

グラフェン発光素子による高空間分解赤外分光

High spatial resolution infrared spectroscopy with graphene light emitter

慶大理工¹, 早大材研², 慶大スピントロニクス³

○中川 鉄馬^{1,2}, 志村 惟¹, 深澤 佑介¹, 西崎 亮介¹, 俣野 眞一郎¹, 大矢 秀真¹, 牧 英之^{1,3}

Keio Univ.¹, Zaiken, Waseda Univ.², Spintronics, Keio Univ.³ ○Kenta Nakagawa^{1,2}, Yui Shimura¹,

Yusuke Fukazawa¹, Ryosuke Nishizaki¹, Shinichiro Matano¹, Shuma Oya¹, Hideyuki Maki^{1,3}

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

赤外分光は、試料の組成分布や分子構造が可視化できることから、幅広く利用されている。しかし、一般的なフーリエ変換赤外分光 (FTIR) の空間分解能は光の波動性による回折限界により 10 μm 程度と低く、高空間分解イメージングは困難であった。

本研究では、グラフェンを用いた黒体放射赤外光源[1]を応用し、最小で 500 nm 角となる非常に微小なグラフェン赤外光源を新たに開発するとともに、グラフェン光源に対して分析試料を近接させることで高空間分解能の赤外分析を実証した。ここでは、汎用的な赤外分光用光源 ($\sim\text{mm}^2$) に比べ発光面積が百万分の一という極めて微小な光源であるにも関わらず、汎用光源 ($\sim 10\text{ Hz}$) に比べ数 1000 倍も高速に直接変調することで、ロックインアンプによる高感度測定を実現した。また、波長の大きさよりも微小な発光面の直上に生じる光源自体の近接場を直接用いることにより、回折限界を大きく超える分解能 1 μm の赤外イメージングを実証した[2]。本研究成果により、レーザーなどの大型で高価な赤外光源を用いることなく、可視光並みの空間分解能のイメージングが赤外領域で可能となることから、バイオ、創薬医療、材料開発、環境など、様々な分野への波及効果が期待される。

本研究は、JST A-STEP 産学共同、KISTEC 戦略的研究シーズ育成事業、文科省科研費、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, Y. Shimura and H. Maki et al., Nano Letters, 22, 3236 (2022)

[3] 中川鉄馬, 志村惟, 牧英之 et al., NEW DIAMOND, 38, 14 (2022)

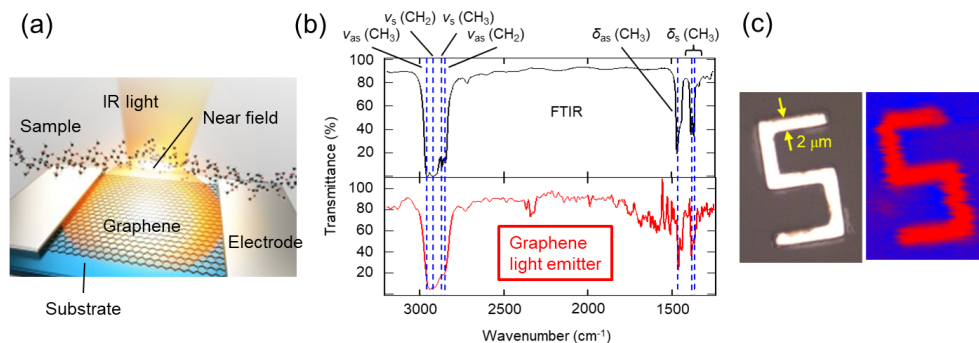


Figure. (a) Schematic of the graphene light emitter infrared (IR) analysis. (b) IR transmittance spectra of polymethylpentene measured by conventional FTIR and the IR system by using graphene light emitter. (c) Two-dimensional IR transmission imaging of the Ni pattern obtained by the IR system by using graphene light emitter. Reproduced from Ref. [2] with permission from the American Chemical Society.