

弱く結合した多層グラフェンの電子輸送特性解析

Electron transport through weakly coupled multilayer graphene

阪大院工 ○堅田 侑汰, 橋本 風渡, 森 伸也

Osaka Univ. ○Yuta Katata, Futo Hashimoto, and Nobuya Mori

E-mail: {katata, hashimoto, mori}@si.eei.eng.osaka-u.ac.jp

乱層構造多層グラフェンが実現されており [1, 2], 乱層構造では層間相互作用が弱いと考えられている．本研究では, 強束縛近似法と非平衡グリーン関数法とを用いて, 弱く結合した多層グラフェンにおいて, 層間結合強度が電子輸送特性に及ぼす影響について調べた．

弱く結合した多層グラフェンの模式図を図 1 に示す．長さ L の N_L 層多層グラフェン (AB 積層) の左右にグラフェン電極が接続されている．長さ L のチャンネル領域にのみ層間結合が存在し, 層内原子間の移動積分を t , 層間原子間の移動積分を β として, β/t をパラメータとして変化させることにより, 層間結合強度が電子輸送特性に及ぼす影響を調べた．非平衡グリーン関数を用いて, 右上電極から注入した電子の電極 $n\alpha$ への透過関数 $\tau_{n\alpha}$ を計算した．ここで, $n (= 1, 2, \dots, N_L)$ は層を指定する指数, $\alpha (= L, R)$ は左右を表す指数である．

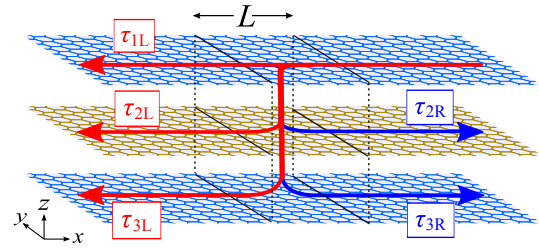


Fig 1: Schematic diagram of the weakly coupled multilayer graphene ($N_L = 3$).

全左電極への透過関数の総和 $\tau_{\Sigma L}$ の β/t 依存性を図 2 に示す．入射電子エネルギーは室温熱エネルギー, チャンネル長は $L = 10 \text{ nm}$ とした．いま, 右上電極から電子を入射しているので, $\tau_{\Sigma L}$ は, 前方のいずれかの電極へと透過する前方透過関数を表す． $\tau_{\Sigma L}$ は, β の増加と共に減少するが, N_L の偶奇によって, 減少割合に差があり, N_L が奇数の方が, 減少割合が小さいことが分かった．この原因を調べるため, 奇 (偶) 数層目の左電極への透過関数の総和 $\tau_{\Sigma L0}$ ($\tau_{\Sigma Le}$) の β/t 依存性を調べた (図 3, 4)．図より, N_L が奇数の場合, β/t が大きい領域において, $\tau_{\Sigma L0}$ が有限の値に留まる様子が分かる．この成分が, N_L が奇数の場合の大きな前方透過関数 $\tau_{\Sigma L}$ の原因であると考えられる．

弱く結合した多層グラフェンにおいて, 層間結合強度が電子輸送特性に及ぼす影響について調べた．その結果, 最上層の電極から電子を注入した場合, 多層グラフェンの層数が奇数の方が, 奇数番目の電極への透過が大きいと, 大きな前方透過関数となることが分かった．

[1] R. Negishi *et al.*, JJAP **51**, 06FD03 (2012). [2] R. Negishi *et al.*, APL **110**, 201901 (2017).

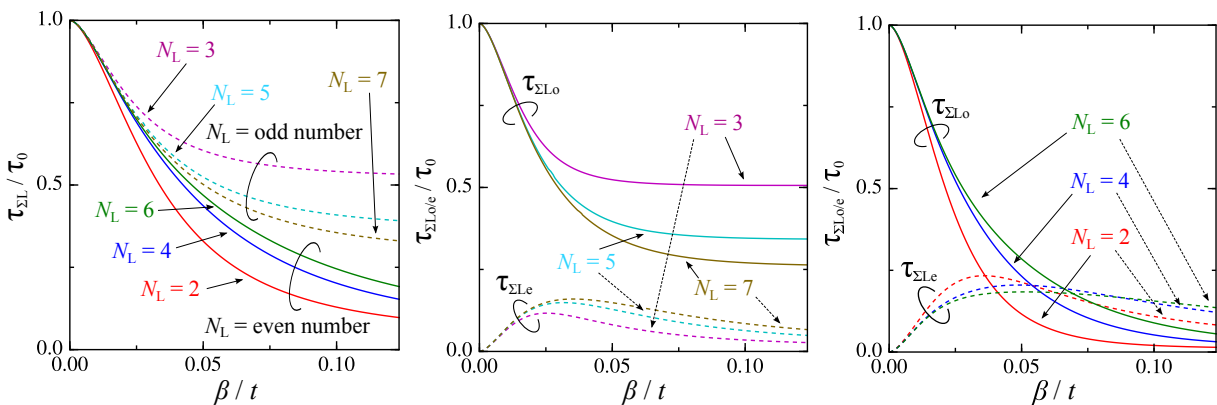


Fig. 2 [left]: $\tau_{\Sigma L}$ vs. inter-layer coupling strength β/t . **Fig. 3** [center]: $\tau_{\Sigma L0}$ (solid line) and $\tau_{\Sigma Le}$ (dashed line) vs. β/t for $N_L = 3, 5, 7$. **Fig. 4** [right]: The same as Fig. 3 but for $N_L = 2, 4, 6$.