

課題番号 : F-21-UT-0050
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 単層カーボンナノチューブを用いたヘテロ構造デバイスの作製とその電気計測
Program Title (English) : Hetero-structured device with single-walled carbon nanotubes and electric measurement
利用者名(日本語) : 佐藤周, 千足昇平
Username (English) : S. Sato, S. Chiashi
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, カーボンナノチューブ, ヘテロ構造

1. 概要(Summary)

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)はグラフェンを円筒状に巻いた構造の太さ 1 nm 程度の 1 次元物質であり, 高い電気伝導度・特異な光学特性を有することが知られている. しかし, 通常の Si/SiO₂ 基板上では, 電気伝導度が理論的計算値よりも損なわれることが知られており, 原因の解明と改善方法に関する研究がなされている. 六方晶窒化ホウ素(h-BN)は, SWCNT の電気伝導度・光学特性を損なわない絶縁体の 2 次元物質と考えられており, SWCNT と h-BN を組み合わせたヘテロ構造での電気・光学特性が注目されている. 本研究では, Si/SiO₂ 基板上にポリマーを用いた転写方法でヘテロ構造を構築し, リソグラフィで CNT に電極を取り付けることでヘテロ構造での電気測定および光学測定をすることを目的とする.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置

LL 式高密度汎用スパッタリング装置

汎用 ICP エッチング装置

ステルスダイサー

【実験方法】

レーザー直接描画装置, LL 式高密度汎用スパッタリング装置で作製した電極付き Si/SiO₂ 基板上に, 機械的剥離で得た h-BN を PPC(ポリ(プロピレンカーボネート))で転写した. その後, 水晶基板上に鉄触媒を 100 μm 間隔で蒸着したもので配向した SWCNT を合成し, ポリスチレンを用いて配向性を保ったまま転写した. トルエンを用いてポリスチレンを除去した後, ラマン分光測定を用いて SWCNT が転写されているかを確認, レーザー直接描画装置を用いて真空蒸着で電極を SWCNT に取り付けた.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

結果を Fig. 1 に示す. FET 測定においては, 基板全体にゲート電圧をかけたときよりも, h-BN 直下の電極にゲート電圧をかけたときの方がデバイスの on/off 比が大きくなり, ヒステリシスが増加した. また, h-BN 直下の電極から SWCNT に電流が流れる場合があり, 整流作用を有することが判明した. h-BN を通過する電流は, 大気中よりも真空中の方が電圧の閾値が高かったため, 真空中の方が絶縁性が高いと考えられる. 光学測定においては, 電極上の SWCNT は G バンドと呼ばれる炭素結合に特有のラマンスpekトルが非常に弱まっていることが確認され, h-BN が間に入っているにもかかわらず, SWCNT の電子状態密度が金属によって大きく影響を受けていることが判明した.

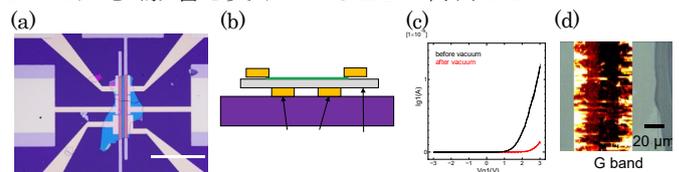


Figure 1: (a) optical microscope image of the device. (b) schematic diagram of the device. (c) leak current of FET measurement under atmospheric and vacuum condition. (d) Raman mapping image of device.

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金の助成を受けた.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT21) poster presentation

6. 関連特許(Patent) なし.