

チタン酸リチウム $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111) 表面のイオン液体中 FM-AFM 観察

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

○内田 辰徳¹、橋田 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、多くの材料の高分解能観察に用いられている。近年では、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。一方、イオン液体は、広い電位窓や難揮発性、難燃性など水や有機溶媒にはない特性をもつものが多く、これらの特性からイオン液体を電気化学に用いる研究が盛んとなっている。このような背景のもと、我々はイオン液体-固体界面の微視的解析を目的とし、イオン液体中で測定可能な FM-AFM の開発に取り組んできた。これまでに、音叉型水晶振動子をフォースセンサ (qPlus センサ) に用いることで、水や有機溶媒に比べて粘度の高いイオン液体中でも原子分解能観察が可能な FM-AFM を開発することに成功している[1, 2]。一方、スピネル型チタン酸リチウム ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) 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、電気化学安定性に優れたイオン液体中での表面構造解析は興味深い課題である。本発表では、開発した FM-AFM によるイオン液体中における $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111)表面の観察結果について報告する。

【実験と結果】 TiO_2 (111)基板上に $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111)単結晶膜を作製し、その表面にイオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide (EMI-Tf₂N)を滴下し、qPlus センサを用いて FM-AFM 観察を行った。その結果を図 1 に示す。イオン液体中でも $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (111)表面のステップ構造が確認され、その表面高さプロファイル (b) からステップ高さが約 0.5 nm と見積もられた。これは、大気中、および超高真空中で観察されたステップ高さとはほぼ一致しており、その表面構造はイオン液体中でも、安定に維持されていることが示唆された。

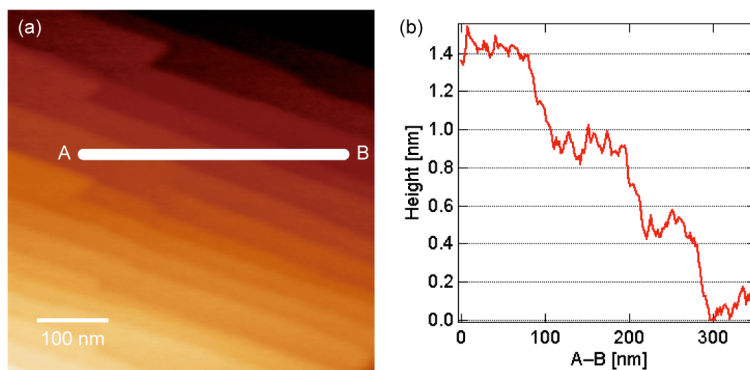


図 1. (a) EMI-Tf₂N 中で測定した試料表面の FM-AFM 像, $\Delta f = +20$ Hz, $A_{p-p} = 300$ mV. (b) 線分 A-B に沿ったラインプロファイル。

【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).