

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 398 号	氏 名	谷口 嘉昭
学位論文題目	電気測定による SiC 上グラフェンの蛋白質吸着特性評価		
<p>内容要旨</p> <p>近年、世界的に大流行したコロナウイルスといった最新のウイルス性の流行病や身近な基礎疾患において活躍しているデバイスがバイオセンサである。一般にバイオセンサとは生体由来の分子認識機能を利用することでターゲット分子の検出を可能にするデバイスである。バイオセンサの検出感度を決める要素は2つあり、ターゲット分子の受容体となる識別素子とトランスデューサとも呼ばれ生体反応を検出し電気信号へと変換するセンサ機構の性能である。そして、トランスデューサに求められる性能は高感度、化学的安定性持つ材料、そして検出方法の簡便性である。これらの要因を踏まえ、比較的新しく、かつ非常に多くの分野で応用が期待されている2次元炭素材料グラフェンを利用した電氣的バイオセンサに着目した。</p> <p>グラフェンは、炭素原子のみが蜂の巣格子状に連なった2次元薄膜であり、その構造に起因するユニークな特性を持つことで広く知られている。特に電気特性に関して、既存の電子材料として中核を担っているシリコンを遥かに凌駕する移動度を持つことからポストシリコン材料として期待された。しかしながら、半導体材料のようなバンドギャップが存在しないため、トランジスタ応用においてオン/オフによるスイッチングできないという問題があり、センサ応用が注目され始めた。本研究では、単結晶かつ大面積でデバイス応用に適した SiC 上グラフェンのバイオセンサ応用に関する研究を行った。グラフェン電界効果トランジスタ (GFET) バイオセンサそのものの研究が始まってから約 10 年、SiC 上グラフェンを用いたものは 5 年ほどであり、未だ明らかになっていない基礎特性が多く存在する。特にターゲット分子が吸着する際のセンサ特性の変化に不明な点が多く、実用化を目指す上で検出メカニズムの解明は急務である。</p> <p>結果として、ターゲットタンパク質の帯電状態や、水素インターカレーション技術によって調整したグラフェンメインキャリアに影響せず電子ドーピングされることが明らかとなった。この特性は、SiC 上 GFET が伝達特性における最小点である電荷中性点のシフト方向に高い再現性を持っていることを示している。そのため、ホール効果測定実験において明らかとなったシート抵抗がキャリア密度の変化に依存している点を踏まえると、シート抵抗を用いた簡便なターゲット吸着の評価に高い信頼性が生じると考えられる。また、イミノピオチン (IB) を用いた表面修飾実験においては SiC 上 GFET がチャネル近傍に存在する分子の構造変化を検出することができることが明らかとなった。合成分子におけるピレン基と官能基 (IB) の距離が吸着特性に与える影響も示唆され、分子設計を行う点で非常に重要であると考えられる。これらの結果から、SiC 上グラフェンは高い信頼性と感度を兼ね備えたトランスデューサであると考えられ、GFET による電氣的センシングは迅速性にも優れていると言える。</p>			