

氏名・（本籍）	Ng Chi Huey (マレーシア)		
学位の種類	博士 (工学)		
学位記番号	生工博甲第308号		
学位授与の日付	平成 30 年 3 月 23 日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Fabrication of super capacitor and perovskite-sensitized solar cell for the assembly of photo-super capacitor (光スーパーキャパシターのためのキャパシターとペロブスカイト太陽電池の作製に関する研究)		
論文審査委員会	委員長	教授	馬 廷麗
		〃	吉野 賢二
		〃	早瀬 修二
		准教授	パンディ シヤム スディル
		教授	Zainal Abidin Talib (Department of Physics, UPM)

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

太陽電池とキャパシターを組み合わせた光キャパシターは充電不要な小型電池として有用である。本研究では要素技術としてのキャパシターと太陽電池の性能を別々に検討している。スーパーキャパシターは α -Bi₂O₃/MnO₂材料を基本にした対称、非対称電極構造を有している。対称電極構造では放電電圧 1.0 V、キャパシター容量は 103.5 F/g であった。上記材料をグラフェン/導電性ポリマーの複合体と組み合わせることによりエネルギー密度はさらに向上したと述べている。非対称電極構造の場合、キャパシター容量が 470.8 F/g に向上し非対称構造の方がよいことを報告している。ペロブスカイト太陽電池では有機物を含んでおり安定性に不安があったペロブスカイト太陽電池の完全無機化を図っている。CsPbBr_{2.9}I_{0.1}の効率は全無機ペロブスカイト太陽電池の中では比較的高い 3.9%を報告している。上記二つのデバイスを組み合わせることにより、光スーパーキャパシターとして機能することを報告している。

第一章では研究のバックグラウンド、問題点、問題点の解析、研究の目的を記載している。

第二章では文献をレビューし本研究開発の背景を記載している。本複合デバイスはスーパーキャパシター、ペロブスカイト太陽電池、それらを積層した光スーパーキャパシターの三つの構成からなる。スーパーキャパシターに関しては構成材料であるスーパーキャパシター用電極材料、導電性高分子、カーボンマテリアルについて述べている。また第三世代の太陽電池として、ペロブスカイト光吸収材、動作機構、電子輸送層、ホール輸送層を記載している。最後に複合デバイスである光スーパーキャパシターに関する概略、駆動メカニズム、および応用に関して記載している。

第三章ではマテリアルの合成、セルの作製方法について述べている。Bi₂O₃/MnO₂を使った対

称スーパーキャパシターでは材料の作製方法、キャパシターの作製方法を記載している。RZCo/PyR 非対称キャパシターでは材料としてのグラフェンの合成、rGO/ZnO/Co₃O₄ (RZCo)正極の作製方法、PPy/rGO (PyR)負極の作製方法を記載している。光発電に寄与するペロブスカイト太陽電池の作製方法、およびペロブスカイト太陽電池とスーパーキャパシターを組み合わせた光スーパーキャパシターの作製方法を合わせて記載している。

第四章ではスーパーキャパシターの電気化学的性能について議論している。対称電極構造と非対称構造を比較すると、後者のほうが高い性能を示したと述べている。前者の場合、グラフェン/導電性ポリマー複合体を用いることによりエネルギー密度は大幅に向上したと述べている。非対称電極構造の場合、キャパシター容量がさらに 470.8 F/g に向上したと記載されている。

第五章ではペロブスカイト太陽電池の耐久性を高める目的で有機物を取り除き、すべて無機元素を用いた CsPbI₃ 系の高効率化を目指した研究結果を述べている。従来の無機ペロブスカイト CsPbI₃ はペロブスカイトの性能を示す相への転移が 350°C と高く室温では光電変換効率を保持する時間は短かった。ハロゲンの一部を Br に置換しその光安定性と効率を検討したところ、CsPbBr_{2.9}I_{0.1} の組成を有するペロブスカイトが照射下で安定であることが実証でき、3.9%の効率が得られたと述べている。

第六章では四章で議論したスーパーキャパシターと五章で検討した無機ペロブスカイト太陽電池を組み合わせた光スーパーキャパシターの特性を記載している。光を照射することにより充電できその後放電するという光充放電効果を観測することができたと述べている。

第七章では、光スーパーキャパシターが駆動することを実証したという結果をまとめた。これらの結果は工学的に非常に重要な研究であり、工業化のための有効な知見を与えると考えられる。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文審査委員からペロブスカイト太陽電池の構造、高効率化、相変化に関するメカニズム、複合デバイス製造プロセス、複合デバイスの機能発現原理、今後の展開などについて質問がなされ、いずれも著者から明確な回答が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士(工学)の学位に十分値するものであると判断した。