

公益財団法人 長岡技術科学大学技術開発教育研究振興会理事長 殿

所属機関 長岡工業高等専門学校

専攻・学年 物質工学専攻 2年

氏名 江部日南子



1. 研究課題名

塗布型ペロブスカイト太陽電池のサブモジュールへの応用のための技術開発

2. 研究成果

【研究目的】 ペロブスカイト薄膜 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (MAPbI₃)は、高い光吸収係数と単接合型太陽電池の最適値に近いバンドギャップを有することから太陽電池材料として注目を集めている。2009年に宮坂らにより太陽電池の光吸収層として最初に用いられ、わずか7年で変換効率21%を達成した。一方でこれまで報告された多くのペロブスカイト太陽電池の変換効率は、小面積セルで得られたものであり、実用化時の素子構造とは異なっているため、従来の作製技術では製品化への応用は難しい。製品化を実現するためには、大面積セルにおいても高い変換効率を得られる素子作製の技術開発が必要不可欠である。本申請では、市販されている有機太陽電池や色素増感太陽電池など、短冊状のセルを直列接続したモノリシックな集積構造を採用し、塗布プロセスにより図1のような素子構造の5cm×2.5cmのミニサブモジュールの作製を試みた。

【研究成果】 エッチングしたFTO透明導電膜上に電子輸送層としてcomp act-TiO₂層(c-TiO₂), porous-TiO₂(p-TiO₂)層を順に堆積した。次に、作製した基板の上に前駆体PbI₂膜をスピコート法により成膜し、MAI溶液に浸漬することでMAPbI₃膜を形成した。最後に、電子ブロッキング層としてspiro-MeOTAD層、電極として金を成膜し、図2のようなデバイスを作製した。その後、ソーラーシミュレータを用いて、光起電力特性を測定することで評価を行った。図3に得られた起電力特性を示す。照射面積5×2.5cmの基板の上に形成した4セル直列モジュールにおいて開放電圧が2.5V以上を得るとともに、図4に示すように本太陽電池モジュールを用いて小型LEDライトを点灯させるデモンストレーションにも成功した。一方で、得られた変換効率は非常に低く、その要因として各層の直列抵抗やが高かったことなどが考えられる。今後は、これらの問題を解決するために、作製プロセスの最適化や試薬の高純度化により欠陥の少ない高品質な膜を作製することで、薄膜内部の抵抗を低減し、変換効率の向上を目指す。また将来、このようなモジュール作製技術を発展させることにより、塗布型の圧倒的に安価で高効率な太陽電池の実現が期待される。

【研究業績】

- [1] Hinako Ebe and Hideaki Araki, "Fabrication of Lead Halide Perovskite Solar Cells by Annealing Spin-coated PbI₂ Thin Films in CH₃NH₃I Vapor", Japanese Journal of Applied Physics 55, 02BF11 (4 pages) (2016).
- [2] 江部日南子, 笹川祥平, 荒木秀明, 「気相アシスト法による CH₃NH₃PbI₃ 薄膜の作製条件の検討」, 平成 27 年度多元系化合物・太陽電池研究会年末講演会 論文集, pp.129-132.
- [3] 笹川 祥平, 江部 日南子, 荒木 秀明, 「BiI₃ を用いた塗布型薄膜太陽電池の作製」, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-P5-17 講演予稿集 p.10-130 (2016) Poster Award 最終選考に選出
- [4] 江部日南子, 金井綾香, 笹川祥平, 阿部聖人, 家後和美, 山野将輝, 米田圭介, 荒木秀明, 伊崎昌伸, S2-14 「ペロブスカイト化合物等を用いた有機-無機複合太陽電池の作製」, 平成 27 年度高専連携教育プロジェクト進捗報告会(豊橋技科大), 要旨集 p.37 (2015).
- [5] 江部日南子, 笹川祥平, 荒木秀明, P-36: 「気相アシスト法による CH₃NH₃PbI₃ 薄膜の作製条件の検討」, 平成 27 年度 応用物理学会「多元系化合物・太陽電池研究会」年末講演会 (アオーレ長岡) 2015.12.11-12.予稿集 p.46, (2015).
- [6] 【優秀ポスター賞】 笹川祥平, 江部日南子, 荒木秀明, 「BiI₃ を用いた塗布型薄膜太陽電池の開発」, 平成 27 年度 応用物理学会「多元系化合物・太陽電池研究会」年末講演会, PK-30, 予稿集 p.81, (2015).
- [7] 【優秀口頭発表賞】 江部日南子, 笹川祥平, 荒木秀明, 「気相アシスト法による鉛ハライドペロブスカイト太陽電池の作製」, 第 5 回 高専-TUT 太陽電池合同シンポジウム, 講演要旨集 講演番号 9, (2015).

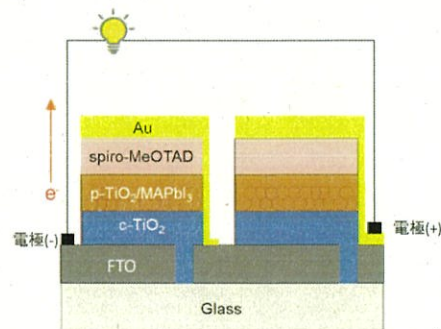


図1 ペロブスカイト太陽電池の素子構造

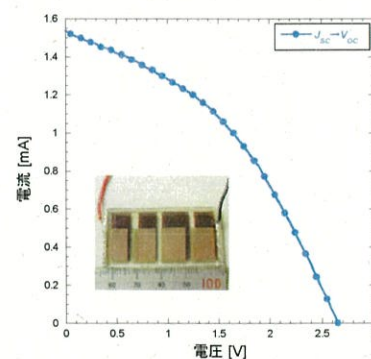


図2 得られたJ-V特性 (挿入図は作製したペロブスカイト太陽電池)

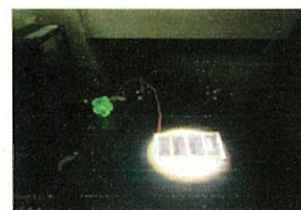


図4 ペロブスカイト太陽電池により点灯させた緑色LEDライト

3. 助成金使用内訳 (助成額 200,000 円)

消耗品費	マイクロピペット ニチペットEX PlusII外 (28,717円), FTOガラス基板 (31,320円) AZOターゲット (80,499円), スクリュー管瓶用キャップ外 (10,764円)
旅費	応用物理学会学術講演会旅費 (18,440円), 金沢大学未来社会創造研究コア内融合研究のための研究会 (27,260円)
その他の経費	応用物理学会学術講演会参加費 (3,000円)