

様式 C - 7 - 1

令和元年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

機関番号	14603
所属研究機関名称	奈良先端科学技術大学院大学
研究代表者	部局 先端科学技術研究科 職 准教授 氏名 辨天 宏明

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 19H02789

3. 研究課題名 ナノ空間の電子機能マッピングで解き明かす三元系高分子ブレンド太陽電池の動作原理

4. 研究期間 令和元年度～令和3年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

近年盛んに開発が進む共役高分子は、半導体としての電子特性と高分子本来の優れた成形加工性をあわせ持つため、次世代エレクトロニクスの基幹材料として様々な薄膜デバイスへの応用が検討されている。なかでも、電子ドナー（正孔輸送）性、電子アクセプタ（電子輸送）性を有する共役高分子のブレンド膜を発電層に用いる高分子薄膜太陽電池は、印刷技術を使って、低コスト・低環境負荷で、高速大量生産が可能な新しい太陽電池として期待されており、エネルギー変換効率の向上が強く望まれている。

本研究では、電子ドナー性、電子アクセプタ性共役高分子の二成分ブレンド膜を用いる従来型素子のエネルギー変換効率を向上する手段として、共役高分子の三成分ブレンド膜を用いた三元系高分子薄膜太陽電池を設計し、その発電原理の解明を行う。本年度は、発電層に用いる共役高分子の選択を進めた。光吸収波長、HOMO-LUMOエネルギー準位、電荷移動度などの基礎的電子物性の評価を行い、三元系高分子薄膜太陽電池として有効に機能しうる共役高分子の組み合わせを絞り込んだ。次に、これら共役高分子を用いて素子を作製し太陽電池の基本特性を評価した。また、電流計測原子間力顕微鏡(C-AFM)に光照射システムを組み込んだ光照射型電流計測原子間力顕微鏡(PC-AFM)の計測系を立ち上げた。PC-AFMを用いて共役高分子二成分ブレンド膜の構造と光電流をナノメートルスケールで計測することに成功した。PC-AFM測定で得られる結果を解析し、共役高分子の相分離構造と光電流生成との相関について議論を進めた。

7. キーワード

高分子薄膜太陽電池 共役高分子 電流計測原子間力顕微鏡

8. 現在までの進捗状況

区分 (3) やや遅れている。

理由

電子ドナー性、電子アクセプタ性共役高分子の選定は、光吸収波長、HOMO-LUMOエネルギー準位、電荷移動度など、共役高分子の電子物性を基にして進めた。しかし、これら共役高分子のブレンド膜構造を予測し制御することが困難であったため、期待した光電変換機能が発現しない素子が数多く、三元系高分子薄膜太陽電池として機能する共役高分子の組み合わせを絞り込む実験に当初予定よりも時間が必要となった。

9. 今後の研究の推進方策

共役高分子の三成分ブレンド膜に対し、光照射型電流計測原子間力顕微鏡(PC-AFM)を用いた局所機能解析を展開する。また、PC-AFM測定等の局所機能解析、X線散乱測定による薄膜構造解析から得られる知見を基に、三元系高分子薄膜太陽電池に最適な共役高分子の組み合わせをさらに検討し高性能化につなげる。

10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 辨天宏明	4. 卷 68
2. 論文標題 電流計測原子間力顕微鏡による高分子薄膜太陽電池材料の電子物性評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 652-653
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Hiroaki Benten
2. 発表標題 Nanoscale Morphology for Charge Transport of Conjugated Polymer Blend Films Studied by Conductive Atomic Force Microscopy
3. 学会等名 nanoGe Fall Meeting19（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辨天宏明
2. 発表標題 電流計測原子間力顕微鏡でみるDonor/Acceptor共役高分子ブレンド薄膜の電荷輸送特性
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名

辨天宏明, Anjar Taufik Hidayat, 太田 昇, 小島 広孝, 鄭 敏皓, 中村 雅一

2. 発表標題

高分子/高分子ブレンド薄膜における共役高分子鎖の高度秩序化

3. 学会等名

第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

久保田翔太、鈴木隼也, 小島広孝, Min-Cherl JUNG, 辨天宏明, 中村雅一

2. 発表標題

インピーダンス分光法で明らかにする高分子/高分子ブレンド薄膜太陽電池のFF制限要因

3. 学会等名

第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

辨天宏明, 久保田翔太, 鈴木隼也, 小島広孝, 鄭敏皓, 中村雅一

2. 発表標題

インピーダンス分光法で明らかにするDonor/Acceptor高分子ブレンド薄膜太陽電池の電荷再結合

3. 学会等名

2019年光化学討論会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

久保田翔太、鈴木隼也, 小島広孝, Min-Cherl JUNG, 辨天宏明, 中村雅一

2. 発表標題

インピーダンス分光法で明らかにする高分子薄膜太陽電池の電荷再結合

3. 学会等名

第64回高分子研究発表会（神戸）

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

Anjar Taufik Hidayat, Hiroaki Benten, Hirotaka Kojima, Min-Cherl Jung, Masakazu Nakamura

2. 発表標題

Enhanced Aggregation of Low-Bandgap Polymer in Polymer/Polymer Blend Films

3. 学会等名

2019 MRS Fall Meeting (国際学会)

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

Hiroaki. Benten

2. 発表標題

Morphological Features of Donor/Acceptor Interface in All-Polymer Blend Solar Cells Visualized by Conductive Atomic Force Microscopy

3. 学会等名

14th International Symposium on Functional -Electron Systems: F -14 (国際学会)

4. 発表年

2019年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件 (うち出願0件 / うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-