

Si ドープと Si イオン注入単結晶酸化ガリウム結晶の光学的特性

Optical Properties of Si-doped and Si-implanted β -Ga₂O₃ single crystals

工学院大¹, 情通機構², タムラ製作所³, ○尾沼 猛儀^{1,2}, 佐々木 公平^{3,2}, 増井 建和³,
山口 智広¹, 本田 徹¹, 倉又 朗人³, 東脇 正高²

Kogakuin Univ.¹, NICT², Tamura Corp.³, °T. Onuma^{1,2}, K. Sasaki^{3,2}, T. Masui³,

T. Yamaguchi¹, T. Honda¹, A. Kuramata³, and M. Higashiwaki²

E-mail: onuma@cc.kogakuin.ac.jp

[はじめに] β -Ga₂O₃ はバンドギャップ (E_g) が GaN や SiC よりも大きく、単結晶作製も比較的容易なため、高耐圧、低損失のパワーデバイスを低コスト・低エネルギーで製造できる材料として注目される。本研究では Si ドープがバンド構造や発光特性に及ぼす影響に注目しているが、バンド構造に関しては、これまで上田他による Burstein-Moss シフトの報告[1]と、それに続く山口による第一原理計算の報告[2]があるのみで未解明な点が多い。また発光特性に関しては、青色発光強度と抵抗率の相関を見出し、酸素空孔 (V_O) が青色発光に関与することを明らかにしてきた[3]。このような背景から、本講演では、Si ドープと Si イオン注入された単結晶基板の光学的特性を比較した結果を報告する。

[実験] EFG 法により成長した(201)面 Si ドープ基板[4]の有効ドナー濃度(N_d-N_a)は 3×10^{17} – 7×10^{18} cm⁻³である。また、FZ 法により成長した(010)面の無添加基板へ Si⁺を注入した[5]。ポストアニール後、Si⁺濃度が 5×10^{19} と 1×10^{20} cm⁻³ の基板に対しそれぞれ $N_d-N_a=3 \times 10^{19}$ と 4×10^{18} cm⁻³ が得られた。

[結果と考察] 図 1 と図 2 にカソードルミネセンス (CL) スペクトルを示す。バンド端発光は観測されず、3.2~3.6 eV に紫外線発光帯 (UVL) が観測された。これまでの報告[3]と同様に、Si ドープ基板では V_O の形成が抑制されるため 2.8~3.0 eV の青色発光帯は観測されなかった。図 2 に示すように、Si イオン注入した基板には 2.4 eV 付近に緑色発光帯 (GL) が観測された。Si⁺濃度が 1×10^{20} cm⁻³ と過剰に注入された試料では $N_d-N_a=4 \times 10^{18}$ cm⁻³ と活性化率が著しく低下している[5]ことから、Ga 空孔が関与した深いアクセプター準位の寄与が示唆される。

[謝辞] 本研究の一部は科研費 (#25289093、#17H01263) の援助を受けた。

[参考文献] [1] N. Ueda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **71**, 933 (1997). [2] K. Yamaguchi, Solid State Commun. **131**, 739 (2004). [3] T. Onuma *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 041910 (2013). [4] A. Kuramata *et al.*, Jap. J. Appl. Phys. **55**, 1202A2 (2016). [5] K. Sasaki *et al.*, Appl. Phys. Express **6**, 086502 (2013).

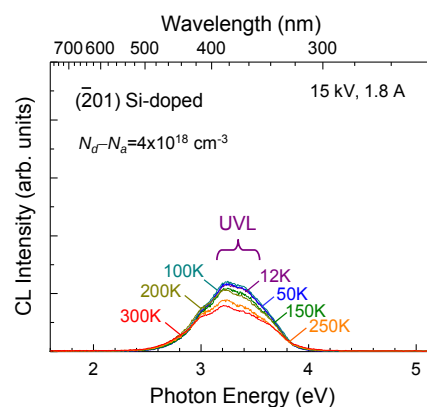


Fig. 1 Temperature-dependent CL spectra of (201) Si-doped β -Ga₂O₃ single crystal.

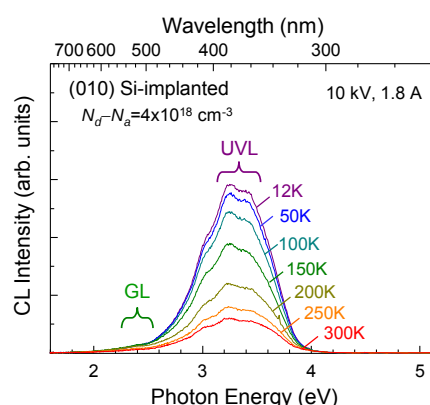


Fig. 2 Temperature-dependent CL spectra of (010) Si-implanted β -Ga₂O₃ single crystal.