Fe 添加した半絶縁性 GaN 基板の絶縁破壊電界評価

Characterization of Breakdown Field in Fe-doped Semi-insulating GaN Substrates ¹福井大院工、²山口大院工 [○]青合充樹¹、鈴木孝介¹、Joel T. Asubar¹、徳田博邦¹、岡田成仁²、只友一行²、葛原正明¹

¹University of Fukui, ²Yamaguchi University Atsuki Aoai¹, Kosuke Suzuki¹, Joel T. Asubar¹, Hirokuni Tokuda¹, Narihito Okada², Kazuyuki Tadatomo², Masaaki Kuzuhara¹ E-mail: aoai0626@gmail.com

はじめに AlGaN/GaN HEMT は高電圧動作が可能な次世代のパワーデバイスとして期待されている。 我々は、半絶縁性 GaN 基板上の高耐圧 AlGaN/GaN HEMT の耐圧が基板耐圧により決定されることを 報告してきた[1,2]。今回、Fe 添加半絶縁性 GaN 基板の抵抗率に注目し、抵抗率と破壊耐圧の関係につ いて調べた結果、Fe 濃度と実効破壊電界及び抵抗率に相関を見出した。また、半絶縁性 GaN 基板の横 方向の実効絶縁破壊電界として最高値 2.4 MV/cm を得たので報告する。

実験 本研究では、HVPE 法により成長した Fe 添加濃度の異なる 2 種の半絶縁性 GaN 基板を用いた。 これらの基板に対しオーミック電極として Ti/Al/Mo/Au を堆積させ、電極間隔を 2 µm から 30 µm まで 変化させた 2 端子抵抗素子を作製した。両電極間に直流電圧を印加し、永久破壊した時の電圧を破壊 電圧と定義した。半絶縁性 GaN 基板の Fe 濃度は SIMS 分析から求めた。

結果図1に低 Fe 添加基板(基板 A)と高 Fe 添加基板(基板 B)の破壊電圧の電極間距離依存性を示す。 破壊電圧は電極間隔の増加とともに直線的に増加した。この直線の傾きより求めた実効破壊電界は、 基板 A で 1.4 MV/cm 、基板 B では 2.4 MV/cm であった。また、基板 A と基板 B の抵抗率はそれぞれ 0.32x10¹⁰ Ωcm、3.5x10¹⁰ Ωcm であった。SIMS 分析から求めた基板 A と基板 B の Fe 濃度はそれぞれ 1x10¹⁹ cm⁻³、4x10²⁰ cm⁻³であった。図2 に実効破壊電界及び抵抗率の Fe 濃度依存性を示す。半絶縁性 GaN 基板の Fe 添加量の増加に伴い、実効破壊電界及び抵抗率が増加していることが確認できる。これ は、添加された Fe アクセプタが残留ドナーにより発生した自由電子を補償し、その結果、実効破壊電 界と抵抗率の向上に繋がったものと考えられる。

<u>まとめ</u> Fe 添加半絶縁性 GaN 基板の絶縁破壊電界と抵抗率を評価した。Fe 濃度の増加に伴い、実効破 壊電界と抵抗率ともに向上が確認された。半絶縁性 GaN 基板の Fe 添加濃度 4x10²⁰ cm⁻³の基板におい て、抵抗率 3.5x10¹⁰ Ωcm と実効絶縁破壊電界 2.4 MV/cm が得られた。今回実測された横方向実効破壊 電界値は世界最高値に対応する。



謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H04347 の助成を受けたものです。

参考文献

[1]M. Kuzuhara et al., IEEE. Trans. Electron Devices., 62, pp.405-413, 2015. [2]Jie H. Ng et al., CS ManTech Conference, pp. 215-218, May, 2016.