

解説

計算機システムを支える最新技術（装置編）

3. リムーバブル記録デバイス CD-ROM と PD[†]今 中 良 一^{††}

1. ま え が き

1992 年頃から CD-ROM 装置は急速な成長を示し始め、1996 年は 4~5000 万台の市場に成長すると思われる。これは CD オーディオディスクで構築されたインフラによりディスクの製作コスト、ドライブの価格がほかの媒体を寄せつけなかったこと、また 1993 年に MPC 規格が発表され CD-ROM 装置がパソコンの標準となったことによる。

元来パソコンの 2 次記憶装置にはソフトを配布する目的と、ユーザが作成したデータやソフトを保管する目的がある。そしてこの目的のため長い間フロッピーディスクが使われてきた。マルチメディアの進展とともにデータの読み込みのためには前記したように CD-ROM が導入されたが、従来のテキストデータに加えて画像、音声をデジタル化されたデータで扱うため、たとえば表-1 に示すように素材、あるいはアプリケーションソフトが大型化し、これらを持ち運ぶための各種の書換え型リムーバブルタイプの媒体が必要になった。ここではまず CD-ROM についてとくに高速化技術を述べ、その後 PD 光ディスクシステムについても言及する。

2. CD-ROM の概要と高速化技術

標準速で市場導入が始まった CD-ROM 装置は 1993 年より倍速化、1994 年からは 4 倍速、引き続いて 1996 年には 6~8 倍速が登場し 12 倍速以上のドライブさえ予想されている。もともとオーディオ用に設計されたコンパクトディスクの規格

が変化しないまま、むしろ規格の範囲が緩和された状態で高速化を迎えている中であってデータの信頼性を維持し、かつデータ転送速度を高速にするために必要な技術開発が迫られている。表-2 に高速化技術を分類した。

2.1 高速化の課題

モータの回転制御の応答はトルクで決まる。一方無負荷回転速度を大きくするとモータの起動トルクは小さくなってしまう。また CD ディスクを高速で回転させた場合、標準速（1 倍速）で定義されている偏芯、面振れ、アンバランスによる外乱は、一般に回転速度の 2 乗に比例し増加するため対物レンズをディスクのトラックに追従させられないのみか、ドライブ装置全体の振動を招きパソコン本体にも加振機として作用し、悪影響を与えることになる。このため回転速度を一定に制御したままシーク動作を行う CAV（Constant angular velocity）再生技術が提案されている。これはもともとアプリケーションからの必要があって 8 倍速のドライブが要求されたわけではないため、ディスク盤面上で転送速度が変化しても最低の転送速度が保証されていれば大きな問題ではないことに由来する。

2.2 CAV 再生

従来の回転ジッタフリー技術を拡大することにより CAV 再生が可能になる。ジッタフリー技術はシーク動作時にスピンドルモータの整定時間を待たず情報トラックより信号を再生し転送を開始する技術である³⁾。

図-1 に横軸に時間を、縦軸にモータの回転速度および光ヘッドの位置をとり説明する。ジッタフリー方式ではシークが終了した時点 t_2 で PLL がロックしておればデータの転送が行われる。従来の CLV（Constant linear velocity）方式ではスピンドルモータの回転数が規定の回転速度に整

[†] Removable Media (CD-ROM and PD) by Ryoichi IMANAKA (Matsushita Electric Industrial Co., LTD., Optical Disk Systems Division, Product Planning and Development Office).

^{††} 松下電器産業(株)光ディスク事業部企画開発室

表-1 素材, アプリケーションの大型化

素材	要求されるキャパシティ
フォト CD	50 MB/10 枚
インターネットホームページ	3 MB
3 分間の電話	4 MB
FAX データ	500 KB/A 4 サイズ 10 枚
Win 95+Microsoft office	150 MB 以上

表-2 高速化技術

対象	要素技術
インタフェース	データ転送方式
スピンドルモータの 高速回転制御	モータ制御と PLL 制御, CAV 再生技術
トラバースユニットの 高速シーク制御	トラバース機構, g 特性改善

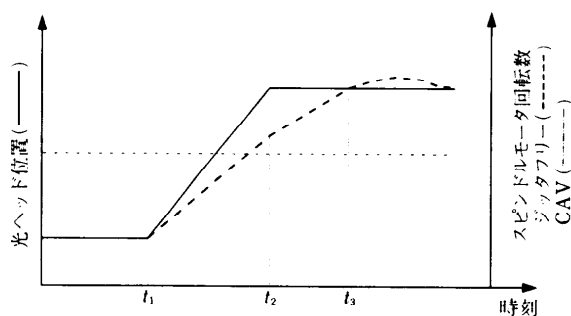
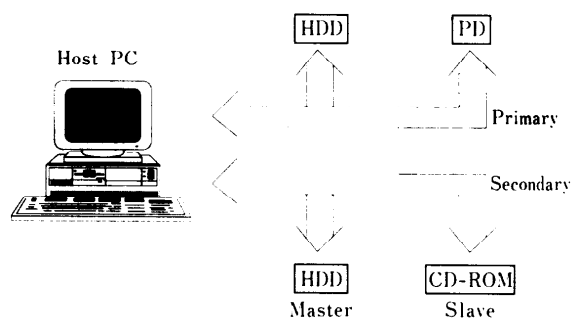


図-1 シーク動作

定するまで (t_3) データ転送はできなかった。CAV ではたとえば 4000 回転/分の回転数でスピンドルモータが制御されておればディスクのどのアドレスでも PLL はロックしており、データの転送が開始できるように設定される。バッファメモリの制御も当然可変転送速度に追従して行われるが、現在の固定磁気ドライブ (HDD) で汎用技術になっている MCAV (Modified CAV) 方式と基本的には変わらないため問題はない。もちろん PLL は再生アドレスにリンクして VCO の周波数を変化させ引き込み範囲を拡大する。この場合 CAV 再生を実施しても CD-ROM はデータのインタリブ長が大きく、セクタ間にまたがっており、かつアドレス情報も散らばっているのでディスク上でアドレス位置を物理的には特定できないため、HDD ほどシーク速度、転送速度を高速にすることはできない。

図-2 拡張 IDE インタフェース⁶⁾

2.3 インタフェース

CD-ROM ドライブとホストとの通信のインタフェースは拡張 IDE (ATAPI) により行われることが多い。ホストとの転送速度はこのインタフェースを介したバースト転送速度により規定される。拡張 IDE を用いることにより HDD と CD-ROM を 1 つのインタフェース上に接続可能となった (図-2)。さらに HDD と CD-ROM のシーク時間の差による応答時間の遅れを解決するためコマンドのオーバーラップを許容している。したがってホストから HDD と CD-ROM に並行してコマンドを発生させることができる。これにより応答時間に差があるデバイスを併用したときでもパフォーマンスの低下をさけることができる。

3. PD 光ディスクシステムの概要と今後の動向

3.1 PD コンセプト

光ディスクの役割を HDD との共存を前提として再開発し、CD-ROM などで代表される ROM (読み出し専用メモリ) 機能と、データを運搬するためのリムーバブル機能に絞り込み、コンピュータへの標準搭載をめざしたものが PD 光ディスクシステムである⁷⁾。このような環境変化にともなって従来はマイナな存在であった相変化光ディスクが見直された。その理由は、

(1) 再生原理が CD ディスクと同じく記録した部分の反射率変化であること。(すなわち記録ビットが存在する部分の反射光が、記録ビットが存在しない部分よりも小さくなることによる。)

(2) 消去動作なしで情報信号を記録することができること。

さらに相変化光ディスク方式はとくに光ヘッドの構成を非常にシンプルにできるため PD に採用された²⁾。

3.2 PD フォーマット

PD 規格は 1996 年 6 月 ECMA 規格として承認された国際規格 (ECMA-240) である。ちなみに CD-ROM は ECMA-130 である。次に PD フォーマットについて説明する。

(1) 相変化書換え型光ディスクの採用

CD と同じ信号再生原理の相変化方式光ディスクを CD との物理的互換がとりやすい同一形状とし、同時にデータ保護に適したカートリッジに収納し用いられている。これにともないドライブ装置は PD カートリッジと CD ディスク単体の両方に対応したローディング機構が開発された。

(2) MCAV セクタフォーマット

現在のパソコン、ワークステーション環境で使われているフロッピーディスク、ハードディスクと同じデータ構造のセクタフォーマットが用いられた。さらに現在のコンピュータ環境でただちに使用できる 512 バイト/セクタの MCAV フォーマットが採用された。このためインタリブが大きく、CLV フォーマットの CD-R (追記型 CD) よりも高速に書き込み、かつアクセス速度の高速化を実現できる。

3.3 開発された技術

(1) ホログラム光ヘッド

PD システムに使用される光ヘッドは、偏芯および面ぶれの大きい CD ディスクと、記録可能 PD ディスクに対して、安定なトラッキング特性と、記録再生特性を確保する必要がある。今回開発されたマイクロ光ヘッドは、従来精密な組立調整が必要であった光ヘッドの信号およびサーボエラーの検出器と半導体レーザからなる光学系に半導体プロセスを導入し、一体に構成し、精密組立工程を省略している。とくに偏光ホログラムを用いたコレクトファーフィールドトラッキング (CFT) 信号検出法が最大の特徴である。図-3 にホログラムを用いた PD 用光ヘッドの光学系の構成図を示す⁵⁾。

従来のファーフィールドトラッキング信号検出法ではレンズ移動とともに光検出器上を光スポットが移動し、このためトラッキングオフセット誤差が発生した。これを防止するためトラッキング信号分離用ホログラムとレンズを一体で移動させ、ホットディテクタ寸法をトラッキング追従による光スポット移動量以上に設定した。さらにトラッキ

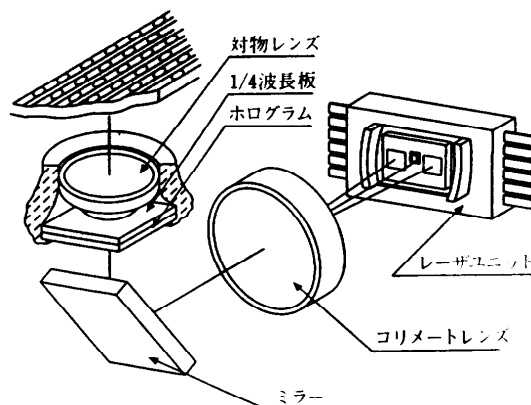


図-3 PD 用光ヘッドの光学系の構成

ング信号分離の際、レンズ開口位置によりホログラム特性を変え信号検出重みをつけることで、デフォーカス特性、チルト特性を改善した。

(2) 高感度相変化光ディスク

相変化光ディスクは記録時には約 600 度、消去時には約 400 度の加熱が必要で、当社従来技術では記録時のディスク面上レーザパワーは 20 mW 以上が必要であった。

冷却速度を制御するため 4 層からなる相変化光ディスクの膜構成をシミュレーション技術を導入し再検討が行われ、この結果誘電体膜と反射膜の厚みを最適化しレーザ光の吸収効果を高めながら、記録膜の機械的強度を高めることができた。そして 12 m/秒の相対速度において、10 mW でダイレクトオーバーライト記録できた。もちろん記録膜の機械的強度を向上させたためサイクリックリティは従来同様、50 万回以上が確保されている⁴⁾。

(3) PD のインタフェースとアプリケーション

PD のインタフェースとしては CD-ROM と同じく SCSI と拡張 IDE が主として使用されており、ウィンドウズ 95 では OS が標準で PD をサポートしており、2 LUN (Logical unit number) により CD-ROM と書換え型 PD の区別を行っている。アプリケーションについては一般的にはバックアップ用途が最も多く、パソコンのハードディスクが壊れた経験がある人はバックアップデバイスとしてパソコン購入時に PD などのリムーバブルディスクドライブを備えることが多い。また最近のキーアプリケーションとしてはインターネ

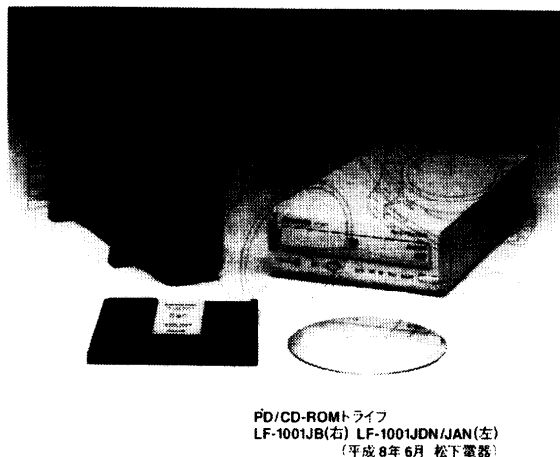


図-4 PDドライブの外観

ットのダウンロード、デジタルカメラのデータ保存、ビデオムービーの編集記録が主なものである。図-4にPDドライブの外観写真を示す。

4. リムーバブルメディアの現状と将来展望

CD-ROMは膨大なCDのインフラ、たとえばディスクカッティングセンタ、プレス工場、オーサリングシステム、を活用し発展してきた。この結果最近ではほとんどのコンピュータ関連の雑誌からエンタテインメント誌まで、CD-ROMやビデオCDを付属させて販売されている。このインフラはDVD-ROMの登場によりさらに拡大発展していくと思われるが、この推進には魅力的なコンテンツがどれだけDVDのために整備されるかにかかっている。もちろんMPEG1からMPEG2への進化はごく自然なことと思われるのでこれにより、よりこの業界が活性化することが望まれる。次にリムーバブル書換え型ディスクについては、光ディスクに属するPD以外にも

CD-R、MO、さらにまた磁気ディスクのZIP、JAZなどが相次いで登場し主導権争いが続いている。最終的にはDVD-RAMに落ちつくと考えられているのでDVD-RAMと互換性がとりやすい光ディスクが有力と思われるが、しばらく混沌とした状態が続くと思われる。

参 考 文 献

- 1) Imanaka, R. et al.: Recording and Playing System having a Compatibility with Mass Produced Replica Disc, IEEE Trans. Consumer Electronics, pp.135-140, Vol. CE-29, No. 3 (Aug. 1983).
- 2) Imanaka, R. et al.: ISOM the 1995 th. Th-A 3.
- 3) 神門, 井村, 吉田, 井上, 益子: ジッタフリー機能搭載4倍速CD-ROM装置, National Tech. Rept., Vol. 41, No. 6 (Dec. 1995).
- 4) Imanaka, R.: Optical Disk System for Multimedia, National Technical Report, pp. 129-136, Vol. 40 (Dec. 1994).
- 5) Nishino, S. et al.: ISOM the 1995 th. We-A 3.
- 6) 外前田: ますます進化する拡張IDE, エレクトロニクス (Jan. 1996).

(平成8年8月2日受付)



今中 良一

1966年京都大学工学部電気工学科第2学科卒業。1969年松下電器産業に入社。ビデオ事業部でVTRの開発設計。1975-83年ビデオディスクの研究開発。1984-88年追記型光ディスクの研究開発。1988-92年3.5インチ光磁気ディスクドライブの開発、商品化。1993よりPD光ディスクシステムの企画、開発。1994年よりDVDシステムの開発に参画。とくに記録型タイプ。現在松下電器産業(株)光ディスク事業部企画開発室室長。光ディスクシステムの商品企画、開発の責任者。