



慶應義塾大学ビジネス・スクール

マイクロフロッピーの規格競争

フロッピーディスクドライブの歴史

5

フロッピーディスクドライブの事実上の最初の製品は、1970年にIBM社が大型コンピュータ370モデルに発売したディスク装置IBM3330への各種のプログラムの読み込みのためのものであった。それは、イニシャル・プログラムの読み込みと故障診断プログラムの読み込みのためのフロッピーディスク装置IBM23FD-IIであった。

10

その後、72年に80欄のパンチカード代替としても同装置を利用することになり、片面の直径8インチのフロッピーディスク装置（fdd、装置）で記録容量が400KバイトのIBM33FDは発売した。

76年になると、米国のシュガート社が5.25インチ径の小型のFDとFDDを発売。それはIBMの8インチとは互換性がないFDD SA400であった。しかし当時から発売されだしていたパソコンの普及に従い、急速に市場を拡大した。この製品は8インチと同様、片面記録で80Kバイトの記録容量と小さいものであった。記録方式は単密度記録でトラック数も8インチと同様48TPIであった。トラック密度が同じだったのは8インチと同じ磁気ヘッドを利用していたためである。

15

20

次ぐ81年には日本の提案（NTTとYEデータ [安川電機の関連会社]）で8インチのフォーマットをそのまま取り込んだ、記録容量1.6Mバイト（MB）の5.25インチのFDDが開発され、ヒットしたIBMのパソコンPC/ATに搭載された。

25

その後の新製品の展開は小型化と高密度化であった。

高密度化への方法は、片面記録から両面記録へ、トラック数の増加、記録方式の変更など8インチのFDDも5.25インチのFDDの類似の傾向を辿ってきた。

30

[注記]

FDDの技術規格を検討する場合の制御を除くハード的仕様は、大凡以下のような構成となっている。

- 記録容量 : kバイト (1千) またはmバイト (1百万)
- 5 記録密度 (線) : BPI (Bit Per Inch) 輪型の線1インチ当たりの記録容量
- トラック密度 : TPI (Track Per Inch) 直径方向の1インチ当たりの輪の数
- 記録方式 : データの記録をするための電氣的な方式
- 10 データ記録の際にその次のデータと区分するためにパルスを挿入。そのパルス (鼓動) の入れ方には代表的な方法が2種類ある。それはFM記録方式 (単密度記録) とMFM (倍密度記録) である。
- 媒体回転数 : rpm 1分当たりの回転数
- シリンダー数 : トラック (輪) の数
- (FDDでは片面でトラック数と同じで両面では2倍になる)

15

ミニフロッピーと規格化

5.25インチのミニFDDはデータを読み書きするハードの部分は互換性があったが、ソフトウェアについては互換性がなかった。それはIBMの主導で始まった8インチFDDがIBM以外
20 外の競争他社も同じソフトウェアを利用したために結果的に統一が取れていたのとは事情が異なっていた。

この欠点を修正したのが日本が提案した1.6MBの通称「高密度5.25インチFDD」であった。
(回転数も8インチと同じ360rpmであった)

このフロッピーディスク (FD: 板、2HDと呼ぶ) はNTTからISO (International
25 Organization of Standardization) とJIS (Japan Industrial Standard) に規格が提案され、FDが標準化機関の仕様として認められることとなった。

当初のFDD製品は、1.6Mバイトの専用機であったが、ヘッド、回路、モータなどの改良により、倍トラック密度 (96TPI) の1MバイトのFDでも読み出し、書き込みが可能で、
30 かも48TPIのFDの読み出しが行えるように改良が加えられた。また、このFDDでは360rpmを基本にしていたが、単密度のFD、倍密度のFDそして1Mバイト以下の倍密度で倍トラック (2DDと呼ぶ) のFDで利用されていた300rpmの回転数のモータと切り替えが可能な機種

も追加された。

しかし、2DDと2HDのFDの使い分けに関する考慮が欠如していたため、FDの外形は従来と同じだった。この結果、2DDのFDに2HDのモードでデータを書き込んだり、2HDのFDに2DDモードでデータを書いたりした場合、直後にはエラーが発生しなくても、データの書換えの際にエラーが発生するという信頼性の問題も起こった。このためISOやJISでは、FDのコードか（タイプの区分）に関する仕様が討議され、互換ミス防止の動きが進められた。

5.25インチのFDDでは、1982年に、1.6Mバイトの2倍に当たる3.3MバイトのFDDがコダック社から発売された。それは1.6MバイトのFDDと互換性を維持したものであった。困みに、そのFDDの開発はDrivetec社であった。その技術仕様はトラック密度だけを96TPIから192TPIに変更したものだだったが、磁気ヘッドの位置決め制度の問題があった。つまり1.6Mバイトの高密度FDDではオープンループ（位置確認がないタイプ）方式を採用していたが、この種の制御なしで精度高く磁気ヘッドの位置を固定化することは困難だったため、トラック上に特別の信号を記録して、それを位置決めに使って、フィードバックをかけてヘッドの位置を微調整する方式（トラック・サーボ方式）が採用された。（尚FDは2HDと同じ）

また、87年にはトラック密度ではなく、線密度（記録密度）を倍にした3.3MバイトのFDDがYEデータから発売されたが、このFDは精度維持が必要で2HDの板を選別した特別のFDを利用する必要があった。（EDと呼ぶ）

マイクロフロッピーの登場

このように5.25インチのFDDが高密度化の方向で競争を進めている中で、同時平行的に開発が進められていたのが、3インチ前後の直径の更に小型のマイクロフロッピーであった。

最初の所謂マイクロフロッピーディスク装置（ μ -FDD）は1980年にソニーが自社の英文ワードプロセッサ向けに開発したOA-D30Vであった。この機種は記録密度は1.6Mバイトの5.25インチFDDよりは低い密度であったが、トラック密度は135TPIと高かった。それは、記録容量が322Kバイトで、両面倍密度のミニフロッピー（2D）とほぼ同じであったため、その小型化の程度が注目を集めた。しかしソニーは82年になるまで詳細な仕様を公開しなかったし、OEM販売（Original Equipment Manufacturing）ため、セカンドソース（同様の

仕様で生産する追従者)も登場しなかった。

しかし81年には松下電器産業、日立製作所そして日立マクセルの3社が共同で開発した直径3インチの μ -FDDの規格が発表され、しかもトラック数は80で、5.25インチと合わせてあり、ソニーの70トラックという特殊仕様とも異なり信号もインターフェースと電源のコネクターは共に5.25インチと同様で、完全な差替え可能設計となっていた。更に3社は有料で、特別の附帯条件を付与することなく技術公開を行ったため、多くの日本のFDDメーカーは3インチの μ -FDDの技術導入に走った。

10

	トラック密度	記録密度	トラック数	記録容量
ソニーの3.5インチ	135TPI	7610BPI	70	437K
3社の3インチ	100TPI	8947/9830BPI	40/80	250/500K
5.25インチ 2D/2DD	48/96	5876/5922BPI	40/80	500K

(注) ソニーの記録容量はフォーマットしない前の数値であり、文中のはフォーマット仕様

15

この3社の動きに触発されたように、ソニーはワープロ発売の米国市場でファミリーかを指向、5.25インチのFDDメーカーのシュガート社や磁気ヘッドの両面対応で技術を持つタンドン社などが集まり、グループMIC (Microfloppy Industry Committee) を形成、議論の末、ソニーの仕様はいみじくも3インチ陣営と類似の仕様に変更された。そして、FDDの中心

20 的製造国日本での3インチ μ -FDDと、米国での3.5インチ μ -FDDの2つの陣営が異なった仕様で、業界の事実上の標準を争う形となった。ソニー陣営は82年ANSI (American National Standard Institute) に規格を提案、その後、ISOにも提示し規格化を推進した。

25

3インチの仕様は5.25インチとプラグ・コンパチ(差し込めば直ぐ転用化)であるばかりではなく、幅が80mmで封筒も入るし、更にセンターハブ(3.5インチの μ -FDDでは金属製で、生産は精度の面で難しい)もプラスチックで構造的にも簡単であった。

また3社は直ぐに1Mバイト対応の機種を追加したり、モータの回転数も5.25インチと同じ300rpmで、ソニーの3.5インチの600rpmと違い、5.25インチと同様の仕様でモータが安価にできるという特徴もあった。

30

ソニーも3インチ陣営と同様にその後、300rpmの仕様追加や、1Mバイト対応機種を開発するなど、熾烈な技術競争が展開された。

米国のマイクロフロッピー開発競争

ソニーが米国のFDDメーカーと共同戦線を張ったように一見見なすことができるが、事実はそうではなかった。1982年にはダイサン (Dysan) が3.25インチのFDDを開発し、次ぐ83年にはIBMが4インチの μ -FDDを開発するなど、マイクロフロッピーディスク装置の開発競争は拡散していたのである。

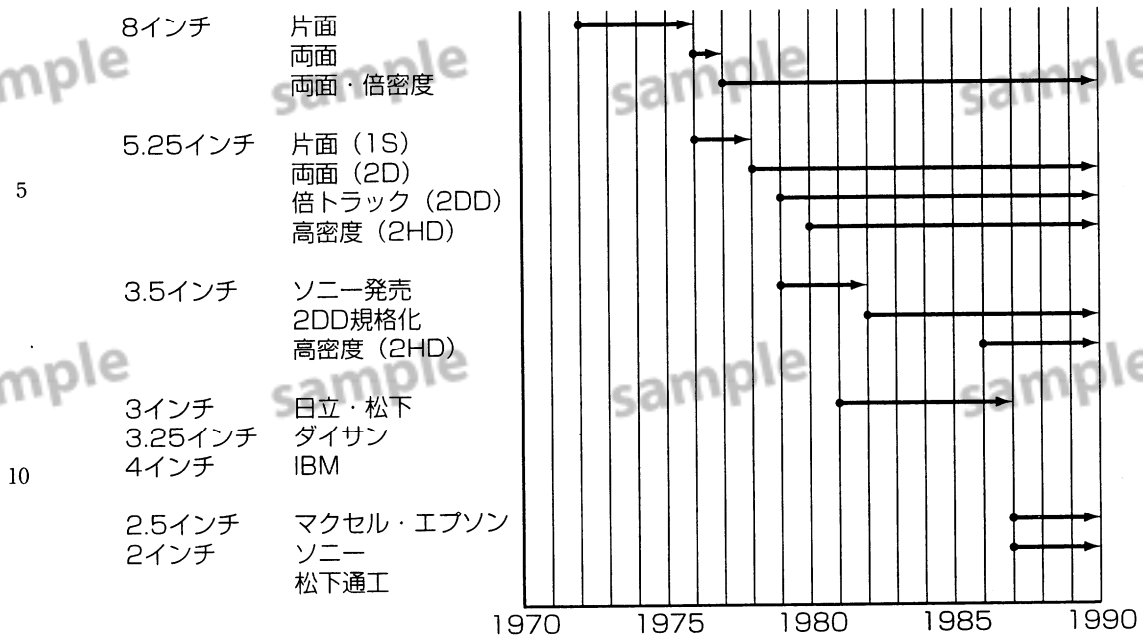
3.25インチのFDはディスクが従来の5.25インチと同様の塩化ビニール製（薄いが潰れ易いという欠点もある）であるという特徴があり、3インチと似て5.25インチの2DD（両面倍密度倍トラック）と容量が同じだった。（ディスクの装置への装着はソニーと類似の金属製）

IBMの4インチはディスクの装着が、8インチや5.25インチと同じセンター穴を利用するタイプでしかもトラック密度が68TPIと低く、ヘッドの位置制御の事を考えると簡単でしかも安価にあがる可能性があった。ただ一つの欠点は線密度（記録密度）が一定だったので、トラックの外周と内周ではモータの回転数を変える必要があった。FDDに利用するモータは世界中でも日本のモータのメーカしかなく、IBMは4インチの仕様を固める段階で、日本のモータのメーカと事前折衝を行ったが、その価格は低くはならず、その他、可変速のためにフォーマットを従来の機種と合わせるための設計が難しく、同年早くも生産を中止せざるを得なかった。

この83年にはパソコンで破竹の勢いで成長していたアップルコンピュータがソニーの3.5インチのFDDを採用（ソニーの供給）したMacintoshを発売するに及びIBMも3.5インチを5.25インチの次世代FDDに選択した。もっともアップルのFDDは回転数や記録方式も異なるため一般の3.5インチのFDとは互換性はなかった。

このような経緯を辿り、世界の生産拠点日本を押さえた3インチ方式は欧州のタイプライターメーカ向けに松下電子部品がただ1社生産するのを残して、3.5インチ方式に事実上統一された。

各種FDDの開発年代



3～4インチFDの仕様

サイズ	3インチ	3インチ	3.25インチ	3.5インチ	3.5インチ	3.5インチ	4インチ
名称	コンパクト・フロppy	コンパクト・フロppy	フレックス・ディスク	マイクロ・フロppy	マイクロ・フロppy	マイクロ・フロppy	デミ・ディスク
アンフォーマット容量(Kバイト)	250/500	500/1000	500/1000	500/1000	1000/1600	1000/2000	358
記録方式	MFM	MFM	MFM	MFM	MFM	MFM	FM
記録面	片面 ¹⁾ /両面	片面 ¹⁾ /両面	片面/両面	片面/両面	両面	両面	片面
最大記録密度(BPI)	8946/9830	8997/9891	9250	8187/8717	8717/14184	8717/17434	6865 ⁴⁾
トラック密度(TPI)	100	200	140	135	135	135	68
トラック数	40/80	80/160	80/160	80 ²⁾³⁾ /160	160/154	160	46
回転数(rpm)	300	300	300	300/600	300/360	300	262~415 ⁴⁾
データ転送速度(Kビット/秒)	250	250	250	250/500	250/500	250/500	333
ケース	プラスチック・ハード・ケース	プラスチック・ハード・ケース	ソフト・ジャケット	プラスチック・ハード・ケース	プラスチック・ハード・ケース	プラスチック・ハード・ケース	プラスチック・ハード・ケース
カートリッジ寸法(mm)	80×100×5	80×100×5	83×87×2.15(max)	90×94×3.4	90×94×3.4	90×94×3.4	120×120×5
ヘッド・ウインドウ・シャッタ	自動シャッタ	自動シャッタ	なし	自動シャッタ	自動シャッタ	自動シャッタ	なし
センタ・ハブ	プラスチック	プラスチック	金属	金属	金属	金属	なし
発表メーカー	日立・日立マクセル・松下	日立・日立マクセル・松下	Dysan	ソニー・MIC	ソニー	ソニー	IBM
発表時期	'81/12		'82/	'80/12、'83/2 ⁴⁾	'85/8	'85/8	'83/2

- 1) 片面FDDに対しては裏返して使用できる。
- 2) 当初発売したものは70トラック仕様だった。
- 3) 40トラック (両面で80トラック) での使用ができる。
- 4) '80年12月：ソニー発表 '83年2月：ANSI提案。
- 5)、6) トラック毎に回転数を変化させ記録密度を一定にしている。

超小型FDDと高密度FDDの開発

その後もFDDの小型化競争は止まらず、ソニーは電子写真用に開発したPDP-100（直径2インチで回転数が3600rpmと高い）を、日立マクセルとミツミ電機が2.8インチのFDを8ビットのホームコンピュータMSX向けに開発したり、リコーが2.6インチ仕様、東京電気が2.5インチ仕様と多くの超小型FDDの仕様が1982年から87年にかけて発表されたが、いずれも市場での地位を得るには至らなかった。

例外はソニーの2インチで、81年に電子写真用時期カメラ（マビカと言う）用に開発された機種はコンピュータ用途では失敗したものの、Still Video Floppyとして世界で43社の同意を得て世界の事実上の標準規格になっている。

それはテレビ画面の走査を2本のトラックで25枚から50枚（記録方式に依る）の写真を記録できるものである。しかし回転数が3600rpmと高いため、記録方式はFMでもMFMでもなく、R-DAT（Rotary-Digital Audio Tape）で使用されている8-10変換というFDDでは特殊の記録方式を採用している。

高密度記録では1.6Mバイトの使用の後、2Mバイト、4Mバイトそして88年には12Mバイトの3.5インチFDDが開発発売されたが、技術発表だけでは更に28Mバイトの領域までも高まっていった。（5.25インチでも同様の競争があった）

その背景には、ソニーが3.5インチの技術標準を狙う過程で、特許使用料をタダ同然に設定し、2Mバイトを越す記録容量になった段階で特許使用料を正式に取るという特許の価格設定の問題もなくなかったと想像される。

ソニーでは、当時の事業部長が「VTRでは高い特許使用料も手強い技術競争に敗れたからμ-FDDでは是が非でも標準を取りたい。そのためには技術料を安価にするのは止むを得ない」と漏らしていたのを思い出す。

さて高密度記録への挑戦は、現段階では実用段階には至ってはいないものの、多くの要素技術が開発されたことは注目される。

例えば、記録方式の高度化（MFMよりも高い密度で記録する方式が日立製作、松下通信）新磁気材料の利用（ γ -Fe₂O₃からCo- γ -Fe₂O₃：コバルトをドーピングした酸化鉄 デュボンの開発）、2段階式のサーボモータの利用（粗位置決めと精密位置決め：コダック社）、インターフェースの高度化（SCSIの利用：HDDで利用など：Iomega社）リニアモータの利用（日

本電気)、垂直磁気記録(東芝)、MIGヘッドの利用(HDD用磁気ヘッド:YEデータ)など
などあった。

- この種の高密度のFDDは1982年から87年にかけて発表され、中には東芝の垂直磁気記録
のように業界で注目を集めた技術もあったが、既存の製品を搭載したパソコンの普及の波の
5 中で、更に次世代の技術として主導権を取るには至らなかった。

技術摩擦と生産技術の競争

- 10 FDDの中心的製品が5.25インチから3.5インチに移行する過程は、正に米国企業から生産の
中心国が日本に移行する過程でもあった。

- それはモータ技術や薄型化のための各種の設計技術や材料技術(例えば筐体がアルミのダ
イキャスト(型鑄造)からプレス鋼板へ移行)そしてモータと基盤の一体化(鉄基盤)など
など精密な生産技術など日本の技術インフラが米国を凌駕していることを証明する時期でも
15 あった。

その中で、シュガート社は松下通信工業に買収され、そして専らIBMのパソコン向けに独
占的にFDDを供給していたタンドン社は製品クレームと薄型化への対応が出来ずに腐心し、
出身国であるインドに工場を建設したりコスト削減には躍起になったが、それでも地盤沈下
を止められなかった。

- 20 その中で、タンドン社は、両面对応の磁気ヘッドに関して5.25インチに8インチFDから
移行する時期に簡易型の支持機構を開発、特許権を確立していた。同社は自社の特許が利用
されたという理由でソニー、三菱電機そしてTEACの3社を訴訟した(1985年)。直ぐに、
この特許権に関する訴訟に対して反応したのはソニーであった。同社は3.5インチの自社保
有特許とタンドン社の特許とを交換して妥結した。次いでTEAC社は数十億円の特許料を同
25 社に支払い、交渉に決着した。残った三菱電機は裁判の場で戦うことを決断していた。

勿論、他のFDDメーカーであったコパルやその他のメーカーは米国向けの輸出台数に応じた
特許料を支払った会社が多かった。

ところが、その後の裁判で三菱電機は勝ち、米国のFDDメーカーは一部の高密度FDDを開
発していたIomagaなどを除き、事実上、米国のFDDメーカーは消えた。

- 30 今日でも日本のFDDメーカー以外にFDDを生産する会社は韓国の三星電子を除いて無いが、
組み込み先のパソコン・メーカーからの価格引き下げ要請を受けて、大半の生産拠点は日本か

らアジア諸国に移転している。

モータの生産をする部品メーカーもFDDの組立メーカーと同様アジアに拠点を展開しているが、只磁気ヘッドの材料メーカーでは、特別な磁性材料の結晶生産技術（固相成長）を持つ日本ガイシだけは日本で生産を継続し、主導的な地位を維持している。

アジアでの展開で注目されるのは、ミネベアである。同社のタイ工場はタイの日本企業でも最大の現地人の雇用人員を抱え、単に組立工程のみを現地化するのではなく、磁気ヘッドの生産からFDDの製品化まで一貫して現地で生産しており、例えば一時競争力があつたTEACでも同社からOEM供給を受ける状態になっている。

製品技術の競争が終われば、生産技術の競争の時代に移行していくが、その中には薄型化省電力化（バッテリー駆動）などの質的改善とコストの競争とに区分される。後者のコスト競争は部品点数の削減競争、そして最後はミネベアに代表される生産コストの競争へと変化してきている。

FDDを構成する要素技術

FDDを構成する要素技術について簡単に説明しておきたい。

磁気ヘッド

磁気ヘッドはフェライトで出来ており、所謂フレミングの法則で磁界が動くとき電気が発生し逆に電気をかけると磁気を帯びるといった特性を利用しているから、磁気ヘッドを動かすことで記録再生を行うこととなる。

磁気ヘッドでデータをFDに記録したり読み出したりするが、48TPIではデータを記録するピッチが $529\mu\text{m}$ に対してデータの記録に利用する部分は $330\mu\text{m}$ で60%でしかない。

このデータを記録している部分をガード・ハンドと呼ぶが、ヘッドの位置が必ずしも正確ではないから、データを記録しない部分を含めて取って磁気を消去している。それはイレーズ・ヘッドで、読み書きをするヘッドの前後に、それが配置されている。

それが3.5インチのFDDでは $330\mu\text{m}$ が、 $117\mu\text{m}$ に幅が狭くなっている。

また読み書きの精度を高めるために線密度を上げる必要があるが、そのためには磁気特性の良いヘッドの開発が不可欠であり、高密度のFDDで利用したMIG (Metal In Gap) ヘッド

さてFDの両面を利用する場合には、FDの材料がポリエステルで出来ており、回転数の増加に従って、回転しながら変形するから、そのFDの変形に追従して磁気ヘッドが動く必要がある。この為、ジンバルと呼ぶ薄い金属板の上に磁気ヘッドを載せ、弾力的に磁気ヘッドが動く構造をしている。

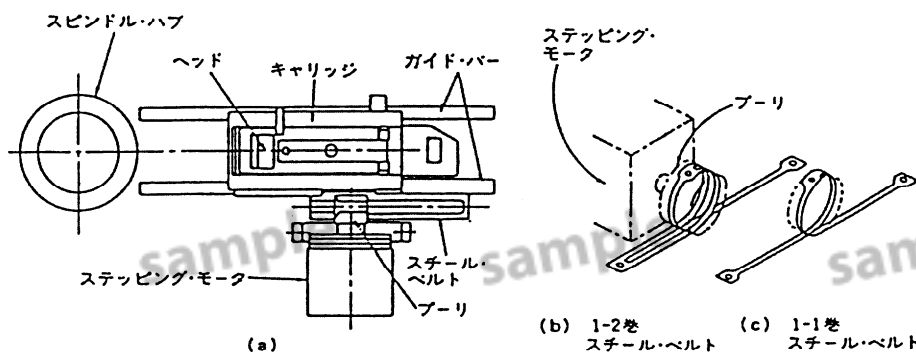
ダンドン社の特許は両面の磁気ヘッドの一方を固定にして、片方だけを柔軟に動く構造にしたもので、3.5インチのFDDでも、このタンドン社の構造に近いものが多かった。

磁気ヘッドの位置決め

磁気ヘッドはトラックを跨いで動く必要があるが、それには、回転式ステッピング・モータやリニア型のステッピング・モータ、あるいはHDDでも利用されているボイスコイル型のモータを利用することとなる。

モータの稼働を磁気ヘッドに伝えるには、スクリューを利用したり、スチールのベルトを介して駆動する。尚モータは電池駆動も考慮してDCモータ（直流）を利用している。

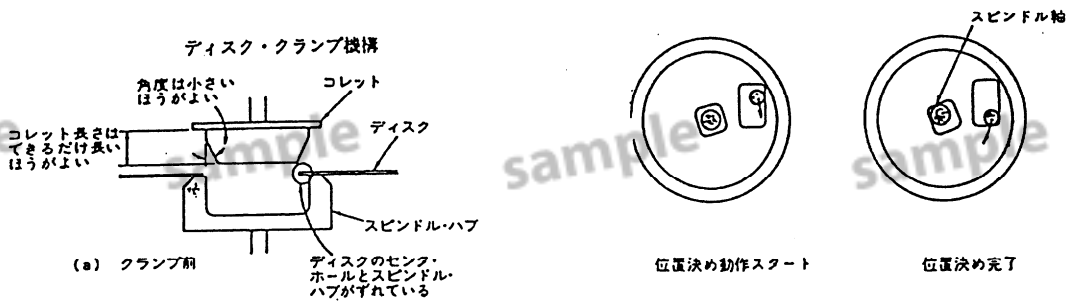
α巻きスチール・ベルト・ヘッド位置決め方式



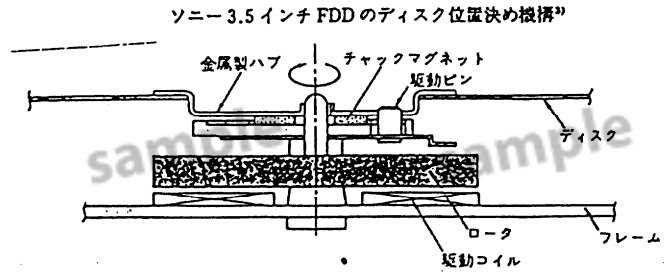
FDの固定化

FDを回転軸に固定化する方法は、当初の8インチや5.25インチでは強引に回転体（スピンドル・ハブ）に押しつける（コレット）方式を採用していたが、3.5インチでは、金属のハブ（FDの中央にある輪）を磁石で吸いつけ、その位置は金属ハブに空いた穴をピンに押しつけて固定化する。

5



10

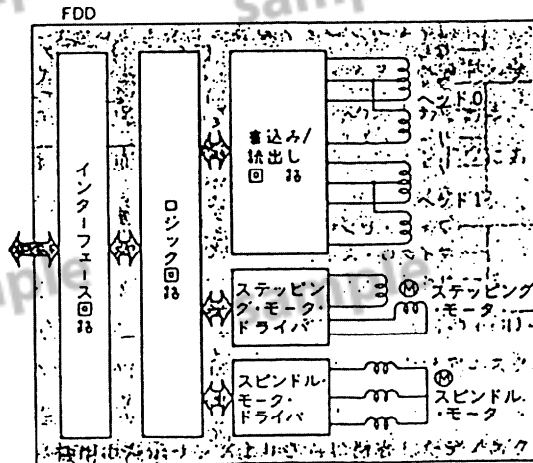


コントロール回路

電子的にFDDを正義するためには、以下の概念図のような制御をする回路を組み込んである。当初はその個々の要素別に別個の半導体を利用していたが次第にその回路構成が固まるに依り、富士通や日本電気あるいはモトローラ、テキサスインスツルメンツなどの半導体メーカーが統合した半導体を開発して販売するようになった。

20

コントロール回路ブロック図



25

30

インターフェース

FDDとパソコンとの間を繋ぐインターフェースも重要な部品である。

5.25インチでは開発したシュガート社を真似て、他社も同じインターフェースである

SA400ミニFDDを導入したために結果的に標準化された。

初期のソニーの3.5インチのFDDでは特殊な構造（26ピン）のオリジナルのインターフェースを使っていたが、その後の過程で34ピンのインターフェースに変更された。

この仕様はANSIに登録されている。

またアップル社のインターフェースは20ピンの特殊なもので今日でも同社の仕様だけは他社のと異なっている。

FD

FDは、5.25インチ以前では塩化ビニールのジャケット（袋）に入っていた。

当時ではポリエステル・フィルム（東レ、帝人などが生産）の上に磁気材料をコーティングしていたが、記録密度が高い磁気メディアでは、磁気材料をポリエステル板上に蒸着するようになっている。

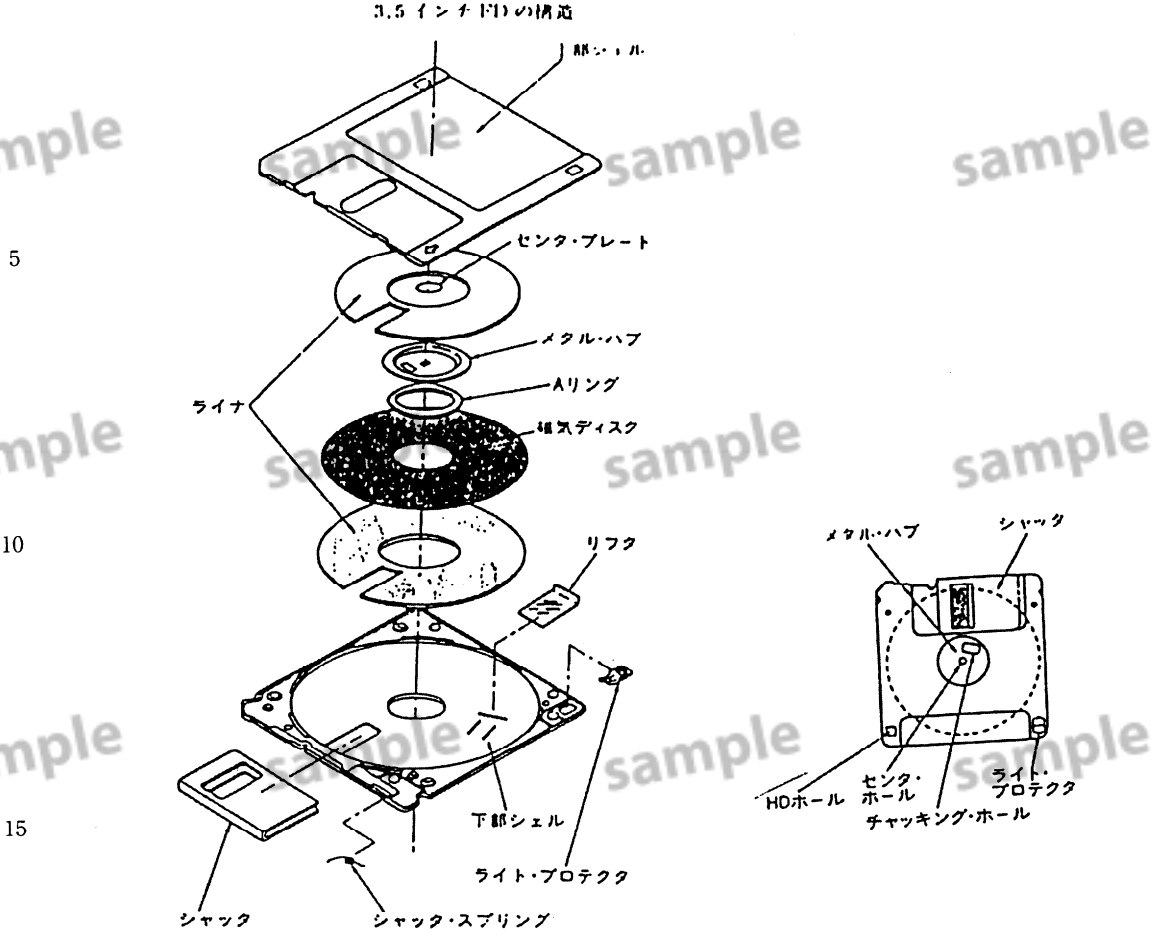
ジャケットと板との間の不織布は空気ベアリングの代替機能を果たしており、当初は米国のケンドール社がその生産を独占していた時期もあった。また塩化ビニールも圧延歪みがないものがベターであり、住友ベークライトやBASFが専ら独占的に生産していた。

しかし3.5インチではシェルと呼ぶ、射出成形のABS（アクリル・ブタジエン・スチレンなど）を利用することに変化したため、射出成形のための金型が重要な技術に変化した。ここではビデオ・カセットなどで耐磨耗製が高い特殊な配合の金属を研削して金型を生産できる三菱金属（現在の三菱マテリアル）が高い地位を占めていた。

各種3～4インチFD

メーカー	(a) ソニー	(b) 松下-日立	(c) DYSAN	(d) IBM
形状	<p>90mm 94mm 厚さ 3.3mm φ86</p>	<p>80mm 100mm 厚さ 5mm φ72</p>	<p>83mm 87mm 厚さ 1.6mm φ81</p>	<p>102mm 102mm 厚さ 5mm φ97</p>
サイド0 トラック・ローケーション	39.5 - Y·N	32.500 - $\frac{25.4}{T}$ ·N	36.1696 - $\frac{25.4}{140}$ ·N	28.35 + 0.3700 × N
サイド1 トラック・ローケーション	38.0 - Y·N (80トラックT=0.1875) (40トラックT=0.375)	30.468 - $\frac{25.4}{T}$ ·N (40トラックT=100) (80トラックT=200)	37.9839 - $\frac{25.4}{140}$ ·N	—

Nはトラック番号



現在はFDの生産では台湾の会社が比較的大きなシェアを占めるようになっている。

20 **FDのフォーマットと記録方式**

FDのフォーマットの概要は以下の図の如くである。

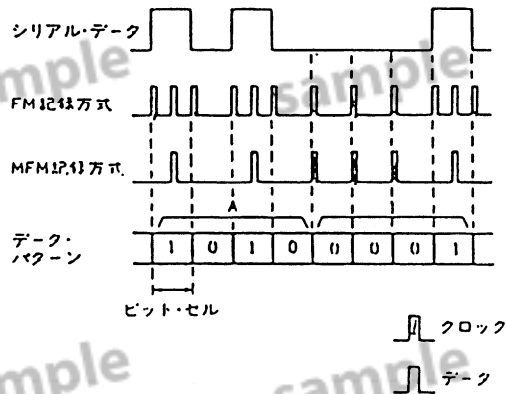
その上に、データなどを記録する方式には、大きくFM（周波数変調：単密度記録）とMFM方式（修正周波数変調：倍密度記録）がある。

25 その概要も下図に示してある。

FM方式が、各ビット（2進数の1桁）を記録する毎にその境界を示すクロックと呼ぶ一定周波数の信号を記録するが、MFM方式では、前後にデータがない分だけ、クロック信号を記録するという相違がある。

30 FMでは1ビットの単位が時間で4 μ sであるのに対してMFMでは2 μ sと時間の周期も短いので、回転数の安定化などモータなどの改善に対応して次第にMFM記録に移行してきた。

FM 記録方式と MFM 記録のビット・パターン
('A1'の場合)



5

10

15

20

25

30

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

不許複製

慶應義塾大学ビジネス・スクール

Contents Works Inc.