

ホモエピタキシャル成長 n 型 GaN のホール効果測定

Hall-effect measurement of homoepitaxial n-type GaN

○澤田 直暉¹、成田 哲生²、加地 徹²、上杉 勉²、須田 淳³

(1. 京大工、2. 豊田中研、3. 京大院工)

○Naoki Sawada¹, Tetsuo Narita², Tetsu Kashi², Tsutomu Uesugi², Jun Suda³

(1.Kyoto Univ., 2.TOYOTA Central R&D Labs., 3.Dept. of Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ.)

E-mail: sawada@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】窒化ガリウム (GaN) は、高耐圧・低オン抵抗・高速スイッチングの次世代パワーデバイス材料として注目されており、特に近年、GaN 基板を用いた縦型パワーデバイスについての研究も活発化している。パワーデバイスの研究開発においては、エピ層の精密な評価、デバイスの設計に必要な物性パラメータの解明が重要である。キャリア密度、移動度の測定法として、ホール効果測定が広く用いられている。本研究では、GaN 基板上に MOCVD 法でホモエピタキシャル成長した高品質 n 型 GaN 層についてホール効果の温度依存性を測定したので報告する。

【実験】通常入手できる GaN 基板は n 型であり、その上にホモエピタキシャル成長した n 型 GaN のホール効果測定は不可能である。そこで本研究では Fig.1 に示すサンプル構造を用いて測定・評価を行った。基板として Fe ドープ半絶縁性 GaN (0001) 面を用い、2 μm の C ドープ高抵抗 GaN 層、3 μm の n 型 GaN 層を順次成長した。SIMS 分析より n-GaN 層中の Si 濃度は $2.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ であることがわかっている。サンプルを正方形に切り出し、四隅にオーミック電極を形成し、160~550 K の範囲でホール効果測定を行った。

【結果】Fig.2 にホール散乱因子を 1.0 としたときのキャリア密度の温度依存性を示す。200 K 以下の低温側では半導体キャリア統計のフィッティング曲線 ($N_D = 2.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_A = 2.6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, $\Delta E_D = 25 \text{ meV}$) と測定結果はほぼ一致している。しかし、230~550 K にかけてキャリア密度が温度上昇と共に減少し、そして増加する傾向が見られている。この説明としてホール散乱因子の温度依存性が考えられる。160 K におけるホール散乱因子を基準 (1.0) として、それ以上の温度域でキャリア統計に一致するようにホール散乱因子を求めた結果を Fig.3 に示す。また、同図に Rode による不純物散乱がない場合 (フォノン散乱による場合) の GaN のホール散乱因子の理論計算結果を実線で示す[1]。Fig.3 より最大値は異なるもののホール散乱因子の実験結果と計算例は類似の挙動を示していることがわかる。 [1] D. L. Rode, *Phys. Stat. Sol. (B)*, **55**, 687 (1973)

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理人: NEDO) によって実施されました。

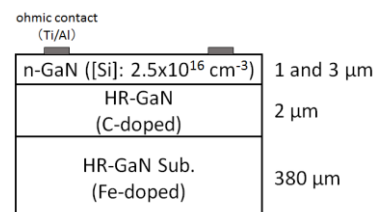


Fig.1: Schematic of the sample structure for Hall-effect measurement

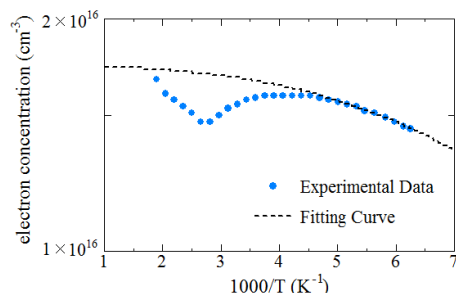


Fig.2: Temperature dependence of electron concentration

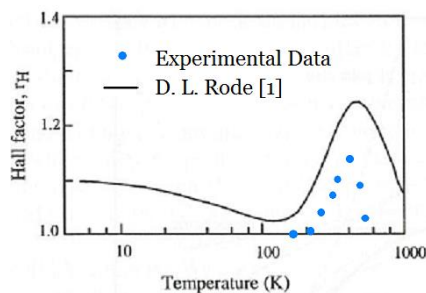


Fig.3: Temperature dependence of Hall scattering factor