

GaN 自立基板にホモエピタキシャル成長した p -GaN 膜の電氣的評価Electrical Characterization of p -GaN Film Homo-Epitaxially Grown

on Free-Standing GaN Substrate

中部大工 ○中野 由崇

Chubu Univ., °Yoshitaka Nakano

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

【背景】 近年、窒化物半導体は次世代パワーデバイス材料として注目されている。ノーマリーオフ動作可能な縦型パワーデバイスを実現するには、GaN 自立基板にホモエピタキシャル成長した高品質 p 型層を局部的に用いることが重要となる。しかしながら、 p -GaN 膜自体の電子物性データ、特に電氣的な活性な欠陥に関する知見はほとんど報告されておらず、 p -GaN 膜の評価技術を含め十分な物性理解が求められている[1]。本研究では、単色分光照射による光容量過渡分光法(SSPC: Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy)[2]を用いて、MOCVD 法で GaN 自立基板にホモエピタキシャル成長した p -GaN 膜の欠陥準位評価を行ったので報告する。

【実験】 MOCVD 法により GaN 自立基板にホモエピタキシャル結晶成長した Mg ドープ GaN(膜厚: 4 μ m, Mg: $\sim 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)を 650°C で p 型活性化アニール処理して評価用サンプルとした。室温での PL 測定後、水銀プローブ電極を用いて Mg アクセプターが十分に追従できる 1kHz において C-V 測定と SSPC 測定を行い、欠陥準位を評価した[2]。

【結果】 室温 PL 特性では 3.26eV に Mg ドーピング関連の DAP 発光が見られた。C-V 特性の $1/C^2$ -V プロットから算出した有効アクセプター濃度 $[N_a - N_d]$ の深さ方向依存性から、Mg アクセプターは測定範囲内(深さ領域 110~210nm)では $\sim 1.4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ とほぼ均一に分布していることが分かった(図 1)。また、SSPC 特性から、価電子帯へのホール放出に対応する正の光容量変化を示す T1, T2, T4 準位(T1: $E_v + 1.80 \text{eV}$, T2: $E_v + 2.48 \text{eV}$, T4: $E_v + 3.18 \text{eV}$)と伝導帯への電子放出に対応する負の光容量変化を示す T3, T5 準位(T3: $E_c - 3.08 \text{eV}$, T5: $E_c - 3.28 \text{V}$)が検出された(図 2)。特に、T1, T4, T5 準位は n -GaN 膜の欠陥準位よりも一桁以上高い 10^{16}cm^{-3} 台の濃度であった。更に、T1, T5 準位は強いスペクトル強度の測定バイアス電圧依存性を示すことから、膜表面近傍に偏析していると推定される。T1, T4, T5 準位はそれぞれ Ga_N , C_{Ga} , Mg_{Ga} に帰属すると思われる[3]。

[1] Y. Nakano *et al.*, J. Appl. Phys. **92**, 5590 (2002); Appl. Phys. Lett. **81**, 3991 (2002).

[2] Y. Nakano *et al.*, J. Appl. Phys. **112**, 106103 (2012).

[3] A. Armstrong *at al.*, phys. stat. sol. (b) **244**, 1867 (2007).

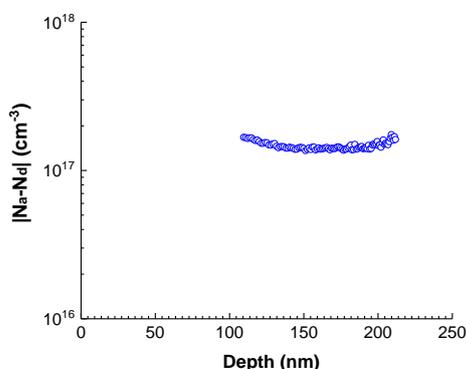


Fig.1. Depth profile of effective acceptor concentration $[N_a - N_d]$ for p -GaN homo-epitaxially grown on free-standing GaN substrate.

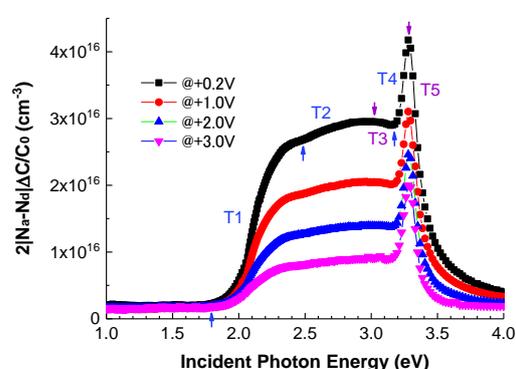


Fig.2. Bias voltage dependence of SSPC spectra for p -GaN homo-epitaxially grown on free-standing GaN substrate.