

Title	Multifunctional and Highly Sensitive Nanocarbon-Based Biosensors on Piezoelectric Substrates
Author(s)	奥田, 聡志
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/69609
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

論文内容の要旨

氏 名 (奥田 聡志)	
論文題名	Multifunctional and Highly Sensitive Nanocarbon-Based Biosensors on Piezoelectric Substrates (圧電基板上的多機能・高感度ナノカーボンバイオセンサ)
論文内容の要旨	
<p>本研究では圧電基板が有する物性を活用し、その基板にカーボンナノチューブ (CNT) 及びグラフェンを用いた電界効果トランジスタ (FET) 型バイオセンサを形成し、高感度化や多機能化といった付加価値を有する新規ナノカーボンセンサを実現した。従来、FET型バイオセンサはSiを基板として用いてきたが、電解液ゲート構造のFETでは基板の材質は問われないため、基板を自由に選択可能であることに着想を得たことによる。</p> <p>CNT-FETセンサでは、デバイス間の特性ばらつきを低減や感度向上の為に、CNTの高密度化が必須である。このためにはCNTの成長方向制御と密度制御成長が重要であり、水晶基板上でのCNTの配向成長に注目した。まず、基板の面方位による配向性への影響を検討し、水晶の自然な結晶面であるR-cut基板上でCNTの成長を行い、従来利用されているST-cut基板よりも配向性が向上することを示した。さらに、高密度に水平配向成長したCNTを用いて電解液ゲート型CNT-FETを作製した。高密度な水平配向成長CNTを用いることでFETのトランスコンダクタンスが増加することから、標的分子の有する微小な電荷に対して、大きな電流変化が期待できる。これを用いてアレルギー抗体であるIgEを選択的かつ高感度に検出できることを示した。</p> <p>グラフェンFET (G-FET) センサにおいて多機能化を実現するために、圧電基板上に励起される表面弾性波 (SAW) に注目した。SAWセンサは標的物質の持つ質量を計測可能なセンサであり、G-FETと組み合わせることで「電荷と質量の二つの物理量を同時に計測可能なセンサ」の実現が期待できる。またSAWの伝播経路上にグラフェンを配置すると、SAWによってキャリアが輸送され、グラフェン上の電極間に電圧を印加することなく電流が誘起される (音響電流)。本研究では、LiTaO₃基板上に音響電流を利用するグラフェンSAW (G-SAW) センサを作製した。本構造のセンサを用いて、以下の3点を実証した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 溶液中で電気特性の評価を行い、音響電流はゲート電圧に対し正負の2つの極大値を示す特異な性質を有することを発見した。これはグラフェン上の多数キャリアの種類及び移動度、SAWの導電率で説明できることを示した。 2) G-SAWセンサはゲート電圧を変化させることで、初期電流値をゼロにすることができる。この特徴を利用して、pHセンシングを行い電流変化量に対する初期電流量の比 ($\Delta I/I$) で求められるセンサ感度が、通常のG-FETと比較して約80倍向上することを示した。 3) G-SAWセンサを用いてアミノ基を修飾したマイクロビーズの検出を行った。ビーズ濃度の増加に伴うホール電流ピークの挙動から、G-SAWセンサは「電荷と質量が同時計測可能」であることを示した。 <p>以上、本研究では圧電基板の物性を活用した新規ナノカーボンバイオセンサを提案し、多機能化及び高感度化に有効であることを実証した。</p>	

