

酸化ガリウム結晶への窒素イオン注入が分光感度特性に及ぼす影響

Effects of Nitrogen-Ion Implantation on Responsivity Spectra of β -Ga₂O₃ Crystals

工学院大¹, 情通機構², °中西 雅彦^{1,*}, ワン マンホイ², 山口 智広¹,

本田 徹¹, 東脇 正高², 尾沼 猛儀^{1,2}

Kogakuin Univ.¹, NICT², °Masahiko Nakanishi^{1,*}, Man Hoi Wong², Tomohiro Yamaguchi¹,

Tohru Honda¹, Masataka Higashiwaki², and Takeyoshi Onuma^{1,2}

*E-mail: cm20039@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] 酸化ガリウムは 4.5~4.9 eV のバンドギャップと高い絶縁破壊電界 (8 MV/cm)、そして化学的、熱的安定性を有することからパワーデバイスへの応用が期待されている[1]。近年、イオン注入により、アクセプタ不純物をドーピングする試みが行われている[2]。本研究では、窒素イオン注入した酸化ガリウムの受光感度スペクトルを測定し、窒素イオンが残留キャリアや光励起キャリアの流れに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

[実験] EFG 成長した残留 Si 濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のノンドーピング β -Ga₂O₃ (001) 基板に、加速エネルギー 480 keV、ドーズ量 $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ (ピーク窒素濃度 $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) で窒素イオンを注入した後、窒素雰囲気中で 800~1200°C の範囲で 100°C 間隔で 30 分ずつ活性化アニールを施した。さらに、接触抵抗低減のため、試料の表裏に濃度 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ で Si イオンを注入した後、Ti/Au 積層オーミック電極を形成したものを測定に用いた[2]。光電流測定では、450 W の Xe ランプを単色化させ試料に照射した。直流安定化電源を用い、-20~20 V の範囲で 5 V 毎にバイアスを印加した。光電流信号は、ピコアンメーターを介し電圧信号に変換し、ロックイン検波した。そして、同じ光学系で光源の分光強度をパワーメータで測定し受光感度を算出した。測定は室温で行った。

[結果と考察] 代表例として、図(a)に 800°C でアニールした試料の受光感度スペクトルを示す。得られたスペクトルに対し、バンドギャップ以下の範囲 (2.0~4.5 eV) と以上の範囲 (4.5~5.5 eV) で強度積分を行い、アニール温度に対してプロットしたものをそれぞれ図(b)、図(c)に示す。まず、図(b)において、800~1100°C にかけて受光感度が増加し、1200°C で減少した。これは I-V 測定[2]と傾向が一致している。一方、図(c)では、1100°C 以上で受光感度が減少した。この違いの原因として、図(b)では主に残留キャリアの流れを観測しているのに対し、図(c)ではバンドギャップ以上の光による、光励起キャリアの流れを観測していることが挙げられる。図(b)の減少は残留キャリアの補償効果によるものと考えられ、1100°C 以上における正と負のバイアス印加時の強度差の減少も同様に説明できる。一方、図(c)の減少は、窒素ドーピングによる新たな非輻射性再結合中心の形成が示唆され、窒素ドーピング試料における発光強度の減少傾向[3]と一致した。以上の結果から、窒素イオン注入が補償アクセプタの形成と、新たな非輻射性再結合中心の形成を誘起し、残留キャリアと光励起キャリアに影響を及ぼすことが分かった。

[参考文献]

- [1] M. Higashiwaki and G. H. Jessen, Appl. Phys. Lett. **112**, 060401 (2018).
- [2] M. H. Wong *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 102103 (2018).
- [3] T. Onuma *et al.*, J. Appl. Phys. **124**, 075103 (2018).

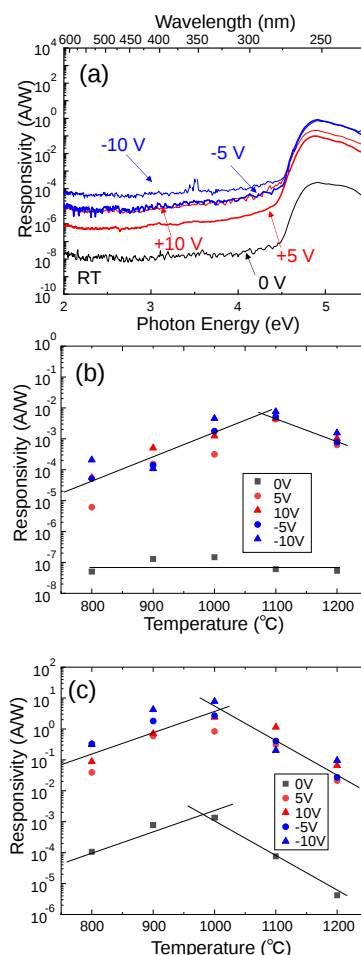


Figure (a) Representative responsivity spectra at RT for N-implanted β -Ga₂O₃ annealed at 800°C. Spectrally-integrated responsivity intensities for energy ranges of (b) 2.0 to 4.5 eV and (c) 4.5 to 5.5 eV as a function of annealing temperature.