

コヒーレントフォノン顕微分光による 単結晶グラフェンの超高速ダイナミクス

Ultrafast dynamics of single crystalline graphene

using coherent phonon microspectroscopy

横国大院工¹, 東京大工², 産総研³, ○奈良 脩平¹, 嵐田雄介¹, 井ノ上泰輝²,
千足昇平², 丸山茂夫^{2,3}, 北島正弘¹, 武田淳¹, 片山郁文¹

Yokohama National Univ.¹, Tokyo Univ.², AIST³,[○]Shuhei Nara¹, Yusuke Arashida¹, Taiki Inoue²,
Shohei Chiashi², Shigeo Maruyama^{2,3}, Masahiro Kitajima¹, Jun Takeda¹, Ikufumi katayama¹

E-mail: katayama-ikufumi-bm@ynu.ac.jp

グラフェンは、次世代の超高速電子・光デバイスの候補として注目されている物質であり、層数に依存して、バンド構造の変化[1]やフォノンの周波数変化[2]等が起こることが知られている。電子応答や電子格子相互作用ダイナミクスも層数に応じて変化すると期待されるが、これまで 1 ps 以内の超高速ダイナミクスを系統的に調べた研究は報告されていない。そこで本研究では、マイクロメートルスケールで階段状に異なる層数のグラフェンが成長している単結晶に対して、顕微ポンプ・プローブ分光を用いてその超高速ダイナミクスの層数依存性を調べたので報告する。

実験にはパルス幅 7.5 fs, 中心波長 800 nm, 平均出力 300 mW の Ti:Sapphire レーザーを用いた。NA = 0.3 の反射型対物レンズを用いてポンプ光、プローブ光を 10 μ m 程度に集光し、過渡反射率変化を測定した。試料には、化学気相成長法によって銅板上に作成し、SiO₂/Si 基板上に転写させた単結晶グラフェンを用いた。この試料では異なる層数のグラフェンが基板上に最小 10 μ m 間隔で形成されている。試料上の光照射位置を変化させることで層数の異なるグラフェンを観測することができる。Fig.1 は 7 層の部分で測定した結果であり、光励起直後の電子応答とその緩和に加えて、グラフェンの G-mode (47.4 THz) や定常ラマン測定では観測が難しい低周波の share-mode (1.3 THz) 等のコヒーレントフォノンを観測できた。Fig.2 はこのうち電子応答を指数関数でフィティングして求めた緩和時間の層数依存性である。単層を除くと層が重なるにつれ、層間相互作用により緩和時間が減少していることがわかった。他のパラメータの層数依存性など詳細は当日報告する。

[1] T. Ohta et al., Science 313, 951–954 (2006).

[2] Z. Ni, Y. Wang, T. Yu, and Z. Shen, Nano Res. 1, 273-291 (2008).

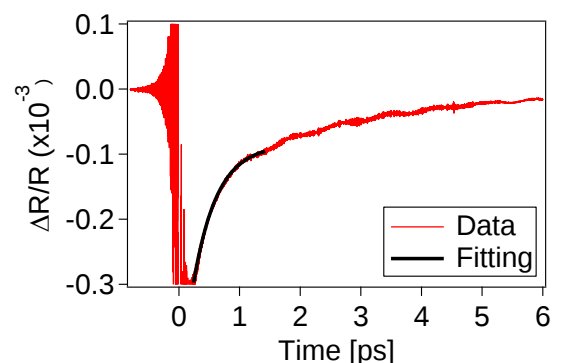


Fig.1. Time-resolved reflectivity of single-crystalline graphene.

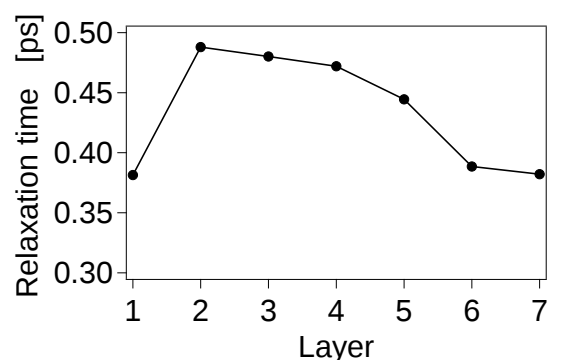


Fig.2. Relaxation time as a function of layers.