

課題番号 : F-19-UT-0077
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 架橋カーボンナノチューブ発光ダイオード
 Program Title (English) : Suspended carbon nanotube light emitting diodes
 利用者名(日本語) : 寺嶋亘、町屋秀憲、大塚慶吾、石井晃博、加藤雄一郎
 Username (English) : W. Terashima, H. Machiya, K. Otsuka, A. Ishii, and Y. K. Kato
 所属名(日本語) : 理化学研究所 加藤ナノ量子フォトニクス研究室
 Affiliation (English) : Nanoscale Quantum Photonics Laboratory, RIKEN
 キーワード/Keyword : カーボンナノチューブ、発光ダイオード、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

単層カーボンナノチューブを用いた電気駆動型高効率発光素子の実現を目指して、分割ゲートを用いた架橋カーボンナノチューブ発光ダイオード構造を作製し、その電界発光測定を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高速大面積電子線描画装置、8インチ汎用スパッタ装置、LL式高密度汎用スパッタリング装置、高速シリコン深掘りエッチング装置、形状・膜厚・電気評価装置群、高精度電子顕微鏡、クリーンドラフト潤沢超純水付、ステルスダイサー

【実験方法】

Fig. 1a に当該支援機関で作製したカーボンナノチューブ発光ダイオード素子構造の概略図を示す。電子線描画装置と高速シリコン深掘りエッチング装置を用いて深さ $2.1\ \mu\text{m}$ の溝を形成した。トップシリコン層を2段式チューブ炉を用いて熱酸化を行い $13\ \text{nm}$ 厚のゲート絶縁膜を形成した。電子線描画によるパターニングと8インチ汎用スパッタ装置及びLL式高密度汎用スパッタリング装置を用いて、ソース、ドレイン、ゲート電極を形成した。触媒用パターン形成後、ステルスダイサーで $4\ \text{mm}$ 角のチップに切り出した。化学気相成長法によって、溝に架橋させた単層カーボンナノチューブを合成した。その後ワイヤーボンディングを施しカーボンナノチューブ発光ダイオード素子を完成させ、電流注入測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1b にカーボンナノチューブ発光ダイオードから得られた電界発光スペクトルを示す。ゲート電圧を印加することでカーボンナノチューブへの静電キャリアドーピングを

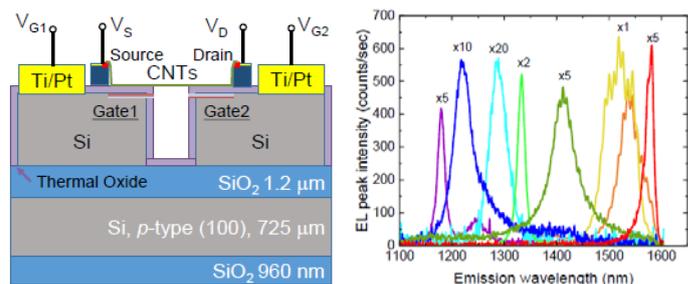


Fig. 1 (a) Schematic of Carbon nanotube light emitting diode structure. (b) Electroluminescence spectra from CNT-LEDs.

行い、またソースドレイン間に順方向電圧を印加することで、カーボンナノチューブのカイラリティに応じた $1180\ \text{nm}$ から $1580\ \text{nm}$ までの幅広い範囲の電界発光スペクトルを観察することに成功した。

4. その他・特記事項(Others)

【謝辞】 学術支援専門職員の藤原誠様には、自身の素子構造における電子線描画に関して、その方法・手法など丁寧にご教示くださったことに感謝いたします。

【競争的資金】 本研究は科研費 JP16H0592、JP17H07359、および理化学研究所「奨励研究課題」の支援を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] W. Terashima, H. Machiya, K. Otsuka, A. Ishii, and Y. K. Kato, “Bright electroluminescence from air-suspended carbon nanotubes”, 第57回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム (FNTG57), 東京大学 (2019年9月4日).

6. 関連特許(Patent)

なし。