

1.8 型磁気ディスク装置 MK2003GAH/MK1003GAL

MK2003GAH/MK1003GAL 1.8-inch Hard Disk Drives

都倉 公秀

TOKURA Kimihide

楠本 辰春

KUSUMOTO Tatsuharu

1.8 型磁気ディスク装置(HDD)として、厚型(8.0 mm 厚)にメディアを2枚実装する20 GバイトのMK2003GAH、及び薄型(5.0 mm 厚)にメディアを1枚実装する10 GバイトのMK1003GALを開発した。HDDの小型化のために、低イナーシャで薄型のスピンドルモータ(SPM)とボイスコイルモータ(VCM)の新規開発、プリント基板の実装面積を低減させるために、超薄型ICパッケージ及びボールグリッドアレー(BGA)を採用することで、体積比で2.5型HDDの32%(MK1003GAL)まで小型化することが可能となった。また、モバイル機器への用途を考え、低消費電力化と、非動作時9,800 m/s²、動作時1,960 m/s²の耐衝撃性を実現した。

Toshiba has developed two 1.8-inch hard disk drives (HDDs): the MK2003GAH (20 Gbytes capacity), which holds two media in an 8.0 mm-high body; and the MK1003GAL (10 Gbytes capacity), which holds one medium in a thin 5.0 mm-high body. In order to realize the smallest body possible, we developed a thin, low-inertia spindle motor (SPM) and voice coil motor (VCM). A low-profile IC package and ball grid array (BGA) employed to reduce the mounting surface of the printed circuit board (PCB) enabled miniaturization of the MK1003GAL to 32% the size of a 2.5-inch HDD. For application to mobile devices, lower power consumption, a non-operating shock of 9,800 m/s², and an operating shock of 1,960 m/s² were also realized in this series.

1 まえがき

ミニノートパソコン(PC)の市場拡大及びノートPCの小型・軽量、低消費電力化への移行により、同様の機能でかつ記憶容量の大きいHDDが求められている。また近年、PCのみならず新携帯機器やAV機器など、今までHDDが使用されていなかった市場からも同様のニーズが強まっている。

当社では、HDDの小型・大容量化の市場ニーズに対応するため、1.8型の2機種、MK2003GAHとMK1003GALを開発した。前者は単板2枚タイプで8 mm厚、62 g、記憶容量20 Gバイト、後者は単板1枚タイプで5 mm厚、51 g、記憶容量10 Gバイトである。

また、2.5型HDDと同様に磁性材料技術、信号処理技術、潤滑技術などの最先端技術に支えられることにより、高記録密度を達成している。

更に、ICパッケージの超薄型化やBGAの採用により、少ない実装面積でのIC実装を可能とし、かつ機構部品の薄型化や、低イナーシャのVCM、SPMを新規開発することで、装置面積の小型化を可能にしている。また、機構部駆動系を含め3.3 Vの電源電圧で動作させることで、低消費電力化を可能としている。装置の外観を図1に示す。

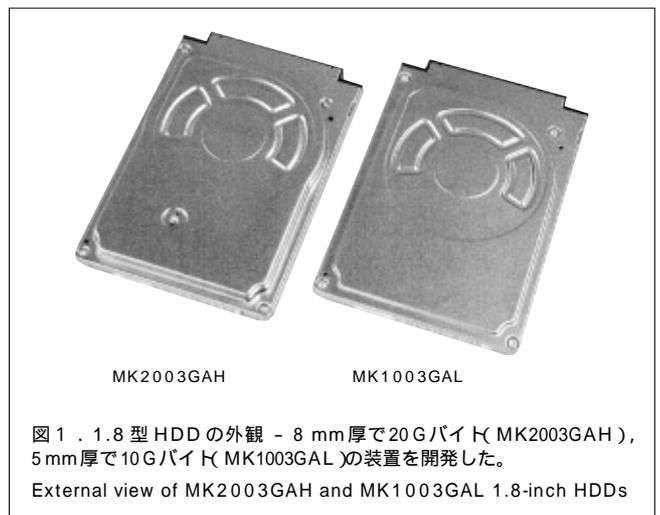


図1 . 1.8 型 HDD の外観 - 8 mm 厚で 20 G バイト (MK2003GAH)、5 mm 厚で 10 G バイト (MK1003GAL) の装置を開発した。
External view of MK2003GAH and MK1003GAL 1.8-inch HDDs

2 装置概要と技術的特長

今回開発した MK2003GAH/MK1003GAL の基本仕様を表1に示す。

2.1 小型化技術

2.1.1 機構系 外形仕様を図2に、機構内部を図3に示す。2.5型HDDに対して、MK2003GAH、MK1003GALの体積はそれぞれ51%と32%であり、構成部品の徹底的な小型・薄型化を図った。

表1. MK2003GAH/MK1003GALの仕様
Specifications of MK2003GAH and MK1003GAL HDDs

項目	MK2003GAH	MK1003GAL	
記憶容量(フォーマット時)(Gバイト)	20	10	
磁気ヘッド数(本)	4	2	
磁気ディスク数(枚)	2	1	
線記録密度(ビット/mm)	24.4	24.4	
トラック記録密度(トラック/mm)	2,237	2,237	
ディスク回転数(回転/min)	4,200	4,200	
平均シーク時間(ms)	15	15	
データ転送速度	内部転送(Mバイト/s)	115.6 - 204.4	115.6 - 204.4
	ホスト転送(Mバイト/s)	100	100
変調方式	32/34TC-EEPR4+PP		
消費電力	リード時(W)	1.4	1.4
	スタンバイ時(W)	0.2	0.2

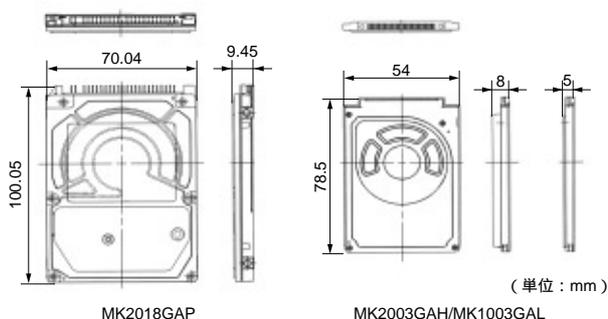


図2. 2.5型(左)と1.8型(右)HDDの寸法比較 - 2.5型に対してMK2003GAH, MK1003GALの体積はそれぞれ51%と32%である。
Dimensions of 2.5-inch (left) and 1.8-inch (right) HDDs



図3. MK2003GAHの機構内部 - 部品の徹底した小型化, 薄型化を図った。
Mechanism of MK2003GAH

基台は剛性を確保するために冷間圧延鋼板(SPCC)の精密プレス成形品を用い, SPMは三相9極の高効率かつ薄型の磁気回路を実現した。

ヘッドキャリッジは, 2.5型と同様に, ヘッドアセンブリ, VCMコイル, スペーサの積層構造とし, 軸受は, 回転トルクの小さいユニット軸受を新規に開発した。

VCMは, 小さなスペースでも最大トルクを得られるように, コイルの線径と形状, 及びマグネット, ヨークの形状を最適化した。

2.1.2 プリント基板 MK2003GAH/MK1003GALで開発したプリント基板の外形及び実装状態を図4に示す。

従来のモデルでは独立していたSRAMをハードディスクコントローラ(HDC)と一体化したインテグレーションチップを開発して, ICの数を5個から4個に減らすことにより実装面積を小さくすることが可能になった。

更に, 超薄型ICパッケージとBGAを採用することにより, IC高さを1.1 mm以下に抑え, かつ小型プリント基板への実装を可能とした。

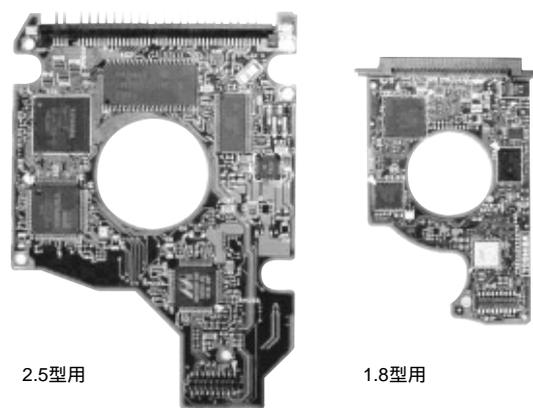


図4. プリント基板の比較 - ICをインテグレーションすることにより小さい実装面積を実現した。
PCBs of 2.5-inch and 1.8-inch HDDs

2.2 低消費電力

1.8型HDDの開発において, アナログ系/デジタル系ICの3.3V化を実現し, 更に機構部駆動系の低イナーシャ化により, 駆動系を動作させるドライバICの3.3V化も可能となった。

装置電圧の3.3V化によって, ライト/リード時で, 2.5型HDDの約62%まで低消費電力化することが可能になった。

2.5型HDD(MK2018GAP)と今回開発した1.8型の消費電力の比較を表2に示す。

2.3 耐衝撃性

モバイル機器へ搭載するためには, 耐衝撃性を向上させることが重要である。そこで, 高剛性基台, 高耐衝撃性のSPMベアリング, メカニカルラッチ機構などの採用により, 非動作時で $9,800 \text{ m/s}^2$, 動作時で $1,960 \text{ m/s}^2$ の耐衝撃性を実現している。

2.4 低騒音

機構系の小型化及びヘッド位置決め時のセトリング制御を

表2 . MK2003GAH/MK1003GALとMK2018GAPの消費電力比較
Comparison of power consumption

(単位: W)

項目	1.8型		2.5型
	MK2003GAH	MK1003GAL	MK2018GAP
スタート	1.3	1.2	2.7
シーク	1.4	1.4	2.45
リード/ライト	1.4	1.4	2.25
アクティブアイドル	0.6	0.6	0.8
ローパワーアイドル	0.4	0.4	0.65
スタンバイ	0.2	0.2	0.25
スリープ	0.08	0.08	0.1

最適化することにより、ランダムシーク時で29dBA(サウンドパワー)MK2003GAHと26dBA(MK1003GAL)の低騒音化を実現している。

3 記録密度の向上

今回開発品は1mm²当たり54.6Mビットの記憶容量があり、記録トラックピッチは約0.45μmである。この高密度な記録トラックにおいて正確なデータの読み書き動作を行うためには、ヘッド位置決め精度を約0.05μm以下にする必要がある。そして、この精度を達成するために、特定周波数の位置ずれに対するヘッド追従特性の向上、サーボサンプリング周波数を上げることでの外乱抑圧特性の向上、特定の機械共振を抑える制御方式の採用など、サーボ系の改善を行った。

また、線記録密度を向上させるために、2.5型HDDで採用されているチャンネルICを小型パッケージ化したものを開発し、チャンネル特性に合うヘッド、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。

4 信頼性の向上

当シリーズではモバイル機器への搭載をターゲットとしているため、温度環境や耐衝撃性について、従来より厳しい条件での使用に対応する必要があり、次の技術施策を行った。

4.1 耐環境性

小型で高密度実装のモバイル機器は、放熱に対しては不利であることが予想される。そこで、ICの3.3V化対応で装置の内部温度の上昇を抑えることと、ヘッド記録電流とメディア保磁力の温度依存性を最適化してライト/リード性能を改善することにより、動作時の保証温度を2.5型HDDより5高い60とした。

一方、2.5型HDDに比較してキャリッジの回転イナーシャ

が小さくなっているため、軸受自体のわずかな回転抵抗がヘッドの位置決め精度劣化の要因となりやすく、特に機械的な抵抗の上昇する低温時での対策を必要とする。今回開発品では、ユニット軸受の材質と潤滑剤を工夫することにより、広い温度範囲での回転トルクの安定化を図っている。

4.2 耐衝撃性

耐衝撃性の向上のためには、第一に基台の高剛性化が必要であるが、一方で、装置の薄型化のためには薄肉化も必要とする。また、高密度記録のためには寸法精度の確保も前提となる。今回開発品ではSPCCの精密プレス成形品の一部に機械加工を行うことにより、これらの条件を満足する基台を得ている。

また、衝撃によりSPMのボールベアリングがダメージを受けると、メディアの回転精度が低下しライト/リード性能が悪化してしまうため、耐衝撃性を改善した高剛性のボールベアリングを採用した。

更に、HDDに加わった衝撃を感知してライト動作を瞬時に停止させるためのショックセンサを、ヘッドに近い機構内部に配置することによって、衝撃を感知する精度を高めている。

4.3 ランプロード機構

2.5型HDDと同様に、ランプロード機構を採用した。今回開発品では更に、温度によるVCMトルクと機械的抵抗の変化に応じて制御パラメータを温度範囲で細分化することにより、ロード/アンロード動作の安定化を図っている。

5 あとがき

1.8型HDDで20Gバイト/10Gバイトの記憶容量を達成したことで、モバイル機器を中心に多様な機器への需要が高まることが期待される。現在1.8型HDDの量産メーカーは当社だけであるが、今回開発品の技術を基に、より高容量で信頼性の高い次代の機種開発を行うことにより、更なる市場の拡大を図りたい。



都倉 公秀 TOKURA Kimihide

デジタルメディアネットワーク社 デジタルメディアデベロップメントセンター 磁気ディスク設計部主務。
HDDの開発設計に従事。
Digital Media Development Center



楠本 辰春 KUSUMOTO Tatsuharu

デジタルメディアネットワーク社 デジタルメディアデベロップメントセンター 磁気ディスク設計部。
HDDの開発設計に従事。
Digital Media Development Center