二次元電子系の熱電ゼーベック効果

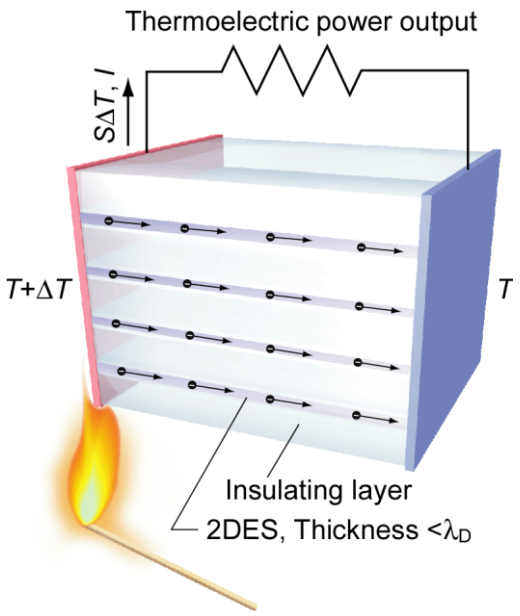
Thermoelectric Seebeck effect of 2D electron systems

北大電子研 ○太田 裕道

RIES-Hokkaido Univ., ○Hiromichi Ohta

E-mail: hiromichi.ohta@es.hokudai.ac.jp

私達の生活で日常的に使われるエネルギーの大部分は廃熱として活用されないまま環境に放出され、その量は一次供給エネルギーのおよそ 3 分の 2 に及ぶ。この廃熱を電気に変えることができるとして、熱電変換がエネルギーハーベスティング技術のひとつとして注目されている。一般に、熱電材料の性能は、$ZT=S^2\cdot\sigma\cdot T\cdot\kappa^{-1}$ で表される無次元性能指数で評価される。ここで、S、σ、T、κ はそれぞれ熱電能（=ゼーベック係数）、導電率、絶対温度、熱伝導率であり、ZT が大きいほど変換効率の良い熱電材料である。



熱電能 S は、物質のフェルミエネルギー近傍のおける電子状態密度のエネルギー依存性を反映することが知られている。三次元的な電子状態を有する半導体においては、S とキャリア濃度 n との間には、$\Delta S/\Delta\log n=-198\ \mu\mathrm{V\ K^{-1}}$ の関係がある。すなわち、S と σ を同時に高めることはできず、出力因子 $S^2\sigma$ はあるキャリア濃度 n で極大値を持つ。上記 S と n の関係を変えるためには、例えば二次元的な電子状態を利用すれば良い（L.D. Hicks and M.S. Dresselhaus, 1993）[1]。

本講演では、酸化物半導体[2–6, 8]や窒化物半導体[7]のいくつかの二次元電子系の熱電能 S の具体例を紹介し、二次元電子系の熱電ゼーベック効果の有用性について議論したい。

[1] L.D. Hicks and M.S. Dresselhaus, Phys. Rev. B (1993).

[2] H. Ohta *et al.*, *Nature Mater.* **6**, 129 (2007).

[3] H. Ohta *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **95**, 113505 (2009).

[4] H. Ohta *et al.*, *Nature Commun.* **1**, 118 (2010).

[5] H. Ohta *et al.*, *Adv. Mater.* **24**, 740 (2012).

[6] A. Sanchela, H. Ohta *et al.*, *Phys. Rev. Materials* **1**, 034603 (2017).

[7] H. Ohta *et al.*, *Adv. Sci.* **4**, 1700696 (2017).

[8] Y. Zhang, H. Ohta *et al.*, submitted.

© 2018年 応用物理学会