

リチウムイオン二次電池のひずみイメージングにおける電圧印加方法の影響

The Effects of the Voltage-Applied Methods in Strain Imaging of a Li-ion Battery

関西大院理工 °大坂 隆馬, 本 雅弘, 中川 洗策, 川原 貴裕, 高田 啓二

Kansai Univ., Faculty of Engineering Science,

°Ryuma Osaka, Masahiro Moto, Kosaku Nakagawa, Takahiro Kawahara, Keiji Takata

E-mail: k653226@kansai-u.ac.jp

高エネルギー密度、3 V を超える出力電圧、少ないリーク電流等の優れた特長を持つリチウムイオン二次電池は、エネルギー・環境問題を克服するためのデバイスとして期待されている。

リチウムイオン二次電池はリチウムイオンが動くことにより動作する。従ってリチウムイオンの動作を非破壊で観察することは重要である。

イオンの動きは例えばインピーダンススペクトロスコーピによって捉えることができ、必須の計測手段として一般的に行われている。

リチウムイオン電池の等価回路は、リチウムイオンが電解質を移動する抵抗(R_{sol})と、電極の静電容量(C_{dl})と、電荷移動抵抗(R_{ct})と、拡散抵抗(Z_w)で表わされる。拡散抵抗は活物質内をイオンが拡散する抵抗であり、これがインターカレーションに対応する。

しかし、これは電池全体のマクロなイオンの動作を捉えるものであり、微視的な動作、例えば 1 個のグラファイト粒にどのようにイオンが入り、脱離するかを捉えることはできない。

我々は、ひずみイメージングという手法をリチウムイオン電池の計測に応用し、そのイオンの動きを捉えることに成功した[1]。ひずみイメージングとは走査型プローブ顕微鏡(SPM)の持つ優れた空間分解能を試料に発生するひずみの検出とイメージングに応用したもので

ある。

リチウムイオンが例えば負極活物質であるグラファイト粒内に挿入されると、グラファイトは膨張し、排出されると収縮する。このグラファイト粒子の体積変化(ひずみ)を SPM で検出し、イメージングすることにより個々のグラファイト粒子へのリチウムイオンの出入りを *in-situ* で捉えることができる。等価回路においては、拡散抵抗に関わる部分の計測である。

今回は、電池への電圧印加方法の差異に伴う取得画像の変化について考察する。

我々はこれまで、正～負電圧あるいは 0V～任意電圧に印加電圧を振る方法と、スイッチにより、一定量の電荷を電池に注入する方法[2]とを採った。それらによる体積変化を検出し、画像化を行ってきたが、両者による取得画像には大きな差異があることを確認している。

前者の手法では、電池両電極電位を常に制御し、強制的にイオンを移動させるのに対して、後者では、充電後に電極電位が解放され、イオン移動が緩和される。これが、取得画像の差異をもたらしたと考えている。

画像データをもとに、これらの現象の詳細について報告する。

[1] K. Takata, M. Okuda, N. Yura, and R. Tamura, Applied Physics Express 5 (2012) 047101.

[2] 2013 年応用物理学会秋季学術講演会 17a-P4-7