

Si チップ上での高速・高集積グラフェン黒体放射発光素子

High-Speed and integrated graphene blackbody emitters on Si chips

慶大理工¹, KISTEC², アーヘン工科大³, 九大⁴, JST さきがけ⁵ 深澤 佑介¹, 三好 勇輔¹,

中川 鉄馬^{1,2}, 天坂 裕也¹, ロビン レックマン^{1,3}, 横井 智哉¹, 河原 憲治⁴,

吾郷 浩樹⁴, 牧 英之^{1,5}

Keio Univ.¹, KISTEC², RWTH Aachen Univ.³, Kyushu Univ.⁴, JST-PRESTO⁵ Yusuke Fukazawa¹,

Yusuke Miyoshi¹, Kenta Nakagawa^{1,2}, Yuya Amasaka¹, Robin Reckmann^{1,3}, Tomoya Yokoi¹,

Kenji Kawahara⁴, Hiroki Ago⁴ and Hideyuki Maki^{1,5}

E-mail: maki@appi.keio.ac.jp

ナノカーボンは優れた光学特性や Si 上に集積可能であるという特徴から、シリコンチップ上での光デバイス用材料としての応用が期待されている^[1-4]。本研究ではシリコンチップ上のグラフェンを用いて、GHz オーダーの超高速で高集積なグラフェン黒体放射光源を開発した。SiO₂/Si 基板に転写されたグラフェンをリソグラフィーによりデバイス化し、数μm 角のグラフェン発光素子を作製した[Fig. 1(a)]。作製したグラフェン発光素子に対して ns オーダーの矩形パルス電圧を印加し時間分解測定により発光の応答速度を調べたところ、Fig. 1(b)に示すように印加電圧に追従した高速な発光を確認した。発光の立ち上がり時間は 100 ps 程度であり、通常の黒体放射光源と比べて 1000 万倍以上の高速変調性を有していることが明らかになった。このデバイスについて熱伝導シミュレーションにより高速動作の原理解明を行った結果、高速な変調はグラフェンのキャリアから SiO₂の表面極性フォノンへの遠隔で量子的な熱輸送によって実現していることが明らかになった。また本素子による光通信実演や CVD グラフェンを用いたアレー光源の作製、高輝度化[Fig. 1(c)]などを行い光通信への実用性を示した。グラフェン発光素子はシリコン上に高集積化することが可能であり、光インターコネクトやシリコンフォトニクスなどの更なる高集積化への寄与が期待される。

[1] N. Hibino, S. Suzuki, H. Wakahara, Y. Kobayashi, T. Sato & H. Maki ACS Nano **5**, 1215-1222 (2011).

[2] M. Fujiwara, D. Tsuya & H. Maki Appl. Phys. Lett. **103**, 143122 (2013).

[3] T. Mori, Y. Yamauchi, S. Honda & H. Maki Nano Lett. **14**, 3277-3283 (2014).

[4] Y. Miyoshi, Y. Fukazawa, Y. Amasaka, R. Reckmann, T. Yokoi, K. Ishida, K. Kawahara, H. Ago & H. Maki Nat. Commun. **9**, 1279 (2018).

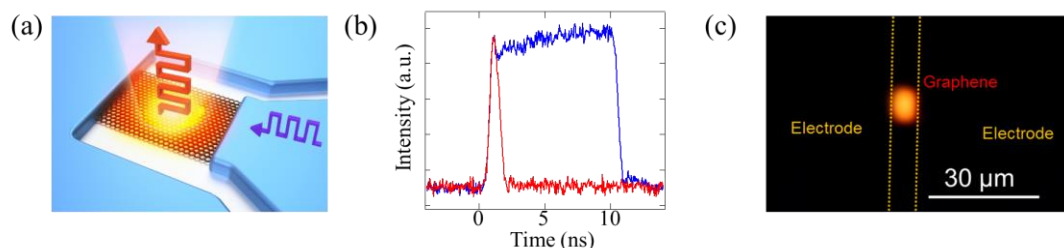


Fig. 1(a) A schematic of graphene light emitter. (b) Time-resolved emission from graphene under 1, 10 ns rectangular bias voltages. (c) A visible camera image of emission from a graphene light emitter.