

補助事業番号 2021M-150

補助事業名 2021年度 エネルギーハーベストを目指した低コストペロブスカイト太陽電池の開発 補助事業

補助事業者名 森 竜雄

1 研究の概要

本補助事業では、二つの目標がある。一つは再生可能エネルギーとしてのペロブスカイト太陽電池の開発、もう一つはこのペロブスカイト太陽電池をIoTの電源として活用し、人の生活の改善につなげることである。再生可能エネルギーの活用は単なる地球温暖化の問題だけでなく、化石資源の浪費を防ぐことになり、子孫に対するエネルギー資源の遺産である。IoTの活用は今後高齢化や障害者問題における有効な対策であり、その際に利用されるセンサなどの電子機器に対する電源は非常時にも活用できる電源を準備する必要がある。

2 研究の目的と背景

ペロブスカイト太陽電池は現在主流のシリコン太陽電池と異なり塗布で作製可能である。2019年には変換効率が25%を超え、ほぼ多結晶シリコン太陽電池の変換効率に匹敵する。高性能なペロブスカイト太陽電池の実現には、不活性ガスを利用したクローボックスでの作製が不可欠となっている。大型のグローブボックスは導入コストも高く、その利用は太陽電池の低コスト化の阻害要因である。本補助事業では、エアフローを利用した大気中での作製技術の構築を目指し、低コストで変換効率20%前後の試料を簡便に作製することを目的とする。

上記二つの問題を解決する電源として、ペロブスカイト太陽電池が有望である。結晶シリコン太陽電池に比較して、ペロブスカイト太陽電池は低照度においても変換効率が低下しないので、室内などで利用しやすい。室内で利用されるIoTなどでは、自然採光や室内照明などを利用して発電し二次電池と組み合わせて孤立電源として利用できる。こうした利用では高温や紫外光の影響を受けにくく、太陽電池の劣化も少なくすむので、実用化しやすいと考えられる。日本などにおける高齢化社会などをサポートできる。

3 研究内容

(1)大気雰囲気での作製技術向上に関する研究

(<https://aitech.ac.jp/~tmorilab/>)

塗布装置RLC Fullを立ち上げ、ダイコートによる薄膜作製を行った。最初に1回の塗布で実現できる1ステップ法による薄膜作製を行った。初期実験において、比較的簡便に薄膜作製できたので、遅れが取り戻せると楽観視していたが、繰り返すうち

に再現性のある薄膜作製が容易でないことが分かった。スキャン速度・吐出量をパラメータとして、最適条件を探索した。25mm×100mm程度の薄膜形成が実現できることを確認した。

(2)大面積化に向けての作製技術開発に関する研究

(<https://aitech.ac.jp/~tmorilab/>)

エアフローを利用したペロブスカイト薄膜の作製では、その有効性を確認すると共にエアフロー用のエア圧調整器を導入して、膜作製を行った。面積0.88cm²のセル作製に成功した

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

再生可能エネルギーの活用は、地球温暖化の抑制のための最適解である。特に日本のように台風はあるが風力資源の乏しい地域では、太陽電池に対する期待は大きい。日本国民全体が補助事業の恩恵を享受できる。特に高齢者などの弱者をアンビエントにフォローをするためには、IoTをフル活用する必要があるが、この電源を通常電力網から取得しては電力の増大を招き本末転倒である。本補助事業の実現は生活弱者にとって恩恵を与えるものである。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

有機エレクトロニクス及びエネルギー変換に関する研究は1989年から有機ELを中心に行って数多くの論文を報告した。2003年から色素増感太陽電池に関する研究を行い、作製手法と素子構造の提案を行ってきた。色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池の研究には有機色素の開発が非常に不可欠であり、電気工学としての貢献する余地が少ないために、2012年より作製法開発が研究対象となりうる有機ペロブスカイト太陽電池の研究を始めた。その中で本申請に関与するエアフロー処理や後処理(主にソルベントアニール法)について検討を始め、デバイスの再現性の向上や素子特性の向上を実現することができた。今回のダイコート法を利用した研究から大面積作製を目指す上に必要な条件の最適化が重要であることを理解できた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

原著論文

1. D. Okawa, Y. Seike, T. Mori, “Effect of 2-Propanol Immersing on Organohalide Perovskite Layer in Perovskite Solar Cells Fabricated by Two-Step Method”, J. Photopolym. Sci. Technol., 34 (2021) pp.279-284.

2. R. Sato, S. Aoyama, Y. Seike, T. Mori, “Electrical conductivity of 1,3-bis(*N*-carbazolyl)benzene (mCP) on a hole-transport bilayer”, *Molecul. Crystal and Liquid Crystal*, (2021) <https://doi.org/10.1080/15421406.2021.1946988>.

国際会議

1. D. Okawa, Y. Seike, T. Mori, “Effect of 2-Propanol Immersing on Organohalide Perovskite Layer in Perovskite Solar Cells Fabricated by Two-Step Method”, The 38th Int’l Conf. on Photopolymer Science and Technology, Online, Japan, June 15-16 (2021) A-98.
2. R. Sato, Y. Seike, T. Mori, “Electrical conduction due to the presence or absence of 4CzIPN in organic light-emitting diodes”, 2021 KJF-International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOME2021), Online, Japan, August, 29-31 (2021) PB1-09.
3. R. Sato, R. Yamashita, Y. Ichino, Y. Seike, T. Mori, “Study of Transport Mechanism in Laminated Structures of TAPC and mCP Used in High-Performance OLEDs”, The 13th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021), Online, Japan, Sept. 2-4 (2021) PA-18.
4. A. Kawai, R. Fukami, Y. Seike, T. Mori, “Fabrication of Perovskite Photoreceptors of Blue-Light for Optical Wireless Power Supply”, The 13th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021), Online, Japan, Sept. 2-4 (2021) PB-2.
5. I. Tanaka, Y. Ichino, Y. Seike, T. Mori, “Spray Treatment of MAPbI₃ Layer in Organic Perovskite Solar Cells”, The 13th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021), Online, Japan, Sept. 2-4 (2021) PB-4.
6. Y. Nakashima, Y. Ichino, Y. Seike, T. Mori, “Fabrication of Perovskite Layers Using a New Antisolvent Method”, The 13th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021), Online, Japan, Sept. 2-4 (2021) PB-5.
7. T. Mori, D. Okawa, Y. Kondo, Y. Ichino, Y. Seike, “Film Characterization of Perovskite Solar Cells Fabricated by the Mixture Solution of Two Solvents”, The 11th International Conference on Flexible and Printed Electronics (ICFPE2021), Online Japan, Sept. 27-Oct. 1 (2021) 2Poster01-19-01.

学会発表

1. 田中一成 一野祐亮 森 竜雄 清家善之、「有機ペロブスカイト太陽電池の MAPbI₃ 層へのスプレートリートメントの検討」令和3年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会、愛知工業大学(オンライン) F5-1 (2021. 9. 7, 8)

2. 佐藤涼 一野祐亮 清家善之 森 竜雄、「4 CzIPNを添加した場合と添加しない場合の有機EL素子の電導特性の変化の検討」第82回応用物理学会秋季学術講演会、名城大学 オンライン 23a-P11-9 (2021. 9. 23)
3. 中島洋拓 一野祐亮 清家善之 森 竜雄、「良溶媒と貧溶媒の混合溶媒を用いたアンチソルベント法でのペロブスカイト層の作製」第82回応用物理学会秋季学術講演会、名城大学 オンライン 22a-P07-14 (2021. 9. 22)
4. 森 竜雄 大川大貴 一野祐亮 清家善之、「2ステップ法で作製されるペロブスカイト膜質に対するIPA浸漬処理の影響」、電気学会A部門大会 松江(オンライン) 1-A-p1-12 (2021. 9. 1)
5. 大川大貴 岡田紘幸 エゼ・ビンセント・オビオゾ 一野祐亮 清家善之 森 竜雄、「エアフローを利用したペロブスカイト太陽電池の作製」日本太陽光発電学会第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第1回日本太陽光発電学会学術講演会)、新潟(オンライン)、C-13 (2021. 10. 15)
6. 森 竜雄 長谷川司拓 濱口竜成 河合あり紗 大川大貴 一野祐亮 清家善之、「ダイコートによるペロブスカイト薄膜の作製と評価」、電気学会誘電絶縁材料研究会 浜松医科大学 浜松 DEI-21-046, EFM-21-011 (2022. 2. 18)
7. 森 竜雄 長谷川司拓 濱口竜成 河合あり紗 大川大貴 一野祐亮 清家善之、「ラボコーターを利用したペロブスカイト膜の作製過程」、電子情報通信学会 総合大会 オンライン(2022. 3. 18)
8. 森 竜雄 大川大貴 一野祐亮 清家善之、「ペロブスカイト太陽電池の静電容量一周波数特性」、電気学会全国大会 オンライン (2022. 3. 21)
9. 森 竜雄 大川大貴 一野祐亮 清家善之、「ペロブスカイト太陽電池の静電容量のバイアス電圧・周波数依存性」、第69回応用物理学会春季学術講演会、青山学院大学相模原キャンパス、神奈川 (2022. 3. 22-25).
10. 中島洋拓 一野祐亮 清家善之 森 竜雄、「混合貧溶媒によるペロブスカイト太陽電池の作製および評価」第69回応用物理学会春季学術講演会、青山学院大学相模原キャンパス、神奈川 23p-P10-12 (2022. 3. 22-25)
11. 田中一成 一野祐亮 森 竜雄 清家善之、「スプレートリートメントを用いたMAPbI₃層への後処理の検討」第69回応用物理学会春季学術講演会、青山学院大学相模原キャンパス、神奈川 26a-P04-17 (2022. 3. 22-25)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

原著論文2点

<https://doi.org/10.2494/photopolymer.34.279>

<https://doi.org/10.1080/15421406.2021.1946988>

(2)(1)以外で当事業において作成したもの
特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 愛知工業大学工学部(アイチコウギョウダイガク コウガクブ)

住 所： 〒479-0392

愛知県豊田市八草町八千草1247

担 当 者： 教授 森 竜雄(モリ タツオ)

担 当 部 署： 財務経理会計課課長 奥野佳宏(オクノ ヨシヒロ)

E - m a i l : t2mori@aitech.ac.jp

U R L : <https://aitech.ac.jp/~tmorilab/>