Osaka University Knowledge Archive

Title	精密モータの高精度回転技術に関する研究
Author(s)	後藤, 誠
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38714
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 78 】

氏　　名	後　藤　　誠（ごとう まこと）
博士の専攻分野の名称	博　　士　（工　　学）
学 位 記 番 号	第　1 1 0 1 6　号
学位授与年月日	平 成 5 年 12 月 15 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	**精密モータの高精度回転技術に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授　宮崎　文夫 （副査） 教 授　吉川　孝雄　　教 授　須田　信英

論 文 内 容 の 要 旨

［要　旨］

本論文は，精密モータの高精度回転技術に関する研究をまとめたものである。特に，精密モータ自体の発生するトルク変動を低減するトルク変動低減技術の開発，およびトルク変動外乱による精密モータの制御量変動を低減する外乱抑制制御技術の開発について，研究開発した技術内容と応用例をまとめた。

制御用の精密モータは，民生用機器や産業用機器の各種の駆動動力源として年間1億個以上が生産され，各機器の性能や機能に直接関係した重要な役割をはたしている。その最も基本的な課題は，なめらかに回転し回転変動の小さい精密モータの実現（高精度回転技術の開発と確立）にある。回転変動を生じさせる原因は，主にモータに加わる外乱トルクである。そのため，高精度回転技術の開発には次の2つの方向があり，それぞれについて技術開発を行った。

（A）　トルク変動低減技術：モータ構成の改良

モータ自体の発生するトルク変動を小さくする。

（B）　外乱抑制制御技術：制御方式の改良

制御装置によって外乱トルクの影響を抑制する。

トルク変動低減技術として「補助溝法」と「補助溝・補助突極法」を開発し，その開発技術内容および実用化例について述べた。

（A 1）　補助溝法の開発

永久磁石の磁極と電機子鉄心の突極との磁気的な相互作用を考察し，トルク変動の主要原因であるコギングトルクの物理的な発生機構を解明した。解析結果に基づいて，コギングトルクの新しい低減方法（補助溝法）を開発した。補助溝法を適用した精密モータを試作し，解析結果の妥当性と実際の有効性を実験確認した。

（A 2）　補助溝・補助突極法の開発

永久磁石の磁極と電機子鉄心の巻線電流の相互作用によって発生する電磁トルクの発生式を導きだし，トルク変動の主要原因であるトルクリプルの物理的な発生機構を解明した。解析結果に基づき，トルクリプルとコギングトルク

を同時に低減する新しい方法（補助溝・補助突極法）を開発した。補助溝・補助突極法を適用した精密モータを試作し，解析結果の妥当性と実際の有効性を実験確認した。

（A３） トルク変動低減技術の応用例

補助溝法の代表的な実用化例として，キャプスタンモータ（テープ駆動用精密モータ）とシリンダモータ（回転ヘッド駆動用精密モータ）を説明した。補助溝・補助突極法の代表的な実用化例として，キャプスタンモータ（テープ駆動用精密モータ）とリールモータ（トルク制御用精密モータ）を説明した。

外乱抑制制御技術として「多重周期学習補償器」と「マルチレートサンプリング学習補償器」を開発し，その開発技術内容および実用化例について述べた。

（B１） 多重周期学習補償器の開発

まず，従来の学習補償器を用いた制御系の外乱抑制特性を解析し，その問題点を明らかにした。この解析結果に基づき，外乱抑制特性を改善した新しい学習補償器（多重周期学習補償器）を開発した。多重周期学習補償器を精密モータの速度・位相制御装置に適用し，解析結果の妥当性と実際の有効性を実験確認した。

（B２） マルチレートサンプリング学習補償器の開発

学習補償器の学習メモリ数の削減方法について検討した。この検討結果に基づき，学習効果による良好な外乱抑制特性を確保しながら，学習メモリ数を大幅に削減した新しい学習補償器（マルチレートサンプリング学習補償器）を開発した。マルチレートサンプリング学習補償器を精密モータの速度・位相制御装置に適用し，解析結果の妥当性と実際の有効性を実験確認した。

（B３） 外乱抑制制御技術の応用例

代表的な実用化例として，マルチレートサンプリング学習補償器を用いた小形軽量ビデオムービーのキャプスタン制御（テープ駆動用精密モータの定速回転制御）について説明した。また，マルチレートサンプリング学習補償器の効果も示した。

最後に，高精度回転技術として開発した上記のトルク変動低減技術や外乱抑制制御技術に関するまとめと今後の課題・発展について述べた。

論文審査の結果の要旨

我が国が世界に誇るAV機器のコンパクト性・高機能性は，様々な分野の技術開発によってもたらされたものである。本論文にまとめられた精密モータの高精度回転技術に関する研究も，そのような技術開発の１つに他ならない。制御用の精密モータは，民生用機器や産業用機器の各種の駆動動力源として年間1億個以上生産され，各機器の性能や機能に直接関係した重要な役割を果たしている。その最も基本的な課題は，回転変動の抑制である。本論文では，回転変動を生じさせる外乱トルクの影響を次の２つの観点から低減させる方法について検討している。第１は，トルク変動低減技術であり，これはモータ自体の設計から見直してモータから発生するトルク変動を抑えようとするものである。第２は，外乱抑制制御技術であり，制御装置によって外乱トルクの影響をできるだけ抑制しようとするものである。

トルク変動低減技術として開発した「補助溝法」と「補助溝・補助突極法」は，トルク変動の主要原因であるコギングトルクおよびトルクリプルの物理的な発生機構の解明を通して導かれたものであり，その結果はモータ設計時の重要な指針となる。またこれらの方法がキャプスタンモータ，シリンダモータ，リールモータに実用化され現在多くのAV機器に使用されていることは，本研究の完成度の高さを物語っている。一方，外乱抑制制御技術として開発した多重周期学習補償器およびマルチレートサンプリング学習補償器は，従来の学習補償器の問題点を明らかにする中で見いだされたものである。結果として導かれた学習周波数以外の周波数成分を持つ外乱に対する外乱抑制の劣化

の改善手法および学習補償器の学習メモリ数の削減方法は，実際に小型軽量ビデオムービーのキャプスタン制御に利用され，学習制御の理論的発展のみならずその普及に大きく貢献している。

以上のように，ハードとソフトの両面から行った本研究は完成度も高く，学位授与に値するものと考える。