

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, アーヘン工科大², 九大³, JST さきがけ⁴ ○深澤 佑介¹, 三好 勇輔¹, 天坂 裕也¹,
ロビン レックマン^{1,2}, 横井 智哉¹, 河原 憲治³, 吾郷 浩樹³, 牧 英之^{1,4}

Keio Univ.¹, RWTH Aachen Univ.², Kyushu Univ.³, JST-PRESTO⁴ ○Yusuke Fukazawa¹,
Yusuke Miyoshi¹, Yuya Amasaka¹, Robin Reckmann^{1,2}, Tomoya Yokoi¹, Kenji Kawahara³,
Hiroki Ago³ and Hideyuki Maki^{1,4}

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

ナノカーボン優れた光学特性や 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。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 基板に転写された単層から数十層のグラフェンを用いて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が確認された。このデバイスの応答時間は 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確認された。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も行い Fig. 1(c)に示すように 1 Mbps でアイパターン測定に成功し、光通信に応用可能であることを実証した。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).

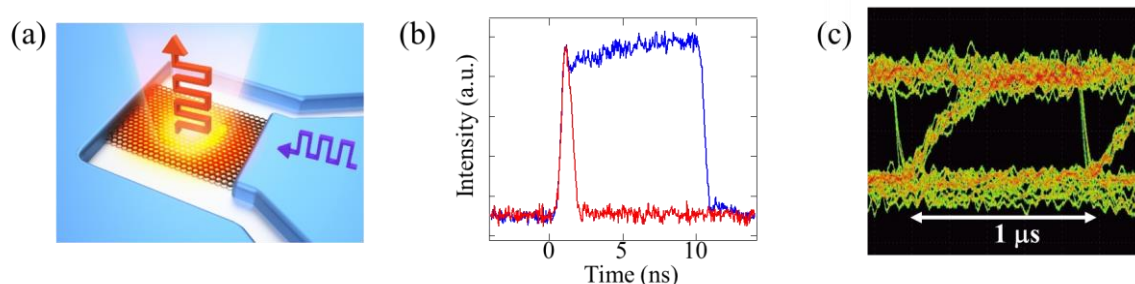


Fig. 1(a) A schematic of graphene light emitter. (b) Time-resolved emission from graphene under 1, 10 ns rectangular bias voltages. (c) Eye diagram of emission from 85 layer graphene device at data rate of 1 Mbps.