

窒素ドーピング酸化ガリウム薄膜における青色発光の強度変化

Intensity Changes of Blue Luminescence in N-doped β -Ga₂O₃ Epitaxial Films工学院大¹, 情通機構², タムラ製作所³, ○尾沼 猛儀^{1,2}, 中田 義昭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, 山腰 茂伸³, 東脇 正高²Kogakuin Univ.¹, NICT², Tamura Corp.³, ○T. Onuma^{1,2}, Y. Nakata², K. Sasaki^{3,2},T. Masui³, T. Yamaguchi¹, T. Honda¹, A. Kuramata³, S. Yamakoshi³, and M. Higashiwaki²

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

[はじめに]我々はこれまで β -Ga₂O₃ 基板の光学的特性を中心に、その材料物性を調査してきたが、中でも、発光特性は不純物や真性欠陥準位に関する情報やキャリア再結合に関する情報などを得る手法として非常に有用である。これまでに、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[1]。また、前回の講演会では、Si ドープ単結晶基板の発光特性を調査し、高濃度に Si がドーピングされた試料では、自己トラップ励起子がデバイ遮蔽され、Si ドナーが関与する DAP 発光が観測されることなどを提案した[2]。本講演では、窒素ドーピングされたエピタキシャル薄膜のカソードルミネセンス(CL)スペクトルを測定した結果を報告する。

[実験] (010) β -Ga₂O₃ 基板上に RF-MBE 法により成長した 100-750 nm 厚のエピタキシャル薄膜の測定を行った。酸素流量の変化により薄膜への窒素の取り込み量が変化した。SIMS 測定より窒素濃度は、 $[N]=7\times 10^{16}\sim 1\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ と見積もられた。窒素ドーピングにより薄膜が高抵抗化することを確認し[3]、既に縦型 MOSFET の電流狭窄層として機能することも確認している[4]。

[結果と考察] 図に CL スペクトルの温度依存性を示す。低濃度に窒素がドーピングされた試料[図(a)]では、これまでの報告[1]と同様に、バンド端発光は観測されず、極低温では 3.2~3.6 eV の紫外線発光帯(UVL)、室温付近では 2.5~3.0 eV の青色発光帯(BL)が観測された。一方、高濃度に窒素がドーピングされた試料[図(b)]では、室温付近での青色発光が抑制され、UVL が支配的に観測された。得られた結果は、窒素ドーピングによる V_O 濃度の減少を示唆している。 V_O はイオン化エネルギーが 1 eV 程度[5]と大きく活性化率は低いが、ガリウム空孔(V_{Ga})や関連する複合欠陥などのアクセプター型の真性欠陥を補償し、Si などのドナー不純物の活性化に寄与することが報告されている[6]。これに従うと V_O 濃度の減少により、 V_{Ga} などのアクセプター型欠陥が Si などのドナー不純物を補償し高抵抗化することが類推されるが、窒素ドーピングによる薄膜の高抵抗化[3,4]と矛盾しない。

[参考文献]

- [1] T. Onuma *et al.*, APL **103**, 041910 (2013). [2] 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7p-C17-10 (2017). [3] T. Kamimura *et al.*, IWGO2, Parma, Italy, Sep. 13 (2017), No. O2. [4] M. H. Wong *et al.*, 59th Electronic Materials Conference, Indiana, Jun. 28 (2017), No. A3. [5] J. B. Varley *et al.*, APL **97**, 142106 (2010). [6] E. Korhonen *et al.*, APL **106**, 242103 (2015).

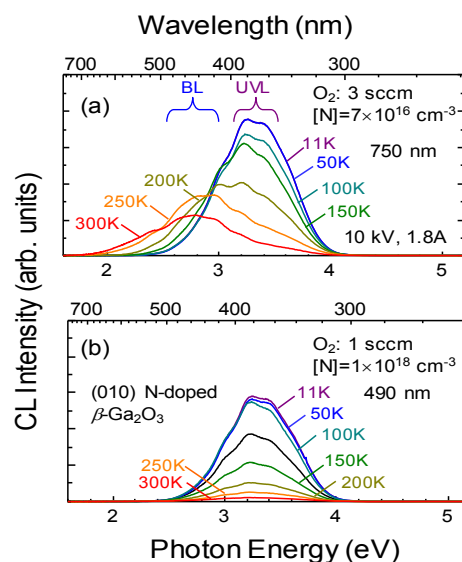


Figure Temperature-dependent CL spectra of (010) N-doped β -Ga₂O₃ epitaxial films grown by RF-MBE with nitrogen concentrations $[N]$ of (a) 7×10^{16} and (b) $1\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$.