

グラフェン/n型Siショットキー接合ゲートFETにおける光応答特性

Photoresponse of graphene/n-type Si Schottky gate FET

大阪府立大学, °小林史歩, 安野裕貴, 竹井邦晴, 有江隆之, 秋田成司

Osaka Pref. Univ., °S. Kobayashi, Y. Anno, K. Takei, T. Arie, S. Akita

E-mail: s_kobayashi-4@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに グラフェンは $\sim 2.3\%$ の低い光吸収しか持たず、透過率が高い。その理由から、透明電極として注目されており、グラフェン/Si半導体ヘテロ接合の光応答特性や太陽電池応用など幅広く研究されている。本研究ではグラフェン/軽ドープn型Si界面に生成されるSi空乏層を絶縁層としたグラフェン電界効果トランジスタ(G-FET)における光応答特性に関して検討した。

試料構造 Si空乏層ゲートを有するG-FET (図1(a)) は、軽ドープn型Si ($0.1\sim 100\ \Omega\text{cm}$)を基板とし、緩衝フッ酸により SiO_2 層(厚さ300nm)を除去した後グラフェンを転写する。この場合、グラフェンはSi自然酸化膜を通して接合が形成されていると考えられる。

結果と検討 図1(b)に暗状態及び光照射下(635 nm)における伝達特性($V_{\text{DS}}=50\ \text{mV}$)およびゲート電流(I_{GS})を示す。n-Si /グラフェン界面でSi側に空乏層の広がる $V_{\text{GS}} > V_{\text{Dirac}}$ では暗時に比べて光照射下でのドレイン電流(I_{DS})が大きくなり $V_{\text{GS}} > 0.5\ \text{V}$ で I_{DS} が光量に依存して飽和する。なお、この V_{GS} の範囲では I_{GS} は I_{DS} に比べて4桁程度小さく無視できる。界面空乏層の光照射の影響を検討するために $C_{\text{G}}-V_{\text{GS}}$ 測定を行った(図1(c))。暗状態、光照射ともに V_{GS} の増加とともに C_{G} が減少する。 $-0.5\ \text{V} < V_{\text{GS}} < 0.5\ \text{V}$ において照射光量の増加とともに C_{G} が増加し空乏層幅が減少していることが分かる。ただし、Si基板/SiO₂/電極の静電容量のため $V_{\text{GS}} > 0.5\ \text{V}$ で C_{G} が一定となる。 $V_{\text{GS}} < V_{\text{Dirac}}$ の電荷蓄積側での C_{G} の V_{GS} 依存性はグラフェンの量子化容量、界面のフェルミ準位ピニングによって形成される空乏層の寄与であると考えられる。これらの結果より、 $V_{\text{GS}} < 0.5\ \text{V}$ では光照射により空乏層内で発生した光生成キャリアのため界面のSi空乏層幅が減少し I_{DS} が増加することが分かる。 $V_{\text{GS}} > 0.5\ \text{V}$ では V_{GS} により誘起されるグラフェン内の電荷量($Q_{\text{G}}=C_{\text{G}} V_{\text{GS}}$)よりもSi空乏層内で光生成される正孔濃度に対応した電子がグラフェン内に誘起される効果が主となると考えられる。一方、 $V_{\text{GS}} < V_{\text{Dirac}}$ では界面で電子電荷蓄積モードになるため大きな光量依存性が消失する。

まとめ Si空乏層をゲート絶縁層とするn-Si/G-FETにおいて、光照射によるSi空乏層容量変化および光生成キャリアにより I_{DS} が変化することを明らかにした。

謝辞 本研究は科研費によって行われた。

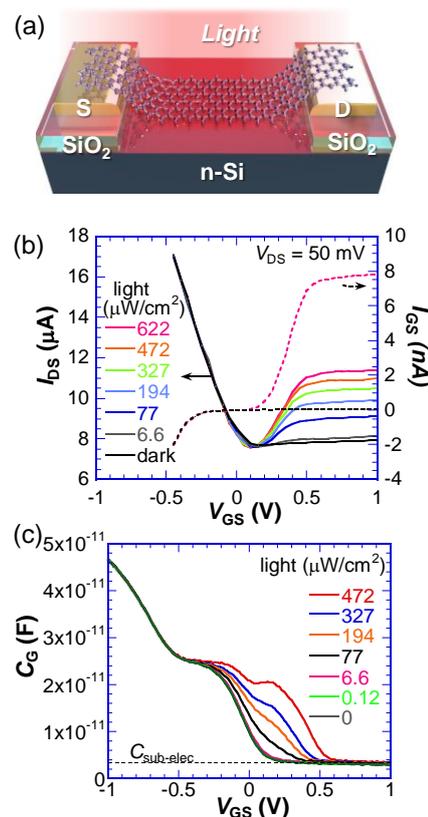


図 1 (a) 試料構造、(b)G-FET 伝達特性の照射量依存性、(c) $C_{\text{G}}-V_{\text{GS}}$ 特性の照射量依存性