

東京大学 大学院新領域創成科学研究科  
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻  
2013年3月修了 修士論文要旨

# 粗微動間連結分離機構を有する 精密位置決めステージ制御に関する研究

学生証番号 47116079 氏名 徳山 享大  
(指導教員 藤本 博志 准教授)

Key Words : Precise positioning, Impact force, Fast and precise positioning, Dual-Stage

近年、大型ディスプレイや携帯機器の需要が高まっており、それらの大型化・高精細化や生産速度の向上が必要になっている。そのため、大型産業機械では、生産性向上・品質向上の観点から装置の大型化・高精度化、さらにはスループット向上が求められている。これらの要求に伴い、組み込むステージの高速化・高精度化も求められる。このような用途のステージでは、高精度化を迫るため、長いストロークを大推力で駆動する粗動部と、短いストロークで精密に駆動する微動部に分割された構造とすることが多い。最小限の機能のみを微動部に残し、その構造を単純化軽量化する。その結果、微動部の固有振動数が上がり、フィードバックの高帯域化が期待できるためである。こういった粗微動に分割された構造は、大型産業機械に限らず、組立てロボットやHDD、光ディスク等、様々な分野で研究がされている。

一般に、粗微動の構造では各々を独立に制御する。制御上は簡単だが、微動用モータに加減速のための推力が必要となる。HDDで用いられる2段アクチュエータでは、粗動部が停止中に微動部で位置決めを行う。そのため、粗動部での外乱が微動部に影響しない。

ところがスキャンステージでは、粗微動ともに速度をもった状態で精度が必要となるため、粗動部での外乱が微動部へ影響を与える。ここで、加減速時のみ微動部と粗動部を連結し、一定速時は各々を分離する構造を付加することにより、粗動部での外乱が微動部へ影響を与えず、さらに微動用モータを小型化できる。その結果、より軽量化でき、高速化・高精度化に有利である。そこで、本研究グループでは、粗微動間の連結分離機構を有するステージを製作した。

粗動部には、駆動力の大きいモータを使い、テーブルを大きく加減速させる際に用いる。微動部には、駆動力の小さいモータを使い、テーブル速度が一定であるスキャン動作時に用いる。ステージを粗動部と微動部に分割することにより、粗動部は高トルク出力が可能なアクチュエータを用い、微動部には高精度駆動が可能なアクチュエータを用いる等、ステージやコントローラの設計の自由度が増し、更なる高速高精度位置決めが可能となると考えられる。

粗微動間の連結分離機構を有するステージでは、微動部 - 粗動部間の連結部にはギャップが設けられていることにより、粗動部で加減速を行う際に連結部で衝突力が生じ、追従性能の劣化や、装置の劣化を招きうる。そのため、粗動部で加減速を行う際に衝突力を緩和させる制御を行う必要がある。本研究では、粗微動間の連結分離機構を有するステージのモデル化や衝突が発生しない指令値の生成、衝突後の衝突力抑制、衝突前の衝突力抑制をするための制御系を提案し、その有効性をシミュレーション及び実験により確認した。