

課題番号 : F-17-NU-0073
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : グラフェンデバイス開発
 Program Title (English) : Development of graphene devices
 利用者名(日本語) : 齋藤達朗
 Username (English) : T. Saito
 所属名(日本語) : 株式会社東芝
 Affiliation (English) : Toshiba Corp.
 キーワード/Keyword : グラフェン、化学修飾、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

次世代半導体デバイス候補の一つとしてグラフェンのバイオ応用を検討している。バイオ応用のためにはグラフェン表面にバイオ界面(バイオプローブや選択膜など)を形成することがあり、様々なバイオ界面形成を可能とするためにはCOOHやNH₂、SH等のたんぱく質等が有する官能基をグラフェン表面に形成することが重要である。本研究では、半導体ウエハプロセスと親和性の高いプラズマプロセスを用いたグラフェン表面へのNH₂修飾を検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】ラジカル計測付多目的プラズマプロセス装置、表面解析プラズマビーム装置

【実験方法】

単層グラフェンは高温 CVD (Chemical vapor deposition)により成膜され SiO₂ 基板上に転写したものをを用いた。表面解析プラズマビーム装置にてグラフェン表面への N₂/H₂ プラズマ処理を行い、XPS 分析によりグラフェン表面への NH₂ 修飾を検討した。その後、グラフェンの電気特性評価素子を試作し、上記検討によりグラフェン表面にアミノ基を修飾したと考えられる条件による N₂/H₂ プラズマ処理を行い、グラフェン素子の電気特性変化を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に XPS 分析による NH₂ 修飾を行ったグラフェン表面の全体の原子に対する炭素原子の組成比と炭素原子に対する NH₂ 分子の組成比のプラズマ処理時間依存性を示す。炭素の組成比は 360 s 処理前後で 35at%から 6at%まで低下した。また、炭素原子に対する NH₂ 分子の組成比は処理時間に大きく依存しない。このことからプロ

セス初期段階では NH₂ 修飾とグラフェンエッチングが同時に進行し、グラフェン表面への NH₂ 修飾はすぐに平衡に達し、長時間ではグラフェンエッチングのみが起きていると考えられる。また、炭素と炭素に対する NH₂ の組成比より炭素をすべてグラフェンに起因すると仮定すると処理時間 10 秒での処理によりほぼグラフェンをエッチングすること無く、数 nm²に 1 つの NH₂ 基という十分な密度のプローブ形成起点を形成できていると推定できる。次に処理時間 10 秒処理にて表面を処理したグラフェン電気特性評価素子の Id-Vg 特性の変化を Fig. 2 に示す。プラズマ処理によりフェルミ点のゲート電圧は変化しているが Id-Vg 特性の傾きには大きな変化は見られない。フェルミ点のゲート電圧は NH₂ 修飾によるグラフェンへのチャージの注入によるものと考えられる。本手法はバイオ応用に向けた半導体プロセスと親和性の高い官能基修飾法の一つとして期待できると考える。

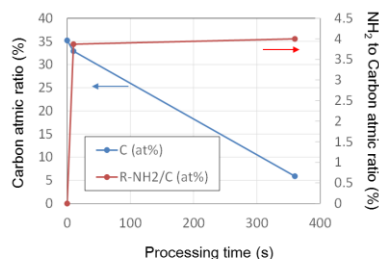


Fig. 1 (blue line) Carbon atomic ratio to all atoms and (red line) Nitrogen atom ratio of NH₂ to carbon atom dependency on Processing time .

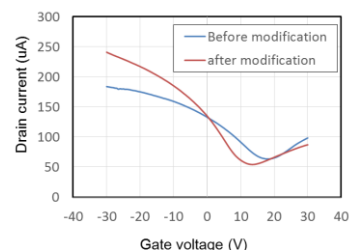


Fig. 2 Drain current to gate voltage characteristics in FET structure (blue line) before NH₂ modification and (red line) after NH₂ modification.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者:名古屋大学大学院工学研究科・堀 勝

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。