

光磁気ディスクドライブの電気系ハードウェア開発

Development of Magneto Optical (MO) Disk Drive Electronic Hardware Systems

山田 実穂*
Yamada, Jitsuhiko

浦田 滋宣*
Urata, Shigenobu

嶋田 雅樹*
Shimada, Masaki

渡辺 満*
Watanabe, Mitsuru

In Japan, MO disk drives are recognized as highly reliable removable mass-storage devices. USB has recently drawn ahead of SCSI as the drive interface of choice, and the use of USB MO drives has also spread from commercial users to consumers. This shift to consumer popularity has introduced demands on such elements as design, miniaturization, and cost. To cope with these new demands, we have developed system LSI and related technologies, and we report on those technologies here.

1 はじめに

光磁気ディスクドライブ（以下、MO ドライブと呼ぶ）は高性能で信頼性の高いストレージデバイスとして広く使用されてきた。近年、従来の SCSI インターフェイスドライブから利便性の高い USB インターフェイスドライブへの移行が進んでいる。USB の MO ドライブの購買層も企業ユーザーから一般ユーザーにまで広がり、仕様だけでなく、良好なデザインや小型化、低価格化など多様なニーズに対応する必要が生じてきた。

転送速度およびアクセスタイムの速い高性能なドライブと扱いやすさや携帯性を優先したドライブという異なる性格のドライブをほぼ同等のハード構成で実現するために、新しいシステムコントローラの開発およびこのコントローラを使った MO ドライブの技術開発を行ったので、報告する。

2 開発の背景

これらの種々のニーズに対応するドライブ開発のため、新規に開発を進めてきたシステムコントローラを中心に、新ドライブの一連の開発について紹介する。

内容は次の通りである。

- 1) システム LSI
- 2) DSP によるソフトウェアサーボ
- 3) 電源保護回路
- 4) 低消費電力化のためのスリープモード
- 5) USB2.0 インターフェースの対応

3 システム LSI

今までの電気系は、Fig. 1 のような機能の IC を使用しており、特に全体の制御系は、光ディスクコントローラ (ODC)、サーボ制御 IC (SPC)、CPU の 3 チップで構成されていた。

今回この 3 チップを 1 チップに集積すると共に、サーボを従来のロジック構成から DSP に変更したシステム LSI を開発した。（Fig. 2 参照）

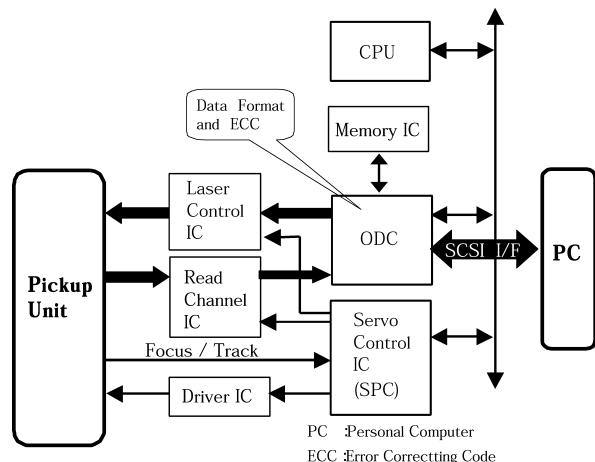


Fig. 1 Conventional configuration

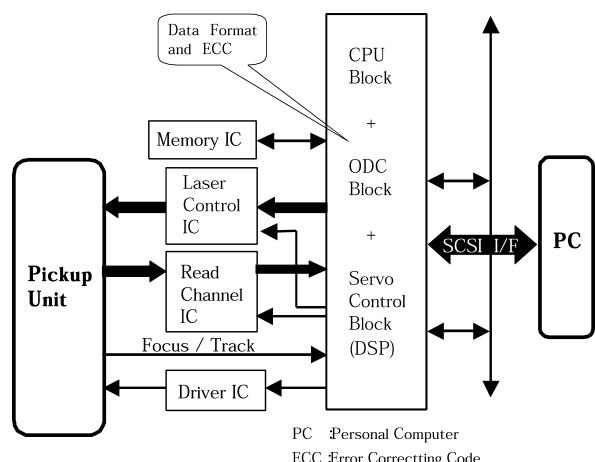


Fig. 2 New configuration

* OPT カンパニー OS 事業ユニット

3.1 システム LSI のメリット

(1) 部品点数の低減と基板の省スペース化

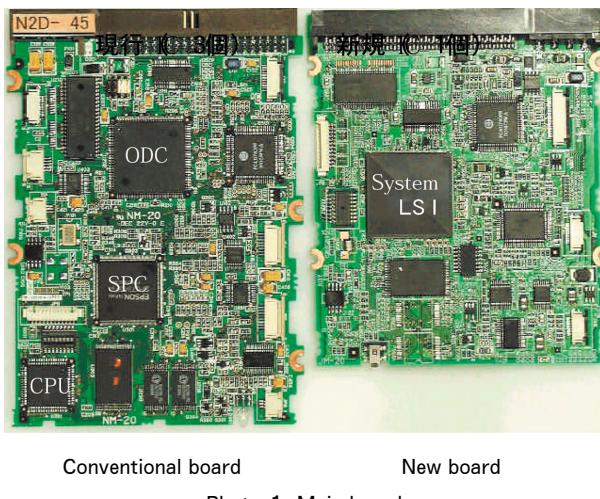
部品点数が3チップから1チップに減る事により、従来に比べ、35%の部品費のコストダウンを実現するとともに、メイン基板のサイズを長手方向に14.3mm短くした。(Photo. 1) これにより基板の取り数を増やすことで、約20%のコストダウンを行った。また、基板を短くすることで静電気が侵入しにくい構成とし、静電耐圧を上げることができた。

パッケージは、T-BGA(272ピン)を使用。外形は29mm角、厚さ1.67mmで、特にこの厚さが空きスペースの少ないMOドライブの小型化に大きく寄与している。

(2) 高速化と省エネ化集積化に伴う配線ルールの微細化、低電圧化により、CPUの処理速度が増し、SCSIインターフェースをUltraSCSI対応にすることでデータ転送速度を従来の約2倍に高めた。

また、MOドライブのサーボ制御のために高速PWMサーボ制御用のDSPを搭載し、CPUの負担を軽減した。

さらに、後述するLSIに搭載するスリープ機能の強化により、低消費電力も実現した。



3.2 システム LSI 開発に伴う課題と対応

ICの集積化には、上記のようなメリットがある一方、回路規模の増大により、従来の開発手法ではカバーしきれない課題も発生してきている。その具体的な内容と対応について説明する。

(1) 実機検証の難しさの増大

機能の増加とピン数の減少により、実機でのデバッグや検証が難しくなった。システムLSIは、基本的

には基板上でいくつかのICを接続して構成するものをICチップ上で構成したものである。そのため、ピン数を減らし、パッケージを小さくできる反面、通常のICと異なり、1つの機能ブロックのピンがすべて直接外部に出ないため、実機レベルのデバッグや検証が大変難しくなる。

そこで実機でのデバッグは、サーボ系のみに限定し、実動作で必要なモニタピンの組み合わせを吟味してマルチプレクサで選択出力可能としておき、必要な信号を選択して外部出力できるようにした。また、スキャンパスを貼っておくことで各機能ブロック間の接続を検証できるようにした。これにより、従来と同等のデバッグを可能にした。

(2) シミュレーション時間の増大

シミュレーションをする場合、個別の機能ブロックだけでなく、その組み合わせでの検証が必要となる。結果として、単体の機能ブロックの検証に比べてデータ量が乗数的に増加し、計算に時間が掛かることになる。

そこでコニカでの設計ブロックとICベンダーの設計ブロックの接続部分に限定してチップ全体としての動作シミュレーションを行った。プログラマブルな、CPUやDSPは、コードを読ませ、すべての機能ブロックを同時に動作させるシミュレーションを行うことで、システムLSIとしての検証を可能にした。これにより、1度の修正もなく完成させることができた。

4 DSPによるソフトウェアサーボ

従来、サーボの制御はハードロジックで行い、制御変数をテーブルとして持ち、各種の制御対象に対応してきた。ここに来てピックアップの軽量化やサーボ方式の変化に伴い、サーボに対する様々な制御の要求が上がってきた。そこで、自由度の高いソフトウェアでサーボ制御を行うためにDSPを採用した。

これにより微妙な調整や様々なフィルタの構成、ピンポイントの条件分岐などの柔軟な制御が可能となった。ドライブ性能に最適な駆動制御をすることで、高速動作させるドライブから低消費電力のドライブまでを同じハード構成で実現できた。ここに高速モデルと低消費電力モデルの電流波形(Fig. 3, Fig. 4)を示す。この波形は、メディア挿入から、シーケンシャル・ライト(Seq. Write)、ランダム・ライト(Random Write)、シーケンシャル・リードを行い、メディアを排出するまでの電流波形である。ライト、リード時のピーク電流が約80%に押さえられていることがわかる。また、シーク時の騒音も48dB以下に押さえることができた。これらはDSPの柔軟性により実現可能となった。

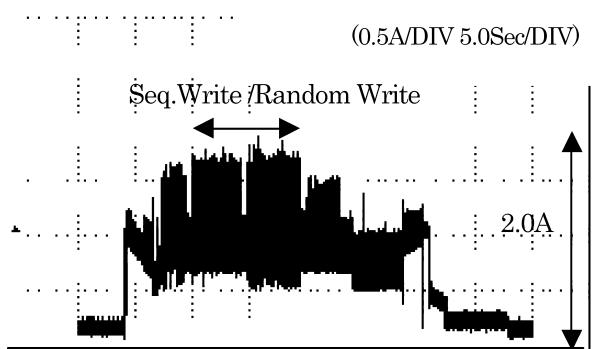


Fig. 3 Current wave at high speed model



Fig. 4 Current wave at low speed model

5 電源保護回路

ここ数年、市場数量が年率20%で伸び、USBドライブが普及するにつれて、MOドライブの接続、取り外しが頻繁となる傾向にあり、ACアダプタの誤差など、取り扱いミスによるドライブの破損が増加してきている。特に、ノートパソコンのACアダプタのピンジャックとドライブのACアダプタのピンジャックが同様な形状をしているため、誤差が発生していた。MOドライブ電源が5Vであるのに対し、ノートパソコンは19V前後のものが多く、さらに、プラス/マイナス極性が逆のものなどもあり、誤差は故障原因となっていた。

こうした故障を低減するため、高速モデルは、±20Vまでの電圧に対する電源保護回路を付加した。但し、コストアップとスペースへの影響が大きいため、コンパクトモデルではACアダプタのピンジャックの形状を変更することで誤差を防止を行った。

6 低消費電力のためのスリープモード

昨今、環境問題などで消費電力を下げるのも重要な課題のひとつとなっている。MOの場合、1日使用する中でドライブへのリードやライトを行っている割合はかなり低い。そこでリードやライト以外の待機状態（以下、スタンバイと呼ぶ）での消費電力を減らすことで全体の低消費電力化と高速動作の快適さを両立させること

とした。

機能ブロックをインターフェース部分（ODC）、CPU周辺部分（CPU, User Logic）、サーボ部分（DSP, Read channel IC, Analog IC, Laser Control IC）に分け、ブロックごとに電源制御を行った。インターフェース部分とCPU周辺部分はスタンバイ時でも、パソコンの命令を受けたら迅速に対応できるように、前者はスリープさせず、後者はクロックの周波数を下げるに留めた。

サーボ部分はDSP含め、すべてのICをスリープさせた。これにより、スタンバイ時の消費電流を現行の1/5に相当する0.2A未満にすることができた。Fig. 5にブロックごとのスリープ対応を記載した。

今後、LSIのそのものの低消費電力化がポイントになって行くと考えている。

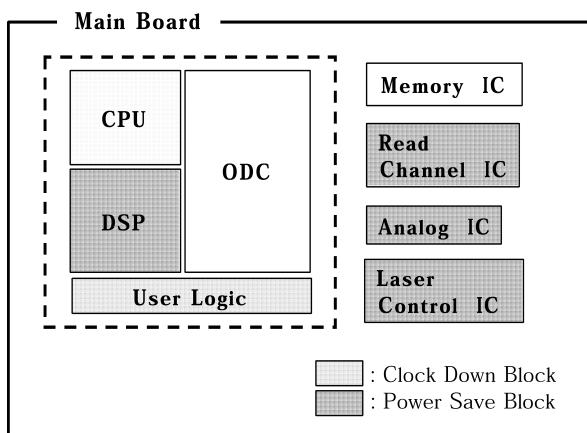


Fig. 5 Sleep block configuration

7 USB2.0インターフェースの対応

いまやパソコンのインターフェースとしてUSB1.1が主流となった。その手軽さゆえ、ストレージデバイスに用いられ、転送速度が高速でマッチしないと思われていたハードディスクでさえ、製品化されており、高速性能が求められる用途では、より高速なUSB2.0の要求が高まっている。USB2.0の転送速度は、USB1.1の40倍の480Mbpsであり、現状のストレージデバイスにとって十分な転送速度を実現している。コニカとしても高速性を重視し、いち早く対応することとした。

7.1 USB2.0インターフェースの設計ポイント

USB2.0は高速になったことで信号電流によるクロストークの影響が大きいため、基板上の配置やパターンの配線には気を使った。また、ドライブとUSBブロックとの構成はUSB1.1同様、汎用のUSBチップを使用し、SCSIとブリッジをかけるという方法をとることで機能を分離でき、短期間で効率の良い評価を実施できた。suspendに連動した電源制御やファイルコピー中にsuspendした場合のデータ保護機能も盛り込んだ。

USB2.0 になって各社の製品との接続、互換性を保つため、USB ロゴ承認試験をパスすることが必須となった。試験も、まだ試行錯誤の段階で毎回試験方法や基準が変わり非常に戸惑ったが、最終的に合格することができた。また、USB2.0 規格が過渡期なため、次々にバージョンアップされる OS や各種ハブへの対応などでかなり苦戦したが、量産に間に合わせることができた。

7.2 USB2.0 インターフェースの効果

USB2.0 になり、USB1.1 でネックになっていたデータの転送レートが高速になり、MO ドライブ本来の性能が出せるようになった。特に MO ドライブからのリードにおいては、アクセス速度で USB1.1 の約 3 倍を実現できた。今後、パソコンに USB2.0 が標準装備されれば、その簡便さと高速性でインターフェースの主流になると考えられている。

8 商品へ応用事例

今回、システム LSI の開発により低価格、低消費電力、柔軟な制御など幅広い性能を実現できる電気系ハードウェアが構成でき、それぞれ特徴を持った 3 つの新モデルを開発できた。

高速 SCSI モデルである BDA-JS、ハブ付き USB1.1 モデルの BDA-JU、USB2.0 コンパクトモデルの DSS-Q の 3 モデルである。特にハブ付き USB1.1 モデルでは、ドライブの電流を低く押さえることで、AC アダプタを変更しないでバスパワー ハブ (Max500mA 供給) を搭載することを可能にし、市場で好評を博した。USB2.0 モデルは、そのシンプルなデザインとコンパクトさを特徴とした最新モデルであり、今後を期待している。

これら 3 モデルの仕様を Table 1 に記載する。

9 まとめ

ネットワーク時代となり、ウィルスやハードディスクのクラッシュなどから大切な個人データを保護することの重要性が増してきている。信頼性の高いバックアップツールとして MO ドライブが普及することを期待している。更なる LSI の集積化と低消費電力化を目指し、かつ低価格なドライブを開発することで、お客様に必要なストレージツールの実現に取り組んでいきたい。

●参考文献

- 1) 渡辺 満："光磁気ディスクドライブのデジタルサーボ" KONICA TECHNICAL REPORT VOL. 9 (1996)
- 2) 嶋田雅樹："MO ドライブ用 USB インターフェースの開発" KONICA TECHNICAL REPORT VOL. 14(2001)

Table 1 ドライブ仕様

機種	BDA-JS				BDA-JU				DSS-Q				
	128MB	230MB	540MB	640MB	128MB	230MB	540MB	640MB	128MB	230MB	540MB	640MB	
使用ディスク	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
リード・ライトの可否	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
DOW 支持	—	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	
インターフェース	SCSI-1/2				USB1.1				USB1.1/2.0				
ディスク回転数	5150rpm		4800rpm		3600rpm		3600rpm		3600rpm				
平均シーク時間	28ms				40ms				40ms				
ディスク・バッファ間 データ転送速度	1071 Kbyte/Sec	1285-2057 Kbyte/Sec	2045-3436 Kbyte/Sec	2454-4090 Kbyte/Sec	750 Kbyte/Sec	900-1400 Kbyte/Sec	1500-2520 Kbyte/Sec	1800-3000 Kbyte/Sec	750 Kbyte/Sec	900-1400 Kbyte/Sec	1500-2520 Kbyte/Sec	1800-3000 Kbyte/Sec	
最大転送レート	20MByte/Sec (同期) 6.7/4.0MByte/Sec (非同期・データアウト/データイン)				12Mbit/Sec				12Mbit/Sec (Full-Speed: USB1.1) 480Mbit/Sec (Hi-Speed: USB2.0)				
バッファメモリ容量	2MByte				2MByte				2MByte				
電源電圧	+5VDC ±5%				+5VDC ±5%				+5VDC ±5%				
消費電力	ドライブ部 USB 変換基板部	7.0W (ランダム・ライト時)、1.0W (パワーセーブ時)		6.0W (ランダム・ライト時)、1.0W (パワーセーブ時)		0.6W 以下		8.0W (ランダム・ライト時)、2.5W (パワーセーブ時)		—			
外形寸法	ドライブ部 USB 変換基板部	25.4mm × 101.6mm × 146.0mm (ベセルを除く)		25.4mm × 101.6mm × 146.0mm (ベセルを除く)		25.4mm × 101.6mm × 147.0mm (ベセルを除く)		—					
重量	ドライブ部 USB 変換基板部	470g		470g		65g		430g					

(注1) DOW: ダイレクト・オーバーライト・ディスク

(注2) BDA-JU はバスパワーのハブ付きの為、消費電力は最大 +2.5W。