

多結晶グラフェンを固体炭素源からシリコン基板上に 直接パターニング成長させる方法の開発とその発光素子化

A light emitter based on polycrystalline graphene

patterned directly on silicon substrates from a solid-state carbon source

神奈川産技総研¹, 慶應大理工², 慶應大スピントロニクス³

◦中川 鉄馬^{1,2}, 高橋 英統², 志村 惟², 牧 英之^{2,3}

KISTEC¹, Keio Univ.², CSRN, Keio Univ.³

◦Kenta Nakagawa^{1,2}, Hidenori Takahashi², Yui Shimura² and Hideyuki Maki^{2,3}

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

グラフェンへの通電加熱による発光デバイスであるグラフェン発光素子は、(i) 黒体放射によるブロードな赤外発光が得られる、(ii) 微細加工技術による超小型化・高集積化などの加工が可能、(iii) シリコン基板上に安価に作製が可能、(iv) 100 ps 未満の応答速度 (周波数 10 GHz) で直接変調可能なことから、赤外領域における新規光源として、次世代光デバイスとしての応用が期待されている [1]。

一般に、グラフェンは、機械的剥離法または化学気相成長 (CVD) 法により得られる。機械的剥離法では、グラフェンを高配向性熱分解グラファイトから機械的に剥離し、シリコン基板に転写する。一方、CVD法では、CH₄などの炭化水素ガスとCu単結晶などの金属触媒基板を高温で化学反応させてグラフェンを合成する。この方法で得られたグラフェンも、グラフェンを導電性金属触媒基板からシリコン基板に転写するために、追加の処理ステップが必要となる。上記いずれの方法にもシリコン基板への転写のプロセスが必要であるが、これこそがグラフェン発光素子の量産化を阻む大きな原因となっている。

そこで、リソグラフィーにより金属触媒及び固体炭素源として用いるNiとアモルファスカーボンをあらかじめパターニングしておくことにより、多結晶グラフェンを固体炭素源からシリコン基板上に任意のサイズ・大きさで、任意の位置に直接パターニング成長させる方法を開発した。また、直接パターニンググラフェンのような多結晶グラフェンであっても、機械的剥離法や CVD 法によって得られる高結晶性と同様に発光素子化可能なことが明らかとなった (Fig. 1) [2]。

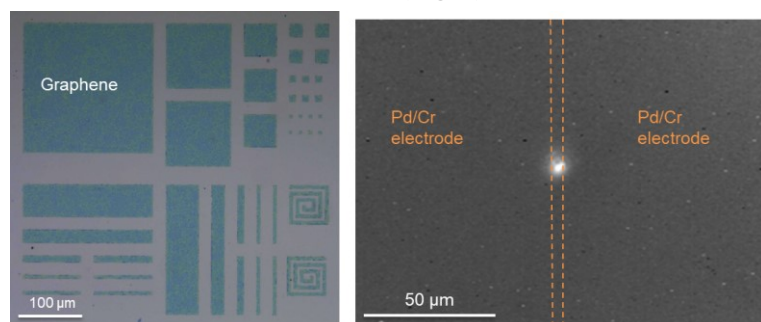


Fig. 1 Optical microscope image of the direct patterning graphene (left) and IR camera image of the thermal emission (right). Reproduced from Ref. [2] with permission from the Royal Society of Chemistry.

本研究は、神奈川産技総研の戦略的研究シーズ育成事業、JST さきがけ (JPMJPR152B)、文科省科研費 (16H04355, 23686055, 18K19025, 20H02210, 20K14783)、スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク拠点、文科省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (NIMS 微細加工プラットフォーム) の支援により行われた。

[1] Y. Miyoshi and H. Maki *et al.*, *Nat. Commun.*, **9**, 1279 (2018).

[2] K. Nakagawa and H. Maki, *RSC Advances*, **9**, 37906 (2019).