

水素終端処理したグラフェン /SiC(0001) におけるグラフェンの劣化 -電流通電が誘起した非常に遅い界面酸化-

Degradation of graphene of hydrogen-intercalated graphene/SiC(0001)

- Gradual oxidation at the interface induced by current apply -

○前田文彦^{1,2}, 高村真琴², 日比野浩樹^{2,3} (1. 福岡工大工, 2. NTT 物性基礎研, 3. 関西学院大理工)

○Fumihiko Maeda^{1,2}, Makoto Takamura², and Hiroki Hibino^{2,3} (1.Fukuoka Institute of Tech., 2.NTT BRL, 3.Kwansei Gakuin Univ.)

E-mail: f-maeda@fit.ac.jp

【はじめに】 SiC エピタキシャルグラフェンを水素雰囲気中で高温加熱すると、界面の Si 原子を水素で終端した擬似的に自立した状態のグラフェンを作製できる [1] が、電荷不純物によるクーロン散乱によって期待される高移動度は達成できていない [2]。この電荷不純物としては、不十分な界面水素終端によって残っている Si の未結合手 [3] が有力な候補と考えられる。しかしながら、同じ水素処理条件であっても移動度は広く分布して異なり、試料に依存して再現性は非常に低い。そこで、他にも移動度の低下を引き起こす要因があると考えて移動度を測定した後のグラフェン表面について分析を行ったところ、界面酸化が起きていることを見出し、以前報告した [4]。今回、この界面酸化が非常に遅い反応であることを明らかにしたので報告する。

【実験】 SiC 基板を Ar 雰囲気において高温加熱して約 1 層のグラフェンを形成後、大気圧水素雰囲気中で 1000℃ 加熱し、水素終端した 2 層グラフェン /SiC(0001) 構造を作製した。この試料について Van der Pauw 法により Hall 測定を行い、測定直後と約 2 ヶ月後に XPS 測定装置に導入して界面状態分析を行った。

【結果と考察】 図は、Hall 測定で電流 (約 0.6mA) を通電した前後における光電子分光測定結果である。4 時間後のスペクトルでは、各スペクトルで水素終端処理後と比べて顕著な違いは見られなかった。しかし、約 2 ヶ月後の結果では Si-O 結合由来と考えられるピークが O1s と Si2p において現れた。また、C1s においては両者においてほとんど変化はなかった。これは、最表面のグラフェンはほとんど変化せずに界面の Si が酸化したことを示している。また、Hall 測定を行わなかった試料についても比較のため測定を行ったが、長期間大気中に放置してもこのような酸化は観察されなかった。以上の結果は、通電によって欠陥が生じ、この欠陥を通してグラフェンを透過し、酸素がゆっくりと界面に侵入することによって界面酸化が起こったことを示唆している。このような欠陥生成は条件によって異なると考えられ、移動度の低下と広い分布を説明できると考えられる。

【参考文献】 [1] C. Riedl, et al., Phys. Rev. Lett. 103, 246804 (2009). [2] S. Tanabe, et al., App. Phys. Expr. 5 (2012) 125101. [3] F. Maeda, et al., Phys. Rev. B 88, 085422 (2013). [4] 前田 他, 第 74 回 応用物理学会秋期学術講演会 16p-P7-29 (2013).

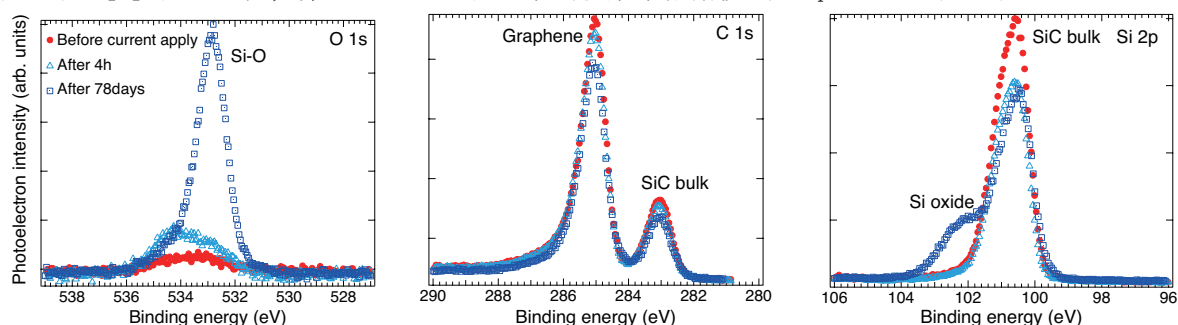


Fig. O 1s, C 1s and Si 2p spectra captured before and 4 hours and about 2 months after current apply.