

小型HDD専用LSI

New HDD LSI Series

佐藤講一* *Kōichi Satō*
宮沢章一** *Shōichi Miyazawa*
鴻上康彦* *Yasuhiko Kōkami*
山本克己* *Katsumi Yamamoto*



HDDの小型化を支えるLSIシリーズ

システムの小型・大容量化が急速に進む中で、小型HDDでのLSIの高性能・高集積・低消費電力化は欠かせない。

OA機器の外部記憶装置として、小型HDD(Hard Disk Drive)は必要不可欠なものとなっている。時代がマルチメディア、ノマディックコンピューティングといった方向に進んでいく中で、小型HDDに要求されるのは小型・大容量化である。そしてこれを同時に実現するためには、記録密度の向上が不可欠である。

日立製作所はこのようなニーズにこたえて、デー

タ転送速度50 Mビット/s対応のリードチャネルLSIをはじめとして、各機能ブロックに最適な専用LSIシリーズを開発した。今後はPRML(Partial Response Maximum Likelihood), MR(Magneto Resistive)ヘッドといった新技術対応のLSIをはじめ、さらに高性能・高集積なLSIの開発を計画している。

* 日立製作所 半導体事業部 ** 日立製作所 システム開発研究所

1 はじめに

マルチメディアシステム、ノマディックコンピューティングという二つの大きな流れの中で、外部記憶装置として中心的役割を果たす小型HDDへのニーズも二つに大別される。マルチメディア対応としては画像など膨大な量のデータを扱うことから、大容量化・高速データ転送化が必須(す)となる。一方、ノマディックコンピューティングでは装置の小型化・低消費電力化が不可欠である。

日立製作所は、BiCMOS(Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor)をはじめ各種プロセスによって上記ニーズに対応したLSIシリーズを開発した。ここでは各LSIの特長とシステム構成、および今後のHDD技術動向とLSI化の展望について述べる。

2 小型HDD用LSIシリーズ

小型HDDシステムのブロックダイアグラムを図1に示す。HDDシステムは信号処理系、コントローラ系、およびモータドライバの三つに大別される。

2.1 R/WアンプIC

R/WアンプICは、高密度記録化が急速に進む中で、書込み時の高速電流スイッチング、読出し回路のローノイズ化が強く求められている。薄膜ヘッド用に開発された2チャンネル、4チャンネル用IC HA166151/152の主要特性を表1に示す。ライト時のヘッド電流立上り時間はヘッドインダクタンス1 μ H、ライト電流10mA時10nsと50

表1 リード・ライトアンプIC HA166151/152の主要特性

入力換算雑音電圧0.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, ライト電流立上り時間10 nsと転送速度50 Mビット/sに対応可能である。

項目	仕様
電源電圧	+5V単一電源
入力換算雑音電圧	0.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ typ.
差動電圧利得	345倍 typ.
バンド幅(-3dB)	150 MHz typ.
ライト電流設定範囲	5~30 mA
ライト電流立上り時間 (ヘッドL=1 μ Hm, ライト電流=10mA)	10 ns typ.

Mビット/sを超える転送速度に対応可能である。

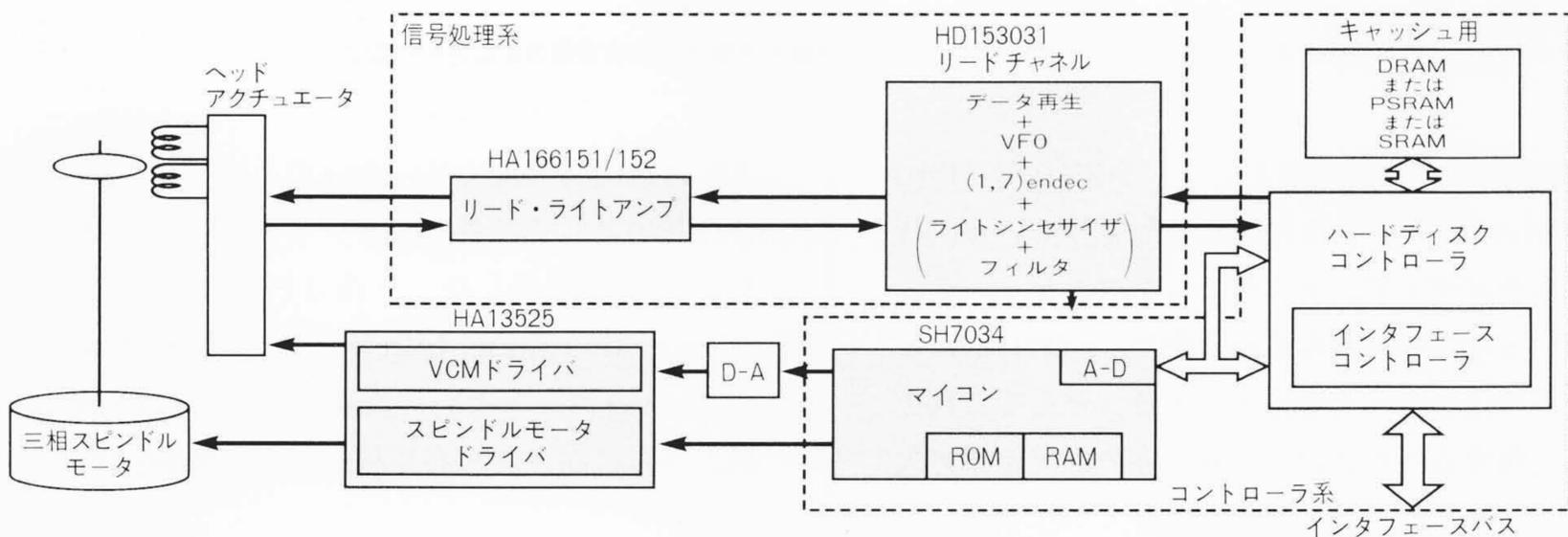
HDDの記録密度を飛躍的に向上させる方法として、MRインダクティブ複合ヘッドが注目されている。読出し用ヘッドに再生信号出力がヘッドの移動速度に影響されないMR素子を使うことによってSN比の向上が実現できる。MRヘッド対応R/WアンプICとして、10チャンネルおよび4チャンネル用ICを開発中である。

2.2 リードチャンネルLSI

2.2.1 信号処理方式

近年小型HDDの大容量化の技術革新は著しく、特に大容量化技術の一つであるマルチゾーン記録手法は急激に浸透し、現在その技術の使いこなし時期にきている。

マルチゾーン記録とは、外周側のゾーンの記録再生速度を内周に比べて速くし、外周側の記録容量を増やす手法である。その再生に関する信号処理の手法は次のとおりである(図2参照)。

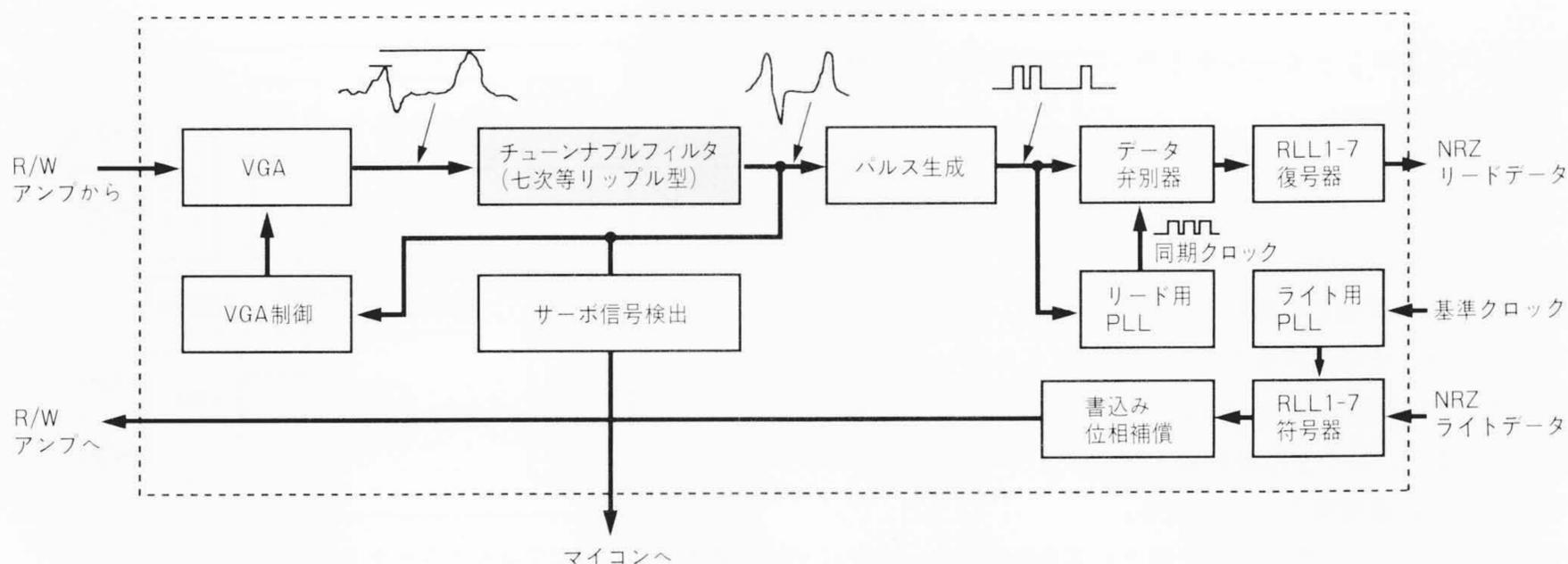


注: 略語説明

VCM (Voice Coil Motor), VFO (Variable Frequency Oscillator), endec (Encoder Decoder), D-A (D-A Converter), A-D (A-D Converter), DRAM (Dynamic RAM), SRAM (Static RAM), PSRAM (Pseudo SRAM)

図1 小型HDDシステムブロックダイアグラム

HDDのシステムは信号処理系、コントローラ系、およびモータドライバの三つに大別される。



注：略語説明 RLL (Run Length Limited), PLL (Phase Locked Loop), VGA (Variable Gain Amplifier), NRZ (Non-Return to Zero)

図2 信号処理の手法

マルチゾーン記録の場合、各ゾーンに対応したローパスフィルタの遮断周波数と波形スリミング量の調整機能が必要である。

- (1) R/Wアンプで再生された信号は、ヘッド特性のばらつきによる振幅ばらつきがあるため、VGAによって信号振幅が規定値になるようコントロールする。
- (2) チューナブルフィルタでは、高周波ノイズを遮断するとともに、異なる記録パターンでの(磁化干渉起因の)信号振幅変動とピークシフトをなくすため、各波形に対しスリミング化を行う。マルチゾーン記録の場合、各ゾーンでの記録周波数や磁化干渉度が異なるため、各ゾーン対応でローパスフィルタの遮断周波数と波形スリミング量の調整機能が必須である。
- (3) パルス生成では後段の位相によるデータ弁別に備え、信号振幅のピーク点に対応したパルスを生成する。
- (4) リード用PLL、データ弁別器では入力パルスに同期したクロックを生成し、パルスの有無を判定する。マルチゾーン記録の場合、各ゾーンでの再生周波数が異なるため、リード用PLLでは中心周波数とPLLのループ特性(ダンピングファクタ)について可変機能が必須である。
- (5) RLL1-7復号器では、弁別された“1”、“0”のコードをNRZデータに復号する。

2.2.2 HD153031

HD153031は、図2に示す信号処理機能を1.3μm BiCMOSプロセスを用いて1チップで実現したLSIである。高密度記録になると、磁化干渉大による振幅劣化やピークシフトが顕著になり、また信号帯域も広がるためノイズも増加する。このLSIでは高密度記録実現のため、前述の磁化干渉が大きい場合に対しては、チューナブルフィルタでの強力な波形スリミングを、またノイズ増加に対しては、パルス生成で2レベルスライス機能をそれ

ぞれ内蔵している。

2.2.3 次期信号処理LSI

小型HDDは大容量化のため、高密度記録がますます進み、記録速度も高密度記録に対応して高速化が進む。

そのため、次期製品として90 Mビット/s対応リードチャンネルLSIも現在開発中である。

また超高密度記録対応として、今までのPD(Peak Detection)方式の信号処理に代わり、PRML方式を採用したリードチャンネルLSIも開発中である。

2.3 SH7000シリーズマイコン

HDDのシステムコントロール用CPUに対するニーズは、(1)システム制御だけでなくサーボ制御まで可能な処理能力、(2)周辺機能の内蔵化、(3)低消費電力・低電圧動作、(4)ASIC(Application Specific IC)対応可能なCPUコア、(5)高級言語による高効率ソフト開発環境と高効率デバッグ環境、などである。これらのニーズにこたえるため開発した32ビットシングルチップRISC(Reduced Instruction Set Computer)、SH7000シリーズマイコンSH7032/SH7034は、以下に述べる基本性能を持ち、従来のシングルチップマイコンの約10倍の性能を達成することができる。

- (1) DSP(Digital Signal Processor)並みの専用乗算器内蔵

VCMのサーボ制御用としてデジタル信号処理用の専用乗算器を内蔵し、DSP機能をCPU命令の一つとして実現した。

また乗算、積和演算を2クロック(100 ns:20 MHz時)、3クロック(150 ns:20 MHz時)で実行し、サーボ制

御とシステムコントロールを1チップで実現することができる。

(2) 周辺機能としてはHDDシステムとして必要不可欠な高性能タイマITU(Integrated Timer Pulse Unit), SCI(Serial Communication Interface)および10ビットA-Dコンバータなどの機能を内蔵している。ITUは16ビットタイマ5チャンネルを内蔵し、スピンドルモータ用のPWM(Pulse Width Modulation)信号を出力することもできる。また、8チャンネル内蔵A-Dコンバータは $6.7\mu\text{s}$ /チャンネルの高速変換が可能である。

(3) HDDではデータバッファ用としてDRAMや、アドレスとデータのマルチプレクスバスを持つ周辺LSIを利用するが、これらのデバイスと外付け回路を必要とせずに直結可能なバスインタフェースを内蔵している。

(4) 低電圧・低消費電力

3.3V動作の実現と各種の低消費電力モードの採用により、消費電力当たりの性能を飛躍的に向上し、ノート型パソコンなどのバッテリー動作に対応できるようにしている。

今後CPUの高性能化の展開、DSP機能の強化、また内蔵メモリや周辺機能のバリエーションなどのラインアップ整備を計画しており、さらにCBIC(Cell Base IC)への対応も予定している。

2.4 モータドライバ

2.4.1 装置の小型化に伴う技術課題

(1) VCMドライバ・スピンドルモータドライバの1チップ化

実装面積削減のため、2種類のモータドライバの1チップ化が必須である。またVCMの駆動電流制御用D-Aコンバータ、電源遮断時のヘッド自動退避機能、電源監視機能などの内蔵により、外付け部品の低減が必要である。

(2) モータ駆動段の低飽和電圧化

モータ駆動系の電源電圧が12Vから5V、3.3Vへと移行するに従い、出力アンプの飽和電圧による効率低下

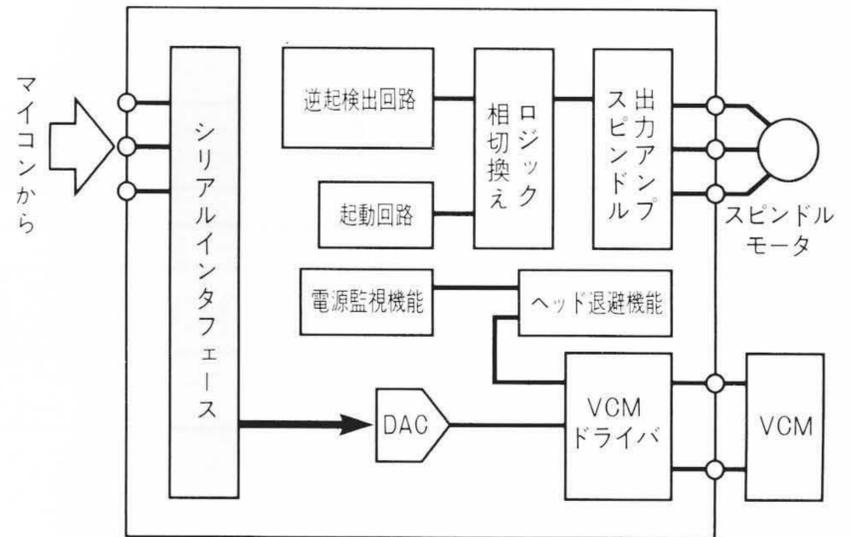


図3 コンボICブロックダイアグラム

シリアルインタフェースを設け、端子数の増加を抑えている。

が無視できなくなる。この対策のため、低飽和電圧化が必要となる。

2.4.2 コンボICシリーズ

上述の技術課題を踏まえてモータドライバの1チップ化を図ったのが、コンボICシリーズHA13520F(2.5インチ以下用)とHA13525FP(3.5インチ用)である。ブロックダイアグラムを図3に示す。発熱増加などの問題に対して以下の対策を実施し、1チップ化を実現した。

- (1) 面実装パッケージ(FP-28TおよびFP-26DT)の新規開発により、低熱抵抗化を実現した。
- (2) 昇圧回路を内蔵し、出力アンプの低飽和電圧化を図った。

3 おわりに

ここでは、HDDの高密度記録化、高速化に対応したLSIシリーズの特長、システム構成について述べた。

HDDの技術革新は目覚ましく、とどまるところを知らないといった感がある。他のファイル装置との競争もあり、今後ますますこの傾向が強まると予想する。

今後このようなニーズにこたえるため、さらにシリーズの拡充を図っていく計画である。

参考文献

- 1) Y. Ouchi, et al.: A New Signal Detection Method with Two Slice Levels, IEEE T. Mag, Vol. 23, No. 5, pp. 3675~3677, Sept. 1987.