

大気中通電が誘起するグラフェン／水素終端 SiC (0001) における界面酸化反応と移動度の低下

Current-induced oxidation at the interface of hydrogen-intercalated graphene/SiC(0001) under atmospheric ambient and mobility degradation

¹NTT 物性基礎研, ²長岡技科大 [○]前田文彦¹, 磯部真吾^{1,2}, 日比野浩樹¹

¹NTT BRL, ²Nagaoka Univ. Technol. [○]Fumihiko Maeda¹, Shingo Isobe^{1,2}, Hiroki Hibino¹

E-mail: maeda.f@lab.ntt.co.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、期待される高移動度は達成できていない [2]。そのため界面構造の解析を行い、不十分な界面水素終端と界面残留物質が移動度低下の要因となることを前回報告した [3]。そこで、今回条件最適化のため移動度の水素処理時間依存を調べる目的で、移動度測定後の界面状態を調べたところ、界面酸化反応によって移動度低下が引き起こされることを見出したので報告する。

【実験】1cm 角の半絶縁性 SiC(0001) 基板を用い、100 Torr の Ar 雰囲気において 1650℃で 30 分加熱して、約 1 層のグラフェンを SiC 基板表面に形成した。さらに、大気圧水素雰囲気中で 1000℃加熱し、水素終端した SiC 上の 2 層グラフェン構造を作製した。この試料について Van der Pauw 法により Hall 測定を行い、その後 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】大気中の Hall 測定の結果、水素処理時間 1 時間で 1320cm²/Vs, 3 時間で 575 cm²/Vs の移動度が得られ、処理時間に依存することが分かった。次に、表面・界面状態を調べる目的で光電子分光測定を行った。図は、水素処理 1 時間の試料の Hall 測定後 (上) と未測定試料 (下) の結果である。広エネルギー範囲の結果 (右) から Hall 測定によって酸化反応が起こったことが分かる。また、各準位のスペクトルは、C1s ではほぼ変化がないのに対して、Si2p では高結合エネルギー側に大きなピークが現れている。このピークは、500℃程度に加熱すると O1s の減少とともに減少したため、酸化物由来であることが分かった。これは、グラフェンは酸化されず、界面の Si が酸化されたことを示している。このため大気中測定が原因と推測し、同じ水素処理条件の試料を準備して真空中で徐々に電流を上げて測定したところ、2510 cm²/Vs の移動度が得られた。以上の結果は、大気中で電流を流すと界面で酸化反応が起こり、それが移動度の低下を引き起こすことを示している。

本研究の一部は科研費 (22310077) の補助を得て行われた。

【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] 前田 他, 第 60 回 応用物理学関係連合講演会 27a-G12-9 (2013).

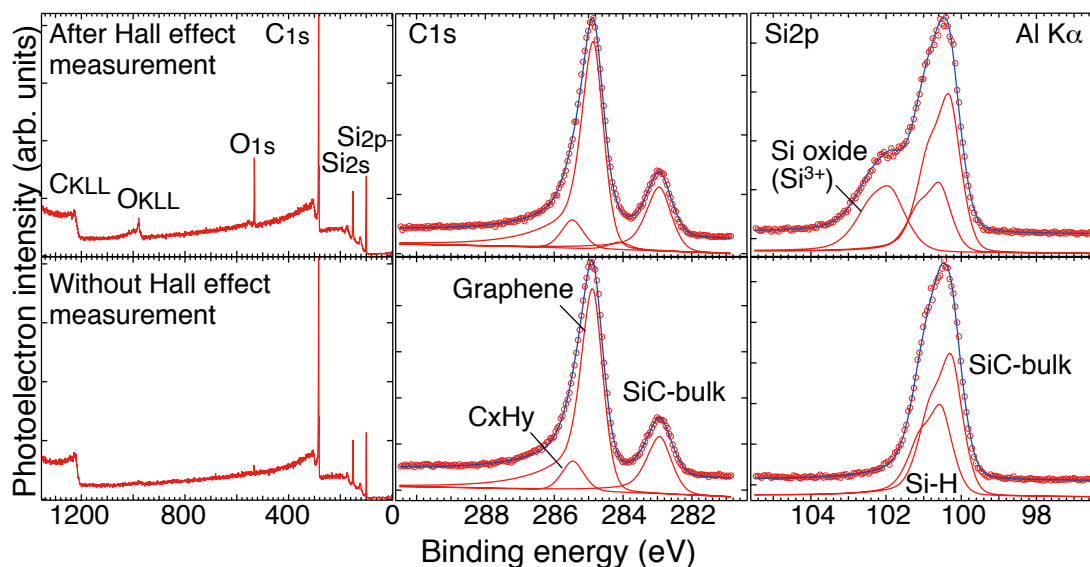


Fig. Wide energy range, C 1s and Si 2p photoelectron spectra after and without Hall effect measurement. In C 1s and Si 2p spectra, open circles are experimental data and fitting results are indicated by lines.