

THz エリプソメトリーを用いたサファイア上グラフェンの電気特性評価

Measurement of Electrical Properties for Graphene on Sapphire Using THz-TDSE

立命館大¹, 日邦プレシジョン², 名城大³ ^{○(B)}鈴木 拓輝¹, 佐藤 希一¹, 藤井 高志^{1,2},

毛利 真一郎¹, 荒木 努¹, 岩本 敏志², 佐藤 幸徳², 上田 悠貴³, 成塚 重弥³

Ritsumeikan Univ.¹, PNP², Meijo Univ.³, ^{○(B)}H. Suzuki¹, K. Sato¹, T. Fujii^{1,2}, S. Mouri¹, T. Araki¹,

T. Iwamoto², Y. Satou², Y. Ueda³, S. Naritsuka³

E-mail: re0107hk@ed.ritsumei.ac.jp

近年、グラフェン作成技術の進展により、大面積グラフェンを活用できるようになってきている。また、高速トランジスターや透明電極、センサーなどへの応用研究が活発に行われている。我々のグループでは、グラフェンの電気特性(シート抵抗、キャリア濃度、移動度)を電極なしで測定する技術開発を行っている。これは、THz周波数帯の電磁波の分光解析による窒化物半導体エピタキシャル膜の電気特性の非接触・非破壊測定を活用している^[1]。2019 春の応物では、r面サファイア上に成長したグラフェンについて、THzによる電気特性評価が、Van der Pauw法による測定結果とほぼ対応することを示した^[2]。しかし、グラフェンの生成が、THz周波数帯の電磁波に対して不透明な金属上に行われた場合、透過解析は不可能であり反射分光解析が必要となる。

今回は、反射分光解析手法であるTHz-TDSEを用いて、グラフェンの電気特性を電極なしで測定可能かについて検討した。測定は直径 50 mmのr面サファイア上に成長したサンプルを用いた。THz分光測定は、透過解析 (PNP製のTera Prospector®を使用)、反射解析 (エリプソメトリー測定; PNP製のTera Evaluator®) を用い、解析結果の比較を行った。Figure 1 に測定で用いたTHz-TDSEの構成を示す。Figure 2 にエリプソメトリーで測定した電場のP偏光とS偏光の時間波形とエリプソメトリックパラメーターを示す。時間スペクトルではサファイアの裏面の反射が観測されている。このエリプソメトリックパラメーターから、Fresnel equationとDrude modelを用いて電気特性を求めた。Table 1 に透過解析と反射解析で用いたシート抵抗をそれぞれ示す。ほぼ同じ結果が得られており、反射解析においても電極なしでの電気特性測定が可能であることが分かった。現段階では、測定パラメーターがグラフェン測定に対して最適ではないため、パラメーターの最適化を図る。

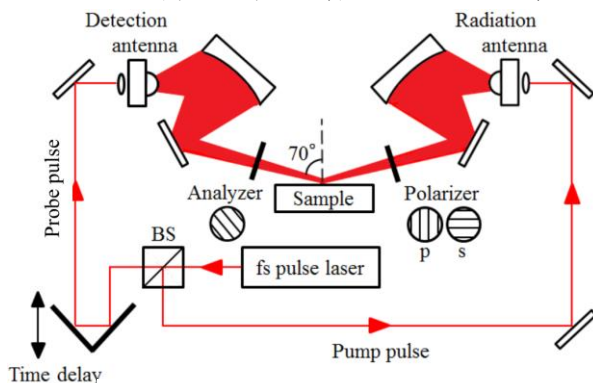


Table 1. Measurement results of sheet resistivity

Method	Sheet Resistivity [$\text{k}\Omega/\square$]
Transmission	0.8
Ellipsometry	1.2

Figure 1. Schematic diagram of the THz-TDSE experimental setup.

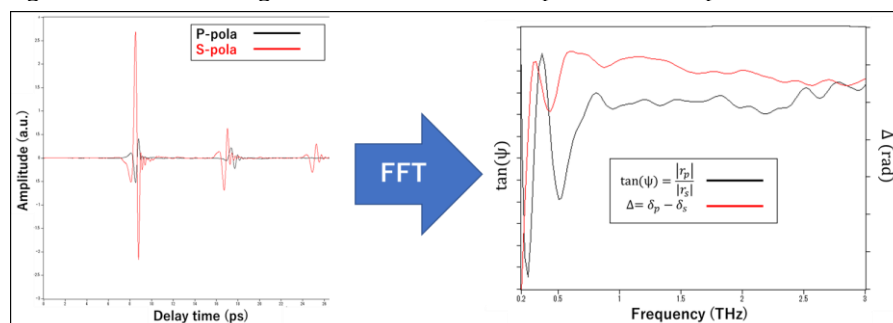


Figure 2. Time-domain waveforms of THz pulses reflected at the sample surface. $\tan(\Psi)$ and Δ spectra obtained from the complex reflection spectra

[1] K. Morino *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SCCB22 (2019)

[2] 藤井他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 10p-PA8-22, 東京工業大学大岡山キャンパス(2019)