

特異構造トピックス

平成 29 年度領域全体会議開催

2017年7月1日～2日 ロワジールホテル豊橋にて領域全体会議を開催しました。



メディア報道

● **劉江偉独立研究者、小出康夫理事 (A02-1、物質・材料研究機構)** の研究成果がプレスリリースされました。「過酷環境下に強いダイヤモンド集積回路開発への第一歩として、2種類の動作モードを持つ金属-酸化物-半導体(MOS)電界効果トランジスタ(FET)を組み合わせたダイヤモンド論理回路チップの開発に世界で初めて成功」(2017年5月31日)

● **劉江偉独立研究者、廖梅勇主幹研究員、井村将隆主任研究員、小出康夫理事 (A02-1、物質・材料研究機構)** の論文が AIP から“Engaging Diamond for Next-Era Transistors”としてニュースリリースされました。
"Enhancement-mode hydrogenated diamond metal-oxide-semiconductor field-effect transistors with Y_2O_3 oxide insulator grown by electron beam evaporator," Appl. Phys. Lett, 110, 203502 (2017)

受賞報告

● **上山グループ(A01-3、名城大学)** が第 39 回 (2017 年度) 応用物理学会論文賞を受賞しました。

受賞者：池山 和希, 小塚 祐吾, 松井 健城, 吉田 翔太郎, 赤木 孝信, 赤塚 泰斗, 小出 典克, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇
論文タイトル：“Room-temperature continuous-wave operation of GaN-based vertical-cavity surface-emitting lasers with n-type conducting AlInN/GaN distributed Bragg reflectors”

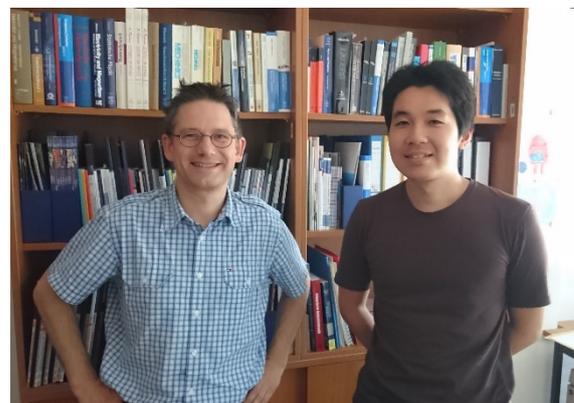
● 日本結晶成長学会 第9回 ナノ構造・エピタキシャル成長講演会にて、**林佑介助教 (A01-2、三重大学)** が研究奨励賞、**中村亨平さん (A01-1 藤岡 Gr、東京大学修士課程 2 年)**、**川瀬雄太さん (A01-3 上山 Gr、名城大学修士課程 1 年)**、**稲富悠也さん (A01-5 伊藤 Gr、九州大学修士課程 2 年)** が発表奨励賞を受賞しました。

若手研究者海外派遣事業 活動報告

小島一信 准教授 (東北大学・B02-2)

派遣先研究機関：**ケムニッツ工科大学 (ドイツ)**

現在、Ulrich T. Schwarz 教授の研究室 (ケムニッツ工科大学・ドイツ) に、約 3 か月の日程(6/6～8/31)にて研究滞在をしている。ケムニッツに到着した週に生活基盤を安定させた後、翌週にはコロキウムにて講演、さらには Schwarz 教授不在時の講義 (学部生向けの半導体に関する講義) を代理にて担当する機会を得るなど、早々に現地教員や学生と触れ合う機会があった。特に、コロキ



Schwarz 教授と小島准教授

ウムでは Stephan W. Koch 教授（マールブルグ大学）と議論する機会を得、現在、私が秩父教授と共に進めている、単結晶における内部量子効率（IQE）の実験的決定法に賛同を得ることができた。Schwarz 研究室では、私の専門である半導体の物性評価（InGaN ナノロッド構造や GaN HEMT、UV LED など）を主として、複数の学生と共に実験や議論を行っている。同研究室の近隣には、2次元物質（グラフェン等）の合成や評価を行う Thomas Seyller 教授や Dietrich R.T. Zahn 教授の研究室があり、各研究室の学生やポスドクたちとも交流を重ねている。

また、ドイツ滞在中にヨーロッパで開催された国際会議（PLMCN と ICNS）に参加し、最近の研究成果（厚い井戸幅を有する AlGaIn 量子井戸（QW）の設計指針、AlGaIn QW 発光ダイオード構造の物性評価、単結晶 GaN の IQE 測定結果）を発表した。ICNS では、Bernd Witzigmann 教授（カッセル大学）と実験的に得られた IQE の計算機シミュレーションについての可能性を議論した。また、Colin J. Humphreys 教授（ケンブリッジ大学）には、単結晶の IQE 測定に関して強く興味を持った旨のコメントをいただき、近々にケンブリッジ大学へ訪問し、Humphreys 教授の共同研究者を交えて、より詳細な議論を行いたいという要請を受けた。

以上のとおり、ホストである Schwarz 研究室を拠点に研究を推進しながら、多数の著名な研究者との国際的研究ネットワークを強化もしくは新規に構築しつつある状況にある。このような機会を得られたことについて、領域代表である藤岡先生や B02-2 研究代表者である秩父先生、事務手続きでサポートいただいた小林先生他、関係各位に深く感謝申し上げます。

奥村宏典 助教（筑波大学・B01-2）

派遣先研究機関：マサチューセッツ工科大学（米国）

私は、筑波大学国際テニュアトラック制度により、マサチューセッツ工科大学（MIT）大学に在籍し、電気電子情報工学科に所属する Tomás Palacios 教授と共同研究しています。本研究室では、窒化物半導体を用いた高周波パワーデバイスを中心として、集積回路、量子コンピュータ、光遺伝学、また、グラフェンを代表とする二次元系材料デバイスの研究も行っています。特異構造の結晶科学 B01-2（代表：上殿明良教授・筑波大学）の目的は、特異構造におけるキャリア捕獲やその散乱ダイナミクスを陽電子消滅等の各種の評価手法で明らかにすることです。私は、窒化ア



Palacios 教授と奥村助教

ルミニウムのイオン注入によるキャリア制御を研究テーマとして選び、その最適化プロセスを、新学術領域の研究者と共同で探索すると共に、窒化アルミニウムを用いたハイパワーデバイス実現をも目指しています。Palacios 教授の的確な助言を元に研究を遂行することで『窒化アルミニウムを用いた電子デバイスの世界初動作および 2kV を超える絶縁破壊電圧』というインパクトの高い成果も達成できました。本成果は、7月下旬にフランスで開催された国際会議（ICNS-12）で発表を行い、現在、国際誌にも投稿中です。また、本成果を起点として、Jing Kong 教授（MIT）、Jeehwan Kim 助教（MIT）、Nicolas Grandjean 教授（スイス EPFL）、Anelia Kakanakova 助教（スウェーデン Linköping 大学）、Sami Suihkonen 博士（フィンランド Aalto 大学）らとも共同研究を開始しており、多国間の共同研究ネットワークが着実に拡大しています。これらネットワークが、特異構造の結晶科学に参加する研究者の国際協力・国際共同研究の活性化につながるよう努力したいと思えます。

01 構造解析グループ 計画研究紹介

B01-1：結晶特異構造およびその挙動のマルチスケール構造解析評価

研究代表者：酒井朗（大阪大学）

高い時空間分解能を有する高輝度放射光 X 線回折法と各種顕微鏡法の有機的併用によって、ナノからミリにわたるマルチスケール構造評価を行います。特に窒化物半導体結晶中のナノボイドや転位等

の極微構造と3次元空間分布、圧電分極に影響する極性/非極性格子等の特異構造に着目し、それらが結晶・デバイス特性に及ぼす能動的機能を探索・制御することで、拡張結晶学の学術的構築と新規グリーンエレクトロニクスの創成に貢献します。

B01-2 : 陽電子消滅による結晶特異構造のキャリア捕獲・散乱ダイナミクスの評価

研究代表者 : 上殿明良 (筑波大学)

陽電子消滅は、本来原子が存在するべき位置に原子が居ない空間、すなわち原子空孔を感度良く非破壊で検出、その種類、濃度、深さ分布を決定する手法です。研究目的は、空孔の電子捕獲による励起状態を検出する手法を開発すること、また、陽電子を電界プローブとして使用するための装置を構築することです。開発した装置と領域研究者との密接な協力関係をもとに、結晶の特異構造の示す物性のうち、特に空孔の役割を研究します。

B01-3 : フォノン科学による特異構造 3次元分光評価と応用欠陥物性

研究代表者 : 石谷善博 (千葉大学)

窒化物半導体には、大きなフォノンエネルギーと強い電子-縦光学フォノン相互作用という特徴があります。本研究ではフォノンに着目して、特異構造評価を行います。赤外分光による電子-フォノン相互作用ポテンシャル構造評価、2波長励起顕微ラマン分光を用いた歪・欠陥構造評価をとおして、様々な光過程、電子遷移過程を発現させるフォノン過程と特異構造との関連性を解明し、特異構造の利用法を実験・理論両面から研究します。

最近の研究成果

(2017年4月以降)

Theoretical study of the composition pulling effect in InGaN metalorganic vapor-phase epitaxy growth

Yuya Inatomi, Yoshihiro Kangawa, Tomonori Ito, Tadeusz Suski, Yoshinao Kumagai, Koichi Kakimoto, Akinori Koukitu

Japanese Journal of Applied Physics 56, 078003-1-3 (2017)

Theoretical study for misfit dislocation formation at InAs/GaAs(001) interface

Ryo Kaida, Toru Akiyama, Kohji Nakamura, Tomonori Ito

Journal of Crystal Growth 468, 919 (2017)

Structures and stability of polar GaN thin films on ScAlMgO₄ substrate: An *ab initio*-based study

Harunobu Nakane, Toru Akiyama, Kohji Nakamura, Tomonori Ito

Journal of Crystal Growth 468, 93 (2017)

Theoretical investigation of nitride nanowire-based quantum-shell lasers

Yuki Kurisaki, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Isamu Akasaki

Physica Status Solidi A, 1600867 (2017)

Thermodynamic analysis of (0001) and (000-1) GaN metalorganic vapor phase epitaxy

Akira Kusaba, Yoshihiro Kangawa, Pawel Kempisty, Hubert Valencia, Kenji Shiraiishi, Yoshinao Kumagai, Koichi Kakimoto, Akinori Koukitu

Japanese Journal of Applied Physics 56, 070304-1-4 (2017)

Demonstration of electron beam laser excitation in the UV range using a GaN/AlGaIn multiquantum well active layer

Takafumi Hayashi, Yuta Kawase, Noriaki Nagata, Takashi Senga, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Takahiro Matsumoto

Scientific Reports 7, 2944 (2017)

Epitaxial growth of semipolar InAlN films on yttria-stabilized zirconia

Masaaki Oseki, Atsushi Kobayashi, Jitsuo Ohta, Masaharu Oshima, Hiroshi Fujioka

Physica Status Solidi B, 1700211 (2017)

Characterization of GaN films grown on hafnium foils by pulsed sputtering deposition

Hyeryun Kim, Jitsuo Ohta, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

Physica Status Solidi A, 1700244 (2017)

Fabrication of full-color GaN-based light-emitting diodes on nearly lattice-matched flexible metal foils

Hyeryun Kim, Jitsuo Ohta, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Mari Morita, Yuki Tokumoto, Hiroshi Fujioka

Scientific Reports 7, 2112 (2017)

Theoretical investigations on the stability and electronic structures of two-dimensional group-IV ternary alloy monolayers

Toru Akiyama, Go Yoshimura, Kohji Nakamura, Tomonori Ito
Journal of Vacuum Science and Technology B 35, 04F103-1-5 (2017)

Absolute technique for measuring internal electric fields in InGaN/GaN light-emitting diodes by electroreflectance applicable to all crystal orientations

Tomoyuki Tanikawa, Kanako Shojiki, Ryuji Katayama, Shigeyuki Kuboya, Takashi Matsuoka, Yoshio Honda, Hiroshi Amano
Applied Physics Express 10, 082101 (2017)

Control of impurity concentration in N-polar (000-1) GaN grown by metalorganic vapor phase epitaxy

Tomoyuki Tanikawa, Shigeyuki Kuboya, Takashi Matsuoka
Physics Status Solidi B, 1600751 (2017)

Deposition of TiO₂/Al₂O₃ bilayer on hydrogenated diamond for electronic devices: Capacitors, field-effect transistors, and logic inverters

J. W. Liu, M. Y. Liao, M. Imura, R. G. Banal, Y. Koide
Journal of Applied Physics 121, 224502 (2017)

Enhancement-mode hydrogenated diamond metal-oxide-semiconductor field-effect transistors with Y₂O₃ oxide insulator grown by electron beam evaporator

J. W. Liu, H. Oosato, M. Y. Liao, Y. Koide
Applied Physics Letters 110, 203502 (2017)

Precise Structural Control of GaN Porous Nanostructures Utilizing Anisotropic Electrochemical and Chemical Etching for the Optical and Photoelectrochemical Applications

Yusuke Kumazaki, Satoru Matsumoto, Taketomo Sato
Journal of The Electrochemical Society 164, H477-H483 (2017)

Logic Circuits With Hydrogenated Diamond Field-Effect Transistors

Jiangwei Liu, Hirotaka Ohsato, Meiyong Liao, Masataka Imura, Eiichiro Watanabe, Yasuo Koide
IEEE Electron Device Letters 38, 922 (2017)

Precise thickness control in recess etching of AlGaIn/GaN hetero-structure using photocarrier-regulated electrochemical process

Yusuke Kumazaki, Keisuke Uemura, Taketomo Sato, Tamotsu Hashizume
Journal of Applied Physics 121, 184501 (2017)

Nitrogen vacancies as a common element of the green luminescence and nonradiative recombination centers in Mg-implanted GaN layers formed on a GaN substrate

Kazunobu Kojima, Shinya Takashima, Masaharu Edo, Katsunori Ueno, Mitsuaki Shimizu, Tokio Takahashi, Shoji Ishibashi, Akira Uedono, Shigefusa F. Chichibu
Applied Physics Express 10, 061002 (2017)

Ultraviolet light-absorbing and emitting diodes consisting of a p-type transparent-semiconducting NiO film deposited on an n-type GaN homoepitaxial layer

Hiroshi Nakai, Mutsumi Sugiyama, Shigefusa F. Chichibu
Applied Physics Letters 110, 181102 (2017)

Confinement-enhanced biexciton binding energy in AlGaIn-based quantum wells

Katsuto Nakamura, Tomonori Fukuno, Hideto Miyake, Kazumasa Hiramatsu, Yoichi Yamada
Applied Physics Express 10, 051003 (2017)

今後の予定

[主催国際会議]

International Workshop on UV Materials and Devices 2017 (IWUMD-2017)

会期 : 2017年11月14~18日

場所 : 九州大学医学部

<http://www.iwumd.jp/>

[主催国際会議]

International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN2018)

会期 : 2018年11月11~16日

場所 : 石川県立音楽堂/ANA クラウンプラザホテル

<http://www.iwn2018/>