

微處理器原理與應用 教材
詳解 MCS-51 微處理器 結構 介紹
編號：PEN-MCC0501

編者：黃勝源

審稿者：杜日富

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

刊製單位：中華人民職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十一月

單元 PEN-MCC0501 學習指引

在你學習本單元前，你應該要先了解「認識數位 I/O 界面」。假如你認為自己可以的話，請翻到下一頁開始學習。假如你認為自己還不熟悉，請將本教材放回原位，並取出編號 PEN-MCC0702 教材開始學習，或請教你的老師。

引言

自從 Intel 公司推出第一個微電腦 4004 後，就註定了電腦界即將進入蓬勃發展的命運。在短短的數年之間不斷有新的微處理發展出來，如今微電腦的應用日益突飛猛進，已不再遙不可及，或者僅是電腦專業人員才有機會接觸。在各行各業中、在日常生活的各個角落裏均不難發現其蹤影。

單晶片微電腦的種類非常繁多，這其中 MCS-51 的單晶片微電腦在市面上佔有很重要的地位。

定義

輸入單元(Input Unit)：它負責接收由送進來的資料，如鍵盤、光筆、滑鼠、觸摸式螢幕及刷卡機等。

輸出單元(Output Unit)：將電腦處理好的資料送到外界去，如顯示器、列表機、繪圖機等。

中央處理單元(CPU)：它可分為兩大部分：

- (一) 算術與邏輯單元(ALU: Arithmetic Logic Unit)：用於計算及判斷等資料的處理。
- (二) 控制單元(CU: Control Unit)：負責協調各單元之間資料輸送及存取的控制，如同交通指揮一樣。

記憶單元(Memory Unit)：負責儲存資料及程式，主記憶體如 RAM、ROM 及輔助記憶體如磁碟機、磁帶機等。

單晶片微電腦(Single Chip Micro Computer)：是將電腦有關每個單元，均製作在單一晶片中。

唯讀記憶體(ROM: Read Only Memory)：ROM 的特性是可永久保持記憶，便於保存程式或資料。

隨意存取記憶體(RAM: Random Access Memory)：隨意存取記憶體，可隨意存取該記憶體中的資料，但停止電源供給時記憶內容會消失。

學習目標

- 一、學員能在不使用參考資料下，30 分鐘內說出有關「微電腦」的特性及各元件的功能。
- 二、學員能在不使用參考資料下，30 分鐘內說出有關「多晶片微電腦」和「單晶片微電腦」的差異。
- 三、學員能在不使用參考資料下，2 小時內說出有關「MCS-51 單晶片微電腦」的特性及各元件的功能。

學習活動

本單元之學習活動在「了解 MCS-51 微理機基本結構」之前，必須先學習「認識數位輸出入界面」的相關知識，你可以由下列途徑去學習。

- 一、微電腦控制教材，單元編號：PEN-MCC0702 的內容。
- 二、本單元之參考書籍如下：
 - (一) 8051 單晶片微電腦入門實作 鄧錦城著 宏友圖書公司出版。
 - (二) 8051/8051 系列原理介紹 鐘富昭著 全華科技圖書公司出版。

本單元的第一個學習目標是

學員能在不使用參考資料下，說出有關「微電腦」的特性及各元件的功能。

一、微電腦結構介紹

微電腦承襲其祖先大型電腦的基本結構如圖 1-1。

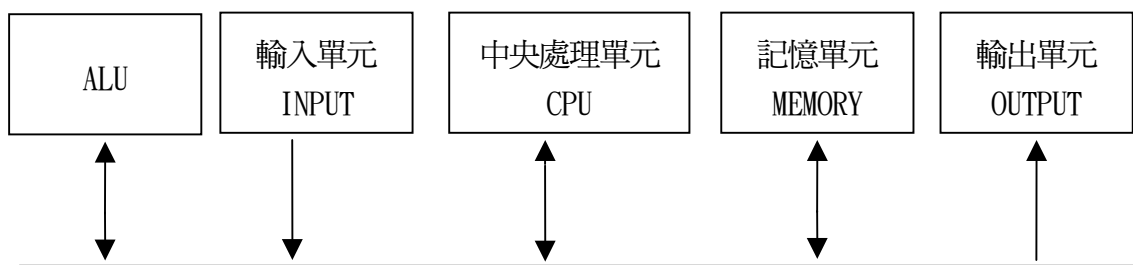


圖 1-1 微電腦基本結構

- (一) 輸入單元(Input Unit)：它負責接收由外界送進來的資料，如鍵盤、光筆、滑鼠、觸摸式螢幕及刷卡機等。
- (二) 輸出單元(Output Unit)：將電腦處理好的資料送到外界去，如顯示器、列表機、繪圖機等。
- (三) 記憶單元(Memory Unit)：負責儲存資料及程式，主記憶體如 RAM、ROM 及輔助記憶體如磁碟機、磁帶機等。其中主記憶體可分為：
 1. 唯讀記憶體(ROM: Read Only Memory)：

ROM 的特性是在無電源供給時仍然永久保持記憶，便於保存程式或資料，分為下列幾種：

 - (1) 遮罩式唯讀記憶體(Mask ROM)：由廠商應用特殊設備才可大量生產，同時燒錄程式。
 - (2) 可燒錄式唯讀記憶體(PROM: Programmable ROM)：以保險絲製成，使用一般的燒錄器即燒錄程式，但它僅能燒錄一次。
 - (3) 可清除可燒錄式唯讀記憶體(EPROM: Erasable PROM)：以 MOSFET 製作，上面有透明窗口，用紫外線照射約 15~20 分鐘，即可清除記憶。
編號：2716，2764，27256，27100。
 - (4) 電子清除式唯讀記憶體(EEROM: Electrically Erasable ROM)：以電子方式用高電壓即可清除記憶，用於儀器、記憶卡等。
編號：93C46，2816. 28C64. 28C256。

(5) 快閃記憶體(FLASH ROM)：以電子方式用高電壓即可清除記憶，但在寫入時，每次至少要寫入一段記憶體，而 EEPROM 則是每次可寫入一個位元組(Byte)。不過部份新產品已有所改良。它普遍用於個人電腦的 BIOS 或信用卡、電子字典的記憶卡等。
編號：28F64. 28F256. 28F512. 28F010. 28F020、28F040。

2. 隨意存取記憶體(RAM:Random Access Memory)：

隨意存取記憶體可隨意存取資料，但在無電源供給時記憶會消失。分為下列幾種：

(1) 靜態式隨意存取記憶體(SRAM：Static RAM)：以 MOSFET 用正反器組成。

特性：體積大、成本高但速度快，用於電腦內的快取記憶體(Cache Memory)。

編號：6264. 62256. 62010. 61256. 61512 及 61010，其中 62xxx 為寬型(500mil)的 IC 包裝，其中 61xxx 為窄型(300mil)的 IC 包裝。

(2) 動態式隨意存取記憶體(DRAM：Dynamic RAM)：以電容特性所組成，必須每隔 2~4ms 更新(Refresh)資料，否則會因漏電而記憶消失。

特性：接腳少，體積小，成本低，省電，速度較慢，用於電腦的主記憶體。

編號：4164. 41256. 41100、44256. 44100。

(四) 中央處理單元(CPU)：它可分為兩大部分：

1. 算術與邏輯單元(ALU: Arithmetic Logic Unit)：用於計算及判斷等資料的處理。
2. 控制單元(CU: Control Unit)：負責協調各單元之間資料輸送及存取的控制，如同交通指揮一樣。
3. CPU 的種類：CPU 的種類以它每次可處理的位元數來區分，如表 1-1 所示。

表 1-1 CPU 的種類

位元數	編號
8	8085, Z80, 6502, 6800
16	8086, 8088, 68000, 80286, Z8000
32	80386, 80486, 68030, 68040
64	Pentium, Pentium II, 6X86, K6, Power PC

(五) 單晶片微電腦(Single Chip Micro Computer)則是包括上述的所有單元，種類如表 1-2 所示。

表 1-2 單晶片微電腦種類

位元數	編號
8	MCS-48 系列、MCS-51 系列、6811. Z8. 6805. PIC 系列、EM78 系列
16	MCS-96 系列、80186. 80188
32	80386/EX、DSP320C60

(六) 匯流排(BUS)種類

匯流排是大家共同使用的電線，由 CPU 發出送到各單元、並藉由三種匯流排(BUS)來作為相互溝通的管道，猶如公共汽車(BUS)，如圖 1-2 可區分為：

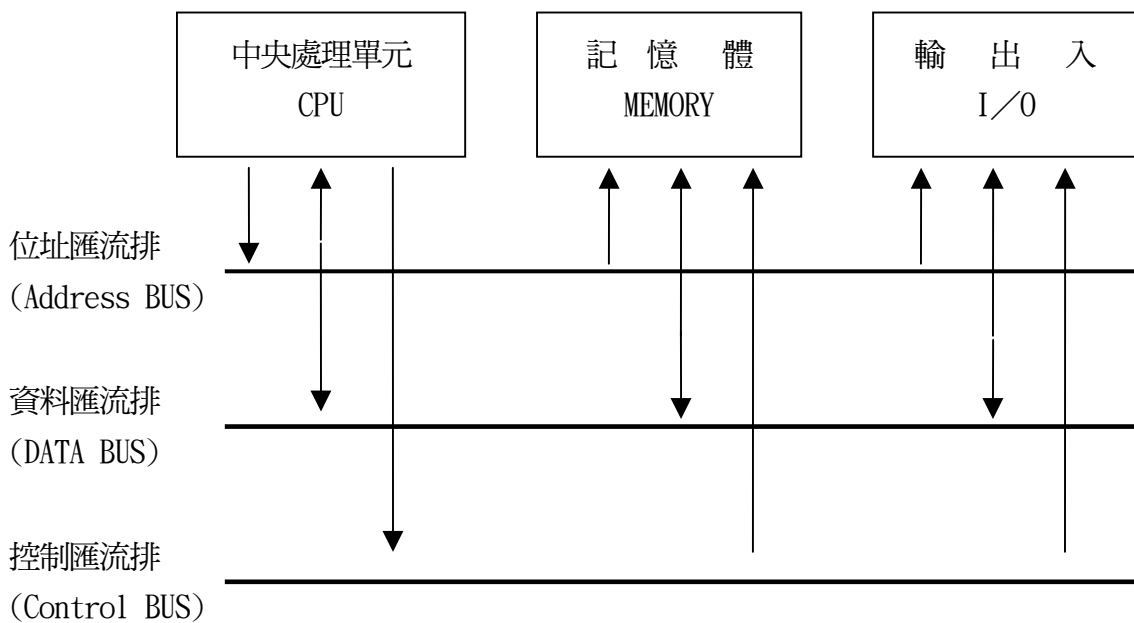


圖 1-2 三種匯流排結構

1. 位址匯流排(Address BUS)

由 CPU 位址匯流排送出位址，便於 CPU 存取記憶體或 I/O 的資料。它代表每一個位元組(Byte)的指令或資料放置的地方，匯流排的位元數愈多，可擴充記憶體的空間就愈大。

位址匯流排位元數的多寡，表示 CPU 可擴充及處理記憶體的能力，其計算的方法如表 1-3。

表 1-3 位址匯流排與記憶容量的關係表

位址匯流排	2 的 N 次方	記憶容量	說 明
10 條	1024	1K Byte	K=1024 M=1024K G=1024M
11 條	2048	2K Byte	
13 條	8192	8K Byte	
16 條	65536	64K Byte	
20 條	1024K	1M Byte	
24 條	16384K	16K Byte	
30 條	1024M	1G Byte	
32 條	4096M	4G Byte	

2. 資料匯流排(DATA BUS)

表示 CPU 一次可處理的資料位元數，匯流排位元數愈多，每次處理資料愈多，速度相對的也就愈快。因為 CPU 須要對記憶體或 I/O 存、取，故為雙向流通。

3. 控制匯流排(Control BUS)

由 CPU 的 CU(控制單元)單向發出，來控制資料的流向。以方便對記憶體或 I/O 的存取。

4. 各 CPU 的匯流排種類如表 1-4：

表 1-4 各 CPU 的匯流排比較表

中央處理單元	資料匯流排	位址匯流排	最大定址能力
Z80	8	16	64K Byte
8085	8	16	64K Byte
6502	8	16	64K Byte
8088	8	20	1M Byte
8086	16	20	1M Byte
80286	16	24	16M Byte
80386/DX	32	32	4G Byte
80486	32	32	4G Byte
Pentium	64	32	4G Byte
單晶片微電腦			
PIC16C5X	12	11	2K WORD(12 bit)
PIC16C84	14	10	1K WORD(14 bit)
EM78156	13	10	2K WORD(13 bit)
EM78447	13	13	8K WORD(13 bit)
MCS-48	8	11	2K Byte
MCS-51	8	16	64K Byte
MCS-96	16	16	64K Byte

5. CPU 對記憶體的 control，如圖 1-3 所示。

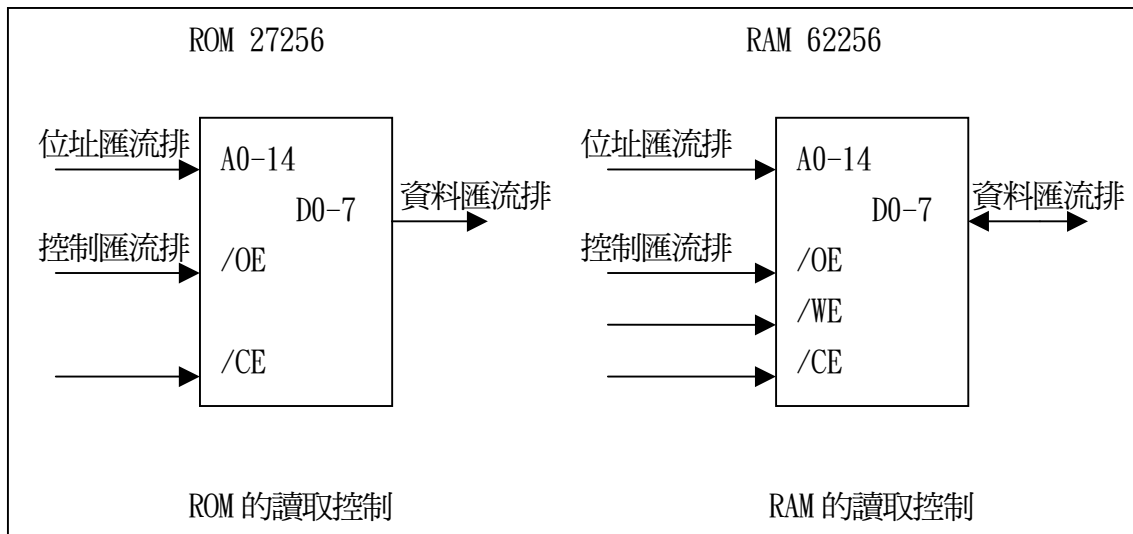


圖 1-3 記憶體的控制

- (1) 首先由 CPU 送入 15 條的位址匯流排(A0-A14)。
- (2) 然後 CPU 再送入 LOW 信號，控制 ROM 的輸出致能(OE：Output Enable)，及 ROM 晶片選擇(CE：Chip Enable)，令 CPU 可以讀取 ROM 內的資料。
- (3) ROM 內的資料即透過資料匯流排(D0-7)送到 CPU。
- (4) 而 RAM 的資料是可存取的，CPU 必須再加上寫入致能(WE：Write Enable)來決定是否要讀取(Read)或寫入(Write)。

學習評量一

- 一、簡述微電腦的基本結構。
- 二、簡述匯流排(BUS)種類

學習評量一答案

一、微電腦的基本結構分別如下：

- (一) 輸入單元：它負責接收由外界送進來的資料，如鍵盤、光筆、滑鼠、觸摸式螢幕及刷卡機等。
- (二) 輸出單元：將電腦處理好的資料送到外界去，如顯示器、列表機、繪圖機等。
- (三) 中央處理單元它可分為兩大部分：
 1. 算術與邏輯單元(ALU)：用於計算及判斷等資料的處理。
 2. 控制單元(CU)：負責協調各單元之間資料輸送及存取的控制，如同交通指揮一樣。
- (四) 記憶單元：負責儲存資料及程式, 主記憶體如 RAM、ROM 及輔助記憶體如磁碟機、磁帶機等。其中主記憶體可分為：
 1. 唯讀記憶體：ROM 的特性是可永久保持記憶，便於保存程式或資料。
 2. 隨意存取記憶體：隨意存取記憶體可隨意存取資料，但停電時會使記憶消失。

二、匯流排的種類可區分為：

- (一) 位址匯流排：由 CPU 送出位址匯流排，便於 CPU 存取記憶體及 I/O 的資料。它代表每一個位元組的指令或資料放置的地方，位址匯流排位元數的多寡，表示 CPU 可處理記憶體的能力。
- (二) 資料匯流排：表示 CPU 一次可處理的資料位元數，匯流排愈多，每次處理資料愈多，速度相對的也就愈快。因為 CPU 需要對記憶體或 I/O 存取，故為雙向流通。
- (三) 控制匯流排：由 CPU 的控制單元(CU)單向發出，來控制資料的流向。以方便對記憶體或 I/O 的存或取。

本單元的第二個學習目標是

學員能在不使用參考資料下，說出有關「多晶片微電腦」和「單晶片微電腦」的差異。

二、多晶片微電腦和單晶片微電腦的差異

(一) 個人電腦整體結構

個人電腦主機內部如圖 2-1。

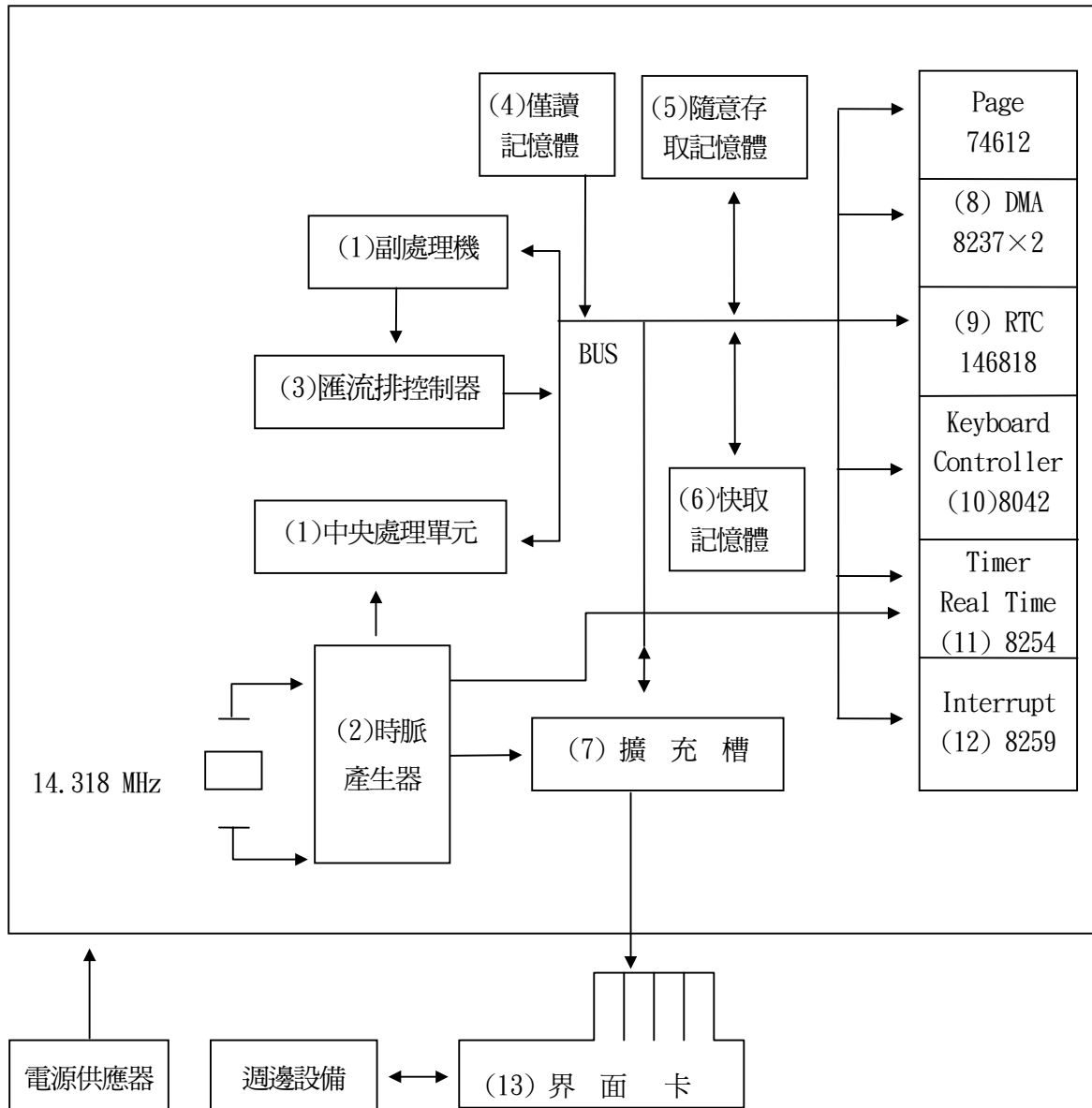


圖 2-1 個人電腦整體結構圖

由圖中可知它是由許多的零件所組成的，因為它主要應用於一般多種的用途。所以必須具備多樣化的功能、大量的記憶體及高速的運算能力。

1. 中央處理單元(CPU)及副處理機器(NPU)：當執行一些特殊軟體時，如 AUTOCAD 等，此時 CPU 必須要有副處理機(NPU)來協助從事計算的工作，而副處理機(NPU)在 80486/DX 以後均包含在 CPU 內。
2. 時脈產生器：它由 14.318MHz 的石英晶體來產生振盪電路，它會產生各種不同的頻率提供給 CPU 及其它電路使用，使所有電路均能同步工作。
3. 匯流排控制器(BUS Controller)：接受 CPU 內控制單元(CU)的指示，產生控制匯流排的命令，如記憶體的讀寫、I/O 讀寫、資料效能(DEN)、中斷認可(INTA)等等，也就是資料流通的交通指揮。
4. 唯讀記憶體(ROM)：內含基本輸出入系統(BIOS:Basic Input Output System)，編號為 28F010，開機時會跳到 ROM 內執行『開機自我測試系統』(POST:Power On Self Test)。常用 BIOS 廠家有 AMI、Phoenix 及 Award 等，各家錯誤碼(Error Code)均不同，
5. 動態隨意存取記憶體(DRAM :Dynamic RAM)：因 DRAM 內部是由電容所組成的，所以固定在每 $15\mu\text{S}$ 須要重新充電一次，這就是所謂的刷新(Refresh)動作。用於存取一般的資料及程式。外型 SIMM(單排接腳模組包裝)一般為 30Pin(8bit)及 72Pin(32bit)，另外目前最常用於 PENTIUM 電腦的是 DIMM(雙排接腳模組包裝)為 168Pin(64bit)。
6. 快取記憶體(Cache Memory)：用於存放最常用到的資料及程式因 DRAM 是由電容所組成的速度較慢，跟不上 CPU 的處理速度；而快取記憶體為靜態 RAM(SRAM :Static RAM)速度較快 CPU 會將常用的程式多複製一份在快取記憶體內，由 CPU 優先對快取記憶體存取，如此效率較高。
7. 擴充槽(SLOT)：用於插入界面卡，種類分為：
 - (1) ISA BUS：又稱 AT-BUS，為 16 位元架構，速度可達 8MHz 是傳統的擴充槽。
 - (2) PCI BUS：為 32 位元的架構速度可達 33MHz 是目前較為使用的擴充槽。
 - (3) AGP BUS：為 64 位元的架構和 CPU 直接相連接，速度也和 CPU 的外頻相同，目前應用顯示卡。
 - (4) PCMCIA：個人電腦記憶卡界面架構，普遍用於電子字典及筆記型電腦，可接硬碟、記憶卡、FAX/MODEM 卡等等。
8. 直接記憶存取(DMA:Direct Memory Access)：簡稱 DMA，用於軟碟或硬碟的存取工作，其目的在週邊設備須要對 RAM 做大量的資料存取時，可藉由 DMA 控制器，取代 CPU 直接向 RAM 存取資料。

9. 即時時脈電路(RTC:Real Time Clock)：又稱 CMOS，編號為 MC146818，它有兩種功能：
 - (1) 配合振盪器及 3.6V 的鎳鎘(Ni-Cd)電池，在關機時做計時的工作。
 - (2) 內部有少許的 CMOS RAM，配合 BIOS 儲存系統組態設定(SET_UP)。
10. 鍵盤控制器：鍵盤控制器編號為 8042，負責接收鍵盤的資料。
11. 計時器(Timer)：計時器編號為 8254，它有三個計時器分進行下列工作：
 - (1) 送出 18.2Hz，去執行系統的時間計時工作。
 - (2) 送出 66KHz，固定每 15 μ s 要求 DRAM 刷新(Refresh)一次。
 - (3) 內部頻率可自行設定，令喇叭發出聲音。
12. 中斷電路(Interrupt)：中斷電路編號為 8259，其目的在 CPU 執行主程式之時，若有其它電路須要工作時，此時可透過中斷電路向 CPU 要求中斷目前的主程式，而去執行其相對應的副程式。可要求中斷的電路有：
 - (1) 內部硬體中斷電路
 - A. IRQ0：時間計時(8254)
 - B. IRQ1：鍵盤控制器(8042)
 - C. IRQ2：內部 2 個 8259 串接
 - D. IRQ8：CMOS(MC146818)
 - E. IRQ12：PS2 鍵盤及滑鼠
 - F. IRQ13：NPU
 - (2) 外部界面中斷
 - G. IRQ3：RS-232 COM2
 - H. IRQ4：RS-232 COM1
 - I. IRQ5：列表機 2(LPT2)
 - J. IRQ6：磁碟控制器(DISK)
 - K. IRQ7：列表機 1(LPT1)
 - L. IRQ14：硬碟(Hard Disk)
 - M. IRQ9、10、11、15 保留給其他界面卡使用
13. 界面卡(Interface Card)：擴充槽的目的便是為了讓介面卡與主機板相連結，以發揮更好的功能，不過目前標準化的界面卡如軟硬碟、印表機及串列埠等均已包括在主機板內，。

(二) 單晶片微電腦的整體結構

單晶片微電腦(Single Chip Micro Computer)顧名思義就是將電腦有關每個單元，均製作在單一晶片中。除了上述的基本結構外，為了適應各種特殊用途，一般的單晶片微電腦還增加了其它功能，如圖 2-2。

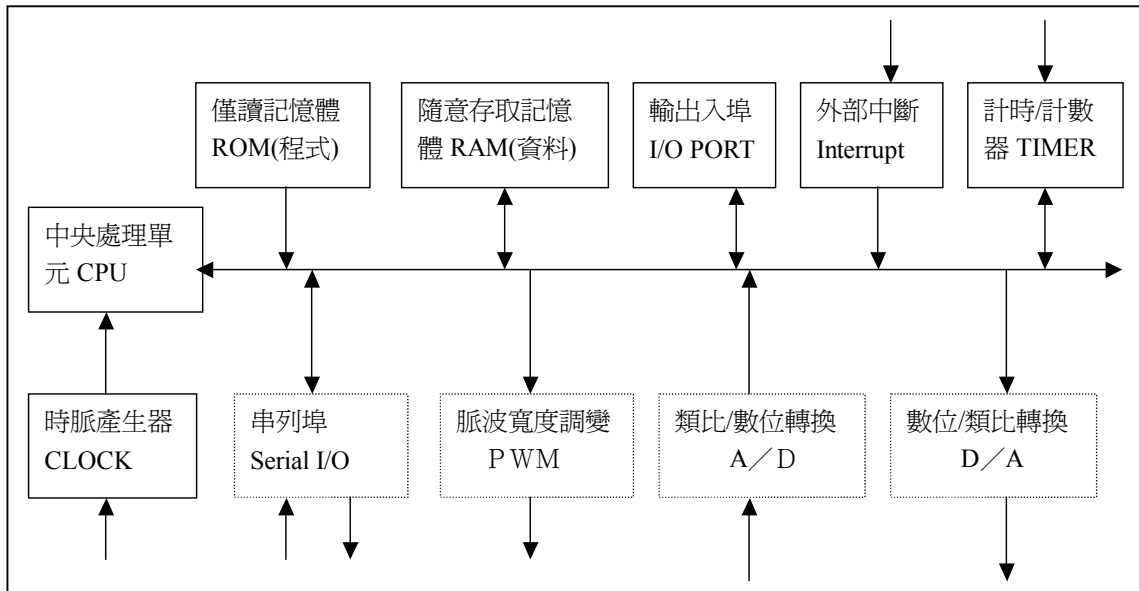


圖 2-2 單晶片微電腦內部方塊圖

在單晶片微電腦中，除了一般的電腦的基本結構外，還會內含一些非必要的特殊用途 I/O 及電路，稱為週邊裝置。這些週邊裝置包含計時/計數器、串列 I/O、PWM 控制及 A/D 轉換器等等。由於工作訴求的目標不同，而會有不同的取舍，介紹如下：

1. 時脈產生器(CLOCK Generator)：

微電腦系統所有的單元都是由「時脈產生器」送出的工作頻率來同步進行，利用它來產生各種的動作週期及同步信號等。

在單晶片微電腦中，則是將這些電路都製作在晶片裡，稱為「時脈產生器」。在使用時通常只需要接上石英振盪晶體及電容就可以產生時脈信號，或由外部輸入時脈提供系統來使用。

2. 外部中斷(External Interrupt)：

它可以接受快速的輸入信號，一旦被致能(Enable)後，CPU 不用再去理會輸入端。如果輸入信號成立，則 CPU 中斷目前的工作，而去執行外部中斷所要求的動作。

3. 計時/計數器(Timer/Counter)：

它可從事內部的計時或外部的計數工作，一旦被設定開始啟動，即可獨立工作。若計時或計數完畢，它會產生溢位。如果事先有致能計時中斷，則 CPU 中斷目前的工作，而去執行計時中斷所要求的動作。
4. 串列輸出入(Serial Input/Output)：

它可將並列的資料轉換成串列的位元信號，然後和個人電腦連線，又稱作 UART。藉以擴充單晶片微電腦的功能。
5. 脈波寬度調變電路(PWM：Pulse Width Modulation)：

PWM 是以程式來控制方波高、低電位的脈波寬比率，可用來控制直流電源的功率，通常應用在交直流馬達的速度控制或 D/A 信號轉換。
6. 類比/數位(A/D：Analog/Digital)轉換器：

一般自然界的物理量如光、熱及壓力等的變化，均呈現類比曲線的動作。透過感測器(Sensor)成為類比電壓後，再轉換為數位資料，以便利微電腦來處理。
7. 數位/類比(D/A：Digital/Analog)轉換器：

它可將 CPU 送出的數位資料轉換為類比電壓，以便控制物理量如光、熱及壓力等的變化。
8. 此外還有其它許許多多的週邊電路，和個人電腦相比較毫不遜色。

(三) 個人電腦與單晶片微電腦比較

單晶片微電腦它和個人電腦在功能訴求上有極大的差異，介紹如下：

1. 單晶片微電腦的特色

因為單晶片微電腦祇用於特定的控制，節省了許多不必要的電路，可以有多餘的空間將所有的電路全部都製作在一顆晶片上。也因而產生了許多的優缺點，介紹如下：

(1) 單晶片微電腦和個人電腦比較的優點：

- ◎系統要運作時，只要連接少量零件即可正常工作。
- ◎因為零件少，相對的其成本可降低及整體電路的可靠性也提高。
- ◎發展新產品速度快，且保密性高。
- ◎更改產品彈性大，硬體可以固定，修改控制程式又是一個新產品。
- ◎整個系統運作均在單一晶片內進行，資料存取及執行的效率較高。
- ◎內部系統工作較為簡單，適合初學者入門。

(2) 單晶片微電腦和個人電腦比較的缺點：

◎工作頻率較個人電腦低：因製作的晶片材質速度較慢，但整體的工作效率可彌補。

◎記憶體較少：不過一般控制程式較為簡短，少量的記憶體已綽綽有餘。

◎可應用的軟體發展工具較少：以組合語言為主，也可使用高階語言如 C、BASIC 或 PLM 語言等。

2. 個人電腦與單晶片微電腦比較如表 2-1。

表 2-1 個人電腦與單晶片微電腦比較表

特性	個人電腦	單晶片微電腦
用途	一般運算工作	特定的控制及民生用產品
硬體電路	複雜多晶片電路組成	單純一個晶片
程式語言	以高階語言為主	以組合語言為主
ROM 記憶體	放置監督程式	存放應用控制程式
RAM 記憶體	存於程式及暫時性的資料	僅存放暫時性的資料
中斷控制	控制較多(特定晶片 8259)	控制較少(內含晶片內)
計時器	組數較多(特定晶片 8254)	組數較少(內含晶片內)
時脈電路	多組工作頻率	單一工作頻率
製作規格	多量統一規格	快速製作，少量多樣化
訴求功能	高速、大量運算能力	適當的達到功能即可
製作成本	價格昂貴	價格便宜

學習評量二

一、簡述多晶片微腦和單晶片微電腦的特性有何差異？

二、如下表單晶片微電腦它和個人電腦在功能訴求上有何差異？

特 性	個人電腦	單晶片微電腦
用 途		
硬體電路		
程式語言		
ROM 記憶體		
RAM 記憶體		
中斷控制		
計 時 器		
時脈電路		
製作規格		
訴求功能		
製作成本		

三、單晶片微電腦它和個人電腦相比較有何優缺點？

筆記欄

學習評量二答案

一、多晶片微電腦和單晶片微電腦特性上的差異如下：

- (一) 多晶片是由許多的零件所組成的，因為它主要應用於一般多種的用途。所以必須具備多樣化的功能、大量的記憶體及高速的運算能力。
- (二) 單晶片微電腦(Single Chip Micro Computer)顧名思義就是將電腦有關每個單元，均製作在單一晶片中。

二、單晶片微電腦它和個人電腦在功能訴求上的的差異如下表：

個人電腦與單晶片微電腦比較表

特性	個人電腦	單晶片微電腦
用途	一般運算工作	特定的控制及民生用產品
硬體電路	複雜多晶片電路組成	單純一個晶片
程式語言	以高階語言為主	以組合語言為主
ROM 記憶體	放置監督程式	存放應用控制程式
RAM 記憶體	存於程式及暫時性的資料	僅存放暫時性的資料
中斷控制	控制較多(特定晶片 8259)	控制較少(內含晶片內)
計時器	組數較多(特定晶片 8254)	組數較少(內含晶片內)
時脈電路	多組工作頻率	單一工作頻率
製作規格	多量統一規格	快速製作，少量多樣化
訴求功能	高速、大量運算能力	適當的達到功能即可
製作成本	價格昂貴	價格便宜

三、單晶片微電腦它和個人電腦的優缺點相比較如下：

(一) 單晶片微電腦的優點：

- ◎系統要運作時，只要連接少量零件即可正常工作。
- ◎因為零件少，相對的其成本可降低及整體電路的可靠性也提高。
- ◎發展新產品速度快，且保密性高。
- ◎更改產品彈性大，硬體可以固定，修改控制程式又是一個新產品。
- ◎整個系統運作均在單一晶片內進行，資料存取及執行的效率較高。
- ◎內部系統工作較為簡單，適合初學者入門。

(二) 和個人電腦比較的缺點：

- ◎工作頻率較個人電腦低：因製作的晶片材質速度較慢，但整體的工作效率可彌補。
- ◎記憶體較少：不過一般控制程式較為簡短，少量的記憶體已綽綽有餘。
- ◎可應用的軟體發展工具較少：以組合語言為主，也可使用高階語言如 C、BASIC 或 PLM 語言等。

假如你的答案與上述之重點相似，請翻下頁，假如你的答案不與上述之重點相似，請翻至第 13 頁重新閱讀以便發現你的錯誤之處，並將第 20 頁上的錯誤改正，然後翻到第 23 頁。

本單元的第三個學習目標是

學員能在不使用參考資料下，說出「MCS-51 單晶片微電腦」的特性及各元件的功能。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 48 頁做測驗。
假如你需要更多學習的話，請翻至第 24 頁。

三、MCS-51 單晶片微電腦的特性及各元件

(一) 單晶片微電腦 MCS-51 系統的簡介

MCS-51 在所有的單晶片微電腦產品中，是較適合初學者入門的一種微電腦。它的種類如表 3-1：

表 3-1 MCS-51 系列的單晶片微電腦產品

型號	ROM Byte	RAM 位址	RAM Byte	外部中斷	計時器	串列埠	接腳數	I/O 腳
8031	無	00-127	128	2	2	有	40	32
8032	無	00-255	256	2	3	有	40	32
8051	OTP PROM 4k	00-127	128	2	2	有	40	32
8052	OTP PROM 8k	00-255	256	2	3	有	40	32
8751	EPROM 4k	00-127	128	2	2	有	40	32
8752	EPROM 8k	00-255	256	2	3	有	40	32
89C 51	FLASH ROM 4k	00-127	128	2	2	有	40	32
89C 52	FLASH PROM 8k	00-255	256	2	3	有	40	32
89C1051	FLASH PROM 1k	00-127	128	2	2	無	20	15
89C2051	FLASH PROM 2k	00-127	128	2	2	有	20	15

MCS-51 系列原是 Intel 的產品，但是 Ateml 也出產了相容品 89CXX 系列，且都是 Flash ROM 用於教學上，更為方便。

MCS-51 單晶片微電腦具有下列幾個特色：

- ⊙工作電壓固定 5V，其中 89CXX 為低功率的 CMOS IC 製作技術，非常省電。
- ⊙振盪器的型式：石英晶體振盪器/外部振盪源。
- ⊙工作頻率：1M~12MHz，每個指令的工作週期為振盪器的時脈頻率除以 12。
- ⊙資料記憶體(RAM)為 8-bit 寬度，內部容量為 128byte(51)或 256byte(52)，同時外部可再擴充至 64K Byte。
- ⊙程式記憶體(ROM)內部為 4K(51)或 8K(52)，最多外部可擴充至 64K Byte。
- ⊙32 條雙向的 I/O 埠，不須另外設定其輸出入。
- ⊙它並沒有專屬的堆疊(Stack)記憶體，而是設定在 RAM 的空間。
- ⊙16 bit 的計時/計數器(Timer/counter)兩組(51)或三組(52)。
- ⊙全雙工的串列埠(UART) 有 1 組。
- ⊙中斷源有 5 個(51)或 6 個(52)：分別為：
計時/計數溢位中斷(Timer/Counter Overflow Interrupt)有 2 個(51)或 3 個(52)。
- 外部中斷(External Interrupt) 有 2 個。
- 串列中斷(UART Interrupt) 有 1 個。

(二) 單晶片微電腦 MCS-51 系統的內部結構分析如圖 3-1：

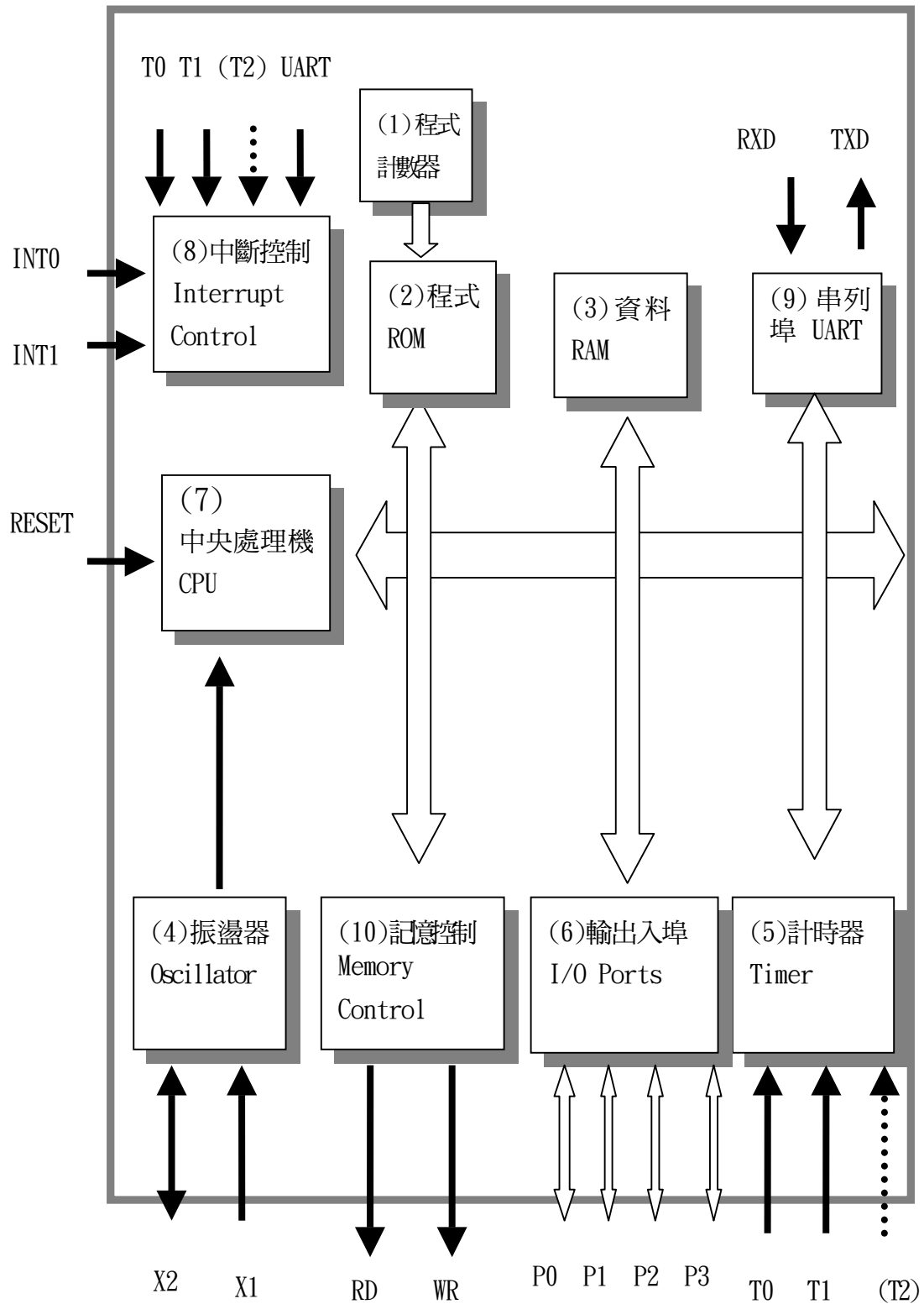


圖 3-1 MCS-51 的內部結構

由圖 3-1 的 MCS-51 的內部結構圖中，可細分為：

1. 程式計數器(PC: Program Counter)：程式計數器共有 16 位元，以 2^{10} 來計算，它可定址 65536(64k)。它會送出計數值作為程式記憶體(Program Memory)ROM 的位址，以便讀取 ROM 的程式來執行。每擷取一位元組指令後，程式計數器的內容會自動加一。除非碰到跳躍、分歧及呼叫指令，跳到新的位址。
2. 程式記憶體(Program Memory)ROM：它用來儲存我們所撰寫的程式，記憶體的程式匯流排(Program Bus)是以 8 Bit 為單位，稱為一個“Byte”。其中是 OTP(One Time Programming)型，僅能燒錄一次，而 EPROM 及 Flash ROM 則可重覆燒錄。
3. 資料記憶體(Data Memory)RAM：它是 8 位元的資料記憶體，作為內部暫存器及一般的 RAM 用。
4. 振盪器(Oscillator)：它可應用石英晶體來產生振盪頻率，也可接受外部時脈信號，經除以 12 後，作為內部工作指令週期。
5. 計時/計數器(Timer/Counter)：內部有兩組(51)或 3 組(52)16 位元的計時/計數器，若使用內部時脈信號(clock)則從事計時的工作。若改由外部 T0、T1 或 T2(僅 52 有)接腳輸入，即形成計數器。
6. I/O 埠(PORT)：8 Bit 的 I/O 埠四組 P0、P1、P2 及 P3，共 32 支 I/O 腳。
7. 中央處理器(CPU)及累積器(A: Accumulator)：它是 8 bit 的 CPU，運算的後的結果大部分都存入累積器及狀態暫存器(PSW)內。
8. 中斷控制(Interrupt Control)：有 5 個或 6 個(僅 52)中斷源，可設定優先順序。
9. 串列埠(UART)：有一組串列埠，可和電腦連線。
10. 記憶控制(Memory Control)：有外部記憶體控制信號線，可外接 RAM 及 ROM。

(三) 8051 接腳電路

8051 系列的硬體電路一律要求結構簡易、體積小、耗電省及成本低廉。也使得它變成一個最適合初學者入門的單晶片微電腦。如圖 3-2。

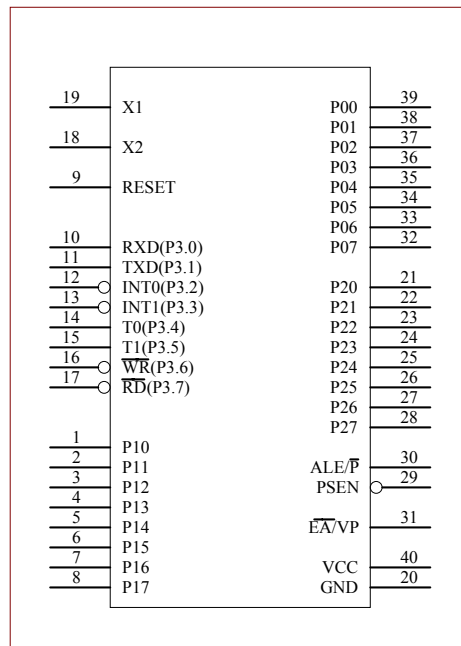


圖 3-2 8051 的接腳圖

1. 8051 各接腳功能如表 3-2。

表 3-2 8051 各接腳功能表

接腳名稱	腳位	功能
VCC	40	系統的電源供應腳，固定為 5V±0.5V
VSS	20	系統的電源地線
X1	19	振盪信號輸入腳(LOCK IN)，可輸入 1MHz-12MHz
X2	18	振盪信號輸出入腳
RESET	9	主系統重置信號輸入端，高態動作
P00-P07	39-32	雙向 I/O 腳，作為輸出時是 open drain 特性，兼作外部記憶體的位址/資料線 AD0-AD7，
P10-P17	1-8	雙向 I/O 腳，其中 P11 於 8052 時可兼作 T2 外部計數信號的輸入腳
P20-P27	21-28	雙向 I/O 腳，兼作外部記憶體的位址線 A8-A15
P30-P37	10-17	雙向 I/O 腳，同時兼作各種功能，如下： P30=RXD 為 UART 串列接收腳 P31=TXD 為 UART 串列發射腳 P32=/INT0 為外部中斷輸入腳 P33=/INT1 為外部中斷輸入腳 P34= T0 為外部計數信號 T0 輸入腳 P35=T1 為外部計數信號 T1 輸入腳 P36=/WR 為外部 RAM 的寫入控制輸入腳 P37=/RD 為外部 RAM 的讀取控制輸入腳
/PSEN	29	外部 ROM 程式記憶體的致能控制信號，低態動作
ALE	30	位址栓鎖致能，ALE=0 時，AD0-AD7 送出資料，ALE=1 時，AD0-AD7 送出位址
EA	31	外部存取控制，EA=0 使用外部 ROM，EA=1 使用內部 ROM

2. 接腳的應用如下：

(1) 系統電源接腳：VCC 及 VSS

在一般的 8051 單晶片微處理中對電源電壓均要求 $5V \pm 5\%$ 來工作，過與不及都會產生問題。

(2) 振盪電路接腳：X1 及 X2

8051 系列單晶片可以選擇兩種振盪方式，如下：

◎ 石英晶體和陶瓷振盪：

石英晶體和陶瓷振盪具有最佳穩定度及精確度，且不受電壓及溫度的影響。使用時必須外加電容，振盪才會較為穩定，如圖 3-3 所示。

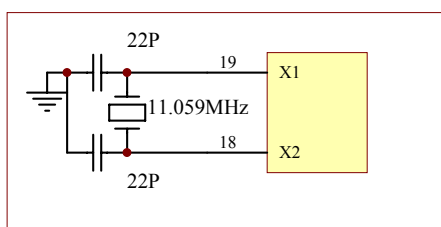


圖 3-3 石英晶體和陶瓷振盪電路

(3) 重置電路腳：RESET

由 RESET 腳送入高電位時，可重置(Reset)電路及程式。有二種方式：

A. 如圖 3-4 所示的 RC 電路可延長它開機自動重置時間，二極體會幫助電容的放電。

B. 如須手動重置時，按下 SW 即可。

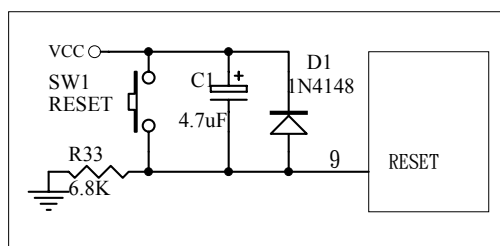


圖 3-4 重置電路圖

(4) 輸出入接腳：P0、P1、P2 及 P3，如圖 3-5 所示。

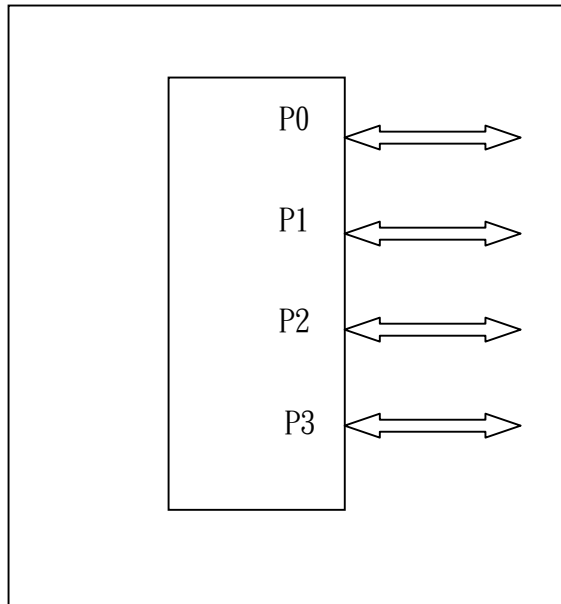


圖 3-5 I/P 埠接腳

- A. 每一支接腳都可作為輸入/輸出使用，採用 TTL 準位。
- B. 輸出時為具資料栓鎖(latch)功能。
- C. P0 輸出時為開洩極輸出(open drain)，以便配合不同準位的驅動電路。
- D. 在輸入時為樞密特準位。
- E. 輸入時可使用提升電阻(pull high)提供“1”準位，不可直接接 VCC。

(5) 串列埠 UART 電路接法，如圖 3-6 所示。

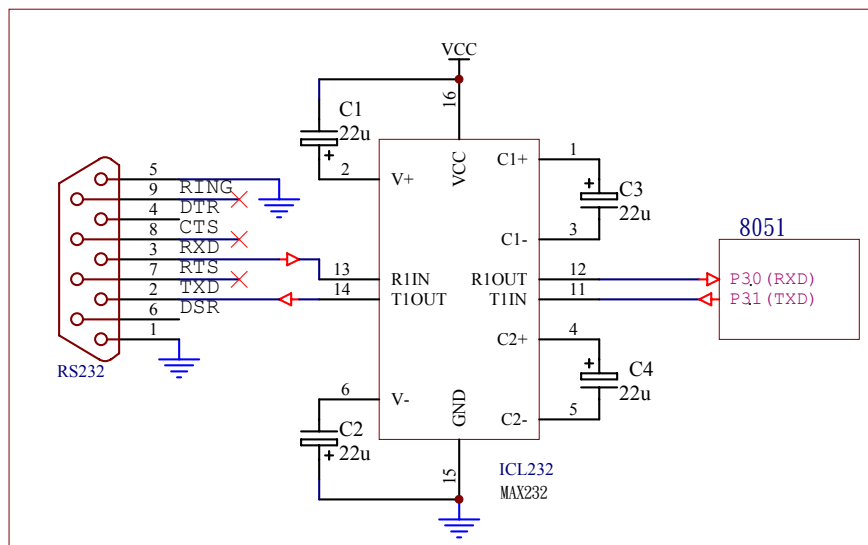


圖 3-6 串列埠 UART 電路接法

8051 可經由 UART 的串列埠和電腦連線，但電腦的 RS232 界面是負邏輯且是 $\pm 9V \sim \pm 12V$ 工作，此時必須採用 ICL232 作為電壓轉換，它是先將 +5V 經 4 個電容倍壓成 +10V 後，再將 +10V 反相成 -10V，如此可將 8051 的 T1in 及 R1out 的 +5 信號，經 ICL232 轉換後變成 $\pm 10V$ 的負邏輯信號，送到電腦的 RS232 界面。

(6) 使用外部記憶體電路接法

當須要使用外部的記憶體時，以 8031 為例如圖 3-7 所示。

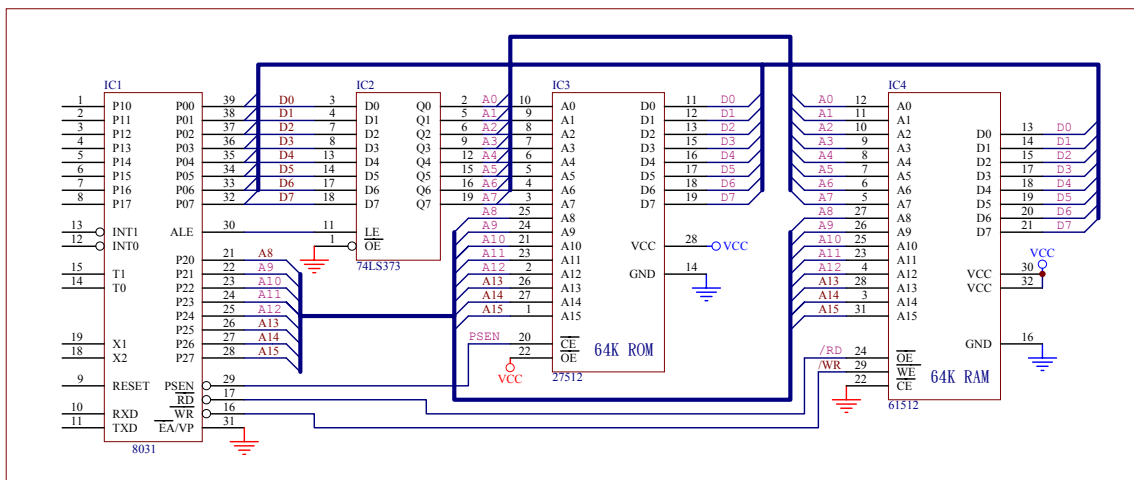


圖 3-7 外部的記憶體電路圖

- 圖中使用 8031 工作，它內部並無 ROM 完全由外部提供，此時必須將 EA 腳接地。
- 以 P0 埠為 AD0-AD7 及 P2 埠為 A8-A15，其中 AD0-AD7 是混合位址及資料匯流排。
- 當 ALE=1 時，會令 D 栓 74LS373 導通，同時 AD0-AD7 輸出位址 A0-A7 及 P2 輸出 A8-A15 送到 ROM 27512 及 RAM 61512，分別提供 64K 的記憶空間。
- 當 ALE=0 時，會令 D 栓 74LS373 栓鎖，送出的位址線會保留在 ROM 及 RAM 上，此時 AD0-AD7 變成資料匯流排 D0-D7，分別存取 ROM 或 RAM 的資料。
- 若是讀取程式記憶體 ROM 的指令時，會令 PSEN=0 送到 ROM 27512 的 CE 腳，致能 ROM 工作，將外部的程式經 P0 送到內部的 CPU。

- F. 若是要讀取外部 RAM 內的資料時，會令 $\overline{RD}=0$ ，送到 RAM 61512 的 \overline{OE} 腳，此時致能 RAM 工作。將外部的資料經 P0 送到內部的 CPU。
- G. 若是要寫入資料到外部的 RAM 時，會令 $\overline{WR}=0$ ，送到 RAM 61512 的 \overline{WE} 腳，致能 RAM 工作，CPU 的資料會經 P0 送到外部 RAM。
- H. 如果 CPU 使用 8051 則必須令 EA=1，則程式執行超過 4K byte 時會自動執行外部 ROM 的程式。

(7) 完整電路圖，如圖 3-8 所示：

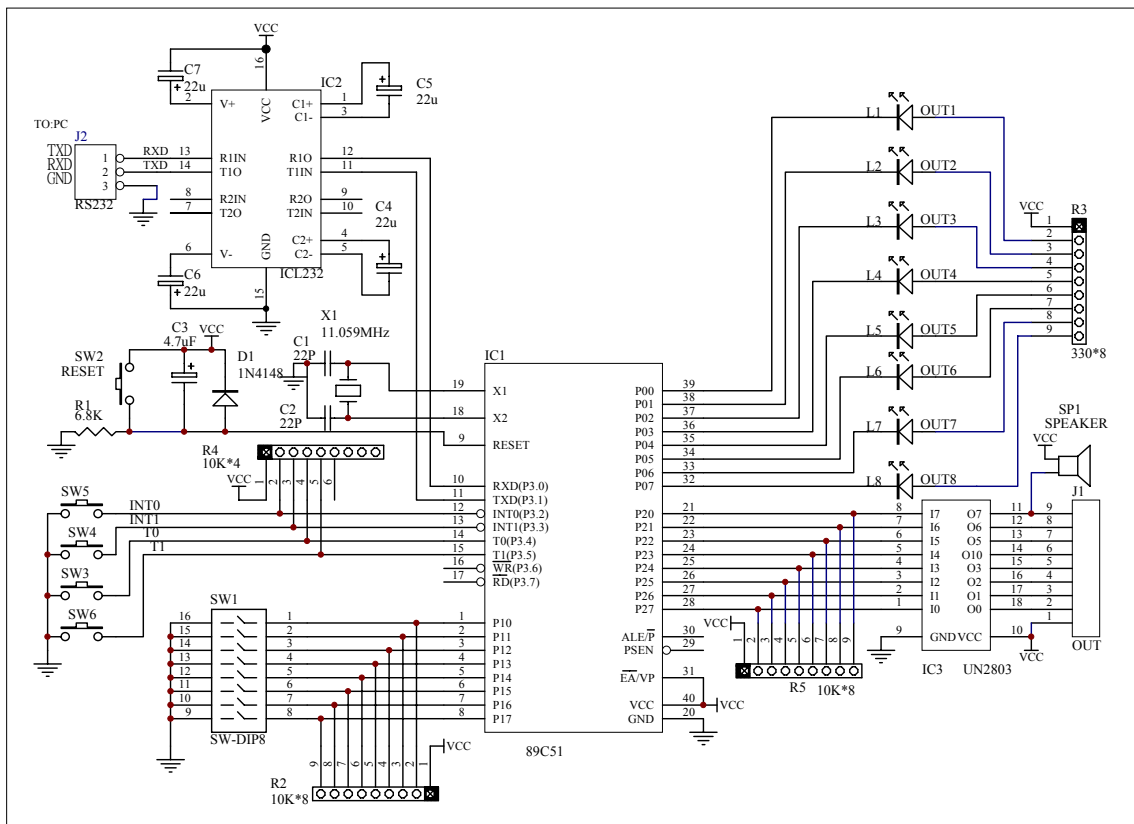


圖 3-8 完整電路圖

- A. 圖中使用 8051 工作，不使用外部 ROM，此時必須將 EA 腳接+5V。
- B. 以 P0 埠輸出 “00 “時會令 LED(L1-L8)發亮，同時用排阻作 330 Ω *8 為降壓。
- C. 以 P2 埠須外接提升排阻 10K Ω *8 以提供高電位，當輸出 “1 “時會令驅動器 UN2803 工作，它的最大值輸出 $V_{OH}=50V$ 、 $I_{OL}=500mA$ ，可驅動喇叭及馬達。
- D. 以 P1 為輸入，由 DIP SW 設定輸入值，同時須外接提升排阻 10K Ω *8 以提供高電位。

E. 以 P30(RXD)及 P31(TXD)為串列埠 UART 電路輸出入，可和電腦連線。

F. 以 P32(INT0)及 P33(INT1)外部中斷輸入及 P34(T0)及 P35(T1)為外部計數輸入。

(四) 記憶體介紹

MCS-51 系列單晶片內部的記憶體有：

◎程式記憶體(Program Memory)：

◎資料記憶體(Data Memory)：

◎特殊功能暫存器(SFR：Special Function Register)

◎堆疊暫存器(Stack Register)：

1. 程式記憶體介紹：

(1) 8051 的位址線共有 16 條(A0-A15)，最大容量為 64k byte，可分內部及外部 ROM 如圖 3-9 所示：

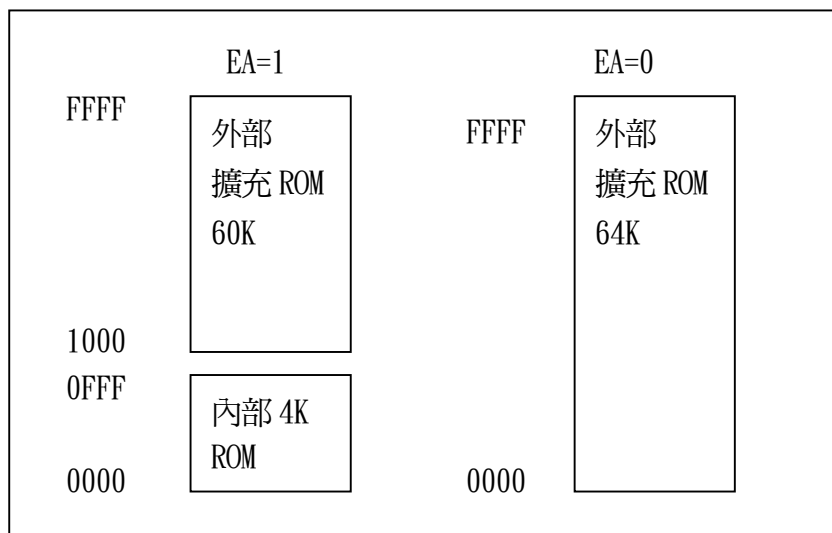


圖 3-9 8051 程式記憶體位址圖

(2) 當 EA 腳=1 時，8051 內部 ROM 為 4k byte(位址 0000H-0FFFH)，而 8052 為 8k byte(位址 0000H-1FFFH)，由內部的 PC(程式計數器)來控制。當程式計數器的位址超過 4k byte(51)或 8k byte(52)時，自動會到外部 ROM 去讀取程式。

(3) 當 EA 腳=0 時，則完全使用外部 ROM，最高可擴充至 64K byte (位址 0000H-FFFFH)。

(4) 程式計數器在每執行一條指令後，會自動加一，計數範圍為 0000H ~FFFFH(A0-A15)。

- (5) 若執行的跳躍(JMP)、及呼叫(CALL)副程式動作時，才會將新的位址送入程式計數器。
- (6) 這其中有幾個特定的位址：
- A. 重置位址：當開機或重置時，8051 的 PC(程式計數器)內容為“0000H”，也就是說程式會重頭開始執行。這是程式的進入點。
 - B. 中斷位址：8051 內部有 5 個，8052 有 6 個中斷源，當有其中一個中斷成立時，程式會跳到指定的位址來執行中斷副程式，此謂之「中斷向量」。各中斷源的向量位址如表 3-3 所示。

表 3-3 各中斷源的向量位址

中斷源	向量位址	說明
INT0	03H	外部中斷腳 0
INT1	13H	外部中斷腳 1
Timer0	0BH	計時/計數溢位中斷 0
Timer1	1BH	計時/計數溢位中斷 1
UART	23H	串列中斷
Timer2	2BH	計時/計數溢位中斷 2(僅 52)

2. 資料記憶體的介紹

資料記憶體又稱為暫存器或 RAM，它定址的方式和 ROM 不同，必須藉由指令來指定放置資料的空間。它可定址 00~FFH 佔用 256 byte 的空間，其中 00-7FH 為暫存器及 RAM，可定址可直接或間接定址，80H-FFH 為特殊功能暫存器(SFR)僅可直接定址。若使用 8052 時會多了一塊 80H-FFH 的 RAM 空間，它和特殊功能暫存器(SFR)重疊，故僅能使用間接定址。同時外部 RAM 的記憶空間可達 64K Byte，它具有獨立的位址和內部 RAM 位址是重疊的，如下圖 3-10 所示：

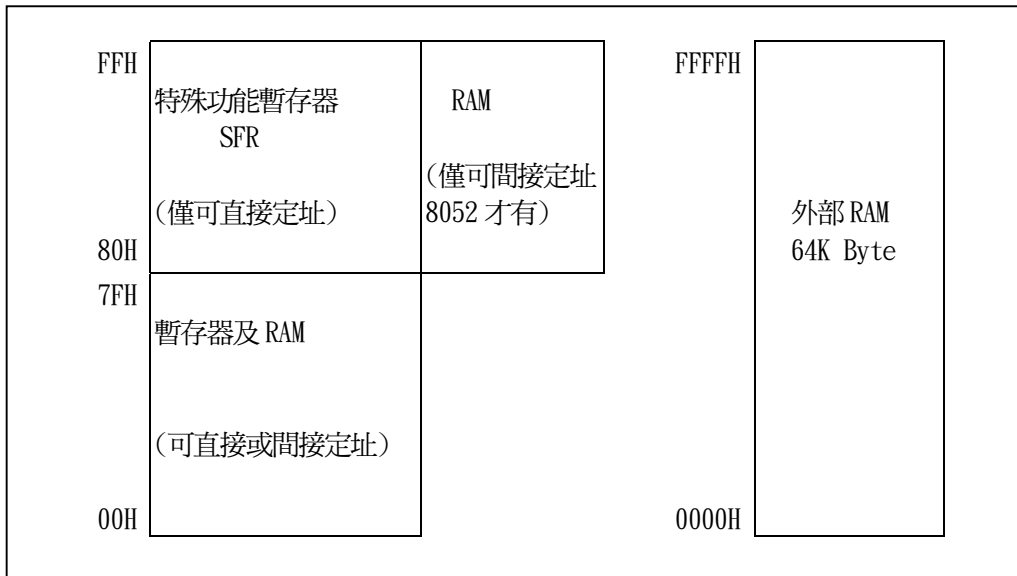


圖 3-10 MCS-51 資料記憶體分佈圖

(1) 暫存器及 RAM 的介紹

它的位址在 00-7FH，如圖 3-11 所示：

	7FH		使用者 RAM
	30H		位元定址區
	2FH		
	20H		
RS1	1FH	R7	暫存器庫 RB3
RS0	18H	R0	
	17H	R7	暫存器庫 RB2
	10H	R0	
	0FH	R7	暫存器庫 RB1
	08H	R0	
	07H	R7	暫存器庫 RB0
	00H	R0	

圖 3-11 暫存器及 RAM

A. 暫存器庫(Register Bank)

由圖 3-11 中可知,位址 00H-1FH 被分成四組暫存器庫 RB0-3, 每一組均有 R0-R7 各 8 個暫存器, 雖然這四組均使用同樣的 R0-R7 名稱, 且在撰寫程式也相同。但因所使用的位址不同, 實際上所佔的空間也不同, 所以必須由程式狀態字語(PSW)內的 RS1 及 RS0 這兩個位元來切換。

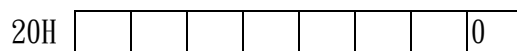
B. 位元定址區

位元定址區所佔用的空間為 20H-2FH 共 16 Byte, 它內部的每一個位元都可用來定址, 可定址 00-7FH, 如圖 3-12 所示:

		位 元 定 址							
		7	6	5	4	3	2	1	0
位 元 組 定 址	2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
	2EH	77	76	75	74	73	72	71	70
	2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
	2CH	67	66	65	64	63	62	61	60
	2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
	2AH	57	56	55	54	53	52	51	50
	29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
	28H	47	46	45	44	43	42	41	40
	27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
	26H	37	36	35	34	33	32	31	30
	25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
	24H	27	26	25	24	23	22	21	20
	23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
	22H	17	16	15	14	13	12	11	10
	21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
	20H	07	06	05	04	03	02	01	00

圖 3-12 位元定址區

如下圖所示, 要令位址 20H 的第 0 bit 也就是 20H.0 或位元位址 00H 為 “0” 時。



此時下列三種指令皆可設定。

```
AND 20H, #11111110B
CLR 20H.0
CLR 00H
```

如下圖所示，要令位址 22H 的第 7 bit 也就是 22H.7 或位元位址 17H 為 “1” 時

22H

1							
---	--	--	--	--	--	--	--

此時下列三種指令皆可設定。

OR 22H, #10000000B

SETB 22H.7

SETB 17H

(2) 特殊功能暫存器(SFR : Special Function Register)

特殊功能暫存器(SFR)所佔用的位址為 80H-FFH，它內部包括有累積器、計時器、I/O 埠及中斷控制等特定用途的暫存器，其中還有些剩餘空間留待後續增加新的功能，此多餘的空間不能作為一般 RAM 來使用。如表 3-4 所示：

表 3-4 特殊功能暫存器

位址	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	暫 存 器
F0H	7	6	5	4	3	2	1	0	B 累積器
E0H	7	6	5	4	3	2	1	0	ACC 累積器
D0H	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P	PSW 程式狀態字語
B8H	-	-	-	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	IP 中斷優先
B0H	P37	P36	P35	P34	P33	P32	P31	P30	P3 I/O 埠 3
A8H	EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	IE 中斷致能
A0H	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20	P2 I/O 埠 2
99H	7	6	5	4	3	2	1	0	SBUF 串列緩衝
98H	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	SCON 串列控制
90H	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10	P1 I/O 埠 1
8DH	15	14	13	12	11	10	9	8	TH1 計時/計數低位元組
8CH	15	14	13	12	11	10	9	8	TH0 計時/計數低位元組
8BH	7	6	5	4	3	2	1	0	TL1 計時/計數低位元組
8AH	7	6	5	4	3	2	1	0	TLO 計時/計數低位元組
89H	GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0	TMOD 計時模式
88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	TCON 計時控制
87H	SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL	PCON 電功率控制
83H	15	14	13	12	11	10	9	8	DPH 資料指標高位元組
82H	7	6	5	4	3	2	1	0	DPL 資料指標低位元組
81H	7	6	5	4	3	2	1	0	SP 堆疊指標
80H	P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01	P00	P0 I/O 埠 0

特殊功能暫存器(SFR)中較常用的部份如下所述：

A. 累積器 A(位址 E0H)及累積器 B(位址 F0H)：

累積器(Accumulator)A，它是一個獨立的 8 位元暫存器，也是使用最頻繁的暫存器，它主要用來暫時存放所有運算的資料和常數，以便和 CPU 直接進行算術或邏輯運算。

累積器 B 除了用於一般的暫存器外，同時可配合累積器 A 來進行乘除指令動作。

B. 程式狀態字語(PSW：Program Status Word)：

「程式狀態字語」用來表示程式中算術或邏輯運算後的狀態旗標位元。如表 3-5(a)(b)所示。

表 3-5(a) 程式狀態字語(位址 D0H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CY	AC1	F0	RS1	RS0	OV	-	P

表 3-5(b) 程式狀態字語各位元的名稱與功能

位元	名稱	功能
D7	CY:進位旗標或借位旗標	(Carry Flag)進位旗標，用來表示算術指令運算後的結果，其資料的 bit 7 是否有進位或借位。 加法運算時(ADD)的結果：有進位 C=1，沒有進位 C=0。 減法運算時(SUB)的結果：有借位 C=1，沒有借位 C=0。
D6	AC:半進位旗標或半借位旗標	(Aux Carry Flag)半進位旗標，用來表示運算後資料的 bit 3 是否有向 bit 4 進位或借位。 加法運算時(ADD)的結果：有進位 AC=1，沒有進位 AC=0。 減法運算時(SUB)的結果：有借位 AC=1，沒有借位 AC=0。
D5	F0:通用位元	可作為一般的讀/寫位元。
D4	RS1:暫存器庫選擇位元 1	(Regiser Bank Select)暫存器庫選擇位元 1 及位元 0。 RS1 RS0 暫存器庫選擇 ----- 0 0 BANK0(位址 00H-07H) 0 1 BANK1(位址 08H-0FH) 1 0 BANK2(位址 10H-17H) 1 1 BANK3(位址 18H-1FH)
D3	RS0:暫存器庫選擇位元 0	
D2	OV:溢位旗標	(Over)溢位旗標，表示程式經算術或邏輯運算後的結果是否有溢位)，若是 OV=1，若不是 OV=0。
D1	-	空位元
D0	P:同位元旗標	(Parity)同位元旗標，表示累積器的內容為奇數個“1”則 P=0，偶數個“1”則 P=1。

註：另外還有零位旗標(Zero Flag)是獨立的，當程式經算術或邏輯運算後的結果為零時，則 Z=1。若結果不是零，則 Z=0。

C. I/O 埠：P0(位址 80H)、P1(位址 90H)、P2(位址 A0H)及 P3(位址 B0H)

I/O 埠是可雙向性的，不須另外設定，只要對這些位址進行讀寫的動作，也就是對 I/O 接腳進行輸出入資料的動作。

D. 中斷致能暫存器(IE：Interrupt Enable Register)：設定那些中斷可以工作。8051 有五個中斷源，8052 有六個中斷源。如表 3-6(a)(b)：

表 3-6(a) IE 中斷致能暫存器(位址 A8H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

表 3-6(b) IE 中斷致能暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功能
D7	EA	EA=0 禁止所有中斷工作，EA=1 允許各別中斷的設定。
D6	-	無使用
D5	ET2	ET2=1，計時/計數器 2 中斷或捕獲中斷致能。ET2=0，除能
D4	ES	ES0=1，串列中斷致能。ES0=0，串列中斷除能。
D3	ET1	ET1=1，計時/計數器 1 中斷致能。ET1=0，計時/計數器 1 中斷除能
D2	EX1	EX1=1，外部 INT1 腳中斷致能。EX1=0，外部 INT1 腳中斷除能。
D1	ET0	ET0=1，計時/計數器 0 中斷致能。ET0=0，計時/計數器 0 中斷除能
D0	EX0	EX0=1，外部 INTO 腳中斷致能。EX0=0，外部 INTO 腳中斷除能。

E. 中斷優先權暫存器(IP：Interrupt Priority Register)：它和 IE 的內容相同。預設的優先順序如表 3-7(a)

表 3-7(a) 預設的中斷優先順序

中斷名稱	優先順序
IE0 外部 INTO 腳中斷	最高
TF0 計時/計數 0 中斷	
IE1 外部 INT1 腳中斷	最低
TF1 計時/計數 1 中斷	
ES 串列埠中斷	

如果須要改變其項設的中斷的優先順序，可設定 IP 的內容，這些中斷的優先順序方式是先設的較優先，如表 3-7(b)(c)：

3-7(b) IP 中斷優先暫存器 (位址 B8H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

表 3-7(c) IP 中斷優先暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功 能
D7	-	無使用
D6	-	無使用
D5	PT2	PT2=1，計時/計數器 2 中斷或捕獲中斷致能較優先。
D4	PS	PS0=1，串列中斷致能較優先。
D3	PT1	PT1=1，計時/計數器 1 中斷致能較優先。
D2	PX1	PX1=1，外部 INT1 腳中斷致能較優先。
D1	PT0	PT0=1，計時/計數器 0 中斷致能較優先。
D0	PX0	PX0=1，外部 INT0 腳中斷致能較優先。

F. 計時/計數器暫存器[Timer/Counter]：計時器/計數器是 16 bit，故分成兩個暫存器。如表 3-8(a)(b)所示。

表 3-8(a) 計時/計數器 0 的高/低位元組暫存器

TH0(位址 8CH)		TL0(位址 8AH)	
15	8	7	0

表 3-8(b) 計時/計數器 1 的高/低位元組暫存器

TH1(位址 8DH)		TL1(位址 8BH)	
15	8	7	0

G. TCON 計時/計數器控制暫存器：，如表 3-9(a)(b)所示。

表 3-9(a) TCON 計時/計數器控制暫存器(位址 88H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

表 3-9(b) TCON 計時/計數器控制暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功 能
D7	TF1	Timer1 的溢位旗標，當計時/計數器 1 溢位時，TF1=1。跳到中斷副程式時 TF1=0。
D6	TR1	Timer1 的啟動位元，TR1=1 令計時/計數器 1 開始工作。
D5	TF0	Timer0 的溢位旗標，當計時/計數器 0 溢位時，TF0=1。跳到中斷副程式時 TF0=0。
D4	TR0	Timer0 的啟動位元，TR0=1 令計時/計數器 0 開始工作。
D3	IE1	外部中斷腳 INT1 的顯示旗標，INT1 腳中斷成立時，IE1=1。執行 RETI 時，IE1=0
D2	IT1	外部中斷腳 INT1 的中斷信號選擇，IT1=1 為負緣觸發輸入，IT1=0 為低準位輸入
D1	IE0	外部中斷腳 INT0 的顯示旗標，INT0 腳中斷成立時，IE0=1。執行 RETI 時，IE0=0
D0	IT0	外部中斷腳 INT0 的中斷信號選擇，IT0=1 為負緣觸發輸入，IT0=0 為低準位輸入

H. TMOD 計時/計數器模式暫存器：如表 3-10(a)(b)所示。

表 3-10(a) TMOD 計時/計數器模式暫存器(位址 89H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
計時/計數器 1 模式選擇				計時/計數器 0 模式選擇			

表 3-10(b) TMOD 計時/計數器模式暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功 能			
D7	GATE	GATE=1，Timer1 的計時/計數由外部 INT1 腳及 TR1 來啟動。GATE=0，僅由 TR1 啟動			
D6	C/T	C/T=1，Timer1 內部計時。C/T=0，Timer1 由外部 T1 腳來計數。			
D5	M1	模式	M1	M0	Timer1 操作模式
D4	M0	0	0	0	13 位元計時/計數器
		1	0	1	16 位元計時/計數器
		2	1	0	8 位元計時/計數器，可自動載入
D3	GATE	GATE=1，Timer0 的計時/計數由外部 INTO 腳及 TR0 來啟動。GATE=0，僅由 TR0 啟動			
D2	C/T	C/T=1，Timer0 內部計時。C/T=0，Timer0 由外部 T0 腳來計數。			
D1	M1	模式	M1	M0	Timer1 操作模式
D0	M0	0	0	0	13 位元計時/計數器
		1	0	1	16 位元計時/計數器
		2	1	0	8 位元計時/計數器，可自動載入

I. SBUF 串列埠緩衝暫存器(位址 99H)：它是串列埠發射及接收時，存放串列資料的地方，所以它有發射及接收兩組 SBUF，但均佔用同樣的位址。

J. SCON 串列埠控制暫存器：如表 3-11(a)(b)所示。

表 3-11(a) SCON 串列埠控制暫存器(位址 98H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

表 3-11(b) SCON 串列埠控制暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功 能				
D7	SM0	模式	SM1	SM0	功能說明	傳輸速率 BPS
D6	SM1	0	0	0	移位記錄器	Fosc/12
		1	0	1	8 bit UART	可設定
		2	1	0	9 bit UART	Fosc/64 或 Fosc/32
		3	1	1	9 bit UART	可設定
D5	SM2	(1) SM2=1, 在模式 2 時接收到 RB8=1 會產生中斷。 (2) SM2=1, 在模式 1 時接收到不正確的停止位元不會產生中斷。 (3) 在模式 0 須設為 “0”。				
D4	REN	接收致能位元, REN=1 表示允許接收串列資料。				
D3	TB8	在模式 2.3 中, 發射資料的 bit 8 位元				
D2	RB8	(1) 在模式 2.3 中, 存放接收到的 bit 8 位元 (2) 在模式 1 中, 若 SM2=0 存放接收到的停止位元				
D1	TI	發射中斷旗標, 發射完成時, TI=1。				
D0	RI	接收中斷旗標, 接收完成時, RI=1。				

K. PCON 電功率控制暫存器：如表 3-12(a)(b)所示。

表 3-12(a) PCON 電功率控制暫存器(位址 87H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

表 3-12(b) PCON 電功率控制暫存器位元的名稱與功能

位元	名稱	功 能
D7	SMOD	鮑德率加倍位元，在模式 1. 2. 3 時，SMOD=1 則鮑德率加倍。
D3	GF1	一般通用存取位元
D2	GF0	一般通用存取位元
D1	PD	電源下降位元，PD=1 則進入省電模式(Power Down)，僅 HCMOS 有此功能
D0	IDL	省電模式設定位元，IDL=1 則進入省電模式(IDLE)，僅 HCMOS 有此功能

L. 資料指標暫存器(DPTR：DATA Point Register)：資料指標暫存器 16 bit，它可指向 64K byte 的 RAM 或 ROM 的資料以便存取。它分成兩個暫存器 DPH 及 DPL。如表 3-13 所示。

表 3-13 DPTR 資料指標暫存器

DPH(位址 83H)		DPL(位址 82H)	
15	8	7	0

- 堆疊暫存器(SR：Stack Register) 及堆疊指標(SP：Stack Point)：堆疊指標(SP) (位址 81H)有 8 bit，它指向 RAM 形成的的堆疊暫存器，預定值是 07H。
當程式執行到 CALL 指令時，它的下一行指令的位址會存入 SP 所指定的堆疊暫存器內，但是由指定的下一個位址開始存入。
進入副程式後，等待執行 RET 指令，才將堆疊暫存器內的位址送到程式計數器，回到原來的呼叫它的下一條指令，動作分析如圖 3-13 所示。

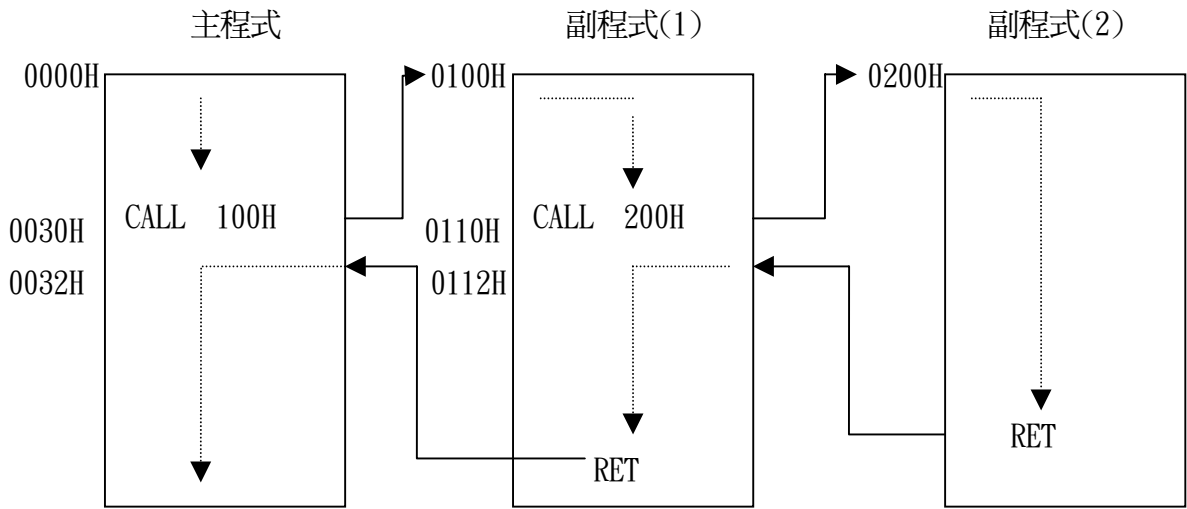


圖 3-13 執行 CALL/RET 動作

(1) 當要呼叫或執行中斷副程式時順序如圖 3-14(a)(b)(c)：

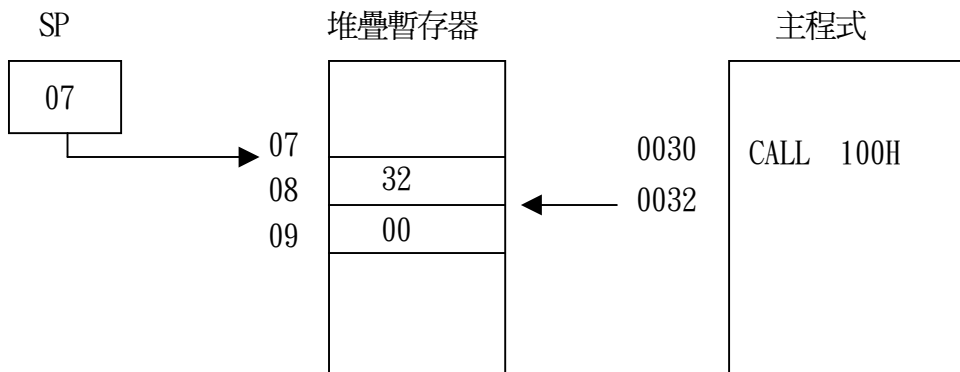


圖 3-14(a) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 CALL 動作(1)

- A. 一開始 SP 的初始值=07H，將目前呼叫(CALL)指令的下一行位址(0032H)存入堆疊暫存器 RAM 08H 及 09H 中。同時 SP+2 指向 09H。
- B. 將副程式(1)的位址(0100H)送入程式計數器，即進入副程式(1)執行，如圖 3-14(b)所示。

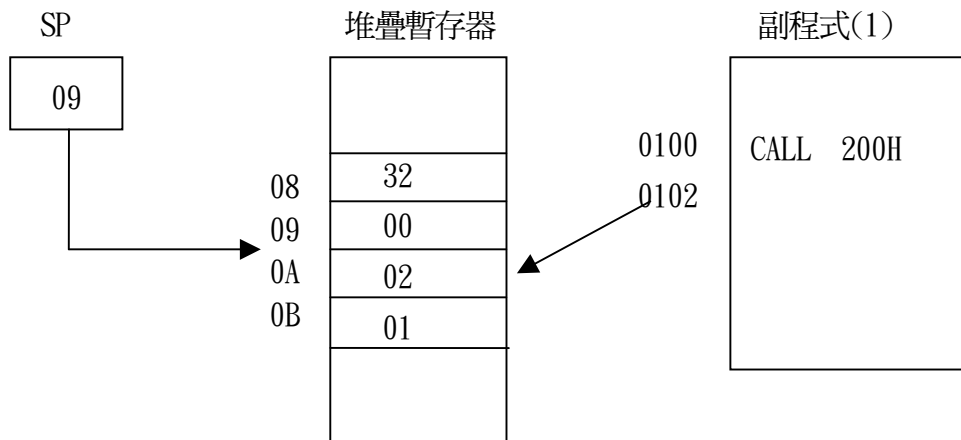


圖 3-14(b) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 CALL 動作(2)

- C. 若在副程式(1)中再呼叫另一個新的副程式(2)時，再將新的目前呼叫(CALL)指令的下一行位址(0102H)存入堆疊暫存器 RAM 0AH 及 0BH 中。同時 SP+2 指向 0BH，如圖 3-14(c)所示。

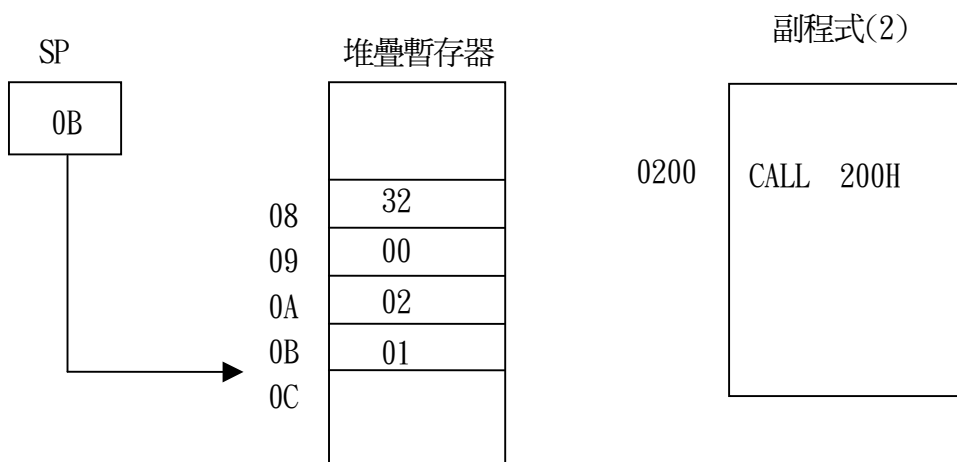


圖 3-14(c) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 CALL 動作(3)

- D. 將副程式(2)的位址(0200H)送入程式計數器，即進入副程式(2)執行。
- E. 8051 的堆疊暫存器深度有由 RAM 的剩餘空間而定，每往下呼叫(CALL)一層，會佔用兩個 byte 的空間。或往下 PUSH 一次，會佔用一個 byte 的空間。

(2) 當遇上 RET 或 RETI 等指令時，順序如圖 3-15(a)(b)(c)所示：

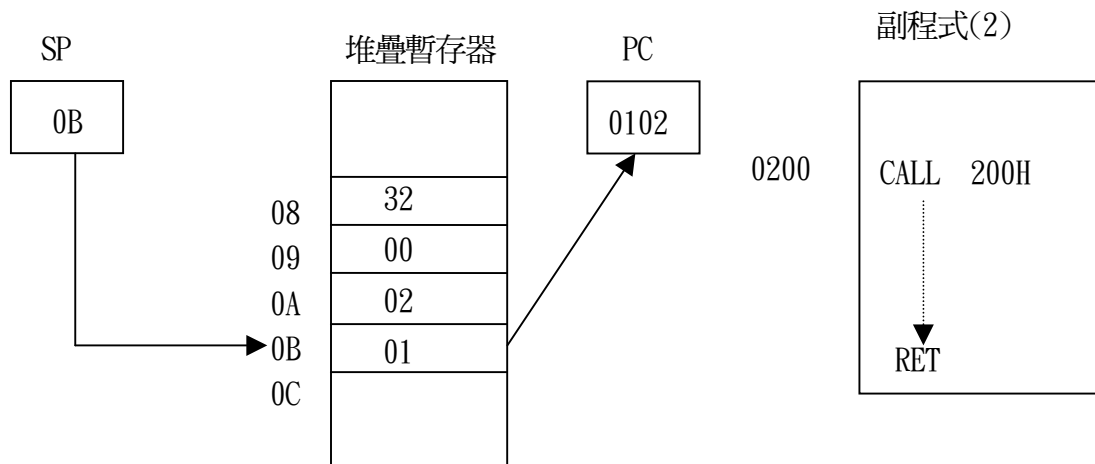


圖 3-15(a) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 RET 動作(1)

A. 取出堆疊暫存器 RAM 0AH 及 0BH 中的內容(0102H)送回程式計數器(PC)內，使它能夠跳回副程式(1)中，原來呼叫副程式的下一行指令來繼續執行。同時 SP-2 指向 09H。如圖 3-15(b)。

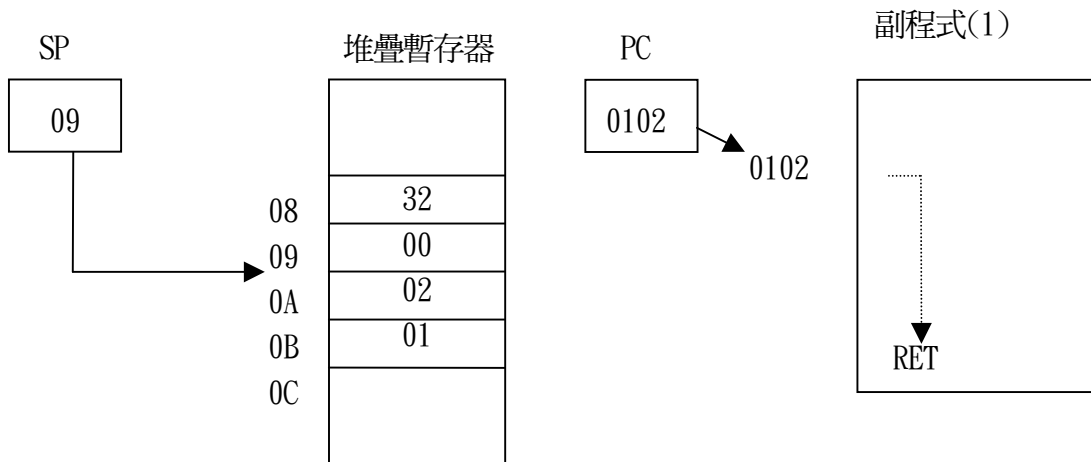


圖 3-15(b) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 RET 動作(2)

B. 再遇上 RET 時，再取出堆疊暫存器 RAM 08H 及 09H 中的內容(0032H)送回程式計數器內(PC)，使它能夠跳回主程式中，原來呼叫副程式的下一行指令來繼續執行。同時 SP-2 指向 07H。如圖 3-15(c)所示。

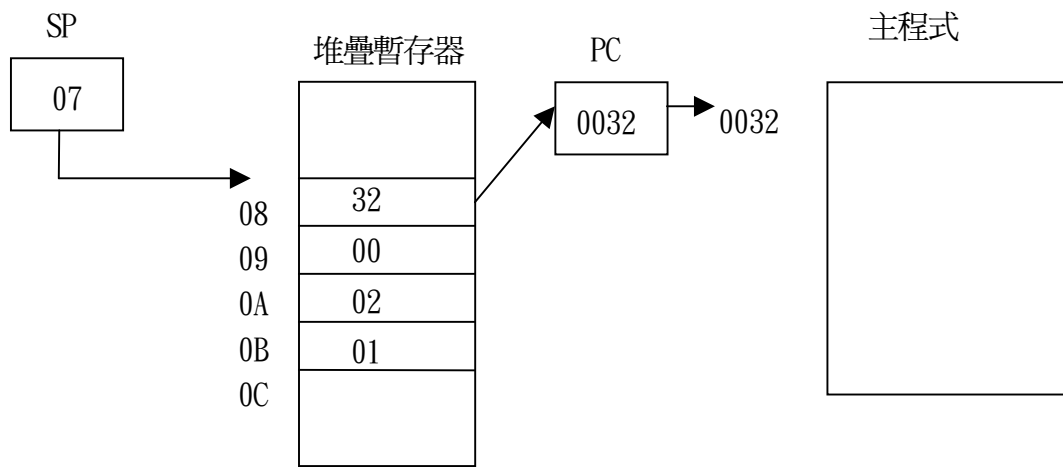


圖 3-15(c) 堆疊指標(SP)與堆疊暫存器的 RET 動作(3)

學習評量三

- 一、簡述 MCS-51 有何特色?
- 二、MCS-51 單晶片的內部有那些主要結構?

筆記欄

學習評量三答案

一、MCS-5 它具有下列幾個特色：

- ◎工作電壓固定 5V，其中 89CXX 為低功率的 CMOS IC 製作技術，非常省電。
- ◎振盪器的型式：石英晶體振盪器/外部振盪源。
- ◎工作頻率：1M~12MHz，每個指令的工作週期為振盪器的時脈頻率除以 12。
- ◎資料記憶體(RAM)為 8-bit 寬度，內部容量為 128byte(51)或 256byte(52)，同時外部可再擴充至 64K Byte。
- ◎程式記憶體(ROM)內部為 4K(51)或 8K(52)，最多外部可擴充至 64K Byte。
- ◎32 條雙向的 I/O 埠，不須另外設定其輸出入。
- ◎它並沒有專屬的堆疊(Stack)記憶體，而是設定在 RAM 的空間。
- ◎16 bit 的計時/計數器(Timer/counter)兩組(51)或三組(52)。
- ◎全雙工的串列埠(UART) 有 1 組。
- ◎中斷源有 5 個(51)或 6 個(52)：分別為：
 - 計時/計數溢位中斷(Timer/Counter Overflow Interrupt)有 2 個(51)或 3 個(52)。
 - 外部中斷(External Interrupt) 有 2 個。
 - 串列中斷(UART Interrupt) 有 1 個。

二、MCS-51 單晶片的內部主要結構有：

- (一) 程式計數器(PC：Program Counter)
- (二) 程式記憶體(Program Memory)ROM
- (三) 資料記憶體(DATA Memory)RAM
- (四) 振盪器(Oscillator)
- (五) 計時/計數器(Timer/Counter)
- (六) I/O 埠(PORT)：8 Bit 的 I/O 埠四組 P0、P1、P2 及 P3，共 32 支 I/O 腳。
- (七) 中央處理機(CPU)及累積器(A：Accumulator)
- (八) 中斷控制(Interrupt Control)：有 5 個或 6 個(僅 52)中斷源，可設定優先順序。
- (九) 串列埠(UART)：有一組串列埠，可和電腦連線。
- (十) 記憶控制(Memory Control)：有外部記憶體控制信號線，可外接 RAM 及 ROM。

學後評量

- 一、在下面的空白處，以你自己的話寫出下列狀態字語言(PSW)的的用途，請不要用參考資料或翻閱前面的資料。

程式狀態字語

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CY	AC1	F0	RS1	RS0	OV	-	P

表 3-5(b) 程式狀態字語各位元的名稱與功能

位元	名稱	功能
D7		
D6		
D5		
D4		
D3		
D2		
D1		
D0		

- 二、以你自己的話寫出堆疊暫存器的動作，請不要用參考資料或翻閱前面的資料。

我的工作計畫

作業名稱：_____

工作開始日期：_____ 完成日期：_____

工作時間：_____小時 教師認可：_____

我製作上列工作時所需用之工具及機器：

1 _____ 5 _____ 9 _____

2 _____ 6 _____ 10 _____

3 _____ 7 _____ 11 _____

4 _____ 8 _____ 12 _____

我所需要的材料及消耗品：

名稱	說明	規格	數量	估價

我計畫如何做我的作業：

工作步驟	安全注意事項	工作時注意要項

注意：(1)現在你已完成你的作業計畫，請不要馬上工作，你先檢討一下，有沒有其他更好的方法呢？有沒有遺漏呢？將你的計畫送給你的老師認可；然後再開始工作，工作時間為二小時。

(2)當你做好了作業，請對你的成品做自我評價(Self-evaluation)，然後送交老師評分。

一、我對我作業之評分

(一) 正確度共 100%

部份	滿分	動作	評 分 標 準
A	15%		微電腦的基本結構正確性
B	15%		單晶片微電腦的正確性
C	25%		MCS-51 系列單晶片微電腦的正確性
T	10%		堆疊暫存器觀念的正確性
60°	5%		工作環境保持

(二) 程式的撰寫 30%

部位	處數	滿分	扣分標準	得分
		5		

我的作業評分=正確度+程式的撰寫=___分，屬於___等

A=95 分以上 B=85 分以上 C=75 分以上

D=65 分以上 E=64 分以上

二、我的工作計畫得分___分，屬於___等。

三、安全習慣得分___分，屬於___等。

四、工作精神與學習態度得分___分，屬於___等。

五、教師評分

(一) 作業得分 _____ 3. 安全習慣_____

(二) 工作計畫_____ 4. 工作精神與學習態度得分_____

總得分 _____ 屬於_____等

六、時間
