

## エピタキシャルリフトオフ法によって作製された 二次元正孔ガスを有するエミッタトップ型 GaN-HBT

Gallium-nitride-based heterojunction bipolar transistors with two-dimensional hole gas fabricated by epitaxial lift-off process

名大院工<sup>1</sup>, 名大未来材料・システム研究所<sup>2</sup>, 物質・材料研究機構<sup>3</sup>, 名大赤崎記念研究センター<sup>4</sup>, 名大 VBL<sup>5</sup>

○隈部 岳瑠<sup>1</sup>, 小倉 昌也<sup>1</sup>, 田中 敦之<sup>2,3</sup>, 安藤 悠人<sup>1</sup>, 渡邊 浩崇<sup>2</sup>, 宇佐美 茂佳<sup>1</sup>,

出来 真斗<sup>2</sup>, 新田 州吾<sup>2</sup>, 本田 善央<sup>2</sup>, 天野 浩<sup>2,3,4,5</sup>

Dept. of Electronics Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Nagoya Univ. IMASS<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>, Nagoya Univ. ARC<sup>4</sup>, Nagoya Univ. VBL<sup>5</sup>,

○T.Kumabe<sup>1</sup>, M.Ogura<sup>1</sup>, A.Tanaka<sup>2,3</sup>, Y.Ando<sup>1</sup>, H.Watanabe<sup>2</sup>, S.Usami<sup>1</sup>,

M.Deki<sup>2</sup>, S.Nitta<sup>2</sup>, Y.Honda<sup>2</sup>, and H.Amano<sup>2,3,4,5</sup>

E-mail: kumabe@nagoya-u.jp

**【概要】** GaN を用いたヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT)は大電力動作や線形性が期待できる。これまでに、二次元正孔ガス(2DHG)による p-GaN のシート抵抗低減と 2DHG を用いたコレクタトップ縦型 GaN-HBT について報告したが、コレクタトップ型構造のため電流増幅率は 0.003 に留まった[1]。本研究では、エピタキシャルリフトオフ法によって-c 面上に 2DHG を用いたエミッタトップ型 GaN-HBT を作製し、電気特性を評価した。

**【実験及び結果】** +c 面の n 型 GaN 基板に MOVPE 法により n<sup>+</sup>-GaN([Si]: 1×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>, 500 nm), UID-InGaN(100 nm), n<sup>+</sup>-GaN([Si]: 1×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>, 500 nm), n<sup>+</sup>-AlGaN([Si]: 1×10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup>, 50 nm), UID-GaN(100 nm), p-GaN([Mg]: 8×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>, 150 nm), n-GaN([Si]: 8×10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup>, 500 nm), n<sup>+</sup>-GaN([Si]: 1×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>, 500 nm)を成長させた。次に、Cl<sub>2</sub>ガスを用いた ICP-RIE にてメサ構造を形成し、メサ表面と別途用意した基板(支持基板)に張り合わせ用金属(Ti/Au, Al)を EB 蒸着またはスパッタによって蒸着した後、アニールする事によってこれらを張り合わせた(N<sub>2</sub> 雰囲気, 700°C, 1h)。KOH 水溶液と波長 365nm 以上の紫外光を用いた UID-InGaN の横方向選択ウェットエッチングによって成長基板を剥離し、メサの-c 面を露出させた。露出した-c 面上で ICP-RIE(Cl<sub>2</sub>)によるベース層露出エッチング, RTA による p 活性化アニール(N<sub>2</sub> 雰囲気, 750°C, 1h)を行った後, EB 蒸着によってベース電極に Ni/Au(20 nm/200 nm), エミッタ・コレクタ電極に Ti/Al/Ti/Au(20 nm/100 nm/30 nm/150 nm)を蒸着し, 2DHG を有するエミッタトップ型 HBT を-c 面上に作製した(Fig.1)。

作製した HBT はトランジスタ動作を示した。ガンメルプロットを Fig.2 に示す。ベース・エミッタ間電圧 8.0V において直流電流増幅率 3.9 を達成し, 電流増幅作用を持つ HBT の作製に成功した。本講演では, その他の特性評価やエピタキシャルリフトオフ法を用いたフリッププロセスについての報告を行う。

**【参考文献】** [1] 安藤他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15a-315-7, 横浜 2017。

**【謝辞】** 本研究は平成 31 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。

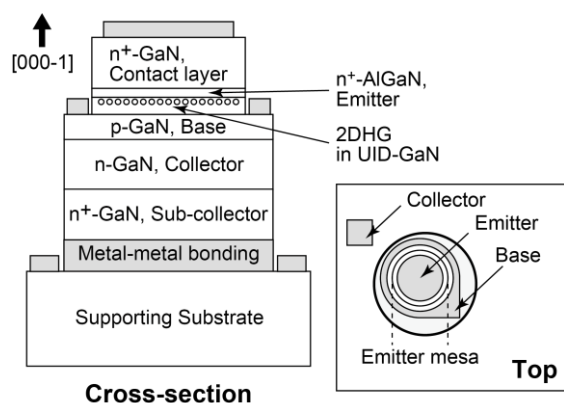


Fig.1 Schematic of a fabricated HBT (emitter mesa diameter: 40μm)

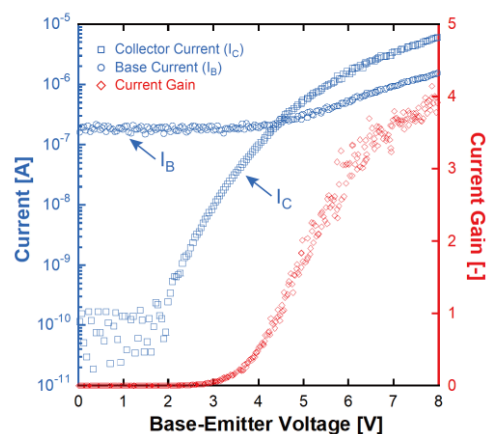


Fig.2 Gummel plot of a fabricated HBT measured at R.T.