

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

橋本 将明

慶應義塾大学 理工学部
助教(有期)

低消費電力な超長ストローク熱駆動 MEMS アクチュエーターの開発

研究成果の概要

膨大な熱エネルギーを消費して機械エネルギーを得てきた社会が、カーボンニュートラル社会にシフトしていく上で、熱エネルギーを高効率に機械エネルギーに変換可能なハードウェアの設計・製造技術は不可欠である。本研究の目的は、熱収縮・膨張材料である二酸化バナジウムを用いた低消費電力で超長ストロークな熱駆動型 MEMS アクチュエーターを開発し、マイクロマシンにおける熱-機械エネルギー高効率変換技術を創出することである。これら基盤技術の創出により、省エネルギーで現実世界に機械的に力強く作用するという意味で、マイクロスケールリアル空間を強靱にするハードウェアが実現する。

本年度は、低消費電力で超長ストロークな熱駆動 MEMS アクチュエーターの熱設計と微細加工に取り組んだ。熱設計においては、アクチュエーター各構成要素の熱容量、熱抵抗等を集中定数モデリングした上で熱機械連成有限要素解析を行い、ジュール加熱用電気回路の幾何形状を最適設計した。これら最適化によって数分の1程度に消費電力を抑えることができ、低消費電力で超長ストロークな MEMS アクチュエーターの設計に成功した。微細加工にあたっては、厚み・体積収縮率・残留応力といった二酸化バナジウムの膜質がアクチュエーター性能に影響するため、二酸化バナジウムの成膜条件を探索した。スパッタ成膜プロセスとポストアニーリングプロセスにおける複数のパラメーターを最適化することで、厚膜かつ低残留応力な二酸化バナジウム薄膜の合成法を確立した。厚膜かつ低残留応力な二酸化バナジウムを成膜可能になったことから、次に表面・バルク微細加工を用いたアクチュエーター本体の作製に着手した。考案した微細加工プロセスフローに沿って各プロセスの条件出しを行い、Si 基板上にアクチュエーターの構成薄膜をパターンしたテストチップを作製した。今後は、Si 基板をシリコン深掘り加工し、アクチュエーター自立薄膜を作製する。