

利用課題番号 : F-13-NM-0046
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 集束イオンビーム照射によるグラフェンへの欠陥・歪導入と電気特性評価
Program Title (English) : Damage and strain in graphene induced by focused ion beam irradiation and their electrical properties
利用者名 (日本語) : 高橋 哲平
Username (English) : Teppei Takahashi
所属名 (日本語) : 筑波大学 数理物質科学研究科 電子物理工学専攻
Affiliation (English) : University of Tsukuba

1. 概要 (Summary) :

理論研究において、グラフェンへ歪を導入し、歪の形状や大きさを制御することによってバンドギャップの形成や電子の量子閉じ込めが可能であることが示唆されている。また、グラフェンにアンチドット構造を作成し、量子閉じ込め効果によりバンドギャップを形成する手法や、アンチドットエッジに誘起されるスピンを用いたスピントロニクスデバイスも理論的に提案されている。我々のこれまでの研究で、低加速電子ビーム照射によって生じるグラフェンの損傷と、損傷によって誘起される歪を顕微ラマン分光で評価し、照射電子線のエネルギーが低いほどグラフェンの損傷度合が高く、歪量も多くなることを見出した[1]。更に、Ga イオンビーム照射でも同様の実験を行い、グラフェンに歪を導入可能であることを見出した。この結果は、荷電 (電子・イオン) ビームの照射パターンの組み合わせにより、グラフェンへ導入する歪量・歪方向及び欠陥密度を制御できる可能性を示唆している。我々は現在、これらの実験結果をもとに低加速荷電ビーム照射によって誘起されるグラフェンへ面内の欠陥・歪に対する、グラフェンの電気特性について調査を行っている。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

極低温プローブシステム

【実験方法】

n-Si/SiO₂ (300 nm) 基板の上にキッシュグラファイトから剥離法を用いてグラフェン試料を作成した。作成したグラフェンに電子ビーム露光・電子ビーム蒸着・リフトオフプロセスにより Ti/Au 電極形成し、グラフェン FET 構造を作成した。加速電圧 0.5~30keV,

ドーズ量 $5.5 \times 10^{11} \sim 1.49 \times 10^{14}$ ion/cm² の条件でグラフェン FET に Ga-FIB を照射し、照射後のグラフェン FET のコンダクタンス温度依存性を調べた。また各照射加速電圧で Arrhenius plot 作成し、その傾きからホッピング伝導の活性化エネルギーを求めた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1 に FIB ドーズ量 5.5×10^{11} ion/cm² での活性化エネルギーの FIB 照射加速電圧依存性を示す。同じドーズ量において加速電圧が高いほどホッピング伝導の活性化エネルギーが高くなることが分かった。

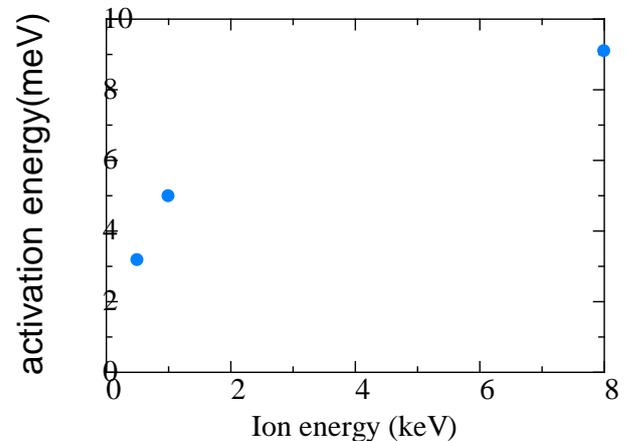


図 1 : 活性化エネルギーの FIB 照射加速電圧依存性

4. その他・特記事項 (Others) :

参考文献 : [1] K. Murakami, et al., Appl. Phys. Lett. **102**, 043111 (2013)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし