グラフェン/C-doped h-BN 接合における欠陥アシストトンネル過程

Defect-assisted tunneling processes in graphene/C-doped h-BN junctions

東大生研¹,物材機構², CREST-JST³ ⁰瀬尾 優太¹, 辻 悠基¹,木下 圭¹,小野寺 桃子¹,

張 奕勁¹, 増渕 覚¹, 守谷 頼¹, 渡邊 賢司², 谷口 尚², 町田 友樹^{1,3}

IIS Univ. Tokyo¹, NIMS², CREST-JST³, ^oYuta Seo¹, Yuki Tsuji¹, Kei Kinoshita¹, Momoko Onodera¹,

Yijin Zhang¹, Satoru Masubuchi¹, Rai Moriya¹, Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi²,

and Tomoki Machida^{1,3}

E-mail: yu-seo@iis.u-tokyo.ac.jp

高圧高温合成した六方晶窒化ホウ素 (*h*-BN) に欠陥源のカーボンをアニールにより意図的にドー プした C-doped *h*-BN (BN:C)をトンネルバリアに用いて、単層グラフェン(MLG)/BN:C/グラファイ ト(GrE)接合(Fig. 1a)を作製した。低温においてトップゲート電圧(*V*tg)およびソースドレイン電圧 (*V*sd)を印加しながらグラフェンとグラファイト電極層間のトンネル伝導を測定したところ、BN:C 中の欠陥状態(D)を介した欠陥アシスト共鳴トンネルが観測された(Fig. 1f, h)。理論計算(Fig. 1g, i) との比較から、トンネルバリアの薄い素子(*d*_{BN:C}~1.7 nm)ではバリアの中間付近に位置する単一の 欠陥を介したトンネル過程が支配的であり、トンネルバリアの厚い素子 (*d*_{BN:C}~4 nm)では二つの 欠陥を介したシークエンシャルトンネル過程が支配的であることが示唆された。それぞれの過程 では、エネルギーが保存される弾性トンネル過程(Fig. 1b, d)に加えて、*h*-BN の主に光学フォノン を介したフォノンアシスト非弾性トンネル過程(Fig. 1c, e)が存在することが判明した。*h*-BN 中の 欠陥を介したトンネル伝導におけるフォノンの寄与を初めて明らかにしたものである。発表では トンネル過程に寄与する具体的な電子-フォノン相互作用等についても議論する。



Figure 1. (a) Schematic of the device. (b)-(e) Schematics of defect-assisted tunneling processes. (f) Color plot of differential conductance dI/dV_{sd} in device 1 ($d_{BN:C} \sim 1.7$ nm) as functions of V_{sd} and V_{tg} measured at T = 1.6 K. (g) Theoretical calculation of resonant positions in device 1. (h) Color plot of dI/dV_{sd} in device 2 ($d_{BN:C} \sim 4$ nm) measured at T = 1.6 K. (i) Theoretical calculation of resonant positions in device 2.