

グラフェンのテラヘルツ帯における運動量緩和時間の実験的導出

Experimental derivation of momentum relaxation time in terahertz range of graphene

東北大学通研¹, ライス大学², 九大先導研³

○若生洋由希¹, 佐藤昭¹, ヴィクトールリズィー¹, 河原憲治³, 吾郷浩樹³, 河野淳一郎²,
尾辻泰一¹

RIEC, Tohoku Univ.¹, Rice Univ.², IMCE, Kyushu Univ.³

○Hiroyuki Wako¹, Akira Satou¹, Victor Ryzhii¹, Kenji Kawahara³, Hiroki Ago³,
Junichiro Kono², and Taiichi Otsuji¹

E-mail: wako4869@riec.tohoku.ac.jp

研究の背景と目的 グラフェンは炭素原子の六員環構造を有する材料である。我々はこれまでの実験や数値解析の結果、光学励起されたグラフェンがテラヘルツ帯で反転分布・負性導電率を示し、テラヘルツ光の自然放出ならびに誘導放出が可能であることを理論解析により発見し、実証実験に成功している[1-4]。本発表では、さらなる利得媒質としてのグラフェンの特性の向上を目的として、反転分布状態および利得スペクトルを決定する物性パラメータであるグラフェンのキャリア運動量緩和時間を、テラヘルツ時間領域分光法 (THz-TDS) を用いて実験的に導出したので報告する。

実験 CVD 成長したエピタキシャルグラフェン[5]をノンドープの 300 μm 厚の SiO_2/Si 基板に転写した。THz-TDS の実験系を用いてグラフェン転写試料、及びグラフェンの転写されていない基板に THz を透過させた。その時間応答波形 (Fig. 1) をフーリエ変換することでグラフェン単体の透過率スペクトルを算出しテラヘルツ帯光学導電率を得た (Fig. 2)。得られた導電率スペクトルは、高周波側はテラヘルツ光源の強度が弱いためドルーデモデルに従う導電率[6]スペクトルと測定点に差があるが、低周波側では概ね一致し、両者のカーブフィッティングによって、運動量緩和時間 τ は $\tau \approx 150\text{fs}$ と同定された (Fig. 2)。当初はグラフェンの品質を考慮し、運動量緩和時間は 1 ps オーダーになると予想していたが、保管状態などのグラフェンにダメージが加わる要因により、結果としてサブピコオーダーのなったものと思われる。

結論 グラフェンにおける運動量緩和時間をテラヘルツ帯光学応答より実験的に同定した。

謝辞 本研究は科研費特別推進研究 (#23000008)、NSF-PIRE TeraNano USA の援助を受けた。

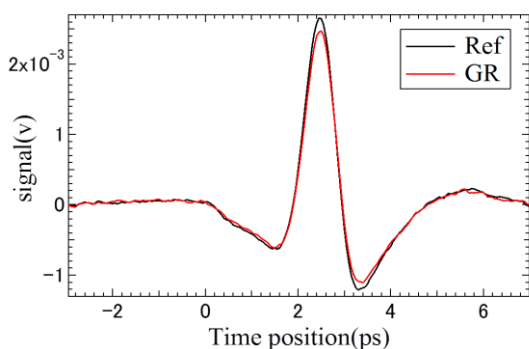


Fig. 1 グラフェンを透過したテラヘルツの時間波形。

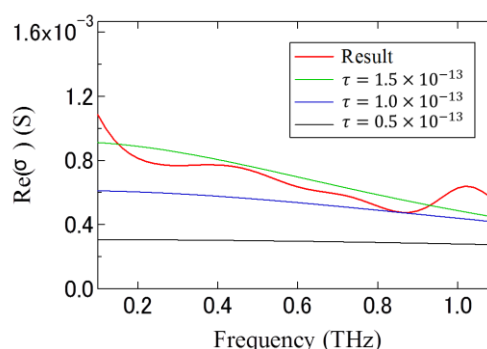


Fig. 2 導電率曲線と実験値。

参考文献 [1] V. Ryzhii et al., J. Appl. Phys. **101**, 083114 (2007). [2] S. Boubanga Tombet et al., Phys. Rev B **85**, 035443 (2012). [3] A. Satou et al., J. Appl. Phys. **113**, 143108 (2013). [4] H. Sugiyama et al., RPGR2013, 12p-P4-35, 2013. [5] H. Ago et al., Appl. Phys. Exp. **6**, 75101 (2013). [6] Jonas Broun PhD Thesis DTU 2013