

記憶容量1 Tバイトを実現した装置高さ7 mmのノートPC向け2.5型HDD

1 Tbyte Recording Capacity 2.5-inch HDD with 7 mm Height Form Factor for Mobile Notebook PCs

黒沢 伸 成瀬 仁 久保原 隆樹
 ■ KUROSAWA Shin ■ NARUSE Hitoshi ■ KUBOHARA Ryuki

ノートPC (パソコン) 市場では、モバイル性能に重点を置きながらも、ハイビジョン動画などの録画や再生のため、データを記録、保存するストレージに対して大きな記憶容量が求められている。

東芝は、これらの市場ニーズに応じて、装置高さ7 mmで記録容量が業界最大クラス^(注1)となる1 T (テラ: 10¹²) バイトのノートPC向け2.5型HDD (ハードディスクドライブ) MQ02ABF100を開発した。この装置は、新設計の磁気ディスク2枚構造専用の薄型機構や当社のノートPC向け2.5型HDDでは初採用となる2段アクチュエータ (DSA) によって、耐衝撃性や耐振動性を確保しながら、大容量と高信頼性を実現した。

In the notebook PC market, hard disk drives (HDDs) with a large storage capacity are required for the recording and reproduction of large-volume contents including high-definition videos, while also satisfying mobile performance requirements.

In response to this market demand, Toshiba has developed the MQ02ABF100 2.5-inch HDD, which achieves the largest class capacity of 1 Tbyte in the market for HDDs with a 7 mm height form factor. Through the application of newly developed technologies such as a thinner platform specialized for a dual-platter mechanism, as well as a dual-stage actuator (DSA) introduced for the first time in our 2.5-inch HDDs, the MQ02ABF100 realizes a balance between large capacity and high reliability including enhanced vibration and shock resistance.

1 まえがき

ノートPC市場では、モバイル性能に優れた薄型軽量のノートPCのニーズが高まっている。また、同時にハイビジョン動画などの録画や再生のため、データを記録、保存するストレージに対しては大きな記憶容量が求められている。

今回、東芝は、装置高さ7 mmの薄型モデルとしては業界最大クラスとなる記憶容量1 TバイトのノートPC向け2.5型HDD MQ02ABF100を製品化した。

ここでは、MQ02ABF100の概要とともに、その大容量と高信頼を実現するために開発した技術について述べる。

2 装置概要

今回開発したノートPC向け2.5型HDD MQ02ABF100の主な仕様を表1に示す。

1 Tバイトの容量を実現するため、新設計の薄型機構と薄型スピンドルモータを採用することで、高面記録密度の磁気ディスク2枚を厚さ7 mmの筐体 (きょうたい) に実装した。これは、装置高さ7 mmの薄型軽量のノートPC向け2.5型HDDとして500 Gバイトを実現した当社の従来製品MQ01ABF050に比べ、大容量ストレージが求められる最新のノートPCなどへの搭載に適している。

(注1) 2013年10月現在、2.5型HDD業界において、当社調べ。

表1. ノートPC向け2.5型HDD MQ02ABF100の主な仕様
Main specifications of MQ02ABF100

項目	仕様	
記録容量	1 Tバイト	
磁気ディスク枚数	2枚	
磁気ヘッド数	4本	
平均シーク時間	12 ms	
インタフェース	Serial ATA 3.0/ATA-8	
インタフェース転送速度	6.0 Gビット/s	
回転数	5,400 rpm	
バッファ容量	16 Miバイト	
外形寸法	69.85 (幅) × 100.0 (奥行き) × 7.0 (高さ) mm	
質量	99 g (最大)	
騒音	アイドル時	22 dB
	シーク時	23 dB
耐振動性	動作時	9.8 m/s ² (1 G, 5 ~ 500 Hz)
	非動作時	49 m/s ² (5 G, 15 ~ 500 Hz)
耐衝撃性	動作時	3,430 m/s ² (350 G, 2 ms正弦半波)
	非動作時	8,820 m/s ² (900 G, 2 ms正弦半波)

ATA: Advanced Technology Attachment Miバイト: メビバイト。2²⁰バイト

3 新規プラットフォーム設計

3.1 機構設計

従来製品のMQ01ABF050は、磁気ディスク1枚と磁気ヘッド

2本の構成であるが、MQ02ABF100では同じ装置高さ7mmに磁気ディスク2枚と磁気ヘッド4本を実装する必要があった。この場合、ベースやアクチュエータなどを薄くすると剛性が下がってしまうため、ノートPC向け2.5型HDDで要求される高い耐衝撃性能をいかに確保するかがポイントとなる。

そこで、CAE (Computer Aided Engineering) 技術を駆使し、有限要素法 (FEM : Finite Element Method) による衝撃解析を用いた機構系の最適設計を行うことで、要求される耐衝撃性能を満たしつつ磁気ディスク2枚と磁気ヘッド4本の実装を実現した (図1)。

アクチュエータ及び磁気ディスクの構造を従来機種と比較して側面図で図2に示す。同じ装置高さ7mmの中に磁気ディスク2枚と磁気ヘッド4本を実装するために、アクチュエータのアームや磁気ディスク、PCB (Printed Circuit Board)などを薄くした。主な構成部位での従来機種に対する高さを表2に示す。また、モータについても、薄型スピンドルモータを新規に採用することで薄型化を図った。

これらの構成について、FEMによる衝撃解析 (図3) を実

施し、衝撃印加時の磁気ディスクの振幅が最小になるように、ベース形状の最適化を行った。これによって最適化されたベース形状及びPCBのレイアウトを図4に示す。従来機種と比較して、薄型化のために以下のような設計を行った。

- (1) インタフェースコネクタの位置を変更し、従来機種の反対側に配置
- (2) PCBサイズを、後述するような対策で従来に比べて42%程度まで縮小

表2. 主な高さ構成部位での高さ低減結果
Reduction of height of main components

主な高さ構成部位	従来機種に対する低減率
磁気ディスク厚さ	-21%
磁気ディスク間隔	-9%
アーム厚さ	-8%
PCB厚さ	-17%
PCB IC実装高さ	-40%

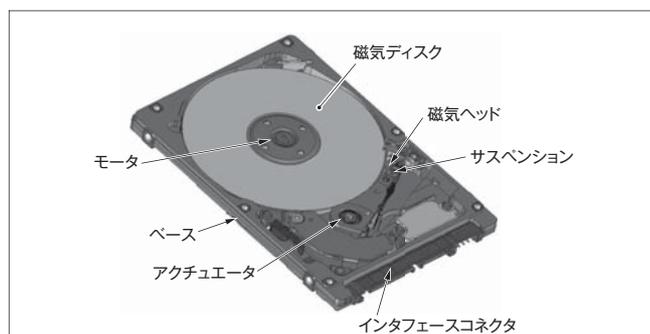


図1. 開発品の内部構造 — 新設計の薄型機構と薄型スピンドルモータの採用や、衝撃解析によるベース形状の最適化などで、装置高さ7mmで1Tバイトの大容量を実現した。
Internal structure of MQ02ABF100



図3. 衝撃解析結果の例 — FEM解析を用いて、衝撃印加時の磁気ディスク振幅が最小になるようにベース形状を最適化した。
Example of result of shock analysis using finite element method

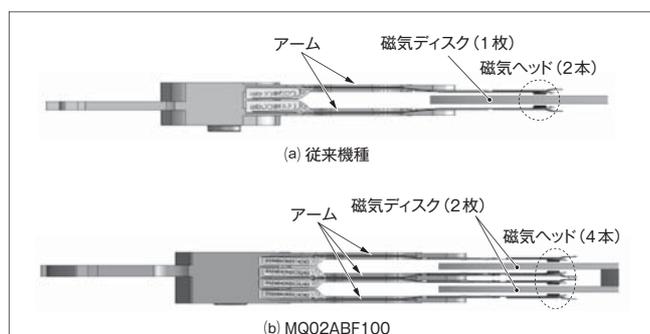


図2. アクチュエータ及び磁気ディスク構造 — アクチュエータのアームや磁気ディスクなどを薄くし、装置高さ7mmに対して磁気ディスク2枚と磁気ヘッド4本の実装を実現した。
Comparison of structure of actuator and disk of conventional model and MQ02ABF100

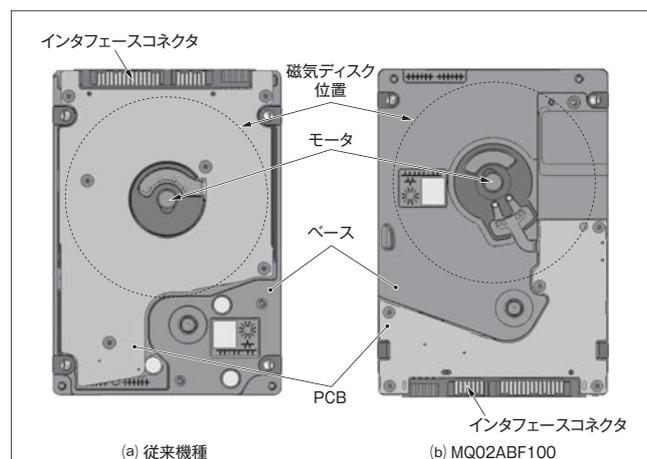


図4. 最適化されたベース形状 — インタフェースコネクタの位置を従来機種の反対側に配置し、更にPCBサイズを縮小して空いたスペースで、磁気ディスク位置のベースを厚くして耐衝撃特性を確保した。
Comparison of base shape of conventional model and base shape optimized for MQ02ABF100

(3) 磁気ディスク位置のベースを厚くして耐衝撃特性を確保
 衝撃印加時の磁気ディスク振幅の解析結果及び実測結果との比較を図5に示す。目標としている磁気ディスク振幅に抑えられており、要求される耐衝撃性能が達成できた。また、解析結果と実測結果がおおむね一致しており、FEMを用いた設計手法の妥当性も確認できた。

3.2 PCB設計

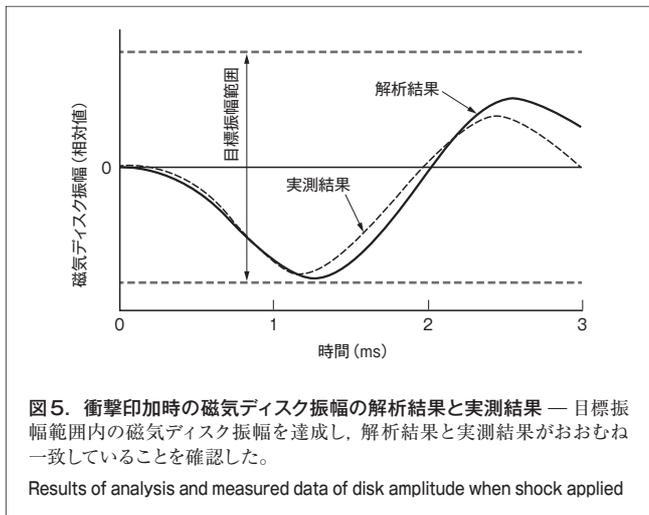
図4に示したPCBサイズの約42%の縮小や、表2に示したPCB上のIC実装高さの低減などのために、以下のような対策を行った。

- (1) DRAMを内蔵したSoC (System on a Chip) の開発などによる部品点数の削減
- (2) LGA (Land Grid Array) の採用で単位面積当たりの端子数を増やし、メインICパッケージを小型化
- (3) IC以外に、コンデンサや抵抗などPCB上に実装する電気部品での低背品の選定
- (4) PCBの多層化などにより、配線レイアウトの自由度を確保
 これらの対策により、PCBの実装エリアは、従来機種に対し約57%の縮小化を実現できた(図6)。更に、実装部品の最大高さも約40%低減することができた。

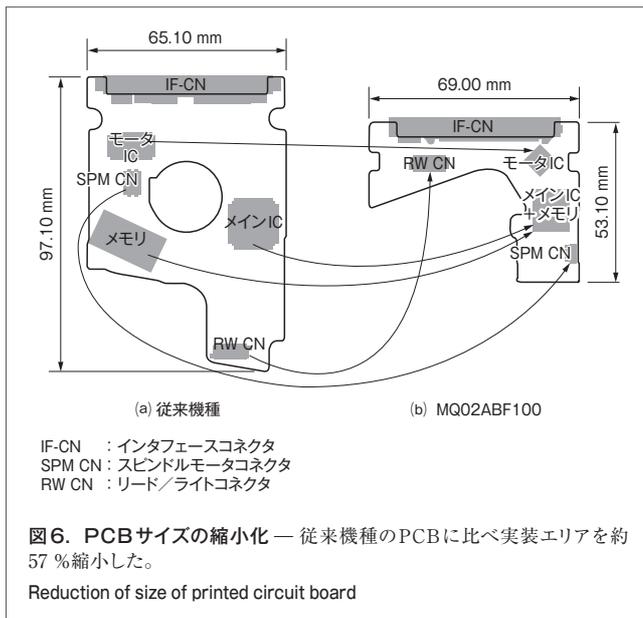
また、開発当初では、PCB実装エリアを削減すると、レイアウト作成の自由度が抑制されることでコンデンサの配置位置やグラウンドのパターン幅及びパターン間隔の確保などに制限が生じ、電磁波障害などの問題が発生することが懸念された。そこで、Sパラメータ^(注2)解析をPCBのレイアウト設計に反映させ、電磁波障害などの問題がないレイアウトを実現した。

3.3 磁気ヘッド位置決め精度の改善

前述したように、高さ方向の高密度実装のために磁気ディスクを薄くしたことで、磁気ディスクの回転中に磁気ディスクの振動が大きくなり、磁気ヘッドの位置決め精度を維持するのが困難



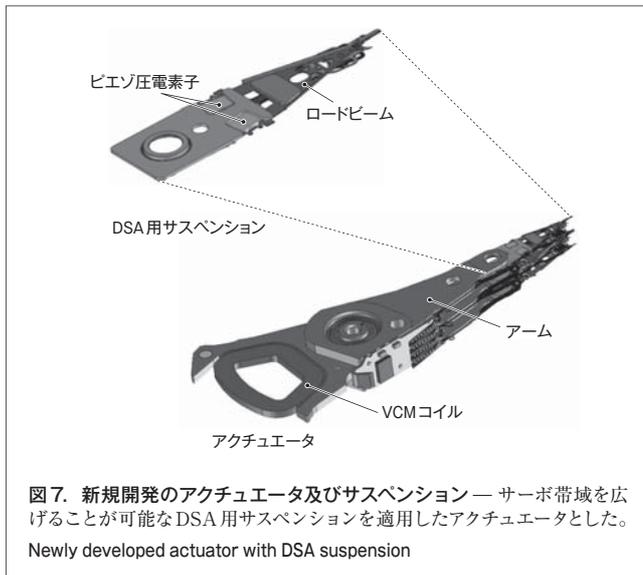
(注2) 高周波回路網の通過特性及び反射特性を表すパラメータ。



になった。

そこで、今回の開発では、アクチュエータ全体を駆動するボイスコイルモータ (VCM) を採用したほかに、磁気ヘッド近傍に精密駆動機構としてピエゾ圧電素子を追加した2段アクチュエータ (DSA : Dual-Stage Actuator) 構造を、ノートPC向け2.5型HDDで初めて採用した(図7)。

DSA用サスペンションには二つのピエゾ圧電素子が搭載されており、電圧を加えることで左右のピエゾ圧電素子がそれぞれ逆位相又は同位相で伸縮し、先端の磁気ヘッドをトラック方向に変位させることができる。これは、先端のロードビーム部を駆動させるだけで済むため、駆動部の質量が小さく共振周波数を高くできる。これによりサーボの広帯域化が図れ、VCMだけの1段アクチュエータ (SSA : Single-Stage Actuator) を



採用した従来機種と比較して、周波数が低い領域（2 kHz以下の領域）のサーボ抑圧特性を10 dB以上改善することができた（図8）。

この広帯域化によって、主に2 kHz以下での磁気ディスク振動による磁気ヘッド位置決め誤差を低減できた。図9に示すように、従来のSSAと比較して、位置決め誤差が約40%低減し、磁気ディスクが厚い従来機種よりも小さくなったことで高記録密度を達成できた。

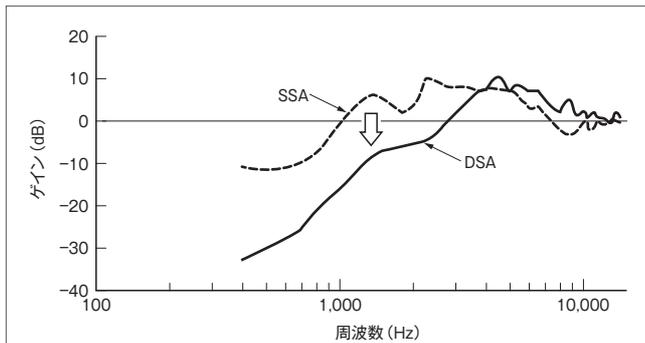


図8. サーボ抑圧特性の比較 — 2 kHz以下のサーボ抑圧特性は、DSAのほうがSSAよりも10 dB以上改善している。

Comparison of servo compression characteristics of single-stage actuator (SSA) and DSA

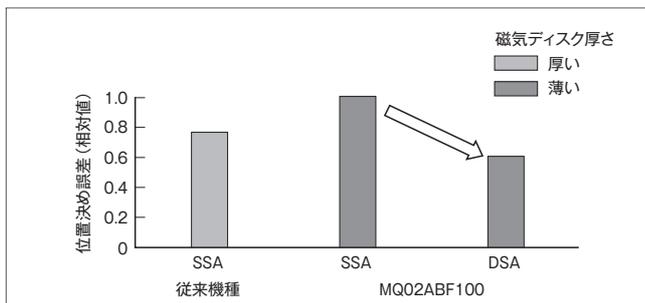


図9. 位置決め精度の改善効果 — DSAの採用によって、磁気ヘッド位置決め誤差が約40%低減した。

Improvement of head positioning accuracy with DSA

4 あとがき

ノートPC向け2.5型HDDとして、厚さ7 mmの筐体で記録容量1 Tバイトを実現した。この装置は、新設計の磁気ディスク2枚構造専用の薄型機構や薄型スピンドルモータ、DSAなどを採用することで、耐衝撃・耐振動性能を向上させ、大容量と高信頼性を実現した。

今後も、顧客動向を見極めながら、高性能かつ高品質な製品の開発を進めていく。

文 献

- (1) 岩本 徹 他. 回転数15,000 rpmで300 Gバイトを実現したエンタープライズ向け2.5型HDD MK3001GRRB. 東芝レビュー. 67, 5, 2012, p.40 - 43.



黒沢 伸 KUROSAWA Shin

セミコンダクター&ストレージ社 ストレージプロダクツ事業部 HDD製品技術第一部グループ長。磁気ディスク装置の開発に従事。

Storage Products Div.



成瀬 仁 NARUSE Hitoshi

セミコンダクター&ストレージ社 ストレージプロダクツ事業部 要素技術第一部参事。磁気ディスク装置の開発に従事。

Storage Products Div.



久保原 隆樹 KUBOHARA Ryuki

セミコンダクター&ストレージ社 ストレージプロダクツ事業部 要素技術第一部主務。磁気ディスク装置の開発に従事。

Storage Products Div.