EDLT を用いた IV 族熱電材料における熱電特性操作

Manipulation of thermoelectric properties in group IV thermoelectric materials using EDLT

阪大院基礎工 [1]　°(M2)片山 虎之介 [1]，石部 貴史 [1]，中村 芳明 [1]

Osaka Univ. [1], °Toranosuke Katayama[1], Takafumi Ishibe[1], Yoshiaki Nakamura

E-mail: u271417f@ecs.osaka-u.ac.jp

【背景・目的】IV族半導体である Si は、高環境調和性・高熱電出力因子 $S^2\sigma$(S : ゼーベック係数、σ : 電気伝導率)から、熱電材料として注目されている[1, 2]。しかし、社会普及させるためには更なる $S^2\sigma$の増大が必要である。特に、量子閉じ込め効果による出力因子増大は、その増大率の高さから精力的に研究されている[3]。簡易に二次元電子伝導層を形成可能な技術として Electric double layer transistor (EDLT)がある。EDLT では、イオン液体にゲート電圧を印加することで電気二重層が形成され、材料表面にチャネル層を作ることが可能となる[4]。本研究では、EDLT をもちいて Si 基板表面の伝導層厚・キャリア密度を制御して熱電特性を操作することを目的とした。

【方法】Si 基板表面の自然酸化膜を化学的に除去することで、Si 清浄表面を取得した。EDLT のソース、ドレイン電極として Al を、イオン液体として DEME-TFSI を、ゲート電極として Pt 箔を使用した。S は、試料に温度差ΔT を加えることで発生した電圧差ΔV をΔT と同時に熱電対で測定することで求めた。電気伝導率評価には Van der Pauw 法、ホール効果測定法を用いた。また、熱電特性評価のため、チャネル層の厚みを 1D-Poisson と有限要素法を用いて見積もった。

【結果】ゲート電圧を印加し、S とシート電気伝導率の値を測定すると、ゲート電圧の上昇に伴い S が減少、シート電気伝導率は増大した。この結果から、キャリアがチャネル層に蓄積されていると予想される。また、チャネル層の膜厚をシミュレーションにより求めたところ、数 nm 以下であることがわかった。この膜厚を用いてσ、キャリア密度を見積もることに成功した。これらの結果は、ゲート電圧による熱電特性操作に成功したことを示唆するものである。本講演では、この詳細についての報告を行う。

【謝辞】本研究の一部は科研費 基盤研究 A (JP19H00853), 挑戦的研究 (萌芽) (JP19K22110)の支援により行われた。

【参考文献】[1] Y. Nakamura, *et al.*, *Nano Energy* **12**, 845 (2015).

[2] T. Taniguchi, *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **12**, 25428 (2020).

[3] L. D. Hicks and M. S. Dresselhaus, *Phys. Rev. B* **47**, 12727 (1993).

[4] Sunao Shimizu *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **113**, 6438 (2016).

© 2021年 応用物理学会