

第31回セミナー講演録

Disk), HDD (Hard Disk Drive) と略称され、主としてオンラインで使用されるものと、FD (Floppy Disk) と略称されオフラインで使用されるものがある。光ディスクは持ち運びできる事(可搬性: Removability) が大きな特徴で主としてオフラインで使用される。ライブラリ、マスメモリ、として巨大なデータベースの構築などには不可欠である。

このほか、外部記憶装置としては、半導体フラッシュメモリ、IC カード、磁気テープ、光テープ、光カードなどもある。これらの各種媒体は、相互に競合し、あるいは補完的に使用されている。当初は民生用に開発されたビデオテープ、8 mm テープ、DAT などもコンピュータ用として使用されている。

将来的には、光・磁気ディスクにとって半導体メモリの進展が脅威である。さらに通信回線の高速化・大容量化・低価格化が進むとオフライン・大容量・低価格を武器とする外部記憶装置がある程度脅かされることもありえよう。

3. 産業規模

1992 年度の概況を見ると、全世界での磁気ディスク産業の売り上げは 5 兆円以上であるがコンピュータ用光ディスクメモリの売り上げは磁気ディスクの 1 桁以下に留まっている。

Fig. 2 は年代の進展と共に HD の直径とその

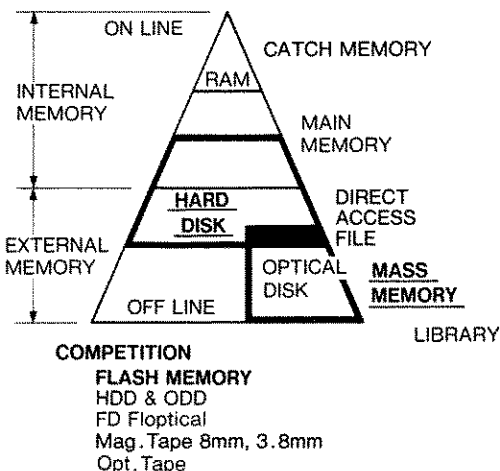


Fig. 1 Hierarchical structure of computer memory

売り上げ推移を示したものである。14", 12" といった大型装置はほとんど製造されず 8", 5.25" も衰退した。現在の HDD の中心は 3.5" で年間 1200 万台以上である。その記録容量は多様であり 20-40-60-80-100-200 Mbyte である。2.5" は 500 万台以上となっている。さらに今後は 1.8" が広く使われよう。HP (ヒューレットパッカード) 社が Kitty Hawk と名づけた 1.3" の HD も実用化された。これらのダウンサイジングの流れは記録密度の改良が進み小形装置でその前の大きさの装置の容量を実現したことで市場に受け入れられ、次々と世代交代をしてきたのである。又、コンピュータ本体が大形-中形-小形となり、WS (Work Station), PC (Personal Computer), ラップトップ、ノートブック、サブノートブックとダウンサイジングされ低価格、低消費電力を実現する必要もあった。ダウンサイジングの世代交代は今後も続くであろうが、記録容量をある程度確保するには小さくする事の限界もあり、フラッシュメモリとの競合が厳しくなるので長期的には超小型化には限界がある。当面は 3.5" HDD が市場売り上げの主流となることは間違い無い。

光ディスク全体の日本での市場規模は 1 兆 3000 億円になっているがそのほとんどは民生用のコンパクトディスク、レーザーディスクである。コンピュータ用としては CD-ROM, 追記形、書換形装置全体で 1090 億円、記録媒体で 340 億円である。1992 年秋、ソニーから発売された録再可能な小形光ディスク MD (ミニディスク)¹⁾ のコンピュータ応用なども予定されている。光ディスクは次に述べるように多様であり、HD には無い機

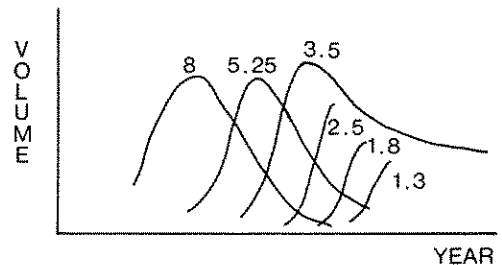






Fig. 2 Downsizing: Market trend of various size Hard Disks

Table 1 Several types of optical disks

Type	Principle		Feature Application
	Write	Read	
RO Read-Only	Phase Pit 	Diffraction	Mass Productive Data Distribution
WO Write-Once	Hole Ablation 	Reflectivity Change	Long Data Life Archival Storage
RW Rewritable MO Magneto-Optic	Magnetization Direction 	Polarization Rotation	Erasable Editing File Storage
PC Phase Change	Crystal/Amorphous 	Reflectivity Change	
P-ROM Partial-ROM	Phase Pit plus RW	RO & RW	Mass Data Distribution Update, Editing

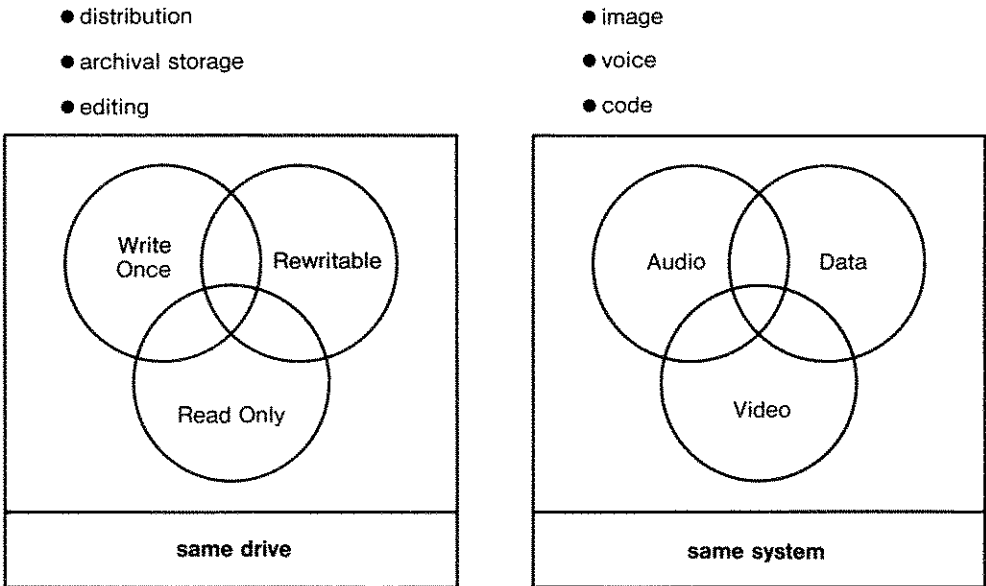


Fig. 3 Varieties of optical disks : Functions and Applications

能もあるので今後の発展を期待したい。

4. 光ディスクの現状と将来

Table 1, Fig. 3 は光ディスクの多様性を示す。光ディスクには大きく分けて再生専用形 (Read-Only), 追記形 (Write-Once), 書換形 (Rewritable) の3つがある。

これらの主たる用途は、データの流通、長期保存、編集作業、などにそれぞれの特徴を發揮している。光ディスクドライブにはマルチファンクションとして1つの装置で機能の異なる光ディスクを記録再生出来るものもある。1992年秋に国際標準化が完成した90mm書換形光ディスクカートリッジ(ISO/IEC 10090)では1枚の光ディスク媒体の外周部には再生専用データを記録し、内周部は書換形として使用できるPartial-ROMの概念が盛り込まれており注目に値する。磁気記録技術では不可能な機能であり今後の発展が楽しみである。光ディスクの応用は、コードデータ、音声、画像、アナログあるいはデジタルと幅広く、マルチメディアの社会にはうって付けである。

Fig. 4 は光ディスクの各種大きさ、直径に対する1面当り記録容量、Table 2 は光ディスクの標

準化の現状をそれぞれ示す。第1世代につづいて、記録容量が2倍、3倍のものが登場し、標準化が進められている。

光ディスクの高記録密度・大容量化への努力は絶え間なく続いている。半導体レーザーの短波長化、記録材料、記録方式、信号処理方式などの開発により将来は記録密度としては磁気記録方式の数桁上、100 Gbit/inch² も実現可能と考えられているがここでは省略する²⁾。

5. ディスクメモリとガラス基板

Fig. 5 は磁気ディスク (HD) と光ディスク (OD) の各種直径と基板厚さとの関係を示している。これまでHDはアルミニウム (Al) を基板として用いてきた。そして、直径が小さくなるにつれて基板の厚さが70→50→35→20 milと薄くなっている。小さなディスク装置 (HDD) では複数枚のディスクを同一スピンドルに固定して装置当りの容量を大きくする必要があるのでダウンサイジングに従い基板厚さは当然薄くする必要がある。こうして基板が薄くなるにしたがい、機械的強度の要請からAlに代わってガラス基板への必然性が生じている。既に紹介したHP社の1.3"ディスクではこの理由からガラスが採用されてい

SIZE & CAPACITY

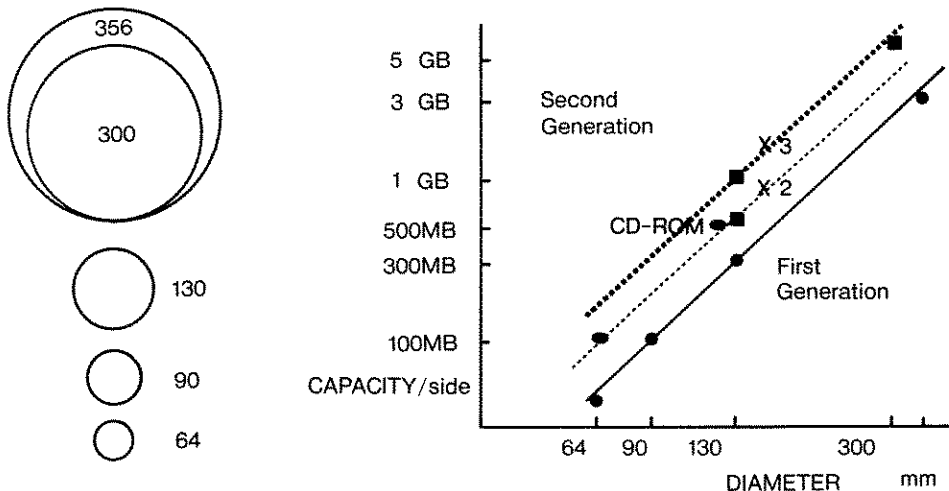


Fig. 4 Various size & capacity of optical disks

Table 2 Present standardization of optical disk cartridges

Standardization Order	Disk Dia. mm/(inch)	Capacity MByte/side	Sector Size Byte/sector	Rotation rpm	Laser nm	Note
1 130 mm Write Once	130※ (5.25)	320 double sided	A : 512 & 1024 B : 512	1800 CAV	825	ISO/IEC 9171
2 130 mm Rewritable	130※ (5.25)	320 double sided	A : 512 & 1024 B : 512	1800 † CAV	825	ISO/IEC 10089
3 90 mm Rewritable	86 (3.5)	128★ single sided	512	1800 † CAV	780	ISO/IEC 10090
4 300 mm Write Once	300 (12)	6 GByte double sided	1024	ZCAV	780	CD 13403 CD 13614
5 356 mm Write Once	356 (14)	3 GByte double sided		ZCAV	825	DIS 10885 Product
☆ CD-ROM Read Only	120	>540	2048	200~500 CLV	780	ISO 9660 ISO 10149

Note ☆ : Fast Track Procedure ※ : Same cartridge case
 A : Continuous Composite Servo B : Sampled Servo
 † : 2400, 3000 rpm Product
 ★ : Partial ROM CAV : Constant Angular Velocity
 CLV : Constant Linear Velocity ZCAV : Zoned CAV

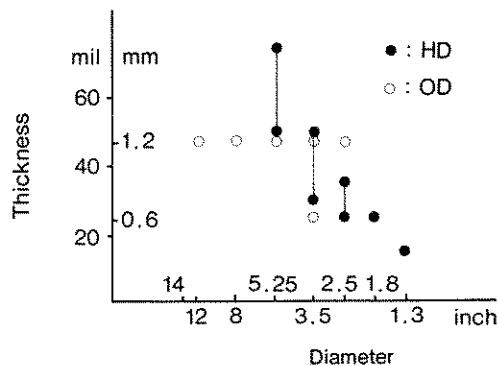


Fig. 5 Substrate thickness vs various size magnetic and optical disks

る。又、高記録密度を実現するためには超平滑表面が望ましいことから研磨技術の有利なガラス基板が2.5" ディスクなどであいついで採用されつつある。Table 3 は基板としてのAlとガラスとの特性を比較したものである。ガラスの方が軽い、強いという長所がある。これまでのHD基板としては圧倒的な量がアルミニウムであるので、メディア作製プロセスもそれを前提としている。

しかし、ガラスの方が熱放射が大きいので基板加熱後の冷却速度が早く真空スパッタ成膜には有利なことは特筆すべきである。一方、Al基板を用いるメディアでは、磁性膜の性能を高めるため機械的方法でテクスチャリングと呼ばれる基板加工技術が採用されているが、ガラス基板には適用出来ない。ガラス基板にはこの課題を解決すること、何よりも価格面でAlに優る事を実証する必

Table 3 Properties of Aluminium and Glass for Disk Substrates

	Aluminium NiP Plated	Glass Sodalime	Advantages of Glass Substrate
Machinability			Flatness
Density (g/cm ³)	2.7	2.5	Small roughness Light Weight
Young's Modulus (kg/mm ²)	7200	7500	High Rigidity
Tensile Strength (kg/mm ²)	26	40	Compact, Stack-Disk Drive
Thermal Expansion (°C)	24 × 10 ⁶	8 × 10 ⁶	HIGH TRACK DENSITY
Heat Resistance (°C)	280	540	HIGH Hc MEDIA
Heat Emission	low	high	FASTER COOLING, SPUTTERING PROCESS
Texturing			?
Cost			?

要がある。

光ディスクの【ほこり】に強い非接触記録再生方式はフィリップス社の発明に基づいているが³⁾、それは透明な厚い基板を利用している。このため光ディスクでは基板直径の大きさに関係なく、厚さ1.2mmの基板が標準的に採用されている。用いる基板材料は低価格なアクリル樹脂が多い、ただしプラスチックは反りなどの問題があるので、大形光ディスクを中心に高性能ディスクなどではガラスが用いられる。最近、短波長高出力の半導体レーザーが実用化され、これを用いて基板厚さをこれまでの半分の6mmとしても【ほこり】対策としての機能が果たせることが判明した。こうして厚さ6mmのガラス基板を用いた90mm相変化光ディスクなどの開発が進められている事は注目に値する。

6. むすび

光・磁気ディスクの産業規模が大きいこと、光ディスクを中心にその多様性と将来性が高いことを述べた。

これから、光・磁気ディスクとも基板としてガラスへのシフトが起きることは間違いない。ガラスを用いたディスクメモリを発展させるためガラ

スにかけられた使命を十二分に理解し、その責任を果たし期待に応えたいものである。

参考文献

- 1) 遠藤：ミニディスクにおける光技術：O plus E, No. 163, 1993-06, p. 77
- 2) 三橋：高密度光記録技術の概要：O plus E, No. 164, 1993-07, p. 81, 電子情報通信学会編：先端デバイス材料ハンドブック第3編，オーム社，1993年
- 3) K. Compaan and P. Krammer, The Philips VLP system, Philips Tech. Rev. 33, No. 7, p. 178, 1973

〔筆者紹介〕

三橋 慶喜 (みつはし よしのぶ)

昭和39年 東工大・理工・制御工学，同年4月より電子技術総合研究所に勤務，光情報処理技術の研究開発に従事，オプトエレクトロニクス研究室長，光機能研究室長を歴任。

平成3年3月電総研辞職，同4月日本板硝子(株)入社。

現在筑波研究所長

1984年以来 ISO/IEC 国際光ディスク標準化活動に従事し，現在 SC23 国際会議議長。