

高品質エピタキシャルグラフェンを用いた GFET の特性評価

Characteristics of the GFET Using High-Quality Epitaxial Graphene

○須藤 亮太¹、館野 泰範²、吹留 博一¹、末光 真希¹

(1.東北大通研、2.住友電工伝デ研)

○Ryota Suto¹, Yasunori Tateno², Hirokazu Fukidome¹, Maki Suemitsu¹

(1.Tohoku Univ. RIEC、2.Transmission Devices R&D Lab, Sumitomo Electric Industries)

E-mail: suto@riec.tohoku.ac.jp

超高移動度を示すグラフェンは次世代の FET チャンネル材料として期待されている。グラフェン形成法の 1 つに SiC 基板を加熱して Si を昇華させ、SiC 基板表面にグラフェンを形成するエピタキシャルグラフェン (EG) 法がある。EG 法は安定した基板界面、大面積にグラフェン形成可能といった特徴を持つが、超高真空中加熱で Si 昇華を行う従来法では、グラフェンが形成される 1600°C 近傍で Si の昇華速度が速く、欠陥の多いグラフェンが形成されてしまうことが課題であった。本研究では Si の昇華速度を抑えることで高品質 EG の作製が可能な大気圧 Ar 雰囲気下で EG を形成し[1]、その FET 特性を評価したので報告する。

半絶縁性 6H-SiC 基板を大気圧 Ar 雰囲気下で加熱し、(0001)Si 面および(000-1)C 面上にグラフェンを作製した。図 1 に超高真空加熱グラフェン (UHV-EG) と大気圧 Ar 雰囲気加熱グラフェン (Ar-EG) のラマンスペクトルを比較する。1350 cm⁻¹ 付近に現れる欠陥起因の D ピークが、Ar-EG の方が UHV-EG と比べて有意に減少しており、より高品質のグラフェンが形成されていることがわかる。この Ar-EG をチャンネルに用いてグラフェン FET (GFET) を作製した。ゲート絶縁膜には金属 Al の自然酸化による Al₂O₃ を、またオーミック電極には Ni を用いた。

GFET の電気特性を図 2, 3 に示す。Si 面上、C 面上の GFE は共に GFET 特有の両極性 V 型特性を示した。しかし電子移動度は Si 面上、C 面上それぞれで 121 cm²/V·s、38 cm²/V·s と、EG-GFET に報告される 6,000 cm²/V·s、8,700 cm²/V·s といった値[1,2]に遠く及ばない。これはアクセス抵抗や接触抵抗といった外因性因子が大き過ぎるため、グラフェンの真性特性が隠されているものと理解される。そこでこれら諸抵抗を別途求め、真性 GFET 移動度の抽出を行ったところ、Si 面上、C 面上 GFET でそれぞれ 1,696 cm²/V·s、5,120 cm²/V·s の値を得た。これらは既報値[1,2]に近づいており、今回の移動度の実験値は外因性因子によって劣化したもので、グラフェンそのものは高品質であることを示している。

本研究の一部は、科研費特別推進、科研費 (25286053) 及び独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の援助により得られたものである。また、本研究の一部は東北大学通研附属ナノ・スピン実験施設にて行われた。

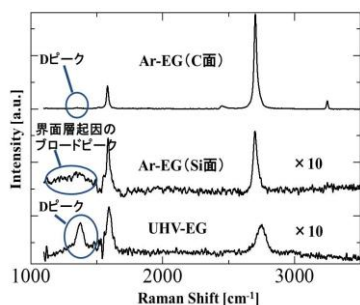


図 1: ラマンスペクトル

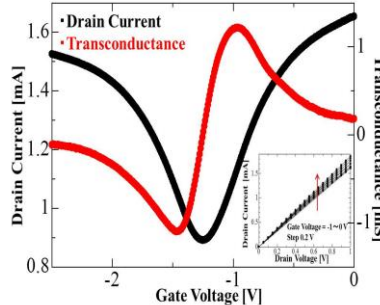


図 2: 電気特性 (Si 面上 GFET)

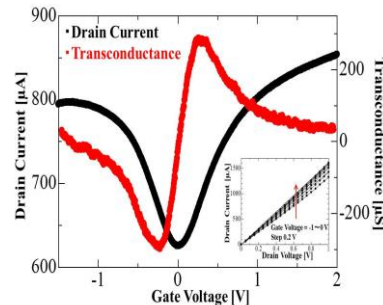


図 3: 電気特性 (C 面上 GFET)

[1] J. S. Moon *et al.*, IEEE Electron Device Letters **31**, 260-262 (2010)

[2] Zelei Guo *et al.*, Nano Letters **13**, 942-947 (2013)