

【基盤研究(S)】

総合系(環境学)



研究課題名 低炭素社会をもたらす単層カーボンナノチューブを利用した平面発光デバイスの開発

東北大学・大学院環境科学研究科・教授 とうじ かずゆき
田路 和幸

研究課題番号: 26220104 研究者番号: 10175474

研究分野: 環境学

キーワード: 低炭素社会

【研究の背景・目的】

東日本大震災は、エネルギーとその在り方に大きな課題を投げかけた。10年後、20年後を見据え、必要電力を確保しつつ地球温暖化対策の両方を満足させる科学技術の新展開が必要不可欠である。

その解決策の一つとして、使用エネルギーの絶対量を低減させるための先導的省エネルギー技術の構築が挙げられる。

本研究では、徹底的な省エネルギーとエネルギーロスのない先導的電子デバイスとして、高結晶単層カーボンナノチューブでのみ達成できるフィールドエミッション型平面発光照明デバイスの開発を推進し、さらに電子供給源として利用できる電子デバイスとして、さまざまな電子産業で利用し得る先導的の低炭素化技術の確立を最終目的とする。

【研究の方法】

本研究では、高結晶単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を用いた

- (1) 省エネルギー型電界電子放出型電子源デバイスの構築
 - (2) 発光波長・残光/蓄光特性を任意に制御し得る高発光効率型平面発光デバイスの構築
- について研究開発を促進する。

(1)においては、電子放出駆動電界を $0.5V/\mu m$ 以下に抑えた電界電子放出電子源の構築構造を目指し、電子源として高純度高結晶 SWCNT の利用を試みる。特に金属的電気特性を持つ SWCNT を使用し、ITO 塗布膜をベースにした SWCNT 担持マトリクスを湿式プロセスで構築する。SWCNT の均一分散が完了した ITO 膜に関して、低電圧駆動の印加で効率よく電子を放出する構造の構築を目指す。

現在は金属/半導体混合型 SWCNT において、界面活性剤を用いた湿式均一分散に成功しており(図1)、真空チャンバー内で均一な面発光特性を有する電子源カソードの構築を可能にした(図2)。

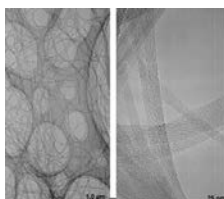


図1 SWCNT分散 (TEM像)

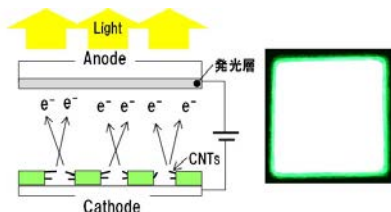


図2 電子源カソード構造及び面発光の様子

(2)においては、照明用途に限らず任意制御した波長で省エネルギー発光を成し得る電子線励起型平面発光構造の原理確立を目指す。紫外～近赤外域の任意波長について電子線励起で発光を促し、かつ輝度効率を向上し残光/蓄光性を任意に制御可能な発光メカニズムを構築することで、発熱等によるエネルギー損失を抑える基礎技術を確認していく。

【期待される成果と意義】

デバイスに用いる材料・プロセスの特徴を生かし、任意のサイズで均一平面発光を可能にする電子放出源と電子線励起型発光層の組み合わせにより、省エネルギー型平面発光デバイスを構築する(図3)。

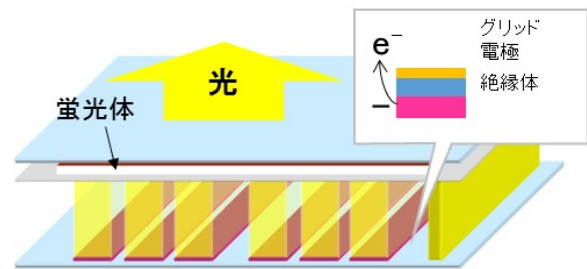


図3 平面発光デバイス構造

点もしくは線光源と同程度の照度を満足する平面発光デバイスに適した電子駆動アルゴリズムの開発により、エネルギー消費量においてLED比1/100を達成する。省エネルギー化を達成した平面発光デバイスの創製により、二酸化炭素排出量が大幅に低減され、低炭素化社会への貢献が期待される。また同時に高結晶 SWCNT の制御技術確立によるナノ炭素材料の電子デバイス搭載技術の確立が可能になる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Tohji et al. Nature, 383, 679 (1996).
- ・ S. Iwata et al. J.Phys.Chem. 111, 14937-14941, (2007).
- ・ N. Shimoi et al. Carbon, 65, 223-228(2013).

【研究期間と研究経費】

平成26年度～30年度
147,800千円

【ホームページ等】

<http://bucky1.kankyo.tohoku.ac.jp/index.html>
tohjik@mail.kankyo.tohoku.ac.jp