

課題番号 : F-13-AT-0077  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 金属型・半導体型分離 CNT のデバイス特性評価  
Program Title (English) : Device performance of semiconductor-enriched carbon nanotubes  
利用者名 (日本語) : 二瓶 史行  
Username (English) : Fumiyuki Nihey  
所属名 (日本語) : 技術研究組合 単層 CNT 融合新材料研究開発機構 (TASC)  
Affiliation (English) : Technology Research Association for Single Wall Carbon Nanotubes (TASC)

## 1. 概要 (Summary)

カーボンナノチューブ (CNT) は特異な電気的および機械的特性を示し、フレキシブルエレクトロニクスなどへの応用が期待されている。しかし、現在の合成技術では電気的特性 (半導体型・金属型) の異なる CNT が混在するため、薄膜トランジスタなどのチャネル材料に用いるためには後工程として電気的特性に応じた分離処理 (半金分離) が必要である。また、分離処理で用いる分散剤にナトリウムなどの金属イオンが含まれるとデバイス特性を不安定にする恐れがあるため、イオンを含まない分散剤による分離処理が望まれる。我々は非イオン性界面活性剤を用いて CNT を分散し、その分散液に対する電界印加により半導体型 CNT と金属型 CNT に分離する「電界誘起層分離法」を開発した。最近では分離過程を安定化することにより純度 99% の半導体型 CNT が得られる様になった。報告者は、この分離された半導体型 CNT のデバイス特性評価を行う事を目的として、NPF の設備を利用してデバイス試作を行った。

## 2. 実験 (Experimental)

本実験では半金分離によって得られた半導体型 CNT の薄膜トランジスタとしての電気特性を評価するため、シリコン基板を用いた標準的な工程によりデバイス試作を行った。表面酸化したシリコン酸化膜をゲート絶縁膜とし、その表面に塗布した CNT 薄膜のコンダクタンスを基板に印加する電圧により制御する。シリコン基板は NPF のダイシングソーを用いて所定のサイズに切り出し、NPF の真空蒸着装置を用いて基板裏面に Ti/Au 膜を形成したものをを用いた。

CNT 分散液は次の様に準備した。非イオン性界面活性剤 Brij 700 を溶解した重水溶液に eDIPS 法により合成した単層 CNT (直径 1.0 nm) を投入し、超音波処理装置により十分に分散、超遠心分離処理を行っ

た後、その上澄みを半金分離用 CNT 分散液とした。

半金分離処理は縦型電気泳動槽に CNT 分散液を導入し、電圧 120 V、印加時間 190 時間の条件で行い、金属型 CNT と半導体型 CNT に分離した。

CNT を塗布するために、ウェット処理・アッシングで洗浄したシリコン基板表面にアミノ系シランカップリング剤 APTES 水溶液に浸漬した。これにより基板表面を正に帯電させ、負に帯電した CNT を基板表面に吸着しやすくする。ソース・ドレイン電極は NPF の真空蒸着装置を用いて Au 薄膜を CNT 薄膜上に蒸着した。パターン形成にはメタルマスクを使用した。素子分離用マスクとして、ディスペンサを用いて PMMA 樹脂を電極間のチャネル領域に塗布し、PMMA でマスクされた領域以外の CNT 薄膜を酸素プラズマにより除去した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

試作した CNT 薄膜トランジスタの光学顕微鏡像を Fig. 1 に示す。電極間に塗布した PMMA 樹脂下にある CNT 薄膜に対し半導体パラメータアナライザーを用いて電気特性評価を行った。典型的には移動度  $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オンオフ比  $10^6$  が得られた。

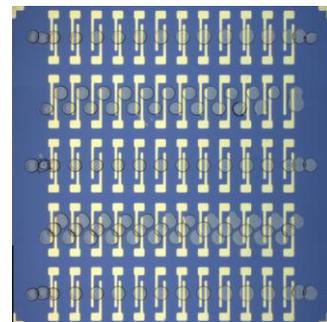


Fig. 1 Optical image of CNT transistors.

4. その他・特記事項 (Others) なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) なし

6. 関連特許 (Patent) なし