連続成長 Npn 接合を用いた AlGaN/GaN HBT の作製

Fabrication of AlGaN/GaN HBT with Continuous-grown N-p-n Junctions

○隈部岳瑠[1], 安藤悠人[1], 渡邉浩崇[2], 出来真斗[1,3], 田中敦之[4], 新田州吾[2], 本田善央[2], 天野浩[2,3,4,5]
[1]名大院工, [2]名大 IMaSS, [3]名大 VBL, [4]物材機構, [5]名大 ARC

T. Kumabe[1], Y. Ando[1], H. Watanabe[2], M. Deki[1,3], A. Tanaka[4], S. Nitta[2], Y. Honda[2], H. Amano[2,3,4,5]
[1]Nagoya Univ., [2]IMaSS Nagoya Univ., [3]VBL Nagoya Univ., [4]NIMS, [5]ARC Nagoya Univ.

E-mail: kumabe@nagoya-u.jp

【背景と目的】GaN 系ヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT)は, 高速・高出力やノーマリーオフ等の特徴から次世代高周波デバイスとして期待されている[1]. Npn 型 AlGaN/GaN HBT においては, ベースの Mg 濃度プロファイルやエッチングダメージの制御が困難であることから, 選択再成長によりエミッタ領域を作製したデバイスが一般的であるが, 再成長時のベース/エミッタ・ヘテロ界面への不純物混入によるデバイス特性劣化が課題となっている[2–4]. 本研究では, ヘテロ界面の高品質化を目指し, 連続成長により Npn 型 AlGaN/GaN HBT を作製したので報告する.

【実験方法】Fig. 1 に作製した HBT のデバイス構造を示す. n-GaN(0001)基板上に n^--GaN コレクタ([Si]=8×10^{16} cm^{-3}, 1.8 μm), p^+-GaN ベース([Mg]=1×10^{19} cm^{-3}, 75 nm), n^+-AlGaN エミッタ([Si]=2×10^{19} cm^{-3}, 75 nm), n-GaN コンタクト([Si]=5×10^{18} cm^{-3}, 65 nm)を MOVPE 法により連続で成長した. ICP–RIE によりベースメサ・エミッタメサを形成した後, N_2 雰囲気で 850℃・90 分間アニールすることで p^+-GaN 中の Mg をアクセプタとして活性化した. エミッタ電極として Ti/Al/Ti/Au, ベース電極として Ni/Au を蒸着し, それぞれシンタリングアニールを行った. PECVD 法により層間絶縁膜(SiO_2)を堆積した後, パッド電極として Ti/Au, コレクタ電極として Al/Au を蒸着してデバイス作製を完了した. 金属の蒸着にはすべて電子線蒸着を用いた.

【実験結果】Fig. 2 に作製した HBT のガンメル・プロットを示す. デバイスは明瞭な電流増幅作用を示し, ガンメル・プロットから求められた最大直流電流増幅率(β_{Max})は 21 を記録した. また, Fig. 3 に出力特性(I_{CE}–V_{CE} 特性)を示す. ベース電流(I_B)を 0–50 μA と変化させることで, コレクタ電流(I_C)を 0–400 μA の範囲で変調することができた. 加えて, ベース・コレクタ間耐圧(BV_{CBO})は 238 V であった. これらは, 再成長を用いず連続成長により作製した Npn 型 AlGaN/GaN HBT として最高クラスの増幅率・耐圧である. 講演会では, 結晶成長プロセスや詳細な電気的特性についても報告する.

【謝辞】本研究は令和 2 年度 環境省・未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業(高品質 GaN 基板を用いた超高効率 GaN パワー・光デバイスの技術開発とその実証)に関するものである.

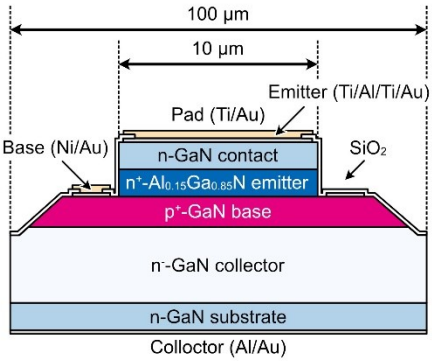

Fig. 1: Schematic cross section of a fabricated AlGaN/GaN HBT.

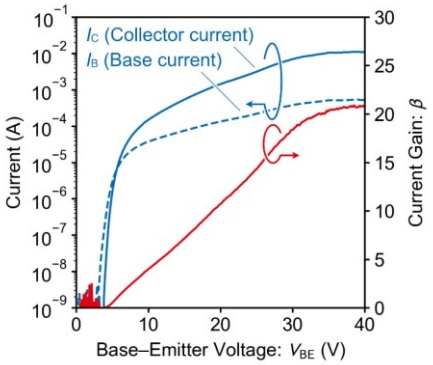

Fig. 2: Gummel plot of a fabricated HBT.

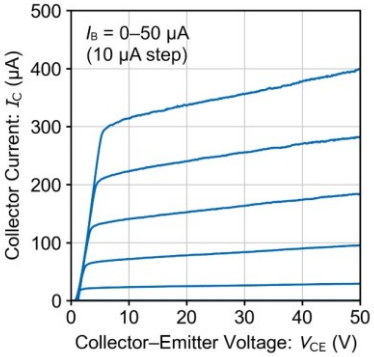

Fig. 3: Common emitter characteristics of a fabricated HBT.

【参考文献】[1] S. -C. Shen *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **28**, 074025 (2013). [2] H. Xing *et al.*, IEEE Electron Device Lett. **24 (3)**, 141 (2003). [3] L. Zhang *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **66 (3)**, 1197 (2019). [4] H. Xing *et al.*, J. Appl. Phys. **97**, 113703 (2005).

© 2021年 応用物理学会