

ナノ構造を用いた熱フォノンエンジニアリング

Thermal phonon engineering by tailored nanostructures

東大 ○野村 政宏, ○塩見 淳一郎, 志賀 拓磨, Roman Anufriev

Univ. of Tokyo

E-mail: nomura@iis.u-tokyo.ac.jp, shiomi@photon.t.u-tokyo.ac.jp

様々な光・電子デバイスにおける放熱問題やシステム内の熱エネルギーの有効利用、熱電環境発電への期待から、高度な熱マネジメント技術への関心が高まっている。固体中の熱伝導を担うフォノンは、その強い拡散的性質から制御が難しいため、固体における熱制御技術は光や電子制御技術と比べ、発展の余地が多く残されている。近年、ナノ構造を利用することで、本来材料由来である熱伝導率や熱流の人工的制御が可能になってきている [1]。

本講演では、半導体におけるナノスケール熱伝導の基礎と代表的な過去の研究について簡単に解説した後、シリコン薄膜にナノ構造を形成したフォノン系を例として、ナノスケールで顕著になるフォノンの弾道的輸送特性や波動的性質に基づいた熱伝導や熱流制御を紹介する[2-4]。それを支える第一原理に立脚したマルチスケールの理論解析法やナノスケールでの熱輸送計測法についても概説する。また、熱フォノンスペクトル情報に基づいて構造設計を行うことで熱伝導率を効率よく低減し、熱電変換材料の高性能化が可能になる[5]。材料設計など関連する研究を紹介し、環境発電への展望を紹介する。

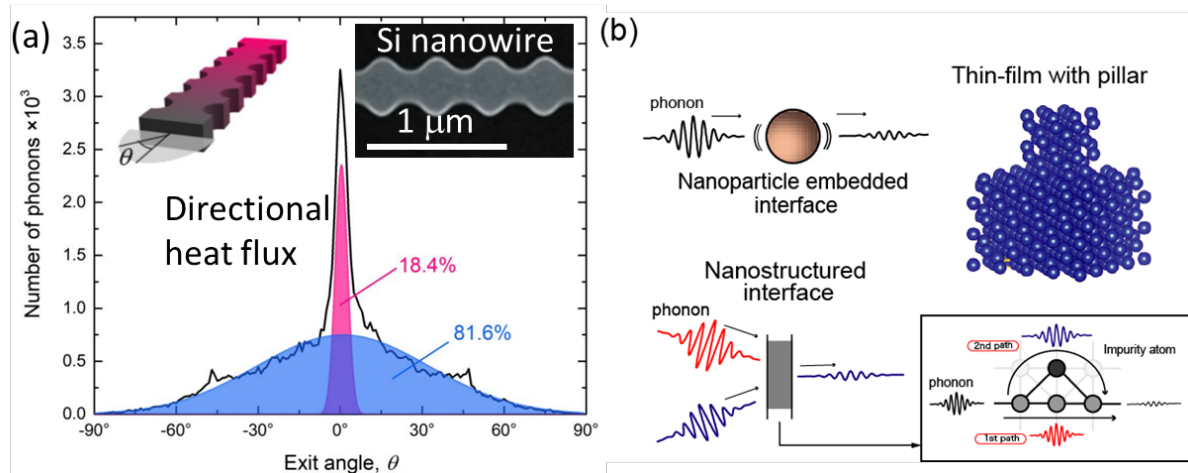


Figure 1. (a) Directional heat flux generation by a corrugated Si nanowire. (b) Schematics for resonance and mutual interference of phonons in nanostructures.

謝辞 本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR19Q3, JPMJCR16Q5)、さががけ (JPMJPR19I1, JPMJPR17I5) および 科研費 (15H05869, 17H02729, 19H00744)の支援を受けて行われた。

参考文献 [1] M. Nomura, et al., JJAP 57, 080101 (2018). [2] J. Maire, et al., Sci. Adv. 3, e1700027 (2017). [3] R. Anufriev, et al., ACS Nano 12, 11928 (2018). [4] R. Anufriev, et al., Nat. Commun. 8, 15505 (2017). [5] J. Shiomi, APL Mater. 4, 104504 (2016).