

研究報告書

「Ⅲ族酸化物／窒化物半導体複合構造の界面制御とデバイス応用」

研究タイプ： 通常型

研究期間： 平成21年9月～平成25年3月

研究者： 東脇 正高

1. 研究のねらい

半導体ヘテロ構造の材料選択の幅を広げ、既存デバイスの特性改善および新規デバイス構造実現のために、Ⅲ族酸化物／窒化物半導体複合構造の作製に関する研究を本さがけ研究課題として提案しました。酸化物／窒化物もしくは窒化物／酸化物構造において、界面構造を原子レベルで制御することで、形成される界面準位エネルギーおよび密度を制御し、新たなバンドエンジニアリングの可能性を探ることが目的です。

一つ目の研究方向性としては、GaNヘテロ構造トランジスタ(HFET)の特性改善および新規デバイス構造実現のために、 AlO_x をAlGaN/GaN HFET構造上に、分子線エピタキシー(MBE)高真空成長室内で連続的に成長する点が技術的な大きな特徴となります。これは、大気中での表面自然酸化等の外的な影響が無い、理想に近い状態の酸化物／窒化物界面を得るためです。このように、高品質ゲート絶縁膜と成りえる酸化物材料および構造を探索し、最終的にはGaN HFETに代表される実際のデバイスに応用し、そのデバイス特性向上、新機能実現が目標となります。

もう一つの方向性として、新ワイドギャップ半導体酸化ガリウム(Ga_2O_3)上に窒化物を成膜した構造についても、合わせて検討を進めています。こちらは、新しいⅢ族酸化物半導体を開拓し、将来的にはその上に窒化物半導体を形成した窒化物／酸化物複合構造へと展開することを目指すものです。

2. 研究成果

(1)概要

Ⅲ族酸化物を窒化物半導体上に形成する構造に関しては、酸化物のMBE成長シーケンスの開発を行いました。現在までに、GaNやAlNといった窒化物半導体上に、(1) 200℃以下の低温で極薄層のAlメタルをデポ、(2) それをそのまま低温で酸素プラズマを照射することで酸化、(3) 酸素プラズマの供給を停止後、基板昇温し、800℃において高温アニール、いう3ステップで、窒化物表面を均一に覆う AlO_x 薄膜が成長可能なことを見出しました。今後、この開発したMBE成長技術を元にして、更に複雑な酸化物／窒化物複合構造の開発へと研究を進めていきます。また、この酸化物／窒化物複合構造MBE成長に関する研究の前段階として、窒化物半導体表面に形成される酸化物構造およびその形成過程と、表面ドナー準位のエネルギー分布および密度の関係を、実験結果から考察し、第一原理計算による理論予測とも合わせて、その物理モデルを提案しました。

もう一つの研究の方向性である、新ワイドギャップ半導体 Ga_2O_3 に関する研究においては、

単結晶 Ga_2O_3 膜をチャネル層としたシンプルなFET構造であるMESFETを作製し、トランジスタ動作実証に世界で初めて成功しました。そのデバイス特性は、非常にシンプルな構造であるにもかかわらず、オフ電流、耐圧、オン/オフ比といった、今後のパワーデバイス応用が期待できる特性面が特に優れておりました。今後、この Ga_2O_3 上に AlN を始めとする窒化物半導体を形成し、窒化物/酸化物複合構造の開発へと展開していく予定です。

(2) 詳細

(1) AlGa_N 表面バリアハイトに対する酸化の影響

まず初めに、AlGa_N/Ga_N ヘテロ構造の AlGa_N 表面バリアハイトに対する、アニールプロセス中に起こる表面酸化の影響について調べました。二次元電子ガス濃度の AlGa_N 膜厚依存性および X 線光電子分光(XPS)スペクトルの両方の実験結果から、高温(800℃以上)でアニールしたサンプルにおいては、AlGa_N 障壁層厚によらず一定の表面バリアハイトが得られました。一方、ノンアニールおよび比較的低温(400℃)でアニールしたサンプルでは、障壁層厚に比例して表面バリアハイトが増大しました。また、Al-O 結合に起因する XPS ピーク強度が、400℃ではアニール前とほとんど変わらないが、800℃アニール後では雰囲気ガスの種類によらず増大し、また短時間で飽和することが観察されました(図 1)。これらの実験結果およびその相関から、AlGa_N 表面に形成される Al 酸化物の構造が、表面ドナーのエネルギー分布、密度に大きな影響を与えていることが考えられます。また、その酸化物構造は、形成時の温度に最も強く依存していることが伺われます。これらの結果は、第一原理計算による理論予測と定性的には概ね一致しています。

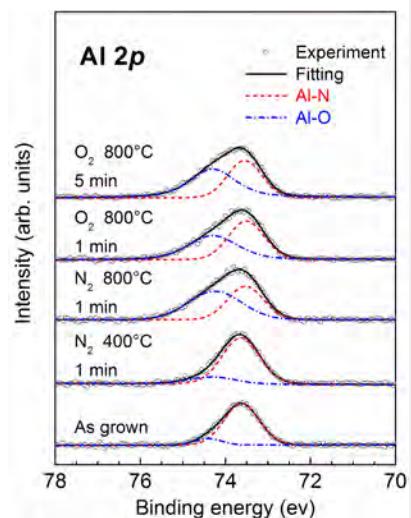


図 1: Al 2p XPS スペクトル

(2) AlO_x/Ga_Nヘテロ構造のMBE成長

続いて、実際に高品質な界面を有する酸化物/窒化物構造を作製する手始めとして、AlO_x/Ga_Nヘテロ構造のMBE成長に取り組みました。使用したMBE装置は、同一成長室内に窒素、酸素両プラズマセルを有し、試料を大気中に取り出すことなく、真空一貫で酸化物/窒化物複合構造を成長することが出来ます(図 2)。様々な成膜シーケンスを試した結果、(1) 低温でAl蒸着、(2) Oプラズマによる酸化、(3) 高温でのアニールの 3 ステップ成膜により、表面被覆性および平坦性に優れたAlO_x膜が得られています[図 3(b)]。

一方、本構造を用いて作製したダイオードの電気的特性においては、成長プロセス中の酸素プラズマ照射により、Ga_N表面が酸化し、それに伴いリーク電流が増大するという問題が残っています。現在、電気的特性改善のために AlN 薄層を挿入する等の構造最適化を進めています。現在までの構造評価の結果からは、 AlN の膜厚が 3 nm以下と非常に薄い領域において、Alメタルドロップレットも確認されず、 AlN 表面を一様に覆う AlO_x 連続的薄膜が得

られております。今後、この上に、Alと酸素プラズマを同時供給することで、厚さ 10-20 nm 程度の AlO_x 膜を形成した $\text{AlO}_x/\text{AlN}/\text{GaN}$ ヘテロ構造を作製する予定です。その上で、実際のトランジスタとしてのデバイス特性の改善につなげることを目指します。

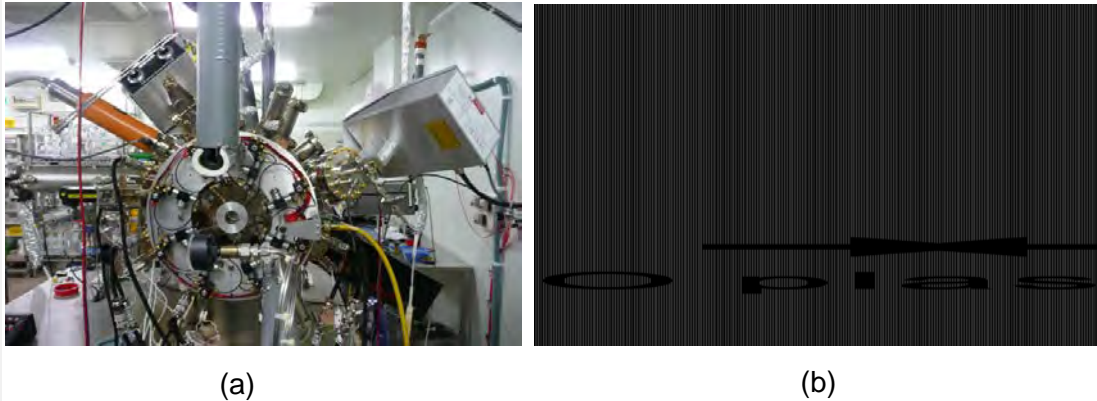


図 2: 酸化物・窒化物半導体複合構造 MBE 装置: (a) 外観写真、(b) 成長室模式図

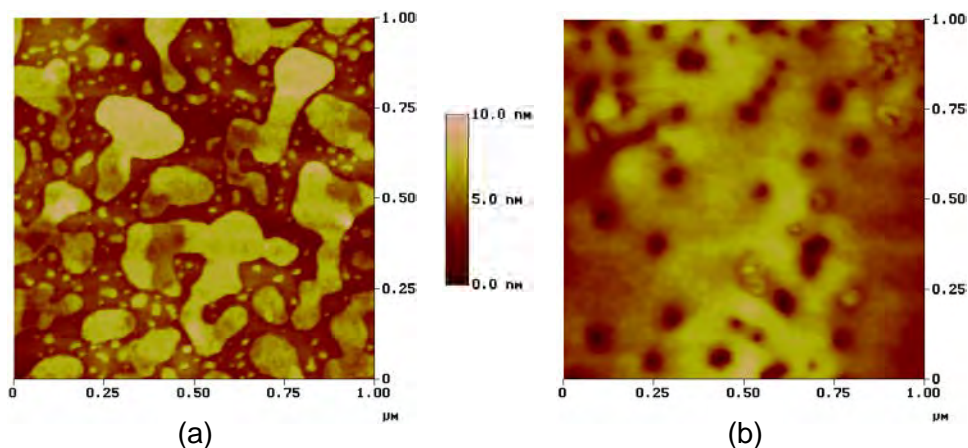


図 3: AlO_x/GaN ヘテロ構造の表面 AFM 像: (a) 高温アニール処理無し、(b) 有り

(3) 窒化物/ Ga_2O_3 複合構造

上述(1), (2)の窒化物半導体の上に酸化物を成膜する構造とは反対の構造に当たる、Ⅲ族酸化物半導体の上に窒化物を成膜した複合構造についても検討を進めています。

現状、酸化物半導体としては Ga_2O_3 をメインに検討しています。我々は、2011 年 7 月に単結晶 Ga_2O_3 層をチャネルとしたトランジスタ(MESFET)の動作実証に世界に先駆けて成功しました(図 4)。そのデバイス特性は、非常にシンプルなデバイス構造であるにもかかわらず、オフドレイン耐圧 250 V 以上、オン/オフ比約 4 桁などに代表されるように優れたものでありました(図 5)。また、もう一つのパワーデバイス部品の構成要素であるショットキーバリアダイオードに関しても、良好な特性が得られております。

これらの結果、 Ga_2O_3 の半導体としての素性の良さおよび主にパワーデバイス応用の高い可能性を示すに十分なものであると考えます。

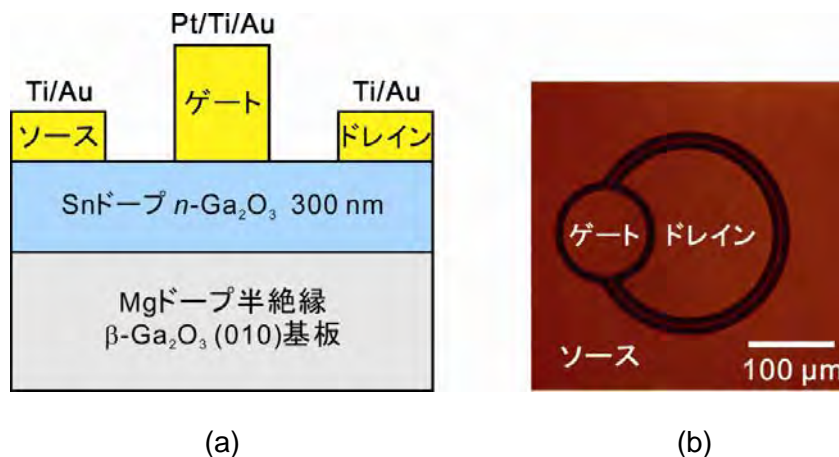


図 4: Ga_2O_3 MESFET の (a) 断面模式図、(b) 光学顕微鏡写真

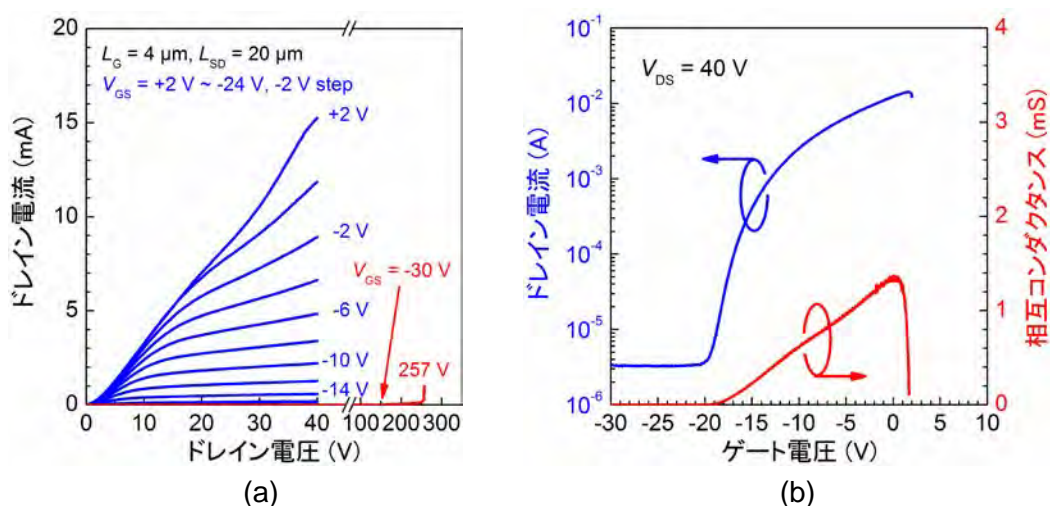


図 5: Ga_2O_3 MESFET の (a) 電流－電圧特性、(b) トランスファ特性

3. 今後の展開

酸化物/窒化物半導体および窒化物/酸化物ヘテロ構造に分けて、今後の展開を記述いたします。

酸化物/窒化物半導体ヘテロ構造においては、現在の研究を継続し、 AlN/GaN HFET 構造上に AlO_x に代表される酸化物絶縁膜薄膜を形成し、その界面および界面近傍の結晶構造を精密に制御します。そして、界面準位の密度、エネルギー分布を制御し、 GaN HFET のノーマリーオフ動作時のデバイス特性、信頼性の改善等につなげることを目指します。また、酸化物/窒化物半導体ヘテロ構造という、未開拓の半導体ヘテロ構造を実現することで、上述の短期的な目的だけでなく、新デバイス構造への研究展開を探っていきます。

窒化物/酸化物半導体ヘテロ構造においては、 $\text{AlN}/\text{Ga}_2\text{O}_3$ ヘテロ構造を用いた、高性能ノーマリーオントランジスタの開発を目指します。通常の障壁層にドーピングすることでそのヘテ

ロ界面に二次元電子ガス(2DEG)チャネルを形成するHEMT構造(例えば n -AlGaAs/GaAs, n -InAlAs/InGaAs HEMTなど)の場合、障壁層内への新たなチャネル形成、パラレル伝導を防ぐためには、ヘテロ界面チャネルの2DEG濃度(n_s)が $5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 程度以下に限定されます。そのため、一般的に電子有効質量が比較的大きいワイドギャップ半導体の場合、移動度が抑えられ、チャネルシート抵抗が大きくなってしまう問題が生じます。この問題を回避するため、GaN HFETにおいては、結晶内分極効果および障壁層表面ドナー準位を利用して、 $n_s=1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ を超える高濃度2DEGを誘起する方式が一般的に用いられております。このGaN HFETの概念を、Ga₂O₃に導入することを目指します。具体的には、窒化物障壁層(主にAlNを想定)の分極効果、表面ドナーを利用して、窒化物/Ga₂O₃界面に高濃度2DEGを形成できるのではと考えております。

更に将来的には、酸化物半導体と窒化物半導体を自由に組み合わせることにより、材料選択の幅を広げ、既存の化合物半導体系では不可能な新規デバイス構造の提案、実現へと展開していきます。この時、電子デバイスだけに限らず、光デバイス等へも範囲を広げて行く予定です。

4. 自己評価

さがけ研究期間内当初の目標は、酸化物/窒化物ヘテロ構造(AIO_x/AlGa₂N/GaN HFET)に主に取り組み、デバイス実証まで行うことでした。その上で、さがけ後に向けてGa₂O₃エレクトロニクスおよび窒化物/Ga₂O₃ヘテロ構造にも着手するつもりでした。しかし実際は、Ga₂O₃トランジスタの動作実証に関する論文発表後の反響が大きく、その対応および今後の研究体制の準備に、2011年10月以降は多くの時間を割く必要がありました。その結果、酸化物/窒化物ヘテロ構造に関しては、当初の予定より研究進捗が遅れております。その逆に、Ga₂O₃パワーデバイスおよび窒化物/Ga₂O₃ヘテロ構造の検討に関しては、当初の予定より大幅に前倒しで、国内産学官連携コンソーシアムによる、産業化へ向けた大規模なデバイス研究開発が進められる環境が整いつつあります。また同時に、Ga₂O₃を柱とするⅢ族酸化物半導体という新しい研究分野が世界的にも盛り上がりを見せつつあります。

以上のように、さがけ研究3年半という比較的短期的なスパンで見た場合、当初予定と現状の達成状況は多少食い違いがあります。しかし、研究者自身の長期的(10年程度)研究プランの中では、ほぼ計画通りかやや予想より順調に進んでいると考えております。

5. 研究総括の見解

東協研究者は、ワイドギャップ半導体デバイス特性の向上をめざして、Ⅲ族酸化物と窒化物半導体の界面を制御する研究を行いました。酸化物/窒化物もしくは窒化物/酸化物構造において、界面構造を原子レベルで制御することで、形成される界面準位エネルギーおよび密度を制御し、新たなバンドエンジニアリングの可能性を探ることを目的としています。

東協研究者は、2つの方向で研究しました。一つ目の研究方向性としては、GaNヘテロ構造トランジスタ(HFET)の特性改善および新規デバイス構造実現のために、AIO_xをAlGa₂N/GaN HFET構造上に、分子線エピタキシー(MBE)高真空成長室内で連続的に成長します。もう一つの方向性として、新ワイドギャップ半導体酸化ガリウム(Ga₂O₃)上に窒化物を成膜した構造について検討を行ないました。

第 1 の方向については、まず、AlGaIn 表面バリアハイトに対する酸化の影響を調べることで、表面の原子配列に関する情報を得ようとしていました。AlGaIn 表面に形成される Al 酸化物の構造が、表面ドナーのエネルギー分布、密度に大きな影響を与えており、その酸化物構造は、形成時の温度に最も強く依存していることが伺われます。第 1 原理計算によると、界面には EC(electron counting)と OS(oxide stoichiometry)の 2 つの場合が考えられますが、低温(400°C)では前者が、高温(800°C)では後者であることが明らかになりました。

第 2 の方向として、Ⅲ族酸化物半導体の上に窒化物を成膜した複合構造についても研究を進めました。酸化物半導体としてはGa₂O₃をメインに検討しました。2011 年 7 月に単結晶Ga₂O₃層をチャネルとしたトランジスタ(MESFET)の動作実証に世界に先駆けて成功しました。そのデバイス特性は、非常にシンプルなデバイス構造であるにもかかわらず、オフドレイン耐圧 250 V 以上、オン/オフ比約 4 桁などに代表されるように優れたものでありました。

第 2 の方向が急速に進展し、Ga₂O₃パワーデバイスおよび窒化物/Ga₂O₃ヘテロ構造の検討に関しては、当初の予定より大幅に前倒しで、国内産学官連携コンソーシアムによる、産業化へ向けた大規模なデバイス研究開発が進められる環境が整いつつあります。また同時に、Ga₂O₃を柱とするⅢ族酸化物半導体という新しい研究分野が世界的にも盛り上がりを見せつつあります。

東脇研究者は、採択時点で UCSB に滞在しており、採択の翌年 4 月からのスタートとなりました。NICT の研究職という制約から、なにごとにも 1 人で進める必要がありましたが、このような大きな成果が得られたことは非常に高く評価出来ます。

6. 主な研究成果リスト

(1)論文(原著論文)発表

1. Masataka Higashiwaki, Srabanti Chowdhury, Mao-Sheng Miao, Brian L. Swenson, Chris G. Van de Walle, and Umesh K. Mishra, “Distribution of donor states on etched surface of AlGaIn/GaN heterostructures”, Journal of Applied Physics vol. 108, pp. 063719–1–6 (2010).
2. Masataka Higashiwaki, Srabanti Chowdhury, Brian L. Swenson, and Umesh K. Mishra, “Effects of oxidation on surface chemical states and barrier height of AlGaIn/GaN heterostructures”, Applied Physics Letters vol. 97, pp. 222104–1–3 (2010).
3. Masataka Higashiwaki, Kohei Sasaki, Akito Kuramata, Takekazu Masui, and Shigenobu Yamakoshi, “Gallium oxide (Ga₂O₃) metal-semiconductor field-effect transistors on single-crystal β-Ga₂O₃ (010) substrates”, Applied Physics Letters vol. 100, pp. 013504–1–3 (2012).
4. 東脇 正高, 佐々木 公平, 倉又 朗人, 増井 建和, 山腰 茂伸, “酸化ガリウムをパワー素子に – SiCよりも安く、高性能に –”, 日経エレクトロニクス 4 月 2 日号, pp. 81–89 (2012).
5. Kohei Sasaki, Masataka Higashiwaki, Akito Kuramata, Takekazu Masui, and Shigenobu Yamakoshi, “Ga₂O₃ Schottky barrier diodes fabricated by using single-crystal β-Ga₂O₃

(2)特許出願

研究期間累積件数:13件 (国内出願 7件、PCT 国際出願 6件)

1. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196435
2. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄、大友 明、大島 孝仁
発明の名称: Ga₂O₃系HEMT
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大、東京工業大
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196436
3. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大学
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196437
4. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大学
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196438
5. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大学
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196439
6. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
出願日: 2011/9/8
出願番号: 特願 2011-196440
7. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
出願日: 2011/11/9
出願番号: 特願 2011-245520
8. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄、大友 明、大島 孝仁
発明の名称: Ga₂O₃系HEMT

- 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大、東京工業大
 出願日: 2012/9/7
 出願番号: PCT/JP2012/072896
9. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
 発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
 出願日: 2012/9/7
 出願番号: PCT/JP2012/072897
10. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄
 発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大学
 出願日: 2012/9/7
 出願番号: PCT/JP2012/072899
11. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高、藤田 静雄
 発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構、京都大学
 出願日: 2012/9/7
 出願番号: PCT/JP2012/072900
12. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
 発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
 出願日: 2012/9/7
 出願番号: PCT/JP2012/072902
13. 発明者: 佐々木 公平、東脇 正高
 発明の名称: Ga₂O₃系半導体素子
 出願人: (株)タムラ製作所、(独)情報通信研究機構
 出願日: 2012/11/8
 出願番号: PCT/JP2012/078985

(3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物等)

招待講演(国際会議)

1. M. Higashiwaki, K. Sasaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi, "New widegap semiconductor Ga₂O₃ MESFETs and Schottky barrier diodes", 2012 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2012), Okinawa Seinen-kaikan, Japan, 2012/06/27-29.
2. M. Higashiwaki, K. Sasaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi, "Single-crystal gallium oxide metal-semiconductor field-effect transistors", 39th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2012), University of California, Santa Barbara, USA, 2012/08/26-30.
3. M. Higashiwaki, S. Chowdhury, B. L. Swenson, U. K. Mishra, T. Igaki, T. Yamaguchi, and T. Honda, "Interface control of III-Oxide/Nitride composite structures", 2012

International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2012), Kyoto International Conference Center, Japan, 2012/9/25–27.

4. K. Sasaki, M. Higashiwaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi, “MBE grown Ga_2O_3 and its power device applications”, The 17th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2012), Nara Prefectural New Public Hall, Japan, 2012/9/23–28.
5. M. Higashiwaki, “Potential applications of wide bandgap semiconducting oxides”, International Workshop on “Novel Semiconducting Oxides”, Schrödinger Zentrum, Campus Adlershof, Humboldt University, Germany, 2012/10/08.
6. M. Higashiwaki, “Present status and future prospects of AlGaN for nitride-based electrical devices”, Intensive Discussion on Crystal Growth of Nitride Semiconductors”, Tohoku University, Japan, 2012/10/22–23.
7. M. Higashiwaki: “Device process techniques for gallium oxide (Ga_2O_3) electrical devices”, the 2013 Workshop on Compound Semiconductor Materials & Devices (WOCSEMMAD), Le Pavillon Hotel, New Orleans, Louisiana, USA, 2013/02/17–20.
8. M. Higashiwaki, K. Sasaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi: “Development of gallium oxide power devices”, 2013 DPG (German Physical Society) Spring Meeting, the University of Regensburg, Regensburg, Germany, 2013/03/10–15.
9. M. Higashiwaki, K. Sasaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi: “Development of gallium oxide power devices (tentative)”, 2013 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2013), Hilton Fukuoka Sea Hawk, Fukuoka, Japan, 2013/09/24–27.

招待講演(国内会議、セミナー)

1. 東脇 正高, Srabanti Chowdhury, Yi Pei, Rongming Chu, Brian L. Swenson, and Umesh K. Mishra, “AlGaN/GaNヘテロ構造における表面ドナー準位とドレイン電流コラプス”、電子情報通信学会電子デバイス研究専門委員会 11 月研究会「GaNトランジスタの進展と課題」、大阪大学中之島センター、2010/11/12.
2. 東脇 正高、“米国における窒化物半導体開発動向; 超高周波GaN 電子デバイス”、第 10 回窒化物半導体応用研究会、名古屋銀行協会大ホール、2011/3/10.
3. 東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、“単結晶酸化ガリウムMESFET”、SiC及び関連ワイドギャップ半導体研究会第20回講演会、ウイंक愛知、2011/12/8, 9.
4. 藤田 静雄、東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、大島 孝仁、大友 明、“酸化ガリウム半導体の機能とデバイス応用”、日本学術振興会第 161・162 委員会合同研究会「AlGaN, II–VI族, 酸化物の伝導制御とデバイス展開～ワイドギャップ半導体を俯瞰して～」、主婦会館プラザエフ、2012/3/2.
5. 藤田 静雄、東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、大島 孝仁、大友 明、“ワイドギャップ半導体酸化ガリウムの基本特性と応用”、日本学術振興会透明酸化物光・電子材料第 166 委員会第 55 回研究会、アイビーホール青学会

館、2012/4/27.

6. 東脇 正高、“酸化ガリウムパワーデバイスの開発・技術動向と 応用及び今後の展開”、日本技術情報センターセミナー「低コスト化進む次世代パワーデバイスの開発・技術動向と応用及び今後の展開」、メディアボックス(新宿)、2012/5/31.
7. 東脇 正高、“新材料:酸化ガリウム ～SiCよりも安くて高性能なパワー素子を目指して～”、日経エレクトロニクス「パワー半導体フォーラム 2012」、化学会館、2012/06/26.
8. 東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、“酸化ガリウムパワーデバイス開発の現状と今後”、電気学会「クライド時代のユビキタス電子デバイス調査専門委員会」、法政大マイクロ・ナノテクノロジー研究センター、2012/07/10.
9. 東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、“Single-crystal gallium oxide (Ga_2O_3) metal-semiconductor field-effect transistors”、第 31 回電子材料シンポジウム、ラフォーレ修善寺、2012/07/11-13.
10. 東脇 正高、“新ワイドバンドギャップ半導体酸化ガリウムデバイスの研究開発動向”、日本ファインセラミックス協会イブニングセミナー、一光浜松町ビル、2012/07/26.
11. 東脇 正高、“ Ga_2O_3 電子デバイス研究開発の現状と今後”、日本学術振興会半導体界面制御技術第 154 委員会第 82 回研究会、首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス、2012/08/01.
12. 佐々木 公平、東脇 正高、倉又 朗人、増井 建和、ガルシア ビジョラ、島村 清史、山腰 茂伸、“ Ga_2O_3 のMBE成長とパワーデバイス応用”、日本学術振興会透明酸化物光・電子材料第 166 委員会第 57 回研究会、アイビーホール青学会館、2012/10/19.
13. 東脇 正高、“新材料酸化ガリウムを用いたSiCより安価で高性能な次世代パワーデバイスの開発と今後の展望”、日本半導体商社協会最新技術講演会、伯東(株)本社、2012/10/25.
14. 東脇 正高、“酸化ガリウムパワーデバイス研究開発の現状と今後の展望”、「プラナリゼーションCMPとその応用技術専門委員会」第 121 回研究会、主婦会館プラザエフ、2012/10/26.
15. 東脇 正高、“ Ga_2O_3 パワーデバイス研究開発の現状と今後”、応用物理学会応用電子物性分科会研究会「ワイドギャップ半導体の基板から展開するデバイス ～実用デバイスへの展開～」、京都テルサ、2013/06/07.
16. 佐々木 公平、東脇 正高、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸:「Development of gallium oxide power devices (tentative)」、第 32 回電子材料シンポジウム、ラフォーレ琵琶湖、2013/07/10-12.

受賞

1. 平成 24 年度情報通信研究機構成績優秀表彰(個人)、「高性能パワー半導体の研究開発 ―世界初の酸化ガリウム(Ga_2O_3)トランジスタの開発―」、2012/4/18.

著作物

1. 東脇 正高、“酸化ガリウム (Ga_2O_3) トランジスタを世界で初めて実現”、月刊セラミックス vol. 47, no. 5, pp. 379、2012/5/1.
2. Masataka Higashiwaki, “Gallium oxide trumps traditional wide bandgap semiconductors”, Compound Semiconductor vol. 20, pp. 20-23、2012/6/1.
3. 東脇 正高、佐々木 公平、倉又 朗人、増井 建和、山腰 茂伸、“酸化ガリウムトランジスタ”、機能材料 vol. 32, no. 12, pp. 27-33、2012/11/5.
4. 東脇 正高、“ Ga_2O_3 基板・応用デバイス”、「2013 化合物半導体技術大全」, 2 編, 7 章, 4 節, pp. 98-101、電子ジャーナル、2013/01/21.
5. 東脇 正高、“5.3 超高速電子デバイス”、「ワイドギャップ半導体ーあけぼのからエコ最前線へー」, 5 章 情報・通信エコ技術、pp. 334-344、培風館、2013/01/31.
6. 東脇 正高、“5.4 近未来情報・通信エコシステムへの展開”、「ワイドギャップ半導体ーあけぼのからエコ最前線へー」, 5 章 情報・通信エコ技術、pp. 344-349、培風館、2013/01/31.
7. 東脇 正高、“新規ワイドギャップ半導体・酸化ガリウムの成膜と物性およびMESFET試作評価”、「次世代結晶性半導体におけるナノ成膜ダイナミックスと界面量子効果」、(株)エヌ・ティー・エス、2013/03 出版予定.