

プラズマ処理によるイオン注入 4H-SiC 上の p-type グラフェン層の形成

P-type Graphene on Ion-Implanted 4H-SiC by Pre-Plasma Treatment

法政大理工¹, 法政大イオンビーム²

○椎名 裕亮¹, 青柳 大輝¹, 西村 智朗², 中村 徹¹

Hosei Univ.¹, Research Center of Ion Beam Technology, Hosei Univ.²

○Y. Shiina¹, D. Aoyagi¹, T. Nishimura², T. Nakamura¹

E-mail: yusuke.shiina.2h@stu.hosei.ac.jp

【はじめに】 グラフェンは移動度 $200000\text{cm}^2/\text{Vs}$ など特異な性質を持っており、高速デバイスへの応用が期待されている。SiC 熱分解法は基板寸法でグラフェンを形成でき、さらにイオン注入法で SiC 基板に不純物をドーピングできるため複雑なデバイス構造が実現可能である。本研究ではイオン注入基板上でのグラフェン成長に関してプラズマ前処理による平滑化[1]による成長機構の相違について調べた。

【実験】 p 型の 4H-SiC 基板に、Al イオンを $170\sim 260\text{keV}$ でピーク濃度が $3.0\times 10^{19}/\text{cm}^3$ となるように多段注入を行った。続いて、 CF_4 プラズマ処理を 60 秒間行った後、イオン注入層の活性化のため Ar 雰囲気下で 1700°C 30 分間熱処理を行った。熱処理で形成された表面炭素膜は O_2 プラズマを用いてエッチングした。次に、Ar10kPa 雰囲気下で 1500°C 30 分間の加熱処理を行ってグラフェン膜を形成した。

【結果と検討】 SiC 熱処理後表面の AFM 画像を図 1 に、またラマン分光法により 2D-band の半値全幅でマッピングを行った結果を図 2 に示す。図 1,2 において、それぞれ(a)は Al イオン注入のみ、(b)は Al イオン注入+プラズマ処理に対応している。図 1,2 から、プラズマ処理により RMS が 8.41nm から 3.49nm へと低減し 2D-band の半値全幅の変動も少なくなったことが観察された。このことはグラフェンの層数がより一様に形成されているためと考えられる。すなわち、 CF_4 プラズマ処理により SiC 表面の残留酸化物などが除去され、熱処理において熱が基板全体に均一に伝わったためではないかと考えられる。また、ホール測定により電気的評価を行った。プラズマ処理により、Al イオン注入 SiC 上グラフェンのホール係数が $-42.1\text{m}^2/\text{C}$ から $+47.1\text{m}^2/\text{C}$ へ変わり、SiC 上に p 型のグラフェンが形成された。また、プラズマ処理により移動度は $146\text{cm}^2/\text{Vs}$ (n 型) から $56.2\text{cm}^2/\text{Vs}$ (p 型) となった。

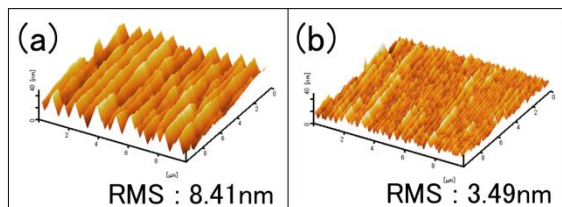


図 1 AFM 画像

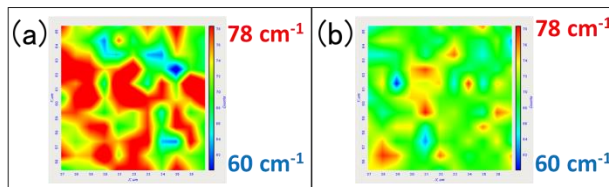


図 2 ラマンマッピング(FWHM of 2D-band)

本研究は、「文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」により推進された。

本研究の一部は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業の支援により早稲田大学で実施された。

【参考文献】

[1] T.Sugimoto, M.Satoh, T.Nakamura, ionbeam symposium (2009)