

博士論文（要約）

自律可動型マイクロエージェントの
実現に向けた電力伝送及び静電駆動
手法に関する研究

Wireless Power Transfer and
Electrostatic Actuation Methods
towards Realization of Autonomous
Movable Micro Agents

平成 30 年 11 月 30 日提出

指導教官 三田 吉郎 准教授

工学系研究科 電気系工学専攻

37-167078 宇佐美 尚人

本博士論文では、3次元的に自律可動型形エージェント catom からなる、自律分散ロボットの一種であるプログラマブルマターの実現に向けた要素技術において、どのような点に着目すべきかを明らかにした。第一章では、取り組むべき自律システム及び自律分散システムについて述べた後、微細加工技術の見地から各技術のスケラビリティに着目した考察を行った。そこから、取り組むべき要素技術をピックアップした。

第2章に関しては、静電駆動に必要な条件を実験と計算から明らかにした。観察によって、平面上の回転に本来トルクの閾値が存在しない円筒模型が、変形によってトルクを要求するようになることを明らかにした。それと同様に、3次元 catom についても回転に際して、寸法と重量から決定されるトルクを要求することを明らかにしている。また、実験によって微小なサイズの3次元 catom 模型を動作させることができた。

第3章については、複数給電方式の磁界共鳴伝送、とりわけ SIMO 方式が適していることを論じた。その際に低相互インダクタンスがシステム設計において過剰な電流を要求することを示した。高いインダクタンスをもつ高密度なインダクタがこの問題を解決できることを示唆し、実際にシリコン埋め込み型インダクタがサイズに対して高インダクタンスかつ Q 値も大きくは低くならないことを示した。

第4章では、超臨界流体成膜を用いた銅シード層の作製を目指した。本研究を通じて、CVD などと同様に超臨界流体成膜を選択的に行えることを世界で初めて発見した。これを利用して超臨界流体成膜された銅をダメージレスに Greek Cross 構造として窒化チタン上にパターンニングし、その膜質について検証することができた。その後、ALD によって製膜された窒化チタン上への製膜について検証した。いくつかの条件で成膜をした結果、ALD 由来の窒化チタンは超臨界流体成膜された銅薄膜の下地には向いておらず、下地を変更する必要があることが分かった。

第5章では、以上4章の内容をまとめ、それぞれの結果について考察を行った。また、それを踏まえた上で、今後の自律可動型エージェントの開発の展望について述べた。