

ランダウ量子化二層グラフェンのサイクロトロン共鳴における多体効果

Probing many-body effect in the cyclotron resonance spectrum of bilayer graphene

東大生研¹, 物材機構², CREST-JST³ ○守谷 頼¹, 朴 士彬¹, 増淵 寛¹, 渡邊 賢司²谷口 尚^{2,1}, 町田 友樹^{1,3}IIS. Univ. Tokyo¹, NIMS², CREST-JST³, °Rai Moriya¹, Sabin Park¹, Satoru Masubuchi¹Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi^{2,1}, Tomoki Machida^{1,3}

E-mail: moriyar@iis.u-tokyo.ac.jp

放物型のバンド構造を持つ通常の半導体の二次元電子系では、ランダウ準位間遷移（サイクロトロン共鳴: CR）は電子の多体効果の影響を受けない。これは Kohn の定理として知られている [1]。非放物型のバンド構造を持つグラフェン(Gr)では Kohn の定理が成立しないため、CR 測定を用いてその多体効果を評価する事ができる。この手法を用いて、これまでに単層 Gr の多体効果が精密に測定されているが [2]、二層以上の Gr においては報告例がない。我々は、図 1 (a)に示す *h*-BN/二層グラフェン(BLG)/*h*-BN 構造において、低温強磁場での赤外光起電力測定(波長: $\lambda=10.675 \mu\text{m}$)を行い BLG の CR と多体効果の関係を調べた。光起電力(V_{ph})の磁場依存性(図 1 (b,c))には複数の共鳴ピークが現れ、BLG のランダウ準位と比較すると(図 1 (d))これらの共鳴は異なる CR 遷移($T_3 \sim T_6$)に決定できた。CR 共鳴ピークのキャリア濃度(n)依存性を詳細に調べると(図 2 (a))、 $n = 0$ (ディラック点: DP)に近づくにつれピーク磁場位置が低磁場側に移動する様子が観測された(比較のため、図中点線にピーク磁場が n によらず一定の直線を示す)。これは図 2 (b)に示すように、フェルミ準位が DP に近づくとき BLG のランダウ準位間隔が広がることに対応する。このような共鳴ピークの変化は一電子モデルでは説明できず、多体効果の存在を示している。

[1] W. Kohn, Phys. Rev. **123**, 1242 (1961). [2] J. Pack *et al.*, Phys. Rev. X **10**, 041006 (2020).

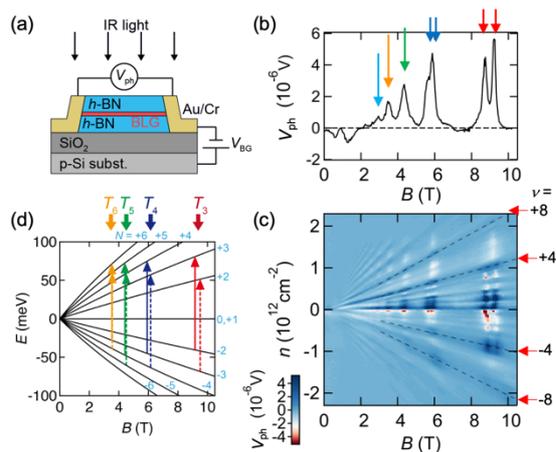


Fig. 1: (a) Device structure. (b) Photovoltage V_{ph} as a function of magnetic field B at fixed carrier density $n = 5.94 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$. (c) V_{ph} as a function of B and n . (d) Energies of LLs having LL index of $N = -6$ to $+6$. Different cyclotron resonance transitions T_3 to T_6 are indicated.

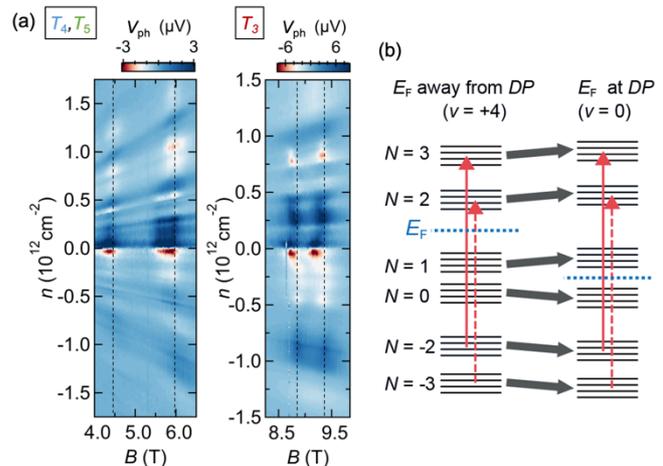


Fig. 2: (a) Detail mapping of V_{ph} as a function of B and n at $T = 2.0 \text{ K}$ measured at $\lambda = 10.675 \mu\text{m}$ for T_4 and T_5 transitions (left) and T_3 transition (right). (b) Illustration of CR transition and LL energies for the explanation of their E_F dependence.