



する技術として本論文のテーマである MEMS 光スキャナを提案した。次に、レーザ顕微鏡用 MEMS 光スキャナを実現するための課題を明らかにした。

第2章では、本研究の光スキャナについて、その基本性能および信頼性に大きな影響を与えるトーションバーヒンジを構成する材料について、その単体での基本特性評価結果を述べた。ポリイミドおよび単結晶シリコンを候補材料として、材料およびヒンジ寸法と特性の関連性を効率的に検討するために新規に評価手法を考案し、それぞれの長所・短所および設計に必要なポイントを明らかにした。

第3章では、光スキャナの低消費電力化を図るために低抵抗メッキコイルを提案し、その作成プロセスについての基礎検討結果について述べた。高アスペクト比の電解メッキを行うために不可欠の技術である高アスペクト比フォトリソグラフィ技術および電解銅メッキについてその開発成果を述べ、作成可能なコイルの仕様を明らかにした。

第4章では、レーザ顕微鏡用スキャナに不可欠である閉ループ制御を実現するためのセンシング技術および駆動・制御技術について説明し、その原理検証結果について述べた。電磁駆動型スキャナに適したセンシング方式として、二重コイルおよび単一コイルを用いる方式について比較検討を行い、長所、短所を明らかにするとともに、実際に光スキャナ試作品を評価して採用する方式を決めるという方向付けをした。また、駆動時の消費電力低減および小走査角時の性能確保に不可欠なセンシング感度向上に有効である、高効率磁気回路設計と独自に開発したスキャナ実装方式についても説明した。

第5章、第6章では、第2章で検討した2種の材料をそれぞれ用いて光スキャナを設計、試作、評価した結果について述べた。

第5章においては、ポリイミドヒンジ光スキャナについて、その特徴である耐衝撃性や耐久性について製品化技術としての有望性を見出せたものの、レーザ顕微鏡用光スキャナとしての基本的な性能である走査角や共振周波数、ミラー平面度等が目標に対して未達であり、この用途では使用が難しいと判断するに至った経過を述べるとともに、用途によってはポリイミドヒンジの特徴が有効に活かせる可能性があることを示した。

第6章では、単結晶シリコンヒンジ光スキャナについて、初期性能として目標仕様達成が確認できたことについて述べ、開発ターゲットを単結晶シリコンヒンジに絞り込んだ経緯を総括した。さらに、第4章で検討したセンシング方式を評価・比較し、二重コイル方式を選択した。

第7章では、第6章までで開発した光スキャナを実際のレーザ顕微鏡製品に搭載して評価を行い、顕微鏡用として十分な性能を有していることを確認した。また、製品搭載用として最重要である耐久性についても十分であることが実験結果として得られたことを述べた。以上の結果としてこの光スキャナがレーザ顕微鏡新製品に搭載された。

第8章では、MEMS 光スキャナの将来展望として、一体型二次元スキャナによるレーザ顕微鏡光学系小型化の可能性や、MEMS スキャナのその他の応用可能性について述べた。特に本研究で取り上げたポリイミドヒンジの応用可能性について示した。また、スキャナ機能以外の機能集積化可能性についても言及した。

第9章では本研究を総括し、結論を述べた。