

グラフェンの光熱電効果を用いたサイクロトロン共鳴の検出

Photo-thermoelectric detection of cyclotron resonance in graphene

東大生研¹, 物材機構², CREST-JST³ ○木下 圭¹, 守谷 頼¹, 荒井 美穂¹,

増渕 寛¹, 渡邊 賢司², 谷口 尚², 町田 友樹^{1,3}

IIS Univ. Tokyo¹, NIMS², CREST-JST³ ○Kei Kinoshita¹, Rai Moriya¹, Miho Arai¹,

Satoru Masubuchi¹, Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi², and Tomoki Machida^{1,3}

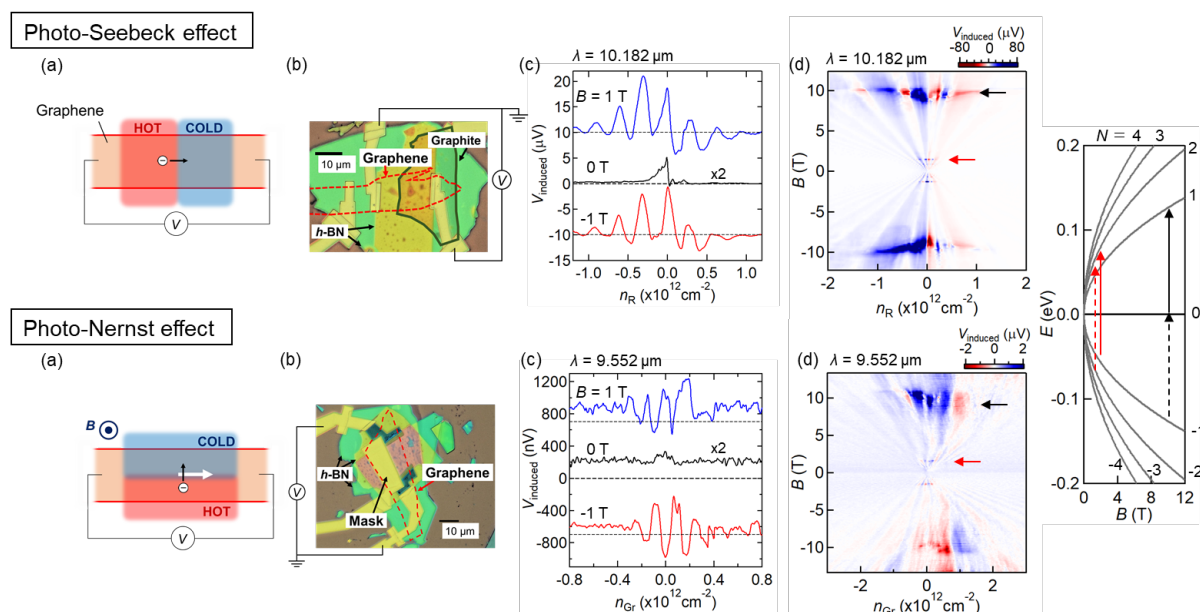
E-mail: kkino@iis.u-tokyo.ac.jp

磁場下でランダウ量子化したグラフェン(Gr)ではサイクロトロン共鳴により赤外光検出が可能であるがそのメカニズムは明らかでない。Grは光照射により容易に電子温度が上昇するため、光熱電効果(光照射下での熱電効果)が大きいと予想される。磁場中の光熱電効果には、光ゼーベック効果と光ネルンスト効果の2種類が存在する。本研究では、デバイス構造を工夫することで2種類の光熱電効果由来の起電力シグナルを選択的に検出することに成功し、光熱電効果を用いて赤外光($\lambda \sim 10 \mu\text{m}$)のサイクロトロン共鳴検出が可能であることを実証した。

①光ゼーベック効果を用いた光検出[1] 実験コンセプトの模式図とデバイスの写真を図(a)(b)に示す。2つのバックゲート電極を設置することで、Grの左右の領域のキャリア密度を独立に制御した。この非対称構造の導入により、Gr内の温度勾配方向に起電力が発生する光ゼーベック効果だけを選択的に検出することに成功した[図(c)]。さらに、磁場依存性においてサイクロトロン共鳴時に光起電力が増大する様子が見られた[図(d)]。

②光ネルンスト効果を用いた光検出 Grの一部だけに光が照射されるように、デバイスの一部を金属マスクで覆った。これによりGr内の温度勾配と垂直方向に発生する光ネルンスト効果を検出した。光ゼーベック効果とは異なり、(i)無磁場でシグナルが出ない (ii)磁場反転により光起電力の符号が反転するといった光ネルンスト効果特有のシグナルが観測された[図(c)]。また、これらの測定においてもサイクロトロン共鳴時に光起電力が増大していた[図(d)]。

[1] K. Kinoshita *et al.* Appl. Phys. Lett. **113**, 103102 (2018). (Editor's picks に選出)



(上)光ゼーベック効果による光検出。(下)光ネルンスト効果による光検出。(a)実験コンセプト (b)測定デバイス (c)低磁場の光起電力シグナル (d)シグナルの磁場依存性とグラフェンのランダウ準位