

令和 3 年 4 月 27 日現在

機関番号：10101

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06421

研究課題名(和文)特異構造を含む異種接合の界面制御と電子デバイス展開

研究課題名(英文)Interface control of heterojunctions including singularity structures for advanced electron devices

研究代表者

橋詰 保 (Hashizume, Tamotsu)

北海道大学・量子集積エレクトロニクス研究センター・特任教授

研究者番号：80149898

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 45,800,000円

研究成果の概要(和文)：プラズマエッチングされたGaN表面、イオン注入されたGaN表面、高温熱処理後のGaN表面、分極効果のないGaN表面にショットキー接合およびMOS接合を形成し、詳細な電氣的評価によりGaN表面に生成する電子捕獲準位を同定した。また、高誘電率と化学的安定性を同時に期待できるハフニウムシリケート(HfSiO_x)を絶縁ゲートとしたAlGaN/GaN高電子移動度トランジスタ(HEMT)を作製し、しきい値電圧変動が極めて小さな電流-電圧特性を観測した。さらに、通電電極不要の光電気化学エッチングプロセスを開発し、GaN-HEMTのゲート部に適用することにより、しきい値電圧の精密制御を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

種々のプロセスに曝されたGaN表面には、特有の電子捕獲準位が生成されることが明らかになり、実際のデバイス作製時に導入される電子準位を予見し、その制御指針を立てる上で本研究は重要な意味を持つ。また、MOSゲート構造はトランジスタの中核部であるため、本研究で得られたMOS界面特性の解明、光電気化学プロセスによる精密ゲート制御、MOS型高電子移動度トランジスタの安定動作は、次世代の超高周波増幅システムおよび高効率電力変換システムに対応するGaNトランジスタの研究進展に貢献すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We have investigated interface properties of Schottky and MOS structures with a non-polar m-plane GaN surface and processed GaN surfaces by a plasma-assisted etching, an ion implantation and a high-temperature annealing. The detailed electrical characterization detected various kinds of electronic states created at the GaN surfaces. Then, a chemically stable HfSiO_x gate with a high permittivity has been applied to AlGaN/GaN high-electron-mobility transistors (HEMTs), resulting in excellent I-V characteristics with a slight fluctuation of threshold voltage. In addition, a recess-gate GaN MOS HEMT was fabricated using an electrodeless photo-assisted electrochemical etching. The DC characterization showed a precise control of threshold voltage in the I-V characteristics of the recess-gate MOS HEMT.

研究分野：半導体デバイス工学

キーワード：GaN AlGaN 異種接合 C-V MOS 界面準位 電気化学エッチング

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高い絶縁破壊電界と高い電子速度を有するGa_Nおよびその混晶材料 (AlGa_N, InAl_N) は、次世代の高効率電力変換トランジスタや超高周波増幅トランジスタを実現する材料として大きな期待がかけられていたが、MOSゲート技術の確立およびトランジスタ不安定動作の機構解明が大きな課題であった。これらを解決するためには、種々のエネルギープロセスに曝された表面に生成する電子捕獲準位の特性を解明することが強く要請されており、また、詳細な特性評価に立脚するMOS界面制御とそのトランジスタ応用が重要なポイントであった。

2. 研究の目的

種々のプロセス表面や特異構造を内包するGa_N系異種接合界面の電氣的評価を行い、化学的・構造的評価と連携させて電子捕獲準位の特性を理解し、混晶異種接合の制御と新機能トランジスタ展開に関する重要知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

種々のプロセスに曝されたGa_N表面に導入される電子捕獲準位に関しては、Ga_Nの最表面を評価する必要がある。このため、原子層堆積Al₂O₃膜を利用するMOS構造を採用し、独自に開発した厳密数値計算法を測定結果に適用することにより、Ga_N最表面に存在する電位準位を同定した。また、超高周波増幅用HEMTの高性能化・高信頼化を目的として、高誘電率と化学的安定性を同時に期待できるHfSiO_xを利用する絶縁ゲートHEMTの作製と詳細な特性評価を行った。光電気化学エッチングは低損傷プロセスであるが、電気化学反応を制御するための通電電極の形成が必要であり、これが素子構造・プロセスを複雑化する原因でもあった。この点を解決するために、ペルオキソ硫酸カリウム (K₂S₂O₈) を利用する光電気化学エッチングの基礎反応を明らかにし、通電電極なしの光電気化学エッチングを開発してHEMTのゲート部に適用した。

4. 研究成果

(1) 種々のプロセスに曝されたGa_N表面の電子準位評価

①Mgイオン注入層を含むAl₂O₃/n-Ga_N異種接合に容量-電圧 (C-V) 法を適用し、測定結果を厳密数値計算結果と比較する手法で、Mgイオン注入過程でGa_N表面に導入される電子捕獲準位の評価を実施した。独自に開発したPMA (post-metallization annealing) 制御法により、絶縁膜-半導体界面に起因する界面準位を抑制し、イオン注入により導入された離散的電子準位を検出することが可能になった。解析の結果、伝導帯下端から0.8eVのエネルギー位置に比較的高密度の準位が形成されることを明らかにした。

②誘導結合プラズマ (ICP) ドライエッチングによりn-Ga_N表面を数100nmエッチングし、Al₂O₃膜を利用したMOS構造を作製することによって、Ga_N表面に導入される表面欠陥の評価を行った。図1にC-V測定結果と計算値を示す。伝導帯下端から0.1eVおよび0.6eVのエネルギー位置に比較的高密度の準位を仮定した計算により、実験値を良く再現できた。これらの準位はGa_Nの表面近傍 (50nm以内) に局在することが示され、その密度はICPエッチングのバイアス電力に強く依存することが明らかになった。また、900°Cの熱処理によって密度は低減するが、完全な回復は観測できなかった。表面近傍に導入される欠陥を抑制するためには、ICPエッチングのバイアス電力を15W以下にすることが最も効果的であることが示された。

③SiO₂およびSi₃N₄を保護膜とするGa_N試料に、N₂中1150°Cで1分間のアニールを行い、その後HF溶液により保護膜除去を行った。そのGa_N表面に原子層堆積法でAl₂O₃膜を形成した。C-V特性評価より、Al₂O₃/Ga_N界面に高密度の電子捕獲準位が存在することが示されたが、SiO₂保護膜の場合、400°C/10分のPMA制御法で顕著な界面特性の回復が観測された。一方、Si₃N₄保護膜の場合はGa_N表面にSi₃N₄が残存するため (1nm以下)、PMA後も界面特性回復が不十分

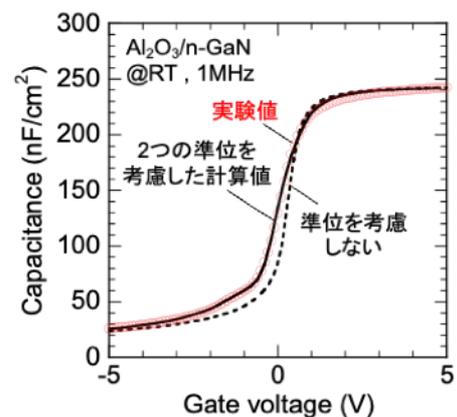


図1 ドライエッチングGa_N表面に形成したAl₂O₃ MOS構造のC-V特性と計算値

であることが明らかになった。

(2) 分極効果の出現しないm面GaNに形成したMOS界面の評価

分極効果の出現しないm面GaNに原子層堆積法（ALD法）で Al_2O_3 を形成し、MOS構造の界面特性を詳細に評価した。図2に示すように、 Al_2O_3 堆積直後の状態においても（PMA処理なし）、 $10^{10}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 台の後半から $10^{11}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 台の前半の比較的低い界面準位密度を示した。ゲート電極形成後の低温熱処理（PMA処理： 300°C ）により、界面準位密度は $10^{10}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 台の前半まで低下した。これらの特性は、分極効果のあるc面GaN MOS構造より優れていることが明らかになった。第一原理計算やいくつかの実験により、m面GaN表面ではGa-Nダイマー形成の可能性が示されている。このGa-Nダイマー安定化面を基盤として、ALD初期段階でのダイマー分解→OH基による表面ボンド終端→連続的な Al_2O_3 形成の表面モデルを提案した。すなわち、表面ボンドの酸素終端と連続的絶縁膜形成により、表面欠陥とダングリングボンドの形成が抑制され、PMA処理なしの状態でも低い界面準位密度を実現するものと考えている。

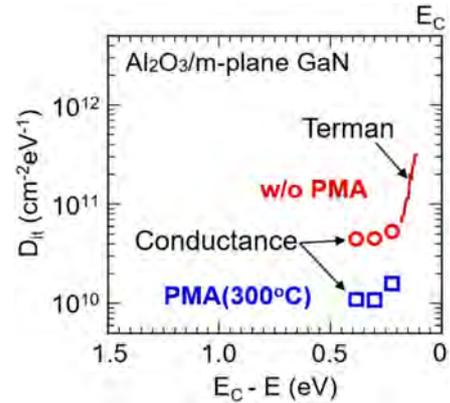


図2 m面GaNに形成した Al_2O_3 MOS構造の界面準位密度分布

(3) 制御された絶縁ゲート構造を有するMOS型HEMT

①GaN基板上に成長されたAlGaIn/GaN構造に原子層堆積法で Al_2O_3 ゲートを形成し、その電気的評価を行った。PMA処理を行うことで非常に良好な電流-電圧特性が観測され、サブシュレシヨルド領域で理論値に近いSS値（ $68\text{mV}/\text{dec}$ ）が得られた。さらに高温領域で動作安定性が確認され、 150°C 動作においても非常に低い漏れ電流（ $1.5\text{nA}/\text{mm}$ ）と安定なしきい値電圧（室温からのしきい値電圧変動が 0.25V ）が観測された。

②高誘電率と化学的安定性を同時に期待できるハフニウム・シリケート（ HfSiO_x ）を絶縁ゲートとしたAlGaIn/GaN HEMTを作製した。 HfSiO_x ゲート形成は、プラズマ支援原子層堆積（PE-ALD）法により $(\text{HfO}_2)_m/(\text{SiO}_2)_n$ ラミネート構造をAlGaIn表面に成膜するプロセスからスタートした。添え字のmとnは、 HfO_2 と SiO_2 のALDサイクル数である。本研究では $m=2$ 、 $n=1$ とし、シリケートの平均組成は $\text{Hf}_{0.57}\text{Si}_{1.43}\text{O}_x$ となった。その後、 800°C でPost-Deposition Annealing (PDA)を行うことにより、均一なアモルファス層を実現した。作製したMOS-HEMTにおいて、 HfSiO_x の比較的高い比誘電率（13.0）を反映した相互コンダクタンスが観測され、また図3に示すように、 150°C においてもしきい値電圧変動が極めて小さなI-V特性が観測された。さらに、MOSダイオード構造のC-V特性の詳細評価より、 $\text{HfSiO}_x/\text{AlGaIn}$ 界面の電子捕獲準位密度が $10^{12}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 以下であることを明らかにした。

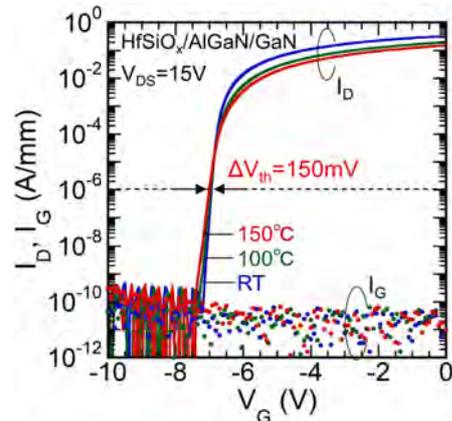


図3 HfSiO_x ゲートAlGaIn/GaN MOS HEMTの伝達特性の温度依存性

(4) HEMT構造への光電気化学エッチング応用

光電気化学エッチングは低損傷の特長を持つが、電子-正孔分離用のバイアス印加が必要であった。最近、強力酸化剤のペルオキソ硫酸カリウム（ $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ）を利用することにより、無バイアス（通電電極なし）でGaInおよびAlGaInのエッチングが可能であることを見出した。図4に光電気化学エッチングのプロセス図を模式的に示す。 H_3PO_4 をベースとする $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液に、フォトレジストでマスクパターンした試料をセットし、波長 260nm のUVC光を照射する。

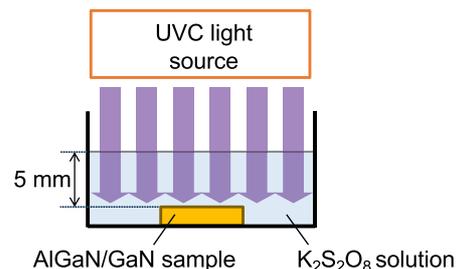


図4 通電電極なし光電気化学エッチングプロセスの模式図

このプロセスをAlGaIn/GaN HEMTに適用し、ゲート部の

みをエッチングするリセスゲート構造を形成した。図5に、AlGaIn層のエッチング後の断面SEM写真を示す。エッチング前は28nmの膜厚であったが、エッチング後の膜厚は4.7nmで、極めて均一性の高いエッチングが確認された。エッチング進行に従ってAlGaIn直下の2次元電子密度が減少し、完全に空乏した時にエッチングが自己停止することが分かっており、この機構により高い膜厚均一性が得られるものと考えている。

ゲート部のみをエッチングし、リセスゲート構造のMOS-HEMTを作製した。良好な電流-電圧特性とリセスによるしきい値シフトが観測された。図6にlogスケールの伝達特性を示す。AlGaIn層のリセスエッチングにより、正バイアス方向へのしきい値電圧シフトが明瞭に観測された。また、しきい値電圧の分散値は20mV以内であり、極めて安定なしきい値電圧制御が可能になった。AlGaIn層の膜厚が4.7nmで自動的にエッチング停止することが、しきい値電圧の安定化に寄与していると考えられる。

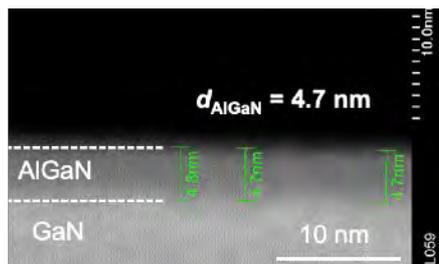


図5 光電気化学エッチング後のAlGaIn/GaN構造の断面SEM像

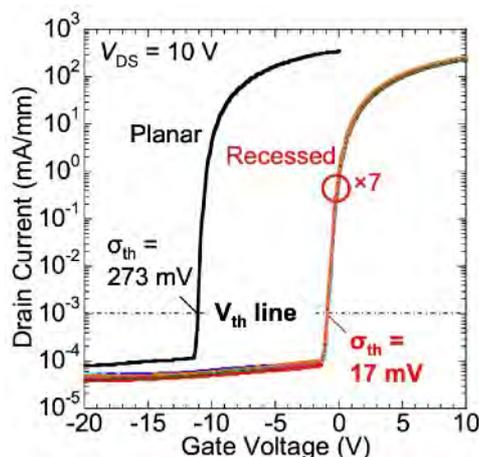


図6 リセスゲート構造Al₂O₃/AlGaIn/GaN HEMTの伝達特性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計30件（うち査読付論文 30件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 7件）

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名 Ochi Ryota, Maeda Erika, Nabatame Toshihide, Shiozaki Koji, Sato Taketomo, Hashizume Tamotsu | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Gate controllability of HfSiOx/AlGaIn/GaN MOS high-electron-mobility transistor | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 AIP Advances | 6. 最初と最後の頁 065215 ~ 065215 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0012687 | 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 Isobe Kazuki, Akazawa Masamichi | 4. 巻 59 |
| 2. 論文標題 Effects of surface treatment on Fermi level pinning at metal/GaN interfaces formed on homoepitaxial GaN layers | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics | 6. 最初と最後の頁 046506 ~ 046506 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab8024 | 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 Yamada Shinji, Takeda Kentaro, Toguchi Masachika, Sakurai Hideki, Nakamura Toshiyuki, Suda Jun, Kachi Tetsu, Sato Taketomo | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Depth profiling of surface damage in n-type GaN induced by inductively coupled plasma reactive ion etching using photo-electrochemical techniques | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Applied Physics Express | 6. 最初と最後の頁 106505 ~ 106505 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/abb787 | 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 Akazawa Masamichi, Kamoshida Ryo | 4. 巻 59 |
| 2. 論文標題 Analysis of simultaneous occurrence of shallow surface Fermi level pinning and deep depletion in MOS diode with Mg-ion-implanted GaN before activation annealing | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics | 6. 最初と最後の頁 096502 ~ 096502 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abac41 | 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 Kaneki Shota, Hashizume Tamotsu | 4. 巻 11 |
| 2. 論文標題 Interface characterization of Al ₂ O ₃ /m-plane GaN structure | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 AIP Advances | 6. 最初と最後の頁 015301 ~ 015301 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0031232 | 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 Asubar Joel T., Yatabe Zenji, Gregusova Dagmar, Hashizume Tamotsu | 4. 巻 129 |
| 2. 論文標題 Controlling surface/interface states in GaN-based transistors: Surface model, insulated gate, and surface passivation | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Applied Physics | 6. 最初と最後の頁 121102 ~ 121102 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0039564 | 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 |

| | |
|---|--------------------------|
| 1. 著者名 K. Fukuda, H. Asai, J. Hattori, M. Shimizu, and T. Hashizume | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 A time-dependent Verilog-A compact model for MOS capacitors with interface traps | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 SBBD06-1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/aaffbe | 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 D. Gregusova, L. Toth, O. Pohorelec, S. Hasenohrl, S. Hascik, I. Cora, Z. Fogarassy, R. Stoklas, A. Seifertova, M. Blaho, A. Laurencikova, T. Oyobiki, B. Pecz, T. Hashizume, and J. Kuzmik | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 InGaN/(GaN)/AlGaIn/GaN normally-off metal-oxide-semiconductor high-electron mobility transistors with etched access region | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 SCCD21-1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab06b8 | 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 S. Yamada, M. Omori, H. Sakurai, Y. Osada, R. Kamimura, T. Hashizume, J. Suda, and T. Kachi | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Reduction of plasma-induced damage in n-type GaN by multistep-bias etching in inductively coupled plasma reactive ion etching | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Phys. Express | 6. 最初と最後の頁 016505-1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab5ffe | 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 S. Ozaki, K. Makiyama, T. Ohki, N. Okamoto, Y. Kumazaki, J. Kotani, S. Kaneki, K. Nishiguchi, N. Nakamura, N. Hara, and T. Hashizume | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 Improved DC performance and current stability of ultrathin-Al2O3/InAlN/GaN MOS-HEMTs with post-metallization-annealing process | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Semicond. Sci. Technol. | 6. 最初と最後の頁 035027-1-7 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6641/ab708c | 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 M. Toguchi, K. Miwa, and T. Sato | 4. 巻 166 |
| 2. 論文標題 Anisotropic Electrochemical Etching of Porous Gallium Nitride by Sub-Bandgap Absorption Due to Franz-Keldysh Effect | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society | 6. 最初と最後の頁 H510-H512 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/2.0551912jes | 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 T. Sato, M. Toguchi, Y. Komatsu, and K. Uemura | 4. 巻 32 |
| 2. 論文標題 Low-Damage Etching for AlGaIn/GaN HEMTs Using Photo-Electrochemical Reactions | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing | 6. 最初と最後の頁 483-488 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TSM.2019.2934727 | 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 2.K. Miwa, Y. Komatsu, M. Toguchi, F. Horikiri, N. Fukuhara, Y. Narita, O. Ichikawa, R. Isono, T. Tanaka, and T. Sato | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Self-termination of contactless photo-electrochemical (PEC) etching on aluminum gallium nitride/gallium nitride heterostructures | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Applied Physics Express | 6. 最初と最後の頁 026508-1-4 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ab6f28 | 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 M. Akazawa and K. Uetake | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Impact of Low-Temperature Annealing on Defect Levels Generated by Mg-Ion-Implanted GaN | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 SCCB10-1- 6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab09d5 | 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 M. Akazawa, S. Kitajima, and Y. Kitawaki | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Control of plasma-CVD SiO ₂ /InAlN interface by N ₂ O plasma oxidation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 106504-1-7 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab3c49 | 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 M. Akazawa, R. Kamoshida, S. Murai, T. Narita, M. Omori, J. Suda, and T. Kachi | 4. 巻 257 |
| 2. 論文標題 Effects of dosage increase on electrical properties of MOS diodes with Mg-ion-implanted GaN before activation annealin | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Phys. Status Solidi B | 6. 最初と最後の頁 1900367-1 -9 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssb.201900367 | 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 K. Fukuda, H. Asai, J. Hattori, M. Shimizu and T. Hashizume | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 A transient simulation approach to obtaining capacitance-voltage characteristics of GaN MOS capacitors with deep-level traps | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 04FG04-1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.04FG04 | 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 T. Hashizume, K. Nishiguchi, S. Kaneki, J. Kuzmik and Z. Yatabe | 4. 巻 78 |
| 2. 論文標題 State of the art on gate insulation and surface passivation for GaN-based power HEMTs | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Mat. Sci. Semicond. Process. | 6. 最初と最後の頁 85-95 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mssp.2017.09.028 | 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 |

| | |
|---|--------------------------|
| 1. 著者名 T. Hashizume, S. Kaneki, T. Oyobiki, Y. Ando, S. Sasaki and K. Nishiguchi | 4. 巻 11 |
| 2. 論文標題 Effects of postmetallization annealing on interface properties of Al ₂ O ₃ /GaN structures | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Phys. Express | 6. 最初と最後の頁 124102-1-4 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.11.124102 | 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 M. Matys, K. Nishiguchi, B. Adamowicz, J. Kuzmik and T. Hashizume | 4. 巻 124 |
| 2. 論文標題 Enhancement of channel electric field in AlGaIn/GaN multi-nanochannel high electron mobility transistors | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 224502-1-8 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5056194 | 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 M. Tapajna, J. Drobny, F. Gucmann, K. Husekova, D. Gregussova, T. Hashizume, and J. Kuzmik | 4. 巻 91 |
| 2. 論文標題 Impact of oxide/barrier charge on threshold voltage instabilities in AlGaIn/GaN metal-oxide-semiconductor heterostructures | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Mat. Sci. Semicond. Process. | 6. 最初と最後の頁 356-361 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mssp.2018.12.012 | 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 S. Nakazawa, H.-A. Shih, N. Tsurumi, Y. Anda, T. Hatsuda, T. Ueda, T. Kimoto, and T. Hashizume | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Effects of post-deposition annealing in O ₂ on threshold voltage of Al ₂ O ₃ /AlGaIn/GaN MOS heterojunction field-effect transistors | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 030902-1-4 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/aafd17 | 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 Y. Ando, S. Kaneki and T. Hashizume | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 Improved operation stability of Al ₂ O ₃ /AlGaIn/GaN MOS high-electron-mobility transistors grown on GaN substrates | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Phys. Express | 6. 最初と最後の頁 024002-1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/aafded | 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 S. Matsumoto, M. Toguchi, K. Takeda, T. Narita, T. Kachi, and T. Sato | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 Effects of a photo-assisted electrochemical etching process removing dry-etching damage in GaN | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 121001-1-7 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.121001 | 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 S. Ozaki, K. Makiyama, T. Ohki, N. Okamoto, S. Kaneki, K. Nishiguchi, N. Hara and T. Hashizume | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Effects of Air-annealing on DC Characteristics of InAlN/GaN MOS-HEMTs Using ALD-Al ₂ O ₃ | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Phys. Express | 6. 最初と最後の頁 061001-1-4 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.10.061001 | 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 Kumazaki Yusuke, Uemura Keisuke, Sato Taketomo, Hashizume Tamotsu | 4. 巻 121 |
| 2. 論文標題 Precise thickness control in recess etching of AlGaIn/GaN hetero-structure using photocarrier-regulated electrochemical process | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 184501 ~ 184501 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4983013 | 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 R. Stoklas, D. Greguov, M. Blaho, K. Fr;hlich, J. Novk, M. Matys, Z. Yatabe, P. Kordos and T. Hashizume | 4. 巻 32 |
| 2. 論文標題 Influence of oxygen-plasma treatment on AlGaIn/GaN metal-oxide-semiconductor heterostructure field-effect transistors with HfO ₂ by atomic layer deposition: leakage current and density of states reduction | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Semicond. Sci. Technol. | 6. 最初と最後の頁 045018 ~ 045018 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6641/aa5fcb | 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 K. Nishiguchi, S. Kaneki, S. Ozaki and T. Hashizume | 4. 巻 56 |
| 2. 論文標題 Current linearity and operation stability in Al ₂ O ₃ -gate AlGaIn/GaN MOS-HEMTs | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 101001-1-8 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.56.101001 | 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 Matys M., Kaneki S., Nishiguchi K., Adamowicz B., Hashizume T. | 4. 巻 122 |
| 2. 論文標題 Disorder induced gap states as a cause of threshold voltage instabilities in Al ₂ O ₃ /AlGaIn/GaN metal-oxide-semiconductor high-electron-mobility transistors | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 224504 ~ 224504 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5000497 | 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 S. Kaneki, J. Ohira, S. Toiya, Z. Yatabe, J. T. Asubar and T. Hashizume | 4. 巻 109 |
| 2. 論文標題 Highly-stable and low-state-density Al ₂ O ₃ /GaIn interfaces using epitaxial n-GaN layers grown on free-standing GaN substrates | 5. 発行年 2016年 |
| 3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett. | 6. 最初と最後の頁 162104-1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4965296 | 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 - |

〔学会発表〕 計57件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 31件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 T. Sato, and M. Toguchi |
| 2. 発表標題 Photo-Electrochemical Etching and Porosification of III-Nitride Semiconductors |
| 3. 学会等名 2020 Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRIME 2020) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 T. Hashizume, R. Ochi, E. Maeda, T. Nabatame, K. Shiozaki and T. Sato |
| 2. 発表標題 HfSiO _x -gate GaN MOS-HEMTs for RF power transistor |
| 3. 学会等名 Society of Photographic Instrumentation Engineers (SPIE), Photonics West 2021, Gallium Nitride Materials and Devices XVI (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 M. Akazawa, S. Murai, R. Kamoshida, E. Wu, and T. Kachi |
| 2 . 発表標題 Impact of Cap-Layer Materials Used in Long-Term Low-Temperature Annealing on Electrical Properties of Mg-Ion Implanted GaN |
| 3 . 学会等名 62nd Electronic Materials Conference (EMC2020) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 M. Toguchi, K. Miwa, F. Horikiri, N. Fukuhara, Y. Narita, O. Ichikawa, R. Isono, T. Tanaka, and T. Sato |
| 2 . 発表標題 Fabrication of Recessed-Gate AlGaIn/GaN HEMTs Utilizing Contactless Photo-Electrochemical (CLPEC) Etching |
| 3 . 学会等名 2020 Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRIME 2020) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 T. Hashizume and S. Kaneki |
| 2 . 発表標題 Interface properties of Al ₂ O ₃ -based MOS structures on m-plane GaN |
| 3 . 学会等名 The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 T. Sato, M. Toguchi, K. Itoh, T. Hashizume |
| 2 . 発表標題 Precise control in threshold voltage of AlGaIn/GaN HEMTs utilizing a photoelectrochemical (PEC) etching |
| 3 . 学会等名 The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 M. Akazawa, Y. Tamamura and S. Murai |
| 2. 発表標題 A Defect Level Generated in GaN by High-Temperature Annealing with AlN Encapsulation |
| 3. 学会等名 13th International Symposium on Advanced Science and its Application for Nitrides and Nanomaterials/14th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasam2021/IC-PLANTS2021) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 越智 亮太、前田 瑛里香、生田目 俊秀、塩崎 宏司、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 HfSiO _x ゲート AlGa _{0.5} N/GaN MOS-HEMTのゲート制御性 |
| 3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 村井駿太、呉 恩誠、赤澤 正道、加地 徹 |
| 2. 発表標題 Mgイオン注入GaNに対する低温熱処理の効果における表面保護膜材料依存性 |
| 3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 越智 亮太、前田 瑛里香、生田目 俊秀、塩崎 宏司、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 HfSiO _x ゲート AlGa _{0.5} N/GaN HEMTsのDC特性とMOS界面評価 |
| 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 2021年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 橋詰 保 |
| 2. 発表標題 無極性面に形成したGaN MOS界面の特性 |
| 3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会（招待講演） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡久地政周, 三輪和希, 堀切文正, 福原昇, 成田好伸, 吉田文洋, 佐藤威友 |
| 2. 発表標題 コンタクトレス光電気化学エッチングによるリセスゲートAlGaIn/GaN HEMT の作製 |
| 3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 伊藤滉朔, 小松裕斗, 渡久地政周, 井上暁喜, 三好実人, 佐藤威友 |
| 2. 発表標題 光電気化学エッチング法を用いたAlGaInN/AlGaInリセスゲートHFETの作製 |
| 3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 T. Hashizume |
| 2. 発表標題 MOS interface control for GaN power transistor |
| 3. 学会等名 Compound Semiconductor Week (CSW2019) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 T. Hashizume and T. Sato |
| 2. 発表標題 Interface control of Al ₂ O ₃ -based MOS structures for advanced GaN transistors |
| 3. 学会等名 13th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-13) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Improved Al ₂ O ₃ gate technology for high-power and high-frequency GaN transistors |
| 3. 学会等名 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM2019) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 S. Kaneki and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Stable C-V characteristics of Al ₂ O ₃ /m-plane GaN structures at high temperatures |
| 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 R. Ochi, Y. Ando, S. Kaneki and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Improved gate controllability of Al ₂ O ₃ -gate AlGa _{0.5} N/GaN HEMTs grown on GaN substrates |
| 3. 学会等名 13th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics (TWHM-2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 T. Sato, K. Uemura, and M. Toguchi |
| 2. 発表標題 Damage-less Wet Etching for Normally-off AlGaIn/GaN HEMTs using Photo-electrochemical Reactions |
| 3. 学会等名 2019 International Conference on Compound Semiconductor Manufacturing Technology (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 F. Horikiri, N. Fukuhara, H. Ohta, N. Asai, Y. Narita, T. Yoshida, T. Mishima, M. Toguchi, K. Miwa, and T. Sato |
| 2. 発表標題 GaN Wet Etching Process for Power and RF Devices |
| 3. 学会等名 2019 International Conference on Solid State Devices and Materials (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Insulated gate technologies for advanced GaN MOS transistors |
| 3. 学会等名 11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma-2019) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 p-GaNに形成したショットキーおよびMOS接合の評価 |
| 3. 学会等名 応用物理学会第149回結晶工学分科会研究会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN系トランジスタにおける界面制御 |
| 3. 学会等名 応用物理学会先進パワー半導体分科会第4回個別討論会(招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN MOSFETの絶縁ゲート技術 |
| 3. 学会等名 応用物理学会第24回電子デバイス界面テクノロジー研究会(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 M. Matys, K. Nishiguchi, B. Adamowicz and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Nature of oxide/III-N defects: Disorder induced gap state continuum vs. border traps |
| 3. 学会等名 34th International Conference on the Semiconductor Physics (ICPS-2018) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 S. Kaneki and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Control of Al ₂ O ₃ MOS Interfaces Fabricated on m-plane GaN Surfaces |
| 3. 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN-2018) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 Y. Ando, S. Kaneki, and T. Hashizume |
| 2 . 発表標題 Gate controllability in Al ₂ O ₃ -gate AlGa _{0.5} N/GaN HEMTs grown on GaN substrates |
| 3 . 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN-2018) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 T. Oyobiki and T. Hashizume |
| 2 . 発表標題 Characterization of Al ₂ O ₃ MOS structures fabricated on high-temperature annealed GaN surfaces |
| 3 . 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN-2018) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 K. Uetake, R. Kamoshida, and M. Akazawa |
| 2 . 発表標題 Investigation of Effect of Low-Temperature Annealing and Dosage on Mg-Ion- Implanted GaN Using MOS Structure |
| 3 . 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN-2018) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 M. Matys, K. Nishiguchi, B. Adamowicz, J. Kuzmik, and T. Hashizume |
| 2 . 発表標題 Enhancement of channel electric field in AlGa _{0.5} N/GaN multi-nanochannel high electron mobility transistors |
| 3 . 学会等名 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN-2018) (国際学会) |
| 4 . 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 及木 達矢、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 高温アニール後のGaN表面に形成したAl ₂ O ₃ MOS構造の評価 |
| 3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 金木 奨太、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 m面GaNに形成したAl ₂ O ₃ MOS構造の評価 |
| 3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安藤 祐次、金木 奨太、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 GaN基板上に作製したAl ₂ O ₃ /AlGa _{0.3} N/GaN MOS HEMT のゲート制御性 |
| 3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 金木 奨太、安藤 祐次、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 GaN自立基板上に作製したAl ₂ O ₃ /AlGa _{0.3} N/GaN HEMTの評価 |
| 3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 S. Kitajima and M. Akazawa |
| 2. 発表標題 Control of SiO ₂ /InAlN Interface by Plasma Surface Oxidation |
| 3. 学会等名 11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma-2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 T. Sato, K. Uemura and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Improved wet-etching processes for GaN-based electron devices |
| 3. 学会等名 2017 Materials Research Society Fall Meeting (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN系半導体のMOS界面制御 |
| 3. 学会等名 日本学術振興会第162委員会第103回研究会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN系トランジスタにおける界面制御 |
| 3. 学会等名 応用物理学会応用電子物性分科会研究会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN MIS界面とトランジスタ応用～これまでの -V MIS界面と違いはあるのか～ |
| 3. 学会等名 日本結晶成長学会・ナノ構造・エピタキシャル成長分科会・第9回講演会（招待講演） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kenya Nishiguchi, Syota Kaneki, Tamotsu Hashizume |
| 2. 発表標題 Improved MOS gate control in Al ₂ O ₃ /AlGaIn/GaN HEMTs with reverse-bias annealing |
| 3. 学会等名 12th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-12) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Taketomo Sato, Keisuke Uemura, Yusuke Kumazaki, Tamotsu Hashizume |
| 2. 発表標題 Precise thickness control in recess-etching for normally-off AlGaIn/GaN HEMTs using a low damage photo-electrochemical reaction |
| 3. 学会等名 12th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-12) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shota Kaneki, Zenji Yatabe, Tamotsu Hashizume |
| 2. 発表標題 Correlation between VTH instability and interface states in Al ₂ O ₃ /AlGaIn/GaN Structures |
| 3. 学会等名 12th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics (TWHM-2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 M. Matys, S.Kaneki, B. Adamowicz, J. Kuzmik and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Analysis of temperature dependent frequency dispersion in C-V curves of Al ₂ O ₃ /AlGa _n /Ga _n structures based on the disorder-induced gap-state model |
| 3. 学会等名 12th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics (TWHM-2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Koichi Fukuda, Hidehiro Asai, Junichi Hattori, Mitsuaki Shimizu and Tamotsu Hashizume |
| 2. 発表標題 Transient-mode simulation of MOS C-V characteristics for GaN |
| 3. 学会等名 2017 International Conference on Solid-State Devices and Materials (SSDM2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 S. Nakazawa, H.-A. Shih, N. Tsurumi, Y. Anda, T. Hatsuda, T. Ueda, M. Nozaki, T. Yamada, T. Hosoi, T. Shimura, H. Watanabe, and T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Fast Switching Performance by 20 A/730 V AlGa _n /Ga _n MIS-HFET Using Al ₂ O ₃ Gate Insulator |
| 3. 学会等名 63rd. International Electron devices Meeting (IEDM-2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 金木 奨太、西口 賢弥、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 Al ₂ O ₃ /Ga _n 構造の界面制御プロセス |
| 3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 及木 達矢、西口 賢弥、山田 真嗣、桜井 秀樹、上村 隆一郎、長田 大和、加地 徹、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 MOS構造によるGaN表面のICPエッチング誘起欠陥の評価 |
| 3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松本 悟、佐藤 威友、成田 哲生、加地 徹、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 光電気化学反応を利用したn-GaN表面層の低損傷エッチング |
| 3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 植村 圭佑、佐藤 威友、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 光電気化学(PEC)反応を利用したリセスゲートAlGaIn/GaN HEMTの作製 |
| 3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 及木 達矢、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 高温アニールがAl ₂ O ₃ /GaN 界面特性に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第65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 安藤 祐次、金木 奨太、西口 賢弥、橋詰 保 |
| 2. 発表標題 Al ₂ O ₃ -gate AlGa _{0.5} N/GaN MOS HEMTの動作安定性 |
| 3. 学会等名 第65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 橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN系トランジスタにおける界面制御 |
| 3. 学会等名 第77回応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 金木将太、西口賢弥、橋詰保 |
| 2. 発表標題 Al ₂ O ₃ /AlGa _{0.5} N/GaN MOSHEMT の界面制御プロセス |
| 3. 学会等名 第77回応用物理学会秋季学術講演会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Z. Yatabe, J.T. Asubar, Y. Nakamura, T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Effects of Electronic States at Insulator/AlGa _{0.5} N Interfaces on Threshold Voltage Instability of Al ₂ O ₃ /AlGa _{0.5} N/GaN Structures |
| 3. 学会等名 2016 International Conference on Solid-State Devices and Materials (SSDM2016) (国際学会) |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 T. Hashizume |
| 2. 発表標題 Surface passivation structures for GaN power transistors |
| 3. 学会等名 Advanced Metallization Conference 2016 (ADMETA-2016) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 金木将太、西口賢弥、橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaN MOS-HEMTの制御性および安定性の向上 |
| 3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 西口賢弥、橋詰保 |
| 2. 発表標題 GaNキャップ層がAlGaIn/GaN MOS構造のC-V特性に与える影響 |
| 3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会 |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| 産業財産権の名称 構造体の製造方法と製造装置および中間構造体 | 発明者 堀切文正, 福原昇, 佐藤威友, 渡久地政 周 | 権利者 同左 |
| 産業財産権の種類、番号 特許、6694102 | 取得年 2020年 | 国内・外国の別 国内 |

〔その他〕

北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センター
http:// www.rciqe.hokudai.ac.jp

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 | 赤澤 正道 (Akazawa Masamichi) (30212400) | 北海道大学・量子集積エレクトロニクス研究センター・准教授 (10101) | |
| 研究分担者 | 佐藤 威友 (Sato Taketomo) (50343009) | 北海道大学・量子集積エレクトロニクス研究センター・准教授 (10101) | |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|