

補助事業番号 2024M-459

補助事業名 2024年度 次世代電池用Si負極への溶液Liプレドープにおける安定化SEI皮膜の形成 補助事業

補助事業者名 小沢 文智

1 研究の概要

本研究では、次世代電池の高容量負極材料としているSi電極の実用化のために、Si電極に予めLiイオンをドープするとともに、SEI皮膜を同時に形成することで電池寿命の長いSi負極の開発を目指す。

2 研究の目的と背景

Siは黒鉛の10倍以上の理論容量 3580 mAh g^{-1} を有し、次世代電池材料として注目されている。しかし、Siは充放電に伴い大きな体積変化を起こすため、導電パスの欠落、SE皮膜の厚膜化、過剰な電解液分解など様々な問題が生じ電極寿命は短い。本研究では、Si電極表面に予め均一で柔軟なSEI皮膜を形成することで、上記の課題の解決を目指す。具体的には、Li-NTL溶液を用いた溶液Liプレドープ法にてプレドープしたSi電極表面に前処理を施すことで良質なSEI皮膜を形成し、電池のサイクル特性を改善する。

3 研究内容

次世代電池用Si負極への溶液Liプレドープにおける安定化SEI皮膜の形成

① 前処理によるLi-Si負極表面へのSEI皮膜の形成

- ・ LiプレドープしたSi負極(Li-Si負極)を、FECを含む電解液に浸漬
- ・ 浸漬後のLi-Si負極表面にSEI皮膜が形成
- ・ FECの濃度に応じて形成する皮膜の厚さや組成が変化
- ・ 表面観察・分析により、SEI皮膜はLiFとポリマー成分を有することが判明

② LiプレドープとSEI皮膜の同時形成の提案

- ・ Li-NTL溶液にLi塩を添加し、LiプレドープとSEI皮膜の同時形成を検討

③ 上記電極を用いたLiハーフセルの充放電試験

- ・ 10-30%FECを含む電解液で前処理を行ったセルの充放電特性は、容量劣化を抑制し、サイクル性能が向上
- ・ Li-NTL溶液にLiPF₆を添加した場合、ハーフセルの初回放電容量が大幅に改善

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

現在、環境エネルギー問題の観点から蓄電池技術のさらなる進歩が求められている。その中でもSi電極はLi金属に代わる高容量負極材料として期待されており、本研究で行なったSi負極へのLiプレート及びSEI皮膜形成技術を応用し、製造ラインに乗せることができれば今後の蓄電池産業の発展に大きく貢献できると考える。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで次世代電池に関する研究開発をしてきており、特に高容量負極材料であるSiに着目し研究を進めている。Si電極はLi金属に近い理論容量をもつことから期待されている一方、充放電に伴う大きな体積変化を起こすため、導電パスの欠落・Solid Electrolyte Interphase (SEI)皮膜の厚膜化・過剰な電解液分解など様々な問題が生じ電極寿命は短い。本研究は、安定なSEI皮膜が形成されたLi-Si負極を開発することで、SEI皮膜の厚膜化を防ぎかつ過剰な電解液分解を抑制し、電池寿命などの電極特性を改善する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

現在論文投稿準備中

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

該当なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

・第65回電池討論会 要旨集

・Prime 2024 Abstract (<https://iopscience.iop.org/article/10.1149/MA2024-02138mtgabs>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 成蹊大学理工学部(セイケイダイガクニコウガクブ)

住 所: 〒180-8633

東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1

担 当 者: 助教 小沢 文智(オザワ フミサト)

担 当 部 署: 理工学科応用化学専攻(リコウガツカオウヨウカガクセンコウ)

E - m a i l: fumisato-ozawa@st.seikei.ac.jp

U R L: <https://acserv.st.seikei.ac.jp/saitolab/>