

16p-B1-6

CVD 転写グラフェンによる面型 FET 受光素子の光電流と環境依存性

Environment Effects of Planer FET Photodetector by Transferred CVD Graphene

日本電信電話 (株) NTT フォトニクス研究所¹, NTT マイクロシステムインテグレーション研究所²

○小勝負 信建¹, 土居 芳行¹, 山田 貴¹, 都甲 浩芳²

NTT Photonics Labs¹, NTT Microsystem Integration Labs.², NTT Corporation

○Nobutatsu Koshobu¹, Yoshiyuki Doi¹, Takashi Yamada¹, Hiroyoshi Togoh²

E-mail: koshobu.nobutatsu@lab.ntt.co.jp

【はじめに】グラフェンは、特異な電子・化学・機械的な特性を有し、光学的にも従来にはない広帯域、高強度吸収、非線形性などが見出され[1]、光デバイス応用への期待が高まっている。グラフェン作製法は、剥離法、SiC 熱分解、化学気相成長法 (CVD) などがあるが、中でも CVD 成膜によるグラフェンは大面積化が容易であり、様々な応用デバイスに向けた量産化技術として期待される。しかし剥離法と比較して、光電 (受光) 特性は十分に調べられていない。そこで本報告では、光応用デバイスに向けた基礎検討として、CVD 単層グラフェン膜を用いてボトムゲート型 FET 構造の面型受光素子を試作し、光電流応答を評価するとともに、安定性評価として熱・外気環境変化依存性を評価した。

【実験】ゲート電極を兼ねる 285nm 厚 SiO₂ 膜付低抵抗 Si 基板表面にソース、ドレイン電極を Au/Cr 電極 (300nm 厚) を作製し、グラフェン転写用の基板とした。次に、Cu 箔上に CVD 成長させた単層グラフェン表面に PMMA 層を支持層として形成し、Cu 箔をウエットエッチング後、基板表面に水上転写・PMMA 溶解・RIE 加工して、面型受光素子を作製した。図 1 に得られた面型受光素子の拡大写真例を示す。また、顕微ラマン評価も行い、単層グラフェン膜がダメージないことも確認できた。

電気・光応答特性評価には、真空プローバを用い (A) 真空中 (~2Pa)、(B) N₂ 中、(C) 大気中 (共に 1 気圧) での外気環境変化、および真空中の温度変化 (26°C~56°C) 時の特性評価を行った。50KHz 変調の波長 660nm 光を試料に照射し、ロックイン検出することにより、光照射時の光電導度変化であるソースドレイン電流 (I_{sd}) と 50kHz 変調時の (入射光パワー当たりの) 光電流のゲート電圧 (V_{gs}) 依存性を測定した。

【結果】図 2 に波長 660nm 光照射時の外気環境変化による I_{sd} 電流と光電流の V_{gs} 依存性を示す。I_{sd} 電流は、グラフェン特有のディラック点 (V_D) を極小とする曲線を示し、外気環境を (A)→(B)→(C) と変化させることにより、大気中の酸素や水分の吸着によるドーピング効果と考えられる V_D シフト (10V→40V) が観測された。一方、光電流は、V_{gs} が -80V~-60V で約 0.7~約 0.9mA/W を示すが、V_{gs} が -60V 以上で急激に減少し、(A) (B) (C) と同じ挙動を示した。

図 3 に波長 660nm 光照射時の真空中での温度変化による I_{sd} 電流と光電流の V_{gs} 依存性を示す。I_{sd} 電流の V_D は温度上昇に伴って、高電位側にシフトした。光電流は、V_{gs} が -60V 付近で極大値を示した後、急激に減衰し、温度 26°C~56°C にて同じ挙動を示した。

【まとめ】光電流については、熱・環境変化に依存せず、同様な挙動を示した。また、作製した CVD グラフェン素子は、既報告の剥離グラフェン素子 (1.5mA/W) [2] と同等な性

能の受光感度を示すことが見出された。これより受光素子としての CVD グラフェンの実用性が確認できた。

【文献】[1] F. Bonaccorso et al., *Nature Photonics*, vol.4, pp.611-622 (2010). [2] T. Mueller et al., *Nature Photonics*. vol. 4, pp. 297-301 (2010).

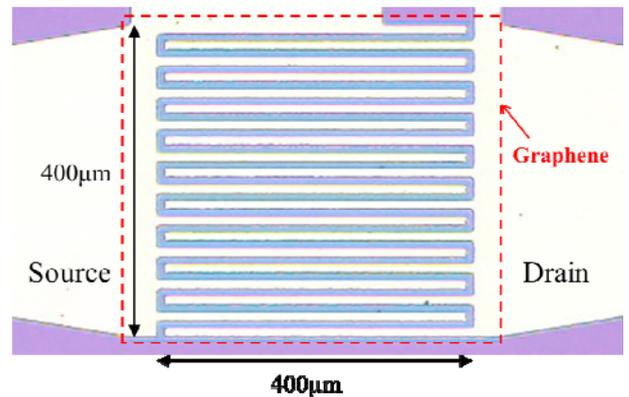


図 1 面型受光素子の拡大写真 (楯電極数: 20、間隔: 8 μm)

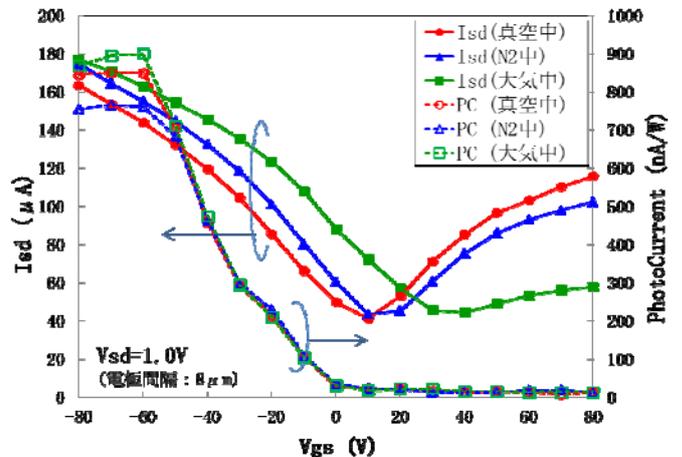


図 2 外気環境変化による I_{sd} 電流と光電流の V_{gs} 依存性

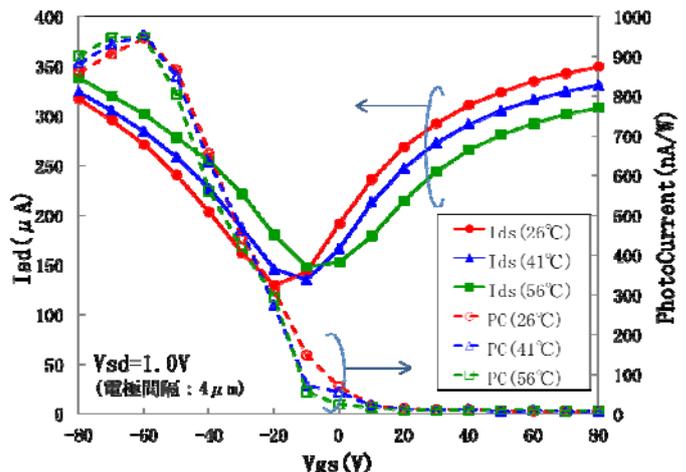


図 3 温度変化による I_{sd} 電流と光電流の V_{gs} 依存性