

課題番号 : F-19-IT-0014
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 全自動成膜・評価とベイズ最適化を融合した高 Li イオン伝導薄膜の創製
 Program Title (English) : Fabrication of high Li-ion conductivity materials via AI-Robot system
 利用者名(日本語) : 清水亮太^{1,2)}, 小林成¹⁾
 Username (English) : R. Shimizu^{1,2)}, S. Kobayashi¹⁾
 所属名(日本語) : 1)東京工業大学物質理工学院応用化学系, 2) JST-さががけ
 Affiliation (English) : 1) School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Tech, 2) JST-PRESTO
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、スパッタ、Li イオン伝導体、固体電解質

1. 概要(Summary)

全固体 Li 電池の高性能化に向けて、高 Li 伝導度をもつ材料(固体電解質)の合成が急務となっている。本研究では、高 Li 伝導固体電解質を合成するための成膜条件の高速最適化に向けて、1): 「全自動でスパッタ成膜」、2): 「イオン伝導度測定」、3): 「測定結果を基にしたベイズ最適化による次の成膜条件指示」のサイクルを全自動で回すシステム構築を目指している。前年度に引き続き、2019 年度では楕形の Au パターン電極を作製し、イオン伝導率の自動評価に取り組んだ。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高真空蒸着装置、マスクレス露光装置、ダイシングソー、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

20mm 角、0.5 mm 厚のガラス基板上に、Fig. 1 のような Au 楕形電極パターンを作製した。2 層レジスト露光により形成させたパターン上に我々の研究室のスパッタ装置を用いて Cr(5 nm)、Au(100 nm)の薄膜を堆積し、アセトン浸漬によるリフトオフを行った。このパターン基板を用いて Li₃PO₄を自動成膜し、イオン伝導率を自動評価した。

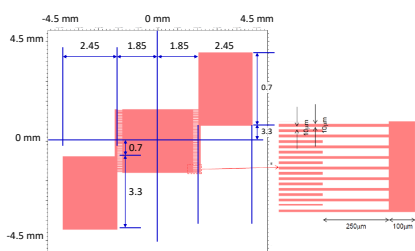


図 1: Au 楕形電極パターン図

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Au 楕型電極上に自動成膜した Li₃PO₄ においてイオン伝導率を自動計測したところ、半円弧上のナイキスト線図が得られ、 4×10^{-7} S/cm の値を得た。通常のデ

バイス措置と同等の値であり、楕型電極上での自動評価が可能であることがわかった。

一方で、ガラス基板上パターン作製において、線電極の剥離が頻発し(図 2 左)、再現性が悪いことが問題となっている。この剥離性は基板にも依存するが(サファイア基板上では比較的再現がよい)、密着性と金属蒸着後のリフトオフはトレードオフの関係にあり、再度の条件検討や基板の表面処理を行う必要がある

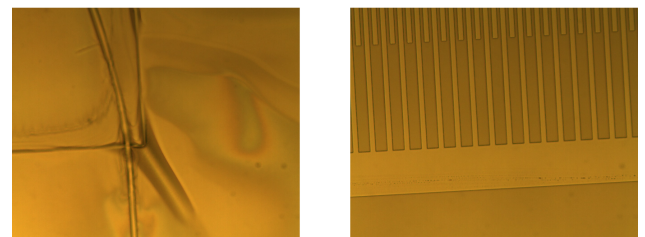


図 2: パターン電極の光学顕微鏡像。(左)ガラス、(右)サファイア基板

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 清水亮太, 一杉太郎 (分担執筆) "AI とロボットを融合した全自動システムによる機能性薄膜創製" 書籍: 人と共生する AI 革命 ~活用事例からみる生活・産業・社会の未来展望~ NTS 出版 (2019)
- (2) "AI-Robot-driven Materials Research for Inorganic Materials" Ryota Shimizu, Shigeru Kobayashi, Yasunobu Ando, and Taro Hitosugi, Materials research meeting 2019 December 10-14, 2019, Yokohama
- (3) "マテリアルズロボティクスへの挑戦" 一杉 太郎, 清水 亮太(招待講演) 2019 年日本表面真空学会学術講演会 2019 年 10 月 28-30 日 つくば国際会議場

6. 関連特許(Patent)

なし。