

# 230 MB、1 インチハイト 光磁気ディスクドライブの開発

Development of 230 MB, 1-inch height Magneto Optical Disk Drive

宮城 信雄\*  
Miyagi, Nobuo

村上 清貴\*  
Murakami, Kiyotaka

黒釜 龍司\*  
Kurogama, Tatsuji

## Abstract

The new 3.5 inch 230MB magneto optical disk drive of one inch height is developed. To realize one inch height, the mechanical height is suppressed to 19mm, and the control board is assembled in 5 mm, resulting 0.7mm of clearance top and bottom. The high speed seek of 28 mS under low power consumption is attained with the reduction of weight on carriage, and the optimization of linear motor system in terms of balance of weight and maximum current. The new optical system is designed to comply with 230MB capacity of fine pitch, with plastic objective lens.

## 1 はじめに

コンピュータ用の大容量記憶装置としてはハードディスクドライブがすでに普及しているが、これを置換又は補完する大容量記憶装置として光磁気ディスクドライブ(以下MOドライブと呼ぶ)への関心が高まっている。ここ数年のパーソナルコンピュータの性能向上にはめざましいものがあり、これに伴って周辺機器にも極めて速いテンポで性能向上や機能性の向上が求められている。特に、マルチメディアと称する大容量の音声データや画像データがパーソナルコンピュータで日常的に扱われる様な状況が現実のものとなりつつあり、これに応える大容量記憶装置としてMOドライブはもはや不可欠と言わなければならない。当社オプト事業部では、このようなニーズに備えて'91年より3.5インチMOドライブのOEM生産を行って来ているが、この度あらたな大容量、薄型のMOドライブの開発を行ったので、その主要技術についてメカユニットを中心に紹介する。

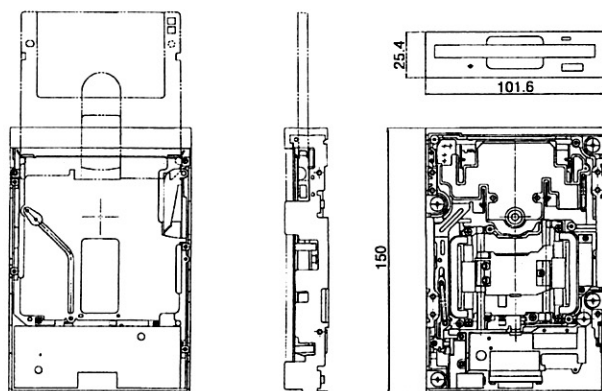


Fig. 1 External view of drive mechanism

## 2 開発目標

これまで当社で生産してきたMOドライブは、容量128MBで、サイズは3.5インチフロッピーディスクドライブの標準外形寸法(41(H)×102(W)×150(L))に準拠したものだった。しかし、フロッピーディスクドライブやハードディスクドライブなどの外部記憶装置も近年薄型化が進んでおり、1インチ以下の高さがすでに標準的になっている。また、これまでのMOドライブに対してシークタイムの向上と消費電力の低減を求めるユーザーの要望が根強い。さらに、'93年にISOで新たな3.5インチMOディスクの国際規格案がまとまり、従来の128MBの容量に代わって230MBの容量のディスクが今後の主流となることがはっきりしてきた。これらの状況を踏まえ、第2世代のMOドライブとしては

- (1) 装置の高さは1インチ
- (2) 低消費電力で30msec以下のシークタイム
- (3) 容量は230MB/128MBコンパチブル

を目標に開発を行うことにした。

Table 1に今回開発したMOドライブ“BDA-G”の仕様を、Table 2に128MBと230MBのディスクの規格をまとめた。

Table 1 Specification of BDA-G

Dimension	19.0(H) x 100.2 (W) x 143.4 (L) (Without frame and bezel) 25.4 (H) x 101.6 (W) x 150 (L) (With frame and bezel)
Disk capacity	230MB/128MB
Disk rotation	3600rpm
Average seek time	28 msec

\* オプト事業部 オプト開発グループ

### 3 ドライブシステムの概要

Fig. 2 にドライブのブロックダイアグラムを示す。BDA-G はプリアンプ基板を搭載したメカユニットと1枚のメインボードで構成されている

1インチハイトのドライブを達成するために、メカユニットの高さは19mmに抑えている。5mm厚の片面実装のメイン基板と組み合わせると、1インチのスロットにドライブを入れても上下に0.7mmのクリアランスがあり、ゴムダンパーによる緩衝スペースが確保できるので耐衝撃性の良いドライブを構成することができる。メカ全体を薄型にするためには、新たにスピンドルモーターを昇降させるディスクローディング方式と永久磁石を使った薄型のバイアスマグネットを採用した。

低消費電力による高速シークを可能とするために、ヘッドキャリッジの軽量化及びリニアモーター設計の最適化を図っている。

230MBディスクでは、トラックピッチが従来の $1.6\mu\text{m}$ から $1.39\mu\text{m}$ に狭くなっていることと最小マーク長も $1.6\mu\text{m}$ から $1.3\mu\text{m}$ へと短くなっていることから、これまで以上のスポット品質を得られる光学系を設計した。さらに、ディスク回転数も3600rpmと高速であることから、

広帯域のプリアンプ(アナログASIC)、レーザードライバを開発して光学ユニットと一体に組み込んである。

### 4 BDA-Gの構成技術

#### 4.1 メカ系

##### 4.1.1 ディスクローディング機構

メカの薄型化を図るために、薄型のスピンドルモーターとスピンドルモーターの昇降によるディスクカートリッジのローディング方式を採用した。ディスクをスピンドルモーターにチャッキングするためには、スピンドルモーターに対してカートリッジを3mm程上下させなければならないが、これをカートリッジの上下で行うと大きなデッドスペースを生じる。これに対して、スピンドルモーターを上下させる方式を取ると $1/2$ 以下のデッドスペースで済む。この分をファインアクチュエータやリニアモーターなどの推力発生機構の大型化に充てることによりシーク性能を落とすことなく薄型にすることが可能となる。また、スピンドルモーター自身も従来の高さ13.4mm程度から10.0mmと大幅に薄くなっている。

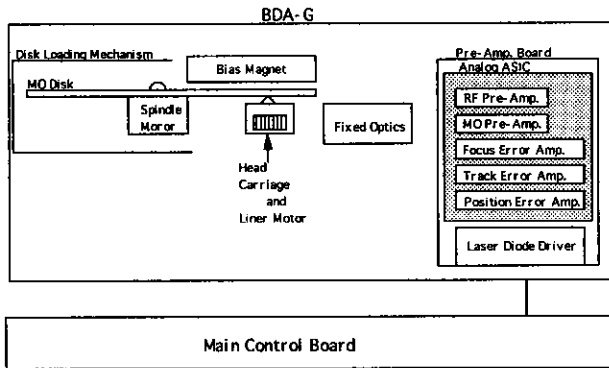


Fig. 2 Block diagram of BDA-G

Table 2 Specification of MO disk

	230MB Disk	128MB Disk
Format		Spiral
Track configuration		
Track pitch	$1.39 \pm 0.08 \mu\text{m}$	$1.6 \pm 0.1 \mu\text{m}$
Track/Side	11,500	10,000
Sector/Track	32 - 40	25
Zone	10	--
Min. Mark length	$1.3 \mu\text{m}$	$1.62 \mu\text{m}$
Max. Read frequency	11.14 MHz	5.7 MHz
	@3600rpm	@3600rpm
Disk dimension		
Diameter	86.0mm	
User Area	R24 - 40 mm	

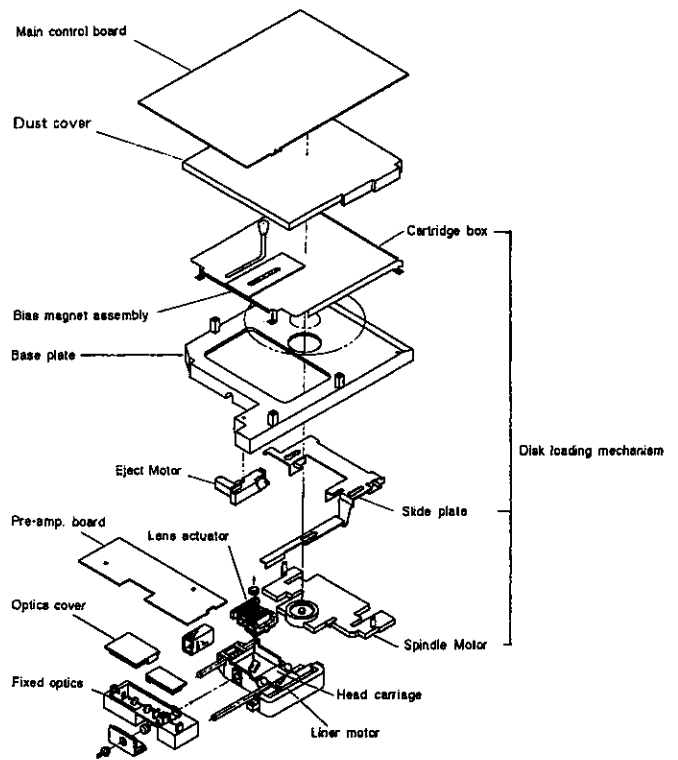


Fig. 3 Mechanism assembly of BDA-G

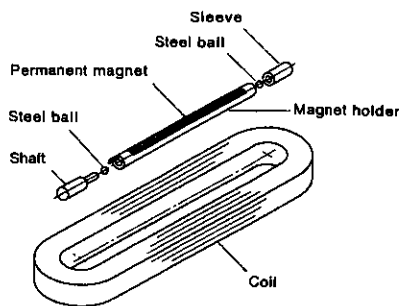


Fig. 4 Bias magnet Assembly

#### 4. 1. 2 バイアスマグネット

従来のMOドライブでは記録消去のためのバイアス磁界を発生するのに、電磁石タイプのバイアスマグネットが一般に使われている。電磁石タイプは構造が簡単で動作音がしないという利点があるが、必要な磁界強度を得るためにはどうしてもコイルサイズが大きくなり、薄型化が難しいという問題がある。また、消費電力を極力少なくしたいという理由から、このドライブではFig. 4に示すような回転式の永久磁石タイプのバイアスマグネットを採用することとした。このバイアスマグネットでは、回転軸のストッパー部で衝撃音が発生することがあらかじめ予想されたので、ゴムダンパーによる衝撃吸収を行っているが、試作の結果回転軸の微小なガタも大きな動作音の原因になることが判った。そこで、マグネットホルダーの両側をスチールボールで挟み、予圧をかけて支持する構造とした。この機構により、9 mSec 以下の高速反転動作をしながらも、作動音が43dBと極めて低騒音でかつ0.5 Wの低消費電力のバイアスマグネットを実現している。

#### 4. 1. 3 キャリッジ、リニアモーター

ヘッドキャリッジとそれを駆動するリニアモーターは高速シークを達成するための心臓部である。ヘッドキャリッジには高い寸法精度と高剛性をもちながら軽量であることが求められ、これまではアルミダイキャストを使っていた。しかし、アルミダイキャストでも精度を要求される部分は仕上加工を行っており、ヘッドキャリッジはコストのかかる部品となっていた。このため、キャリッジ部をプラスチック化してコストを低減することが必須課題となったが、エポキシ系のエンジニアリングプラスチックを検討した結果、寸法精度、剛性、重量ともアルミダイキャストを凌ぐものが可能となった。リニアモーターは、メカ系の中で最も電力消費の大きい部分である。駆動電流を大きくすれば、比例して大きな推力を発生しシーク速度を上げることができるが、同時にコイルの発熱も大きくなりシステムに悪影響を及ぼす。寸法上の制約も厳しいため、リニアモーター系の最適化を検討した。ステップ状に電流を加えて駆動するBang-Bang制御の場

合、シーク時間とリニアモーターの推力、可動部重量の関係は1式の様になる。

$$t_s = 2 \sqrt{\frac{D(M_c + M_w)}{K_f I}} \quad \text{----- (1)}$$

$t_s$ : シークタイム (S) D: シーク距離 (m)  $K_f$ : 推力定数 (N/A)  
 $I$ : 駆動電流 (A)  $M_c$ : キャリッジ重量 (Kg)  $M_w$ : コイル重量 (Kg)

これをプロットするとFig. 5の様になるが、リニアモーターの推力は1~2 Nの範囲で設計するのがシステムとして効率的であることが判る。また、リニアモーター系の発生する加速度と駆動コイル重量、被駆動部重量の関係は2式の様になっている。

$$A_c = \frac{\eta B_g}{M_c + M_w} \sqrt{\frac{P M_w}{\gamma \rho}} \quad \text{----- (2)}$$

$A_c$ : 発生加速度 ( $m/s^2$ )  $B_g$ : 磁気回路の磁束密度 (T)  $\eta$ : コイル効率  
 $M_c$ : キャリッジ重量 (Kg)  $M_w$ : コイル重量 (Kg)  $P$ : 駆動電力 (W)  
 $\gamma$ : 抵抗率 (Ohm/m)  $\rho$ : 線材の比重 ( $Kg/m^3$ )

$dA_c/dM_w = 0$ となるコイル重量がもっとも駆動効率がよくなる。コイル重量と被駆動部重量が等しい場合である。この関係をFig. 6に示すが、現実にはコイル重量が被駆動部重量の1/3~1/2にするのが効率的であることが判る。このドライブでは、これらの関係を考慮してリニアモーター設計を行い、7 Wで28msecの平均シークタイムを得ている。

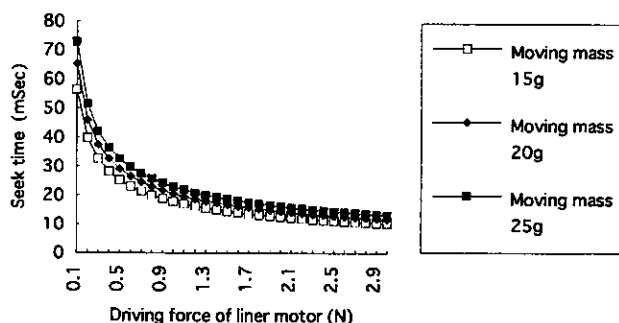


Fig. 5 Estimation of seek time

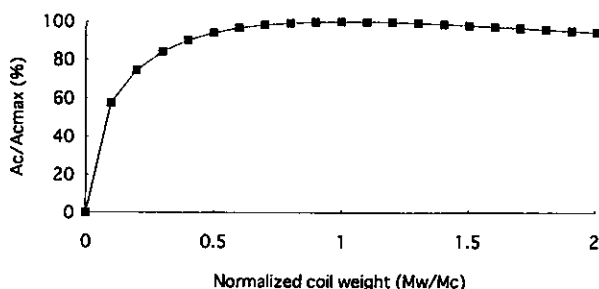


Fig. 6 Estimation of acceleration efficiency

## 4.2 光学系

Fig. 7にこのドライブの光学系の構成を示す。光学系の設計に当たっては230MBディスクの記録密度、トラックピッチにマッチしたスポット形状が得られること、シンプルで安定した性能が得られることに留意した。光学系の性能に最も影響を与える対物レンズには、NA 0.55、焦点距離3.0mmの非球面プラスチックレンズT165 Kを使用している。この対物レンズは、MOドライブ用に開発された品種で特に複屈折性、耐熱性が優れている。レーザーダイオードは35mWクラスを使用している。NA 0.16のコリメータで集光し、光学系全体では対物レンズ出射パワー10mW以上の利用効率になっている。レーザーのビーム成形はしていないが、利用効率とディスク上でのスポット形状を保つため、レーザーの発光強度分布を管理している。対物レンズに入射するビームの周辺部の強度が弱いとスポットが小さくならないためである。この結果、トラック方向に $1.25\mu\text{m}$ 、ディスク半径方向に $1.31\mu\text{m}$ のスポットが得られている。また、シンプルな光学系とするために3ビームウォラストンプリズムを採用した。このプリズムはディスクから戻ってくる光を3つのビームに分離する。両側の2つのビームには偏光特性があるので、ディスクに記録された磁化データの検出に使われ、偏光特性がない中央のビームはサーボ信号の検出用に利用する。このように分離された反射ビームをサーボ、RF一体のフォトディテクタで受光する構成としている。

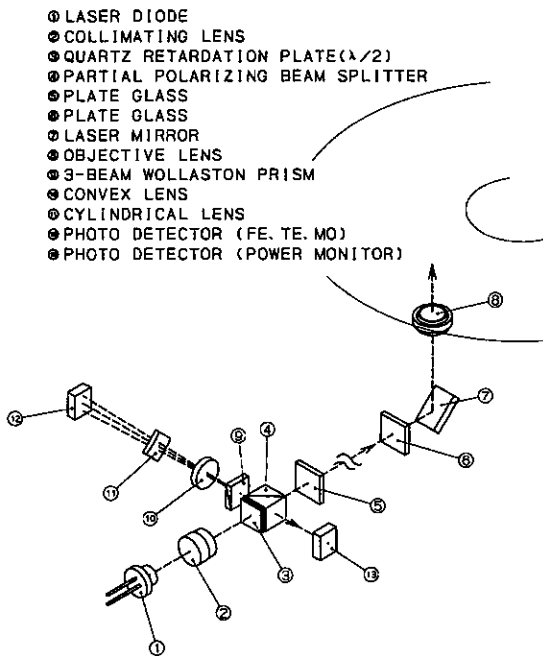


Fig. 7 Optical layout

## 4.3 電気系

電気系は、メイン基板の負担を軽くすることとリード/ライト系の高速化のためにサブ基板を設け、光学系と一体化した。サブ基板には、リード系プリアンプ、サーボ系エラーアンプ、レーザードライバーを搭載し、配線容量等による周波数特性の低下を招かないよう、フォトディテクタやレーザーダイオードと最短距離で配線を行っている。また、リード系プリアンプとサーボ系エラーアンプはKonica Technical Report Vol. 7にて紹介したアナログASICに若干機能を追加したものを開発し、搭載した。リード系プリアンプは3600rpmでの230MBディスクの信号帯域に対応して、15MHz以上の周波数帯域を確保している。Fig. 8にリード系プリアンプの特性の1例を示す。

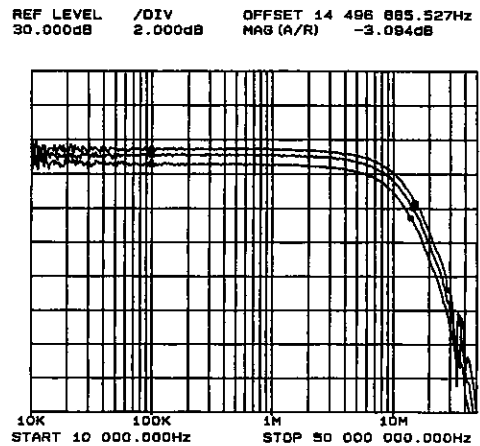


Fig. 8 Frequency response of the MO pre-amplifier

## 5 まとめ

230MBの3.5インチMOディスクに対応した、高速シークが可能な1インチハイトのドライブを開発した。記憶容量が大幅に増えてアプリケーションの幅が広がると共に、薄型になってパーソナルコンピュータへの組込も一段と容易になったと言える。MOドライブも市民権を得ようとしている今、このドライブが本格的なMOの普及に大きく貢献することを期待している。