

半極性 $\{11\bar{2}2\}$ GaN ホモエピタキシャル膜における不純物の取り込みImpurity Incorporation in Semipolar $\{11\bar{2}2\}$ GaN Homoepitaxial Films

京大院工, °西中 淳一, 船戸 充, 川上 養一

Kyoto Univ., °Junichi Nishinaka, Mitsuru Funato, and Yoichi Kawakami

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】非極性面 InGaN 量子井戸(QW)は従来の極性面と比較して内部電界を低減できるため、高効率な発光デバイスを実現できるとして注目を集めている[1]. 実際に、半極性 $\{11\bar{2}2\}$ InGaN QW を用いた緑色発光ダイオード(LED)や半極性 $\{20\bar{2}1\}$ InGaN QW を用いた純緑色レーザダイオード(LD)が実現された[2,3]. しかしながら、非極性面上へのエピタキシャル成長に関しては未だ不明な点が多い. これまでに我々は、 $(11\bar{2}2)$ および $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ GaN バルク基板にエピタキシャル成長した InGaN QW や GaN ホモエピタキシャル膜の特性について知見を得た[4,5]. 今回は、LED や LD といったデバイスを作製する上で重要となる不純物の取り込みに関して、 $(11\bar{2}2)$ と $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ の違いを定量的に調べたので報告する.

【実験方法】成長用基板として、ハイドライド気相成長法により作製された半極性 $\{11\bar{2}2\}$ GaN バルク基板を用いた. $(11\bar{2}2)$ および $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ GaN 上に、有機金属気相成長法(MOVPE)によりアンドープ GaN を 2 μm 成長した後、Mg ドープ GaN を約 500 nm 成長した. 比較のため、成長条件は両面で統一した. 原料にはトリメチルガリウム(TMGa), アンモニア(NH_3), シクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)を用いた. 作製した試料中の Mg, Si, C 濃度の深さ方向分布を二次イオン質量分析法(SIMS)により定量的に評価した.

【実験結果および考察】Mg ドープ GaN における Mg の深さ方向の濃度分布を SIMS により測定した結果を Fig. 1(a)に示す. $(11\bar{2}2)$ における Mg 濃度の方が $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ に比べてわずかに高いことが分かった. また、 $(11\bar{2}2)$ では深さ 500 nm 付近で Mg の濃度プロファイルが急峻に立ち上がっているのに対し、 $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ では徐々に濃度が高くなっていくことが分かった. これらの結果から、 $(11\bar{2}2)$ の方が Mg を取り込みやすいことが分かった. 次に、同試料における Si および C 濃度をそれぞれ Fig. 1(b), (c)に示す. Si 濃度はいずれの面でも検出限界以下であり、面方位による差は抽出できなかった. したがって、Si の取り込まれやすさを議論するには、意図的に Si をドープした試料を用いた比較が必要である. 一方、C は $(11\bar{2}2)$ において比較的取り込まれやすいことが分かった. これらの不純物の、面方位による取り込まれやすさの違いは、表面のダングリングボンドの違いに依存していると考えられる. その他の不純物の取り込みについては当日報告する.

【参考文献】

[1] T. Takeuchi *et al.*, *JJAP* **39**, 413 (2000). [2] M. Funato *et al.*, *JJAP* **45**, L659 (2006). [3] Y. Enya *et al.*, *APEX* **2**, 082101 (2009). [4] 西中他, 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会, 12p-H10-10. [5] 西中他, 2013 年春季第 60 回応用物理学会学術講演会, 27p-G21-10.

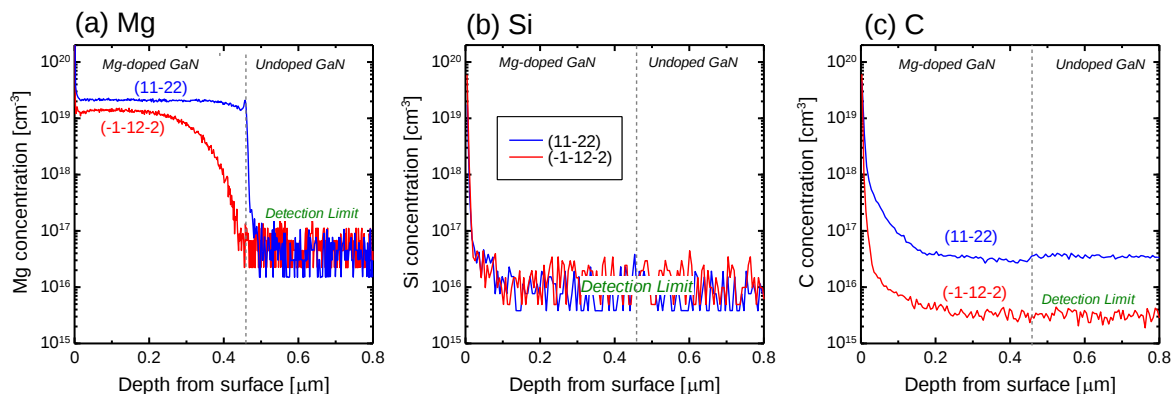


Fig. 1. (a) Mg, (b) Si, and (c) C profiles of $(11\bar{2}2)$ and $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ Mg-doped GaN investigated by SIMS.