AlGaAs/GaAs 系二次元電子ガスによる出力因子増大

Enhancement of power factor by two-dimensional electron gas in AlGaAs/GaAs system

大阪大学 [1], 物質・材料研究機構 [2] ○(M1)上松 悠人 [1], (D)谷口 達彦 [1], (M1)細田 凌矢 [1], 石部 貴史 [1], 間野 高明 [2], 大竹 晃浩 [2], 中村 芳明 [1]

Osaka Univ. [1], NIMS. [2], ○Yuto Uematsu[1], Tatsuhiko Taniguchi[1], Ryoya Hosoda[1], Takafumi Ishibe[1], Takaaki Mano[2], Akihiro Ohtake[2], Yoshiaki Nakamura[1]

E-mail: u261990k@ecs.osaka-u.ac.jp

【背景】近年需要の高まっている IoT センサ用電源として熱電変換が注目されている。熱電材料の性能向上のためには、低い熱伝導率(κ)と高い出力因子($S^2\sigma$)の同時実現が求められる。二次元電子ガス（2DEG）は、劇的な $S^2\sigma$ 増大をもたらすため、これまで盛んに研究されてきた。近年、より長いド・ブロイ波長を有する材料において、顕著な量子閉じ込め効果が表れ、大幅にゼーベック係数 (S)が増大することが報告された[1]。さらに、AlGaN/GaN 系 2DEG において、S 増大だけでなく、変調ドープによる移動度 (μ) 増大も可能なことが報告されている[2]。本研究では、長いド・ブロイ波長を有する GaAs に着眼し、AlGaAs/GaAs 2DEG において、量子閉じ込め効果による S 増大と変調ドープによる移動度増大を同時実現して $S^2\sigma$ 増大を達成することを目的とする。

【方法】超高真空中にて分子線エピタキシー法により、界面近傍に 2DEG を形成した AlGaAs/GaAs 構造を作製した。このとき、n-type AlGaAs 層と Undoped GaAs 層の間の Undoped AlGaAs 層の厚みを制御することで、AlGaAs/GaAs 2DEG の電子閉じ込め幅とキャリア密度を制御した。さらに、n-type GaAs 薄膜（GaAs film）を作製して AlGaAs/GaAs 2DEG と比較することで、2DEG の電気特性への寄与を抽出した。熱電特性評価には ZEM-3（アドバンス理工)、自作ホール効果・4 探針測定装置を用いた。

【結果】AlGaAs/GaAs 2DEG と、GaAs film の電気特性を比較したところ、2DEG 形成による 3 倍以上の $S^2\sigma$ 増大を観測した。さらに、電子閉じ込め幅とキャリ密度を制御することで、熱電特性を最適化可能であることも見出した。本講演では、AlGaAs/GaAs 2DEG における $S^2\sigma$ 増大とその増大機構について詳述する。

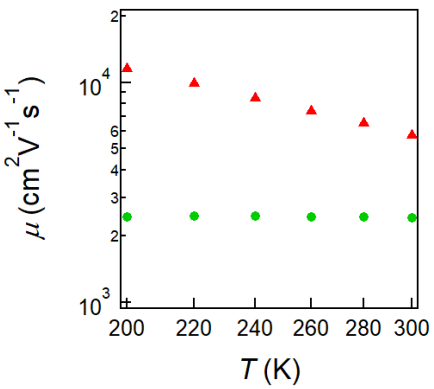

Fig. 1: Temperature dependences of μ values in AlGaAs/GaAs 2DEG and n-type GaAs film.

【謝辞】試料作製に協力頂いた NIMS の宮崎英樹氏、笠谷岳士氏に感謝する。本研究の一部は、科研費 基盤研究 A（16H02078, 19H00853)、挑戦的研究（萌芽）（19K22110）の支援により行われた。

【参考文献】[1] N. T. Hung, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **117**, 036602 (2016). [2] A. S. Yalamarthy, *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* **28**, 1705823 (2018).

© 2020年 応用物理学会