,583
研究支援推進経費			
計	1,583		

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

年 度	平成 29 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	1,397	試作資料作製、実験治具	1,397
光 熱 水 費			
通 信 運 搬 費			
印 刷 製 本 費			
旅 費 交 通 費			
報 酬・委 託 料	381	委 託 料、講 演 料	381
修 繕 費	2,289	建 物 修 繕 費、設 備 修 繕 費、設 備 保 守	2,289
計	4,067		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	819	ア ル バ イ ト	819
教 育 研 究 経 費 支 出			
計	819		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教 育 研 究 用 機 器 備 品	2,127	機 器 備 品 費	2,127
図 書			
計	2,127		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター	2,654	ポ ス ト・ド ク ター 雇 用 費	2,654
研 究 支 援 推 進 経 費			
計	2,654		

年 度	平成 30 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	2,473	試作資料作製、実験治具	2,473
光 熱 水 費			
通 信 運 搬 費			
印 刷 製 本 費			
旅 費 交 通 費	1,426	海 外 出 張、国 内 出 張	1,426
報 酬・委 託 料	879	分 析・廃 液 処 理、中 間 報 告	879
修 繕 費・手 数 料	1,059	調 査、修 理	
計	5,837		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	297	ア ル バ イ ト 雇 用	297
教 育 研 究 経 費 支 出			
計	297		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教 育 研 究 用 機 器 備 品	1,346	実 験 用 機 器	1,346
図 書			
計	1,346		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター			
研 究 支 援 推 進 経 費			
計	0		

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

年 度	平成 31 年度			
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳		
		主 な 使 途	金 額	主 な 内 容
教 育 研 究 経 費 支 出				
消 耗 品 費	3,962	試作資料作製、実験治具	3,334	PC(528)、基盤材料(321)他
光 熱 水 費				
通 信 運 搬 費				
印 刷 製 本 費				
旅 費 交 通 費	18	旅費	18	外部有識者旅費(18)
報 酬・委 託 料	1,151	測定処分加工、謝金	1,151	廃液処理(270)、基材分析(187)他
修 繕 費	1,799	オーバーホール、検査、修理	1,799	ALD装置オーバーホール(972)、JBX-5000LS装置状態確認(477)他
計	6,930			
ア ル バ イ ト 関 係 支 出				
人 件 費 支 出 (兼務職員)	96	アルバイト雇用	96	時給1100円、年間時間数 88時間 実人数 7人
教 育 研 究 経 費 支 出				
計	96			
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)				
教 育 研 究 用 機 器 備 品	405	実験用機器	405	スピコーター(302)、定圧厚さ測定器(102)
図 書				
計	405			
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント				
ポスト・ドクター				
研究支援推進経費				
計	0			