

論文の内容の要旨

論文題目 小型光ヘッドスライダアセンブリの微小浮上特性
および光学再生特性に関する研究

氏名 廣田 輝直

光ディスクでは記録再生スポットの微細化が光の回折限界によって制限されるため、その面記録密度は物理的な限界に達しようとしている。この回折限界を超えた高密度記録を実現するための新しい信号再生技術の一つに開口型近接光記憶技術がある。微小な開口近傍に生成される近接場光は回折限界を超えた空間分解能を持ち、近接場光学顕微鏡(SNOM)などに応用されているが、これを磁気ディスクにおいて実績のある浮上スライダに搭載し、記憶装置として必須の高速再生と高速トラッキングを実現しようとする試みである。現在、信号再生の実証実験のみならず、装置化に向けた研究も始まりつつある。

こうした近接型光記憶において広帯域のトラッキングを実現するためには、ヘッドスライダ上の微小開口への光の導入機構をいかにコンパクトに構成するかがポイントとなる。本論文では、近接型光記憶ヘッドの小型化および高トラッキング帯域化に向けて、複数のヘッド機構・ヘッドアセンブリ構成法を提案し、実験的にその有効性を示した。

第1章では、近接型光記憶ヘッドが必要とされている背景を、従来の光記憶における問題点・課題点を列挙しながら述べる。また、回折限界を超える記録密度をめざし提案されているいくつかの新しい光記憶技術について述べ、本論文で扱う開口型近接光記憶技術の特徴を明らかにする。

第2章では、有機光導波路に直接浮上スライダ用のパットパターンを形成し、加えて有機光導波路の柔軟性を利用しサスペンションの機能をも持たせることで、一体型浮上スライダ・サスペンションを構成する方式(フレキシブル光ヘッドスライダ)を提案した。一体成形は、アSEMBル・光軸調整を不要とし、さらに小型・軽量化によるトラッキング性能の向上が期待できる。

静的および動的な浮上特性の評価を行い、最小すきま 70nm 程度まで安定して浮上動作することを確認した。また面

外方向の外乱抑圧性能を評価し浮上スライダが動的にも安定であることを示した。

第3章では、上記フレキシブルヘッドスライダについて、サブミクロンサイズの微小開口を有するスライダサンプルを試作し、蒸着金属膜をパターンニングして作製した ROM 媒体上で信号再生実験を行い、200nm 線幅程度のテストパターンを安定して再生できることを示した。

第4章では、磁気ディスクと同様の浮上スライダへの、光導入機構として、スライダを支持するサスペンション機構に光導波路を組み込む方式を提案した。サスペンション機構において、スライダの姿勢を制御する役割を持つフレキシャ(通常はステンレス製)自体を有機光導波路で構成する。このためヘッドアセンブリの小型化を図ることが出来る。

3mm×3mm サイズのシリコンスライダに実装し、フレキシャとしての静的、および動的特性を評価し有効性を確認した。

第5章では、上記導波路一体型サスペンション機構を用い、再生実験をおこない、実行スペーシング 70～80nm で 0.8 μ m 線幅程度のテストパターンを安定して再生できることを示した。

第6章では、近接場光を用いた近接型光記憶におけるヘッド-媒体間のスペーシングの低減を目的として、動圧アシスト型接触型スライダを提案した。ヘッド-媒体間が高屈折率の潤滑剤で満たされるため透過効率の改善が期待できる。流体潤滑圧力によって接触パッドへの接触力を低減する形式のスライダを提案し、アコースティックエミッションセンサにより低接触圧が実現されている事を確認した。

第7章では、各章において得られた成果を総合することで実現されるべき高密度光メモリの最終形態を検討した。また、今後取り組むべき技術開発について整理した。

第8章において以上で得られた結果を総括している。

目的: 開口型近接場光記憶における近接走査機構の開発 (第1章)

従来の光メモリと異なり
近接場光記憶では近接走査機構が必要

浮上スライダ機構の採用

解決しようとする課題

HDD と異なり光学系を搭載
高精度トラッキングのため大幅な小型・軽量化が必要

ヘッドメディアスペーシング
低減による光透過効率の向上

提案 (長所)

フレキシブル一体型
光ヘッドスライダの提案
(第2章、第3章)

光導波路の成形性を生かし
ヘッドアセンブリの
完全一体成形
(小型化・耐衝撃性・アセンブリ・光学調整不要)

導波路一体型
サスペンションの提案
(第4章、第5章)

光導入系を
サスペンションと一体化
開口効率が向上に有利な
ハードスライダ形態
(高密度化)

接触型
光ヘッドスライダの提案
(第6章)

究極のヘッドメディア
スペーシング低減
↓
高効率化
↓
高密度化

成果

スライダサイズ 0.5mm 角
200nmL&S パターン
再生デモに成功
主共振周波数 8.8kHz を達成

50%スライダ用サスペン
ションと同サイズ
800nmL&S パターン
再生デモに成功

AE 信号、摩擦力の評価
接触力軽減を確認

開口型近接場光メモリの総合設計 (第7章)
最大の課題であった浮上スライダへの光導波技術にめど
既存の光ディスク・HDD・SNOM 技術と組み合わせた装置設計

結論 (第8章)
現実的なサイズ・質量のヘッド機構を実現
実形態に近い条件での実時間・実速度ヘッド光学特性評価

アプリケーション

- ・エンクロージャ可換 ROM 媒体
- ・大容量コンテンツ配布
- ・超小型光ディスク
- ・表面検査装置への応用

- ・超大容量コンテンツ配布
- ・可換型 RAM
- ・HDD 置き換え

- ・ハードスライダ形態のさらなる高効率化