

HVPE 法による不純物含浸セラミックスを用いた Mg 添加 GaN 成長

Growth of Mg-doped GaN layer by halide vapor phase epitaxy using impurity-impregnated ceramics

名大院工¹, 名大未来材料・システム研究所², 名大赤崎記念研究センター³, 名大 VBL⁴

°天野 裕己¹, 大西 一生¹, 藤元 直樹², 渡邊 浩崇², 新田 州吾², 本田 善央², 天野 浩^{2,3,4}

Dept. of Electronics, Nagoya Univ.¹, IMASS, Nagoya Univ.²,

ARC, Nagoya Univ.³, VBL, Nagoya Univ.⁴

°Y. Amano¹, K. Ohnishi¹, N. Fujimoto², H. Watanabe², S. Nitta², Y. Honda², and H. Amano^{2,3,4}

E-mail: y_amano@nagoya-u.jp

GaN 系縦型パワーデバイスの高耐圧化のためには、ドリフト層の高純度化および厚膜化が必要である。従来 GaN 自立基板作製に用いられているハライド気相成長 (HVPE) 法は、一般的なデバイス作製に用いられる有機金属気相成長 (MOVPE) 法と比べて、炭素不純物の混入量の低減が可能となる点および成長速度がはやく GaN の厚膜化が容易である点から、縦型パワーデバイス構造の成長法として期待できる。実際に、HVPE法を用いた高純度 GaN ドリフト層の成長が報告されている^[1]。一方、デバイス作製において p 型伝導の実現が必須課題の一つとなる。しかし、HVPE 法による p 型伝導制御の報告例は少なく^[2]、安定した伝導制御はできていない。本研究では、Mg が含浸したセラミックスを用いることによる GaN への Mg ドーピング手法を検討した。

サファイア基板に MOVPE 法を用いて作製した膜厚 5 μm のアンドープ GaN テンプレート上に、HVPE 法を用いて Mg をドーピングさせた GaN を約 25 μm 成長させた。Mg 原料として BN と Si_3N_4 の複合焼結体で Mg を 1wt% 程度含浸するデンカ株式会社製 SBNTM を用い、SBNTM 表面に N_2 および HCl を流すことによって Mg の供給を行った。成長した GaN の不純物濃度および表面モフォロジーを、二次イオン質量分析 (SIMS) 法および微分干渉顕微鏡を用いてそれぞれ評価した。

SIMS 測定から得られた Mg 濃度の N_2 流量および HCl 流量依存性を Fig. 1 に示す。Fig. 1 (a) に示すように、 N_2 流量を増加させるに伴い、Mg 濃度が $5.4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ から $5.2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ に増加した。また、Fig. 1 (b) に示すように HCl 流量を増加させるに伴い、Mg 濃度が $5.4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ から $1.9 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ に増加した。これらの Mg 濃度の増加から、Mg は加熱時における SBNTM からの脱離および HCl との反応によって生成される塩化物として供給されたと考えられる。各試料の微分干渉顕微鏡像を Fig. 2 に示す。HVPE 法により Mg ドーピングさせた GaN は平坦な表面であることを確認した。以上より、SBNTM を用いて N_2 流量および HCl 流量を変化させることによって、Mg 濃度を制御し、平坦な表面を得ることができた。

【謝辞】本研究にご協力いただいたデンカ株式会社に感謝いたします。本研究は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」および NEDO 「低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト」の支援を受けたものです。

[1] H. Fujikura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 085503 (2017).

[2] A. Usikov *et al.*, Phys. Status Solidi C **5**, 1829 (2008).

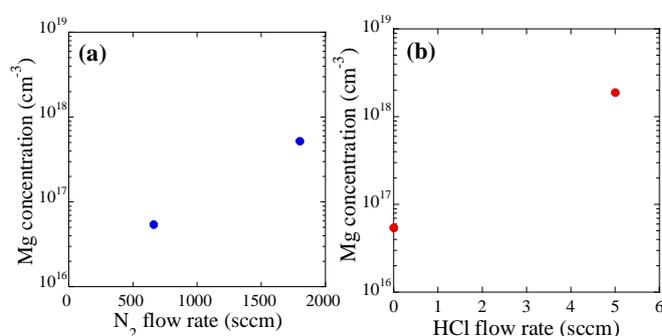


Fig. 1. Mg concentration as a function of (a) N_2 and (b) HCl flow rates.

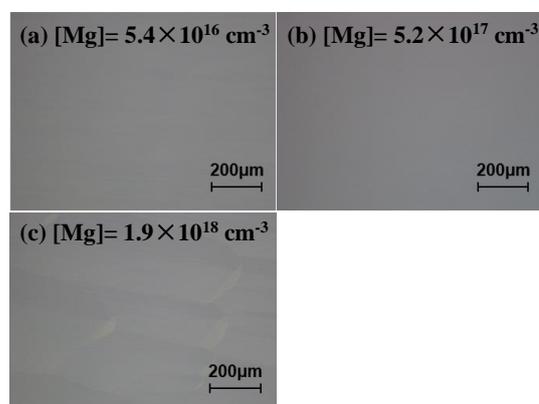


Fig. 2. Nomarski microscope images of samples.