

強誘電体ゲートグラフェン FET における熱電変調効果

Thermoelectric properties modulated by ferroelectric gate graphene FET

藤崎 裕太郎^{○1}、堀井 耀²、伊藤 雅浩²、小鍋 哲²、山本 貴博²、橋爪 洋一郎¹、
中嶋 宇史^{1,3}、岡村 総一郎¹(東理大理¹、東理大工²、JST さきがけ³)

Yutaro Fujisaki^{○1}, Hikaru Horii², Masahiro Ito², Satoru Konabe², Takahiro Yamamoto²,
Yoichiro Hashizume¹, Takashi Nakajima^{1,3}, and Soichiro Okamura¹
(Sci. Tokyo Univ. of Sci. ¹, Eng. Tokyo Univ. of Sci. ², JST PRESTO³)

E-mail: 1517634@ed.tus.ac.jp

【はじめに】二次元原子結晶材料であるグラフェンは、その特異なバンド構造の変調によって巨大熱電物性が期待される物質である。また、両極性半導体であることに注目し、キャリアドーピングによって p 型と n 型の直列構造を形成することができれば、熱電出力の向上が可能である。グラフェンのキャリア注入には制御性に優れる電界効果トランジスタ FET が用いられているが、熱電発電においてはゲート電圧印加による電力消費は非効率的である。そこで本研究では、電場オフ時においてもゲート層に分極を誘起可能な強誘電体に注目し、強誘電体ゲート FET 構造を活用した熱電特性の向上を検討したので、その結果について報告する。

【結果及び考察】SiO₂/Si 基板上の bi-layer graphene(BLG)(グラフェンプラットフォーム社製)に Au をソース・ドレイン電極として蒸着した。強誘電体層として、フッ化ビニリデン(VDF)/三フッ化エチレン(TrFE)(75/25mol%)共重合体薄膜を 500 nm となるようスピコートによって形成し、140℃で結晶化アニール処理を行った。最後に、Al をゲート電極として蒸着し、MFS-FET 構造の試料を作製した。得られた FET 試料の I_{DS} - V_G 特性ならびに D - E ヒステリシス測定の結果を Fig. 1 に示す。Fig. 1 より、金属電極を用いた際とほぼ同等の良好な分極反転特性が確認されるとともに、 I_{DS} が抗電圧付近で大きく変化し、分極電荷による BLG へのキャリア変調が明瞭に示された。熱電評価装置によって得られた、分極による BLG のシート抵抗とゼーベック係数を Table. 1 に示す。ここで、上部ゲート電極側に向く分極方向を up、その逆向きを down としている。シート抵抗は Non-polar に対して up と down で異なっている。これは Fig.1 で得られた電流値の変化と対応している。また、ゼーベック係数は Non-polar に対して up と down の両方で極性も変化することなく減少する結果となっている。考えられる可能性としては、自然酸化によって p 型にドーピングされた BLG の化学ポテンシャルが最適な状態に近いところにあり、分極変化によってゼーベック係数が減少したことが考えられる。より詳細な分極変化に伴うゼーベック係数の変化についても当日報告する予定である。

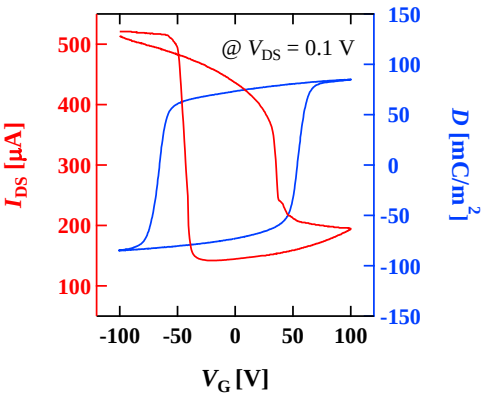


Fig. 1. I_{DS} - V_G and D - E hysteresis loop of an Al/VDF-TrFE/BLG FET.

Table. 1. Thermoelectric properties of BLG

Polarization direction	Sheet resistance [ohm/sq.]	Seebeck coefficient [μ V/K]
Non-polar	4.55	211
up	2.14	97.3
down	149	108