

Enhanced photogating via pyroelectric effect induced by insulator layer for high-responsivity long-wavelength infrared graphene-based photodetectors operating at room temperature

三菱電機株式会社¹, 阪大産研²

○嶋谷 政彰¹, 小川 新平¹, 福島 昌一郎¹, 奥田 聡志¹, 金井 康², 小野 堯生², 松本 和彦²

Mitsubishi Electric Corp.¹, ISIR, Osaka Univ.²

○Masaaki Shimatani¹, Shinpei Ogawa¹, Shoichiro Fukushima¹, Satoshi Okuda¹,

Yasushi Kanai², Takao Ono², and Kazuhiko Matsumoto²

E-mail: Shimatani.Masaaki@bk.MitsubishiElectric.co.jp

【背景】近年、安心安全を求める社会情勢から、人体を検出する長波長赤外線センサの需要が高まっている。しかし、従来方式では、室温において高感度かつ低コストであるセンサの実現は不可能であった。本研究は、絶縁膜を介して焦電体上にグラフェントランジスタを形成することで、室温で動作する極めて高感度な長波長赤外線センサを実証したものである¹⁾。

【素子構造】Fig. 1 にグラフェン赤外検出器の模式図を示す。LiNbO₃ 基板上に SiN を堆積し、電極として Cr、Au を用い、チャンネル部に単層 CVD グラフェンを使用したトランジスタ構造である。LiNbO₃ は長波長赤外線に対して室温で焦電効果が生じ、表面電圧が変化する。グラフェンは電荷移動度が大きいため、この電圧変化によりグラフェンに流れる電流が極めて大きく変化する光ゲート効果が生じる。

【結果】Fig. 2 に室温における光照射時と非照射時のドレイン電流 I_d の差分 ΔI_d の時間変化を示す。光源に波長 8 μm の長波長赤外レーザを用いた。 I_d はレーザ ON のとき減少し、OFF のとき増加した。このときの ΔI_d はおよそ 60 μA となり、光ゲート効果が無い従来のグラフェン光検出器と比較して約 600 倍の高感度化を達成した。さらに、絶縁膜の SiN は長波長赤外線の吸収に伴う熱効果により LiNbO₃ の焦電効果を増強し、光ゲート効果はさらに増幅されている。また、増強された光ゲート効果によるグラフェンの伝導キャリアスイッチング現象も発見した。結果的に得られた感度は、量子効率 80% の世界最高感度の量子型センサと比較して約 90 倍である。本センサは一般的な材料で構築されており複雑な組成の半導体材料を必要とせず、冷凍機も不要であることから、低コスト化も期待できる。高感度・低コストを両立し得る本センサは、前方監視用車載センサ、防犯、火災救助などの安全技術に広く応用が期待できる。

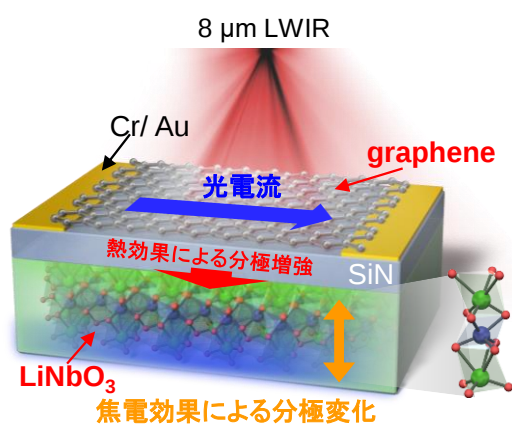


Fig. 1 Schematic diagram of graphene-based infrared detectors.

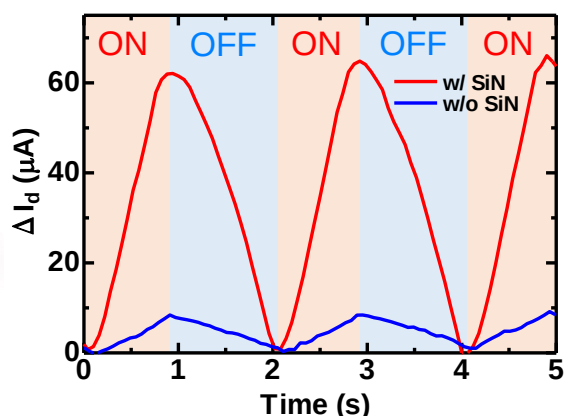


Fig. 2 Photoresponse of graphene-based infrared detectors.

【参考文献】

- 1) M. Shimatani *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* **12** (2), 025001 (2019).