

令和 2 年 4 月 20 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06314

研究課題名(和文) GaN系HEMTにおける電流コラプス現象の抑制と耐圧向上に関する研究

研究課題名(英文) Reduction in current collapse and enhancement of breakdown voltage in GaN-based HEMTs

研究代表者

堀尾 和重 (Horio, Kazushige)

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：10165590

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：深いアクセプタを半絶縁性GaNバッファ層内に有するフィールドプレート構造 AlGaIn/GaN HEMTsの電流コラプスと耐圧特性について検討した。深いアクセプタ濃度が高い程電流コラプスが低減され、耐圧も高くなることが示された。また、高誘電率パシベーション膜を有するAlGaIn/GaN HEMTの耐圧特性のゲート・ドレイン間距離依存性を解析した。その結果、ゲート・ドレイン間距離が長いほど耐圧は高くなり、その間の電界がほぼ一様に近い(~ 3 MV/cm)ことが示された。さらに、SiN膜と高誘電率膜から成る2重パシベーション膜を有する構造を解析し、高誘電率膜の効果で耐圧が向上することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

AlGaIn/GaN HEMTは高電力マイクロ波デバイス及び高電力スイッチングデバイスとして注目されている。しかしながら、GaNデバイスに通常見られる電流コラプスはマイクロ波電力の低下やオン抵抗の増大につながり、また実験的に得られる耐圧は理論的なものよりかなり低い。そこで、AlGaIn/GaN HEMTの電流コラプスを低減したり、その耐圧を向上することは非常に意味のあることである。本研究で得られた、電流コラプスを低減する方法や耐圧を向上する方法はこれらを改善するものとして価値の高いものと思われる。

研究成果の概要(英文)：So-called current collapse and breakdown voltage in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with a deep acceptor in the semi-insulating GaN buffer layer are studied.

It is shown that when the acceptor density is higher, the current collapse is reduced due to the field-plate effect and the breakdown voltage is enhanced. It is also analyzed how the breakdown voltage of AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer depends on the gate-to-drain distance. As a result, the breakdown voltage increases as the gate-to-drain distance increases, indicating that the electric field between gate and drain are almost uniform (~ 3 MV/cm). In addition, a double passivation structure with a thin SiN layer and a relatively thick high-k passivation layer is analyzed, showing that the breakdown voltage is enhanced due to the high-k layer effect.

研究分野：半導体電子工学

キーワード：窒化ガリウム HEMT 電流コラプス 耐圧 フィールドプレート バッファ層 2次元解析

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

GaN 系 FET においてはゲート電圧やドレイン電圧を急激に変化させても緩やかな電流応答を示すことがしばしば報告されている。これらはゲートラグやドレインラグと呼ばれ、スイッチングデバイス応用上問題となる。また、緩やかな電流応答は定常状態と RF 状態で電流電圧特性 (I - V 特性) が著しく異なることを意味し、高周波域で定常状態から予測されるパワーより著しく低いパワーしか得られないことにつながる。これは、パワースランプあるいは電流コラプスと呼ばれる。この現象はまた、高電力スイッチングデバイスへ応用したときに、動的オン抵抗の増大につながり大きな問題となる。また、AlGaIn/GaN HEMT の耐圧は理論的に予想される耐圧よりかなり低いことが知られている。これらは深刻な問題であり、多くの実験的研究がなされ、表面準位やバッファ層内のトラップの影響、分極特性の劣化の影響が示唆されているが詳細な機構は不明であり広範囲への実用化の障害となっている。そこで、GaN 系 HEMT の実用化を推進するには電流コラプス等の機構を明確にし、また耐圧を向上させることが必須と思われるが、そのための理論的研究をした例は少ない。

これに対し我々は、トラッピング効果に対する基本的な現象を理解するため、実験データに基づくエネルギーレベルを用いたアンドープ GaN 半絶縁バッファ層を有する GaN MESFET のシミュレーションを世に先駆けて行った。また、同様のバッファ層を持つ AlGaIn/GaN HEMT のシミュレーションを行い、バッファ層内トラップがドレインラグ、ゲートラグ、パルス I - V 特性(オフ状態を始点としたもので定常 I - V 特性からの電流低下が電流コラプスの指標となる)に与える影響を明らかにした。そして、電流コラプスのバッファ層内不純物濃度依存性やオフ状態ドレイン電圧依存性についても調べた。さらに、表面パシベーション膜上にもゲート電極を伸ばしたいわゆるゲートフィールドプレート構造 AlGaIn/GaN HEMT の過渡解析を初めて行い、バッファ層に起因したラグ現象や電流コラプスが軽減されることを示した。そして、フィールドプレート構造の耐圧を検討すると共に、高誘電率 (high- k) パシベーション膜を有する構造にすることにより耐圧が向上することを理論的に初めて示した。

2. 研究の目的

我々のこれまでの研究を発展させ、まず最近注目されている、バッファ層中に高濃度の深いアクセプタを有する場合 (鉄ドーパ及び炭素ドーパバッファ層) の電流コラプスや耐圧の検討を行う。具体的には、フィールドプレート構造 AlGaIn/GaN HEMT のラグ現象、パルス I - V 特性及び耐圧特性の解析を行い、フィールドプレート導入により、アクセプタ濃度の高いバッファ層に起因した電流コラプスがどうなるか、また耐圧がどうなるかを明らかにする。次に、高誘電率パシベーション膜を有する構造について、特に耐圧がゲート・ドレイン間距離にどのように依存するかについて調べる。また、高誘電率膜とフィールドプレートを有する構造の耐圧特性についても検討する。さらに、比誘電率 ϵ_r が比較的低く界面準位濃度が比較的低い SiN 膜と ϵ_r が高い高誘電率膜からなる 2 重パシベーション膜を有する構造の耐圧特性を計算し、高い耐圧を維持するにはどうすればよいか検討する。

3. 研究の方法

まず、図 1 のように、ゲート・ドレイン間に絶縁膜 SiN のパシベーションを施し、その上に電極を設けてフィールドプレートとし、その電極をゲート電極と同一にするフィールドプレート構造を考える。この構造の過渡解析を行い、そのフィールドプレート長 L_{FP} や SiN 膜厚 d 依存性を調べ、ドレインラグ、ゲートラグ及び電流コラプスへの依存性を調べる。また、バッファ層は Fe ドープ半絶縁性 GaN を想定し、バッファ層内には深いアクセプタのみ考慮し、そのエネルギーレベルは伝導帯下端より 0.5 eV にあるとする。その濃度 N_{DA} はパラメータとして変化させる。また、この構造のオフ状態電流電圧特性を解析し、耐圧の L_{FP} や d 依存性及び N_{DA} 依存性を調べる。

次に、図 2 の構造でパシベーション膜の比誘電率 ϵ_r を 1 から 60 の間で変化させたときのオフ状態の耐圧特性を計算する。SiN の ϵ_r は 7 であり、 ϵ_r が 20 以上が一般に高誘電率膜と見なされる。ゲート長 L_G を 0.3 μm とし、ゲート・ドレイン間距離 L_{GD} 依存性を計算する。また、耐圧特性の N_{DA} 依存性も計算する。さらに、この構造でフィールドプレートを有する場合について

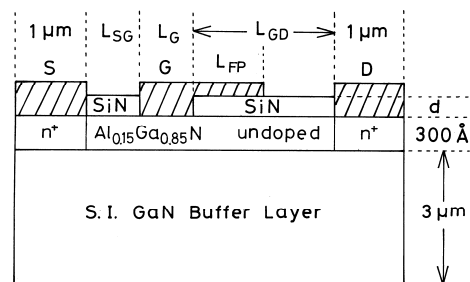


図 1 フィールドプレート構造

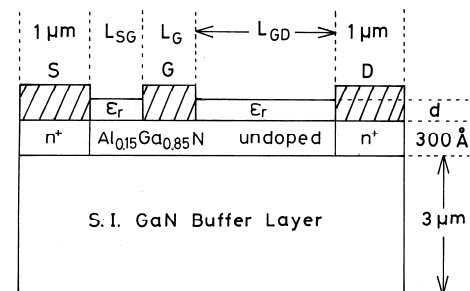


図 2 比誘電率 ϵ_r のパシベーション膜を有する構造

耐圧特性の L_{FP} 依存性を計算する。

最後に、図3に示すように、SiN（比誘電率：7）と比誘電率 ϵ_2 を持つ層を有するいわゆる2重パシベーション膜構造 AlGaIn/GaN HEMT の耐圧特性の解析を行う。SiN 膜厚 d_1 および第2層の厚さ d_2 をパラメータとして変化させ耐圧への影響を調べる。また、 ϵ_2 は1から60まで変化させる。ここでは $L_G = 0.3 \mu\text{m}$ 及び $L_{GD} = 1.5 \mu\text{m}$ の場合を扱う。

4. 研究成果

まず、図1のフィールドプレート構造の過渡解析を行い、その結果からドレインラグ、ゲートラグ及び電流コラプスの割合を求めた。図4に、電流コラプスの割合をバッファ層内のアクセプタ濃度 N_{DA} に対してプロットしたものを示す。パラメータはフィールドプレート長 L_{FP} である。これを見ると、フィールドプレートがない場合 ($L_{FP} = 0$)、 N_{DA} が高くなるにつれ電流コラプスが大きくなっている。これは、バッファ層内の深いアクセプタが電子をトラップすることに起因する。一方、フィールドプレートがある場合 ($L_{FP} > 0$)、電流コラプスは N_{DA} 増大と共に小さくなっている。これは予期しない結果である。この結果は、 N_{DA} が高い場合、チャネル・バッファ層界面の電子障壁が鋭くなるため電子のバッファ層内への注入が浅くなって、デバイス表面のフィールドプレート存在の効果（トラッピング効果を抑える）が顕著になるためと解釈された。

次に、図1のフィールドプレート構造の耐圧特性の解析を行った結果について述べる。ここでは特に耐圧の SiN 膜厚 d 依存性に焦点を当てた。図5は耐圧のフィールドプレート長 L_{FP} 依存性を SiN 膜厚 d をパラメータとして示したものである。これより、 d が薄い ($< 0.03 \mu\text{m}$) と耐圧が著しく低くなるのがわかる。これは、 d が薄すぎるとフィールドプレートがゲート電極のように働き、フィールドプレート端の電界が高くなるためと解釈された。従って、高い耐圧を得るには SiN 膜はある程度厚い ($1 \sim 2 \mu\text{m}$) 必要がある。ただし、余り厚すぎると ($\sim 5 \mu\text{m}$) ゲート端の電界を弱めるというフィールドプレートの効果が弱くなって耐圧が低下するので注意が必要である。

次に、図2の構造で耐圧の ϵ_r （パシベーション膜の比誘電率）依存性を計算した結果について述べる。ここでは、パシベーション膜厚 d を $0.1 \mu\text{m}$ ゲート長 L_G を $0.3 \mu\text{m}$ とし、耐圧のゲート・ドレイン間距離 L_{GD} 依存性を計算した。図6に、耐圧の ϵ_r 依存性を L_{GD} をパラメータとして示す。 L_{GD} としては、 $1.5 \mu\text{m}$ 、 $3 \mu\text{m}$ 及び $5 \mu\text{m}$ の場合が示してある。 ϵ_r が高くなると、耐圧は高くなり、また L_{GD} が長いほど耐圧が高くなっている。 ϵ_r が60の時、耐圧はそれぞれ 504V 、 932V 及び $1,362 \text{V}$ となり、これらはゲート・ドレイン間の平均電界が 3.3 MV/cm 、 3.1 MV/cm 及び 2.7 MV/cm に対応する。これらは GaN の理論的絶縁破壊電界 3.3 MV/cm に近く、電界がゲート・ドレイン間にほぼ一様にかかっていることを示している。

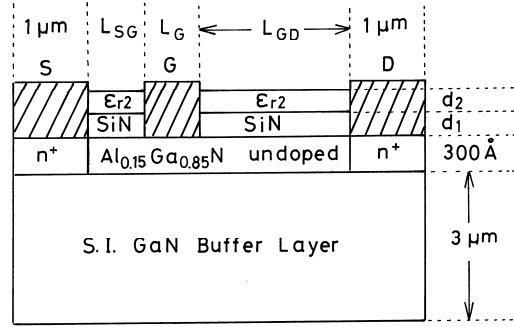


図3 2重パシベーション構造

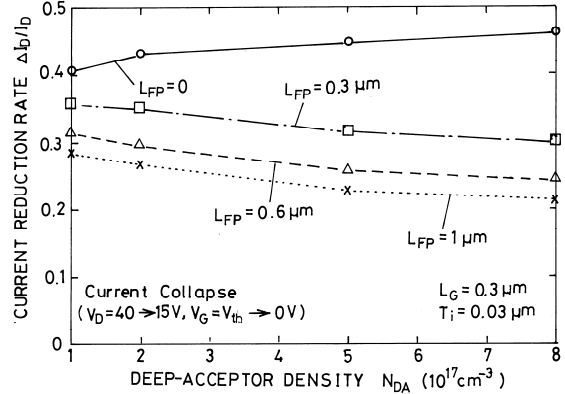


図4 電流コラプスの割合と N_{DA} との関係

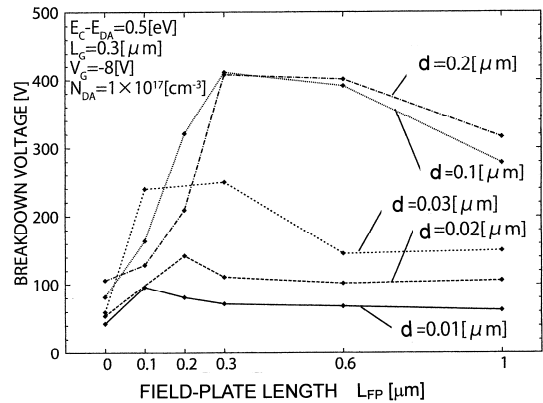


図5 SiN 膜厚 d をパラメータとした耐圧と L_{FP} との関係

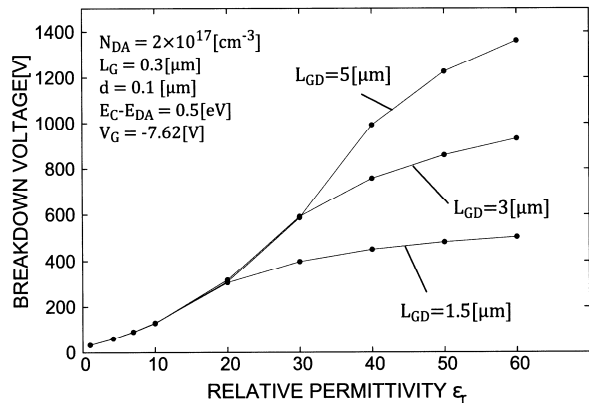


図6 ゲート・ドレイン間距離 L_{GD} をパラメータとした耐圧と ϵ_r との関係

最後に、図3の2重パシベーション構造の耐圧の解析結果について述べる。図7は耐圧の d_2 依存性をSiN膜厚 d_1 をパラメータとして示したものである。ただし、第2層の比誘電率 ϵ_{r2} を20としている。参考のために、単一パシベーション膜構造の場合を $\epsilon_r = 7$ と20の場合について示してある。これより、 d_1 が $0.01 \mu\text{m}$ あるいは $0.02 \mu\text{m}$ と薄い場合は、第2層の厚さ d_2 が厚くなるにつれて耐圧が上がり $\epsilon_r = 20$ の単一パシベーション膜構造の場合に近づくことがわかる。これに対し、 d_1 が $0.1 \mu\text{m}$ と厚いと d_2 を $0.4 \mu\text{m}$ と厚くしても耐圧は 200 V 程に留まることがわかる。これらより、2重パシベーション膜構造において高い耐圧を得るには、SiN膜をある程度薄くする必要があるということがわかる。

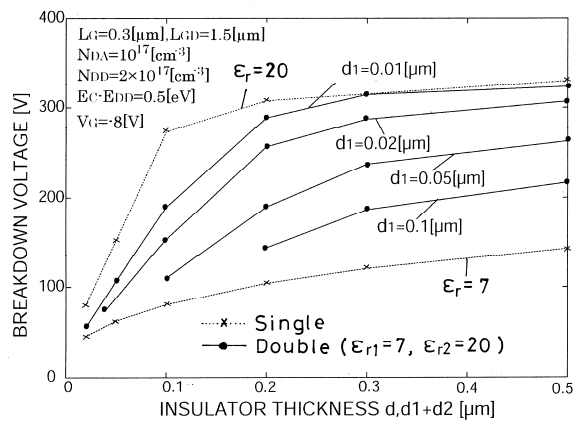


図7 2重パシベーション構造における耐圧と第2層の厚さ d_2 との関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 S. Akiyama, M. Kondo, L. Wada, and K. Horio	4. 巻 58
2. 論文標題 Analysis of breakdown voltage of field-plate AlGaIn/GaN HEMTs as affected by buffer layer's acceptor density	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Jpn J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 68003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab1e8f	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 K. Nakamura, H. Hanawa, K. Horio	4. 巻 19
2. 論文標題 Analysis of breakdown voltages in AlGaIn/GaN HEMTs with low-k/high-k double passivation layers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Device Mater. Rel.	6. 最初と最後の頁 298-303
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TDMR.2019.2903213	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 T. Kabemura, S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio	4. 巻 65
2. 論文標題 Enhancement of breakdown voltage in AlGaIn/GaN HEMTs: Field plate plus high-k passivation layer and high acceptor density in buffer layer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Electron Devices	6. 最初と最後の頁 3848-3854
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TED.2018.2857774	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 Y. Kawada, H. Hanawa and K. Horio	4. 巻 56
2. 論文標題 Effects of acceptors in a Fe-doped buffer layer on breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Jpn J. Appl. Phys	6. 最初と最後の頁 108003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/JJAP.56.108003	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 Y. Saito, R. Tsurumaki, N. Noda and K. Horio	4. 巻 18
2. 論文標題 Analysis of reduction in lag phenomena and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with high acceptor density in a buffer layer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Device Mater. Rel.	6. 最初と最後の頁 46-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TDMR.2017.2779429	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 R. Tsurumaki, N. Noda and K. Horio	4. 巻 73
2. 論文標題 Similarities of lag phenomena and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with different types of buffer layers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Microelectronics Reliability	6. 最初と最後の頁 36 - 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.microrel.2017.04.019	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 N. Noda, R. Tsurumaki, and K. Horio	4. 巻 13
2. 論文標題 Analysis of lags and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with deep acceptors in a buffer layer	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Status Solidi C	6. 最初と最後の頁 341-344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssc.201510156	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28件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 R. Tomita, S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2. 発表標題 Dependence of breakdown voltage enhancement on buffer acceptor density and gate-to-drain distance in AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3. 学会等名 2019 IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Tomita, S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Dependence of breakdown voltage enhancement on gate-to-drain distance of AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 9th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Chiba, Y. Saito, R. Tsurumaki, and K. Horio
2 . 発表標題 Gate-length dependence of gate lag, drain lag and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs
3 . 学会等名 13th International Conference of Nitride Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Tomita, S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 High average breakdown field between gate and drain in AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 13th International Conference of Nitride Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Tomita, S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Dependence of breakdown voltage on gate-to-drain distance of AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 WOCSDICE 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Ueda, R. Tomita, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown voltage of AlGa _N /Ga _N HEMTs with high-k passivation layer and high acceptor density in buffer layer
3 . 学会等名 Nanotech 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Akiyama, M. Kondo, L. Wada, and K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown characteristics in field-plate AlGa _N /Ga _N HEMTs: Dependence on deep-acceptor density in buffer layer
3 . 学会等名 Nanotech 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Chiba, Y. Saito, R. Tsurumaki, and K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of gate-length dependence of lags and current collapse in field-plate AlGa _N /Ga _N HEMTs
3 . 学会等名 Nanotech 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Nakano, H. Hanawa, and K. Horio
2 . 発表標題 Simulation of breakdown characteristics of AlGa _N /Ga _N HEMTs with double passivation layers
3 . 学会等名 2018 TechConnect World Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Effect of deep-acceptor density in buffer layer on breakdown voltage of AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 2018 TechConnect World Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kabemura, H. Hanawa, and K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown characteristics of field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer
3 . 学会等名 2018 TechConnect World Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Effect of acceptor density in buffer layer on breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 42nd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Nakano, H. Hanawa, K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with double passivation layers
3 . 学会等名 IEEE WiPDA Asia 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Nakano, H. Hanawa, K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with low-k/high-k double passivation layers
3 . 学会等名 2018 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Ueda, Y. Kawada, and K. Horio
2 . 発表標題 Enhancement of breakdown voltage in AlGaIn/GaN HEMTs: High-k passivation layer and high acceptor density in buffer layer
3 . 学会等名 2018 International Workshop on Nitride semiconductors (IWN 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kabemura, H. Hanawa, and K. Horio
2 . 発表標題 Analysis of breakdown voltages of field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with high-k passivation layer
3 . 学会等名 2018 International Workshop on Nitride semiconductors (IWN 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Nakano, H. Hanawa, K. Horio
2 . 発表標題 Breakdown voltage of AlGaIn/GaN HEMTs with low-k/high-k double passivation layers
3 . 学会等名 2018 IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference (SISC 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Kawada, H. Hanawa and K. Horio
2 . 発表標題 Effects of acceptors in a buffer layer on breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer
3 . 学会等名 12th International Conference of Nitride Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 K. Horio and H. Hanawa
2 . 発表標題 Breakdown voltage enhancement in AlGaIn/GaN HEMTs with double passivation layers
3 . 学会等名 12th International Conference of Nitride Semiconductors (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Y. Saito, R. Tsurumaki, N. Noda and K. Horio
2 . 発表標題 Suppression of lag phenomena and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with high acceptor density in a buffer layer
3 . 学会等名 European Microwave Integrated Circuits Conference 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 K. Horio and H. Hanawa
2 . 発表標題 Breakdown voltage enhancement in AlGaIn/GaN HEMTs using double passivation layers with a high-k dielectric
3 . 学会等名 2017 IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Horio and H. Hanawa
2. 発表標題 Analysis of breakdown voltage enhancement in AlGaIn/GaN HEMTs with double passivation layers using a high-k dielectric
3. 学会等名 41st Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Kawada, H. Hanawa and K. Horio
2. 発表標題 Effects of buffer acceptors on breakdown voltages of AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer
3. 学会等名 2017 TechConnect World Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Horio and H. Hanawa
2. 発表標題 Simulation of breakdown voltage enhancement in AlGaIn/GaN HEMTs with double passivation layers
3. 学会等名 2017 TechConnect World Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Saito, R. Tsurumaki, N. Noda and K. Horio
2. 発表標題 Reduction in lags and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with high acceptor density in a buffer layer
3. 学会等名 2017 TechConnect World Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 R. Tsurumaki, N. Noda and K. Horio
2. 発表標題 Similarities of lags and current collapse in field-plate AlGaIn/GaN HEMTs with different types of buffer layers
3. 学会等名 2016 International Workshop on Nitride Semiconductors (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y. Satoh, H. Hanawa and K. Horio
2. 発表標題 Effects of buffer leakage current on breakdown voltage in AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer
3. 学会等名 European Microwave Integrated Circuits Conference 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y. Satoh, H. Hanawa and K. Horio
2. 発表標題 Effects of buffer leakage on breakdown characteristics of AlGaIn/GaN HEMTs with a high-k passivation layer
3. 学会等名 2016 IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----