磁気ディスク用リニアICシリーズ

Linear IC Series for Magnetic Disk Driving System

OA時代を背景に小形磁気記憶装置が急成長を遂げ、なかでもFDDと呼ばれるフロッピーディスクドライブはますます需要が拡大している。FDD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きた。市場のニーズは装置のよりいっそうの小形・低価格化を求めており、このためには回路基板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、アナログ、ディジタルの各種プロセスによりFDD用ICシリーズの開発を行なった。本論文では、これらFDD用ICの紹介と、OA機器の多機能、高性能化に伴い今後急激な需要の伸びが予想されるHDD用の高集積IC化について述べる。

花田誠次* Seiji Hanada 関 邦夫* Kunio Seki 佐藤講一* Kôichi Satô

11 緒 言

OA(オフィスオートメーション)分野での外部記憶装置として、小形、安価でランダムアクセスが可能なことから、FDD (Floppy Disk Drive)の需要が急速に高まっている。FDDは小形・低価格化を目的に過去 $2 \sim 3$ 年の短期間で大幅なIC化が進んだ。メカトロニクス機器とも言えるFDDの内部回路は信号系アナログ回路、制御系論理回路、モータ系パワー制御回路と多岐にわたる。

日立製作所ではBi-CMOS(Bipolar-Complementary Metal Oxide Semiconductor)プロセスなど各種アナログ・ディジタル,及びパワーIC設計技術を適用し、FDD用ICシリーズを開発した。

本論文ではFDD用ICの特長と適用されたプロセスについて述べるとともに、FDDと同じ磁気ディスク装置であり、今後高い需要の伸びが予測されるHDD(Hard Disk Drive)のIC化展望について述べる。

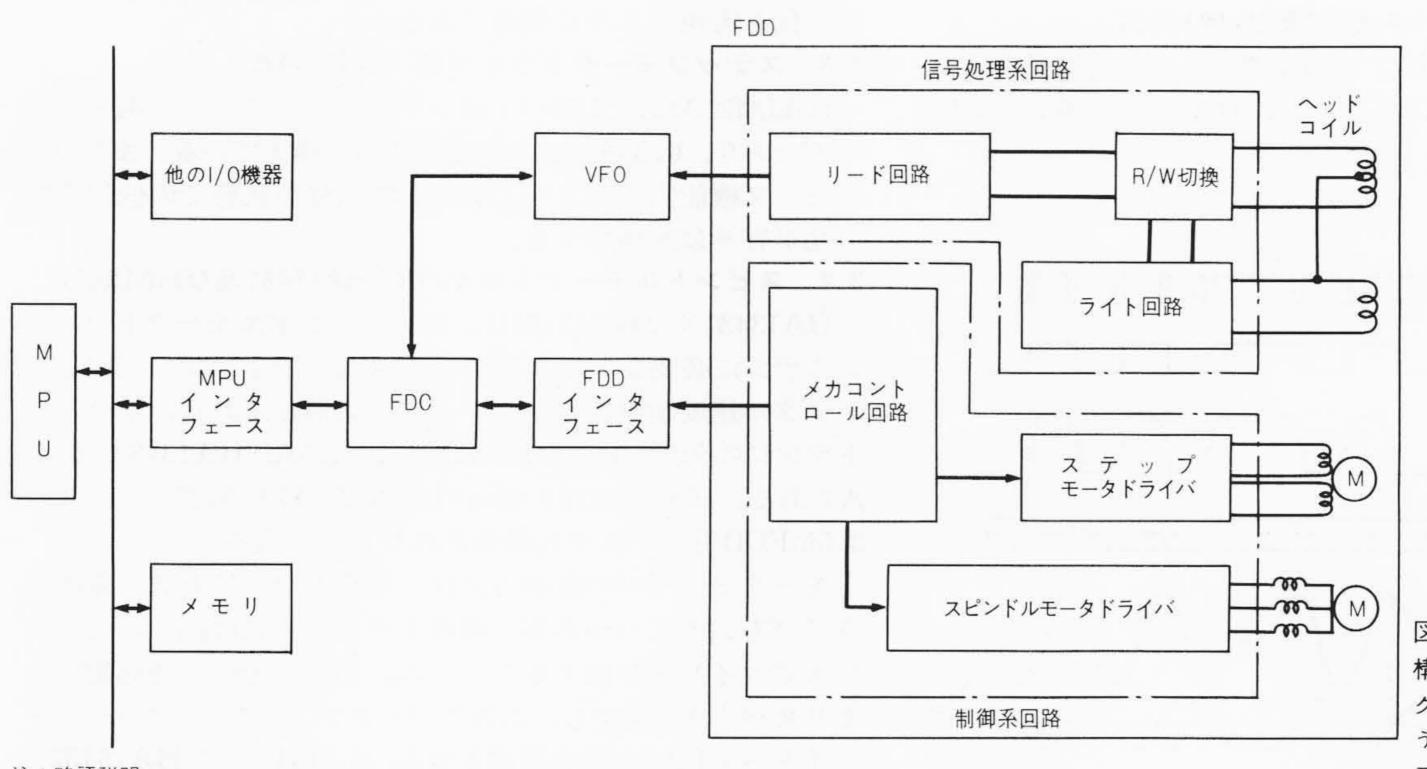
2 FDDシステムの概要

FDDの電気回路は**図1**に示すように、機能別に信号処理系回路と制御系回路の二つに大別される。信号処理系回路はディスクへのデータ書き込みを行なうライト回路と、読み出しを行なうリード回路から構成され、制御系回路はメカコントロール回路とステップ、スピンドルの二つのモータドライブ回路から構成される。

2.1 ライト回路

ディジタル磁気記録では、データパルスを磁化の向きを反転させることで記録する。FDC(Floppy Disk Controller)から送られる書き込みデータパルスに従い、ヘッドコイルに流す磁化電流の方向を切り換えてデータの書き込みを行なう回路がライト回路である。

FDDでは書き込みトラックの両側に隣接する部分を常に同一方向に磁化する処理を行ない、トラックとトラックの間に無信号部分を形成する。これを消去と呼び、消去用ヘッドコ



注:略語説明

MPU (Micro Processor Unit), VFO (Variable Frequency Oscillator), FDC (Floppy Disk Controller), FDD (Floppy Disk Drive), R/W (Read/Write)

図 I FDD周辺のシステム 構成 FDD内部回路はディス クへの書き込み、読み出しを行な う信号処理系回路と、ステップ、 スピンドル二つの電動機制御とド ライブのステータス管理を行なう 制御系回路から構成される。

^{*} 日立製作所高崎工場

イルに数十ミリアンペア以上のDC電流を流すことにより行なわれる。ライト回路ブロックには、更にヘッドコイルへ直流バイアスを与える回路が必要であり、リード動作、ライト動作に応じたバイアス電圧及び電流を供給する。

2.2 リード回路

ディスク上に記録されたデータをヘッドコイルで読み出したときの信号波形は、パルス書き込みを行なっているにもかかわらずひずんだ正弦波に近いものとなる。

したがって、MPUで処理できるデータ信号とするためには、 パルス波形への整形が必要となり、またこの過程で、パルス データの有無が確実に再生されねばならない。

パルスデータの位置は、ヘッド読み出し電圧波形のピーク 位置に相当する。このためリード回路では、まず読み出し信 号の増幅を行なった後に微分を行なう。これにより、パルス データの位置はゼロクロス位置に変換され、コンパレータ回 路を通しゼロクロス検出、パルス整形を行なうことによって 再生データが得られる。この様子を図2に示す。

2.3 メカコントロール回路

FDD内部のメカ動作を制御するブロックであり、以下の機能が必要である。

- (1) ヘッドを移動させるステップモータの制御
- (2) ディスクを回転させるスピンドルモータの制御
- (3) ディスク回転数の検出などドライブのステータス管理
- (4) イレーズタイミングの発生

2.4 モータドライブ回路

FDDでは、ステップモータとスピンドルモータの二つのモータが使用される。ステップモータの制御はメカコントロール回路により行なわれ、モータドライブ回路としては大電流ドライバ回路だけが必要である。一方、スピンドルモータについては、ON-OFFの制御はメカコントロール回路により行なわれるが、このほかに、モータドライブ回路として速度制御回路と大電流ドライバ回路が必要である。

3 FDD用ICシリーズ

3.1 リード・ライトIC HA16642及びHA16651

HA16642及びHA16651は、リード回路、ライト回路を1チップに集積した専用リニアICであり、HA16651は特にイレー

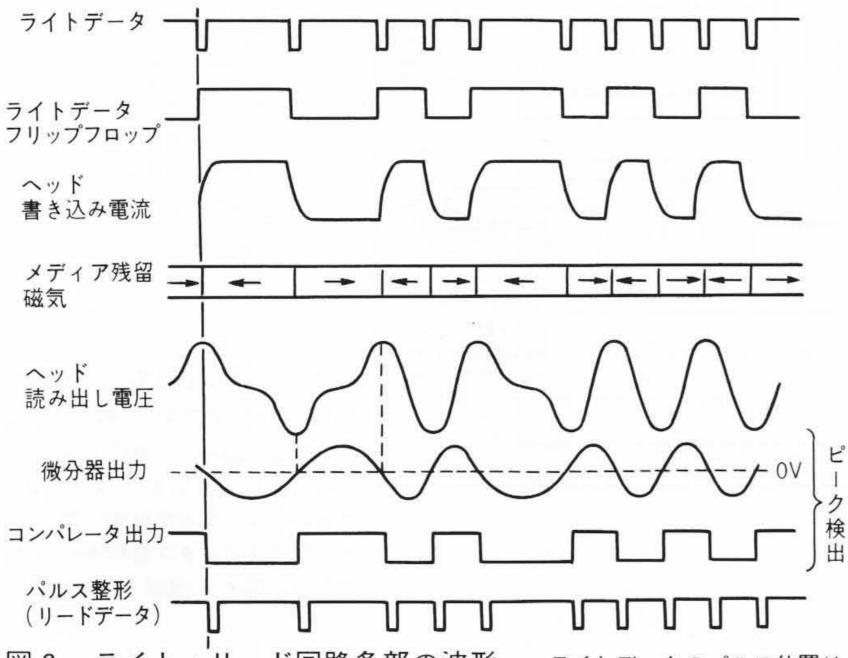


図 2 ライト・リード回路各部の波形 ライトデータのパルス位置は、 ディスク上では磁界の反転する位置に対応する。読み出し処理ではプリアンプ、 微分器、コンパレータ回路によりパルスが再生される。

表 I リード・ライトIC HAI6642及びHAI665Iの仕様 HAI665Iは ヘッド切換回路を内蔵し、イレーズドライバ2チャネルであり、ヘッド周りの設計が容易である。

	項	目		HA16642	HA16651
差	動電	圧利	得	200(typ)	200(typ)
イル	ノース	ドラー	イバ	ーチャネル	2チャネル
ヘッ	ド切換用	ダイオ	ード	外付け	内蔵
パ	ッケ		ジ	DP-42S, MP-44	DP-42S, MP-44
電	源	電	圧	5 V, 12V	5 V, 12V
そ	σ,)	他	電源電圧モニタ回路内蔵	電源電圧モニタ回路内蔵

表 2 ディジタル速度制御方式とアナログ速度制御方式の比較 ディジタル方式がアナログ方式に比べて、性能、外付けなど多くの面で優位である。

項目	ディジタル方式	アナログ方式
初期速度調整	不 要	必 要
ドリフト・経時変化	小さい。	大きい。
外 付 け 部 品 数	少ない。	多い。
速度誤差要因	発振周波数精度	C·R定数精度

ズドライバ2チャネル内蔵など、HA16642をバージョンアップしたものである。パッケージは小形、面付け用MSP-44が使用されており、小形化の要求にも十分対応可能である。表1にHA16642及びHA16651の主な仕様を示す。HA16642、HA16651は以下の特長をもっている。

- (1) リードアンプは200倍の差動電圧利得をもち, 5 in 以下の FDDにも対応可能。
- (2) ディスク内周トラックでのライト電流切換機能内蔵。
- (3) 5 V, 12V双方の電源に対する電源電圧モニタ回路内蔵による異常電圧時での不正書込み禁止。

3.2 メカコントロールIC HA16643

HA16643は、Bi-CMOSプロセスを使用して低消費電力を実現するとともに、ラインドライバ回路(HD7438相当)を内蔵している。したがって、外付けTTL(Transistor Transistor Logic)が不要であり、パッケージもMSP-44を使用しており、小形化を実現するのに最適である。

3.3 ステップモータドライバIC HA13421A

HA13421Aは、2相バイポーラ形ステップモータ用ドライバICであり、0.33A×12Vの駆動能力を備えている。またパワーセーブ機能内蔵により、シーク時以外の状態での低消費電力化が容易に実現できる。

3.4 スピンドルモータドライバIC HA13431及びHA13432

HA13431及びHA13432は、共にスピンドルモータドライブシステムに必要な3相ブラシレスDCモータドライブ回路とディジタル速度制御回路を1チップに集積しており、ドライバトランジスタの駆動能力はHA13431が1.5A、HA13432が0.75 Aである。HA13431は5.25inFDD用に、HA13432は3in及び3.5inFDD用にそれぞれ開発されたものである。

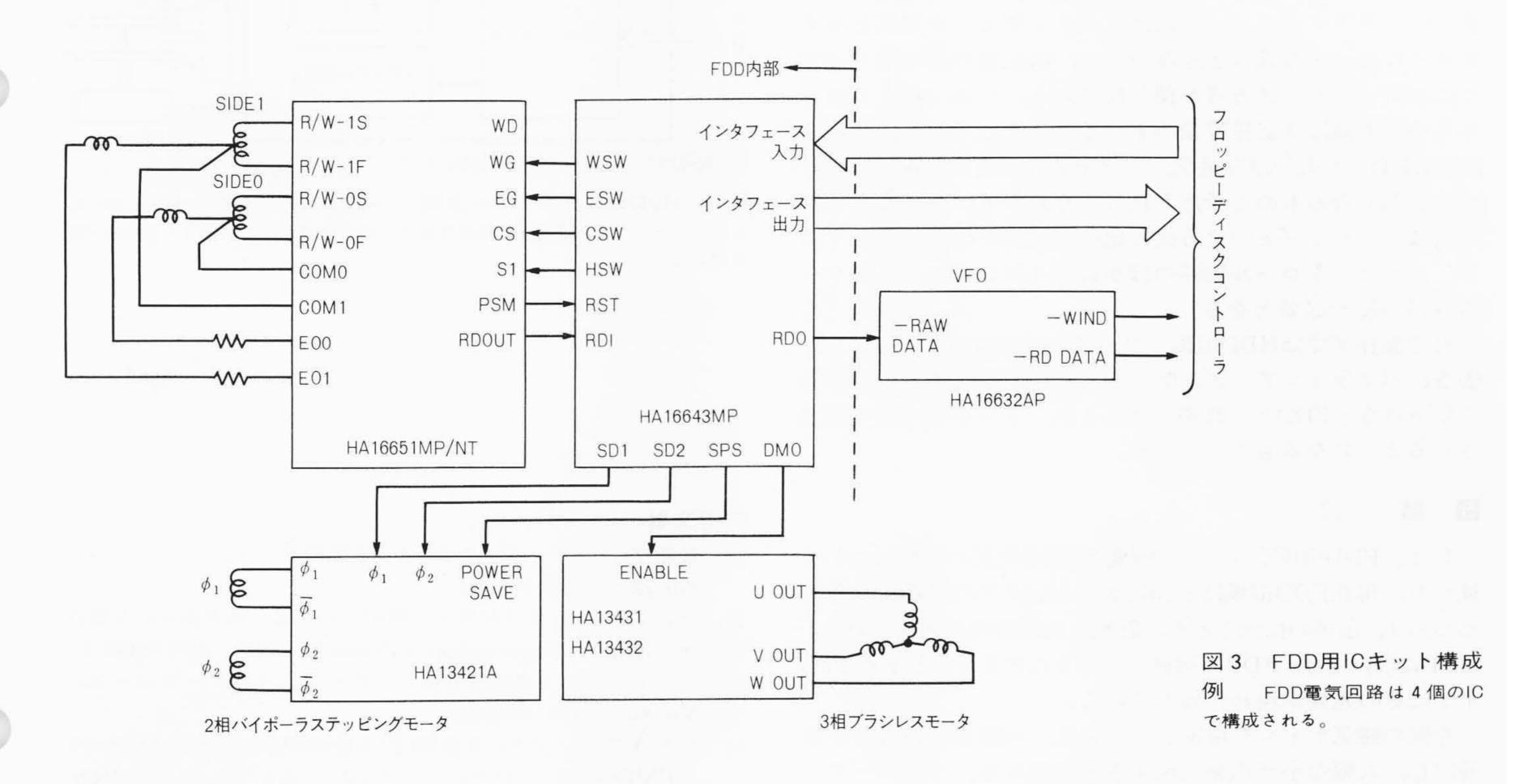
モータドライバの駆動方式は、電流ドライブ方式と電圧ドライブ方式の二つがある。電流ドライブ方式は高インピーダンスでコイルを駆動することから、相切換え時に逆起電圧によりスパイクが発生し、このスパイクがノイズとなりリード・ライトへッドのSN比を悪化させる。HA13431及びHA13432では電圧ドライブ方式を採用し、ノイズレス制御を行なうことによりヘッド周辺への干渉を大幅に低減している。

また制御方式は表2に示すように、ディジタル方式とアナログ方式があるが、双方のICともディジタル方式を採用することによって無調整化と外付け部品数の大幅な削減を達成し

表3 FDD用IC一覧表 FDD用IC製品系列を示す。HAI6640, HAI6643は、Bi-CMOSプロセスを採用している。

形 名	機 能 名	集 積 機 能	外 形
HA16631	リードアンプ	プリアンプ,微分回路,コンパレータ,パルス整形回路	DILP-18 MSP-18
HA16632AP	VFO	位相比較回路, 分周回路, VCO, SYNC検出回路	DILP-28
HA16640	ライトメカコントロール	ライトドライバ, イレーズドライバ, コモンドライバ, STEP制御回路, INDEXパルス検出回路	DILP-42NT
HA16642	リード・ライト	プリアンプ, 微分回路, コンパレータ, パルス整形回路, ライトドライバ, イレーズドライバ, コモンドライバ, 電源電圧検出回路	MSP-44 DILP-42NT
HA16643	メカコントロール	STEP制御回路, INDEXパルス検出回路, オートリキャル, 他	MSP-44
HA16651	リード・ライト	ヘッド切換回路, プリアンプ, 微分回路, コンパレータ, パルス整形回路, ライトドライバ, イレーズドライバ, コモンドライバ, 電源電圧検出回路	MSP-44 DILP-42NT
HA13421A	ステップモータドライブ	デュアルブリッジドライバ,TTLインタフェース回路,パワーセーブ回路,過熱保護回路	DILP-16 MSP-18
HA13431	スピンドルモータドライブ (5.25inFDD)) ディジタル速度制御回路、FGアンプ、ホールアンプ、マトリックスモータ駆動回路、過電圧・過	
HA13432	スピンドルモータドライブ (3及び3.5inFDD)	熱保護回路,電流リミッタイネーブル回路	DILP-24TS MSP-28

注:略語説明 TTL(Transistor Transistor Logic), VCO(Voltage Control Oscillator)



た。

3.5 キット構成例

日立製作所では、以上述べたFDD用ICに加え、リードアンプIC HA16631、ライトメカコントロールIC HA16640などもキット化しており、各種システム構成に対応可能である。

表3に各FDD用ICのもつ機能を示す。リード回路、ライト回路、メカコントロール回路の組合せは、リード・ライトIC HA16651(HA16642)とメカコントロールIC HA16643、リードアンプIC HA16631とライトメカコントロールIC HA16640の二つの方法が可能であり、いずれの場合もモータドライブICとの組合せにより、FDD内部回路を構成するのに必要なICは4個だけである。図3にHA16651とHA16643を組み合わせたキット構成例を示す。

3.6 プロセス技術

FDD内部回路は各ブロックにより回路の性格が異なる。リード・ライト回路はリニア回路の性能に加え、ディジタル部のスピード性能が要求される。HA16642、HA16651はリニア

標準プロセスを用い、アナログ・ディジタル混在回路のIC化を実現している。

メカコントロール回路はFDCからの信号を受け、FDDの制御を行なうインタフェース回路であり、純粋なディジタル回路である。出力にはラインドライバが必要であり、通常HD7438相当のTTLゲートが使用される。HA16643はロジック部の低消費電力化と、出力回路の大電流ドライブを同時に達成するため、Bi-CMOSプロセスを採用しており、外付けTTLを不要としている。

モータドライブ回路はモータコイルを駆動するパワートランジスタが必要である。したがって、ステップモータ、スピンドルモータドライブICはいずれもパワーIC技術を駆使し、十分な電流ドライバビリティをもたせた設計となっている。

4 HDD用ICの展望

4.1 HDDの概要

HDDはFDDと同じ磁気ディスク装置であり、システムも類

似している。特に近年、装置の飛躍的な小形化を可能とする 技術が開発され、FDDと同じ外形寸法のHDDが開発されるに 至っている。

HDDは構造上FDDに比べ高密度記録が可能であり、記憶容量、データ転送速度でFDDの約10倍となっている。したがって、信号処理系回路ではFDDに対し10倍のスピード性能が要求される。またトラック密度が高いことから、容量増加とともにヘッドの高精度位置合せ制御が必要となる。表4にHDDとFDDの主な性能比較を示す。

4.2 HDDシステムとIC化

図4にHDDのシステムブロック図を示す。HDDでのリード回路は、ヘッドからの読み出し信号レベルが低いため、通常リードプリアンプだけがライトドライバ回路とともにヘッドの近くに実装される。したがって、データ処理回路とは別チップとなる。

メカコントロール回路ではシーク時でのヘッド制御内容がFDDに比べ複雑であり、最も専用IC化の難しいブロックである。ヘッドアクチュエータには、ステップモータ方式とボイスコイルモータ方式の2種類があり、低記憶容量のドライブではステップモータ方式が使われている。一方、ボイスコイルモータ方式は大記憶容量のドライブに適しており、今後小形のHDDでも大記憶容量化、アクセスの高速化が進むに従い比率が高くなるものと予想される。なおボイスコイルモータ方式は、ステップモータ方式に比べて制御が格段に複雑であり、メカコントロール回路のほかにボイスコイルモータサーボ専用のICが必要となる。

日立製作所ではHDD用ICシリーズの開発に着手しており、 表5に示すラインアップとなっている。HDDでもリード回路 の切分けなどFDDと一部違いはあるが、5~6個のICで構成 されるようになるものと考える。

5 結 言

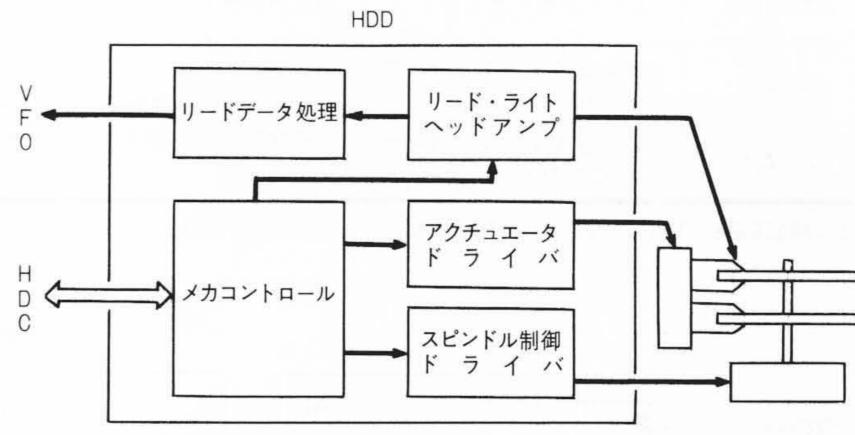
以上、FDD用ICシリーズの概要とHDD用ICの展望について述べた。現在FDD市場は5.25inから5in以下のFDDに移行しつつあり、市場の拡大とともに急速に低価格化が進んでいる。HDDについても、FDDと同様の傾向をたどるものと予想され、すでにその兆候が現われ始めている。

今回の磁気ディスク用ICシリーズは、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。今後ユーザーニーズに応じ、シリーズの拡充を図る予定である。

表 4 5.25in HDD, FDD性能比較 HDDはFDDに比べてデータ転送 速度, トラック密度, ディスク回転数で約10倍となっている。

τ <u>ά</u> Β	仕	様
項目	FDD	HDD
データ 転送速度(ビット/秒)	250k~500k	5 M~10M
記 録 密 度(ビット/インチ)	5,500~9,600	9,000~20,000
トラック密度(トラック/インチ)	48~96	400~1,000
ディスク回転数(rpm)	300~360	3,600
平均アクセスタイム(ms)	90~300	30~100

注:略語説明 HDD(Hard Disk Drive)



注:略語説明 HDC(Hard Disk Controller)

図 4 HDDシステムブロック図 HDDシステムはFDDに類似している。 しかし、データ転送速度が約10倍であり、信号処理回路でのスピード性能が要求される。

参考文献

- 1) 最新フロッピー・ディスクシステムの研究:インターフェース, No.72, p.150(1983-5)
- 2) フロッピーディスクドライブ用ICシリーズ, 株式会社日立製作 所, Hitachi Semiconductor News "GAIN", 45号(昭59-7)
- 3) ハード・ディスク装置とコントローラ:インターフェース, No.84, p.198(1984-5)
- 4) アナログ-ディジタル共存型LSIの適用分野を広げるバイポーラーCMOS技術: 日経エレクトロニクス, No.365, p.209(1985-3)

表 5 HDD用IC一覧表 HDD用IC製品系列を示す。これらのICによりHDD回路基板の小形化が可能である。

形 名	機能名	集積機能	外 形
HA16652	リード・ライト	プリアンプ,ライトドライバ,ヘッド端子異常検出	DILP-22 DILP-28 MSP-28
HA16656	リードデータ処理	AGCアンプ, ゲートゼネレータ, 微分回路	MSP-44
HD6301X HD63701X	メカコントロール (マイクロコンピュータ)	4 kバイトROM,192バイトRAM,1/0 53本,タイマ 4 本(HD63701X:EPROM内蔵形)	DILP-64S FP-80
HD6305V HD63705V	メカコントロール (マイクロコンピュータ)	4 kバイトROM, 192バイトRAM, I/O 31本, タイマ 2 本(HD63705V:EPROM内蔵形)	
HA13426	スピンドル モータドライブ	ディジタル速度制御付き3相モータ駆動回路(ホールアンプマトリックス),電流リミッタ回路, スタート・ストップ回路	SP-23T
HA13421A	ステップ モータドライブ	デュアルブリッジドライバ, TTLインタフェース回路, パワーセーブ回路, 過熱保護回路	DILP-16 MSP-18

注:略語説明 EPROM(Erasable and Programmable Read Only Memory), RAM(Random Access Memory) ROM(Read Only Memory)