

AlGaN/GaN ヘテロ構造の光電気化学特性と低損傷加工技術への応用 Study on photo-electrochemical response property of AlGaN/GaN hetero-structure and its application to low damage etching technology

北大量集セ ○熊崎 祐介, 植村 圭佑, 佐藤 威友

RCIQE, Hokkaido Univ. ○Yusuke Kumazaki, Keisuke Uemura and Taketomo Sato

Phone: 011-706-7172 / E-mail: kumazaki@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】 AlGaN/GaN-HEMT のゲートリセス化は、ノーマリオフ動作実現や相互コンダクタンス改善に有望な手法である [1, 2]。この構造では、ゲート直下のみの AlGaN を薄層化する必要があり、低損傷で制御性に優れた加工技術が求められる。この要請に対し、電気化学エッチングは窒化物半導体の低損傷加工に有望な技術 [3] であるが、AlGaN/GaN ヘテロ構造へ適用された例は非常に少なく、制御性に関する議論はまだ不十分である。そこで本研究では、電気化学反応におけるキャリア供給過程に注目し、制御性向上に関する検討をおこなった。

【実験】 図 1 に実験で使用した試料の模式図を示す。エッチング対象となる AlGaN 層は 25 nm とした。オーミック電極は 2DEG に形成し、保護マスクとして SiO₂ をスパッタリングにより成膜した。電気化学プロセスは、3 電極式の電気化学セルを用い、硫酸と磷酸の混合溶液中でおこなった。まず AlGaN/GaN ヘテロ構造の電気化学特性を評価するため、リニアスイープボルタンメトリを適用した。次に種々の電気化学条件によりエッチングし、キャリア供給過程がエッチングに与える影響を調査した。

【結果と考察】 図 2 に、暗もしくは単色光を AlGaN 側から照射した際の電極電位 V_{EC} に対する電流密度を示す。負電流は、すべての条件において -0.8 V 付近を閾値として流れている。これは、負電圧の印加により AlGaN 障壁が小さくなり、2DEG から電解液に電子が供給されることに起因する。正方向に電極電位を掃引した際、暗および $\lambda = 400$ nm の光照射下においてはほとんど電流が見られない。図 3 は (i) $V_{EC} = 0$ V および (ii) $V_{EC} = 3$ V における AlGaN/GaN ヘテロ構造のポテンシャル分布である。暗および $\lambda = 400$ nm の光照射下では正電圧印加時において AlGaN/電解液界面へキャリアが供給されないため、電流が流れないと考えられる。一方、GaN 層で選択的に吸収される $\lambda = 360$ nm の光照射下では 1 V 以上の電極電位において正電流が観測された。この原因として、 $V_{EC} = 0$ V 付近 (図 3 (i)) では GaN 層で発生する光励起キャリアが分離されず再結合するが、正電圧印加時 (図 3 (ii)) には正孔が AlGaN 層を超えて電解液に供給されることが考えられる。これに対し、AlGaN 層においても吸収される $\lambda = 300$ nm の光照射下では、 $V_{EC} = 0$ V 付近においてもキャリア分離されるため電流が観測されたと考えられる。発表当日は、種々の電気化学条件によりキャリア供給過程を制御し、電気化学エッチングに与える影響を議論する。

Reference

- [1] Y. Ohmaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **45** (2006) L1168-L1170.
- [2] A. Endoh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) L2255-L2258.
- [3] T. Sato *et al.*, Proc. SPIE **9748** (2016) 97480Y.

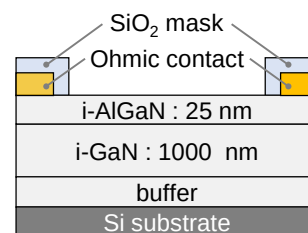


Fig. 1. Schematic illustration of a sample structure with AlGaN/GaN hetero-junction.

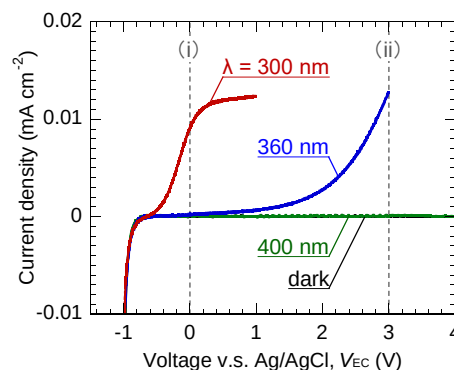


Fig. 2. Linear sweep voltammograms of AlGaN/GaN hetero-structure electrode in dark and under monochromatic light.

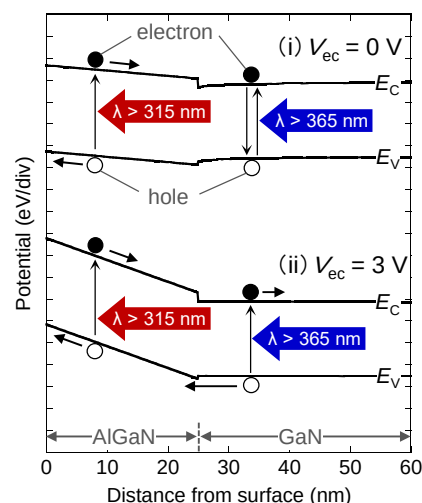


Fig. 3. Potential distribution of AlGaN/GaN hetero-structure with V_{EC} of (i) 0 V and (ii) 3 V. Expected behavior of photo-excited carriers is schematically illustrated.