

2.5 インチ型磁気ディスク装置 MV10000 シリーズ

MV10000 Series 2.5-inch Hard Disk Drives

苅田 浩行
KANDA Hiroyuki

柳原 茂樹
YANAGIHARA Shigeki

嘉和知 秀俊
KAWACHI Hidetoshi

2.5 インチ型磁気ディスク装置(HDD)として、ランプ(傾斜路)ロード機構を採用した、メディア 1 枚当たりの記録容量が 3.35 G バイトの MV10000 シリーズ 2 機種を開発した。MV10000 シリーズは、薄型(高さ 12.5 mm)の装置にメディアを 3 枚実装する MV10000、および超薄型(高さ 8.5 mm)の装置にメディアを 2 枚実装する MT6000g から構成される。

面密度向上のための TC-EEPR4 信号処理技術、改良型サーボ方式、改良型の GMR ヘッドおよび低浮上用メディアの採用により、1 mm² 当たり 9.49 M ビットの高記録密度を実現し、従来比で約 1.5 倍の容量増加を達成した。またランプロード機構に加え、新開発のメカニカル ラッチ機構を採用することにより、非動作耐衝撃性能を 20~40% 向上させた。

We have developed the MV10000 series 2.5-inch hard disk drives equipped with a ramp load (load/unload) mechanism. The MV10000 series consists of two models: the 12.5 mm-high MV10000 with three platters, and the 8.5 mm-high MT6000g with two platters. Each model has 3.35 GB of platter capacity.

A feature of this series is its high recording density of 9.49 Mbits/mm², enabled by the adoption of TC-EEPR4 (trellis coded-extended extended partial response class 4) signal processing technology, an improved servo method, an improved giant magnetoresistive (GMR) head, and low-flying-height media. It has one-and-a-half times the capacity of previous models. The ramp load mechanism and a newly developed mechanical latch have also enhanced its shock resistance by 20 to 40%.

1 まえがき

ノートパソコン(PC)やサブノート PC の市場拡大と液晶デスクトップ PC への採用、さらにマルチメディア技術の進展により、記憶容量の増加、耐衝撃特性の改善、および軽量化など小型 HDD に対する要求が、ますます強くなってきている。2.5 インチ型 HDD は、磁性材料技術、信号処理技術、潤滑技術などの最先端技術により支えられている。特に、ヘッド、メディアの電磁変換特性や信号処理技術の進歩による線記録密度の向上、サーボ技術の進歩による位置決め精度の向上、ヘッド低浮上化の実現で、ディスク一枚当たりの記憶容量は 1 年に 2 倍以上という急激なペースで増加している。

今回開発した MV10000 シリーズは、改良 GMR (Giant MagnetoResistive: 巨大磁気抵抗)ヘッド、特性をさらに向上させたガラスメディア、TC-EEPR4 (Trellis Coded-Extended Extended Partial Response class 4) 信号処理技術、サーボ技術の改良およびランプロード機構(ロード/アンロード機構)^(注1)の採用によるヘッドの低浮上化により、従来比で約 1.5 倍の記憶容量を達成した。また、ランプロード機構に新開発のメカニカル ラッチ機構を組み合わせることにより、耐衝撃特性も向上させた。

MV10000 シリーズの装置を図 1 に示す。

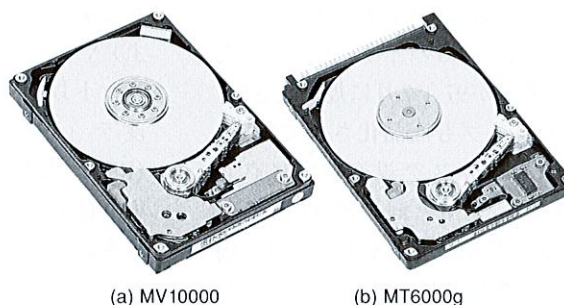


図 1. 2.5 インチ型 HDD MV10000 シリーズ シリーズは、高さ 12.5 mm で 10.056 G バイトの MV10000 と、高さ 8.5 mm で 6.495 G バイトの MT6000g の 2 機種から成る。

MV10000 series 2.5-inch hard disk drives

2 装置概要と技術的特長

MV10000 シリーズは、薄型で 10.056 G バイトの MV10000、超薄型で 6.495 G バイトの MT6000g の 2 機種から成る。MV10000 シリーズの製品仕様を表 1 に示す。

2.1 ヘッド・メディアの改良

1 mm² 当たり 9.49 M ビットの記録密度を実現するため、再生効率を改善した改良型 GMR ヘッドを採用した。

(注 1) ロード機構とは、メディア外にあるヘッドをメディア上に移動させる機構、アンロード機構とは、メディア上にあるヘッドをメディア外に退避させる機構。

表1. MV10000 シリーズの仕様
Specifications of MV10000 series hard disk drives

項目	仕様		
モデル	MV10000	MT6000g	
記録容量(フォーマット時)(Gバイト)	10.056	6.495	
磁気ヘッド数(本)	6	4	
磁気ディスク数(枚)	3	2	
線記録密度(ビット/mm)	13.38 K	13.0 K	
トラック密度(トラック/mm)	709	691	
ディスク回転数(回転/min)	4,200	4,200	
平均シーク時間(ms)	13	13	
データ転送速度	内部転送(Mbps)	158	153.3
	ホスト転送(Mバイト/s)	33.3	33.3
変調方式	TC-EEPR4	TC-EEPR4	
消費電力	リード時(W)	2.4	2.3
	スタンバイ時(W)	0.3	0.3

また、このヘッドと今回採用の TC-EEPR4 信号処理技術を組み合わせた場合に最適な特性が実現できるメディアの開発も行なった。

2.2 信号処理技術

どちらもパーシャルレスポンス方式^(注2)であるが、従来の EPR4(Extended Partial Response class 4)に代わり新たに TC-EEPR4 を採用した。このチャンネルの特性に合うヘッド、メディアと組み合わせることで線記録密度を向上させている。

2.3 耐衝撃性能

ノート PC やサブノート PC に使用される 2.5 インチ型 HDD には、動作および非動作状態での耐衝撃性能の向上に対する要求がきわめて強い。MV10000 シリーズではこれらの要求を満足させるために次の技術施策を行なった。

- (1) ランプロード機構の採用
- (2) 新方式のメカニカルラッチ機構の開発

2.4 改良型サーボ方式

この装置では、当社の従来装置に比べトラック密度を約 20% 増加させた。これはトラックピッチ換算で約 1.4 μm となり、正確なデータの読み書き動作を行うために要求されるヘッド位置決め精度は、約 0.1 μm 以下である。この精度を達成するため、特定周波数の位置ずれに対するヘッドの追従性能を向上させるサーボ系の改善を行なった。

2.5 ロード/アンロードの制御

新たにヘッドのロード/アンロード制御機能を追加した。ヘッドのロード/アンロード動作においては、ヘッドとメディアの接触によって、メディアに傷が発生しないよう、緩やかな速度でアクチュエータ(ヘッド位置を移動させるためのキャリッジ)を移動させる必要がある。このた

(注2) デジタル符号伝送において、シンボル間干渉がある領域で、おのおの孤立波形の波形干渉を利用する方式。

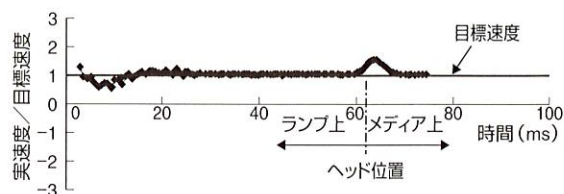


図2. ロード時のヘッド速度 ボイスコイルモータの逆起電圧を利用した、速度フィードバック制御により、緩やかなヘッドロード動作を実現した。

Head loading speed

め、ボイスコイルモータに発生する逆起電圧を検出し、速度をフィードバック制御する方式を用いた(図2)。

また、ヘッドとメディアの吸着現象を避けるため、電源やスピンドルモータの回転に異常が発生しても、確実にヘッドがランプ機構上に退避できる制御回路を採用し、信頼性を確保している。

3 記録密度の向上

3.1 改良型 GMR ヘッド

改良型 GMR ヘッドの仕様は次のとおりである。

- (1) ライトギャップ: 0.27 μm
- (2) ライトポール幅: 1.15 μm
- (3) MR トラック幅: 0.85 μm
- (4) 浮上量: 25 nm

トラック密度向上のためにライトポール幅、MR トラック幅を従来のもより狭く設計したが、出力は従来どおりのものが得られるようヘッドの再生効率を改善している。

3.2 メディアの改善

改良型 GMR ヘッドおよび TC-EEPR4 信号処理方式と組み合わせるメディアの仕様は、次のとおりである。

- (1) 保磁力: 207 kA/m
- (2) 磁化 $\text{Br} \times \text{t}: 8 \times 10^{-9} \text{Tm}$ (Br: 残留磁束密度, t: 磁性膜厚み)
- (3) 角型比: 0.7
- (4) グライド高さ: 15 nm

3.3 低浮上化

従来の CSS(Contact Start Stop)方式の装置に対し、ランプロード機構の装置では、非動作時のヘッドとメディア間の摩擦、吸着といった問題に対する配慮が不要になった。このため、従来は吸着を避けるためにある程度のメディアの突起高さ(グライド高さ)を必要としたが、ランプロード機構の装置では、これを 15 nm と従来約 65% にすることができた。また、ヘッドの浮上高さも 25 nm とし、従来装置の MV6000 シリーズに比べ約 60% の磁気的な浮上高さとなり、読出し、書込み性能の改善が図られた。

3.4 信号処理技術

TC-EEPR4はトレリスコード^(注3)のパス長を制限することによってビットエラーレート^(注4)を改善している。これによりEPR4に比較してS/N(シグナル対ノイズの比率)換算で、約2dBの改善が可能となった。この改善分を線記録密度に配分することにより、従来機種より約40%の密度向上を達成することができた。

4 信頼性の向上

MV 10000シリーズでは、次に述べる技術施策を採用することにより、耐衝撃特性を改善するとともに、装置の信頼性をさらに高めた。

4.1 ランプロード機構

従来のCSS方式に代わり採用したランプロード機構の概観を図3に示す。非動作状態において、CSS方式では

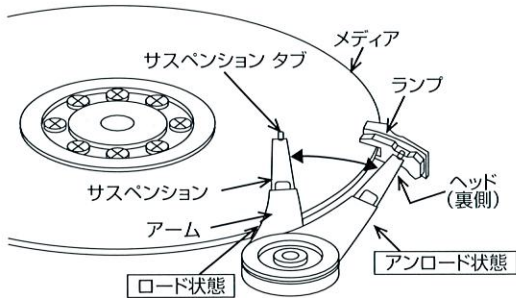


図3. ランプロード機構 非動作状態において、ヘッド、サスペンション、アームをメディア外に退避させることにより、ヘッドの低浮上化を実現し、耐衝撃性能を向上させた。

Outline of ramp load (load/unload) mechanism

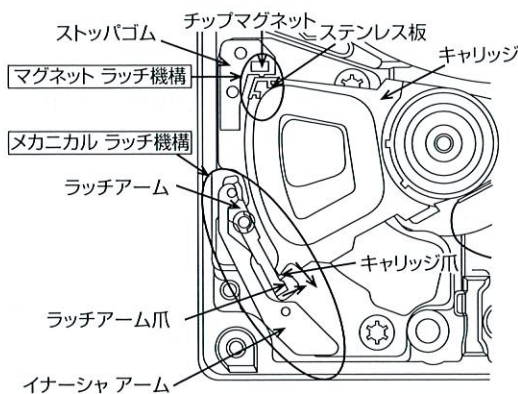


図4. ラッチ機構 マグネット ラッチ機構とメカニカル ラッチ機構を併用して、非動作状態での耐衝撃性能を向上させた。

Outline of latch mechanism

(注3) 雑音の多い伝送路で、誤り率を抑えるために考案された符号方式。

(注4) デジタル信号の1ビット単位のエラーの確率。

メディアの最内周でヘッドがメディアに接触しているのに対し、ランプロード機構ではヘッドがメディア外に退避している。装置が外部衝撃を受けた場合、CSS方式では、ヘッドがメディアから跳ね上がり、着地する際にメディアに傷を付ける可能性がある。ランプロード機構では、ヘッドがメディア外に退避しているためこのような問題は生じない。さらに、アームおよびサスペンションもメディア外に退避しているため、耐衝撃特性向上に貢献している。

4.2 メカニカルラッチ機構

非動作状態でのキャリッジを保持するため、従来のマグネットラッチ機構に加え新規開発したメカニカルラッチ機構を採用した。概観を図4に示す。

装置が受ける外部衝撃は並進衝撃と回転衝撃がある。並進衝撃および低い回転衝撃はマグネットラッチ機構で、高い回転衝撃はメカニカルラッチ機構でキャリッジを保持する。回転衝撃を受けてキャリッジがロード方向に回転すると、ラッチアームも回転してアームの爪(つめ)がキャリッジの爪とかみ合いキャリッジを止める。イナーシャアームも回転力で動作し、ラッチアームの爪が外れないよう補助する役割を受けもつ。

5 あとがき

HDDに対する大容量化、耐環境性の改善の要求は、とどまることを知らず、今後とも市場要求にマッチした製品をタイムリーに商品化することは非常に重要である。

今後業界をリードする製品の開発を行うとともに、新規分野に対応した製品も開発してゆく予定である。

文 献

- (1) 森田 功, 他. 2.5 インチ型磁気ディスク装置 M5000 シリーズ. 東芝レビュー, 52, 12, 1997, p.63-66.



菊田 浩行 KANDA Hiroyuki

デジタルメディア機器社 青梅工場 ディスク設計部主務。HDDの開発・設計に従事。電子通信学会, 日本応用磁気学会会員。

Ome Operations



柳原 茂樹 YANAGIHARA Shigeki

デジタルメディア機器社 光・磁気ストレージ開発センター 開発第一部主務。

HDDの開発に従事。日本機械学会会員。

Data Storage Development Center



嘉和知 秀俊 KAWACHI Hidetoshi

デジタルメディア機器社 青梅工場 ディスク設計部主務。HDDの開発・設計に従事。

Ome Operations