GaN HBT の作製に向けた p 型 GaN のドライエッチング

Study on p-GaN Dry-etching towards Fabrication of GaN-based HBT

○隈部岳瑠[1], 安藤悠人 [1], 渡邉浩崇 [2], 田中敦之 [2,3], 本田善央 [2], 出来真斗 [1,4], 新田州吾 [2], 天野浩 [2,3,4,5]
名大院工 [1], 名大 IMaSS[2], 物材機構 [3], 名大 VBL[4], 名大 ARC[5]
○**T.Kumabe[1], Y.Ando[1], H.Watanabe[2], A.Tanaka[2,3], Y.Honda[2], M.Deki[1,4], S.Nitta[2], H.Amano[2,3,4,5]**
Nagoya Univ.[1], IMaSS Nagoya Univ.[2], NIMS[3], VBL Nagoya Univ.[4], ARC Nagoya Univ.[5]

E-mail: kumabe@nagoya-u.jp

【背景】 窒化ガリウム系ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (GaN HBT) は，次世代の通信用トランジスタとして期待されているが，ドライエッチングにより露出した p 型 GaN(ベース) への良好なオーミックコンタクトが取れないことが課題となっている [1]．これまでに，GaN では誘導結合型プラズマ反応性イオンエッチング (ICP-RIE) におけるバイアスパワー (P_{Bias}) を引き下げることで，エッチングダメージが低減し，ショットキー特性が改善することが報告されている [2,3]．本研究では，低 P_{Bias} の ICP-RIE を用いることで，ドライエッチングした p 型 GaN へのオーミックコンタクトの改善を試みた．

【実験方法】 n 型 GaN 自立基板上に，n 型 GaN([Si] = 7×10^{16} cm^{-3}, 2 μm)，連続して p 型 GaN([Mg] = 1×10^{19} cm^{-3}, 1 μm) を MOVPE 法によりホモエピタキシャル成長し，表面を 300 nm 程度ドライエッチングした (ICP-RIE)．エッチング条件は，反応ガスを Cl_2，圧力を 2.0 Pa，ICP アンテナパワーを 150 W とし，P_{Bias} を 30, 15, 5.0, 2.5 W と変化させた．次に，Mg 活性化アニールを行い，フォトルミネッセンス (PL) 法によりエッチングダメージを評価した．その後，表面に Ni/Au 電極を電子線蒸着にて形成し，合金化アニール (O_2 雰囲気, 525 ℃, 5 分間) を行い，円形伝送長法素子 (C-TLM) を作製して電気特性を評価した．

【結果と考察】 Fig.1 にエッチング未処理及び前述の条件にて表面を処理した試料の室温での PL 測定結果を示す．ドライエッチングを行うことで，イエロールミネッセンス (YL) やブルールミネッセンス (BL) が観測されたが，P_{Bias} を 30, 15, 5.0, 2.5 W と低減することで，YL が低下する傾向が確認できた．また，Fig.2 に示す C-TLM の *J*-*V* 測定結果からも，P_{Bias} を低減することでオーミック特性が改善する傾向が見られ，P_{Bias} = 2.5 W では未処理サンプルと同水準の *J*-*V* 特性が得られた．これは P_{Bias} を引き下げることで，ドライエッチングにより p 型 GaN 表面に形成される窒素空孔起因のドナー型欠陥が低減し，正味のアクセプタ濃度が上がったためと考えている．これらの結果から，低 P_{Bias} の ICP-RIE は GaN HBT 作製時の p 型 GaN エッチング手法として有効であると考えられる．

【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．

【参考文献】[1] S.-C.Shen *et al., Semicond. Sci. Technol.* **28**, 074025 (2013). [2] M.Kato *et al., J. Appl. Phys.* **103**, 093701 (2008). [3] S.Yamada *et al., Appl. Phys. Express* **13**, 016505 (2020).

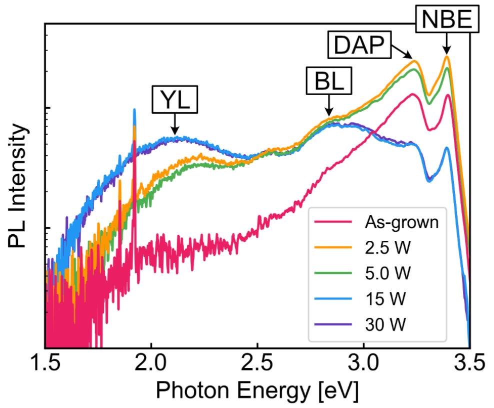

Fig. 1: Room temperature PL spectrum of p-GaN after ICP-RIE with various bias powers (P_{Bias}).

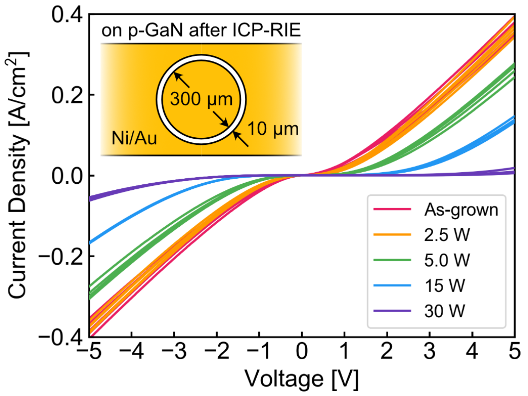

Fig. 2: *J*-*V* characteristics of C-TLM. Inset: Schematic of the fabricated C-TLM.