

アルコール CVD グラフェン材料の イメージングデバイス応用

[1] 組織

代表者：中村 篤志

(静岡大学大学院工学研究科)

対応者：猪川 洋

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

影 山 博 之

(島根大学大学院)

久保野 敦史

(静岡大学大学院工学研究科)

佐藤 弘 明

(静岡大学電子工学研究所)

[2] 研究経過

グラフェンを材料とする透明電極をはじめ光電子デバイス、フレキシブルデバイスの研究・開発は、近年ますますその重要性を増している。本プロジェクトでは、イメージングデバイスに貢献するナノカーボン材料であるグラフェン膜のフレキシブルディスプレイデバイス応用、新規デバイス展開について共同研究を行う。グラフェンは1原子厚さの炭素原子シート状構造であり、高い透過性と電気伝導性があり、光学特性、電気輸送、磁場効果、スピン輸送など幅広い応用が期待されている。我々は安価で安全なアルコールを原料に用いたグラフェン膜の直接成長技術を基に透明電極の可能性を追求する。具体的には、フレキシブルディスプレイ、電子ペーパーへの応用を目指し、グラフェン膜を基板とした有機分子の配向制御による新規無機/有機ハイブリッド EL デバイスの展開、極薄導電膜をチャンネル層に用いた電子輸送デバイスを展開することを目的として研究を行った。本プロジェクトは、2014年度から継続して行った。

以下、研究活動状況の概要を記す。

アルコール CVD 法による直接成長させたグラフェン薄膜の成長メカニズムを解析し、ドメインサイズを拡大させる最適ガス流量、成長圧力、成長温度並びに成長時間の検討を行った。実用の透明電極に用いられる、シート抵抗 $500 \Omega/\text{sq}$ 、透過率 85%以上 (@550nm) を達成するために、具体的に以下の項目を実施した。

- ・シート抵抗の低減：直接成長条件の最適化
 - ・新しい直接成長基板の検討：BaF₂ 基板上グラフェンのドメイン拡大、シート抵抗の低減
 - ・グラフェンの電極応用：液晶デバイス電極、フレキシブル基板上グラフェンの歪みセンサー
- 成長基板表面の原子配列に注目してグラフェン直接成長のメカニズムの解明をし、ドメイン発生の起源を明らかにした。新手法でドメインサイズを拡大させた。グラフェン電極応用のフイービリティスタディーとして、上記デバイス動作特性を評価した。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

まず第1に、アルコールCVDグラフェン膜の結晶性改善が実現した。これまで、酸化物基板上(サファイア基板、SiO₂/Si基板、水晶基板、合成石英ガラス)で典型的には、ドメインサイズ約12~20nmで、透過率約90%、シート抵抗約5kΩ/sqの透明グラフェン膜が得られていた。さらに透明電極としてのグラフェンの結晶性を改善するために、成長基板であるサファイア基板を大気で1000°C、3時間のアニールを行い、ステップ&テラス構造の平坦性を持たせた。その後グラフェンを直接成長させた。

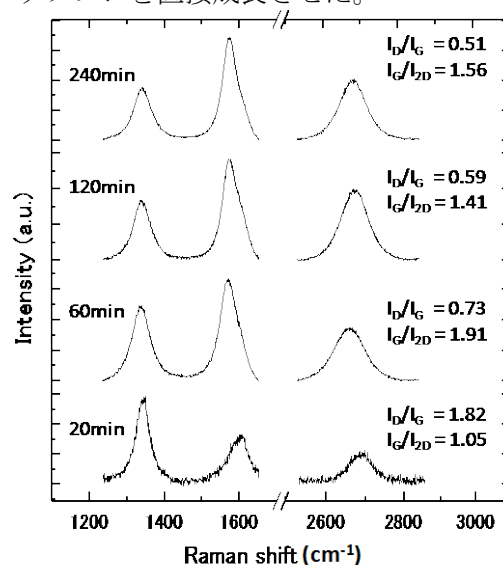


図 1. 直接成長グラフェンのラマンスペクトル成長時間依存性

「様式 3」

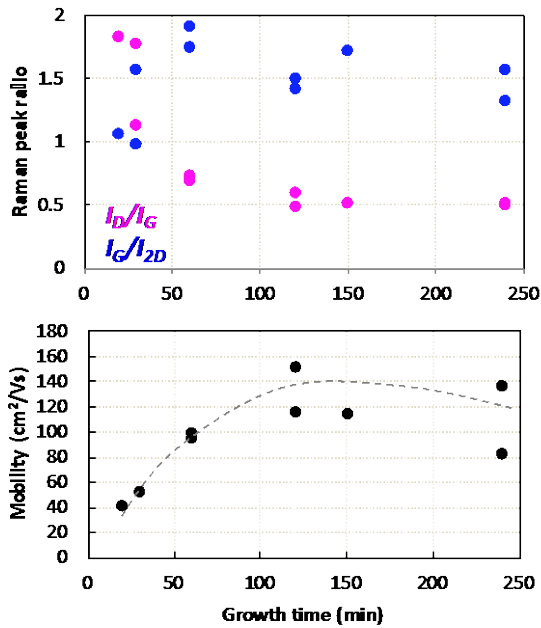


図 2. 成長時間に対するドメインサイズの拡大と移動度の増加

最適化したグラフェン膜はドメインサイズが約 40nm、シート抵抗 400Ω/sq を達成し、ホール移動度は 150cm²/Vs で透明電極応用としての当初の目的値を達成した。

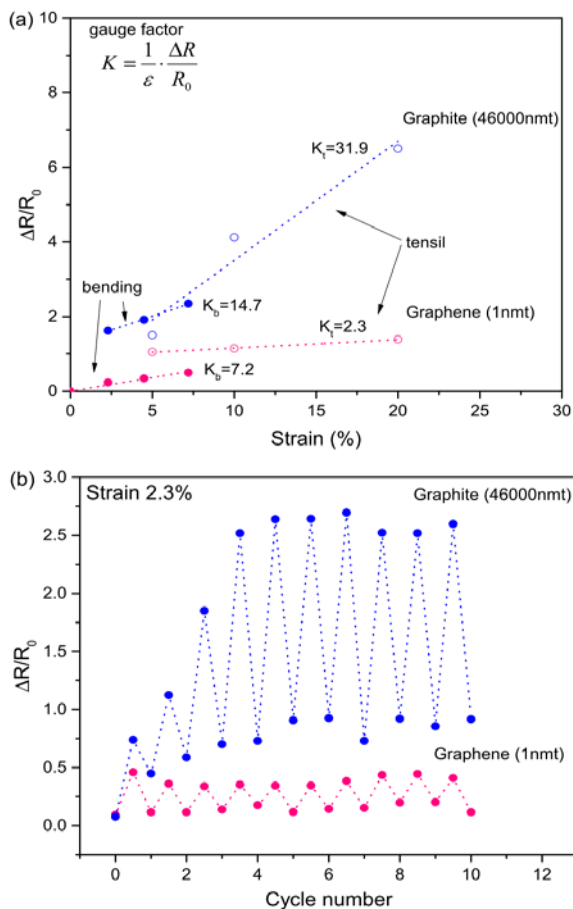


図 4.(a) グラフェン歪みセンサーの歪みに対する抵抗率変化

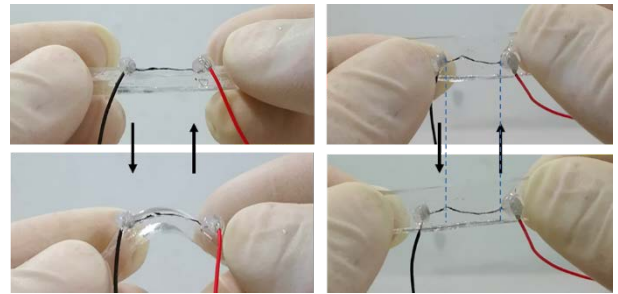


図 3. フレキシブル PDMS に固定したグラフェンファイバーのフレキシブル歪みセンサー

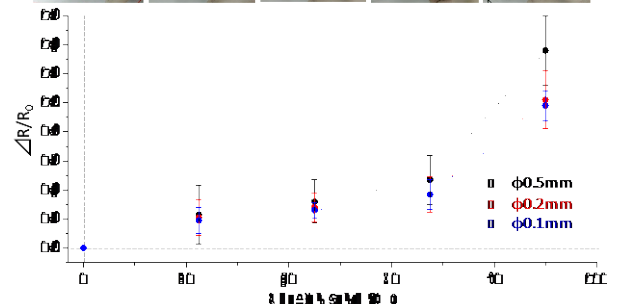
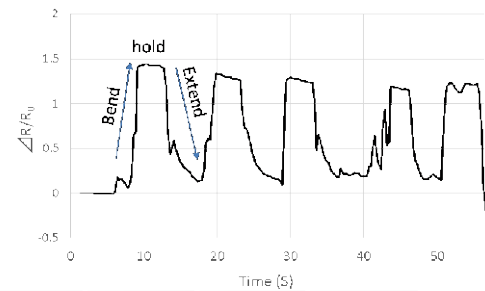


図 5. 人差し指に装着したグラフェンモーションセンサーの曲げ角度依存性

(3-2) 波及効果と発展性など

本プロジェクトで明らかになったアルコール CVD グラフェンのイメージングデバイス応用の成果は、ナノ構造の特色を生かしたデバイスでディスプレイ分野に貢献する。これらには、自己組織化分子膜、ナノカーボン・酸化物導電性膜と光電変換技術、高効率 LED/有機 EL、ナノギャップデバイス、ソフトマテリアルズとその基礎物性の分野への展開が期待され、最近の結果では図 4, 5 に示すような生体モニタリングシステムとしての発展が期待される。

[4] 成果資料

本プロジェクトで研究した研究成果を論文として投稿する準備をしている。

「様式3」

出張報告 該当ありません

氏名：
所属：
期間：
用務先：
用務内容：
主たる対応者：