

光照射されたグラフェン状物質の電気伝導に関する理論解析 Theoretical analysis of electronic transport in photo-induced graphene-like materials

神戸大院工 [○]土井 信行, 小川 真人, 相馬 聡文

[○]Nobuyuki Doi, Matsuto Ogawa, Satofumi Souma

Department of Electrical and Electronic Engineering Kobe University

IoT (Internet of Things) 社会の実現に向けては、様々なものから情報を収集し蓄積するための各種要素技術の発展が鍵となる。中でも、光、磁気、加速度等様々な物理情報を高精度にセンシングするための小型素子の開発は、IoT を支える情報技術の基盤となる部分であり、その革新に向けた基礎研究が重要である。そのような背景の中、近年、グラフェン、シリセン、ゲルマネン等の二次元原子膜材料が、その優れた電氣的、熱的、光学的性質から、各種物理情報センシングのための材料として注目されている。例えばグラフェンの持つ高い電子移動度や、広範囲にわたる波長の光を吸収できる事、原子一層としては高い光吸収係数といった特徴は、光電子を高効率で電気信号に変換する事、すなわち高い検出感度が可能である事を示唆する[1]。しかしながら、これらグラフェン等の各種二次元原子膜材料の光検出器としての可能性に関する定量的な比較検討は十分には試みられていない。本研究では、原子論的タイトバインディング法に基づく数値シミュレーションによりこれを明らかにする事、具体的には、これらの各種二次元原子膜について、光吸収係数と、光が照射された事による電流の増加量を明らかにする事を目的とする。

これまでの解析で用いていた線形応答領域での光誘起電気伝導度に対する半解析的な式[2]は、バンド構造計算の結果から直接的に計算が出来るという意味で便利であったが、周波数が小さい極限で光誘起電流が発散するという問題点があった。従って、より定量的な特性予測や、印加電界が強く線形応答領域から外れる場合の特性予測には、光照射に起因する励起過程、弾性、非弾性フォノン散乱による緩和過程をダイナミクスとして考慮した、より詳細な解析が必要である。講演では周波数が小さい領域について、従来の半解析的式による結果とダイナミカルな計算によって得られた結果を比較検討し、また、印加電界が強い場合の結果についても報告する。図1は半解析的な式における伝導体の電子分布の平衡状態との差であり、図2はフォノン散乱を考慮して計算した伝導帯の電子分布の平衡状態との差である。

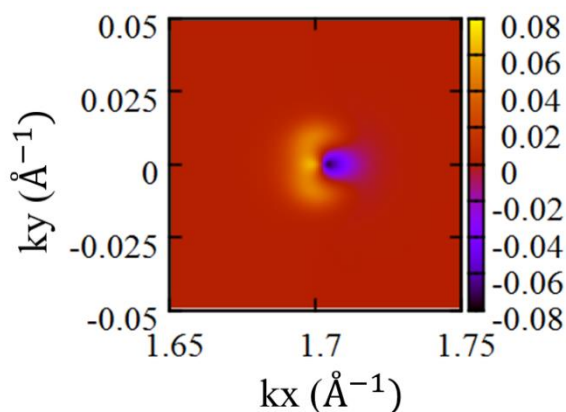


Fig. 1. Distribution function of conduction band in relaxation time approximation.

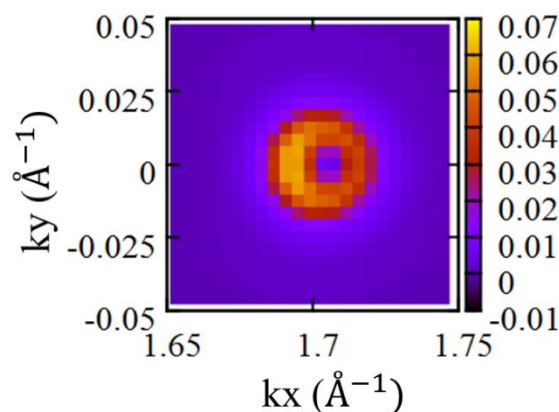


Fig. 2. Distribution function of conduction band considering elastic and inelastic phonon scattering.

[1] B. K. Sarker, I. Childres, E. Cazalas, I. Jovanovic, Y. P. Chen, e-print arXiv:cond-mat/1409.5725.v2

[2] A. Mehdipour, K. Sasaoka, M. Ogawa, and S. Souma, Jpn. J. Appl. Phys, **53**, 115103 (2014).