

リチウム-硫黄電池の高性能化技術開発

エネルギー

○山縣雅紀(化学生命工学部 化学・物質工学科 准教授)
内田悟史(先端科学技術推進機構 特別任用助教)、石川正司(教授)

研究概要・成果

❖ 概要

Sulfur



Theoretical capacity

1672 mAh g⁻¹

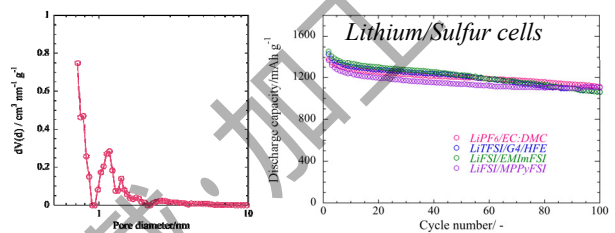
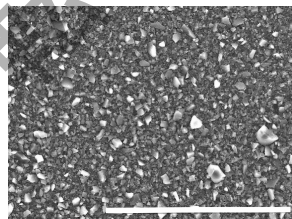
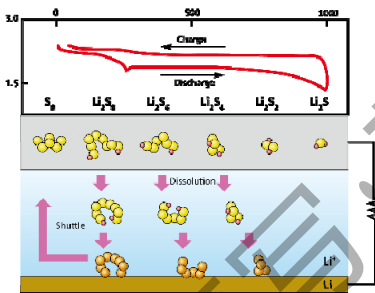
硫黄正極は1672 mAh g⁻¹という極めて高い理論容量を有していることから、次世代型二次電池の正極材料として検討が進められている。しかしながら、硫黄は充放電反応に伴い形成するリチウムポリスルフィドLi₂S_n (n = 1-8)の一部が電解液中にリチウム塩として溶出しやすく、結果としてレドックスシャトルという現象を引き起こしてしまうことなど、多くの課題が存在する。

我々は、①1 nm以下に細孔径分布を持つ活性炭と硫黄との複合化、②電極構成材料の検討、③イオン液体電解液の適用により、サイクル安定性だけでなく充放電効率を安定化させ、さらに出力特性を発揮できるリチウム-硫黄二次電池の構築に成功した。

❖ 成果

❖ ミクロ多孔性活性炭を複合化した硫黄正極の高安定・高出力作動

1 nm以下に細孔径分布を持つ活性炭と硫黄を熱処理によって複合化することを確認し、この硫黄-活性炭正極がサイクル安定性だけでなく充放電効率を安定化させることを明らかとしました。また従来、単体硫黄正極には適用不可能であるカーボネート系溶媒を用いた電解液中においても安定作動が可能であることを見出し、硫黄正極に用いる液体電解質の選択肢を広げることに成功しました。

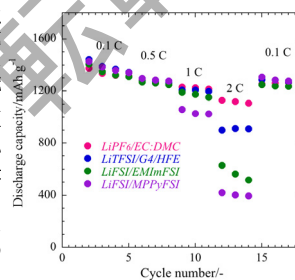


図：当研究室で見出されたリチウム-硫黄電池用ミクロ多孔性カーボン(左)および、その細孔径分布(中)、これと硫黄を複合化した電極の充放電サイクル特性。非常に安定した作動が可能になった。(右)

- Dissolution of Li₂S_x (x = 4~8)
- ✓ Redox shuttle reaction
 - ✓ Rapid capacity fading
 - ✓ Low Coulombic efficiency
- Poor electric conductivity of sulfur (10⁻¹⁶ S/m at 293K)
- ✓ Low rate capability (~0.2C)

リチウム硫黄電池のもう一つの欠点は、その低い出力特性(0.1~0.2C充放電)である。これは硫黄の極端に低い電子伝導性に由来する。本研究では、ミクロ多孔性活性炭の細孔に非結晶状態で硫黄を固定化し、リチウムイオンとの反応が起こりやすい環境を提供することで、2C(30分充放電)を実現しました。

右図：当研究室で開発した硫黄-ミクロ多孔性炭素複合正極の種々の電解液中での出力特性。有機溶媒系電解液や溶媒和イオン液体電解液など様々な電解液で、高出力特性が得られた。



本研究は科学技術振興機構(JST)の先端的低炭素化技術開発 特別重点領域次世代蓄電池(ALCA-SPRING)によって実施された。



応用分野、実用化可能分野

自然エネルギー、携帯機器、住宅・ビル電源、電気自動車、航空機、宇宙産業など

問合せ先: 関西大学 化学生命工学部 石川正司 E-mail: masaishi@kansai-u.ac.jp

関大ORDIST

先端科学技術推進機構

社会連携部 産学官連携センター、知財センター