Polypropylene carbonate(PPC)を用いた原子層 Dry release 転写法による高品質グラフェン/*h*-BN ファンデルワールスヘテロ構造の作製

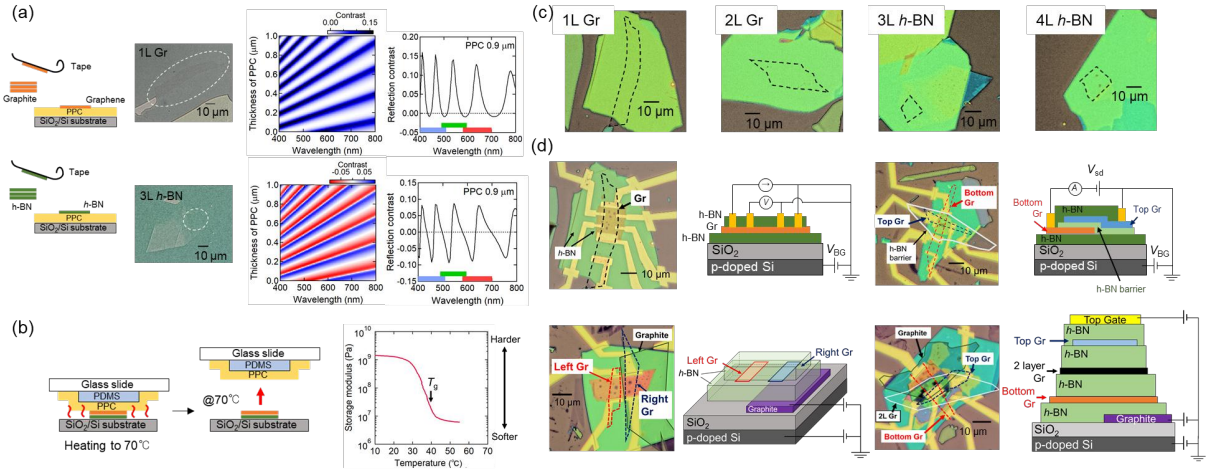
Dry release transfer of graphene and *h*-BN by polypropylene carbonate for fabricating van der Waals heterostructures

東大生研[1]，物材機構[2]，CREST-JST[3] ○木下 圭[1]，守谷 頼[1]，小野寺 桃子[1]，
若藤 祐斉[1]，増渕 覚[1]，渡邊 賢司[2]，谷口 尚[2]，町田 友樹[1,3]

IIS Univ. Tokyo[1], NIMS[2], CREST-JST[3] ○Kei Kinoshita[1], Rai Moriya[1], Momoko Onodera[1], Yusai Wakafuji[1], Satoru Masubuchi[1], Kenji Watanabe[2], Takashi Taniguchi[2], and Tomoki Machida[1,3]

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

現在グラフェン（Gr）/*h*-BN の多層構造作製において Stamping 法が主流であるが、エッジコンタクトが必要となるため複雑な構造の作製が難しい。そこで、原子層を下から 1 層毎に積層でき、複雑な構造の作製に適用できる Dry release 転写法において高品質なデバイスを作製する手法を模索した。今回我々が開発した Polypropylene carbonate（PPC）を用いた手法は、PPC の熱可塑性を利用することにより、単層グラフェンや数層 *h*-BN を簡便かつ清浄に別の *h*-BN 上に転写することが可能である。室温では PPC の二次元物質の吸着力が高いため、テープを用いた機械的剥離により PPC 上に比較的大きなサイズの単層 Gr および数層 *h*-BN の薄片を作製できる。これらの薄片は光の干渉により光学顕微鏡下で観察可能であることが計算から示唆され、実際に確認した[図(a)]。さらに、PPC を 70℃に昇温すると吸着力が急激に落ちるため、単層 Gr・数層 *h*-BN が PPC から容易に離れて *h*-BN 基板上に転写できる[図(b)]。このとき、PPC が熱で溶け落ちてしまうことはなく、Dry release が実現できる。転写後の AFM による測定により、ポリマーの残渣による原子層界面の汚染がほとんど無いことを確認した[図(c)]。また、実際に本手法で *h*-BN/Gr/*h*-BN の Hall bar デバイスと Gr/数層 *h*-BN/Gr の縦型トンネル接合デバイスを作製し、量子輸送現象の測定によってこれらの品質の高さを確かめた。さらに、本手法を用いてグラファイトのハーフボトムゲート付きの積層構造や金属電極上への Gr の転写を含む 8 回の転写を要する構造も実現できた[図(d)]。



(a) PPC 上に転写した単層 Gr と 3 層 *h*-BN の光学顕微鏡写真とコントラストの計算結果 (b)70℃における Dry release transfer と PPC の剛性の温度依存性 (c)*h*-BN 上に転写した 1・2 層 Gr と 3・4 層 *h*-BN の光学顕微鏡写真 (d)本手法で作製したデバイス（左上：Hall bar デバイス、右上：縦型トンネル接合デバイス、下：グラファイトボトムゲート付きの多層構造デバイス）

© 2019年 応用物理学会