

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	村田 順二
研究機関名	立命館大学
所属部署名	理工学部
役職名	教授
研究課題名	電解液を用いない電気化学的微細表面構造創成
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、固体電解質を用いた固相電気化学表面プロセスによる新たな微細表面構造創成を目的としている。2023 年度は以下の研究を実施した。

1. パターン解像度の向上：異なる解像度を有するマスターモールドを用いて PEM スタンプの製造し、パターンの転写精度を評価した。その結果、Cu および Si に対して、最小線幅 70 nm のパターンを製造することを可能とした。
2. PEM の機械特性の評価：PEM スタンプの圧力による変形を調べるため、微小圧縮試験機による分析を行った。含水 PEM スタンプは乾燥のものに比べて、軟化することが確認された。
3. 加工精度（解像度）および加工速度に影響する諸要因の抽出：加工材料によらず、乾燥 PEM を用いた短時間での低電解電流密度による電解により、高い加工精度が得られることがわかった。含水 PEM スタンプでは、PEM と加工材料の界面に存在する過剰な水分の影響により、パターンが連結し、解像度を悪化させることがわかった。また、長時間の電解においても同様の結果が得られた。乾燥 PEM を用いた場合でも、大気から水分を吸収するため、加工雰囲気低湿度に保つことが、高解像度パターンを得るために必要であることを見出した。
4. 加工物の表面物性の評価：加工物の化学組成を XPS や XAFS 等によって調べた。Si 表面には Si^{4+} および Si-OH 成分が確認されたことから、親水性の高い酸化膜が形成されることがわかった。乾燥 PEM を用いた場合、その成分の一部（C-F 結合）が加工物表面に付着していることを確認した。一方、含水 PEM を用いた場合には、付着は見られず、今後は含水 PEM を用いた高解像度パターンを得る方法についても検討する必要があることがわかった。
5. Roll-to-Plate (R2P) 装置の開発に着手した。パターニング大面積化のための基本加工特性を取得した。