

小形フロッピーディスクの開発

Development of Mini and Compact Floppy Disk Drives

パーソナルコンピュータ、オフィスコンピュータ、日本語ワードプロセッサなど、次々に需要が本格化していくOA市場の中で、FDDは現在では記憶装置の代名詞になりつつある。その中で特に最近顕著な、小形化・大容量化・低価格化という要望にこたえて下記5種類の小形フロッピーディスクの新モデルを開発してきた。

(1) 小形化の頂点にたつ3inコンパクトFDD 2機種 HFD305D(両面0.5Mバイト)、HFD305SX(片面0.25Mバイト)

(2) ハーフハイト(ドライブ高さ従来の $\frac{1}{2}$ 厚41mm)と1.6Mバイト(アンフォーマット時)の大容量を実現した“HFD516”ほか5.25inミニFDD 2機種

本稿ではその概要について述べる。

榎本順一* Jun'ichi Enomoto

永野洋介* Yoosuke Nagano

三瓶 徹** Tooru Sampei

1 緒 言

フロッピーディスクが1972年米国IBM社から発表されたときには、高価な大形コンピュータシステムの中のデータエントリシステムという補助的な位置にあった。このフロッピーディスクは8in片面記録で385kバイト(アンフォーマット時)の記憶容量であったが、その後、両面記録、更に両面倍密度へと容量は4倍となり、現在1.6Mバイト(アンフォーマット時)のものが一般に使われている。

一方、1976年に直径5.25inのミニFDD(フロッピーディスクドライブ)が米国のシュガート社から発表されて以来、小形化・大容量化・低価格への技術開発が著しく、その用途もOA(オフィスオートメーション)時代の幕あけとともに、従来のグレードアップ用の脇役から、コンピュータに不可欠な主役の座へと変わりつつある。

市場も急成長しており、特に5.25in両面及び3inクラスの伸びは著しく、1984年にはこの二つの合計で1,000万台に達する勢いである¹⁾。

日立製作所の製品展開を図1に示す。小形化の流れをいち早くとらえ、5.25inは当初より $\frac{1}{2}$ 厚のハーフハイトでスタートした。以後8inと同じ1.6Mバイトの大容量ミニFDDを開発し、現在はこれら5.25inシリーズを新モデルのCシリーズにモデルチェンジしつつある。一方、小形化の流れの中で新しいコンセプトを提起したのは、1981年12月、日立製作所と松下電器産業株式会社及び日立マクセル株式会社の3社が提案した3inのフロッピーディスクの新規格であり、多くの賛同を得て国内外に広く普及が図られつつある²⁾。

このたび、この3inコンパクトFDDに両面タイプの“HFD

305D”を開発し、更にこれをベースに片面タイプも設計を一新した“HFD305SX”を開発した。以下ではこの“HFD305D”の技術要点と、小形FDDの新シリーズの概要について述べる。

2 3inコンパクトFDD

2.1 開発のねらい

CFD(コンパクトフロッピーディスク)は、大きさ約3inのディスクであるが、図2に示すように従来の8in、5.25inに比べて大きさが小さいだけでなく、ディスクがプラスチックのハードケースに収納されているなど、その製品思想は大きく異なる。以下に開発のねらいを簡単に述べる。

(1) 取扱いの容易さ

OAの拡大に伴いフロッピーディスクを使う人は、コンピュータ室の専任オペレータから一般の人に、更に家庭へと広がりつつある。これに対応するため、取扱いの簡便さとディスクの保護を重視し、次のような特徴をもたせる。

- (a) ポケットサイズ
- (b) 郵送可能なこと
- (c) ケースに自動シャッターを内蔵
- (d) ハードケース
- (e) ワンタッチローディング及びイジェクト動作

(2) 5.25inミニFDDとの互換性

現在パーソナルコンピュータ市場に蓄積されつつあるDOS(Disk Operating System)及び流通ソフトウェアは5.25inが主である。この中で特殊なソフトウェアを作り、新しい小形

| 生産開始時期 | 1982/9 | 1982/12 | 1983/4 | 1983/7 | 1984/1 | 1984/4 | 1984/7 |
|---|---------|---------|--------|---------|----------|----------|-------------------------------|
| 両面0.5Mバイト 5in 両面1.0Mバイト 両面1.6Mバイト | HFD505A | | | HFD505B | | | HFD505C HFD510C HFD516C |
| 3in 片面0.25Mバイト 両面0.5Mバイト | | HFD305S | | | HFD305SF | HFD305SX | |
| | | | | | HFD305D | | |

図1 日立小形フロッピーディスクドライブの製品展開 5.25in及び3inの小形フロッピーディスクドライブの代表機種と生産開始時期を示す。

* 日立製作所多賀工場 ** 日立製作所家電研究所

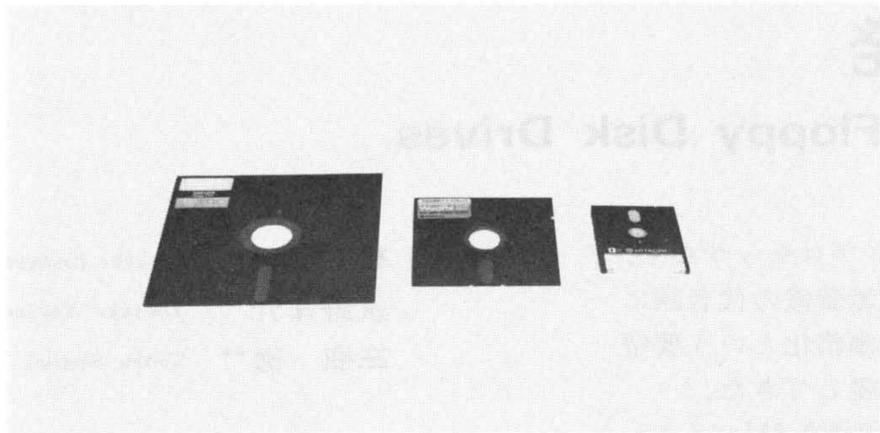


図2 各種フロッピーディスク 3種(8 in, 5.25in, 3 in)のディスクを示す。3 inのコンパクトフロッピーディスクは、大きさが小さいだけでなく構造的に8 in, 5.25inとは大きく異なる。

ディスクを使えるシステムメーカーは少なく、また、ソフトウェアやインタフェースの開発コストの見地からも、以下の5.25inとの互換性は重要である。

- (a) ディスク回転数 300rpm
- (b) インデックスホール付
- (c) 高保磁力、小磁性層厚メディアの採用
- (3) 高信頼性のシンプルメカニズム
プラスチックハブの採用と高精度チャッキングメカニズム
- (4) 機器の小形化への対応
ドライブは小さく軽いほど使いやすい。また、ハンドヘルドコンピュータなど新しい製品にも対応するため、大幅な小形化、軽量化を図る。
- (5) 省電力化
ユーザーの電源の小形化に寄与するとともに、小形化するドライブの温度上昇を抑えるため、省電力化を図る。

2.2 ドライブ装置の概要

開発した3 inコンパクトFDDの外観を図3に、仕様を表1に示し、ドライブ装置の主要な技術項目について述べる。

(1) 高精度位置決め

磁気ヘッドの位置決めの高精度化は、高密度化を達成するために重要な技術ポイントの一つである。この位置決めを決定するものとして、ディスクのチャッキング誤差と磁気ヘッドの送り誤差がある。

チャッキングのメカニズムでは、ディスクのセンタハブに硬質プラスチックを採用することにより耐摩耗性を向上させている。また、ディスクのセンタハブには、図4に示すようにプラスチックスプリングを配しているため、振動、衝撃といった外乱にも安定したセンタリングが可能となっている。

図5にチャッキング誤差の測定結果を示すが、誤差は±3μ以内、チャッキング回数5,000回後での誤差の中心ずれは0.8μと高精度であり、小形・高密度化に適したチャッキングメカニズムにしている。

磁気ヘッドの送り機構は、5.25in並みの高アクセス化を図るために、応答性の良いハイブリッドタイプのステッピングモータとスチールベルトによる駆動方式を採用している。この機構のなかで誤差を決定する要因として、ステッピングモータの角度誤差、ガイドシャフトとキャリッジ間のクリアランス、材質からくるしゅう動ロス、スチールベルトの構成、調整誤差などがある。これらの要因を各種分析し、適正な設計を行なうことにより図6に測定例を示すが、±16μ以内と高精度を得ている。

以上述べたように、高精度の位置決めを達成し100tpi (track

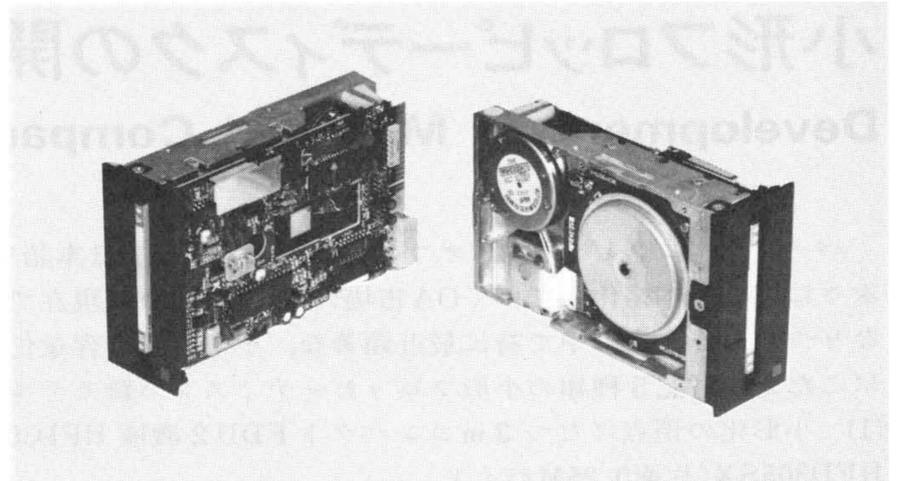


図3 3 inコンパクトFDD外観 3 in両面形“HFD305D”の外観を示す。幅90×奥行150×高さ40(mm)、重さ0.55kgのコンパクトなボディで、0.5Mバイト(アンフォーマット時)の記憶容量をもつ。

表1 3 inコンパクトFDDの仕様 今回開発した3 inコンパクトFDD 2機種(両面ヘッドと片面ヘッド)の主な仕様を示す。

| 項目 | 機種 HFD305D (両面ヘッド) | HFD305SX (片面ヘッド) |
|---------|--------------------------|---------------------|
| ディスク容量 | 500kバイト | 250kバイト |
| 記録密度 | 9,830bpi | 8,946bpi |
| トラック密度 | 100tpi | 100tpi |
| 総トラック数 | 80 | 40 |
| 記録方式 | MFM | MFM |
| 転送速度 | 250kビット/秒 | 250kビット/秒 |
| 媒体回転数 | 300rpm | 300rpm |
| アクセス時間 | | |
| 平均 | 70ms | 70ms |
| トラック間 | 3ms | 3ms |
| セトリング時間 | 30ms | 30ms |
| 寸法 | 幅90×奥行150×高さ40(mm) | 幅90×奥行150×高さ40(mm) |
| 重量 | 0.55kg | 0.55kg |

注: 略語説明 MFM(Modified Frequency Modulation)

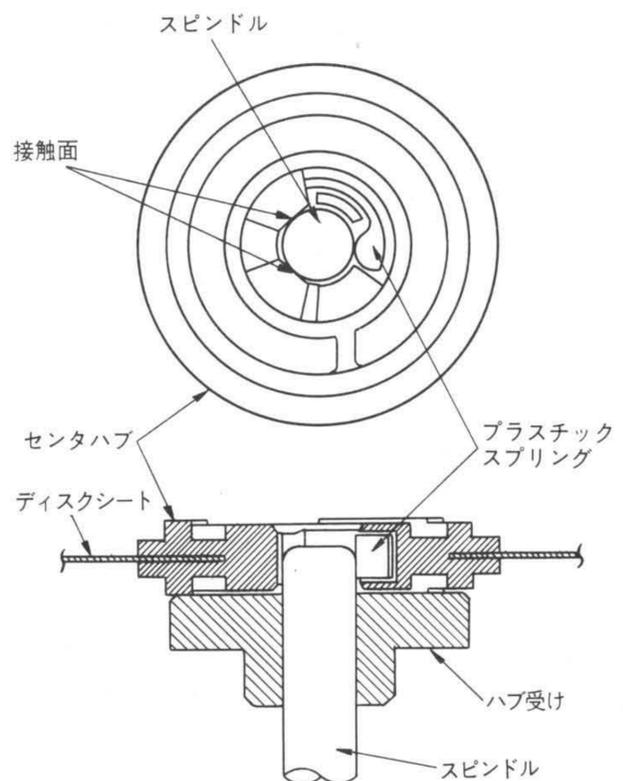
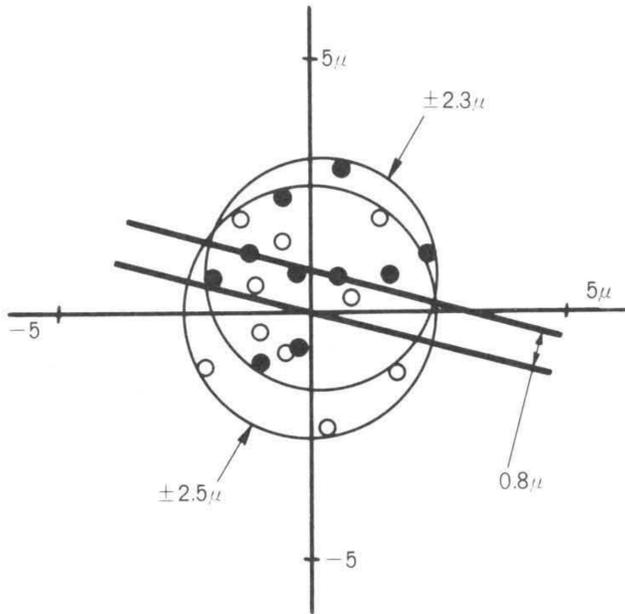


図4 チャッキングメカニズム ディスクのセンタハブに配されたプラスチックスプリングが、スピンドルを押し付け高精度で安定したセンタリングを実現する。

per inch：トラック密度を表わす単位) と高密度にもかかわらず、十分に互換信頼性の高いものとなっている。

(2) ヘッドロードメカニズム

3 inのドライブではディスクの挿入によりホルダが落下してチャッキングを行なうとともに、ディスクのハードケースに内蔵されたシャッタが開き、両面ドライブの場合は上ヘッドが、片面ドライブの場合はパッドが下降してディスクとヘ



注：○ 初期値
● 40°C 5,000回チャッキング後

図5 チャッキング誤差 ディスクのセンタハブに硬質プラスチックを用いて、高精度のチャッキングを実現している。チャッキングの誤差(ばらつき)は±3μ以内、5,000回のチャッキング後で、その中心ずれは0.8μと高精度である。

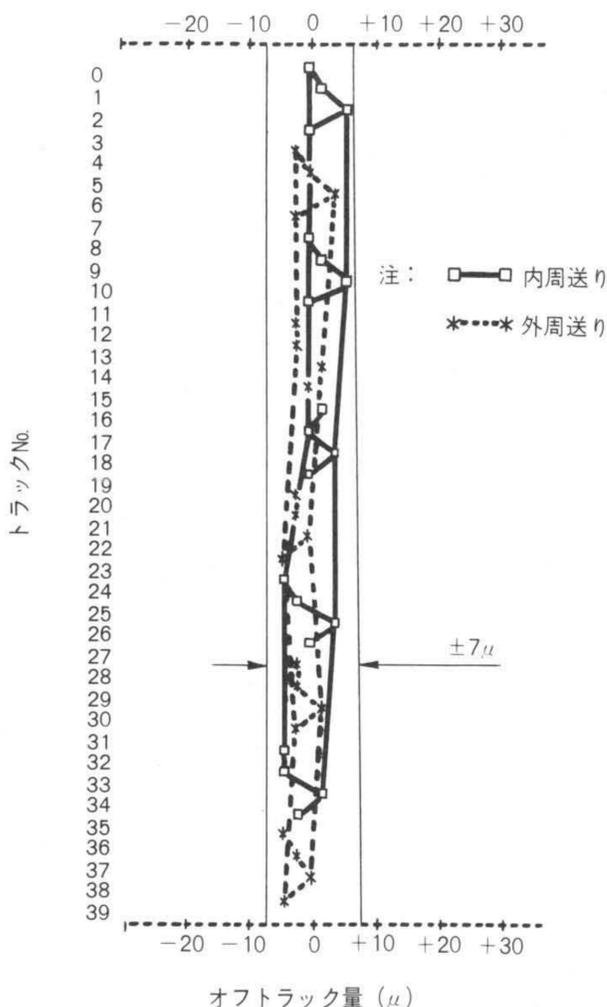


図6 送り誤差 磁気ヘッド送り機構の適正化により、高精度を実現している。送り誤差は±16μ以内を十分満足している。

ッドの接触を完成させる。図7にそのメカニズムを示すが、この上ヘッドの下降のストロークは約8mmと大きいため、降下速度のコントロールを行ない衝突時の衝撃力を緩和することが、ディスクやヘッドの損傷を防止するために重要である。このため、ディスク装着時に動作するイジェクトレバーにオイルダンパを連動させ、上ヘッドの降下速度を0.8m/sから0.2m/sに低減した。

(3) LSI化

従来から磁気ヘッドからの信号再生用LSI(HA16631P)、スピンドルモータ制御用LSI、ステッピングモータ用ドライブICを採用し基板の小形化を図っていたが、上記以外の部分、すなわち書き込み回路部、ステッピングモータ制御回路部、インデックス信号処理回路部などを1チップ化したLSI(HA16640NT)を開発した³⁾。

その結果、制御系の部品点数を低減(当社比34%減)し、基板を1枚化することにより信頼性を向上させた。図8に“HFD305D”のブロックダイヤグラムを示すが、従来に比べ非常にシンプルな構成となっている。また、新しい製造プロセスの採用で、入力部は雑音余裕アップ、論理部は低消費電力化を図り、出力部はバイポーラのドライバでヘッドやインタフェースの直接駆動を可能とした。本LSIはこの3inのシリーズ以外にも5.25inの新しいCシリーズで全面的に採用し、各機種とも小形・軽量・省電力化・信頼性向上に寄与している。

本LSIは先に述べた機能をもっているほか、以下のような特徴をもたせているため、ドライブ装置の機能向上にも役立つ。

- (a) 電源電圧のモニタ機能をもっており、電源オンオフ時などの誤ったデータ破壊への保護機能をもっている。
- (b) モノマルチバイプレータを内蔵し、イレーズ遅延時間が自由に設定できるため、種々のドライブ装置に対応できる。
- (c) パワーセーブ機能をもち、スタンバイ時には、各種の負荷電流をオフさせ、ドライブ装置の温度上昇を防ぐとともにICの消費電力の低減ができる。

3 5.25inミニFDD

5.25inミニFDDの新シリーズの外観を図9に、仕様を表2

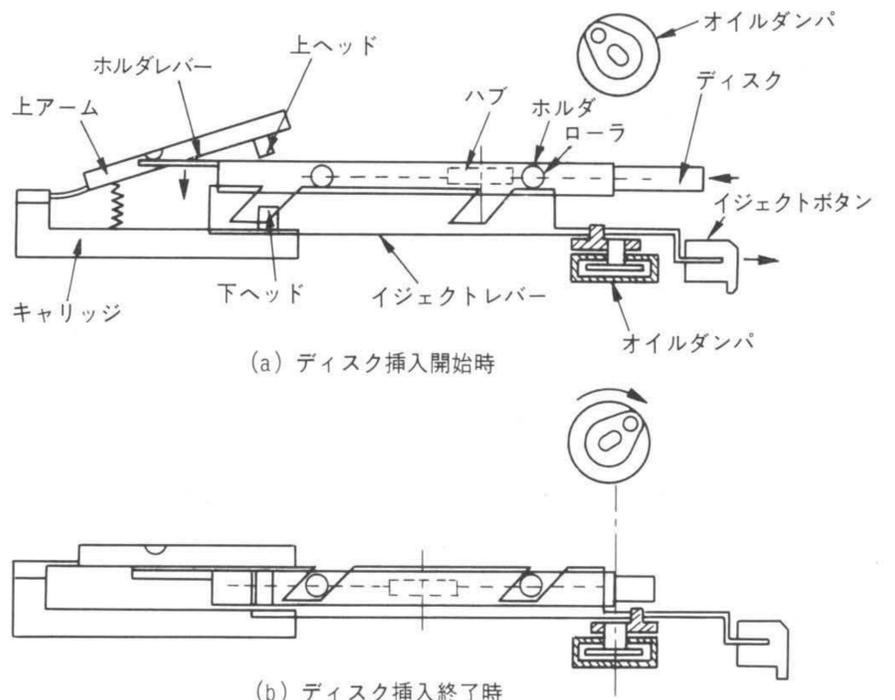


図7 ヘッドロードメカニズム ディスク挿入開始時及び終了時の様子を示す。オイルダンパにより、ヘッドがディスクにソフトランディングする。

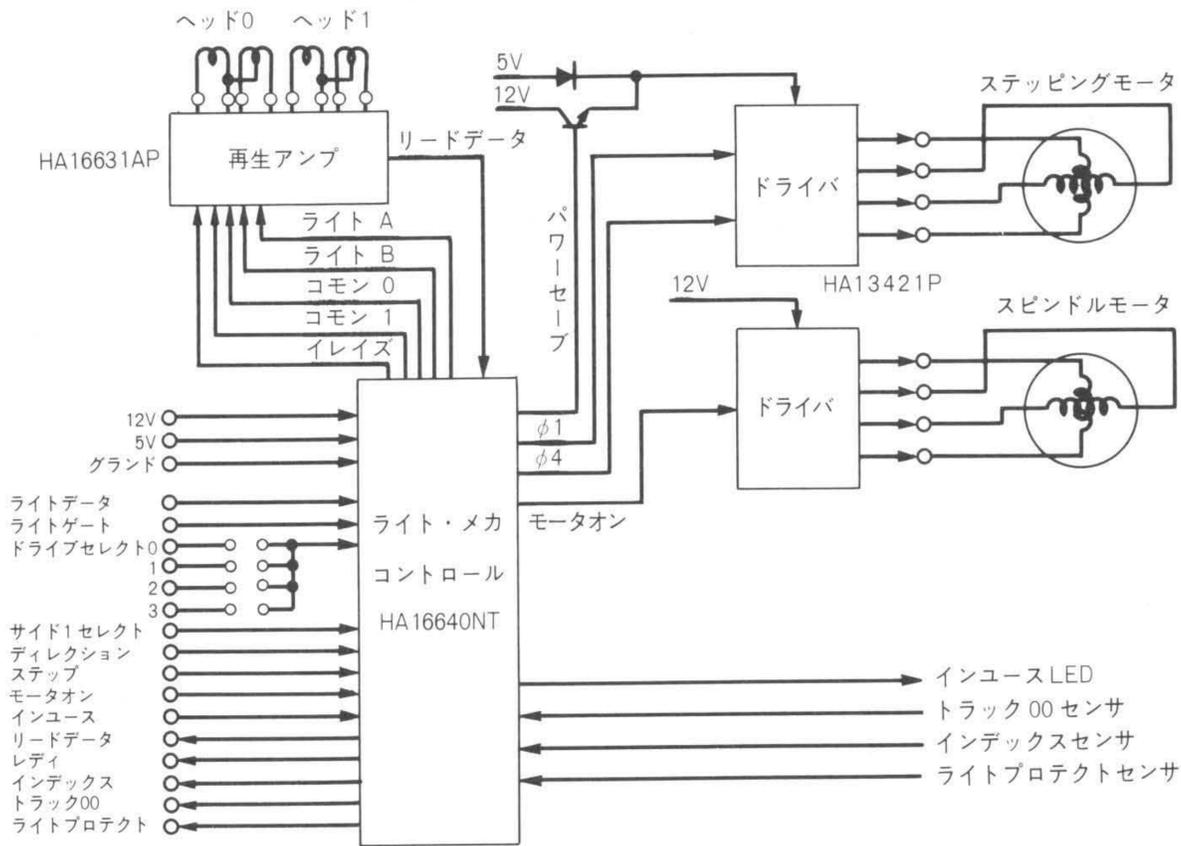


図8 HFD305Dブロックダイヤグラム専用LSI HA16640NTの開発により、FDDの制御回路を大幅に簡素化した。

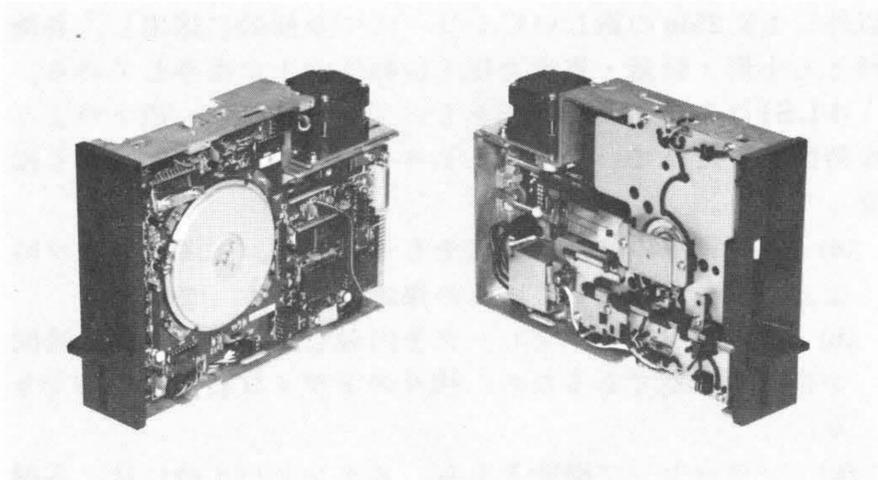


図9 5.25inミニFDDの外観 5.25inミニFDDの新モデルCシリーズの外観を示す。カスタムLSI、ハイブリッドICなどの開発によりプリント基板を1枚化したほか、メカニズムも大幅にシンプル化している。

表2 5.25inミニFDD仕様 5.25inミニFDD 3機種的主要仕様を示す。

| 機種 | HFD516C (両面ヘッド) | HFD510C (両面ヘッド) | HFD505C (両面ヘッド) |
|---------|----------------------|--------------------|--------------------|
| ディスク容量 | 1.6Mバイト | 1.0Mバイト | 0.5Mバイト |
| 記録密度 | 9,646bpi | 5,922bpi | 5,876bpi |
| トラック密度 | 96tpi | 96tpi | 48tpi |
| 総トラック数 | 154 | 160 | 80 |
| 記録方式 | MFM | MFM | MFM |
| 転送速度 | 500kビット/秒 | 250kビット/秒 | 250kビット/秒 |
| 媒体回転数 | 360rpm | 300rpm | 300rpm |
| アクセス時間 | | | |
| 平均 | 91ms | 95ms | 82ms |
| トラック間 | 3ms | 3ms | 5ms |
| セトリング時間 | 15ms | 15ms | 15ms |
| 寸法 | 幅146×奥行203×高さ41 (mm) | | |
| 重量 | 1.35kg | | |

に示す。Cシリーズには以下の特長を盛り込んでいる。

(1) シンプルなメカ機構

メカ部分の徹底的な簡素化を図り、部品点数を約50% (当社比)低減し、信頼性の向上を図った。

(2) チャッキング精度の向上

ディスクをチャッキングする直前にスピンドルモータを回転し、精度を高める方式を採用している。

(3) 低消費電力設計

ステッピングモータ、ヘッドロードソレノイド駆動回路部に12V・5V切換のパワーセーブ回路を設けた。例えば、スタンバイ時には2.5Wという低消費電力を達成した。

(4) ディスク損傷防止機構の採用

ディスクが完全に挿入されないときは装着レバーがロックし、ディスクハブ部の損傷を防止する。

(5) カスタムLSIの採用

TTL(Transistor Transistor Logic)を全く使用しない形とし、1枚基板とするとともに部品点数の半減化を達成している。特に、コネクタ接続数は $\frac{1}{3}$ (当社比)に低減して、信頼性を向上している。

4 結 言

3in及び5.25inの小形FDDについて、新たに開発された5機種の詳細を述べた。

OAが一般化してゆくにつれ、FDDの小形化・大容量化は今後も更に続くと考えられるが、このことは、一方でまだ実態が明確にみえていないホームオートメーションという新市場形成のインパクトともなるであろう。今後ともいっそう機能、信頼性の向上、また低価格化へ向け積極的に努力してゆく考えである。

参考文献

1) 1983 Disk/Trend® Report, 電波新聞, 12/20
 2) 松下・日立・日立マクセル: コンパクトフロッピーディスク規格書(昭57-8改訂)
 3) 日立製作所電子事業本部・電子部品営業本部: Hitachi Semiconductor News "Gain" p.8(昭59-3)