

高温アニール処理した Si ドープ β -Ga₂O₃(010) 単結晶の電気特性評価

Electrical Characterization of Si-Doped β -Ga₂O₃ (010) Single Crystals Annealed at High Temperatures

中部大工 ○中野 由崇, 豊留 彬, 鈴木 陸, 安田 優綺

Chubu Univ., °Yoshitaka Nakano, Akira Toyotme, Riku Suzuki, Yuki Yasuda

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

【背景】 近年、 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おり、EFG (Edge Defined Film-Fed Growth)法による β -Ga₂O₃ 単結晶基板や HVPE 法によるホモエピ基板の大口径・高品質化が積極的に進められている[1]。同時に、様々なデバイス動作も報告されている[2]。一方、デバイス特性に直結する欠陥準位やキャリア輸送特性等に関する知見はほとんど報告されておらず、デバイス特性の更なる向上のため β -Ga₂O₃ の電氣的評価技術を含め十分な欠陥準位の理解が求められている[3]。本発表では、高温アニール処理した Si ドープ β -Ga₂O₃(010)単結晶の電氣的評価から固有欠陥準位の生成挙動を検討したので報告する。

【実験】 EFG 法で作製した Si ドープ n 型 β -Ga₂O₃(010)単結晶基板(市販品, $[Nd-Na] : \sim 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)を評価用サンプルとした[1]。アニール条件は 1000°C・20 分に固定し、アニール雰囲気を変化させた。その都度、C-V 測定、光容量分光(SSPC)測定、PL 測定を行い、高温アニールによりサンプルに導入された固有欠陥の生成挙動を追跡した。C-V 測定と SSPC 測定は室温・100kHz で実施した。また、PL測定は YAG 266nm, 15mW を励起光として 15-300K の温度域で実施した。

【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 $[N_d-N_a]$ が大きく減少する傾向が見られた(図 1)。また、SSPC 測定より、バンドギャップ内には少なくとも 6 つの欠陥準位が存在することが分かった(図 2)。T1,T2,T3,T4,T5 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 T6 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。これらの欠陥準位の濃度分布はアニール雰囲気により大きく変動することが分かった。特に、T2,T3,T6 準位は真空中アニールにより多量に導入されることが分かった。理論計算を参考にすると、T6 準位は O 空孔関連欠陥、T2,T3 準位は Ga 空孔関連欠陥に帰属すると思われる。以上から、高温での真空中アニールにより、まず O 空孔が生成され、次に Ga 空孔が生成されていると推定される。

[1] H. Murakami *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 015503 (2015).

[2] M. Higashiwaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 013504 (2012); Appl. Phys. Lett. **103**, 123511 (2013).

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

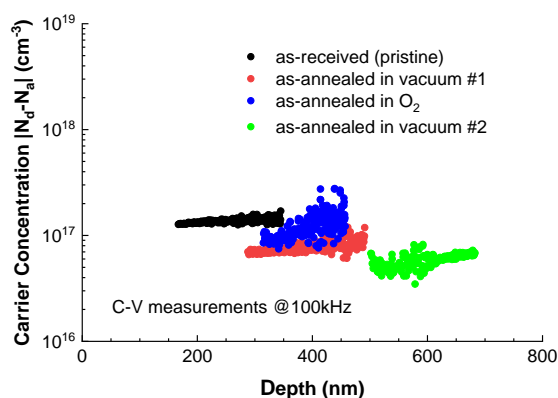


Fig. 1. Sequential high-temperature annealing condition dependence of carrier depth profiles.

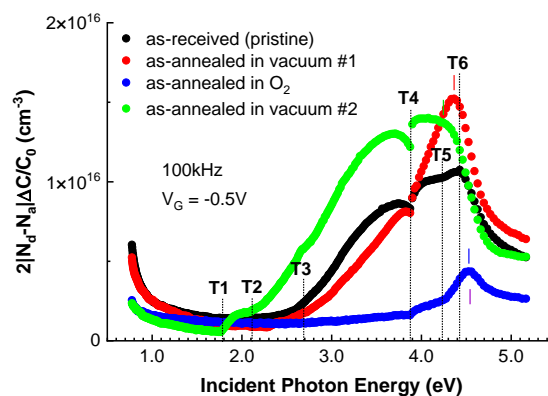


Fig. 2. Sequential high-temperature annealing condition dependence of SSPC spectra.