

審査の結果の要旨

氏名 永井萌土

本論文は「ツリガネムシを駆動源とするマイクロシステム」と題し、7章からなる。微生物であるツリガネムシの繊毛と伸縮する柄とに着目し、その動作特性、制御方式、マイクロシステム内に組み込む技術などを研究することで、ツリガネムシを駆動源とするミキサーやバルブの実現可能性を示した。

第1章は序論である。人工物だけで作るマイクロマシンの限界を超えるため、微生物を駆動に利用するという新しい考え方にに基づき、ツリガネムシを利用した生物・人工物融合マイクロシステムを提案し、本論文の目的と研究の意義を提示している。

第2章では、ツリガネムシを利用したマイクロシステムの設計を可能にするため、繊毛と伸縮する柄についてそれぞれの駆動特性を測った。測定法と、測定結果に関して詳細に述べている。

第3章は、ツリガネムシとマイクロシステムの融合技術の開発である。培養したツリガネムシを培養容器から分離した後、微生物および人工物表面を適切に改変することで、マイクロシステム内の望みの位置に付加する方法を新たに考案し、実験で有効性を確かめた。

第4章では、マイクロ流体デバイスを用いたツリガネムシの駆動制御について論じている。柔らかい材料であるポリジメチルシロキサンを材料にしたマイクロ流路の2層構造を作り、一方の流路中の液体の流れを、他方の流路に加える圧力でオンオフ制御するデバイスについて述べている。このデバイスを用いて、ツリガネムシが入った微小容器のカルシウム濃度を増減した。濃度増大で柄が縮み、濃度減少で伸びることを確かめた。

第5章では、ツリガネムシの繊毛が起こす渦流を利用して、液体を混合するデバイスを製作し、液中に混ぜた粒子の動きから攪拌動作を実証した結果について述べている。

第6章では、微小流路中のマイクロ構造に付加したツリガネムシの柄の伸縮を利用し、構造を動かすことで弁の開閉をするマイクロバルブを提案している。柄の収縮力に基づきバルブの構造を設計した。デバイスの要素となる構造を、ツリガネムシで駆動できることを確かめた。

第7章は結論であり、本論文で得た成果をまとめ、その意義を論ずるとともに、今後の研究の進むべき方向を述べている。

以上これを要するに、本論文は、生物・人工物融合マイクロシステム概念を提案し、ツリガネムシで駆動する流体システムに関して、設計基礎データとしてのツリガネムシの駆動特性の評価、ツリガネムシを人工物に付加するプロセスの考案、マイクロ流体システムによる駆動制御実験、ツリガネムシで駆動するミキサーやバルブの設計と基本機能の実証を行い、提案した概念の実現可能性を示したもので、電気工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。