

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	五島育英会	大学名	東京都市大学
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		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

今日のユビキタス社会を支える情報通信処理技術 (ICT) は、半導体 (シリコン) 大規模集積回路 (LSI) 技術と、光通信による高速伝送技術に支えられている。今後、ますます増大する情報量を、従来技術により処理する場合、それにかかる消費電力の膨大化は必至であり、その抑制は世界的に最重要課題である。この問題を打破する革新的技術として、量子コンピュータ等の量子情報処理技術やオンチップ光配線技術が期待され、国内外で研究が鋭意展開されているが、いまだ革新的デバイスの実用化には至っていない。本研究プロジェクトでは、シリコン上に集積可能である、ゲルマニウム (Ge) を基幹材料として、超低消費電力化、演算処理の超高速化を可能とする電子系・光系量子ナノデバイスの開発を進める。さらに開発した Ge 量子デバイスとナノ・エレクトロ・メカニカル・システム (NEMS) との融合研究を世界に先駆けて推進し、単電荷センサーや超微小位置歪みセンサー等への広い応用が可能となる、Ge 系新機能・量子デバイスの研究基盤を構築することを目的とする。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

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。特に基板作製技術をより進展させることで、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 ウェハの 100 倍) を全て兼ね備えた GOI 基板の創出に成功した。これにより、量産化が可能である、GOI 大口径ウェハの実現につながる。

また、Ge 量子デバイスのための基盤技術として、Ge エピタキシャル成長と高誘電率 (high-k) 材料の原子層堆積法を組み合わせることで、高品質 high-k/Ge 界面の実現に成功した。

さらに、Ge NEMS (MEMS) デバイス実現へ向けて、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、このブリッジ構造から非常に良好な室温発光が得られ、MEMS 融合光デバイス実現につながる。

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

**平成 27 年度選定「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

- 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NEMS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	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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

		価・解析	最適化
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 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ンデバイスの 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
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 Bougard	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ニクスシステ 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 D artmouth・ 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	超短パルス発生の基礎物理の 解明とライフサイエンス応用分 野の開拓

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

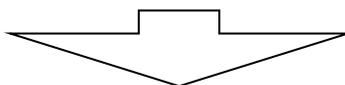
宇佐美德隆	名古屋大学 大学院 教授	ゲルマニウム・シリコンヘテロ構造 結晶成長の最適プロセスの開発と 評価	ゲルマニウムレーザデバイスの 高性能化と開発加速
大橋 鉄也	北見工業大学 教授	NEMS構造の力学特性解析と結 晶塑性解析による転位密度評価	ナノ電子、光学系量子デバイス とNEMS融合デバイスの構造 最適化

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクト外での研究課題	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 研究進捗状況(※ 5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、フォトニ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40名、卒論生50名が関わった。

(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: 1,019m² [クリーンルーム 303 m²、準クリーンルーム 203 m²]

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) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

< 現在までの進捗状況及び達成度 >

【テーマ1 : Ge 電子系量子デバイス開発の研究進捗状況】

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 ウェハ上へのエピタキシャル成長と、ウェハボンディング(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 大口径ウェハの実現につながる。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 チャネルデバイスの高移動度化の必須となる。

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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Al₂O₃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。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Al₂O₃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。

【テーマ2 : Ge光系量子デバイス開発の研究進捗状況】

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(*6)。

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(*7)。

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(*8)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(*8)。

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(*9)。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(*10)、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。

<特に優れた研究成果>

① これまでナノエレクトロニクス研究センターにおいて独自に開発を進めている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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

一化、高移動度(市販のGe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。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)デバイス実現へ向けて、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、このブリッジ構造から非常に良好な室温発光が得られ、MEMS融合光デバイス実現につながる。

<問題点とその克服方法>

① GOIの超薄膜化を進めるに従い、GOIの移動度が低下していることが確認され、今後作製技術、特に成長温度、Ge組成、膜厚、エッチング条件のさらなる最適化によって高移動度化を達成する。

② Geマイクロブリッジ構造からの良好な発光が得られているものの、発光強度増大率の期待値を下回っている。これは表面再結合、欠陥での再結合が原因と考えられ、ALDによる表面不活性化を進める。また、ブリッジ構造での高濃度n型ドーピングを進める。

<研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見直しを含む。)>

本事業で開発した大口径Ge(GOI)ウェハー作製技術を、ウェハーメーカーと連携することで実用化につなげたいと考えている。ウェハーメーカーの中でも、特にSi-on-Insulator(SOI)の技術を持つ企業との連携により、SOIの性能を大きく超えるGOIウェハーを実用化すれば、半導体デバイスメーカーへの供給が期待できる。

<今後の研究方針>

上記の問題点克服方法を進めていくと共に、下記項目を進める。

【テーマ1】

① より高い移動度、量子デバイス、スピントロニクスデバイス応用へ向け、Ge(100)に加えて、Ge(111)基板上に2次元電子ガスおよび正孔ガスの形成を目指し、Ge/SiGe/Siヘテロ構造の作製と電気特性評価を進める。

② Ge量子デバイスへ向け、Geエピタキシャル成長とALDによる高品質ゲートスタック形成などの、ゲート誘起量子ドットデバイスへ向けた基礎技術を確立する。

③ Geマイクロブリッジ構造に2次元正孔ガスを融合させ、ブリッジ構造における電気特性評価を進め、NEMSデバイス実現へつながる技術確立を進める。

【テーマ2】

① Ge ELデバイスの構造最適化、表面パッシベーション、高濃度ドーピングを進め、EL発光強度を高めレージング実現を目指す。

② Geマイクロブリッジ構造において、MEMSデバイス・ストレス印可構造の融合手法の検討、またDBRなどの共振構造の形成と評価を進める。

<今後期待される研究成果>

上記の研究計画を進めることで、高速Ge量子デバイスと高効率Ge発光デバイスのマイクロブリッジ構造との融合化を実現し、それによって、新規GeベースNEMS(MEMS)デバイスにつながる基盤技術が確立される。

<自己評価の実施結果及び対応状況>

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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1】)。

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、発表文献数と FWCI 値 (Field weighted citation impact=1 文献当たりの被引用数を、同じ出版年・同じ分野・同じ文献タイプの文献の世界平均で割ったもの。)に注目した。発表文献数では、学内全教員(262 名)の順位を付けると、上位 5 名中本事業メンバーが 3 名入り、代表者澤野は 4 位となっている。材料科学分野での FWCI 値については、上位 10 名の中に本事業メンバー 5 名が入った (代表者澤野は 2 位)。これらの結果は事業開始前のデータも含んでいるが、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、特に FWCI 値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。

<外部(第三者)評価の実施結果及び対応状況>

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、既に 2 回開催した。今後、外部評価委員会を適宜、開催し、ご指導を仰ぐ予定である。

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 (*)	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のご評価を頂いた。(評価シ

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

ートについては添付【資料2】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

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 δ -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 La2O3/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).

(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

(* 8) (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”

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_{1-x}C_x 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 δ -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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(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 Igarashi, 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).

(* 9) (13)“Light emission enhancement from Ge quantum dots with phosphorous δ -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.jcrysgro.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.jcrysgro.2016.12.076

(15)“TEM Observation of Si_{0.99}C_{0.01} 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-FeSi₂ Thin Films on Si(111) and Approach for Their 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_{1-x}C_x 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_{1-x}C_x heterostructures formed on Ar ion implanted Si (100) substrates”

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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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⁺ 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 Co₂FeAl_{0.5}Si_{0.5} 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 δ -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 La₂O₃/La₂O₃/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 ”

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)

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- (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 Components”
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_{1-x}Ge_x (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

【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 0) (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
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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(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, Kunihiro 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, Kunihiro 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, Seichi Sudo, and Kenju Otsuka
Appl. Opt. **55** (27) 7574-7582 (2016)

(* 1 0) (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, Kunihiro Uemura, Akihiko Kanazawa
Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects, **514**, 69-78, 2017.

(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)

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(※ 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)

< 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

「シリコンフォトニ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

(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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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_{1-x}C_x 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)

(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 δ -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_{1-x}C_x 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) (13)“Formation of Strained Ge-on-Insulator (GOD) 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 Co₂FeSi_{0.5}Al_{0.5}/n⁺-Ge Schottky Tunnel Contacts”

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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

(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 Irradlated 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.

(26)“Experimental Implementation of β -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 80kps Cyclic ADC Based on β -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 β -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)

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

- (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 Al₂O₃ 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 Teyssedre 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
- (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,

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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

(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),

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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

【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
5th 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
5th 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
5th 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.”

Takashi Kuroiwa, Yoshihiro Aoki, Akihiko Kanazawa
Asian Congress on Biotechnology 2015, Hotel Istana (Kuala Lumpur, Malaysia), No. BPE-11, p.197,

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

Nov. 15-19, 2015.

(* 1 0) (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 δ -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 δ -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 0) (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

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

(* 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)

(* 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)

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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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

【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) [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

(* 8) [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_{1-x}C_x 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

(* 9) [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・波長スプリットング太陽電池

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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

[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

(*10) [15a-P8-4] 高濃度 n 型ドーパ 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

渡辺 健太郎、山阪 司祐人、澤野憲太郎、中村 芳明

[15p-A35-14] 鉄シリサイドナノ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

(*7) [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+-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

(*8) [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ト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 譲、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_{1-x}C_x/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 回応用物理学会春季学術講演会、パシフィコ横浜、2017 年 3 月 (5 件)

[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] 波長スプリット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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

大谷 俊貴、佐藤 綾祐、澤野憲太郎、小長井 誠

[15p-E206-8] ナノドット含有 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が与える影響の検出

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 Al2O3 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] ナノドット含有 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

[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

(* 9) [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

(* 6) [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

[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_{1-x}Ge_x 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 Al₂O₃/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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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

<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

ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

<既に実施しているもの>

【シンポジウム・セミナー開催】(総合研究所 HP(<http://www.arl.tcu.ac.jp/>))にて公開)

2015 年 12 月 14 日 キックオフ・シンポジウム開催 (【資料3】)

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

【新聞・雑誌 記事掲載】(工学部 HP(<http://www.ee.tcu.ac.jp/>))にて公開)

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」(【資料4】)

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」

2016 年 10 月 25 日 日経産業新聞(8 円)「ゲルマニウムで光 10 倍」(【資料5】)

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)

<これから実施する予定のもの>

・2018 年 6 月 28 日 総研セミナー開催(予定)

・総合研究所ホームページでの本プロジェクト中間報告内容の公開 2018 年 7 月公開予定

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付してください。

【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)

発表者: 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)

発表者: 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

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

“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

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」

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

<「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

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 記						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	0	0	0	0	0	
	装置	24,289	12,145	12,144	0	0	0	ALD薄膜成長装置 近赤外光検出器
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	10,588	3,033	2,455	0	0	0	5,100
平成28年度	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	15,522	5,614	3,108	0	3,000	0	3,800
平成29年度	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	17,467	7,847	1,820	0	3,800	0	4,000
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	43,577	16,494	7,383	0	6,800	0	12,900
総計	67,866	28,639	19,527	0	6,800	0	12,900	

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

_____ m²

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

《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	240 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	1,200 h	0	0	現物寄附
イオン注入装置	平成16年	IM-200M-RD	1式	600 h	0	0	現物寄附
X線回折装置	平成16年	X' Pert-MRD	1式	1,200 h	0	0	現物寄附
プラズマCVD装置	平成16年	UPC-3000S	1式	240 h	0	0	現物寄附
MBE成長装置	平成16年	VG-80M	1式	1,200 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	240 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	240 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	600 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	1,200 h	2,468	1,234	私学助成
ALD薄膜成長装置	平成27年	SP562-AL	1式	240 h	13,000	6,500	私学助成
近赤外光検出器	平成27年	Ex-IGA	1式	600 h	11,289	5,644	私学助成
(研究設備)							
(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	8,400 h	12,000	8,000	私学助成

18 研究費の支出状況

(千円)

【テーマ1「ゲルマニウム歪みナノ構造を有する電子デバイスの開発と先端融合量子デバイスの探索」】

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	0		0
光熱水費	0		0
通信運搬費	0		0
印刷製本費	0		0
旅費交通費	0		0
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	3,297		3,297
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	0		0
計	536		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	0		0
図書	0		0
計	0		0
研究スタッフ関係支出			
リサーチ・アシスタント	0		0
ポスト・ドクター	0		0
研究支援推進経費	0		0
計	0		0

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

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	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	0		0
報 酬・委 託 料	88	委 託 料、講 演 料	88
修 繕 費	1,838	装 置 修 理、設 備 保 守	1,838
設 備 賃 借	0		0
計	3,900		3,900
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	0		0
計	834		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	0		0
図 書	0		0
計	0		0
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		0
ポスト・ドクター	0		0
研究支援推進経費	0		0
計	0		0

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	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	0		0
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		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	0		0
計	819		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	0		0
図 書	0		0
計	0		0
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		0
ポスト・ドクター	0		0
研究支援推進経費	0		0
計	0		0

法人番号	131016
プロジェクト番号	S1511007

【テーマ2「ゲルマニウムレーザの開発と先端融合デバイスの探索」】

年 度	平成 27 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	230	実験材料、PC	230	ステッピングモータ駆動小型自動ステージ(108)、PC(42)、拡散ソース(54)他
光熱水費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	0		0	
報酬・委託料	0		0	
修繕費	0		0	
計	230		230	
ア ル パ イ ト 関 係 支 出				
人件費支出 (兼務職員)	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
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	第一原理分子軌道計算プログラムGaussian05(サイトライセンス)のバージョンアップ(1048)他
図 書	0		0	
計	1,425		1,425	
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年 度	平成 28 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	0		0	
光熱水費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	506	海外出張	506	海外出張(4/2-9)ベルギー(275)、海外出張(7/12・13)中国(231)
報酬・委託料	0		0	
修繕費	0		0	
設備賃借	306	設備賃借	306	顕微PL測定装置のリース(2016.4.1~1年)
計	812		812	
ア ル パ イ ト 関 係 支 出				
人件費支出 (兼務職員)	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
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	窒素ガス半自動供給機器(244)、高出力半導体レーザとその光路構築部品(470)他
図 書	0		0	
計	1,593		1,593	
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	1,583	ポスト・ドクター雇用費	1,583	外国人ポストドクター1人
研究支援推進経費	0		0	
計	1,583		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	0		0
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	0		0
報 酬 ・ 委 託 料	0		0
修 繕 費	0		0
計	0		0
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	0		0
教 育 研 究 経 費 支 出	0		0
計	0		0
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	0		0
計	2,127		2,127
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		0
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	0		0
計	2,654		2,654