

AlGaN/GaN 界面の二次元電子ガスにおけるゼーベック係数の増大

Enhancement of Seebeck Coefficient in Two-dimensional Electron Gas

at AlGaN/GaN interfaces

○長瀬 和也、高堂 真也、中原 健（ローム株式会社）

°Kazuya Nagase, Shinya Takado, Ken Nakahara (ROHM Co., Ltd.)

E-mail: kazuya.nagase@dsn.rohm.co.jp

熱電素子における無次元性能指数 (ZT) を向上するためには、熱伝導率 (κ) が低く、ゼーベック係数 (S) 及び電気伝導度 (σ) が高い構造を持つ物質を探すアプローチが通常取られる。 S や σ を大きくする手段を取る場合、バルク熱電変換材料では、キャリア濃度 (n) を大きくすると、 σ は増大するが S は減少してしまうトレードオフの関係があり [1]、 ZT の向上の妨げとなる。

一方、 SrTiO_3 薄膜を半導体層として用いた MISFET (Metal Insulator Semiconductor Field Effect Transistor) 構造デバイスで、ゲートバイアスを印加して形成される二次元電子ガス (two-dimensional electron gas : 2DEG) を使うと、上に述べた一般的状況とは異なり、 S が n 増大に対し、逆に増大する現象が報告されており [2]、 ZT の向上を妨げる S と σ のトレードオフを回避できる。この現象は S - n マッピングを行うとグラフが V 字状になるため [2]、以下では V 字回復現象と呼ぶ。

我々は、この S の V 字回復現象が量子井戸 (Quantum well : QW) 構造では報告されていないことから、MISFET のゲート電極下に形成される三角井戸ポテンシャルが重要ではないかと予想した。そこで、三角井戸ポテンシャル

と高いキャリア濃度の両方を形成できる、AlGaN/GaN 構造を実験対象とした。AlGaN/GaN 系では、分極効果により $1.0 \times 10^{13} \text{ (cm}^{-2}\text{)}$ 以上の 2DEG を形成できることが知られており [3]、AlGaN の Al 組成で 2DEG の n も制御できる。実験では、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N/GaN}$ の Al 組成 x を 0.2~0.4 で変化させ、それぞれの界面に形成された 2DEG の S を評価した。結果、図 1 に示すように $n = 3.5 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 付近から S が増大する V 字回復現象を確認した。それぞれの構造、2DEG の諸特性、V 字回復現象の解析などの詳細は、当日に報告する。

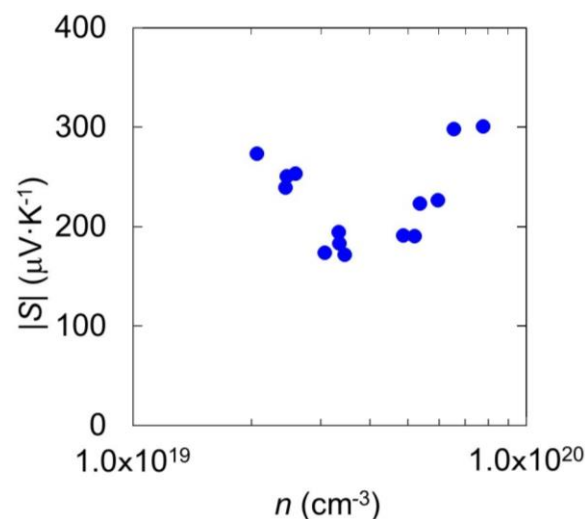


図 1 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N/GaN}$ の 2DEG におけるキャリア濃度に対するゼーベック係数

[1] J. P. Heremans *et al.*, Science **321** (2008) 554. [2] H. Ohta *et al.*, Adv. Mater. **24** (2012) 740. [3] O. Ambacher *et al.*, J. Appl. Phys. **87** (2000) 334.