



Title	導電性高分子を用いた薄膜太陽電池に関する基礎研究
Author(s)	梅田, 時由
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46922
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文について <a> をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 ^{うめ}梅 ^だ田 ^{とき}時 ^{よし}由

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20355 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科電子工学専攻

学 位 論 文 名 導電性高分子を用いた薄膜太陽電池に関する基礎研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 尾崎 雅則

(副査)

教 授 森田 清三 教 授 栖原 敏明 教 授 八木 哲也
教 授 片山 光浩 教 授 近藤 正彦 教 授 大森 裕

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は導電性高分子を用いた薄膜太陽電池に関する基礎研究の成果をまとめたもので、7章構成とした。

第1章では、無機材料から有機材料まで様々な材料を用いて作製される各種太陽電池がある中で、導電性高分子を用いることの優位性について述べ、本研究の目的および本論文の構成、各章における主題の意義を述べた。また、導電性高分子の一般的性質と導電性高分子を用いた太陽電池の特性や評価方法について述べた。

第2章では、基本構造の導電性高分子単層素子の光電変換特性について述べ、その光電流発生メカニズムをショットキー障壁モデルを用いて説明した。また、一置換、二置換ポリアセチレンにおける光電変換特性の違いを明らかにし、光電流に寄与する励起状態の違いから考察した。

第3章では、酸化亜鉛層を用いた陰極照射型の光起電力素子を提案・作製し、入射フォトンの効率的な利用が可能であることを示した。また、光電変換特性を左右する因子として最も重要なキャリア生成効率、キャリア輸送効率とドナー濃度、アクセプタ濃度の関係を示し、素子特性向上のための指針を示した。更に、酸化チタン/導電性高分子積層型の光起電力素子において、紫外光照射による可視光領域の短絡電流の増大、開放電圧の上昇などの紫外光照射効果を見出し、トラップ準位による正孔蓄積に起因した内部電界上昇モデルを用いて説明した。

第4章では、導電性高分子層と C₆₀ 層の積層界面の接触面積を増大させるため、C₆₀ 層と導電性高分子層の界面に相互浸透構造を有する ITO/C₆₀/導電性高分子/Au 浸透界面積層型の光起電力素子を提案・作製した。この素子では、相互浸透界面における効率的な励起子解離と、生成された電子、正孔のそれぞれ連続したキャリア輸送経路による効率的なキャリア輸送によって、高い外部量子効率が得られることを示した。

第5章では、太陽電池特性を改善するために、波長 800 nm 程度までの長波長領域に大きい光吸収係数を有するペリレン誘導体 (PTCBI) や無金属フタロシアニン (H₂Pc) を用いて、C₆₀ : PTCBI 及び C₆₀ : H₂Pc 共蒸着層を有する浸透界面積層型の光起電力素子を提案・作製した。これにより長波長領域の外部量子効率が増大し、太陽電池特性が改善されることを示した。

第6章では、導電性高分子への C₆₀ ドーピング量を大幅に増大させた導電性高分子 : C₆₀ バルクヘテロ型の光起電力素子を提案・作製し、その光電変換特性が混合比率やアニーリング温度に大きく依存することを見出すとともに太陽電池特性が改善されることを示した。

第7章では、第2章から第6章にかけて述べた研究結果・知見を統括して結論を述べた。

論文審査の結果の要旨

有機太陽電池は、軽量・フレキシブル、低コストな太陽電池として期待されており、中でも導電性高分子を用いた薄膜太陽電池は、有機固体太陽電池として注目されている。しかしながら、その変換効率は低く、そのキャリア発生・輸送機構の解明や素子構造の検討が強く求められている。このような背景の中、本論文では種々の素子構成、材料構成を系統的に調べ、高効率薄膜太陽電池実現に向けての材料・素子設計指針を与えており、その得られた主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 導電性高分子単層素子の光電変換特性について述べ、その光電流発生メカニズムをショットキー障壁モデルを用いて説明している。また、一置換、二置換ポリアセチレンにおける光電変換特性の違いを明らかにし、光電流に寄与する励起状態の違いから考察している。
- (2) 酸化亜鉛層を用いた陰極照射型の光起電力素子を提案・作製し、入射フォトンの効率的な利用が可能であることを示している。また、光電変換特性を左右する因子として最も重要なキャリア生成効率、キャリア輸送効率とドナー濃度、アクセプタ濃度の関係を示し、素子特性向上のための指針を示している。更に、酸化チタン/導電性高分子積層型の光起電力素子において、紫外光照射による可視光領域の短絡電流の増大、開放電圧の上昇などの紫外光照射効果を見出し、トラップ準位による正孔蓄積に起因した内部電界上昇モデルを用いて説明している。
- (3) 導電性高分子層と C_{60} 層の積層界面の接触面積を増大させるため、 C_{60} 層と導電性高分子層の界面に相互浸透構造を有する ITO/ C_{60} /導電性高分子/Au 浸透界面積層型の光起電力素子を提案・作製している。この素子では、相互浸透界面における効率的な励起子解離と、生成された電子、正孔のそれぞれ連続したキャリア輸送経路による効率的なキャリア輸送によって、高い外部量子効率が得られることを示している。
- (4) 太陽電池特性を改善するために、波長 800 nm 程度までの長波長領域に大きい光吸収係数を有するペリレン誘導体 (PTCBI) や無金属フタロシアニン (H_2Pc) を用いて、 C_{60} : PTCBI 及び C_{60} : H_2Pc 共蒸着層を有する浸透界面積層型の光起電力素子を提案・作製している。これにより長波長領域の外部量子効率が増大し、太陽電池特性が改善されることを示している。
- (5) 導電性高分子への C_{60} ドーピング量を大幅に増大させた導電性高分子 : C_{60} バルクヘテロ型の光起電力素子を提案・作製し、その光電変換特性が混合比率やアニーリング温度に大きく依存することを見出すとともに太陽電池特性が改善されることを示している。

以上のように、本論文は導電性高分子を用いた薄膜太陽電池の基礎特性と高効率化に向けての指針を明らかにしており、電子工学に寄与するところが大きい、よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。