

# CVD グラフェン/HPHT *h*-BN 積層構造のキャリア散乱機構

## Carrier scattering mechanism of CVD graphene on HPHT *h*-BN

産総研<sup>1</sup>, 静大<sup>2</sup>, 物材機構<sup>3</sup> ○沖川 侑揮<sup>1</sup>, 増澤 智昭<sup>2</sup>, 渡邊 賢司<sup>3</sup>, 谷口 尚<sup>3</sup>, 山田 貴壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AIST, <sup>2</sup>Shizuoka Univ., <sup>3</sup>NIMS

○Y. Okigawa<sup>1</sup>, T. Masuzawa<sup>2</sup>, K. Watanabe<sup>3</sup>, T. Taniguchi<sup>3</sup> and T. Yamada<sup>1</sup>

E-mail: okigawa.yuki@aist.go.jp

【はじめに】高移動度材料であるグラフェンを利用した電子デバイスやセンサーの実用化が期待されているが、実用化のためには CVD グラフェンの移動度のばらつき[1,2]を解決する必要がある。我々は、CVD グラフェン/HPHT *h*-BN 積層構造において、グラフェン内の内部応力が移動度に影響を与えることを明らかにした[3]。本研究では、CVD グラフェンのキャリアの散乱機構を明らかにすることを目的とし、CVD グラフェン/HPHT *h*-BN 積層構造における電気伝導特性の温度依存性評価を行った[4]。

【実験方法および結果】機械剥離法により HPHT *h*-BN を SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に転写した。その基板全面に、PMMA を用いたウェット法で熱 CVD 単層グラフェン（多結晶膜）を転写した。グラフェンのパターニングおよびリフトオフでの電極形成により、バックゲート型の 4 端子素子を作製した(図 1 挿入図)。80 K から 473 K 間の試料温度でドレイン電流-ゲート・ソース間電圧(*I<sub>D</sub>*-*V<sub>GS</sub>*)特性測定を行い、移動度及び抵抗の温度依存性を評価した。図 1(a)にキャリア密度  $6.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$  のときの移動度の温度依存性を示す。270 K 以下の温度では移動度は温度にほとんど依存せず、荷電不純物によるクーロン散乱が支配的であると考えられる。一方、270 K 以上では温度上昇に伴い移動度が減少した。移動度減少の原因を明らかにするために、グラフェン/SiO<sub>2</sub> のキャリア散乱モデル[5]を本実験結果に適応した。グラフェン/HPHT *h*-BN の抵抗は式(1)で与えられる。

$$\rho = \rho_0 + AT + B \left( \frac{1}{e^{\hbar\omega_1/k_B T}} + \frac{1}{e^{\hbar\omega_2/k_B T}} \right) \quad (1)$$

ここで、右辺は残留抵抗成分、グラフェンのフォノン散乱に起因した抵抗成分、*h*-BN のリモートフォノン散乱に起因した抵抗成分である。式(1)中の  $\rho_0$  と *B* をフィッティングパラメータとした結果を図 1(b)に破線で示す。この結果から、温度上昇に伴って移動度が減少した原因は、*h*-BN のフォノンによる散乱であると考えられる。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20H00354、JP20H02191 の助成および産業技術総合研究所 IBEC イノベーションプラットフォームの支援を受けて行った。

【参考文献】 [1] C. R. Dean *et al*, *Nat., Nanotechnol.* **5**, 722 (2008). [2] W. Gannett *et al*, *APL*, **98**, 242105 (2011). [3] T. Yamada, *et al*, *AIP Adv.*, **10**, 085309 (2020). [4] Y. Okigawa *et al*, *to be submitted*. [5] J.-H. Chen, *et al*, *Nat. Nanotechnol.* **3**, 206 (2008).

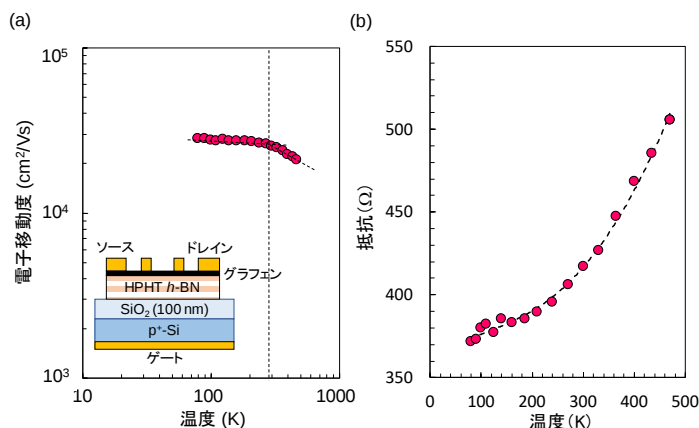


図 1(a) 移動度の温度依存性、(b) 抵抗の温度依存性

キャリア密度 :  $6.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$

シンボル:実験値、破線:フィッティング