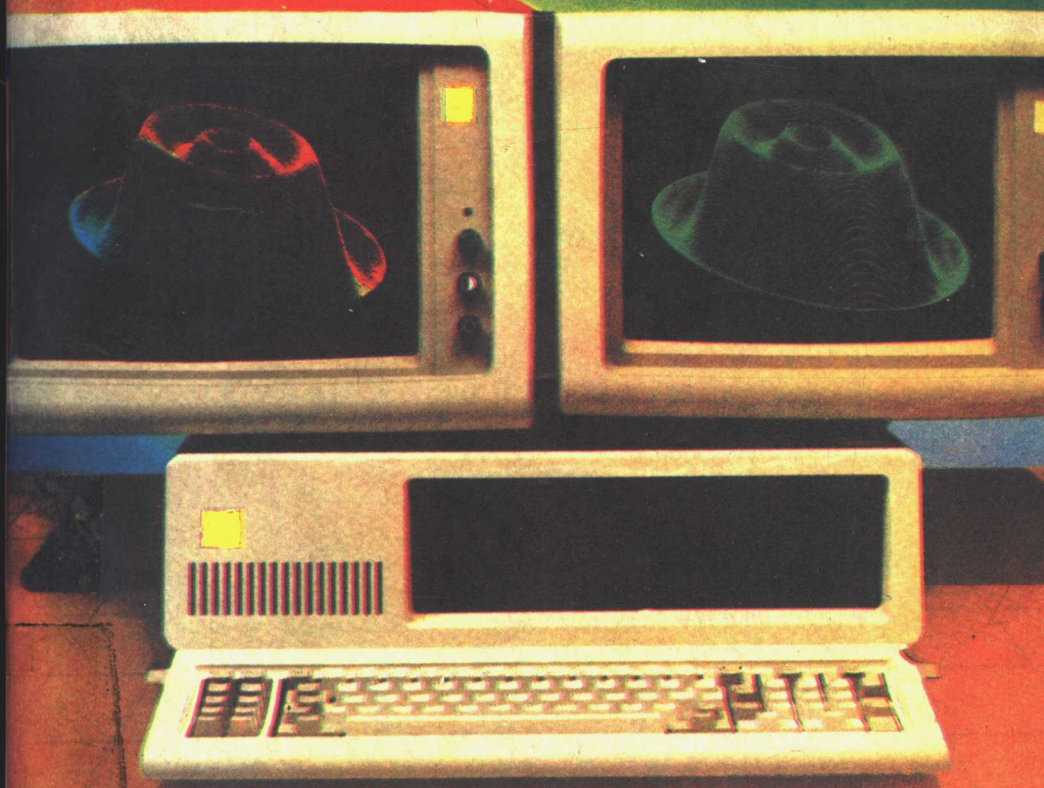


PC 硬體電路分析

趙建雄 譯
余良吟



PC 硬體電路分析

趙建雄 譯
余良吟

儒林圖書公司 印行

PC 硬體電路分析

譯 者：趙建雄、余良吟

發行人：楊 鏡 秋

出版者：儒 林 圖 書 公 司

地 址：台北市重慶南路一段111號

電 話：3812302 3110883 3140111

郵政劃撥：106792號

吉豐印刷廠有限公司承印

板橋市三民路二段正隆巷46弄7號

行政院新聞局局版台業字第1492號

新台幣 400 元正
定價 港 幣 70.00

序 言

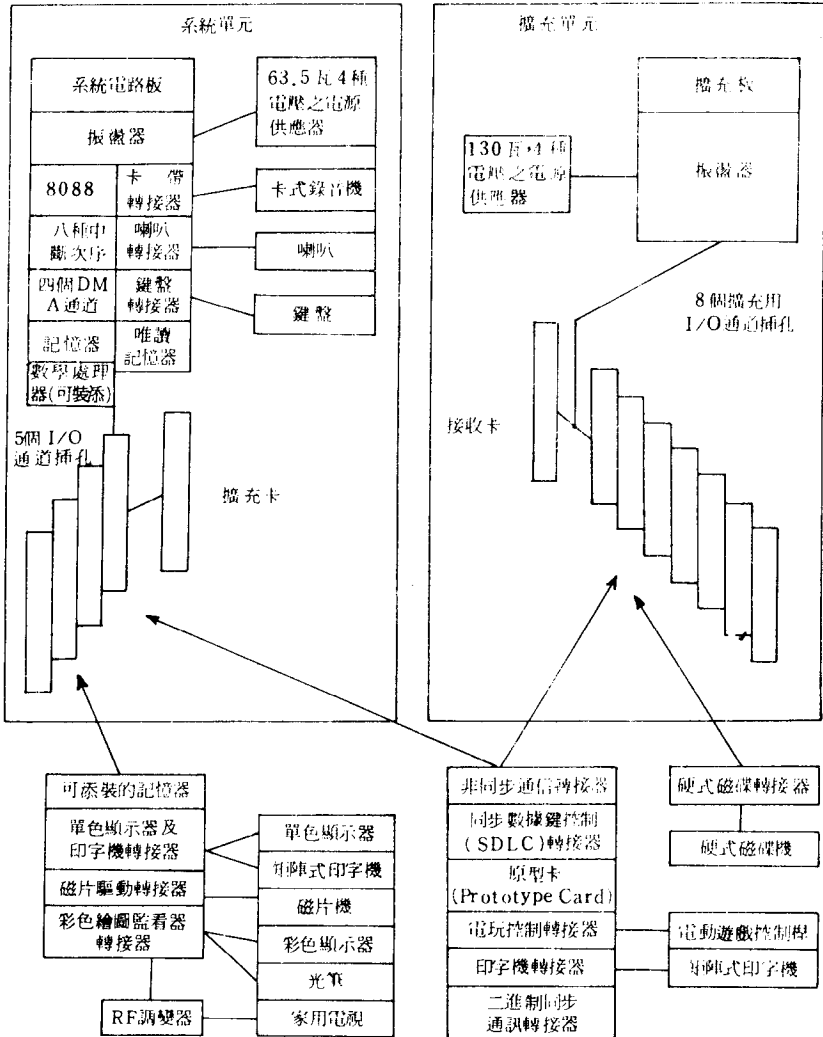
此一手册（IBM 個人電腦技術手册的目的係在於提供有關的硬體設計，界面及基本輸入／輸出系統（BIOS）的資料。對於軟硬體設計師、程式師及其他有興趣的人們而言，本手册可同時作為簡介及參考之用，但使用者應熟悉 IBM 個人電腦的使用並對電腦結構及程式有些概念。

本手册分成二部份：

「第一部份：硬體」係敘述系統各部份的功能及電源，時序和界面的規格，另外這部份也列出了編碼，命令碼和暫存器的表格以助於程式設計。

「第二部份：ROM BIOS 及系統使用」的主要內容是基本輸入／輸出系統及其使用；此部份也包括了軟體中斷表，BIOS 記憶對應表，具有特殊意義的向量描述及鍵盤的加碼和使用。

系統方塊圖



目 錄

第一部份：硬體

一、IBM 個人電腦系統單元	1
二、IBM 個人電腦數學處理器	33
三、IBM 鍵盤	
四、擴充單元	77
五、IBM 80 CPS 印字機	89
六、IBM 印字機轉接器	121
七、IBM 單色顯示器及印字機轉接器	127
八、IBM 單色顯示器	135
九、IBM 彩色 / 繪圖監看器轉接器	137
十、IBM 彩色顯示器	161
十一、IBM 5 ¼ 吋磁片驅動轉接器	163
十二、IBM 5 ¼ 吋磁片驅動器	189
十三、磁片	193
十四、IBM 硬式磁碟轉接器	195
十五、IBM 10MB 硬式磁碟機	211
十六、IBM 記憶擴展選擇板	215
十七、IBM 電動遊戲控制轉接器	223
十八、IBM 原型電路卡	231
十九、IBM 非同步通訊轉接器	237
二十、IBM 二進制同步通訊轉接器	267
廿一、IBM 同步數據連線控制 (SDLC) 通訊轉接器	287
廿二、IBM 通訊轉接器電纜	317

第二部份：ROM BIOS 及系統使用

一、ROM BIOS	319
二、鍵盤編碼及使用	329
三、BIOS 的卡帶邏輯	341
附錄 A：ROM BIOS 程式	345
附錄 B：8088組合指令	453
附錄 C：字符、按鍵及色彩	471
附錄 D：電路圖	485
附錄 E：規格表	579
附錄 F：通訊	583
附錄 G：開關設定	595
字 彙	643
索 引	659

第一部份：硬 體

一、IBM個人電腦系統單元

系統單元 (system unit) 是一個獨立的桌上型單元，包括電源供應器、喇叭及系統電路板 (the system board)。

系統單元包括下面兩種系統電路板之一種：一種系統電路板上裝着 16 K 至 64 K 讀 / 寫記憶器；另外一種系統電路板上則裝着 64K 至 256K 的讀 / 寫記憶器，二者的功能完全一樣。

電源供應器提供直流電源給系統電路板及內藏式磁片機。

系統電路板

系統電路板的大小，大約是 8 ½ 吋長、12 吋寬，水平安裝在系統單元的底部。系統電路板採用多層電路分區設計，各部分的電源供應及接地線都在電路板上。電源供應與系統電路板之間的連接，是經由兩個六腳連接器，來供應直流電源及連接一條信號線。電路板上其它的連接器是供連接鍵盤、卡式錄音機及喇叭用的。五個 62 腳插電路板的插孔 (slots)，也裝在系統電路板上以供系統擴充用。這五個 I / O 插孔，也是系統的 I / O 通道。

2 IBM 硬體電路分析

電路板上有兩組雙列式 (DIP) 開關 (每一組內有八個開關)，這些開關的狀態可經由程式來讀取，指示系統軟體，究竟裝了那些週邊裝置；包括系統電路板及系統擴充用插孔上記憶器的總數、顯示轉接器的型式、電源開啓之後所需要的工作方式 (例如彩色或黑白，每行 80 或 40 個字母等等)，磁片機安裝的數目等等，這兩個開關都可以指示出來。

系統電路板上大致可以分成五個主要的功能區，即：微處理機及其所屬零件、唯讀記憶器 (ROM) 部分，讀寫記憶器部分、I/O 轉換器、及 I/O 通道。這五部分後面將分別敘述之。

系統電路板的心臟是 Intel 8088 微處理機。這枚處理機是由 Intel 16 位元的 8086 處理機改良成的，使用 8 位元的匯流排。可以使用 8086 的軟體，具有 16 位元包括乘與除的運算能力。此微處理機用 20 位元來定址 (address)，因此記憶體容量可達 1 百萬個位元組 (megabyte)；同時它是在最大的工作方式 (maximum mode) 下執行，所以可以再加裝一枚副處理機 (co-processor)。微處理機的時脈 (clock) 是 4.77 MHz，由一枚 14.31818 MHz 石英振盪器產生之頻率除三而得；這枚石英振盪器產生的頻率還除四，以獲得 3.58 MHz 的彩色繫色信號 (color burst signal)，供彩色電視使用。

時脈為 4.77 MHz 時，8088 的匯流排週期 (bus cycles) 是 840 ns (四個時脈週期)；I/O 週期是 1.05 ms (五個時脈週期)。

同時擁有四個 20 位元直接記憶器存取 (DMA) 通道、三個 16 位元定時計數器通道 (timer-counter channels)、以及八種優先的中斷次序 (interrupt levels) 等高性能的支援裝置，來輔佐微處理機。

四個 DMA 通道中的三個，可在 I/O 匯流排上使用，能

夠不需要 CPU 的介入，而在 I/O 裝置及記憶器之間高速傳送數據。另外一個 DMA 通道，則規劃用來更新 (refresh) 系統動態記憶器。利用一個定時計數器通道以程式控制，週期性地要求一個虛擬 DMA 傳送 (dummy DMA transfer)，而建立一個記憶讀出週期，可供更新 (refresh) 系統電路板及系統擴充用插孔上之動態記憶器。倘若 CPU 的備妥線 (ready line) 未被抑制 (deactivated)，除了更新通道 (refresh channel) 以外，所有的 DMA 數據傳送，都要五個 CPU 時脈，也就是 $1.05\mu s$ ；更新 DMA 週期則為 $840 ns$ (四個時脈)。

系統所使用的三個可程式規劃 (programmable) 定時 / 計數器通道，分別是：通道 0 為系統內的一般用途定時器 (timer)，產生一個恆定時基 (constant time base)，以供日時時脈 (time-of-day clock) 應用；通道 1 用來定時 (time) 及由 DMA 通道要求更新週期；通道 2 則提供喇叭所需的音調 (tone)。每個通道的最小定時間隔是 $1.05\mu s$ 。

八種優先次序的中斷，其中六種經由匯流排接到 I/O 插孔供擴充使用；其餘兩種則供系統電路板使用。0 級 (level 0)，即最優先的中斷，係接到定時 / 計數器的通道 0，提供一個週期性地中斷給日時時脈。1 級 (level 1) 中斷則接到鍵盤轉接器 (the keyboard adapter) 電路上，替每一個由鍵盤送出的掃描碼 (scan code) 執行中斷。8088 的不可遮罩中斷 (non-maskable interrupt, NMI) 則用來通知記憶器同位錯誤 (memory parity errors)。

ROM 及讀 / 寫記憶器都裝在系統電路板上。系統電路板的設計，最多可裝 48K 的 ROM 或 EPROM。電路板上有六個組件式插座 (module sockets)，每個具有 8 K 位元組的容量；其中五個裝了 40K 位元組的 ROM。在這些 ROM 裡面，儲存了卡帶 BASIC 解釋程式、卡帶作業系統 (cassette opera-

4 IBM硬體電路分析

ting system)、開機後自動測試程式、I / O 驅動程式、繪圖方式時 128 個字母的圖型、以及磁碟的啟動程式 (diskette bootstrap loader)。ROM 裝成 24 腳的組件型式，其存取時間 (access time) 為 250 ns ；週期時間為 375 ns 。

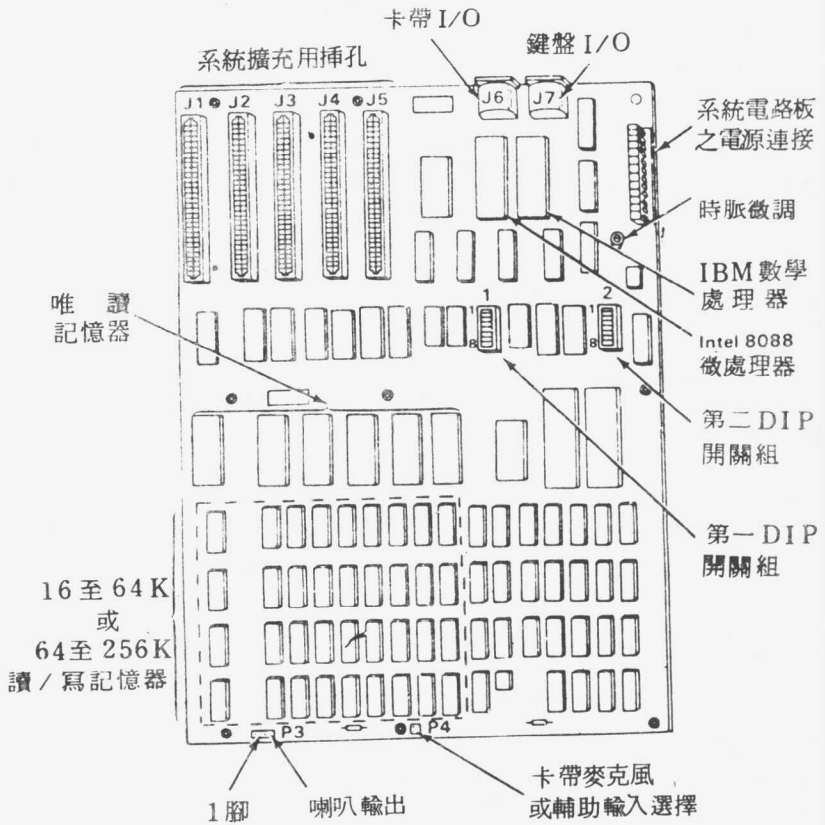
兩種系統電路板之讀 / 寫記憶體不同之處，如下表所示。

System Board	Minimum Storage	Maximum Storage	Memory Modules	Soldered (Bank 0)	Pluggable (Bank 1-3)
16/64K	16K	64K	16K by 1 Bit	1 Bank of 9	3 Banks of 9
64/256K	64K	256K	64K by 1 Bit	1 Bank of 9	3 Banks of 9

若還需要比兩種系統電路板最大之記憶體還大的記憶容量，可以在擴充插孔上添加記憶卡。所有記憶體均經同位檢查，由存取時間為 250 ns、週期時間為 410 ns 的 16K×1 位元或 64K×1 位元的動態記憶體所組成。

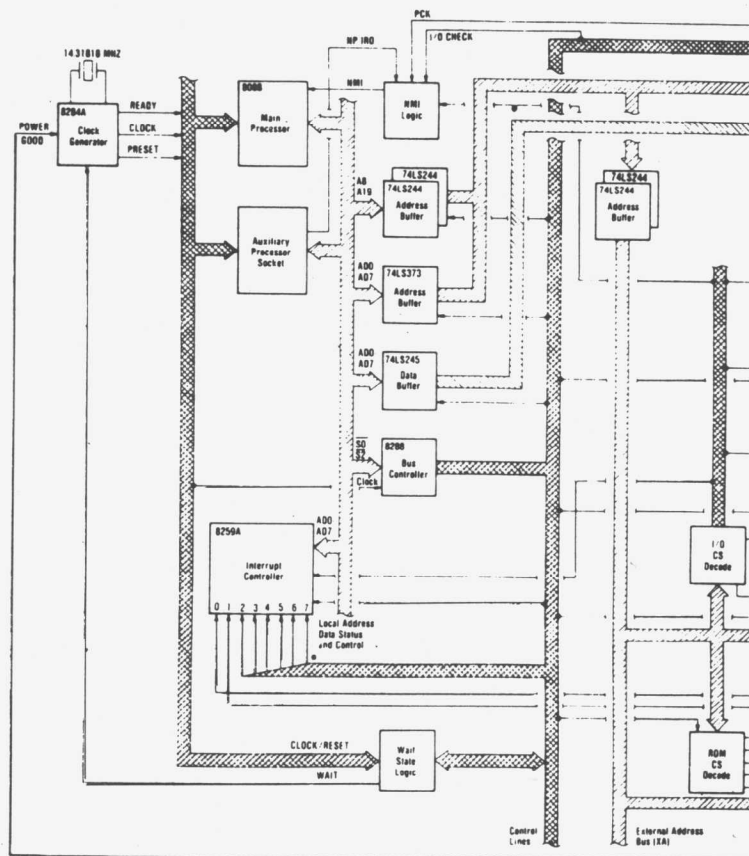
系統電路板上還有電路，可供連接卡式錄音機、鍵盤及喇叭之用。卡帶轉接器可和任何品質良好的卡式錄音機經由耳機輸出、麥克風輸入或輔助輸入相連接。電路板上有一個跳線座，可供選擇究竟用何者輸入。這個界面電路同時提供一條卡帶馬達控制線，可由程式控制馬達的轉動。此界面從卡式錄音機讀寫的速度介於 1000 到 2000 撥 (baud) 之間。撥率 (baud rate) 是可變的，受資料內容的影響，因為 0 與 1 採用不同的位元時間 (bit-cell time)。為測試起見，這個界面的讀入到寫出之間可接成環路，來測試此部分電路。ROM 內之卡帶軟體會將卡帶上的資料分段，而利用循環重複核對法 (cyclic redundancy check, CRC) 檢查資料。

系統電路板同時具有轉接器電路，可以和鍵盤界面電路相接。當收到一個完整的掃描碼時，此電路對微處理器產生一個

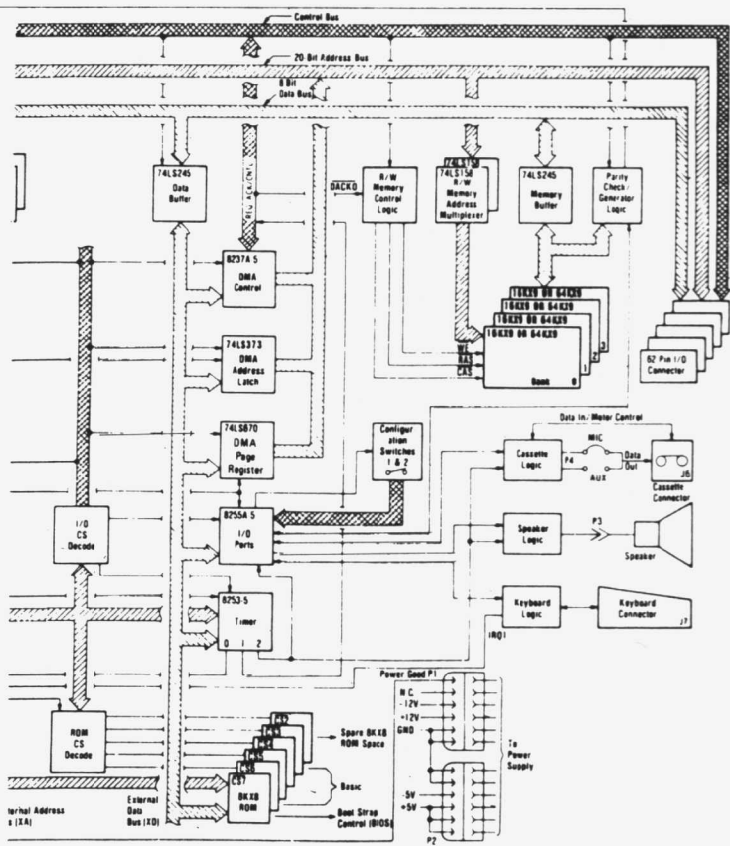


系統電路板零件配置圖

6 IBM 硬體電路分析



系統電路板的數據流路圖



系統電路板的數據流路圖（續）

中斷訊號，也可以從這個界面上測試鍵盤。

鍵盤及卡帶界面都經由 5 脚的 DIN 連接器，從系統單元背面接到系統電路板上。

系統內包括一個 2 ¼ 吋的喇叭，裝在系統單元的內部。系統電路板上有喇叭控制及驅動電路，經由電路板上的三腳連接

器，從雙線界面（2-wire interface）接到喇叭上。

喇叭驅動電路的輸出功率大約為 $\frac{1}{2}$ 瓦。可經由控制電路來選擇三種不同的驅動方式。第一種方式是利用直接程式控制之暫存器位元來控制，產生一個脈波串（pulse train）；其次，利用程式控制定時計數器通道 2 的輸出，而產生波形輸出到喇叭；第三種方式則係利用程式控制的 I/O 暫存器控制位元（I/O Register Bit），來調變定時計數器的時脈輸入。這三種控制方式可以同時進行。

I/O 位址表

16 進制範圍	用 途
000-00F	DMA 晶片 8237A-5
020-021	中斷 8259A
040-043	定時器 8253-5
060-063	PPI 8255A-5
080-083	DMA 頁暫存器
0Ax*	NMI 遮罩暫存器
0Cx	保留
0Ex	保留
100-1FF	不使用
200-20F	電動遊戲控制
210-217	擴充單元
220-24F	保留
278-27F	保留
2F0-2F7	保留
2F8-2FF	非同步通訊（次要的）
300-31F	原型卡
320-32F	硬式磁碟
378-37F	印字機
380-38C**	SDLC 通訊

380-389**	二進制同步通訊 (次要的)
3A0-3A9	二進制同步通訊 (主要的)
3B0-3BF	IBM單色顯示器 / 印字機
3C0-3CF	保留
3D0-3DF	彩色 / 繪圖
3E0-3E7	保留
3F0-3F7	磁片
3F8-3FF	非同步通訊 (主要的)

* 電源開啓時，到 8088 的不可遮罩中斷 (NMI) 係置於關 (off) 的狀態。此遮罩位元 (mask bit) 可利用系統軟體來設定或重定，設定之法如下：

設定遮罩：向 I/O 位址 hex A0 寫入 hex 80 (啓動 NMI)

清除遮罩：向 I/O 位址 hex A0 寫入 hex 00 (使 NMI 失效)

**SDLC 通訊和次要的二進制同步通訊因為它們的十六進制位址重疊，所以不能同時使用。

8088 硬體中斷

數 目	用 途
NMI	同位
0	定時器
1	鍵盤
2	保留
3	非同步通訊 (次要的)
	SDLC 通訊
4	BSC (次要的)
	非同步通訊 (主要的)
	SDLC 通訊
	BSC (主要的)
5	硬式磁碟
6	磁片
7	印字機

10 IBM硬體電路分析

8255A 1/O 位元表

Hex 地址 數目 0060	輸入	PA0 1 2 3 4 5 6 7	* 鍵盤掃描碼 0 1 2 3 4 5 6 7	Or	iPL 5-1/4 Diskette Drive (SW1—1) Reserved (SW1—2) System Board Read/Write Memory Size (SW1—3) System Board Read/Write Memory Size (SW1—4) *Display Type 1 (SW1—5) *Display Type 2 (SW1—6) No. of 5-1/4 Drives (SW1—7) No. of 5-1/4 Drives (SW1—8)																
0061	輸出	PB0 1 2 3 4 5 6 7	*Timer 2 Gate Speaker *Speaker Data *(Read Read/Write Memory Size) or (Read Spare Key) *Cassette Motor Off -Enable Read/Write Memory -Enable I/O Channel Check -Hold Keyboard Clock Low -(Enable Keyboard) or + (Clear Keyboard and Enable Sense Switches)																		
0062	輸入	PC0 1 2 3 4 5 6 7	I/O Read/Write Memory (Sw2—1) I/O Read/Write Memory (Sw2—2) I/O Read/Write Memory (Sw2—3) I/O Read/Write Memory (Sw2—4) *Cassette Data In *Timer Channel 2 Out *I/O Channel Check *Read/Write Memory Parity Check	Binary Value X 32K	Or I/O Read/Write Memory (Sw2—5)																
0063	命令 / 工作方式暫存器 Hex 99																				
工作方式暫存器之數值			<table border="1"> <tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>			7	6	5	4	3	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
7	6	5	4	3	2	1	0														
1	0	0	1	1	0	0	1														

* PA3 Sw1—4	PA2 Sw1—3	Amount of Memory Located on System Board
0	0	16K
0	1	32K
1	0	48K
1	1	64 to 256K
** PA5 Sw1—6	PA4 Sw1—5	Display at Power-Up Mode
0	0	Reserved
0	1	Color 40 X 25 (BW Mode)
1	0	Color 80 X 25 (BW Mode)
1	1	IBM Monochrome (80 X 25)
*** PA7 Sw1—8	PA6 Sw1—7	Number of 5-1/4" Drives in System
0	0	1
0	1	2
1	0	3
1	1	4

Note: A plus (+) indicates a bit value of 1 performs the specified function.
A minus (-) indicates a bit value of 0 performs the specified function.
PA Bit = 0 implies switch "ON." PA bit = 1 implies switch "OFF."