

Title	Direct Graphene Synthesis on Insulator for an Electrolyte-gated Sensor Array and Long-molecule Channel Transistor with Graphene Electrode
Author(s)	生田, 昂
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/61808
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (生 田 昂)

論文題名

Direct Graphene Synthesis on Insulator for an Electrolyte-gated Sensor Array and Long-molecule Channel Transistor with Graphene Electrode

(溶液センサ応用に向けた絶縁基板上へのグラフェン直接合成法の開発およびグラフェン電極を有する長鎖分子トランジスタの開発)

論文内容の要旨

グラフェンを長鎖分子チャネルの電極材料として用い、分子デバイスの作製法を開発し分子チャネルの物性評価を行った。分子デバイスは、次世代のエレクトロニクス材料の一つとして注目を集めており、分子デバイスの作製及び分子の電子物性評価は非常に重要である。また、本研究では新奇グラフェン合成法としてグラフェンの基板上への直接合成法を確立した。本合成法は、従来のグラフェン合成法では困難であった、グラフェンの基板上への位置制御合成が可能であり、グラフェンを用いたデバイス作製が簡便化されるという利点がある。

1章ではグラフェンの基本的な特徴や本研究の研究背景などを述べた。

2章では基板上へのグラフェン合成について述べた。初めに、固体炭素源と触媒金属の積層構造を有した試料をアニールすることにより、金属膜と基板界面にグラフェンの合成を行った。その後ラマン分光測定や伝達特性を評価することにより、合成されたグラフェンの評価を行った。ラマン分光測定により、3層グラフェンの合成を確認した。また、伝達特性の評価から、移動度が数百 cm^2/Vs と従来法を用いて合成された多層グラフェンと同等の移動度を有するグラフェンの合成に成功した。

3章では、2章で述べた合成法で合成されたグラフェンを用いて、センサデバイスアレイの作製、及びpHセンシングを行った。作製したデバイスはpHの変化に対し明瞭に伝達特性が変化しpHの検出に成功した。伝達特性の変化量とpHの変化量の関係は23mV/pHと剥離グラフェンを用いたpHセンサと同等の値を示した。また、複数デバイスのpH同時センシングを行うことに成功し、本合成法の高い応用可能性を示した。

4章では、グラフェン電極と長鎖P3HT分子を用いた分子トランジスタの作製及びチャネル分子の伝導機構の解明を行った。作製された分子トランジスタのゲート応答特性からp型トランジスタ特性を示すことを確認した。これは使用した分子とグラフェンのバンドダイアグラムとも矛盾の無い結果となっている。また、伝達特性と温度依存性をスモールポーロンモデルを用いて解析することにより、長鎖P3HT分子内のキャリア伝導モデルがスモールポーロンモデルであるという結論を得た。

以上より、本研究結果は新規グラフェン合成手法の確立に成功した。またグラフェン電極を有する分子トランジスタの作製・評価を通じ長鎖分子内のキャリア伝導機構の解明に成功した。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (生田 昂)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授 松本 和彦
	副 査	教 授 冨田 博一
	副 査	教 授 小口 多美夫

論文審査の結果の要旨

本学位論文は、基板上へのグラフェン合成法の確立及び、グラフェン電極を有した分子トランジスタに関する研究をまとめたものである。その成果は以下の通りである。

- ・ グラフェンの合成法として従来の化学気相法では実現困難な絶縁基板上へのグラフェンの直接合成に成功し、移動度として化学気相法で報告されている多層グラフェンと同等の値を達成している。また、ラマン分光を用いた評価から3層程度のグラフェンの均質な合成に成功した。
- ・ 本合成法の特長は位置の制御性であり、この利点を生かしたグラフェンのセンサアレイの作製を行いpHセンシングに成功した。pHセンシングでは、pH分解能として従来のCVD法と同程度の分解能を得ることに成功した。また、センシング応用で重要となるデバイスのアレイ動作の実証に成功した。
- ・ グラフェンを電極材料として用い、長鎖分子チャネルデバイスの作製に成功している。また、そのデバイスのゲート動作を行い、デバイスがp型トランジスタ応答することを確認した。このような長鎖分子トランジスタの作製・動作は世界的にも報告例が無く、極めて新規性が高いといえる。
- ・ 分子トランジスタの伝達特性及びコンダクタンスの温度依存性の測定・解析により、長鎖分子内でのキャリア伝導機構がスモールポーロンモデルで説明できた。この結果は長鎖分子内の伝導がスモールポーロンであることを示しており、長らく議論の対象であった長鎖分子内のキャリアの伝導機構を実験的に明らかにすることに成功した。

以上のように本論文では、グラフェンの新奇合成法の確立に成功し、またグラフェンを電極材料として用いた分子トランジスタの開発にも成功した。そのため、本論文は、グラフェンの応用研究及び分子エレクトロニクス発展に寄与することが大きいと考えられる。

よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。