2版

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費 KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　３ 年　６ 月 １７ 日現在

機関番号：１３４０１

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：１８Ｋ０４２２８

研究課題名（和文）近紫外光を用いた界面顕微光応答法による金属／半導体界面の劣化機構の2次元評価

研究課題名（英文）Two-dimensional characterization of an initial stage of the degradation of metal/semiconductor interfaces by using scanning internal photoemission microscopy with near-ultra-violet light

研究代表者

塩島　謙次（Shiojima, Kenji）

福井大学・学術研究院工学系部門・教授

研究者番号：７０４３２１５１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　3,400,000円

研究成果の概要（和文）：我々がオリジナルに開発した金属／半導体界面の2次元評価が行える界面顕微光応答法に近紫外光励起の機構を付け加える提案を行い、高電圧印加による劣化の原因となるGaN結晶欠陥を特定することに成功した。波及効果として、電気化学エッチングや中性ビームエッチングによる表面損傷、熱処理の影響に対しても有効であることも示した。また、SiC、α-Ga2O3の他のワイドバンドギャップ材料にも本手法が応用できることも実証し、当初の目的以上の成果を残したと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義
金属／半導体界面の電気的性質を非破壊に2次元評価が行える本手法は他に類をみないものであり、本研究では結晶欠陥が素子劣化に及ぼす影響、表面処理やアニール等のプロセス技術の不均一性、半導体表面に導入された損傷において学術的に価値のある成果が得られた。これらの成果はハイパワー応用が期待されている各種ワイドバンドギャップ半導体材料の研究開発において、マクロに素子全体を見渡せる新たな評価手法の提案として貢献するものと思われる。

研究成果の概要（英文）：We have proposed to add a near-UV irradiation option to scanning internal photoemission microscopy, which we originally developed to map metal/semiconductor interfaces. We succeeded to clarify that the origin was crystal-defect in GaN for the degradation by applying high voltage. In addition, this method is available for mapping of surface damages induced by electrochemical etching and neutral-beam etching, and annealing effect. We also demonstrated two-dimensional characterizations for SiC and a-Ga2O3 Schottky contacts by this method. These results are more than we have expected at the beginning of the project.

研究分野：半導体

キーワード：金属／半導体界面　ショットキー電極　界面顕微光応答法　ワイドバンドギャップ半導体　2次元評価

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

ワイドバンドギャップ半導体はSi,GaAs等の従来Ⅲ−Ⅴ半導体材料よりも、エネルギーバンドギャップ(Eg)が広く、絶縁破壊耐圧が大きいため、ハイパワーエレクトロニクス応用として研究開発が進んでいる。GaN HEMTは携帯電話基地局用パワーアンプとして実用化され、SiCショットキーダイオード、MOSFETは量産化され、電車にも搭載されている。研究段階では、耐圧1kVを越えるショットキーダイオードがSiC, GaN, GaOの各材料で報告されている。その一方で、デバイスの高信頼化、大面積化のため、結晶性の向上が進められている。GaNでは従来までの格子不整合基板（サファイア、SiC）に替わり、GaN自立基板が実用化され、転位密度が10^6 cm^{-2}台となり1／1000以上低減された。SiCでは、素子の大面積化に向けて結晶中のキラー欠陥（基底面転位等）密度を$1cm^{-2}$以下にする検討が行われている。このように、素子の信頼性を含めた電気的特性と結晶欠陥との相関を明らかにすることは重要な課題の一つである。

金属／半導体（M/S）界面に着目すれば、実デバイスには結晶欠陥、表面の汚染、酸化膜の残留、表面モフォロジー、アニールによる界面反応層、電極端面での電界集中、金属の粒界等のさまざまな不均一性の要因が存在する。しかし一般的には電流−電圧測定、容量−電圧測定を行い、電極の平均値で特性を評価してる場合が多い。2次元的な評価法がこれら要因の切り分けに有効であるが、断面TEM 法は素子の破壊を伴い、また、電子線、または光を金属側から界面に照射する手法（CL、BEEM等）は、金属膜を非常に薄くする必要があり、実デバイス構造には適応できないという問題点がある。更に、パワーデバイスでは大面積の素子の一部が破壊してもいけないため、電極全体が見渡せるマクロで視野の広い測定技術が必要である。

我々はM/S界面の電気的特性を2次元評価できる界面顕微光応答法を1989年に発案した〈引用文献①〉。本手法は非破壊で実デバイス構造の電極全体の電気的特性とその面積を決定できる世界で唯一の手法であり、実用性、応用性に高いと考えられる。応募者は近赤外光、可視光を光源に用いて、Si、GaAs、GaN、SiCショットキー電極の面内不均一性をプロセス誘起欠陥、汚染層の介在、界面反応による劣化の観点から2次元評価を行ってきた〈引用文献②〉。更に、表面にダングリングボンドをもたないグラフェン層を形成する新規な構造も提案した。

２．研究の目的

本研究課題では我々が独自に開発したM/S界面の2次元評価法（界面顕微光応答法）をワイドバンドギャップ半導体上に形成した電極の劣化機構の解明に適応できることの実証が目的である。これまでは可視光光源を用いてM/S界面のみの情報を得ていたが、今回は半導体のEgよりやや小さな光子エネルギーをもつ<u>**近紫外光を用いることにより空乏層中（M/S 界面＋半導体表面近傍）の情報もあわせて評価出来る**</u>ことを提案している。可視光と近紫外光を用いて GaN,SiC,及び GaO ショットキー電極の高電界印加劣化、熱劣化の初期過程を本手法で 2 次元評価することにより、界面の電気的特性と半導体表面近傍の結晶性を結びつけた形で物性を明らかにする。さらに、新規な材料として未結合手をもたないグラフェン層を界面に介在させた電極構造においても検討を行う。

３．研究の方法

図1に本研究のコアとなる界面顕微光応答法の原理を示す。M/S 界面に半導体側からエネルギーバンドギャップ以下の光子エネルギーをもつ光を入射し、光電流（入射フォトン数で規格化した光電流を収率 Y とする）を測定する。異なる光子エネルギーで光電流を測定することによりショットキー障壁高さを決定できる。入射光を界面で集光・走査することにより光電流と障壁高さ（$q\Phi_B$）の 2 次元像が得られる。本研究課題では、従来までの半導体中を透過する可視光での測定に加え、<u>**新たに減衰しながらM/S界面に到達する近紫外光でも測定**</u>を行うことを提案した（図1）。前者はM/S界面での内部光電子放出効果（金属から半導体への電子放出）を電流として観測しており、半導体中に欠陥があっても透過するためその寄与は非常に少ない。一方、後者は内部光電子放出効果に加え、空乏層中でのバンド端、および欠陥準位を介した電子−正孔対の発生、及び再結合の過程が加わり、大き

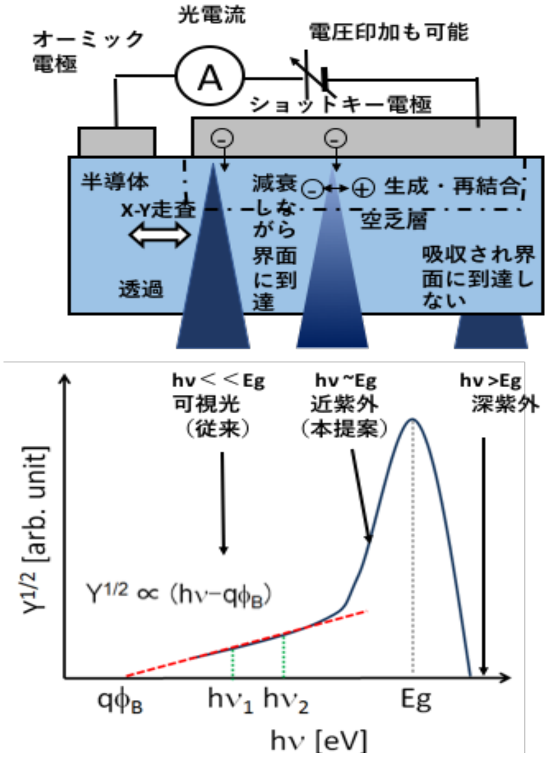

図１、界面顕微光応答法の原理

な電流が流れる。すなわち、近紫外の測定で半導体表面近傍の欠陥分布の情報を付け加えることができる。素子の劣化前後でこれらの測定を行うことで、界面近傍の結晶欠陥の分布を知り、劣化への寄与を明らかにすることができる。

４．研究成果

(1)近紫外光による欠陥観察と劣化のその場観察〈引用文献③〉

転位密度の少ない自立GaN基板を用いてNi/n-GaNショットキー電極を作製し、-45 Vまでの逆方向バイアスを印加しながら界面顕微光応答測定を行なった（図２）。(a)赤、(b)緑、(c)青の可視光レーザを用いた*Y*像、及びそれらの結果から算出した(e)$q\Phi_B$像は電極界面を評価しており均一な結果が得られた。一方、(d)近紫外光の*Y*像では可視光では検出できないGaN中の結晶欠陥由来の不均一性を観測することができた。この結果は本研究課題が提案した近紫外光を用いた界面顕微光応答法が電極界面だけでなく空乏層中の情報も付け加えた形で面内評価が行えることを実証したものである。さらに、電極にバイアス電圧を段階的に増加し、各段階で約２時間の長時間印加しながら近紫外光でマッピング測定を行なった。図３に示すように、-36 Vから電極の一部で信号の増加が著しくなり、劣化が発生した。結晶欠陥が存在する領域から電極が劣化する現象を“その場観察”することに成功した。GaNショットキー電極の信頼性評価に大きく役立つ結果であると考えられる。

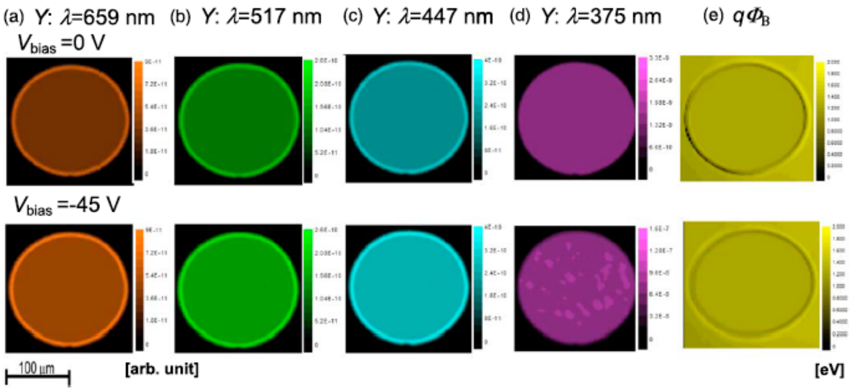

図２、電圧印加した Ni/n-GaN ショットキーの(a)赤、(b)緑、(c)青、(d)近紫外光での *Y* 像、及び(e) $q\Phi_B$ 像。

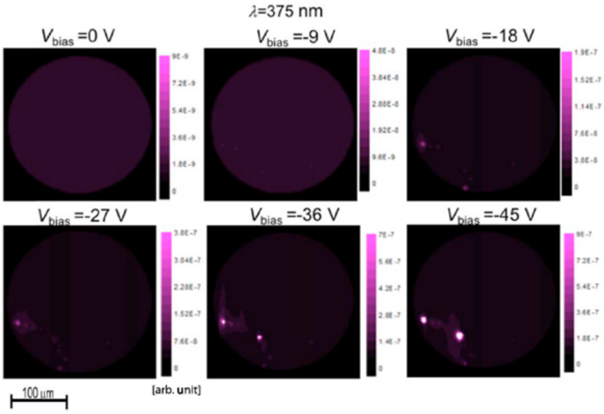

図 3、電圧を長時間段階的に増加して印加した Ni/n-GaN ショットキーの近紫外光での *Y* 像。

(2) ファセット成長した GaN 基板上のショットキー電極の耐圧評価〈引用文献④〉

自立GaN基板の低転位化において、横方向成長を利用し転位を一部分に集中させるファセット成長が注目されている。大部分の領域で低転位化が実現されるが、転位集中部での特性劣化が懸念されている。我々はファセット成長基板の一面に多数のショットキー電極を形成し、マッピング評価と耐圧測定を行なった。低転位化された領域に形成された電極は良好な面内均一性が*Y*像で観察され、400 V程度の電圧印加で電極の周辺部で破壊がみられた。これらの電極はガードリグを施していないため電極周辺部での電界集中が破壊の原因と考えられる。一方、図４に示した転位集中部を含む位置に形成した電極では、可視光の*Y*像は均一であるが、近紫外光を用いると転位集中の陰影を観察することができた。信号が強い

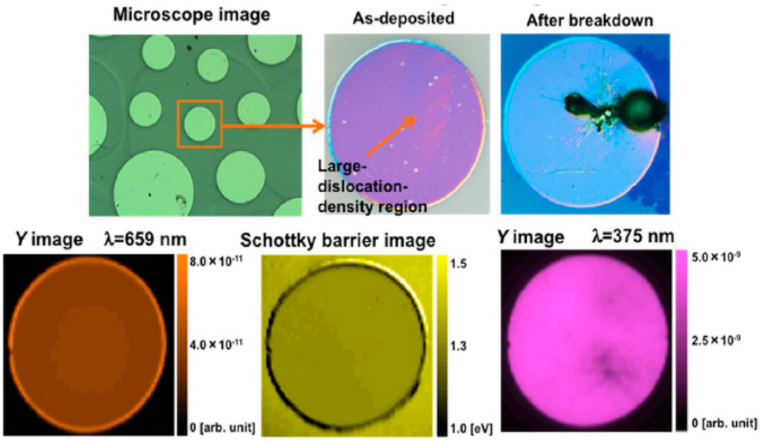

図 4、ファセット成長 GaN 基板の転位集中部に形成したショットキー電極の顕微鏡像と赤（λ=654 nm)、近紫外（λ=375 nm）での *Y* 及び $q\Phi_B$ 像。

部分で高電圧印加による破壊が発生した。本手法は顕微鏡では観察できない欠陥集中部を近紫外光を用いることで可視化し、高電圧印加での劣化箇所を特定できることを実証した。

(3)SiC MISダイオードの電圧印加による劣化の評価〈引用文献⑤〉

我々のこれまでの検討は金属／半導体界面に対して行なってきたが、金属/絶縁体/半導体（MIS）構造にも研究対象を拡張し、電圧印加による劣化機構の評価を行った。n形SiC基板にスパッタ法で50 nm厚のSiN膜を堆積し、Ni電極を蒸着することにより、Ni/SiN/SiC構造を形成した。図５に示すように、初期状態では均一なY像が得られた。電極に30 Vの電圧印加を行うと、I-V特性は劣化し、顕微鏡像に対応して部分的に信号が増加するパターンが得られた。MIS構造においても劣化する様子を2次元像で捉えることが出来た。さらに検出した交流光電流の位相成分を分析することにより、劣化部分の電流は非劣化領域とは異なる成分（真電流と変位電流）をもつことを明らかにした。この結果は劣化における電流輸送機構を解明したものとして学術的に価値がある。

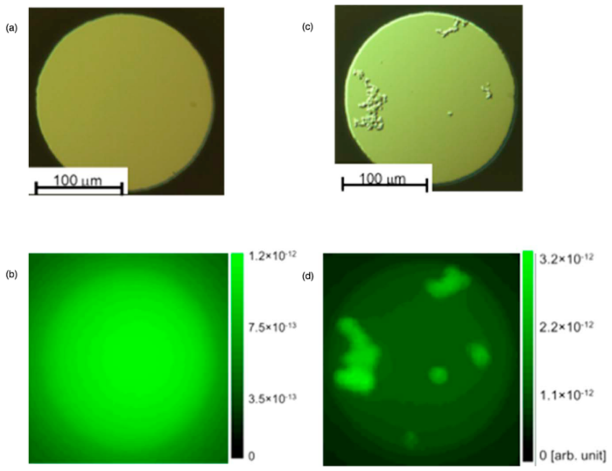

図５、SiC MIS構造の電圧印加(a)前、(c)後の顕微鏡像、及び(b) 前、(d) 後のY像。

(4) α-Ga_2O_3ショットキー電極の熱劣化評価〈引用文献⑥〉

n形α-Ga_2O_3上に3つの異なる種類の電極(Ti.Pt,Fe)を形成し、熱劣化機構を評価した。図６に示すように、Ti電極では面内で均一な劣化が起こり、Pt電極では周辺部から劣化が起こることを像として示すことができた。Fe電極では、熱処理温度の増加と共に電極の周辺部から中心に向けて線状に劣化する現象を観測した。金属が異なることにより冶金学的性質を基とした界面反応の進行が異なることを示した。

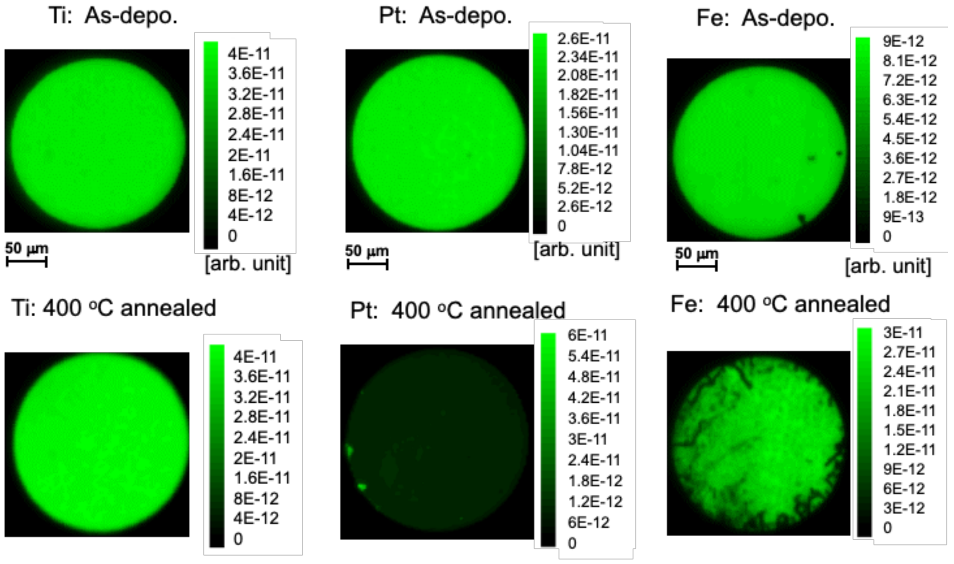

図６、400度C熱処理前後のTi、Pt、及びFe／α-Ga_2O_3ショットキー電極のY像。

(5) プロセス技術の不均一性評価への波及成果

本手法は半導体表面の欠陥に対して敏感である特徴を活かして、エッチングしたGaN表面の2次元評価を行なった。ドライエッチングにおいては、通常の塩素イオンを用いた手法より損傷が少ないとされる中性ビームでGaN表面を部分的に深さ20 nmエッチングし、その上に電極を堆積して評価を行なった。エッチング領域を光電流パターンとして観測することができた。〈引用文献⑦〉

さらに基本的にダメージレスである電気化学的にウエットエッチングしたGaN表面を評価し、表面状態の変化を光電流像で捉えることができた。〈引用文献⑧〉電解液の違いにより光電流の変化量が異なることも見出した。また、AlGaN/GaN HEMT構造に対しリセスエッチングした場合

では、チャネルの空乏化を電流像として捉えることができた。
電極形成技術への応用として、印刷法により形成した Ag,Ni 電極の GaN 表面への密着性を可視化した。〈引用文献⑨〉ナノインクを用いて印刷法により形成した Ni 電極は Ag の場合より GaN 表面に広がりよく塗布され、500 度 C の熱処理で均一な界面が形成されることを可視化した。
表面処理技術においては、異なる 3 種類の表面処理を施した電極（無処理、アンモニア処理、塩酸処理）に対して 400 度 C の熱処理を行うことにより、アンモニア処理試料が良好な均一性を保ち、理想的な逆方向電圧ー電流特性を示すことを明らかにした。〈引用文献⑩〉

グラフェン上における GaN 及び Si 成長については、エピタキシャル・グラフェン上への直接成長における結晶核の形成過程を明らかにすることにより、AlN/EG/SiC 構造を有する多機能 2 次元構造が必要であることを明らかにした。〈引用文献⑪〉また、多機能 2 次元構造形成におけるグラフェン化過程について初期 AlN 層数とグラフェン化条件との関連性を明らかにするとともに初期 AlN 層の再蒸発を抑制するグラフェン化条件の最適化に引き続き取り組んでいる。

(6)総括
このように本手法は電極界面の劣化、半導体表面の損傷を高感度に 2 次元像として捉えることが実証できた。これまでのマッピング評価の成果を報告した招待講演 6 件を行い、レビュー解説論文も 1 件採択され〈引用文献⑫〉、学術的に高い評価を受けた。この技術はワイドバンドギャップ半導体の研究開発、特に信頼性評価に大きく貢献するものと思われる。将来的には装置の販売で信頼性評価の基準を示すマクロな 2 次元評価ツールとして普及する可能性があると思われる。

〈引用文献〉

① T. Okumura and K. Shiojima, "Scanning Internal-Photoemission Microscopy: New Mapping Technique to Characterize Electrical Inhomogeneity of Metal-Semiconductor Interface," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 28, pp. L1108-L1111, (1989).
② K. Shiojima, S. Yamamoto, Y. Kihara, and T. Mishima, "Nondestructive imaging of buried interfaces in SiC and GaN Schottky contacts using scanning internal photoemission microscopy," Applied Physics Express, vol. 8, p.046502 (2015).
③ K. Shiojima, M. Maeda, and T. Mishima, "Scanning internal photoemission microscopy measurements of n-GaN Schottky contacts under applying voltage," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 58, p. SCCD02, (2019).
④ K. Shiojima, M. Maeda and K. Kurihara, "Mapping of n-GaN Schottky contacts formed on facet-growth substrates using near-ultraviolet scanning internal photoemission microscopy", Semiconductor Science and Technology, vol. 36, p. 03400 (2021).
⑤ K. Shiojima, T. Hashizume, M. Sato, and M. B. Takeyama, "Mapping of a Ni/SiNx/n-SiC structure using scanning internal photoemission microscopy," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 58, p. SBBC02 (2019).
⑥ K. Shiojima, H. Kambara, T. Matsuda, T. Shinohe, "Mapping the interfacial reaction of α-Ga2O3 Schottky contacts through scanning internal photoemission microscopy," Thin Solid Films, vol. 685, p.p. 17-25, (2019).
⑦ K. Shiojima, T. Suemitsu, T. Ozaki, and S. Samukawa, "Mapping of damage induced by neutral beam etching on GaN surfaces using scanning internal photoemission microscopy," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 58, p. SCCD13, (2019).
⑧ R. Matsuda, F. Horikiri, Y. Narita, T. Yoshida, N. Fukuhara, T. Mishima, and K. Shiojima, "Mapping of photo-electrochemical etched Ni/GaN Schottky contacts using scanning internal photoemission microscopy—comparison between n- and p-type GaN samples", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 60, p. SBBD12(2021).
⑨ K. Shiojima, Y. Kashiwagi, T. Shigemune, A. Koizumi, T. Kojima, M. Saitoh, T. Hasegawa, M. Chigane, and Y. Fujiwara, "Effect of surface treatment of printed Ag Schottky contacts on n-GaN epitaxial layers using Ag nanoink: Two dimensional characterization by scanning internal photoemission microscopy," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 57, p. 07MA01 (2018).
⑩ K. Shiojima, R. Tanaka, S. Takashima, K. Ueno,and M. Edo, "Effects of surface treatment and annealing for Au/Ni/n-GaN Schottky barrier diodes", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 60, p. 056503 (2021).
⑪ A. Bhuiyan, Y. Kamada, Md. S. Islam, R. Syamoto, D. Ishimaru, A. Hashimoto, "RF-MBE growth and orientation control of GaN on epitaxial graphene", Results in Physics vol. 20, p. 103714 (2021).
⑫ 塩島謙次、"界面顕微光応答法によるワイドバンドギャップ材料･電極界面の２次元評価"、講座（IoT 社会の発展を支える半導体技術の新展開）、材料(Journal of the Society of Materials Science, Japan), Vol. 69, No. 11, pp. 837-842, (2020).

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計26件（うち査読付論文　26件／うち国際共著　14件／うちオープンアクセス　6件）

1．著者名 Shiojima Kenji、Kato Masashi	4．巻 118
2．論文標題 Mapping of large structural defects in SiC Schottky contacts using internal photoemission microscopy	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Materials Science in Semiconductor Processing	6．最初と最後の頁 105182 (12頁)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.mssp.2020.105182	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1．著者名 SHIOJIMA Kenji	4．巻 69
2．論文標題 Mg-Doping-Concentration Dependence for Ni/p-GaN Schottky Contacts	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Journal of the Society of Materials Science, Japan	6．最初と最後の頁 717～720
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2472/jsms.69.717	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1．著者名 SHIOJIMA Kenji	4．巻 69
2．論文標題 Two-Dimensional Characterization of Wide-Bandgap Materials and Contact Interfaces by Using Scanning Internal Photoemission Microscopy	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Journal of the Society of Materials Science, Japan	6．最初と最後の頁 837～842
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2472/jsms.69.837	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1．著者名 Matsuda Ryo、Horikiri Fumimasa、Narita Yoshinobu、Yoshida Takehiro、Fukuhara Noboru、Mishima Tomoyoshi、Shiojima Kenji	4．巻 60
2．論文標題 Mapping of photo-electrochemical etched Ni/GaN Schottky contacts using scanning internal photoemission microscopy?comparison between n- and p-type GaN samples	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 SBBD12 (7頁)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/abdf21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1．著者名 Shiojima Kenji、Maeda Masataka、Kurihara Kaori	4．巻 36
2．論文標題 Mapping of n-GaN Schottky contacts formed on facet-growth substrates using near-ultraviolet scanning internal photoemission microscopy	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Semiconductor Science and Technology	6．最初と最後の頁 034007 (9頁)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1361-6641/abdd09	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1．著者名 Bhuiyan Ashraful G.、Islam Md. Sherajul、Hashimoto Akihiro	4．巻 10
2．論文標題 Molecular beam epitaxy of InAlN alloys in the whole compositional range	5．発行年 2020年
3．雑誌名 AIP Advances	6．最初と最後の頁 015053～015053
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5139974	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Islam Md. Sherajul、Islam A. S. M. Jannatul、Mahamud Orin、Saha Arnab、Ferdous Naim、Park Jeongwon、Hashimoto Akihiro	4．巻 10
2．論文標題 Molecular dynamics study of thermal transport in single-layer silicon carbide nanoribbons	5．発行年 2020年
3．雑誌名 AIP Advances	6．最初と最後の頁 015117～015117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5131296	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Anindya Khalid N.、Islam Md Sherajul、Park Jeongwon、Bhuiyan Ashraful G.、Hashimoto Akihiro	4．巻 20
2．論文標題 Interlayer vacancy effects on the phonon modes in AB stacked bilayer graphene nanoribbon	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Current Applied Physics	6．最初と最後の頁 572～581
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cap.2020.02.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Bhuiyan Ashraful G.、Islam Md. Sherajul、Hironaga Daizo、Hashimoto Akihiro	4．巻 140
2．論文標題 RF-MBE and MOVPE InxGa1-xN films over the entire composition range: A study on growth method dependence	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Superlattices and Microstructures	6．最初と最後の頁 106448～106448
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.spmi.2020.106448	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Islam A. S. M. Jannatul、Islam Md. Sherajul、Ferdous Naim、Park Jeongwon、Hashimoto Akihiro	4．巻 22
2．論文標題 Vacancy-induced thermal transport in two-dimensional silicon carbide: a reverse non-equilibrium molecular dynamics study	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6．最初と最後の頁 13592～13602
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/D0CP00990C	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Islam Md. Sherajul、Howlader Ashraful Hossain、Anindya Khalid N.、Zheng Rongkun、Park Jeongwon、Hashimoto Akihiro	4．巻 128
2．論文標題 Phonon localization in single wall carbon nanotube: Combined effect of 13C isotope and vacancies	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 045108～045108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0011810	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Bhuiyan Ashraful G、Kuroda Kenji、Islam Md Sherajul、Hashimoto Akihiro	4．巻 43
2．論文標題 Behaviour of Raman B1 (high) mode and evaluation of crystalline quality in the InxGa1?xN alloys grown by RF-MBE	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Bulletin of Materials Science	6．最初と最後の頁 278(7頁)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12034-020-02252-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Anindya Khalid N.、Islam Md. Sherajul、Hashimoto Akihiro、Park Jeongwon	4．巻 168
2．論文標題 Combined effect of 13C isotope and vacancies on the phonon properties in AB stacked bilayer graphene	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Carbon	6．最初と最後の頁 22～31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.carbon.2020.06.059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Bhuiyan Ashraful G.、Kamada Yuta、Islam Md. Sherajul、Syamoto Riku、Ishimaru Daiki、Hashimoto Akihiro	4．巻 20
2．論文標題 RF-MBE growth and orientation control of GaN on epitaxial graphene	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Results in Physics	6．最初と最後の頁 103714～103714
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.rinp.2020.103714	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Bhuiyan Ashraful G.、Terai Taiji、Katsuzaki Tomohiro、Takeda Naoki、Hashimoto Akihiro	4．巻 548
2．論文標題 Growth of single crystalline Si on graphene using RF-MBE: Orientation control with an AlN interface layer	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Applied Surface Science	6．最初と最後の頁 149295～149295
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.apsusc.2021.149295	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Shiojima Kenji、Maeda Masataka、Mishima Tomoyoshi	4．巻 58
2．論文標題 Scanning internal photoemission microscopy measurements of n-GaN Schottky contacts under applying voltage	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 SCCD02-1～-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab0f1a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Shiojima Kenji、Suemitsu Tetsuya、Ozaki Takuya、Samukawa Seiji	4．巻 58
2．論文標題 Mapping of damage induced by neutral beam etching on GaN surfaces using scanning internal photoemission microscopy	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 SCCD13-1～-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab106d	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Shiojima Kenji、Kambara Hitoshi、Matsuda Tokiyoshi、Shinohe Takashi	4．巻 685
2．論文標題 Mapping the interfacial reaction of α-Ga2O3 Schottky contacts through scanning internal photoemission microscopy	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Thin Solid Films	6．最初と最後の頁 17～25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.tsf.2019.05.063	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shiojima Kenji、Horikiri Fumimasa、Narita Yoshinobu、Yoshida Takehiro、Mishima Tomoyoshi	4．巻 257
2．論文標題 Effect of Wafer Off‐Angles on Defect Formation in Drift Layers Grown on Free‐Standing GaN Substrates	5．発行年 2020年
3．雑誌名 physica status solidi (b)	6．最初と最後の頁 1900561-1～-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/pssb.201900561	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Kenji Shiojima	4．巻 -
2．論文標題 Mapping of Metal/Semiconductor and Semiconductor/Semiconductor Interfaces Using Scanning Internal Photoemission Microscopy	5．発行年 2019年
3．雑誌名 2019 IEEE CPMT Symposium Japan (ICSJ)	6．最初と最後の頁 169-172
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Ishimaru Daiki、Bhuiyan Ashraful G.、Hashimoto Akihiro	４．巻 126
２．論文標題 Fabrication of InN on epitaxial graphene using RF-MBE	５．発行年 2019年
３．雑誌名 Journal of Applied Physics	６．最初と最後の頁 045301～045301
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5092826	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Bhuiyan Ashraful G.、Ishimaru Daiki、Hashimoto Akihiro	４．巻 20
２．論文標題 Growth Mechanism of InN Nucleation Layers on Epitaxial Graphene Using Metal Organic Vapor Phase Epitaxy and Radio-Frequency Molecular Beam Epitaxy	５．発行年 2020年
３．雑誌名 Crystal Growth & Design	６．最初と最後の頁 1415～1421
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.cgd.9b00699	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Shiojima Kenji、Kashiwagi Yukiyasu、Shigemune Tasuku、Koizumi Atsushi、Kojima Takanori、Saitoh Masashi、Hasegawa Takahiro、Chigane Masaya、Fujiwara Yasufumi	４．巻 57
２．論文標題 Effect of surface treatment of printed Ag Schottky contacts on n-GaN epitaxial layers using Ag nanoink: Two dimensional characterization by scanning internal photoemission microscopy	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	６．最初と最後の頁 07MA01-1～-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/JJAP.57.07MA01	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 Shiojima Kenji、Hashizume Takanori、Sato Masaru、Takeyama Mayumi B.	４．巻 58
２．論文標題 Mapping of a Ni/SiN x /n-SiC structure using scanning internal photoemission microscopy	５．発行年 2019年
３．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	６．最初と最後の頁 SBBC02-1～-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/aafd99	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Islam Md. Sherajul、Anindya Khalid N.、Bhuiyan Ashraful G.、Tanaka Satoru、Makino Takayuki、Hashimoto Akihiro	4．巻 57
2．論文標題 Effect of 10B isotope and vacancy defects on the phonon modes of two-dimensional hexagonal boron nitride	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 02CB04-1～-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/jjap.57.02CB04	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Ferdous Naim、Islam Md. Sherajul、Park Jeongwon、Hashimoto Akihiro	4．巻 9
2．論文標題 Tunable electronic properties in stanene and two dimensional silicon-carbide heterobilayer: A first principles investigation	5．発行年 2019年
3．雑誌名 AIP Advances	6．最初と最後の頁 025120-1～-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5066029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕　計66件（うち招待講演　7件／うち国際学会　24件）

1．発表者名 Ryo Matsuda, Fumimasa Horikiri, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Noboru Fukuhara, Tomoyoshi Mishima, Kenji Shiojima
2．発表標題 Mapping of Photoelectrochemical Etched Ni/GaN Schottky Contacts Using Scanning Internal Photoemission Microscopy -- Comparison between n- and p-type GaN samples -
3．学会等名 International conference on Solid State Devices and Materials 2020 (SSDM2020)（国際学会）
4．発表年 2020年

1．発表者名 Kenji Shiojima, Yuto Kawasumi, Yuto Yasui, Yukiyasu Kashiwagi, Toshiyuki Tamai
2．発表標題 Two-Dimensional Characterization of n-GaN Schottky Contacts Printed by Using Ni Nanoink
3．学会等名 International conference on Solid State Devices and Materials 2020 (SSDM2020)（国際学会）
4．発表年 2020年

１．発表者名
Kenji Shiojima, Ryo Tanaka, Shinya Takashima, Katsunori Ueno and Masaharu Edo

２．発表標題
Characterization of Au/Ni/n-GaN Schottky Contacts with Different Surface Treatments

３．学会等名
13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applicationa for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2021)（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
塩島 謙次、田中 亮、高島 信也、上野 勝典、江戸 雅晴

２．発表標題
界面顕微光応答法による表面処理の異なるAu/Ni/n-GaNショットキー電極の評価

３．学会等名
応用物理学秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
内田 昌宏、川角 優斗、西村 一巳、渡邉 則之、塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微応答法を用いたInAlN-HEMT構造上のショットキー電極の2次元評価

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
松田 陵、堀切 文正、福原 昇、成田 好伸、吉田 丈洋、三島 友義、塩島 謙次

２．発表標題
コンタクトレス光電気化学エッチングしたNi/n-GaNショットキーの評価 --電解液による違い--

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名 　川角 優斗、堀切 文正、福原 昇、塩島 謙次
２．発表標題 　界面光顕微応答法によるゲートリセスPECエッチングしたAlGaN/GaN HEMT構造の二次元評価
３．学会等名 　応用物理学会秋季学術講演会
４．発表年 　2020年

１．発表者名 　川角優斗、安井悠人、柏木行康、玉井聡行、塩島謙次
２．発表標題 　界面顕微光応答法によるn-GaN上に印刷法で形成したNi，Agショットキー接触の二次元評価
３．学会等名 　令和2年度第3回半導体エレクトロニクス部門委員会第2回研究会
４．発表年 　2020年

１．発表者名 　松田　陵、堀切　文正、成田　好伸、吉田　丈洋、福原　昇、三島　友義、塩島　謙次
２．発表標題 　界面顕微光応答法を用いた光電気化学エッチングしたNi/GaNショットキーの２次元評価－n形とp形の比較－
３．学会等名 　電子情報通信学会電子部品・電子デバイス（ED）研究会
４．発表年 　2020年

１．発表者名 　川角優斗、安井悠人、柏木行康、玉井聡行、塩島謙次
２．発表標題 　Niナノインクを用いた印刷法で形成したn-GaNショットキー接触の二次元評価
３．学会等名 　電子情報通信学会電子部品・電子デバイス（ED）研究会
４．発表年 　2020年

１．発表者名
平野智也，朝日重雄，喜多隆，塩島謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法による2段階フォトンアップコンバージョン太陽電池の二次元評価

３．学会等名
令和2年度第4回半導体エレクトロニクス部門委員会第3回研究会

４．発表年
2020年

１．発表者名
川角優斗，安井悠人，柏木行康，玉井聡行，塩島謙次

２．発表標題
Niナノインクを用いて印刷法で形成したn-GaNショットキー接触の二次元評価

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2021年

１．発表者名
平井 瑠一、社本 利玖、山下 雄大、橋本 明弘

２．発表標題
H2エッチングSiC表面の微細孔形成

３．学会等名
応用物理学秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
勝崎 友裕、社本 利玖、平井 瑠一、橋本 明弘

２．発表標題
Si薄膜成長へ向けたエピタキシャルグラフェンの表面改質

３．学会等名
応用物理学秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
社本 利玖、平井 瑠一、勝崎 友裕、橋本 明弘

２．発表標題
多機能2次元構造を用いたエピタキシャルグラフェン上GaN成長

３．学会等名
応用物理学秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
水野 裕介、社本 利玖、勝崎 友裕、橋本 明弘

２．発表標題
修復された多機能2次元構造を用いたGaN成長

３．学会等名
応用物理学秋季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
社本 利玖、勝崎 友裕、水野 裕介、橋本 明弘

２．発表標題
多機能2次元構造作製におけるエピタキシャルグラフェン形成過程

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2021年

１．発表者名
平井 瑠一、山下 雄大、橋本 明弘

２．発表標題
ポーラスエピタキシャルグラフェン形成におけるSiC表面構造の影響

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2021年

１．発表者名 Kenji Shiojima, Fumimasa Horikiri, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, and Tomoyoshi Mishima
２．発表標題 Effect of Wafer Off-Angles on Defect Formation in Drift Layers Grown on Freestanding GaN Substrates
３．学会等名 13th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS 13)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Kenji Shiojima, Masataka Maeda, and Kaori Kurihara
２．発表標題 Mapping of n-GaN Schottky Contacts Formed on Facet-Growth Substrates Using Scanning Internal Photoemission Microscopy
３．学会等名 13th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS 13)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Kenji Shiojima, Yukiyasu Kashiwagi, Atsushi Koizumi, Masashi Saitoh, Toshiyuki Tamai, and Yasufumi Fujiwara
２．発表標題 Uniformity Characterization of Printed Schottky Contacts Formed on n-GaN Epitaxial Layers by Using Ag Nanoink
３．学会等名 International conference on Solid State Devices and Materials 2019 (SSDM2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Kenji Shiojima
２．発表標題 Mapping of Metal/Semiconductor and Semiconductor/Semiconductor Interfaces Using Scanning Internal Photoemission Microscopy
３．学会等名 2019 IEEE CPMT Symposium Japan (ICSJ)（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Ryo MATSUDA, Fumimasa HORIKIRI, Yoshinobu NARITA, Takehiro YOSHIDA, Tomoyoshi MISHIMA, Kenji SHIOJIMA
２．発表標題 Mapping of Photo-Electrochemical Etched Ni/n-GaN Schottkey Contacts Using Scanning Internal Photoemission Microscopy
３．学会等名 Material Research Meeting 2019 (MRM2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 塩島 謙次、谷川 智之、片山 竜二、松岡 隆志
２．発表標題 界面顕微光応答法によるN極性p形GaNショットキー電極の2次元評価
３．学会等名 応用物理学会秋季学術講演会
４．発表年 2019年

１．発表者名 松田 陵、堀切 文正、成田 好伸、吉田 丈洋、三島 友義、塩島 謙次
２．発表標題 界面顕微光応答法による電気化学エッチングしたNi/GaNショットキーの2次元評価（II）--n形とp形の比較―
３．学会等名 応用物理学会秋季学術講演会
４．発表年 2019年

１．発表者名 塩島 謙次、松田 稜、加藤 正史
２．発表標題 界面顕微光応答法によるSiCウエハーに存在する構造欠陥の2次元評価
３．学会等名 応用物理学会秋季学術講演会
４．発表年 2019年

１．発表者名
塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法によるエッチングしたGaN表面の2次元評価

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法による金属／半導体、半導体／半導体界面の2次元評価

３．学会等名
電子情報通信学会電子部品・材料研究会（CPM）（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
松田陵，堀切文正，成田好伸，吉田丈洋，三島友義，塩島謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法による光電気化学エッチングしたNi/GaNショットキーの2次元評価 --n形とp形の比較--

３．学会等名
日本材料学会令和元年度第2回研究会

４．発表年
2019年

１．発表者名
塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法による電極界面の欠陥、 劣化過程の2次元解析

３．学会等名
応用物理学会結晶工学分科会第24回結晶工学セミナー（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
塩島 謙次、Nabilah Fatin、松田 稜、加藤 正史

２．発表標題
界面顕微光応答法によるp-4H-SiCウエハー上ショットキー電極の2次元評価

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
内田 昌宏、川角 優斗、西村 一巳、塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法を用いた窒化物半導体HEMT上のショットキー電極の2次元評価

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
松田 陵、堀切 文正、成田 好伸、吉田 丈洋、三島 友義、塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法によるコンタクトレス光電気化学エッチングしたNi/n-GaNショットキーの2次元評価

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
Yuta Kamada, Tomoya Takeuchi and Akihiro Hashimoto

２．発表標題
Repair of multifunctional 2 dimension structures by regrowth of AlN atomic layer in MEE mode

３．学会等名
13th International Conference on Nitride Semiconductor (ICNS 13) 2019（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Akihiro Hashimoto and Daiki Ishimaru

２．発表標題
A New Approach for Multifunctional 2 Dimension Structure Formation

３．学会等名
13th International Conference on Nitride Semiconductor (ICNS 13) 2019（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Tomoya Takeuchi, Yuta Kamada and Akihiro Hashimoto

２．発表標題
Epitaxial graphene formation in N2 ambience using Si sublimation method

３．学会等名
The International Symposium on Epitaxial Graphene (ISEG-2019)（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Yuta Kamada, Tomoya Takeuchi, Riku Shamoto and Akihiro Hashimoto

２．発表標題
Repair of Multifunctional Two Dimension Structure by Additional Growth of AlN Atomic Layer in MEE Mode

３．学会等名
Material Research Meeting 2019 (MRM2019)（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Riku Shamoto, Yuta Kamada and Akihiro Hashimoto

２．発表標題
Orientation Control of a-axis in InN Growth by AlN/Epitaxial Graphene/ 4H-SiC(0001)

３．学会等名
Material Research Meeting 2019 (MRM2019)（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Ryuichi Hirai and Akihiro Hashimoto

２．発表標題
Influence of Pore Density of Porous Epitaxial Graphene on Aniline Polymerization

３．学会等名
Material Research Meeting 2019 (MRM2019)（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
鎌田 裕太，竹内 智哉， 社本 利玖，橋本 明弘

２．発表標題
N2プラズマ照射を行ったエピタキシャルグラフェン上極薄AlN中間層の界面状態分析

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2019年

１．発表者名
社本 利久，平井 瑠一，橋本 明弘

２．発表標題
多機能2次元構造を用いたエピタキシャルグラフェン上薄膜Si成長

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
平井 瑠一，社本 利久，橋本 明弘

２．発表標題
AlN保護膜を用いたポーラスエピタキシャルグラフェンの孔径制御

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2020年

１．発表者名
Kenji Shiojima, Takanori Hashizume, Masaru Sato, and Mayumi B. Takeyama

２．発表標題
Mapping of Ni/SiNx/n-SiC Structure Using Scanning Internal Photoemission Microscopy

３．学会等名
International conference on Solid State Devices and Materials 2018 (SSDM2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kenji Shiojima, Hitoshi Kambara, Tokiyoshi Matsuda, and Takashi Shinohe

２．発表標題
Mapping of interfacial reaction of a-Ga2O3 Schottky contacts using scanning internal photoemission microscopy

３．学会等名
4th E-MRS & MRS-J Bilateral Symposium（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kenji Shiojima

２．発表標題
Mapping of metal/semiconductor and semiconductor/semiconductor interfaces using scanning internal photoemission microscopy

３．学会等名
4th E-MRS & MRS-J Bilateral Symposium（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kenji Shiojima, Masataka Maeda, and Tomoyoshi Mishima

２．発表標題
Scanning internal photoemission microscopy measurements of n-GaN Schottky contacts under applying voltage

３．学会等名
IWN 2018（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kenji Shiojima, Tetsuya Suemitsu, Takuya Ozaki, and Seiji Samukawa

２．発表標題
Mapping of neutral-beam etching induced damages on GaN surfaces using scanning internal photoemission microscopy

３．学会等名
IWN 2018（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kenji Shiojima

２．発表標題
Mapping of metal/semiconductor and semiconductor/semiconductor interfaces using scanning internal photoemission microscopy

３．学会等名
4th Intensive Discussion on Growth of Nitride Semiconductors (IDGN-4)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
塩島 謙次、末光 哲也、尾崎 卓哉、寒川 誠二

２．発表標題
中性粒子ビームエッチングによりGaN表面に導入された損傷の界面顕微光応答法による2次元評価

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
塩島 謙次、佐川 知大、堀切 文正、成田 好伸、吉田 丈洋、三島 友義

２．発表標題
GaN自立基板上に成長したドリフト層中の欠陥生成におけるオフ角の影響

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
前田 昌嵩、塩島 謙次、栗原 香

２．発表標題
界面顕微光応答法によるファセット成長n-GaNショットキー接触の2次元評価

３．学会等名
応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
塩島 謙次，前田　昌嵩，三島 友義

２．発表標題
n-GaNショットキー接触の電圧印加界面顕微光応答測定

３．学会等名
電子情報通信学会電子デバイス研究会

４．発表年
2018年

１．発表者名
松田 陵、堀切 文正、成田 好伸、吉田 丈洋、三島 友義、塩島 謙次

２．発表標題
界面顕微光応答法による電気化学エッチングしたNi/n-GaNショットキーの2次元評価

３．学会等名
応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2019年

１．発表者名
N. Takeda, T. Terai, D. Ishimaru, and A. Hashimoto

２．発表標題
Orientation Control of a-Axis of GaN with using AlN Multi-function Intermediate Layer on Epitaxial Graphene/ 4H-SiC (0001)

３．学会等名
20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
T. Terai, D. Ishimaru, and A. Hashimoto

２．発表標題
Orientational Control of Initial Si Nuclei Growth on Epitaxial Graphene Substrate using AlN Multi-functional Intermediate Layer

３．学会等名
20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Y. Sato, D. Ishimaru, T. Terai, Y. Kamada, T. Takeuchi, and A. Hashimoto

２．発表標題
Nitride Growth by using Ultra-thin AlN/ Epitaxial Graphene Intermediate Layer on 4H-SiC (0001)

３．学会等名
International Workshop on Nitride Semiconductor 2018 (IWN2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
T. Terai, D. Ishimaru, Y. Sato, Y. Kamada, T. Takeuchi, and A. Hashimoto

２．発表標題
Formation and Characterization of Ultra-thin AlN Intermediate Layer on Epitaxial Graphene

３．学会等名
International Workshop on Nitride Semiconductor 2018 (IWN2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
竹田直喜、石丸大樹、橋本明弘

２．発表標題
4H-SiC(0001)ポーラスエピタキシャルグラフェンの孔径及び孔密度制御（II）

３．学会等名
第79回応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
竹内智哉、寺井汰至、鎌田裕太、佐藤祐大、橋本明弘

２．発表標題
オージェ電子分光法(AES)によるグラフェン上極薄AlN中間層の界面状態分析

３．学会等名
第79回応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
佐藤祐大、石丸大樹、寺井汰至、鎌田裕太、竹内智哉、橋本明弘

２．発表標題
グラフェン上極薄AlN中間層を用いたAlNホモエピタキシャル成長

３．学会等名
第79回応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
鎌田裕太、寺井汰至、竹内智哉、佐藤祐大、橋本明弘

２．発表標題
エピタキシャルグラフェン上極薄AlN中間層を用いたGaN成長におけるa軸配向制御

３．学会等名
第79回応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
寺井汰至、石丸大樹、　鎌田裕太、竹内智哉、橋本明弘

２．発表標題
極薄AlN中間層を用いたエピタキシャルグラフェン上Si薄膜成長

３．学会等名
第79回応用物理学会春季学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
竹内智哉、寺井汰至、鎌田裕太、佐藤祐大、橋本明弘

２．発表標題
N2雰囲気中エピタキシャルグラフェン形成

３．学会等名
第66回応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2019年

１．発表者名
竹田直喜、石丸大樹、橋本明弘

２．発表標題
新規電極材応用に向けたポーラスエピタキシャルグラフェン上微細孔の制御

３．学会等名
第66回応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2019年

１．発表者名
佐藤祐大、寺井汰至、鎌田裕太、竹内智哉、橋本明弘

２．発表標題
熱劣化したエピタキシャルグラフェン上極薄AlN中間層の修復

３．学会等名
第66回応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2019年

１．発表者名
寺井汰至、石丸大樹、鎌田裕太、竹内智哉、橋本明弘

２．発表標題
極薄AlN中間層を用いたエピタキシャルグラフェン上Si薄膜成長(II)

３．学会等名
第66回応用物理学会秋季学術講演会

４．発表年
2019年

〔図書〕　計2件

1．著者名 Kenji Shiojima, Katsuyoshi Washio, Seiichi Miyazaki, Hiroo Omi, Giuliana Impellizzeri	4．発行年 2020年
2．出版社 Materials Science in Semiconductor Processing	5．総ページ数 約130ページ（DVD版の為、ページは概算）
3．書名 Control of Semiconductor Interfaces	

1．著者名 J. Murota, C. Claeys, H. Iwai, M. Tao, S. Deleonibus, A. Mai, K. Shiojima, Y. Cao	4．発行年 2019年
2．出版社 The Electrochemical Society, 65 South Main Street, New Jersey, USA	5．総ページ数 233
3．書名 Semiconductor Process Integration 11	

〔産業財産権〕

〔その他〕

福井大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻電子物性講座半導体表面界面（塩島）研究室のホームページ
http://fuee.u-fukui.ac.jp/~shiojima/integrated.html

６．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	橋本　明弘 (Hashimoto Akihiro) (10251985)	福井大学・学術研究院工学系部門・教授 (13401)	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関