

プラズマアニール法によるグラフェン／ダイヤモンド接合の作製と界面特性

Fabrication of graphene/diamond junctions by plasma annealing and their interfacial characteristics

名大院工 °伊藤 悠河, 今井 祐太, 水野 雄貴, 浅野 秀文, 植田 研二

Nagoya Univ., °Yuga Ito, Yuta Imai, Yuki Mizuno, Hidefumi Asano, Kenji Ueda

E-mail: ito.yuga@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

【序】近年、グラフェン(sp^2 炭素)とダイヤモンド(sp^3 炭素)を組み合わせた炭素 sp^2 - sp^3 界面で様々な新機能・物性が現れることが理論予測されており注目が集まっている。しかし、一般的に用いられる熱 CVD 法によるグラフェンの成長では金属触媒が必要となる為、ダイヤモンド等の異種基板上へのグラフェンの直接形成は難しく、ダイヤモンド上グラフェンの作製に関する実験報告は限られている。本研究で我々は、炭素 sp^2 - sp^3 界面の新規デバイス応用に向け、酸化グラフェンのプラズマ還元アニール(プラズマアニール法)によるダイヤモンド上での高品質グラフェンの作製を試みると共に、グラフェン/ダイヤモンド接合の界面特性等について調査したので報告する。

【実験】マイクロ波プラズマ CVD 法によりダイヤモンド(100)基板上にダイヤモンド半導体薄膜を成長した。その後、酸化グラフェン溶液(1 mg/ml)を用いたスピンコート法によりダイヤモンド半導体上に酸化グラフェンを堆積し、酸化グラフェンのプラズマアニール ($H_2/CH_4 = 6.5/10$ sccm, $P = 20$ Torr で $\sim 900^\circ C$, ~ 30 分アニール) をプラズマ CVD 装置により行い、グラフェン作製を試みた。フォトリソと RIE によりグラフェン/ダイヤモンド接合を作製し、特性評価を行った。

【結果と考察】スピンコート法により作製したダイヤモンド基板上の酸化グラフェン層のラマンスペクトルで、ブロードな D 及び G ピークが見られ酸化グラフェンが形成されていることが分かった。ダイヤモンド上酸化グラフェンのプラズマアニールを行い、グラフェン作製を試みた所、ラマンスペクトルで、ダイヤモンドのラマンピーク(Dia.)に加え、G、2D ピーク($I_{2D}/I_G = \sim 0.8$)が観測され、ダイヤモンド半導体上へのグラフェンの成長が確認できた (Fig. 1)。また、原子間力顕微鏡(AFM)を用いた成長過程の観察から、酸化グラフェンの還元と共に三角形型のグレインが発生し2次元成長、融合することで数層グラフェンとなることが分かった(Fig. 1 inset)。ダイヤモンド上グラフェンの電界効果測定を行った所、 $V_G = \sim 1.1$ V で抵抗値が極大となるグラフェン特有の両極性的挙動が観測できた。これらの結果から、プラズマアニール法によりダイヤモンド上へのグラフェンの直接成長が可能である事が分かった。これらを用いて (Ni 上部電極/) グラフェン/ダイヤモンド接合を作製し電流-電圧測定を行った所、オーミック的伝導特性が見られた(Fig. 2)。Ni/ダイヤモンド接合で見られるショットキー的特性 (バリア高さ $\Phi_B = \sim 0.6$ eV) と異なる事から、Ni/ダイヤモンド界面へのグラフェンの挿入により界面バリア高さが変化し、オーミック的伝導が現れたと考えている。

Ni 上部電極の影響を考慮したグラフェン/ダイヤモンド接合のバンドダイアグラムからも界面のオーミック的伝導が示唆され、本手法により急峻なグラフェン/ダイヤモンド(炭素 sp^2 - sp^3)界面が形成できたと考えられる。

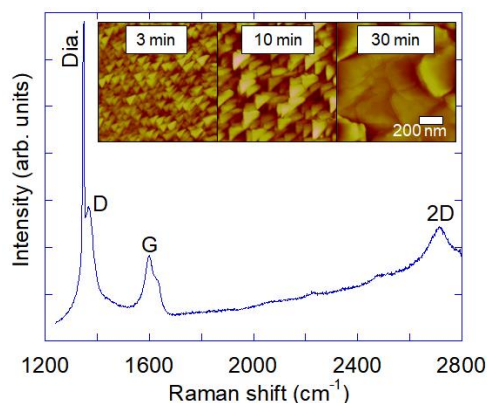


Fig. 1: Raman spectra of the graphene/diamond heterostructures. The inset shows AFM pictures of graphene on diamond after plasma annealing for 3,10 and 30 min.

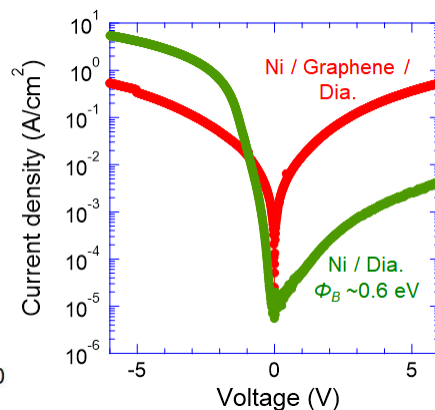


Fig. 2: I-V curves of the Ni/graphene/diamond and Ni/diamond junctions.