

超高速グラフェン黒体放射発光素子

Electrically driven ultra-high-speed black body emitters based on graphene

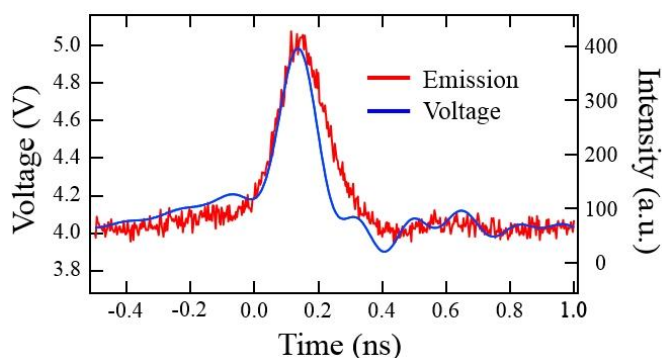
慶大理工¹, 物質・材料研究機構², [○]横井 智哉¹, 高山 雄介¹, 津谷 大樹², 牧 英之¹Keio Univ¹, NIMS², [○]Tomoya Yokoi¹, Yusuke Takayama¹, Daiju Tsuya², Hideyuki Maki¹

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

【はじめに】黒体放射はプランク則によって温度と波長の関数で表される電磁波であり、白熱電球やヒーターなどに用いられているが、一般に黒体放射の発光強度変調速度は 10-100Hz 程度と非常に低速であり、光通信等の高速変調が必要となる応用例はない。一方、グラフェンは高い熱伝導性、小さい熱容量を持ち、熱が散逸しやすいため、黒体放射において極めて早い応答速度が期待される。さらに、発光素子は高集積が可能であるとともに、シリコンウェハー上への直接形成も可能である。そこで本研究では、シリコンナノテクノロジーへの応用が可能な超小型グラフェン黒体放射発光素子を作成し、その発光の特性を評価した。これまでに従来のタングステンフィラメントと比べて $10^7 \sim 10^8$ 倍程度高速な 5GHz 程度の黒体放射の発光強度変調が得られた。

【方法】Si/SiO₂ 基板に転写した剥離グラフェンを用いた。このグラフェン上に Ti/Pd 電極を蒸着した素子を作成した。この素子に電圧を印加することで、グラフェンはジュール熱によって加熱され、熱放射によって発光する。この発光の波長スペクトルを黒体放射の輝度を表すプランクの法則によってフィティングすることで発光時のグラフェンの温度を見積もることができる。[1] また、発光の時間応答性は、パルス電圧を印加した際の発光をフォトンカウントによる時間分解測定法を用いて測定することで得られた。

【結果・考察】発光スペクトルをプランクの法則によってフィティングすることで、基板上的グラフェンの温度は 1000K 程度にまで上昇することが明らかになった。また、時間応答性については、半値幅 140ps の発光の観測に成功している。



(Fig.1) 一方、同様のデバイス構造を持つ

Figure 1 グラフェンからの発光の時間応答性

グラファイト発光素子では、発光の高速応答は得られなかった。これは、発光の高速応答性がグラフェン特有の小熱容量と基板方向の熱の散逸によるためだと考えられる。超小型グラフェン黒体放射発光素子は基板上に直接作成可能なため、光電子工学回路や超高速白色光源としての黒体放射応用の第一歩となることを期待している。

【謝辞】本研究の一部は総務省 SCOPE、科研費（若手研究 A）、NIMS 微細加工プラットフォーム、および JST A-STEP によって行われた。

[1] Freitag, M., Chiu, H-Y., Steiner, M., Perebeinos, V. & Avouris, P. Thermal infrared emission from biased graphene. *Nature Nanotech.* **5**, 497–501 (2010).