

トピックス

コバルト不要の超高エネルギー密度リチウムイオン電池— 新たな設計指針により電圧制限を撤廃 —

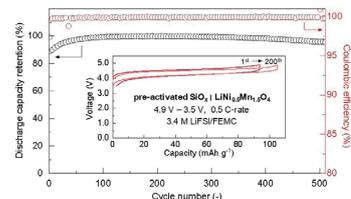
コバルトは、リチウムイオン電池の正極の安定性と機能性を向上させる不可欠な元素として、1991年の商品化当初から継続的に使用されてきた。しかし、コバルトは高価な希少金属であり、環境負荷も大きい。また、生産の大半を地政学リスクの高いコング民主共和国に依存しており、産地における児童労働等の人権侵害も深刻な懸念事項である。一方、コバルトを使用せず、安価で高い安全性と耐久性を実現するオリビン型リン酸鉄リチウム (LiFePO₄) 正極がここ数年で爆発的に普及しており、将来的には市場をリードする主流技術になることが世界の主要企業の投資状況から確実視されている。しかし、LiFePO₄を採用すると、エネルギー密度が20%程度低下してしまう。このような背景から、コバルトを使用せず低価格でありながら従来比1.6倍の高いエネルギー密度を担保する理想的な蓄電システムとして、高電位のスピネル型LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄正極と高容量のSiOx負極から構成される電池が提案されたものの、高電圧作

動時の劣化が激しいことから、実用化までには至っていない。

高電圧電池を実現するには、電解液由来と電極由来の両方の副反応を高度に抑制する必要がある。これまでは電解液由来の副反応に着目した電解液の開発が行われてきたが、十分な安定動作は達成されてこなかった。近年、当研究グループにより電極電位と連動する電極由来副反応の存在が初めて顕在化され、そのメカニズムも解明された (詳細は電気化学会誌2023年Volume 91, No2, p140の解説記事を参照)。本研究では、この新たな知見をベースに、上記2つの副反応活性を同時に抑制し、電圧制限撤廃を可能にする新規電解液をゼロベースで設計した。

具体的な電解液の設計指針として、①正極側で副反応が起きない溶媒の採用、②負極側で副反応を防止する保護被膜形成ができるリチウム塩の選択、③負極の副反応を抑制しつつ、正極側でも副反応を起こさないためのリチウム塩の濃度制御、を総合的に考慮して最適化した。これら複数の施策の施策の有効性に加え、SiOx負極表面への膨張収縮耐性付与、正極からの遷移金属溶出防止、アルミニウム正極集電体の腐食防止等の効果があわせて確認され、高電圧電池特有の諸問題が一挙に解決された。これにより、コバルトフリーで高エネルギー密度を担保するLiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄/SiOx電池の実用

レベルでの安定動作 (初期容量比80%維持率/1000回充放電) に初めて成功した。本研究成果は、Nature Sustainability に掲載された。



文献

S. Ko et al., A. Yamada, "Electrolyte design for lithium-ion batteries with a cobalt-free cathode and silicon oxide anode", Nature Sustainability, 2023

<https://doi.org/10.1038/s41893-023-01237-y>

連絡先

東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

Tel: 03-5841-7295

山田 淳夫 教授 Ko, Seongjae 助教

E-mail: yamada@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp,

seongjae_ko@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp

[2023年12月8日]

トピックス欄 ニュース性のある技術的記事募集

1. はじめに

「トピックス」欄は、新聞・論文・学会等でのセラミックスに関する最新情報をピックアップし、大学・企業等の研究者や、セラミックス関連各社(所)から記事をご寄稿いただき、本誌に掲載しているものです。なお、下記に基づき、会員の皆様からの投稿も受け付けております。

2. 投稿資格

ご執筆者本人が、本会の会員(特別会員所属の方も含まれます)に限ります。

3. 締切

毎月10日

4. 文字数

1000字以内(図または写真を1枚掲載することも可能ですが、原則として掲載時には縮小されます)。

5. 原稿執筆要領

原稿は、WORD等でご作成ください。

なお、原稿は、貴社(所・学)のテクニカルニュースレター等を基として技術広報のお立場でお書きくださって結構ですが、当方の学術団体としての性格上、下記の点についてご配慮ください。

○標題には、会社名や商品名ではなく、一般用語を使ったタイトルとしてください。会社名や商品名は文中に1回程度で記述してください。

○あくまでも、貴社(所・学)や商品の宣伝としてではなく、「技術的ニュース」としてのスタンスで、技術的内容の説明にポイントを置いた記事としてください。

○原稿の末尾に「貴社(所・学)名(大学等の個人の場合には、お名前・所属)、原稿到着日」を掲載いたします。希望される場合は連絡先の所在地、E-mailも掲載しますので、原稿末尾に[連絡先]として記載

してください。

※また、参考のため、ご投稿いただいたテーマについて新聞発表等が行われている場合、その「新聞名、掲載日」等をメール本文にお書き添えてください。

※過去の当該記事PDFを当協会ホームページに掲載しておりますので、ご参照ください。(URLは一番下に掲載しております)。

6. 原稿提出先

下記宛にメール添付でお送りください。その際、メールの件名には「トピックス投稿 ニュース」とご記載ください。

★提出先 E-mail: bull@ceramic.or.jp

7. 採否

ご投稿いただいた原稿は、編集委員会にて掲載の採否を検討いたします。場合によっては、掲載を見合わせる場合もございますので、ご承知おきください。採否いずれの場合にも結果をE-mail等でご連絡いたします。

8. 採択後

ご投稿いただいた内容を編集部の方で誌面掲載用に組み直した校正版をお送りしますので、ご確認のほどよろしくお願いたします。なお、掲載号は、原則として、締切日の翌々月号となりますが、場合によっては1ヶ月順延することもあります。

9. 原稿料

本件に関する原稿料はございません。

10. 協会ホームページへの掲載

掲載誌発行と同時に下記協会ホームページでも記事PDFを掲載いたしますので、あらかじめご了承ください。

★日本セラミックス協会 セラミックス誌 トピックス掲載ページ

<https://www.ceramic.or.jp/pub/topics.html>