

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	武者 敦史
審査委員	主査 岡本 好弘 副査 山田 芳郎 副査 小林 真也 副査 仲村 泰明

論文名

審査結果の要旨

年々増大するデジタルデータに対応した情報ストレージシステムの構築が様々な分野で重要な課題となっている。また、大規模データセンターへの情報の一極集中も同時に進み、データセンターを中心に大量データを長期間、安全・安価に保管したいという要求は今後益々強くなると予想される。磁気テープストレージシステムは、保存データの長期安定性、信頼性(低ビットエラーレート)、コストパフォーマンス(低容量単価、省電力)の観点から、これら要求の解決策となり得るため、磁気テープストレージシステムの大容量化は社会的要請の強い課題である。磁気テープシステムの大容量化には、媒体、磁気ヘッド、高精度サーボトラッキング、信号処理等の要素技術開発が重要であり、中でも信号処理は技術開発の余地が大きく、容量向上への寄与が大きいと期待されている。

本論文は高密度磁気テープシステムに適した信号処理方式の研究をまとめたもので、①垂直配向したバリウムフェライトテープ媒体の再生信号に適した信号処理方式、②磁気テープシステム特有の搬送速度変動が大きい記録再生系において安定に動作するタイミング・リカバリ方式を提案することを目的としており、主な成果は以下のとおりである。

1. 塗布型垂直配向バリウムフェライト媒体に適した PR (Partial Response) ターゲットについて検討している。磁気テープと同様の磁気記録媒体であるハードディスク装置 (HDD: Hard Disk Drive) は、長手磁気記録方式から垂直磁気記録方式に移行する際、媒体の磁化方向だけでなく、単磁極記録ヘッド、及び軟磁性裏打ち層の採用、DC 成分を持つ PR ターゲットの選定という、記録媒体、記録磁気ヘッド、信号処理方式の三要素を垂直磁気記録に適した形態に同時改良し、今日の高記録密度化を実現した。一方、磁気テープシステムでは、バリウムフェライト媒体は垂直磁化成分を持つものの、軟磁性裏打ち層を設けず、長手磁気記録用に開発されたリングヘッドによる記録方式を採用している。本論文では、かかる記録再生系に適した PR ターゲットを検討し、従来のメタル媒

体に対して、高い信号対ノイズ比 (SNR: Signal to Noise Ratio) を有するバリウムフェライト媒体の性能を引き出すことを目指している。配向の異なる塗布型バリウムフェライトテープ媒体に対する記録再生実験により、それらに適した PR ターゲットを検討した結果、磁性体の配向方向によらず、現行システムで採用されている状態数が 16 以上の GPR (Generalized Partial Response) チャンネルにおいて、DC 成分を持たない PR4 チャンネルを拡張したターゲットが良好な性能を発揮することを明らかにしている。これは、現行システムに採用されている記録再生方式及び信号処理方式が垂直配向バリウムフェライトテープ媒体にも良く適合することを示しており、バリウムフェライトテープの改良により更なる記録密度向上が可能である。

2. 高密度磁気テープシステムにおけるタイミング・リカバリ (TR) 回路の動作安定性の向上について検討している。磁気テープシステムは HDD に比べて媒体搬送時の速度変動が大きいという特徴がある。このため、今後、高密度化に伴う記録再生系の低 SNR 化に対して、TR 機構の動作安定が不可欠である。TR 機構は一連の信号処理回路の中で前段に位置し、これが適切に機能しないことには、高度な誤り訂正方式を適用しても、正しい信号検出は不可能である。従って、繰り返し復号方式の採用による高記録密度化には、低 SNR の記録再生系においても安定に動作する TR 方式の開発が重要となる。本論文は、TR 回路が適正に動作しなくなる Loss-of-lock 現象は TR 回路の位相誤差検出部における誤差信号の誤り伝搬が原因であることを明らかにしている。更に、この現象を抑制するため、SOVA (Soft Output Viterbi Algorithm) 復号器から得られる軟出力情報に基づく誤差信号のフィードバック制御方式を検討し、SNR が 8.0~10.5 dB の範囲において、いずれも明確な Loss-of-lock 現象の発生頻度 (Loss-of-lock Rate) に改善効果が確認された。本方式は従来から採用されてきた信号処理の回路構成に対して、新規に導入が必要な機構が全く存在しないことが特長である。このため、比較的小さな回路修正のみで実現でき、現時点で最大 32 チャンネルもの記録生素子を搭載する磁気テープドライブへの実装も容易であると考えられる。

以上、本論文において得られた研究成果は磁気テープシステムの高密度化・大容量化に大きく貢献するものと考えられる。よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値することを認める。