

ファイル系LSIファミリー

LSI Family for Magnetic Storage

OA時代を背景に小形磁気記憶装置が急成長を遂げ、FDD、HDDの需要がますます拡大している。これらの装置では、OA機器用途での需要の伸びとともに大容量化、小形・低価格化の道を歩んでいる。市場のニーズは装置のよりいっそうの小形・低価格化とともに高性能化、高機能化を求めており、このためには電子回路の高集積化が必要である。

日立製作所ではこの要求にこたえるため、システムの使い勝手を考慮しながらアナログ、デジタルの各種プロセスによりHDD・FDD用LSI/ICファミリーの製品化を進めている。本論文ではこれら一連の製品の特徴を紹介するとともに、技術動向、応用例について述べる。

川村 哲士*
四ッ谷三男**
長野 豊和***
阿部 正義****

Satoshi Kawamura
Mitsuo Yotsutani
Toyokazu Nagano
Masayoshi Abe

1 緒 言

パーソナルコンピュータ、ワークステーション、ワードプロセッサなどのOA (Office Automation) 機器では高機能化、高性能化、グラフィックスの取扱いなどのために、外部記憶装置として小形、大容量でランダムアクセスが可能なHDD (Hard Disk Drive)やFDD(Floppy Disk Drive)の需要が高まっている。半導体メモリと同様に大容量化、低価格化が進むとともに、装置の小形化の要求が強く、従来の5.25inディスクから3.5inディスクへの移行が急激に進んでいる。またHDDでは応用システムの高機能化や拡張性のために、HDC(ハードディスクコントローラ)内蔵形の機種も現れている。

日立製作所では、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)、Bi-CMOS(Bipolar-CMOS)など各種アナログ・デジタルプロセスに、大規模論理、高速微小信号、アナログ・デジタル混在、パワーIC設計技術を適用し、HDD、FDD用LSIの開発を行っている。例えば、HDDでは十数チップに及ぶシステムLSIを製品化し、各種アプリケーションや将来のよりいっそうの集積化に対する互換性や多機能性など使い勝手を考慮したHDDに必要なすべてのLSIをチップセットで供給している。

2 ハードディスク用LSI

2.1 システム動向

HDDは業務用パーソナルコンピュータやワークステーションなどに標準装備されるようになり、特に最近話題になっているUNIX^{※)}オペレーティングシステムでは大記憶容量を必要

表1 OA用小形HDD技術動向 HDDは大容量化、高速化及び小形化の傾向があり、コントローラ内蔵機も出現した。

要 求	項 目	仕 様	
		現 状	新製品
大 容 量 化	記 憶 容 量(Mバイト)	10~20	40~80
高 速 化	転 送 速 度(Mbps)	5	7.5~10
	平均アクセスタイム(ms)	80	20~40
小 形 化	円 板 サ イ ズ(in)	5.25	3.5
インテリジェント化	コ ン ト ロ ー ラ	システム側	内蔵

注：略語説明 OA(Office Automation)
HDD(Hard Disk Drive)

とするため、HDDなしには動かない。応用システムの高性能化、デスクトップやポータブルなどの小形化のために表1に示すような要求が出てきた。HDC内蔵タイプでは、SCSI¹⁾(Small Computer System Interface)ドライバインタフェースの機種が一般的である。SCSIはANSI(米国規格協会)により標準化されており、プロトコルだけでなくコマンドも規格化しているためソフトウェアの互換性があり、システムの構築性が良いという特徴がある。

2.2 HDDのLSIファミリー

コントローラ内蔵タイプのHDD電子回路の機能ブロックを図1に示す。機能別にシステムコントローラ系、信号処理系及び機構制御系の三つに大別され、システムコントローラ系ではホストインタフェース回路、リード、ライト、フォーマットなどのディスク特有の処理を行うハードディスクコントロール回路、信号処理系では磁気ヘッドの書き込みを行うリード・ライト回路、読み取ったアナログ信号をパルス化する波形整形回路、信号からクロックとデータを分離するデータセ

※) UNIXは、米国ベル研究所のオペレーティングシステムの名称である。

* 日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所 工学博士 ** 日立製作所高崎工場 *** 日立製作所茂原工場
**** 日立製作所武蔵工場

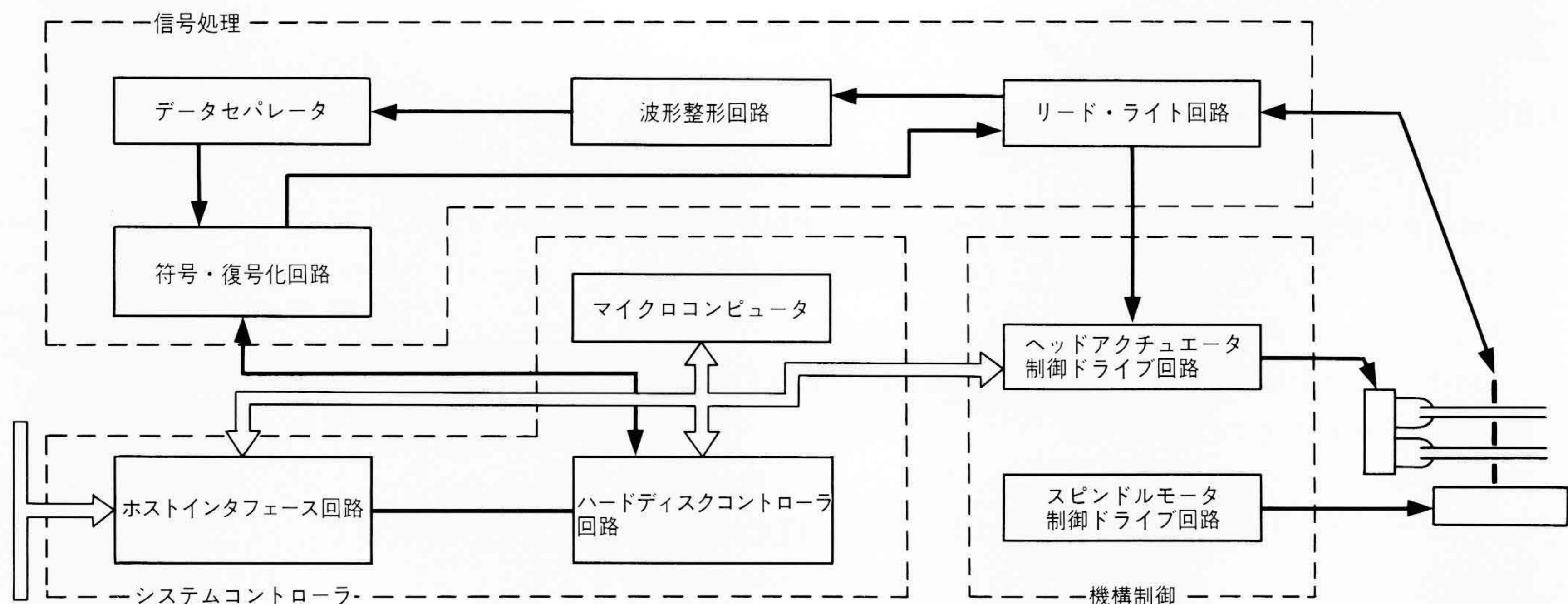


図1 HDDのシステム構成 HDD内部回路は、ディスクへのリード、ライトを行う信号処理系及びヘッド、スピンドルモータを駆動する機構制御系並びにシステム全体を管理しホストとのデータ転送を行うシステムコントローラ系から構成される。

パレート回路、記録信号の変復調を行う符号・復号化回路、機構制御系では記録円板を一定回転で回すためのスピンドルモータ制御ドライブ回路、ヘッドアクチュエータ制御ドライブ回路から構成される。

日立製作所では、システム構築に必要なすべてのLSIをチップセットで供給している。表2に製品の機能を一覧で示し、以下に最近開発した製品の特長について述べる。

(1) ホストインタフェースLSI HD64951

HD64951は、SCSI非同期転送モードに必要なすべての機能を1チップに集積した。インタフェースのドライバ、レシーバ部はシステムダウンや記録データの破損を起こさぬよう高信頼化が要求され、ロジック部の低消費電力化も達成するた

めにBi-CMOSプロセスを採用した。パッケージにはピン間隔が40milの面付け用MSP(Mini Square Package)-68を使用しており小形化の要求にも十分対応可能である。HD64951は以下の特長を持っている。

- (a) イニシエータ、ターゲット両方で自動アービトレーション、セレクション機能を内蔵した。
 - (b) ドライバ(48mAシンク)とレシーバ(ヒステリシス付き)を内蔵した。
 - (c) 16ビット、8ビット両用システムバスを持ち、各種マイクロコンピュータ、DMAC(Direct Memory Access Controller)と直結可能である。
- (2) データプロセッサ HD64950

表2 HDD用LSI一覧表 HDD用LSIの製品系列を示す。これらのLSIによりHDD回路基板の小形化が可能である。

部 位	形 名	機 能 ・ 性 能	パッケージ
イ ン タ フ ェ ース	HA16662	ST506インタフェース、ライトフォルト回路、電源異常検出回路	MSP-44
	HA16682	HA16662とピン配置が対称	MSP-44
	HD64951	SCSIインタフェース	MSP-68
コ ン ト ロ ー ラ	HD63463	1チップハードディスクコントローラ、ST506、SMDドライブ用	PLCC-68
	HD64950	マイクロコンピュータとの2チップファイルコントローラ、プログラマブルインタフェース	PLCC-68
デ ー タ セ パ レ ータ	HA16658	PLL、ライトプリコンペンセート回路	MSP-44
符 号 ・ 復 号	HD153007	(2, 7)コード 15Mbps	MSP-44
	HD153009	(2, 7)コード 15Mbpsライトプリコンペンセート回路 高速位相比較器	MSP-44
波 形 整 形	HA16656	リードデータ再生、5 Mbps用	MSP-44
	HA16676	リードデータ再生、15Mbps用	MSP-44
	HA16663	リードパルス再生、10Mbps用	MSP-18
	HA16686	リードデータパルス再生、15Mbps HA16676/63の1チップ化	MSP-44
リ ー ド ・ ラ イ ト ア ンプ	HA16652	4, 6チャンネルリードプリアンプ、ライトドライバ	MSP-28
ヘ ッ ド ア ク チ ュ エ ータ	HA16670	ピークホールド方式サーボ面サーボの位置信号生成	MSP-44
	HA16671/72	VCM制御、フィードフォワード 外力補正	MSP-44
	HA13447	VCMドライバ 電流制御	SP-23T
ス ピ ン ド ル	HA13426	三相ブラシレス直流電動機用 3 A・相電圧ドライバ	SP-23T
	HA13441	三相ブラシレス直流電動機用 2 A・相電流ドライバ(3.5in用)	SP-23T
	HA13442	三相ブラシレス直流電動機用 4 A・相電流ドライバ(5.25in用)	SP-23T

注：略語説明 SCSI(Small Computer System Interface)
VCM(Voice Coil Motor)

HD64950は、ハードディスクの高速データ転送を処理するすべての機能を1チップに集積し、プログラマブル方式のため多機能であり、各種ホストシステムやコントローラ内蔵タイプのディスク装置に適用可能である。また、FDDのコントロールも可能である。数万ゲートに及ぶ大規模論理回路でありCMOSプロセスを採用した。その特長を以下に述べる。

(a) NRZ(Non Return to Zero), MFM(Modified Frequency Modulation), FM(Frequency Modulation)の各種記録信号を取り扱い、最大転送速度は20Mビット/秒と高速である。

(b) 512バイト2面のデータバッファを持ち、1,024バイトの一面での使用も可能である。

(c) プログラマブルにハードセクタ、ソフトセクタあるいはハード、ソフト混在セクタのフォーマット記録が可能(図2参照)である。ECC(Error Correction Code)も32ビット・48ビット・56ビットのファイア符号任意多項式に設定可能である。このため従来のST506, ESDI(Enhanced Small Device Interface), SMD(Storage Module Drive)などの各種標準ドライバインタフェースやユーザーが任意に決めたドライバインタフェースを構成できる。

(d) 16ビット、8ビット両用システムバスを持ち、各種マイクロコンピュータ、DMAC, HD64951と直結可能である。

(3) データセパレータIC HA16658

HA16658はリードデータを入力し、コントローラが処理できるようにリードデータとこれに同期したクロックを発生させ、位相比較器、チャージポンプ、VFO(Variable Frequency Oscillator)及び書込み位相補償を行うライトプリコンペンセート回路を微細バイポーラプロセスで1チップに集積した。5V単一電源で、無調整にデータ転送速度5Mbps(MFM記録)に対応可能である。また、次に述べる(4)のHD153009との併用で10Mbpsまで対応可能である。

(4) 符号・復号LSI HD153009

HD153009は従来のMFM記録と比べ約1.5倍高密度記録が

可能な(2,7)ランレングス リミテッドコードの符号・復号化回路、ライトプリコンペンセート回路及び高速位相比較器²⁾を集積した。Hi-BiCMOSプロセスの採用によってデータの転送が最大15Mbpsと高速で、ハードディスクコントローラHD64950に直結可能である。

(5) VCM(ボイスコイルモータ)制御LSI HA16670, HA16671, HA16672

HA16670, HA16671及びHA16672は、従来大形ディスク装置で採用している高速ヘッドアクチュエータVCMのサーボ面サーボ方式の制御回路を3チップに集積した。このため、ディスクリット部品で組んでいた従来回路と比べて部品数、基板専有面積とともに約 $\frac{1}{3}$ となり、5.25inや3.5in装置でもアクセスの高速化が可能である。HA16670は、サーボヘッド信号から位置信号を生成し、HA16671, HA16672は速度信号を生成するとともに、マイクロコンピュータからの命令に従いフィードフォワード制御を行い、ヘッドの移動やトラッキングを行う。HA16670は、高速微小電流回路のためバイポーラプロセスを、HA16671, HA16672はオペアンプ、D-A変換器、アナログスイッチ、論理回路などのアナログ・デジタル混在回路であり、Bi-CMOSプロセスを採用している。パッケージは小形面付け用MSP-44で統一し、VCMパワードライバHA13447と直結が可能である。

(6) VCMドライバ HA13447

HA13447はVCMのドライバであり、最大電流4Aまで供給でき、5.25in及び3.5in装置に適用可能である。また、電流制限回路及び電流検出回路を集積しており、VCM制御のHA16671, HA16672と直結できる。

2.3 応用例

図3にSCSIコントローラ内蔵タイプのハードディスクに応用した電子回路の構成例を示す。本例はヘッドアクチュエータにサーボ面サーボ方式VCMを使用しており、このモータ制御、ホストインタフェースHD64951及びデータプロセッサHD64950の管理を、シングルチップマイクロコンピュータ

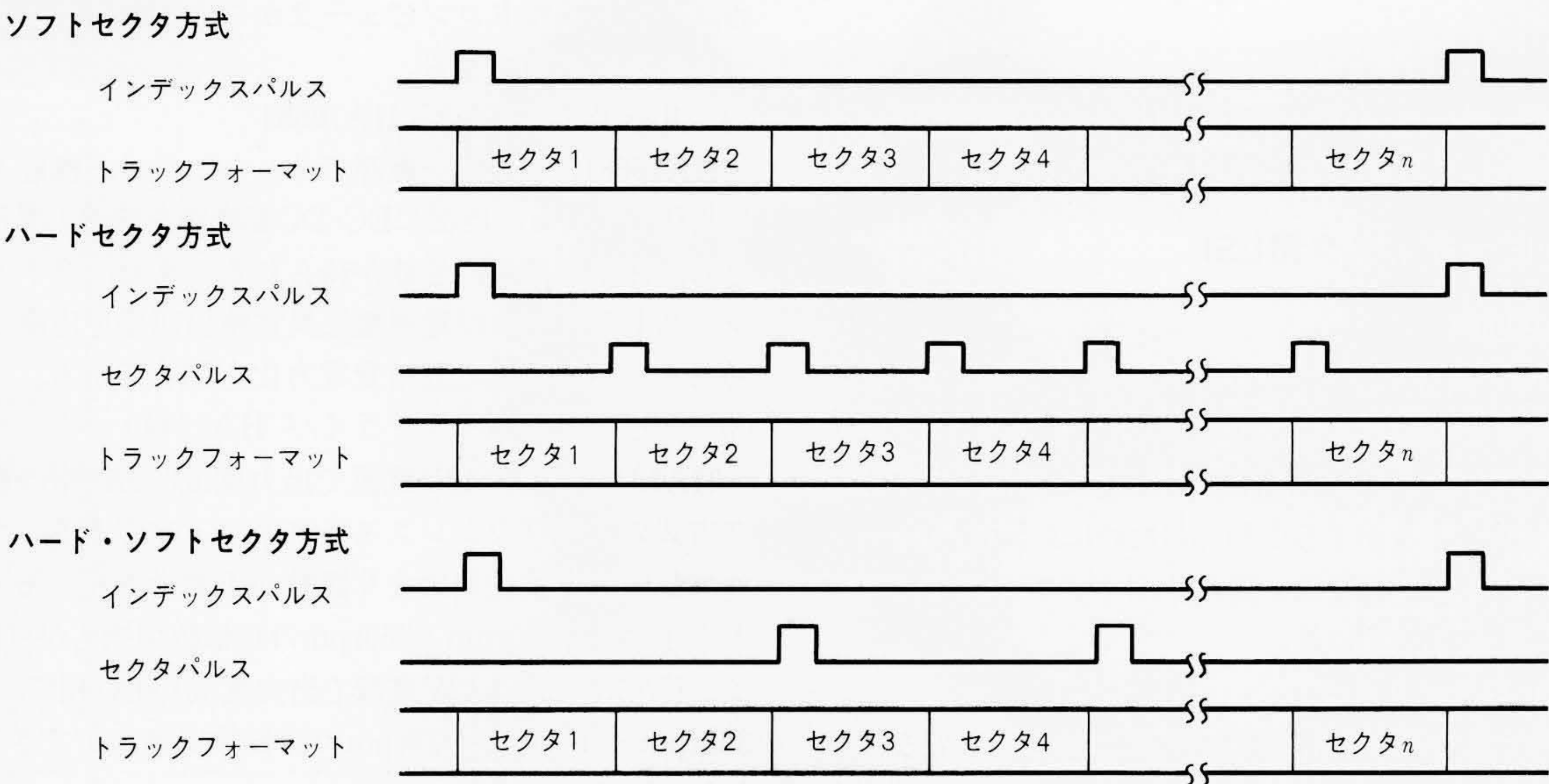


図2 ハードディスクの記録フォーマット HD64950では、従来のソフトセクタやハードセクタのほかに両者が混在したものなど、多種多様なフォーマットが可能である。

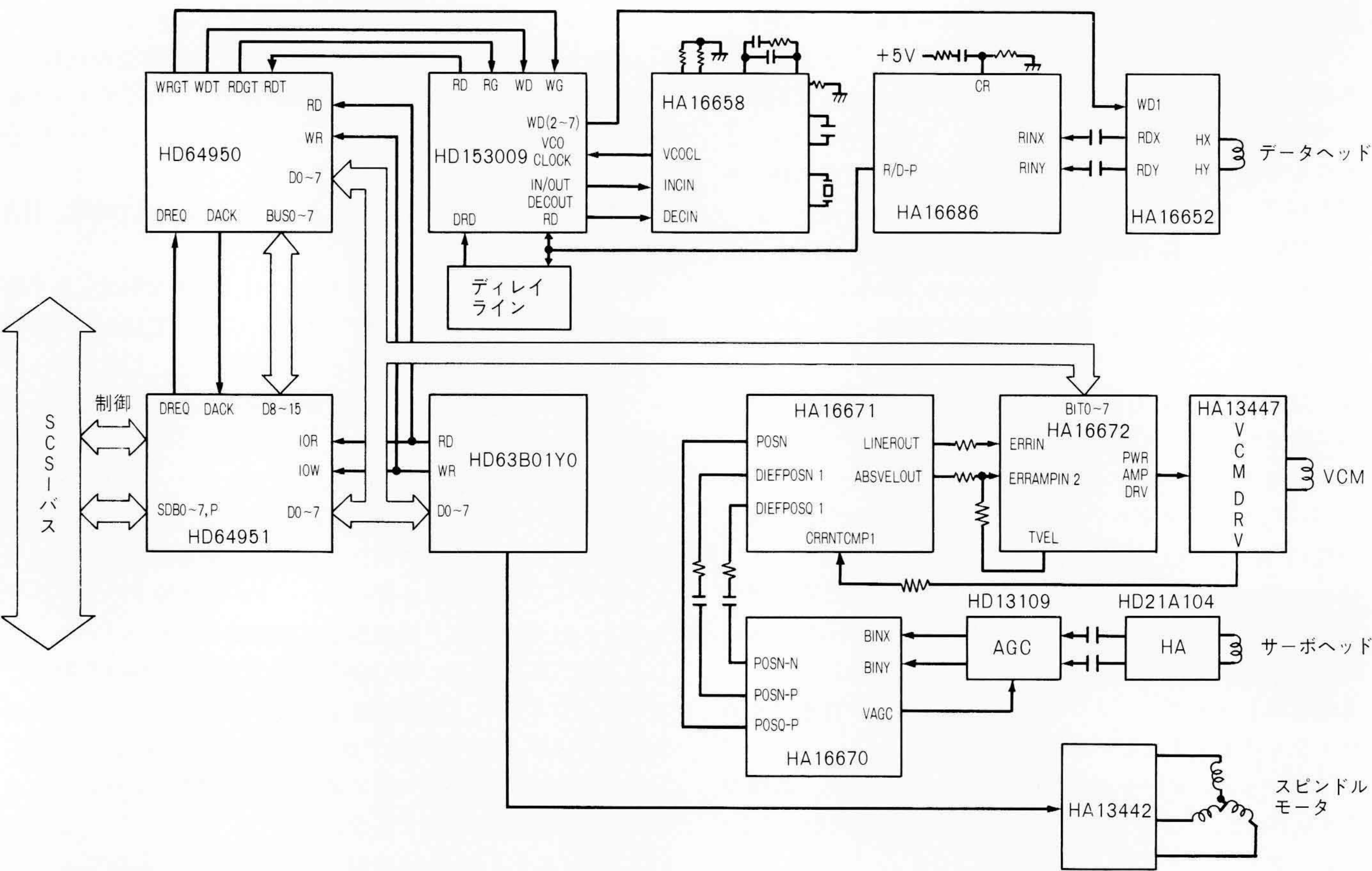


図3 HDD電子回路構成例 VCMを搭載し、SCSIコントローラを内蔵した装置の回路例である。

表3 FDDの技術動向 FDDは5.25inから3.5inに移行している。ポータブル装置のために低消費電力も求められている。

要 求	項 目	仕 様	
		現 状	新製品
大 容 量 化	記憶容量 (Mバイト)	1 ~ 1.6	2 ~ 10
小 形 化	メディアサイズ (in)	5.25	3.5
低消費電力化	電 源	スイッチング電源	バッテリー

注：略語説明 FDD(Floppy Disk Drive)

HD6301Yで行っている。HD64950及びHD64951の管理用ソフトウェアも開発しており、ユーザーに供給される。

3 フロッピーディスク用LSI

3.1 システム動向

FDDはHDDと異なり、メディアの互換性が必要なため、その記録形式を簡単に変えることはできない。しかし、システム及び記録技術の進歩とともにHDDと同様に表3に示すような動向³⁾が見られる。なかでも小形化のために3.5in化がパーソナルコンピュータなどで急激に進み、ポータブル機ではバッテリー駆動の要求も出ている。

3.2 FDDのLSIファミリー

日立製作所では従来からFDDのシステム構築に必要なすべてのLSIをチップセット⁴⁾で供給している。表4に製品の機能を一覧で示し、以下に最近開発した製品の特長について述べる。

(1) フロッピーディスクコントローラ HD63265

HD63265は各種マイクロコンピュータの下で、MPUからのコマンドにより、3inから8inまでのすべてのFDDのコントロールが可能であり、データセパレータ回路及びライトプリコンペンセート回路を内蔵している。データセパレータ回路は、従来必要であった抵抗、コンデンサなどの多くの周辺部品をすべて内蔵し、無調整で高精度である。CMOSプロセスの採用により、スリープモードを加え低消費電力となっているため、ハンドヘルドコンピュータから大形システムまで幅広いシステムに応用できる。

(2) リード・ライトIC HA16681

HA16681は5V単一電源でリード・ライト機能を1チップに集積している。内部にDC-DC変換器を内蔵し昇圧しているため、従来品同様の性能が得られる。また、2チャンネルのイレースドライバ及び電源電圧異常検出回路を内蔵し、2段階のスタンバイ機能で低消費電力化を図っている。

(3) スピンドルモータドライバ HA13440

HA13440は5~12V電源で出力電流0.7A/相の電流ドライブ方式の三相ブラシレスモータドライバである。デジタル速度制御方式の採用により調整が不要であり、モードセレクト端子により300rpm・360rpmの回転数切り換えが可能である。またHA13456は、12V電源で出力電流1.0A/相で、300rpm・360rpm・600rpm・720rpmの回転数切り換えができる。

3.3 応用例

図4に5V単一電源でバッテリー駆動ができる3.5in FDDに

表4 FDD用LSI一覧表 FDD用LSIの製品系列を示す。これらのLSIにより、FDD回路基板の小形化が可能である。

部 位	形 名	機 能 ・ 性 能	パ ャ ケ ー ジ
コ ン ト ロ ー ラ	HD63265	データセパレータ，ライトプリコンペンセーション回路内蔵	DP-48
データセパレータ	HA16632	SYNC検出機能 単/倍密度，5/8in切換え可能	DP-28
リ ー ド ・ ラ イ ト	HA16631	リードアンプ	MSP-18
	HA16642	リード・ライトアンプ，波形整形	MSP-44
	HA16651	HA16642＋2チャンネルイレースドライバ	MSP-44
	HA16681	リード・ライトアンプ 5V単一電源	MSP-44
メカコントロール	HA16640	メカコントロール＋ライトドライバ	DP-42
	HA16643	メカコントロール スピンドルON/OFF制御 オートリキャリプレート 5V単一電源	MSP-44
ス テ ッ プ モ ー タ	HA13421	二相バイポーラ用，パワーセーブ機能	MSP-18
スピンドルモータ	HA13431	三相ブラシレス直流電動機用 電圧ドライブ(5.25in用)	SP-23T
	HA13432	三相ブラシレス直流電動機用 電圧ドライブ(3～3.5in用)	MSP-28
	HA13440	三相ブラシレス直流電動機用 電流ドライブ(3～3.5in用) 5V駆動	MSP-28
	HA13456	三相ブラシレス直流電動機用 電流ドライブ(5.25in用)	DP-24TS

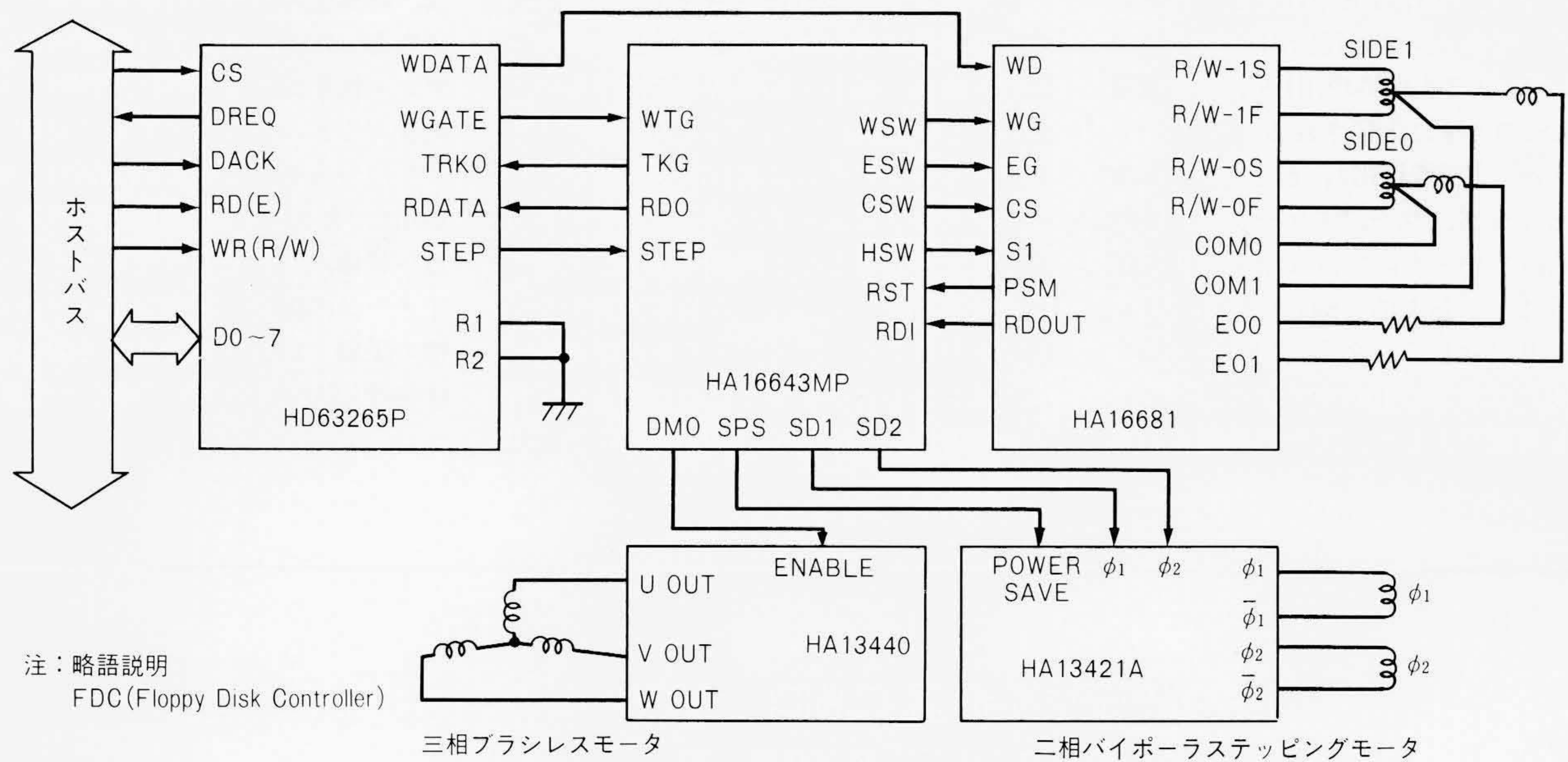


図4 FDD用LSIセット構成例 データセパレータ内蔵FDCにより、5個のLSIでシステムが組める。

応用した電子回路の構成例を示す。フロッピーディスクコントローラはパーソナルコンピュータなどのシステム側にあり、FDDはメカコントローラHA16643及びステッピングモータドライバHA16421Aの採用により、必要なICは4個だけである。

4 今後の展望

HDDやFDDなどのディスク装置は、磁気記録技術及び応用システムの進歩に伴って、今後ますます大容量・高速化、小形・低価格に向かう。日立製作所は、ディスクシステム構築に必要なすべてのLSIをチップセットとして品ぞろえした。更に各種最先端プロセス、設計技術及び小形パッケージを適用し、よりいっそうの高速化、高集積化を図ったLSIを開発する予定である。開発に際しては応用システムの動向や従来製品との互換性を十分考慮し、使い勝手の良いシステムLSIとしてユーザーに提供することを第一と考えて推進する。

5 結 言

以上、最近のHDD及びFDD用ファイル系LSIの概要につい

て述べた。今回のチップセットの品ぞろえはコントローラ内蔵形HDDやバッテリー駆動タイプFDDなど新機種の電子回路基板の設計を容易にし、大幅な小形化を実現するものである。今後もユーザーニーズに応じ、チップセットの拡充を図ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 普及に向けて歩み出したSCSI周辺装置インタフェース：日経エレクトロニクス，No.405，p.101(1986-10)
- 2) バイポーラとCMOSを基本論理回路内で複合し，高速かつ低消費電力なLSIを実現する：日経エレクトロニクス，No.375，p.187(1985-8)
- 3) サーボと高密度媒体の採用で容量アップが進むフロッピーディスク：日経エレクトロニクス，No.413，p.125(1987-1)
- 4) 日立情報産業用リニアICデータブック：日立製作所(1986-7)



図形・画像処理LSI

日立製作所 坂東忠秋・桂 晃洋・他2名
テレビジョン 40—12, 1188~1193 (昭61-12)

図形・画像処理技術は、大容量のメモリ、高速の専用処理装置などが必要なため、従来は高価な画像解析装置やCAD端末など限られた用途にしか用いられなかった。しかし、最近のVLSI技術の急速な進歩によって、図形・画像処理LSI、画像メモリなどが出現し、図形・画像処理技術が手軽に使えるようになり、OA、FA分野で広く普及しつつある。図形・画像処理LSIはグラフィック制御LSI、文書画像処理用LSI、画像信号処理用LSIの3種に大別される。

グラフィック制御LSIは、最近のパーソナルコンピュータ、ワークステーションに広く用いられているもので、文字、図形の描画を行うことが基本的な機能である。フレームメモリに対して、文字、図形を描画することは、はん(汎)用のマイクロコンピュータでも可能であるが、図形処理特有の機

能が多いために実行速度が低下する。これに対して専用のLSIでは、はん用マイクロコンピュータの数十倍の高速性を実現できる。その他の機能としては、マルチウィンドウの支援機能、CRTへ表示するためのタイミング制御、2次元、3次元のCADに必要な座標変換などが挙げられる。

文書画像処理LSIは、スキャナで読み込んだ文書画像に対して、圧縮・伸長や画像の移動・拡大・縮小・回転などを行うものである。このLSIは、ファクシミリや光ディスクファイルシステムに使われているが、パーソナルコンピュータ、ワークステーションでも今後重要となる機能である。文書を作成する場合、コードから文字・図形を生成するだけでなく、スキャナから読み込んだ画像との合成が必要なためである。

画像信号処理LSIは、スキャナから読み込

んだ画像に対して、フィルタリングなどの近傍演算、画像間の差分などの画像間演算を行うものである。画像データは2次元に規則的に並んでおり、この特徴を生かしたアーキテクチャとすることによって、はん用マイクロコンピュータよりも数百倍高速な専用プロセッサが実現可能である。従来は、計算機の処理の対象が数値・文字が主体であったのに対して、最近の傾向はマンマシン性を高めるために、図形・画像、更に音声などのマルチメディア処理に重点が移りつつある。このため、図形・画像処理LSIは、ますます重要性を増してきている。近い将来、陰影を付けたいっそうリアルなイメージの生成、動画生成、フルカラー画像の圧縮・伸長へと進み、多様な図形・画像処理LSIが開発されてゆくと予想される。

光デバイスCAD

日立製作所 山口 憲・大歳 創
電子情報通信学会誌 70—2, 174~178 (昭62-2)

半導体光素子は、高性能化設計とともにその素子構造も複雑化しており、研究・開発の成否は素子内部での物理現象の詳細な理解にかかっていると言っても過言ではない。本論文は、半導体レーザ素子設計のための2次元デバイスシミュレータの開発とCAD技術の現状について述べたものである。

半導体レーザはN形領域とP形領域の中間に配置された活性層と呼ばれる領域に、大量の電子と正孔が注入されることによって生ずる発光現象を利用したものである。レーザ発振を効率よく起こさせるため、禁止帯幅の異なる材料を組み合わせた「ヘテロ構造」が通常用いられる。したがって、光素子の動作シミュレーションを行うには電子・正孔の電氣的ふるまいのモデル化に加え、

- (1) 光学系の厳密なモデル化
 - (2) ヘテロ構造のモデル化
- が重要となる。

このため、(1)については光子密度のレー

ト方程式と波動方程式を、電子・正孔の運動を記述する偏微分方程式群とともに自己無どう(撞)着に解くことによって、また、(2)についてはバンド構造を厳密に取り入れることによってモデル化を行い、2次元光素子シミュレータ(HILADIESプログラム)を開発した。また、ユーザーに対する使いやすさに対処するため、入出力にはグラフィック機能をフルに活用し、計算結果の図形出力を可能とした。

数値計算は従来の有限差分法による離散化によっているが、ヘテロ接合のモデル化に当たって、離散化プロセスでは電流連続について特別の注意が払われている。

本モデルの有効性については、具体的応用例を示して考察を進めている。実デバイス構造での動作解析を行った結果、レーザ発振に特有の「反転分布」や「フェルミ縮退」などを詳細に解析できることが確認できた。特に、素子内部で起こっている目には見えない物理現象をまのあたりに示すこ

とが可能となり、素子設計者に有益な物理情報を提供することが可能となった。

半導体レーザ特有の動作、例えば、電子分布にみられる「ホールバーニング」と呼ばれる現象も、電気系、光学系の方程式群を自己無どう着に解くことによって、すべて自動的に解析することが可能となった。

また、ホールバーニング効果が自動的に解析できるようになったことによって、レーザ光出力対入力電流特性での非線形性(いわゆるキンク現象)がはじめて定量的に解析可能となった。キンク現象は素子構造と密接にかかわっており、数値計算による構造解析が不可欠である。

光素子、特に半導体レーザの素子設計を支援するデバイスシミュレータの開発はこれまで報告されておらず、本論文が世界初の試みである。CAD技術はこれまで主にSiLSIの開発で威力を発揮してきたが、今後は化合物半導体、光素子の研究・開発でも有効なツールとなってゆくものと期待できる。