

低騒音，耐振動，及び動作可能高度を向上させたビデオカメラ用1.8型HDD

1.8-inch Hard Disk Drive Suitable for Video Cameras

張替 亮浩 猿田 謙吾 桑原 聡

■ HARIGAE Akihiro ■ SARUTA Kengo ■ KUWAHARA Satoshi

東芝は、2000年に1.8型HDD（磁気ディスク装置）を商品化して以来、常にこの分野で業界をリードしてきた。当初パソコン（PC）用にPCカードをインターフェースとしていた1.8型HDDは、小型で軽量という利点により携帯オーディオプレーヤやノートPC、ビデオカメラなどに内蔵されるようになり、その用途が拡大している。しかし、ビデオカメラ用途では、使用環境がノートPCと大きく異なるため、特有の性能がHDDに求められていた。

今回、当社はビデオカメラ用に特化した160 Gバイトの1.8型HDDを開発した。ロード及びアンロード動作の最適化と新スピンドルモータにより騒音化を、新設計のキャリッジロック機構とサーボ制御により耐振動性向上を、更に新ABS（Air Bearing Surface）形状により従来の仕様を大きく上回る動作可能高度5,000 mを実現している。

Toshiba has consistently led the market for 1.8-inch hard disk drives (HDDs) since the release of its first 1.8-inch HDD unit in 2000. Although they were originally designed for PC cards, the use of 1.8-inch HDDs has expanded to various applications including portable audio players, notebook PCs, and so on due to their compact size and light weight. Recently, however, demand has also risen for HDDs with optimal specifications for video cameras, which are radically different from those for notebook PCs.

To meet this requirement, we have developed a 1.8-inch HDD with a capacity of 160 GB suitable for video cameras. Among the advanced features of this model are lower acoustic noise through the application of a newly developed spindle motor and adjustment of the head speed, higher robustness against vibration by applying a newly developed carriage lock mechanism and servo control, and a higher altitude specification of 5,000 m achieved by applying a newly developed air bearing surface (ABS).

1 まえがき

東芝の1.8型HDDは2000年にPCカードをインターフェースにして商品化され、その後携帯オーディオプレーヤやノートPCなどに内蔵されるようになった。1.8型HDDに求められる性能は用途により異なり、ノートPC用では大容量で高パフォーマンスが重視される。一方、ビデオカメラ用では大容量、小型、及び軽量に加えて、次のような性能が必要である。

- (1) 様々な環境での録画を可能にするための耐振動特性や動作可能高度の向上，使用環境温度の拡大
- (2) 録音でノイズが乗らないための低騒音化
- (3) バッテリー時間を持続させるための低消費電力化や電源電圧の低電圧化

今回これらの要求に応じて、ビデオカメラ用に特化した性能を備えている160 Gバイトの1.8型HDD MK1634GALを開発した。

ここでは、MK1634GALの概要と、要求される性能のなかで、特に低騒音化、耐振動特性の改善、及び動作可能高度の向上を実現するために開発した技術について述べる。

表1. MK1634GAL/MK1231GALの主な仕様

Main specifications of MK1634GAL and MK1231GAL 1.8-inch HDDs

項目	モデル名	
	MK1634GAL	MK1231GAL
記録容量 (Gバイト)	160	120
ディスク (枚)	1	1
ヘッド (本)	2	2
回転数 (rpm)	4,200	4,200
電源電圧 (V)	3.00 ~ 3.47	3.14 ~ 3.47
環境温度 (動作時) (°C)	0 ~ 65	5 ~ 60
高度 (動作時) (m)	~ 5,000	~ 3,000
騒音	アイドル時 (dB)	14
	シーク時 (dB)	15
		20

2 MK1634GALの概要

MK1634GALと従来モデルMK1231GALの主な仕様を表1に示す。

MK1634GALでは、MK1231GALと比較して、電源電圧や、環境温度、高度など動作環境にかかわる特性の向上を実現した。また、表1に示した項目以外にも、ロード音や、アンロード音、揺動音など騒音の低減や耐振動特性の改善を行った。

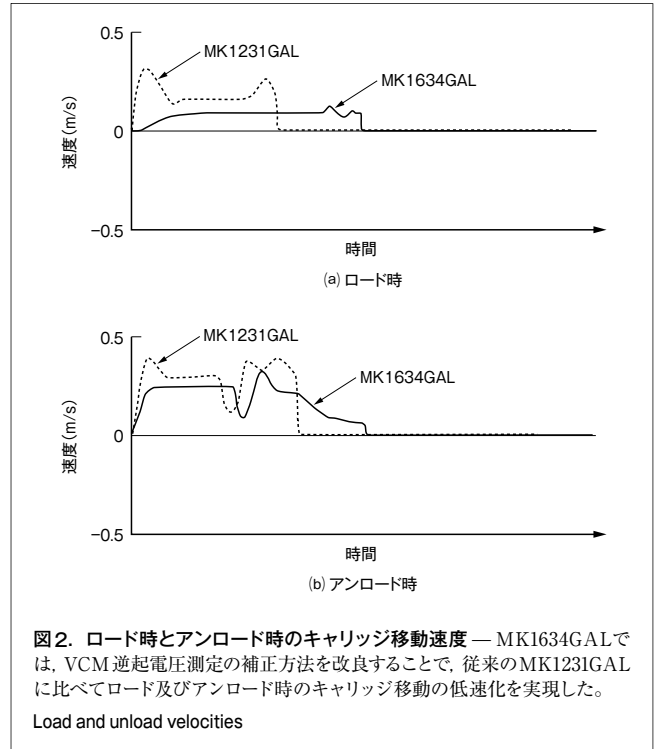
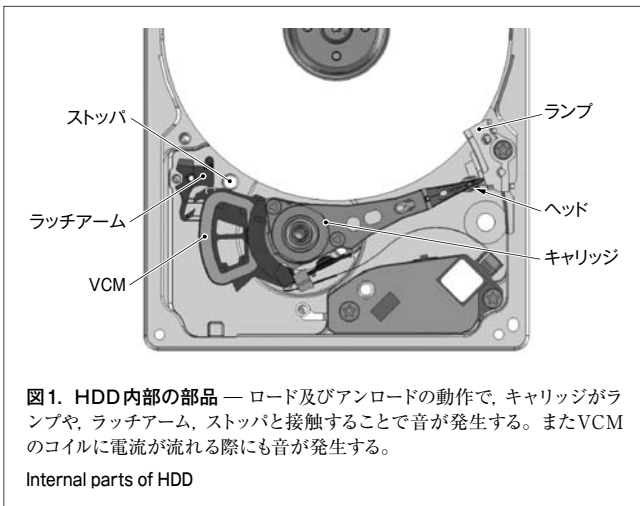
3 低騒音化

ビデオカメラでは録画とともに録音も行われるため、HDDの動作音が大きいとその音も録音されてしまう可能性がある。したがって、ビデオカメラ用モデルではHDDの動作音をいかに低減させるかが重要な課題である。MK1634GALでは、ヘッドをディスク上に移動（ロード）させるときとヘッドをディスクから退避（アンロード）させるときに発生する音を低減した。また、ビデオカメラ使用時にHDDが揺らされる場合があり、その際に発生する揺動音に関しても対策を行った。

3.1 ロード及びアンロード時の低騒音化

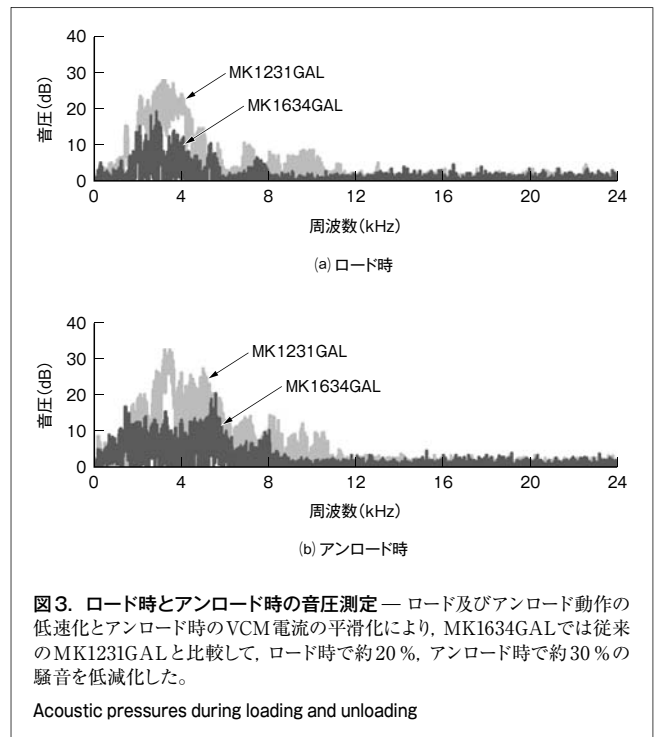
ロード及びアンロードの動作に関連する部品を図1に示す。ロード動作ではキャリッジがランプと、アンロード動作ではキャリッジがランプ、ラッチアーム、及びストップと接触することで音が発生する。また、ロードやアンロードの動作では、キャリッジを移動させるためのVCM (Voice Coil Motor) に流れる電流が大きく、そのコイルに電流が流れる際にも音が発生する。

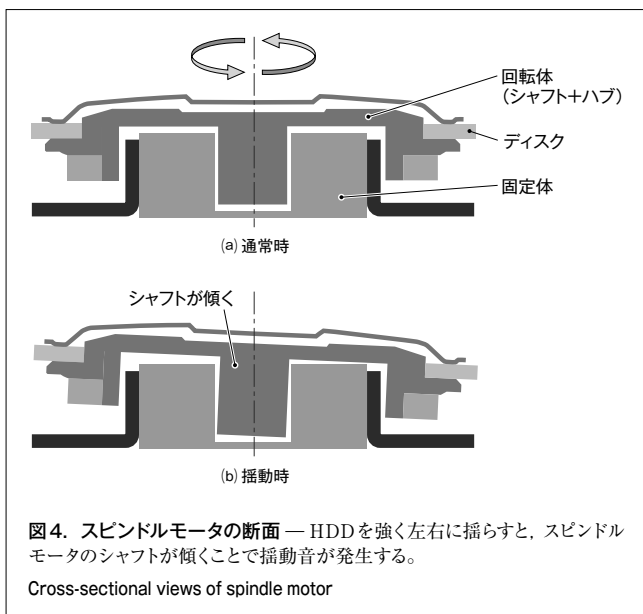
ロード及びアンロード時のキャリッジ移動速度は動作音に大きく影響するため、速度の低減が静音化の鍵となる。ヘッドがディスク上にあるとき、ディスク上に書かれているサーボ情報（位置情報）を読み取ることでヘッドの移動速度がわかる。ところが、ロード又はアンロードの動作中でヘッドがランプ上にあるときディスク上のサーボ情報を読み出せないため、VCMに発生する逆起電圧を監視して速度換算することで速度制御を行っている。しかしヘッドが低速度の場合、VCMの逆起電圧も小さいため検出誤差の影響を強く受け、速度制御の精度が低下する。以前から逆起電圧の検出誤差を小さくするために、ロード前に逆起電圧測定の補正を実施していたが、MK1634GALではこの補正方法を改良することで、従来のMK1231GALより検出誤差を小さくし、ロード及びアンロード時のキャリッジ移動の低速化を可能にした（図2）。



また、アンロード時には、キャリッジ操作量出力間隔を短くして電流変化を滑らかにすることで、VCMのコイルに電流が流れる際の音も低減している。

これらの結果、図3に示すように、従来のMK1231GALに比べてロード時の騒音を約20%、アンロード時の騒音を約30%低減できた。





3.2 揺動音の低減

カメラの向きをすばやく変える動作をパンというが、手のひらに収まる大きさのビデオカメラの場合、パンしたときの加速度は大きいためHDDは激しく左右に揺らされる。HDDをすばやく左右に揺らすと、ディスクを回転させるスピンドルモータのシャフト（回転体）が傾くため揺動音が発生する（図4）。そこで、スピンドルモータの内部表面処理を滑らかにすることで揺動音を低減した。

4 耐振動特性の改善

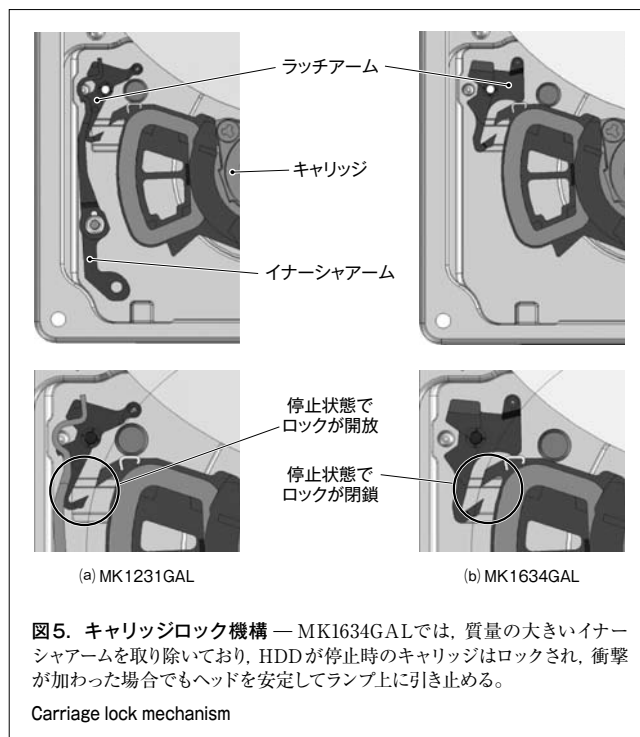
ビデオカメラは、三脚などで固定した状態で録画する場合のほかに、手で持ちながら録画する場合も多い。したがって、ビデオカメラ用のHDDにとって耐振動特性が最重要性能の一つといえる。

また最近では、“わが子が祭りで和太鼓をたたき姿を残したい”、“恋人のライブハウスでの雄姿を記録したい”など、大音響条件下での耐振動特性に対する要求も高まっている。このため、今まで対象としていた振動より高い周波数の振動に対する耐力の向上が必要とされる。

そこでキャリッジロック機構とサーボ制御の新設計を行った。

4.1 新キャリッジロック機構の開発

キャリッジロック機構とは、衝撃、特に回転系の衝撃が加わった際にヘッドがディスク上に飛び出すのを防ぐ機構である。現行のキャリッジロック機構は、キャリッジをロックするためのラッチアームと、衝撃を受けた際にキャリッジをロックする位置へラッチアームを動かすためのイナーシャアームの二つの部品で構成されている。この二つの部品は筐体（きょうたい）に固定されていないため、外部から振動が加わるとキャリッジ



ロック機構部品自身が振動してしまい、ヘッドの位置決め精度を悪化させることがわかっている。

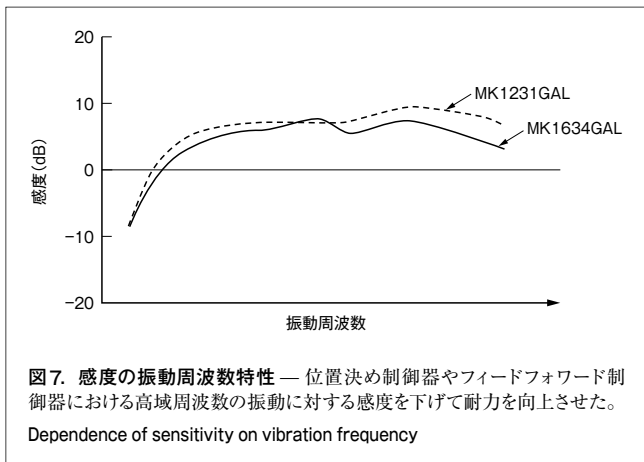
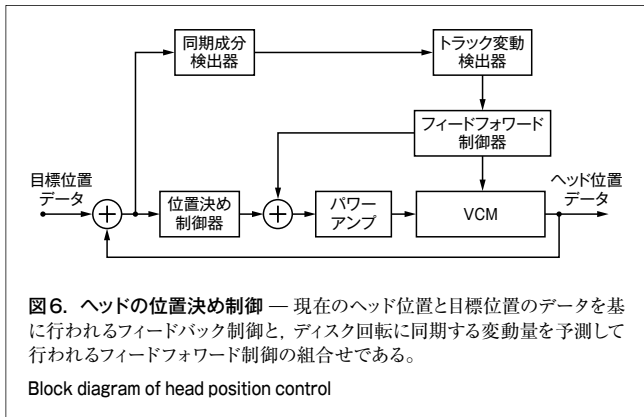
キャリッジロック機構を図5に示す。MK1634GALでは、質量の大きいイナーシャアームを必要とせずに軽量なラッチアーム一つでキャリッジをロックする新たな方式を採用している。これにより、外部からの振動でラッチアームが振動した際、ヘッドの位置決め精度の悪化を抑えることができ、耐振動特性が改善した。

新キャリッジロック機構は、図5に示すように、HDDが停止状態のときにキャリッジはロックされるため、衝撃が加わった場合でもヘッドを安定してランプ上に引き止めておくことができるという利点がある。しかし、ディスク上にヘッドをロードする場合は、キャリッジのロックを開放しながらキャリッジを旋回する必要がある。そこでロード時のキャリッジの角速度を従来の半分程度に抑えることで確実にロックを開放してロードできるように設計した。

4.2 サーボ制御による耐振動特性の改善

ヘッドがディスク上に記録されたサーボ情報（位置情報）を読み込むことでヘッド位置がわかる。特定トラックに位置決めするときは、現在のヘッド位置と目標位置のデータを基にフィードバック制御を行うと同時に、ディスクの回転に同期して繰り返し起こる変動（同期成分）の予測を基にフィードフォワード制御も行っている（図6）。

一般にフィードバック制御系は、サンプリング周波数を上げて、つまり入力するサーボ情報の領域を増やして制御帯域を広げることで性能が向上する。しかし、サーボ情報の領域を増



やすとユーザーデータ領域が減るため、サンプリング周波数を上げることは困難である。

更に、ビデオカメラ用途として通常の振動だけでなく、大音響条件下のような高域周波数の振動に対する耐力も必要である。そこで、位置決め制御器やフィードフォワード制御器における高域周波数の振動に対する感度を下げて、耐力を向上させた(図7)。

5 動作可能高度5,000 mの実現

“山でも録画したい”と思うユーザーは多く、そのためHDDに対し動作可能高度の向上が求められている。ところが、HDDにとって気圧の低下は難題である。HDDは回転するディスク上をヘッドが浮上する構造であるため、高度が上がると気圧が下がりヘッド浮上量が低下する性質を持つ。これはヘッドを浮上させる力が空気の粘性に由来し、気圧が下がると空気の粘性が低下するためである。近年、面記録の高密度化に対応するためヘッド浮上量を下げた設計を行っているので、ますます動作可能高度の改善は困難である。

しかしMK1634GALでは、ヘッドが浮上する力を生み出すABS (Air Bearing Surface) の形状を工夫することで、気圧低下時の浮上低下量を小さくしている。これにより、高度上限を従来のMK1231GALの3,000 mから5,000 mに拡大できた。

6 あとがき

今回1.8型HDDの小型で軽量という特性を生かし、ビデオカメラ用に特化したHDDを開発した。ヘッド動作の低速化と新スピンドルモータによる低騒音化、新設計のキャリッジロック機構とサーボ制御による耐振動特性の改善、更に新ABS形状による動作可能高度の向上を実現できた。

今後もユーザーの要求に柔軟に対応し、業界に先駆けた高性能な製品開発を推し進めていく。

文献

- (1) 岡村博司. ハード・ディスク装置の構造と応用. 東京, CQ出版社, 2002, 264p.



張替 亮浩 HARIGAE Akihiro
東芝ストレージデバイス(株) ストレージデバイス設計第一部 第四担当主務。磁気ディスク装置の開発に従事。
Toshiba Storage Device Corp.



猿田 謙吾 SARUTA Kengo
東芝ストレージデバイス(株) ストレージデバイス設計第一部 第九担当主務。磁気ディスク装置の開発に従事。
Toshiba Storage Device Corp.



桑原 聡 KUWAHARA Satoshi
東芝ストレージデバイス(株) ストレージデバイス設計第一部 第七担当。磁気ディスク装置の開発に従事。
Toshiba Storage Device Corp.