

スパッタ再成長高濃度縮退 n^+ -GaN オーミックコンタクト

AlN/Al_xGa_{1-x}N HEMT の特性評価

Characterization of AlN/Al_xGa_{1-x}N HEMTs with highly degenerate n^+ -GaN ohmic contact prepared via sputtering

東京大学生産技術研究所 °前田亮太, 西川祐人, 上野耕平, 小林篤, 藤岡洋

IIS, UTokyo, °Ryota Maeda, Yuto Nishikawa, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

E-mail: rmaeda@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景】 AlGa_xN をチャンネル層に用いた AlGa_xN HEMT は GaN HEMT よりも大きな絶縁破壊電界を有することから次世代の高耐圧高出力電子デバイスへの応用が期待されている[1,2]。特に Al 組成が 50%以上のデバイスでは GaN HEMT と比較して、最大で 4 倍程度のジョンソン性能指数を持つことが報告されている[3]。しかしながら電子親和力の小さな AlGa_xN 2 次元電子ガスへは低抵抗のコンタクト形成が困難であり、AlGa_xN の電子物性とデバイス特性との関係は十分に理解が進んでいない。このような問題に対して、我々のグループでは小さな電子親和力を持つ高濃度縮退 n^+ -GaN (degenerate GaN: d-GaN)コンタクトを AlGa_xN HEMT のソース・ドレイン領域にスパッタエピ成長することで接触抵抗の低減に取り組んできた [4]。本発表ではこの技術を用いて作製した AlN/Al_xGa_{1-x}N HEMT の電流電圧特性・耐圧特性について報告する。

【実験方法】 図 1 には作製したデバイス構造図を示す。スパッタ法により AlN テンプレート基板上に AlN をホモエピタキシャル成長した後、チャンネル層として Al_{0.5}Ga_{0.5}N 層を 130 nm、また、バリア層として AlN を 25 nm 堆積した。薄膜成長後、ソース・ドレインのコンタクト領域の AlN バリア層を ICP ドライエッチングにより除去した。露出した Al_{0.5}Ga_{0.5}N 上に SiO₂ マスクを用いたエピ・ポリ同時成長により電子濃度が $2.6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の n^+ -GaN 領域を形成した。最後に EB 蒸着によりソース・ドレイン電極として Ti/Al/Ti/Au を、また、ゲート電極として Ni/Au を堆積した。

【結果と考察】今回作製した AlN/Al_{0.5}Ga_{0.5}N HEMT の接触抵抗は $0.43 \Omega \text{ mm}$ と低く、最大電流密度は 250 mA/mm の値が得られた。図 2 には 3 端子耐圧測定結果を示す。ゲート・ドレイン間距離が $5.4 \mu\text{m}$ の素子において、リーク電流は $2 \mu\text{A/mm}$ 以下の値を示し、破壊電圧は 1635 V の値を示した。ゲート・ドレイン間距離の異なる素子の破壊電圧をプロットし、絶縁破壊電界を求めたところ、 3.0 MV/cm と求めた。これは既存の GaN HEMT の絶縁破壊電界と比較しておよそ 3 倍の値である。以上の結果よりスパッタ法を用いた n^+ -GaN 再成長技術は、接触抵抗が低く高耐圧な AlGa_xN チャンネルデバイスの作製に有望であることがわかった。

【謝辞】 本研究の一部は JST A-STEP(JPMJTR201D)および JSPS 科研費 (JP19K05292) の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】 [1] S. Hashimoto *et al.*, Phys. Stat. Sol. (a) **209**, 501 (2012). [2] A. G. Baca *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 033509 (2016). [3] E. Coltrin *et al.*, ECS J. Solid State Sci. Technol., **6** (11) S3114-S3118 (2017). [4] 前田他、第 13 回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会 2020 年 12 月 Fr-P08

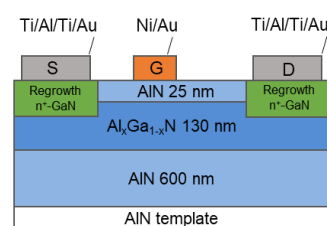


Fig.1 A schematic of the AlN/Al_xGa_{1-x}N HEMT

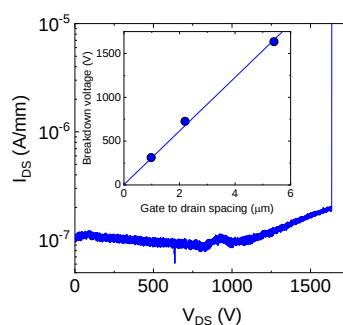


Fig.2 Three terminal off-state breakdown characteristics of AlN/Al_{0.5}Ga_{0.5}N HEMTs