The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	２自由度電磁アクチュエータに関する研究
Author(s)	堺谷, 洋
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61732
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　堺谷　洋　　）	
論文題名	２自由度電磁アクチュエータに関する研究

論文内容の要旨

本論文は，１台で２軸周りの回転運動が可能な，２自由度アクチュエータに関する研究報告である．

第１章では，現在多くの研究開発，産業応用が進められているロボットについて紹介し，それらに用いられている要素技術について述べた．ロボットの要素技術の１つであるアクチュエータに関しては，電磁アクチュエータ，油圧アクチュエータ，空気圧アクチュエータの３つが主に用いられており，それらの中でも電磁アクチュエータが，多くのロボットで使用されていることを述べた．しかしながら従来の電磁モータ，リニアモータを用いて，ロボットのような多自由度システムを実現する場合，アクチュエータ数増加に起因する問題が生じており，これらの課題を解決するために開発されている，多自由度アクチュエータを紹介した．また，多自由度アクチュエータは実用化に至っておらず，産業応用のためにどのような課題があるかを明らかにした．本論文では，具体的に，多制御相数，複雑な制御手法，トルク特性の偏りに焦点を当てて，これらの課題を解決する２自由度アクチュエータを提案することを述べた．

第２章では，２自由度ガイド型電磁アクチュエータを提案した．本アクチュエータは，モータと同様の磁気回路を有するアクチュエータを直交配置し，それらの可動子の出力をガイド機構によって合成し，２自由度出力を得る構造であった．アクチュエータの構造と動作原理について述べ，シミュレーションと実機を用いた実験によって，提案アクチュエータの特性を確認した．シミュレーション結果より，電流トルクがコギングトルクに対して支配的であり，良好な制御性を有していることを確認した．実機検証の結果からは，従来のモータと同様の制御手法を用いることが可能で，定常状態においては，0.5度以内で位置決めが可能であることを確認した．

第３章では，２自由度差動結合型アクチュエータを提案した．本アクチュエータは，先行研究で提案されていたモータと，自動車に搭載されているディファレンシャルギアを利用した２自由度機構を，磁気的に置換しアクチュエータとして再構成したものである．提案アクチュエータの構造と動作原理について述べ，シミュレーションによって静トルク特性，動トルク特性を確認した．結果，任意の姿勢において同等のトルク特性を有しており，２組の３相交流と簡易な制御で，単軸回り，２軸周りの動作が可能であることを確認した．

第４章では，各章で得られた成果を要約した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　堺谷　洋　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	平田　勝弘
	副 査	教授	荒井　栄司
	副 査	教授	中谷　彰宏
	副 査	教授	南埜　宜俊
	副 査	教授	浅田　稔
	副 査	教授	菅沼　克昭
	副 査	准教授	宮坂　史和

論文審査の結果の要旨

近年、人型ロボットやドローンなどに代表される多自由度システムの普及が進んでいる。これらの多自由度システムは１自由度アクチュエータを用いて実現されており、自由度の増加に伴う様々な問題を抱えている。１台で多軸駆動が可能な多自由度アクチュエータは、現在の多自由度システムが有する課題を解決し得るものとして期待されており、世界中の様々な研究機関で開発が進められている。多自由度アクチュエータには、独自の制御手法、制御機器が必要であり、またアクチュエータの特性が姿勢に応じて大きく変化してしまう、といった問題があり、多自由度アクチュエータの普及を進めるうえで、これらの課題は解決されることが望ましい。

本論文は、従来の３相同期モータの制御手法と制御機器を利可能で、姿勢に依存しないトルク特性を有する２自由度アクチュエータに関する研究内容である。

第１章では、研究背景について述べられている。

第２章では、２自由度ガイド型電磁アクチュエータを提案している。本アクチュエータは固定子、２つの可動子、可動子を接続するガイド機構によって構成されている。提案アクチュエータに関する基本構造と動作原理について述べ、シミュレーションと実験から２自由度の動作が可能であることを確認している。本アクチュエータは従来の制御機器と制御手法を解決可能であり、姿勢に依存しないトルク特性を可動子は有しているが、可動子支持機構に由来する、駆動範囲上の特異点が存在することを確認している。

第３章では、２自由度差動結合型アクチュエータを提案している。本章で提案されているアクチュエータは、先行研究で提案されていたモータと、自動車に搭載されているディファレンシャルギアを利用した２自由度機構を、磁気的に置換しアクチュエータとして再構成したものである。提案アクチュエータの構造と動作原理について述べ、シミュレーションによって静トルク特性、動作特性を確認している。続いて実験において、静トルク特性検証と位置決め制御実験が実施され、提案アクチュエータがシミュレーションと同等の静トルク特性を有すること、誤差0.12度程度で位置制御が可能であることを明らかにしている。提案アクチュエータは、従来の制御機器と制御手法を利用可能であり、姿勢に依存しないトルク特性を有している。また、駆動範囲において特異点は存在しない。

以上のように、本論文で提案された２つの２自由度アクチュエータは、上述の多自由度アクチュエータが抱える課題に対する解決策として有用であり、今後の多自由度アクチュエータの普及に貢献すると期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。