

強磁場下における電流注入によるグラフェンからの赤外発光

Infrared emission from current-injected graphene under strong magnetic fields

農工大院工¹, 東大生産研², 情報通信研究機構³, 東大院総合⁴

○(B)上田 弦¹, 村野 裕一¹, 滝沢 和宏¹, 生嶋 健司¹, 金 鮮美²

Mikhail Patrashin³, 寶迫 巖³, 小宮山 進^{3,4}

Tokyo Univ. of A & T¹, IIS, Univ. of Tokyo² NICT³, Dept. of Basic Science, Univ. of Tokyo⁴

○G. Ueda¹, H. Murano¹, K. Takizawa, K. Ikushima¹

S. Kim², M. Patrashin³, I. Hosako³, S. Komiyama^{3,4}

E-mail: s207704w@st.go.tuat.ac.jp

グラフェンのギャップレスな線形バンド分散に起因して、強磁場下では非等間隔なランダウ準位 (LL) とゼロ・エネルギー LL 準位 (ランダウ指数 $N = 0$) が形成される。特に、 $N = \pm 1 \leftrightarrow N = 0$ 間 LL においては赤外光域に相当する大きなエネルギーギャップが形成される。通常の半導体 2 次元電子系の量子ホール効果状態では、電流端子の対角線上コーナーにおいてポテンシャル特異点が形成され、金属端子から上位 LL への非平衡キャリア注入により、LL 発光が観測されてきた [1]。我々は、電流注入されたグラフェンからの赤外発光を検出し、金属-グラフェン界面からの非平衡キャリア注入に伴う光学遷移過程を明らかにしたい。本研究の目的は、ゼロ磁場と強磁場下におけるグラフェンからの赤外発光のキャリア濃度・磁場依存性を明らかにすることである。

Fig.1 に光学系を示す。SiO₂/Si 上剥離グラフェンと量子井戸ベースの赤外検出器 (CSIP) の間に金属集光コーンを配置し、4.2K で光応答を測定した [2]。検出器の感度ピークは 88.6 meV (波長 14 μm) である。一方、グラフェンの LL エネルギー間隔 $\Delta E_{\text{LL}01}$ ($N = \pm 1 \leftrightarrow N = 0$) は磁場 4.76T において検出器の感度ピークに相当する。したがって、LL 発光の場合、磁場 4.76T において発光効率 η_{emit} が最も高くなると予想される。Fig.2 に磁場 4.76T における発光効率 η_{emit} のゲート電圧依存性を示す。ランダウ占有率 $\nu \leq 0$ で発光効率の上昇が確認され、これはゼロ・エネルギー LL やホール側 LL に非占有状態がある場合に対応する。本講演では、発光効率 η_{emit} の磁場依存性とゲート電圧依存性から発光起源を詳細に議論する。[1] K. Ikushima *et al.*, Phys. Rev. Lett, **93**, 146804 (2004). [2] S. Kim *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 182106 (2015).

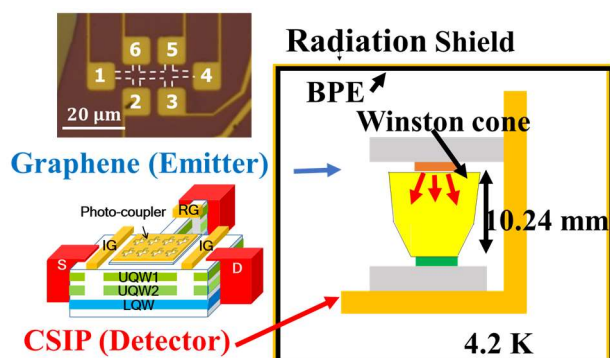


Fig.1 Measurement setup

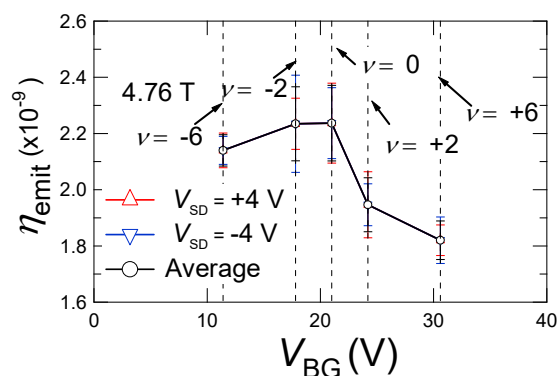


Fig.2 Magnetic-field dependence of η_{emit}