

2023 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2022 年度採択研究代表者

吉本 将隆

東京工業大学 物質理工学院

大学院生

光を当てるだけで充電可能な光蓄電池の創成

## 研究成果の概要

本研究課題では、光を当てるだけで充電可能な光蓄電池の創成を目標としている。令和4年度には、バッファ層の選択には電池の作動電圧に応じた電位窓を考慮する必要があることを明らかにした。令和5年度では、1.導入すべきバッファ層の検討を行った上で、2.バッファ層LAGPを導入した光蓄電池の作製、評価を行った。

### 1. 光電極/固体電解質界面に導入すべきバッファ層の検討

光電極 anatase 型 Nb:TiO<sub>2</sub> 膜/固体電解質 Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 界面を有する薄膜型全固体電池を作製した。Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> の電位窓は広くとも 0~5.5 V(vs Li<sup>+</sup>/Li)である一方、カットオフ電位を 5.5 V 以上における充電を繰り返しても、作製した電池は安定しており、電池動作には問題がなかった。これより、バッファ層の安定性を評価するには、電位窓からだけでは判断できず、実際に電池を作製し、評価する必要があることを明らかにした。

### 2. バッファ層 LAGP を導入した光蓄電池の作製と評価

LAGP (Li<sub>1.5</sub>Al<sub>0.5</sub>Ge<sub>1.5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>12</sub>) 基板の片面にパルスレーザー堆積法にて TiO<sub>2</sub> 薄膜を室温合成し、ポストアニールにより多結晶 anatase 型 TiO<sub>2</sub> 膜を得た。基板の反対面に、スパッタ法で固体電解質膜 Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、真空蒸着法により負極膜 Li の順に積層することで、バッファ層 LAGP を有する薄膜電池を得た。光充放電測定では、始めの数サイクルは不可逆容量が観測されたが、その後は安定した光充放電を確認したことから、適切なバッファ層を選択すれば、Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 以外でも可逆的な光充放電を達成できることを実証した。

## 【代表的な原著論文情報】

- 1) Yoshimoto, M., Tamura, K. Watanabe, K. Shimizu, K. Horisawa, Y. Kobayashi, T., Tsurita, H. Suzuki, K. Kanno, R. and Hirayama, M. Intercalative and non-intercalative photo-recharge using all-solid-state cells for solar energy conversion and storage, *Sustainable Energy & Fuels*, **8**, 1236-1244, (2024).
- 2) Yoshimoto, M., Watanabe, K. Shimizu, K. Tamura, K. Suzuki, K. Kanno, R. and Hirayama, M. Demonstration of Reversible Photo-Assisted Lithium Extraction at Solid-Solid Interface toward Photo-Rechargeable Battery, *2023 International Conference on Solid State Devices and Materials*, C-6-01, (2023), invited.
- 3) 吉本 将隆, 渡邊 健太, 堀澤 侑平, 田村 和久, 清水 啓佑, 鈴木 耕太, 菅野 了次, 平山 雅章 電極/固体電解質界面における光電気化学反応, *電気化学会第91回大会*, S3\_1\_12, (2024), 優秀学生講演賞.
- 4) 吉本 将隆, Anatase 型 TiO<sub>2</sub>/Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 界面におけるリチウム光脱離反応, *新学術領域研究「機能コアの材料科学」若手の会・領域全体会議 合同会議*, 78, (2023).