

磁碟機系統研究



博文出版社出版

磁 碟 機 系 統 研 究

博 文 出 版 社 編 輯 部 編

博 文 出 版 社 出 版

磁碟機系統研究

編譯者：博文出版社編輯部

出版者：博文出版社

發行者：博文出版社

印刷者：鴻文印刷廠

九龍大連排道872號

香港柴灣工廠大廈五樓

定價：H. K. \$

磁碟機系統研究



博文出版社出版

磁 碟 機 系 統 研 究

博 文 出 版 社 編 輯 部 編

博 文 出 版 社 出 版

磁碟機系統研究

編譯者：博文出版社編輯部

出版者：博文出版社

發行者：博文出版社

印刷者：鴻文印刷廠
九龍大連排道872號
香港柴灣工廠大廈五樓

定價：H. K. \$

目 錄

● 市場面 ●

1. 軟性磁碟市場未來趨勢	6
2. 5¼硬磁碟機	9
3. 日本軟性磁碟市場的現況與未來	10
4. 8吋硬磁碟機	20
5. 小於5¼吋之硬磁碟機	58

● 基礎面 ●

1. 樣式繁多的袖珍軟性磁碟片	14
2. 軟性磁碟基本結構	17
3. FDD基礎用語	139
4. 垂直錄載——增加磁碟之錄載密度	154

● 技術面 ●

1. 軟性磁碟機的最新動向及磁碟 控制器設計技術	22
①軟性磁碟機的最新動向	22
②軟性磁碟機高密度化技術	32
③FDD電源及信號介面	37
④磁碟及磁碟格式	42
⑤FDD記錄之倍密度化技術	52
⑥磁碟機控制用LSI	59
⑦FDD及FDC介面	71
⑧VFO電路	77
⑨FDD使用上的注意事項	90
2. 3.5吋軟性微磁碟的系統	94
①3.5英寸MFD的系統概念	95
②3.5英寸MFD系統與FDC	97
③磁碟數據格式的制定	99
④使用MB8876的程式數據傳輸	100
⑤使用μPD7265之DMA數據傳輸	108
3. 3英寸軟性微磁碟的系統設計	123
①COMPACT FDD的規格與特徵	124
②DISK FORMAT	126
③DRIVE和FDC	128
④使用DRIVE時的注意事項	128
⑤使用事例	129
4. 內裝資料分離器的單晶片FDC	150
5. 磁碟機測試技術	158
6. 大家一起來解剖APPLE磁碟機	167

軟性磁碟市場 未來趨勢

軟性磁碟機推陳出新成長快速

拜小型商用電腦銷售大幅成長之賜，軟性磁碟市場一九八一及一九八二年平均年成長率達53%，而這兩年美國市場共售出一億七千五百萬片磁碟片，總值三億五千萬美元。雖然軟性磁碟媒體市場仍將持續強勁成長，凡是要利用軟性磁碟的系統整合商，應該要特別注意影響磁碟市場的因素。在磁碟市場中，科技雖仍重要，但行銷和生產却扮演著更重要的角色。

正如許多資料儲存產品一樣，軟性磁碟機是由 IBM 率先推出。一九七三年時，軟性磁碟機首度推出，當時是用做送入診斷程式的唯一記憶體裝置，不久後，IBM 在其上增加讀／寫功能，而且 8 吋 250 KB 的軟性磁碟機成為業界的標準。

一九七六年時，Shugart 公司推出 5¼ 吋

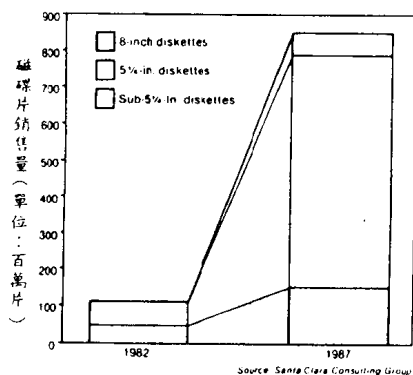


圖1 軟性磁碟片市場自1982至1987年，平均每年成長率為37%。1982年，5¼吋磁碟片比8吋磁碟片多賣243百萬片。到1987年時，5¼吋磁碟片將可望比8吋者多賣4億6千1百萬片。小於5¼吋的“微型磁碟”片，在1982年時尚不足為道，但到1987年時，以數量論，將佔整個市場的7%。

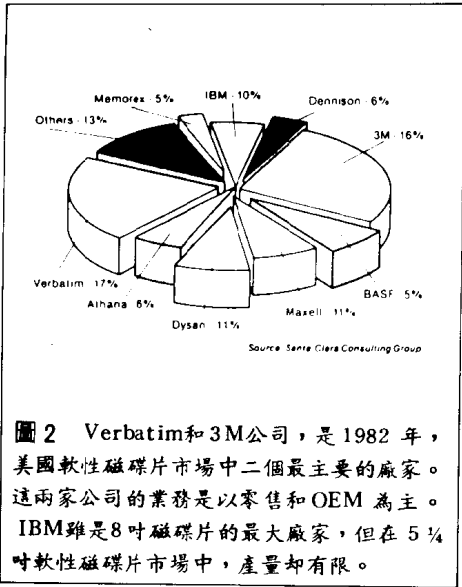


圖2 Verbatim和3M公司，是1982年，美國軟性磁碟片市場中二個最主要的廠家。這兩家公司的業務是以零售和OEM為主。IBM雖是8吋磁碟片的最大廠家，但在5¼吋軟性磁碟片市場中，產量却有限。

迷你軟性磁碟機，比8吋磁碟機更適合於桌上型電腦系統。五年後，業者又將迷你磁碟機的高度從3¼吋縮小至1.6吋，而在一九八二年時，5¼吋的磁碟片又取代8吋磁碟片，成為最暢銷的磁碟片，約佔美國市場的56%。（參閱圖1）

一九八二年時，軟性磁碟機又推出新一代“微型磁碟”（Microdisk）機，使用的磁碟片比5¼吋還小。微型磁碟機的規格有好幾種，譬如說，美國新力公司推出3¼吋的微型磁碟系統；美國日立公司推出3吋微型磁碟系統；Tabor推出3¼吋微型磁碟系統；而IBM則提供4吋微型磁碟系統。至於那一種會成為標準，端視誰賣得多。

軟性磁碟業的發展，是相當快速的。早先，此一工業是技術掛帥，回想在一九七〇年代時，業者投下鉅資發展“覆蓋”（coating）技術及配方，以製造出能用的產品，它們的重心，是放在提高產出率及建立製造能力。在當時，由於技術尚未成熟，因此，誰的產品品質好且交貨期準的話，誰的價格就可比同業高出20

%之多。大多數的業者產銷皆能均衡，整個市場呈平穩的成長。

但到目前，大多數的製造廠家皆已解決了技術問題，而且能夠製造廣被使用者所接納的產品。因此，業者開始重視包裝、品牌管理及銷售管理，以爭取市場佔有率。此一發展，也使得從事其他形式磁性記憶裝置製造的業者，紛紛加入軟性磁碟業。

行銷、技術與定價 將為消費者購買導向

一九八二年，許多在OEM市場中已有深厚基礎的公司，開始展開積極的廣告攻勢，以在消費性市場中提高知名度。這些新加入者，寄望廣告來打開品牌知名度，並且在此一行業中建立立足點。

一九八三年，業者紛紛在包裝上爭奇鬥艷。許多新加入的公司，如Xidex公司、Ultra Magnetics和柯達公司等，皆以耀眼的圖案來吸引消費者的注意，至於那些老公司，如3M

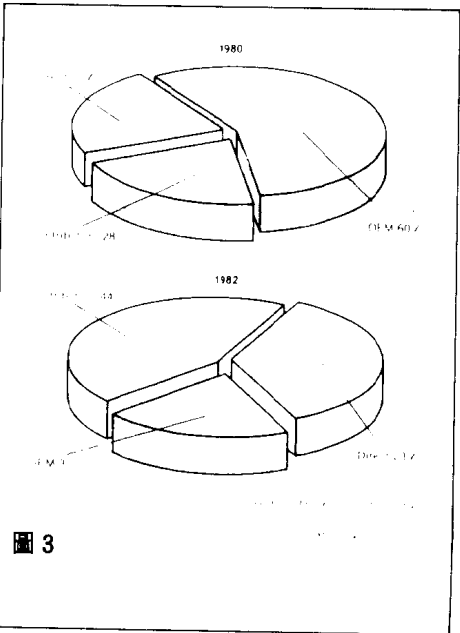


圖3

表1 軟性磁碟業發展概況

階段	技術	行銷	生產
公司特性	發展“覆蓋”技術 提高產出率 建立製造能力 垂直整合	建立品牌知名度 增加廣告支出 銷售予消費者 經銷商進入市場	提高生產力 高產出率 垂直整合 大量生產者
此一階段進入市場的公司	BASF System公司 IBM公司 3M公司 Memorex 公司 Maxwell公司 Verbatim公司 Wabash Datatech 公司	CRI公司 Leading Edge Products公司 Memron公司 Sentinel Computer公司 Ultra Magnetics公司	柯達公司 富士軟片公司 TDK 電子公司 Xidex 公司
價格／經銷標準	高價 品質取勝 以OEM市場為主	價格競爭更激烈 以消費者為導向的包裝 經銷商比重增加 品牌更重要	價格競爭極激烈 經銷商／直銷
1973年 1980年 1983年			

、Wabash Datatech和Memorex 公司等，也都跟著推出在銷售點上較順眼的包裝。一些腦筋動得快的公司，如Verbatim 和 Sentinel Computer 公司等，率先推出一種兩片磁碟片裝的包裝，以供那些不需整盒磁碟片的顧客採用。Verbatim、Syncom、Sentinel和Dennison 公司，除了加強包裝之外，更大打品牌知名度。

軟性磁碟片的製造廠商，也盡力開發新的銷售網及技術。像Momorex 這類公司，係將產品透過全國性的經銷店如Sears Roebuck（施樂百連鎖百貨公司）、J. C. Penney（亦為大型連鎖百貨公司）和主要的地方性百貨公司來銷售。

未來，軟性磁碟片市場的競爭焦點，將從

行銷轉至定價上面。軟性磁碟片的製造廠家，現已致力把生產作業朝向高生產力、規模經濟、最大產出率及低成本努力。在未來價格戰下的倖存者，將是那些能高度垂直整合及大量生產的廠商。

以Xidex 為例，它投下三百五十萬美元所建的工廠，在大量生產降低成本之下，爭取更大的市場。該廠的生產線，每班僅有三名員工，而年產量高達一億片磁碟片。

由於業者在磁性媒體硬體上的積極研究發展，使軟性磁碟機的記憶容量大增，而可做為小型Winchester 磁碟機的“備存”（Backup）裝置。像Amlyn 及Drivetec 公司現已提供記憶容量在MB以上的軟性磁碟機，Amlyn 公司的磁碟機，是以五片磁碟片為一卡匣，記憶容

量達 16 MB。Drivetec 的 192 tpi、雙面 5 ¼ 吋軟性磁碟機、記憶容量超過 3 MB。

垂直 (Perpendicular) 登錄資料，是磁性媒體技術的最新發展。柯達公司轄下的 Spin

Physics 公司，業已公開宣佈名為 “Isomax” 的垂直登錄式磁碟片，係採用增強鈷的磁性粒子，記憶容量為 10 MB，預定今年可正式應市。

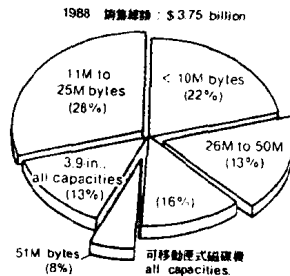
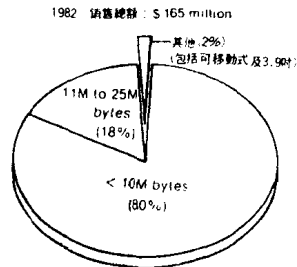
5 ¼ 吋硬磁碟機

1982 年，5 ¼ 吋硬磁碟機的銷售量約 20 萬台，市場總值在 1 億 6 千 5 百萬美元以上，預測 1984 年市場總值可達 5 億美元，而 1988 年的銷售量將達 3 百萬台，市場總值約 30 億美元。

專家指出，1982 年時，80% 的 5 ¼ 吋硬磁碟機，儲存容量皆在 10MB 以下，但到 1988 年，50% 的 5 ¼ 吋的硬磁碟機，儲存容量將達 25MB。

Seagate Technology 公司目前在整個 5 ¼ 吋硬磁碟機市場中的占有率，達 40% 以上，客戶包括 IBM、DEC、HP 和王安等。至於其他亦領先的廠家，尚有 Tandon、Miniscribe 等。

5 ¼ 吋硬磁碟機產品組合



資料來源：
Roman Associates International

日本軟性磁碟市場的現況與未來

早在 1972 年，IBM 公司的「3740 資料登錄系統 (Data Entry System)」中，即已採用了軟性磁碟 (Floppy Disk) (即磁碟片 = diskette)。目前，比起紙質卡帶與磁性卡帶的操作上，更享受到前所未有的方便。不僅性能改善，速率加快，並且各式各樣、形形色色的機種也急遽增多。現今，其應用範圍的廣泛，可說已居於「80 年代資訊機器的設計者及使用者。不可或缺的基本要件」之地位。

當前，各工業先進國家，莫不以數據登錄系統的應用，作為導引，不僅一窩蜂地採取業務用計算機 (office computer)，甚至終端機、個人用電腦 (Personal Computer)、文書處理機 (Word Processor) 等辦公室自動化用機器 (OA = Office Automation) 的應用，亦同時迅速地擴大了普及的層面。

現在，軟性磁碟及其驅動裝置 (即磁碟機) 等類的產品製造廠商，皆不敢掉以輕心，競

競著這片廣大市場。

軟性磁碟市場的需求

就日本軟性磁碟市場的情況來分析，其銷

表 1 日本市場對軟性磁碟的需求

	日本市場對軟性磁碟的需求
1979 年	200 ~ 300 萬片
1980 年	500 ~ 600 萬片
1981 年	700 ~ 800 萬片 (依出廠價格計算，總值達 100 億日元)。
1982 年 (預測)	1,000 ~ 1,200 萬片 (依出廠價格計算，總值達 130 ~ 140 億日元)。

取材自「日本資訊工業新聞」('82.11.9)

表2 1982年軟性磁碟的生產規模

製 造 廠 商	生 產 規 模	備 註
日立MAXEN	200 萬片 / 月	'82.10 新廠完成 (次城)
化成VERBATIM		'83.2 開始生產 50 萬件 / 月。
帝人MEMOREX	100 萬片 / 月	'83 年夏, 由每年生產 1,100 萬件, 增產至 1,700 萬件
TDK	20 萬片 / 月	'83 年從每月 50 萬件, 預計 1985 年建立每月 500 萬件的生產體系。
富士軟片	10~15 萬片 / 月	生產能力為 40 萬件 / 月。
住友 3 M	50 萬片 / 月	'82 年底, 開始加倍生產。
新力 SONY	不 明	'83 年增資數億日圓, 以擴大生產 (栃木 Vedio Deck)

售之暢旺、成長之快速，由表 1 中的統計數字，可見一斑。若以 1979 年所銷售的 300 萬件作為基本單位 1.0 計算時，則 1980 年為 2.0，1982 年為 2.7，1983 年為 4.0。短短三年間，需要量即增加為 4 倍！此項需求數量的激增，主要係由於個人用電腦與字元處理機等也普遍採取了一致的配合步調所致。

就世界市場對此項產品需求量的片斷資料觀察，從 1982 年為一億片，推算至 1985 年時，全球的需求量將會超過七億片之多。且可預估軟性磁碟的世界性需求，勢必仍會一直保持快速的持續性成長。

軟性磁碟的生產規模

生產軟性磁碟的廠商，為了配合市場需求的激增，從 1982 至 1983 年，即普遍擴大生產，設立大規模的生產體系。加之，各項規劃推陳出新，層出不窮，自 1980 年以來，新廠商不斷加入此一生產行列，遂形成一支龐大的生產陣營。

就日本而言，與外資合作生產的，即有化成 Verbatim 及帝人 MEMOREX 兩家公司。富士軟片 (FUJI FILM) 與 TDK，曾經停頓一時，目前又重整旗鼓，開始增產、行銷。

全錄 (XEROX) 也加入銷售行列。新力 (SONY) 公司更不落人後，以微磁碟 (Micro Floppy) 問世於日本市場。

各主要公司的生產規模及增產計畫，概如表 2 所示。

軟性磁碟機的生產統計

軟性磁碟的普及程度，可由促使軟性磁碟運作的磁碟機之生產數量推斷得知。日本電子業振興協會，根據各該廠商產品出廠的實績，加以統計 (表 3)，發現 1981 和 1982 兩年的生產數量，大抵都比前一年多出約兩倍。

表3 日本1982年軟性磁碟機の出廠實績

年度	出廠台數 (單位： 台)	出廠金額 (單位： 百萬日元)	出廠台數的成長(以1976年為 基準：1.0)
1976	27,574	17,068	1.0
1977	34,534	13,358	1.3
1978	75,796	17,771	2.7
1979	109,574	23,755	3.9
1980	172,492	34,798	6.3
1981	356,784	34,260	12.9
1982	857,271	73,573	31.0

表 4 1982年軟性磁碟機的生產規模

製 造 廠 商	生 產 規 模	備 註
YEDATA	5 萬台 / 月	'81 年上半年 1.5 萬台 / 月，下半年 2 萬台 / 月。 '83 年計畫增產約 52 %。
松下通信		'83 年上半年 2 萬台 / 月，下半年計畫 4.5 ~ 5 萬台 / 月。
EPSON (諏訪精工舍)	5,000 台 / 月	'82 年計畫銷售 3 萬台。
ALPS 電氣	5 ~ 6 萬台 / 月	'83 年起，預定開始生產微磁碟機 '84 年 3 月底，計畫生產 20 萬台 / 月 (MINI 用)
東 芝	1 萬台 / 月	'81 年生產 4 萬台。
三菱電機	5 萬台 / 年 (mini)	'83 年 25 萬台 (mini 用)
新 力		'83 年計畫增加設備投資約 400 萬美元。

其主要原因，係由於廉價的軟性磁碟機之大量生產所致。附帶地，就磁碟機的平均價格算來，1976 年約為三千美元，1981 年則降至四百美元左右。磁碟機價格的降低，更促進了軟性磁碟應用範圍的擴大。此一傾向，今後勢必仍將持續下去。

軟性磁碟機的生產規模

1982 年，主要磁碟機製造廠商的生產規模，如表 4 所示。其他，如日本電氣 (NEC)、TEAC、東京電氣 (TEC)、CANON 電子等廠商，也都如火如荼地積極從事磁碟機的生產了。

主要的產品，係 5 吋的迷你 (mini) 型軟性磁碟機。1975 年前後，雖然已有標準的 8 吋軟性磁碟問世，但到 1978 年起 5 ¼" 迷你軟性磁碟 (MINIFLOPPY DISK) 方始推出，及至 1980 年個人用電腦大為普及之後，才大大促成迷你軟性磁碟與磁碟機的暢銷，這也成了磁碟製造廠家的生產重點。

各廠商的增產計畫，都是針對迷你軟性磁

表 5 採用各微磁碟規格之廠商

3 吋	3.5 吋	4 吋
1 3 M 2 MICRO PERIPHERALS 3 MEMOREX 4 日立製造 5 日立 MAXEW 6 松下電機 7. CANON 電子 8 三協精機 SANKYO 9 三洋電機 SANYO 10. 磁光電子 11. TEAC 12 帶人 13. 東克電氣 14. TDK 15. 日本精密工業 16 富士軟片 17. 美上美電機	1 ATARI 2 ATHANA 3 BAST 4. MEMOREX 5. SHUGART 6. VERBATIM 7. WABASH 8. 3 M 9. MEDIA SYSTEM 10. SONY 11. 富士軟片 12 TDK 13. TANDON, CDC 也表明意向 14. SORD, HP 等均採用	1 IBM' 83 年發表 OEM 用產品

表 6 全球微磁碟市場的展望

3.5 吋磁碟	1983 年	1984 年	1985 年	1986 年
磁性媒體	120 萬片	—	800 萬片	1500~ 2000 萬片
磁碟機	40 萬台	100 萬台	300~ 400 萬台	700 萬台

取材自：「電波 COMPUTER 週刊」及「朝日新聞」（'83.1.11）

碟所使用的零附件而釐訂的。1983 年初，3 吋及 3.5 吋的微（Micro）軟性磁碟（COMPACT DISK，即緊緻磁碟），亦正式開始展開生產。

軟性微磁碟的登場

標準的軟性磁碟，根據形狀的大小，可分為 8 吋、5 ¼ 吋兩種類型。針對此兩種產品，另外又推出 3 ~ 4 吋的新型媒體——微磁碟（緊緻磁碟）。

3 吋、3.25 吋、3.5 吋、3.8 吋及 4 吋等類之微磁碟，五花八門，即令廠商也會感到眩惑。1982 ~ 83 年期間，日立、松下、及新力三大電腦生產廠商，開始積極規劃；表 5 所示，即彼等集體規劃下的三種生產類型：日立、松下生產的 3 吋型，以行銷於日本企業界為主；新力的 3.5 吋型，大多以向海外企業推銷為主。另一方面，媒體製造商、磁碟機製造商，如住友 3M、MEMOREX、富士軟片、TDK 等，都一致採納了這項聯合作業。

表 7 1985 年微磁碟市場預估

3 吋 3.25 吋 3.5 吋	1985 年 95 萬 2200 台
------------------------	---------------------------

取材自：“COMPUTER WORLD WEEKLY（'83.2.28）

在微磁碟的市場上，已獲得日本廠商普遍認同，將成為主要規格的，要算是 1983 年 IBM 所研製而行銷成功的 4 吋微磁碟。IBM 的下步行動，正成為世界廠商矚目的焦點。

微磁碟市場的行銷性

5 吋以下的微磁碟，如表 5 所示，不僅廣泛應用於資訊機器上，就連一般的事務機器及家電產品，也日趨普及化。此類產品的製造商，莫不竭盡所能，參與生產。對於扮演世界性市場促銷的角色之新力公司而言，由表 6 中即可窺見其銷售概況的一般。就該公司的看法，今後的市場需求量，將會逐年倍增。

又，依據美國 1982 年的「Disk /Trend Report（磁碟未來趨勢之展望）」，可預估微磁碟未來市場的景況，如表 7 所示。以與新力公司觀點的對照比較可知，雖然實際的市場潛力很大，但其實際需求量却較少的現象係由下列兩種原因所造成：①由於標準化的延擱，造成型式繁多、種別紛歧的混亂狀態。②5 ¼ 吋（Mini Floppy）的薄型化產品，競爭激烈。

〰

樣式繁多的 袖珍軟性磁碟片

1 Mbyte的袖珍軟性磁碟片即將推出，但是
廠商之間迄今無法協議出一種標準規格。

最近，磁碟業界在袖珍化方面，又向前邁進了一大步，使磁碟產品更加袖珍。就像過去5¼吋軟性磁片取代8吋磁片一樣，不久的將來，尺寸、重量、消耗能量更小，而儲存量更大、精密度更高的袖珍軟性磁片，必將取代5¼吋磁片。不過，目前生產這類袖珍磁片的廠商，彼此之間，還不能商訂出一種大家都滿意的統一標準規格來。

相異點

早先，比5¼吋更小的袖珍磁片剛推出時，由於產品非常稀少，而且磁片儲存量有限（充其量只能存數百K Bytes），因此廠商對未來市場趨勢多抱觀望態度。不過自從½ M bytes的袖珍磁片推出，緊接著1 M bytes袖珍磁片也將上市的情勢明朗化以後，廠商看出大勢所趨，於是要求尺寸規格標準化，以使資料儲存磁片相互通用的呼聲就喧嚷直上了。

袖珍磁片的發展，可以追溯到1981年的年中，當時Sony公司發表第一套3½吋、437.5 K bytes的單面袖珍磁片。當年12月，Hitachi、Maxell及Mastushita三家公司則聯合聲明，要以三吋做為袖珍軟性磁片的標準尺寸。為了防止市場過於混亂，同時也為了早日統一袖珍磁片的尺寸規格標準，到了1982年中，部份業者特地成立了一個微軟性磁片工業委員會（Microfloppy Industry Committee），來做協調統一的工作。當時在Shugart及Verbatim兩家公司的帶頭下，委員會最後決定以3½吋做為標準規格。但是當委員在1982年9月份把3½吋的標準送往美國國家標準局（ANSI）審核時，才發現已經有三件申請袖珍軟性磁片標準規格的提案正等著批准。其中Sony公司申請以3½吋為標準；Dysan申請3吋；Tabor申請3¼吋。由於委員會的標準與Sony公司相同，因此提案標準只有三類。但是次年2月份，