

アナターゼ型 Nb ドープ TiO₂ エピタキシャル薄膜を用いた 全固体 Li 電池における固体電解質/電極界面研究

Solid-electrolyte and electrode interfaces in all-solid-state lithium batteries
using anatase Nb-doped TiO₂ epitaxial thin films

東工大物質理工¹, JST さきがけ²

○(B)今関 大輔¹, 西尾 和記¹, 中村 直人¹, 清水 亮太^{1,2}, 一杉 太郎¹

Tokyo Tech¹, JST-PREST²,

°Daisuke Imazeki¹, Kazunori Nishio¹, Naoto Nakamura¹, Ryota Shimizu^{1,2}, and Taro Hitosugi¹

E-mail: imazeki.d.aa@m.titech.ac.jp

[序] 全固体 Li 電池は安全性に優れることから次世代型蓄電池として期待され、研究・開発が活発に行われている。しかし、電池動作において、固体電解質/電極界面のバンドアライメント、および Li イオン濃度分布は明らかになっていない。そのような背景の中、我々はエピタキシャル薄膜技術を活用したモデル界面を作製し、界面における電子状態の解明や界面制御技術の研究を行ってきた^[1]。本研究では、全固体 Li 電池用負極材料の候補としてアナターゼ型 TiO₂ に着目し、電池動作を検証した。これまで、この材料については全固体 Li 電池動作の報告は無い。Nb ドープすることにより電子伝導性を付与したアナターゼ型 TiO₂ エピタキシャル薄膜モデル電極を作製し、全固体薄膜 Li 電池を作製した。

[実験] アナターゼ型 Nb ドープ TiO₂ エピタキシャル薄膜を LaAlO₃(100)単結晶基板上にパルスレーザー堆積法(PLD 法、KrF エキシマレーザー)により合成した。その薄膜上に Li₃PO₄ アモルファス固体電解質薄膜を PLD 法(ArF エキシマレーザー)で堆積した。Li₃PO₄ 薄膜上に対極として Li 薄膜を抵抗加熱蒸着して堆積した。電極/プローブ間のオーミック接触を得るため、Nb ドープ TiO₂ 電極上に Au/Ti 薄膜を DC マグネトロンスパッタリング法により堆積した。薄膜電池素子作製から評価まで全真空プロセス^[2]で行った。

[結果] 図 1 に作製した電池素子断面図を示す。図 2 に (001)配向した Nb ドープ TiO₂ 薄膜電池素子におけるサイクリックボルタンメトリー(1 mV/s)の測定結果を示す。5 サイクル後においても観測される反応ピークが一致していることから安定動作に成功した。また、Li イオンの脱挿入に伴う Ti^{4+/3+}に由来する酸化(還元)ピークを 2.34 V (1.60 V) vs. Li/Li⁺で観測した。この結果は、有機溶媒系電解質を利用した TiO₂ バルク型電極における Li イオン二次電池と同様である。以上、アナターゼ型 TiO₂ を用いた全固体 Li 電池動作に初めて成功した。

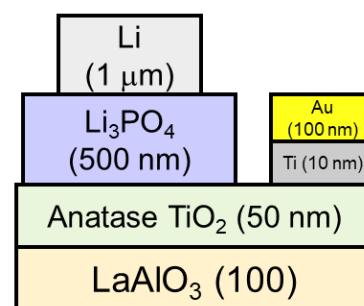


Fig. 1. Schematic of the side view of a fabricated thin film lithium battery.

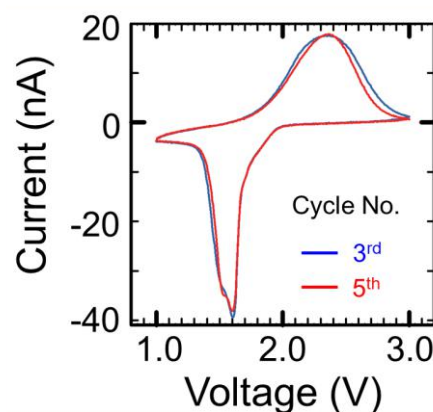


Fig. 2. Cyclic voltammogram.

参考文献

[1] Kawasoko, Hitosugi *et al.*, ACS Appl. Mater. **10** (2018) 27498.

[2] Haruta, Hitosugi *et al.*, Nano Lett. **15** (2015) 1498.