

高温真空中アニール処理した β -Ga₂O₃(-201)単結晶の欠陥準位評価

Electrical Defect Investigation of β -Ga₂O₃ (-201) Single Crystals Annealed at High Temperatures in Vacuum

中部大工 豊留 彬, °中野 由崇

Chubu Univ., Akira Toyotome, °Yoshitaka Nakano

E-mail: nakano@isc.chubu.ac.jp

【背景】 β -Ga₂O₃ は GaN・SiC よりも大きな絶縁破壊電圧を有するため次世代パワー半導体として注目されている。一方で、残存する欠陥準位については電気的評価技術を含め十分な理解が必要とされている[1]。前回、我々は β -Ga₂O₃(010)単結晶を高温で真空中アニール処理し、固有欠陥準位の生成挙動を光容量過渡分光(SSPC)法により電気的に検討できることを報告した[2]。本発表では、 β -Ga₂O₃(-201)単結晶について同様に検討したので報告する。

【実験】 EFG (Edge Defined Film-Fed Growth)法で作製した Si ドープ n 型 β -Ga₂O₃(-201)単結晶基板(市販品, $[Nd-Na]: \sim 1.9 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)を評価用サンプルとした。真空中アニール条件は 0.3Pa, 1000°C・20分として、繰り返しアニール処理を行った。その都度、PL 温度依存性測定, C-V 測定, SSPC 測定を行い、真空中アニール処理によりサンプルに導入される固有欠陥準位の生成挙動を追跡した。PL 測定は Nd:YAG レーザー(266nm, 15mW)を励起光として 15-300K の温度領域で実施した。C-V 測定と SSPC 測定は水銀プローブ電極を使用して室温・100kHz で実施した。

【結果】 C-V 測定より、真空中アニールにより有効キャリア濃度 $[N_d-N_a]$ が膜厚深さ方向に対して均一に減少する傾向が見られた。また、SSPC 測定より、アニール未処理サンプルでは、バンドギャップ内には少なくとも5つの欠陥準位(T1,T2,T3,T4,T5)が存在することが分かった(図 1)。T1,T2 準位は正の光容量変化を有するため伝導帯への電子放出に対応する欠陥準位であり、T3,T5 準位は負の光容量変化を有するため価電子帯からの電子捕獲に対応する欠陥準位である。また、T4 準位は表面での電界集中を特徴とする貫通転位に起因すると考えられる。1回目の真空中アニール処理では欠陥準位のエネルギー状態密度分布に大きな変化ないが、2回目の真空中アニール処理では T2,T5 準位に大きな濃度増加が見られた。同時に、伝導帯直下に T6 準位が新たに生成されることが分かった。T5,T6 準位は O 空孔関連、T2 は Ga 空孔関連の欠陥準位であると推定される。また、 β -Ga₂O₃(010)と比較して、 β -Ga₂O₃(-201)では O 空孔欠陥が生成されにくいと考えられる。

[1] Y. Nakano, ECS J. Solid State Sci. Technol. **6**, P615 (2017).

[2] 中野, 豊留, 鈴木, 安田, 19a-Z33-2, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 (2021).

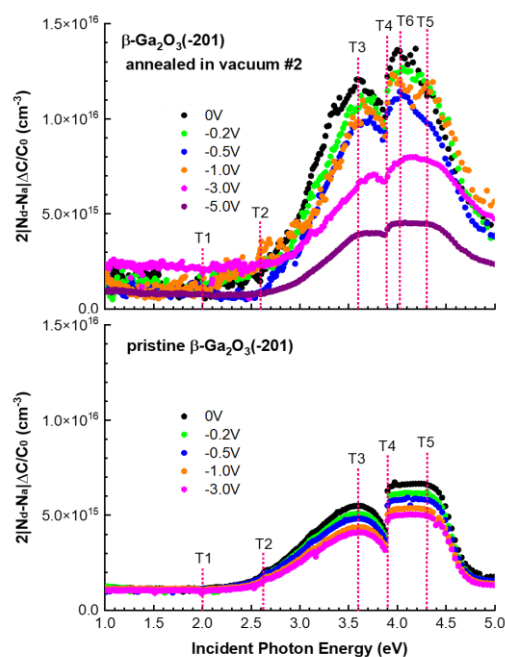


Fig.1. SSPC spectra of β -Ga₂O₃ with /without high-temperature annealing in vacuum.