

光ディスク装置の対物レンズアクチュエータ
における駆動系の高精度化

2015 年度

木村 勝彦

主 論 文 要 旨

報告番号	甲	第	号	氏 名	木村 勝彦
主論文題目： 光ディスク装置の対物レンズアクチュエータにおける駆動系の高精度化					
(内容の要旨) 光ディスク装置の記録容量と転送速度の向上のために、光スポットの高精度位置決めを実現する対物レンズアクチュエータが必須である。対物レンズアクチュエータの動作特性は、加速度感度、振動特性、対物レンズ光軸精度に集約される。本研究では、対物レンズアクチュエータの動作特性を表す解析モデルと、動作特性向上を実現する機構技術を提案し、量産製品に適用可能な構造を具現化することを目的としている。 第1章では、本研究の背景と目的を示している。 第2章では、光ディスク装置の仕様に基づき、対物レンズアクチュエータに求められる動作特性である加速度感度、振動特性、対物レンズ光軸精度の目標値を示している。 第3章では、光ディスク装置の高速化に直接関わる対物レンズアクチュエータの加速度感度について、従来用いられてきた電流加速度感度と電圧加速度感度に加えて、それらの相乗平均で定義された電力加速度感度を新たに導入している。電力加速度感度を指標とすることで、駆動コイルの質量が可動部の質量の 1/2 の場合に、電力加速度感度を最大化できることを明らかにしている。 第4章では、対物レンズアクチュエータのサスペンションワイヤ支持系を対象として、減衰材として付加するシリコンゲルを粘弾性体のばねとして表した振動モデルを用いて、一次の振動モードの主共振特性を導出している。解析と実験の結果から、本モデルを用いることで主共振特性を簡便に精度良く設計できることを示している。 第5章では、可動部の弾性変形モードによる高次の振動モードについて、振動モードと駆動力分布を組み合わせた高次共振振幅の低減手法を提案している。駆動点における駆動力と振動モードの積で定義される駆動力成分の総和をゼロに近づけるように駆動コイルとマグネットを配置することで、高次共振振幅を抑制できることを示している。 第6章では、光ディスクの高密度化時に必要となる、並進動作時の対物レンズ光軸傾きの低減手法を提案している。駆動コイルに作用する磁束密度分布の解析結果を基に、コイルの一方で増加する磁束密度分布と、コイルの他方で減少する磁束密度分布を組み合わせることで、ローリングモーメントを低減できることを明らかにしている。この指針に基づいて、トラッキングコイルのクロス配置およびインナーマグネットの配置という従来にない系を考案し、これによって対物レンズの静的傾きとローリング共振時の動的傾きを効果的に低減できることを示している。 第7章では、各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約している。 以上によって、光ディスク装置の対物レンズアクチュエータにおいて、動作特性の向上が可能な駆動系の設計方法を提案し、光ディスク装置の大容量化と高速化の実現を検証している。					

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, Given name KIMURA, Katsuhiko
<p>Title</p> <p style="text-align: center;">High-precision Driving System of Objective Lens Actuators for Optical Disc Drives</p>		
<p>Abstract</p> <p>The data capacity and the data transfer speed in optical disc drives have been increased. Objective lens actuators equipped with those drives are required to realize high-precise positioning of an optical spot focused on a disc. Technical issues regarding driving performances of objective lens actuators are summarized in acceleration sensitivity, vibration characteristics and tilt accuracy of the objective lens. The purpose of this thesis is to derive analytical models of objective lens actuators in order to provide their driving system applicable to mass production with higher driving performances.</p> <p>Chapter 1 describes research background and objectives.</p> <p>Chapter 2 clarifies target values of the acceleration sensitivity, the vibration characteristics and the tilt accuracy of the objective lens derived from the specifications of large-capacity and high-speed optical disc drives.</p> <p>Chapter 3 derives the acceleration sensitivity with respect to the power consumption, which is defined by the geometric mean of the acceleration sensitivity with respect to the current and the acceleration sensitivity with respect to the voltage conventionally used. The maximum acceleration sensitivity with respect to the power consumption is achieved when the mass of coils is half of the mass of the moving part of an objective lens actuator.</p> <p>Chapter 4 addresses vibration characteristics of a supporting system with suspension wires of the objective lens actuator. For the modeling of the supporting system with suspension wires, silicone gel added to suspension wires as a damping element is considered as a viscoelastic spring, and its elastic modulus is expressed as a function of the frequency. This vibration model yields the main-resonance characteristics of the first-order vibration mode. Simulated results with this model showed good agreement with experimental results.</p> <p>Chapter 5 discusses resonances of higher-order vibration modes resulting from elastic deformation of the moving part at high-frequency regions. A proposed design method considering the vibration modes combined with the driving force distribution was applied to reduce the resonance amplitude. Simulated and experimental results showed that the higher-order resonance amplitude was decreased by carefully optimized arrangement of coils and magnets using this method.</p> <p>Chapter 6 describes a proposed method of reducing the tilt angle of the objective lens to improve recording and reading performances in high-density optical discs. Based on simulated results of magnetic flux density affecting the coils, it is revealed that the rolling moment is reduced by arranging the magnetic flux densities increasing at one side of the coil and decreasing at the other side of the coil. The cross layout of the tracking coils and the inner-magnet layout were devised according to this principle. Static tilt and dynamic tilt at the rolling resonance were reduced effectively with these structures.</p> <p>Finally, Chapter 7 summarizes the results of this study.</p>		