2024 年度

創発的研究支援事業　年次報告書【公開版】

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	2024 年 4 月 1 日～2025 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的表面プロセスにより微細表面構造の創成を目的としている。2024 年度には以下の研究を実施した。

(1) 材料物性と加工特性の関係

種々の金属および半導体材料を固相電気化学プロセスにより処理し、材料と高分子電解質（Polymer Electrolyte Membrane；PEM）との界面における化学反応を調査した。PEM には強酸性のスルホン酸基が導入されていることから、材料との界面は酸性雰囲気となる。この条件で材料の電位-pH 図（プールベ線図）を考慮すると、酸性環境でイオン化する材料（Ag、Cu、Fe）ではアノード溶解が観察された。一方、酸化反応が支配的な材料（Au、Ti、Si、SiC）では、表面に酸化膜の凸型パターンが形成された。この結果から、PEM スタンプの官能基と材料のプールベ線図を比較することで、界面における化学反応の予測が可能であることを見出した。

(2) 連続加工性の評価

Cu のパターニングにおいて、PEM スタンプの連続加工性を評価した。PEM を繰り返し使用すると、イオン伝導性が低下し、それに伴い加工速度も減少することが明らかとなった。また、PEM と陰極との界面において金属薄膜の形成が確認された。劣化した PEM スタンプに対して逆電解処理を行うことで、形成された金属薄膜が消失し、加えてイオン伝導性が回復することを見出した。これにより、PEM スタンプの寿命延長が可能となった。

(3) PEM の加工性能向上

本手法における加工速度は、PEM スタンプのイオン伝導性に依存する。これまでの研究により、純水に浸漬した PEM スタンプは乾燥状態の PEM よりも高いイオン伝導性を示し、加工速度の向上に寄与することが示されている。さらに、微量の金属イオンを PEM 内部に浸透させることで、より高いイオン伝導性が得られることが分かった。これにより、従来の PEM スタンプでは実現困難であった高加工速度が達成され、Cu の貫通加工の実現が可能となった。