

課題番号 : F-13-TT-0028  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 全固体型 Li イオン電池における固体-固体界面の解析  
 Program Title (English) : An analysis of solid-solid interface for all solid-state Li-ion battery  
 利用者名(日本語) : 鈴木雄志, 山崎久嗣, 濱重規, 井上俊彦  
 Username (English) : Y. Suzuki, H. Yamasaki, S. Hama, T. Inoue  
 所属名(日本語) : トヨタ自動車株式会社  
 Affiliation (English) : Toyota Motor Corporation

### 1. 概要(Summary)

全固体 Li イオン電池は従来の液系とは異なり Li イオンが固体-固体界面を経由して発電している。そのため、固体界面で生じる現象の解明は全固体電池において極めて重要な要素である。また、走査型ケルビンプローブフォース顕微鏡(KFM)は AFM による表面構造観察と印加バイアスの記録により、極所の表面形状と仕事関数分布が画像化できる。そこで本研究では固体-固体界面の微細空間の解析に KFM が有用な手法であるか検証した。

### 2. 実験(Experimental)

本研究はトヨタ自動車で作製した電極活物質と固体電解質を混合したペレットを解析サンプルとして、豊田工業大学所有の KFM を用いて解析した。

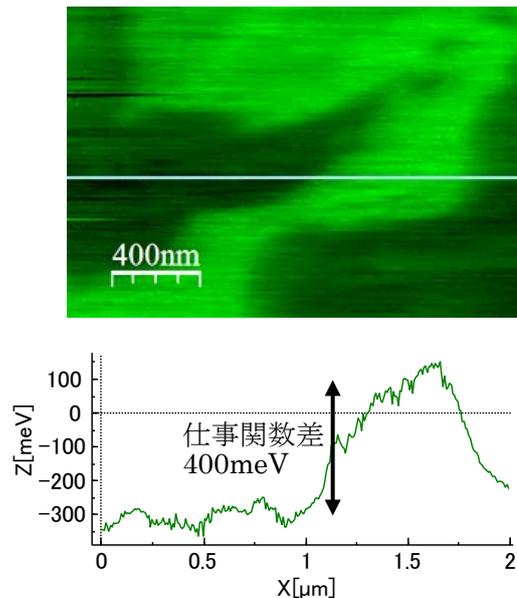
解析には PtIr 合金コートのシリコンカンチレバーを用い、装置は日立ハイテック製 AFM5300E および AFM5000 コントローラーを用い、室温の  $10^{-4}$  Pa 環境下で行った。また、ケルビンプローブユニットとして Nanonis 製 OC4-S を用いた。本測定では高感度化を目的として周波数変調モード AFM を採用し、測定ポイント数を  $2 \mu\text{m}$  四方の測定面に対し、各 256 とした(分解能 8 nm 程度)。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

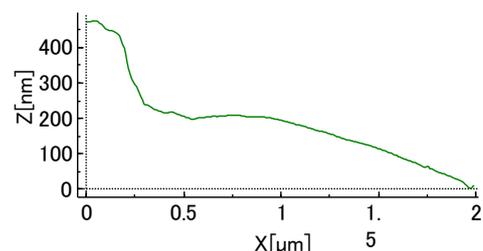
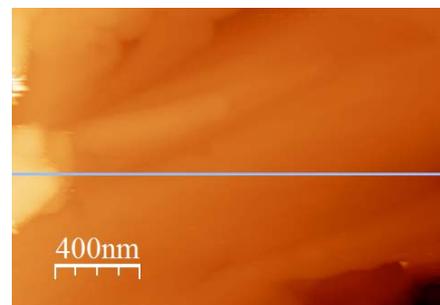
**Fig. 1** に Workfunction マッピング結果を示す。X=1.2  $\mu\text{m}$  を境に仕事関数の低い領域と高い領域の存在を確認した。その差分は 400 meV であり、X=1.2  $\mu\text{m}$  付近に電極活物質と固体電解質の界面があると考えられる。

**Fig. 2** に Topograph マッピング結果を示す。X=0.3~2  $\mu\text{m}$  の範囲で連続的な表面を確認した。本視野では固体-固体界面に 8 nm 以上の空間がないと考えられる。

以上より、KFM は 8 nm の固体-固体界面の解析に有用な手法であることを示した。測定ポイント数を増すことで(最大 2048)更に詳細な解析できると考えられる。



**Fig. 1** Workfunction mapping



**Fig. 2** Topograph mapping

### 4. その他・特記事項(Others)

なし

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

### 6. 関連特許(Patent)

なし