

HVPE 法で結晶成長した β -Ga₂O₃ ホモエピ膜の電氣的評価

Electrical Characterization of β -Ga₂O₃ Homo-Epitaxial Films

Grown by Halide Vapor Phase Epitaxy

中部大工 〇中野 由崇

Chubu Univ., 〇Yoshitaka Nakano

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

【背景】近年、 β -Ga₂O₃は GaN や SiC よりも優れた物性値を有するため更なる高耐圧・超低損失化が可能な次世代パワー半導体として注目されており、MESFET や MOSFET のデバイス動作も報告されている[1,2]。同時に、EFG(Edge Defined Film-Fed Growth)法による β -Ga₂O₃ 単結晶自立基板の大口径高品質化も積極的に進められている[3]。一方、デバイス特性に直結する電氣的に活性な欠陥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物性の理解が求められている[4,5]。発表者はこれまで単色分光照射による光容量過渡分光法(SSPC: Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy)を用いて EFG (Edge Defined Film-Fed Growth) 法で作製した β -Ga₂O₃ 単結晶基板の欠陥準位評価を行い、その有用性を確認してきた[5]。本発表では、SSPC 法を用いて β -Ga₂O₃ 基板上に HVPE(Halide Vapor Phase Epitaxy)法で作製した β -Ga₂O₃ ホモエピ膜の欠陥準位評価を行ったので報告する。

【実験】EFG 法で作製した Sn ドープ β -Ga₂O₃(001)単結晶基板(2 インチ, Nd-Na: $1.1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, 膜厚: $630 \mu\text{m}$)上に HVPE 法でホモエピタキシャル結晶成長した Si ドープ β -Ga₂O₃ エピウエハ(市販品, Nd-Na: $4.2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$, 膜厚: $6.7 \mu\text{m}$)を評価用サンプルとした。水銀プローブ電極によるドット&リング形状のプレーナー型ショットキーダイオード(SBD)構造を用いて、100kHz において C-V 測定と SSPC 測定を行い、欠陥準位を定量評価した[5]。単色分光照射はキセノン光源を用いて 1600nm から 240nm まで波長掃引し、光照射波長毎に光容量の過渡応答特性を測定した。

【結果】C-V 特性の $1/C^2$ -V プロットから算出した n 型有効キャリア濃度 $|\text{Nd-Na}|$ はほぼ $4.2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ (測定深さ領域: 230~465nm)であるが、膜上部に近いほどキャリア濃度は若干低くなる傾向を示した。SSPC スペクトルには、伝導帯への電子放出に対応する正の光容量変化を示す T1, T2, T3, T4, T6 準位(T1: Ec-1.75eV, T2: Ec-2.12eV, T3: Ec-2.78eV, T4: Ec-3.18eV, T6: Ec-3.87eV), 価電子帯からの電子捕獲に対応する負の光容量変化を示す T5 準位(T5: Ev+3.71eV)が検出された(図 1)。これらの欠陥準位は EFG 自立基板でも同様に存在するが、エピ膜の全欠陥準位量は自立基板よりも 3.5 倍程度多かった[5]。更に、SSPC スペクトルには測定バイアス電圧依存性があり、膜上部に近いほど欠陥準位濃度は高くなる傾向を示した。特に、急峻な光応答特性を示す T6 準位は転位などに関連した表面欠陥に起因していると思われる。

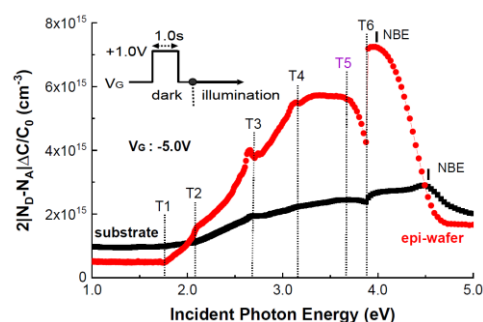


Fig. 1. SSPC spectra taken at V_G of -5.0V of β -Ga₂O₃ homo-epitaxial wafer and β -Ga₂O₃ single crystal substrate.

- [1] Z. Galazka *et al.*, Cryst. Res. Technol. **45**, 1229 (2010).
- [2] M. Higashiwaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 013504 (2012); Appl. Phys. Lett. **103**, 123511 (2013).
- [3] H. Murakami *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 015503 (2015).
- [4] Z. Zhang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 052105 (2016).
- [5] Y. Nakano, ECS J. Solid State Sci. Technol. **6**, P615 (2017).