

グラフェン状物質における光誘起電流のシミュレーション

Simulation of photo-induced current in graphene-like two-dimensional materials

神戸大院工 土井 信行, 小川 真人, [○]相馬 聡文

Nobuyuki Doi, Masato Ogawa, [○]Satofumi Souma

Department of Electrical and Electronic Engineering, Kobe University

グラフェンの持つ高い電子移動度と広範囲に渡る波長の光を吸収できる事、また、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ものである[1]。しかしながら、グラフェン、シリセン、ゲルマネン等の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これまで十分に試みられているとは言えない状況である。本研究では、原子論的タイトバインディング法とボルツマン輸送方程式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、これらのグラフェン状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、特に、吸収波長依存性、散乱の役割、pn 接合における拡散の役割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ボルツマン方程式のもとで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。図1は空間的に均一なグラフェンの場合における光誘起電流の印加電界依存性、図2は、簡易 pn 接合モデルにおける光誘起電流の印加電界依存性の結果である。様々な照射光強度に対しての結果を比較している。ここではフォトンエネルギーは 0.3 eV とした。講演ではこれらの詳細及び材料依存性、波長依存性について報告する。

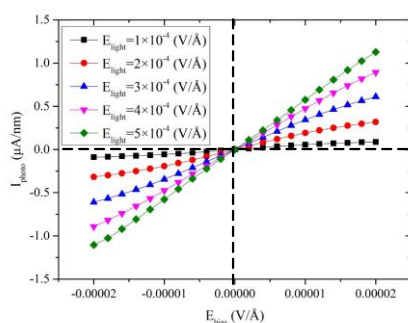


Fig. 1. External bias dependence of photo-induced current in graphene. Results for various light electric fields are compared. Photon energy is fixed at 0.3 eV.

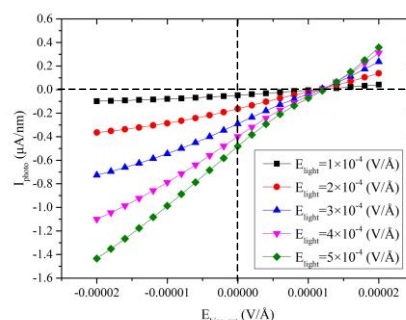


Fig. 2. External bias dependence of photo-induced current in graphene p-n junction. Results for various light electric fields are compared. Photon energy is fixed at 0.3 eV.

[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).