

リチウム塩添加イオン液体電解液中における チタン酸リチウム $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111)表面の FM-AFM 構造解析

Structural analysis of $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111) surfaces in electrolyte with ionic liquid by FM-AFM

○内田 辰徳¹、橘田 晃宜²、一井 崇¹、宇都宮 徹¹、杉村 博之¹ (1. 京大院工、2. 産総研)

○Tatsunori Uchida¹, Mitsunori Kitta², Takashi Ichii¹, Toru Utsunomiya¹, Hiroyuki Sugimura¹

(1. Kyoto Univ., 2. AIST)

E-mail: uchida.tatsunori.46w@st.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) は、材料表面の高分解能構造解析手法として用いられている。近年、その測定環境は水や有機溶媒などにも拡大し、固液界面の微視的解析手法として注目されている。我々は、新規機能性溶媒であるイオン液体と固体との界面構造解析を可能とする FM-AFM の開発にこれまで取り組んできた。音叉型水晶振動子をフォースセンサに用いることで、粘度の高いイオン液体中でも原子分解能 FM-AFM 観察を実現した [1, 2]。一方、スピネル型チタン酸リチウム ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$; LTO) は遷移金属酸化物の一種であり、リチウムイオン電池の電極材料として実用化されている。これまで、超高真空中および水溶液中での高分解能構造解析が報告されているが[3]、リチウムイオン電池への応用を考えると、その電解液/電極界面構造の直接観察は興味深い課題である。前回、我々は、イオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide (EMI-Tf₂N) 中での高分解能観察について報告した[4]。本発表ではさらに実用環境に近い系として、イオン液体 EMI-Tf₂N に Li 塩を溶解させた電解液中での構造解析の結果について報告する。

【実験と結果】 TiO_2 (111)基板上に LTO(111)単結晶膜を作製した。イオン液体 EMI-Tf₂N に Li-Tf₂N を溶解 (濃度 10%) させた電解液を調製し、LTO(111)表面に滴下し、FM-AFM 観察を行った。その結果を前回報告した EMI-Tf₂N 中での結果と合わせて Fig. 1 に示す。(b)より、10% Li-Tf₂N/EMI-Tf₂N 中でも、約 0.6 nm 間隔で 3 回対称に配列した輝点が確認できる。これは、8a (Li)および 16d-1 ($\text{Li}_{1/6}\text{Ti}_{5/6}$)の配列とよく一致する。この結果は、10% Li-Tf₂N/EMI-Tf₂N 中においても LTO(111)表面構造が原子レベルで維持されていることを示す。

【参考文献】

- [1] T. Ichii, M. Fujimura, M. Negami, K. Murase, H. Sugimura, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 08KB08 (2012).
- [2] T. Ichii, M. Negami, H. Sugimura, *J. Phys. Chem. C*, **118**, 26803 (2014).
- [3] M. Kitta, M. Kohyama, H. Onishi, *Appl. Phys. Lett.*, **105**, 111606 (2014).
- [4] 内田他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-P4-10 (2015).

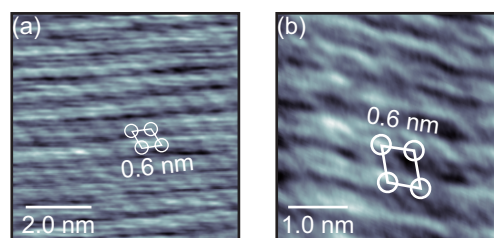


Fig. 1. FM-AFM topographic image of a $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111) surface obtained (a) in EMI-Tf₂N, $\Delta f = +75$ Hz, (b) in 10% Li-Tf₂N/EMI-Tf₂N, $\Delta f = +39$ Hz.