

06 記憶體資料存取

05/24 上課資料

目錄

- 6-1 記憶體資料存取之種類及原理
- 6-2 半導體記憶體資料存取之基本原理
 - 6-2-1 SRAM之工作原理
 - 6-2-2 DRAM之工作原理
- 6-3 大容量資料儲存裝置資料存取之基本原理
 - 6-3-1 硬碟之基本原理
 - 6-3-2 RAID磁碟陣列與其應用
 - 6-3-3 Flash Memory 與SSD
- 6-4 直接記憶體存取之基本原理
- 6-5 常用的直接記憶體存取控制晶片

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

- ▶ 記憶體是電腦儲存程式與資料的主要裝置
 - 依製造材質可為三種：半導體記憶體、磁性記憶體、光學記憶體
 - 依用途功能可為二種：主要記憶體、輔助記憶體
- ▶ 半導體記憶體是利用正反器或電容儲存電荷的特性
 - 依儲存電荷的大小來表示資料 1 或 0
- ▶ 磁性記憶體是利用磁極方向感應電壓
 - 依感應電壓的大小來表示資料 1 或 0
- ▶ 光學記憶體是利用發射雷射光
 - 依光電晶體是否接收反射脈波來表示資料 1 或 0

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

- ▶ 主要記憶體（Primary Memory）是指插在**主機板**上的記憶體
 - ☆ 透過匯流排與 CPU 連接使用，屬於電腦的**必備元件**
 - ☆ 也稱為**一次**記憶體、**內部**記憶體、**連線**記憶體、**暫時**記憶體
 - ☆ 優點：資料存取**速度快**
 - ☆ 缺點：記憶**容量較小**、單位記憶體**成本高**
 - ☆ CPU 要**執行的程式**、**資料**都使用主要記憶體

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

- ▶ 外部儲存裝置是指在主機板外的記憶體
 - ☆ 透過 I/O 介面與 CPU 匯流排連接，屬於電腦的非必備元件
 - ☆ 也稱為二次記憶體、外部記憶體、離線記憶體、永久記憶體
 - ☆ 優點：記憶容量大、單位記憶體成本低
 - ☆ 缺點：資料存取速度慢
 - ☆ 該類裝置有(1)硬碟(Hard Disk Driver, HDD)、(2)固態硬碟(Solid-State Disk, SSD)、USB隨身碟、記憶卡、光碟片等

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

➤ 主要記憶體與外部儲存裝置的製造材質

☆ 主要記憶體為了匹配 CPU 的高運算速度

採用速度較快的**半導體**材料製作，如 **SRAM**、**ROM** 等記憶體

☆ 外部儲存裝置強調**高容量**與**低價位**的保存特性

使用馬達配合機械結構，以速度較慢的**磁性**、**光學**材料製作

例如：**磁帶**、**硬碟**、**光碟**等記憶裝置

☆ 隨著半導體製造技術進步，輔助記憶體也有以半導體材料製成

以**小體積**、**可攜性佳**為優勢，並可兼顧**高存取速度**

如**快閃記憶體**（Flash Memory）做的**記憶卡**、**隨身碟**等記憶裝置

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

➤ 暫存器:

☆ 暫存器是CPU運作的主要場所，8位元的CPU，其內部暫存器內存資料是8位元；16位元的CPU，其內部暫存器內存資料是16位元。

➤ 快取記憶體:

☆ CPU操作快取記憶體(如靜態隨機存取記憶體，SRAM)的速度遠高於主記憶體或外部儲存裝置，若能在快取記憶體找到所要資料，可節省大量時間，提升CPU的效率。

☆ 因此，硬體現有指令預測技術與資料預取技術至為重要。

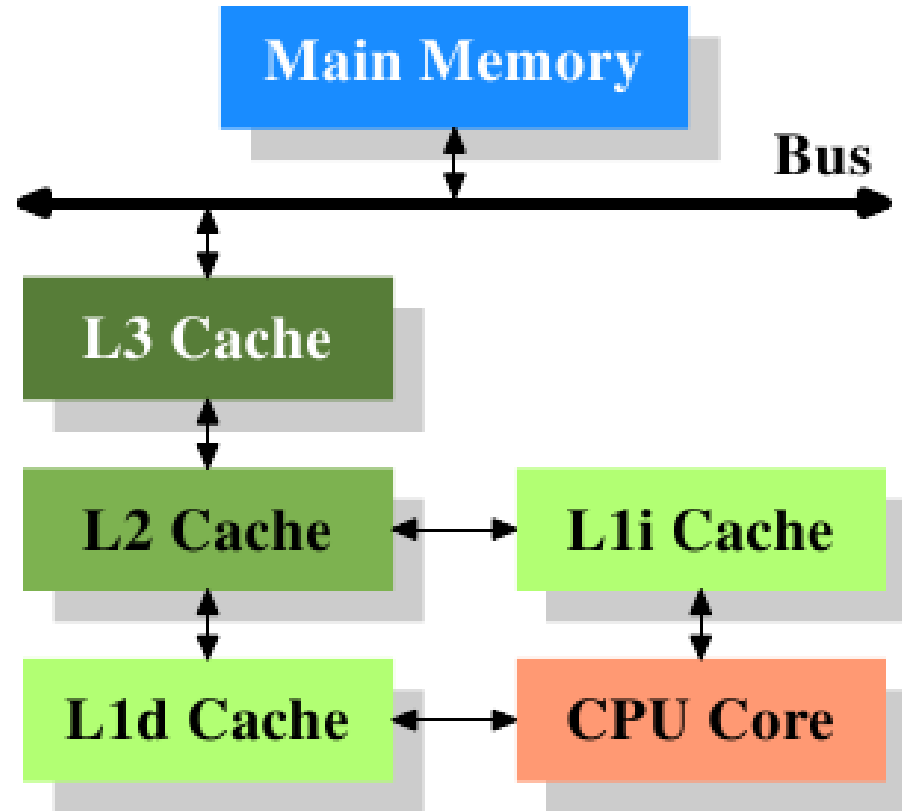
6-1 記憶體資料存取之種類及原理

☆從80386起，CPU的執行速度遠高於主記憶體，因而在主機板上建構64K Bytes快取記憶體，之後的快取記憶體皆建於CPU內)。

☆快取記憶體分為L1, L2, L3等三階層，速度 $L1 > L2 > L3$ ，容量 $L1 < L2 < L3$ ：

- L1 Cache(第一階快取記憶體) 使用CPU內部匯流排與時脈，與CPU同速。
- L2 Cache (第二階快取記憶體)在多核心的CPU裡，已作為各核心使用。
- L3 Cache(第三階快取記憶體)已為高階CPU的標配。

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

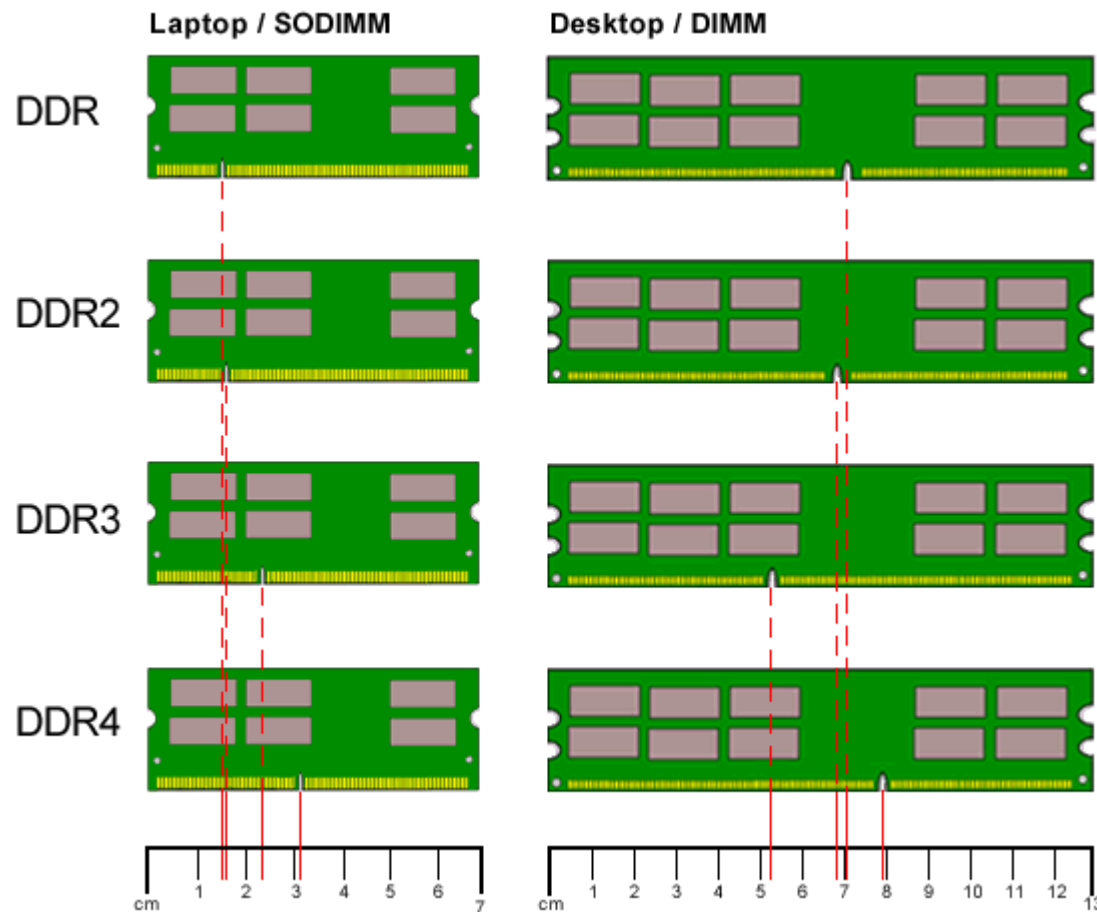


CPU-快取-主記憶體圖示

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

➤ 主記憶體: 動態隨機存取記憶體(Dynamic Random Access Memory, DRAM)

☆ 體積小、容量大、成本低，屬於揮發性記憶體，斷電後資料將消失。



NB(左)與PC(右)用DDR系列模組

6-1 記憶體資料存取之種類及原理

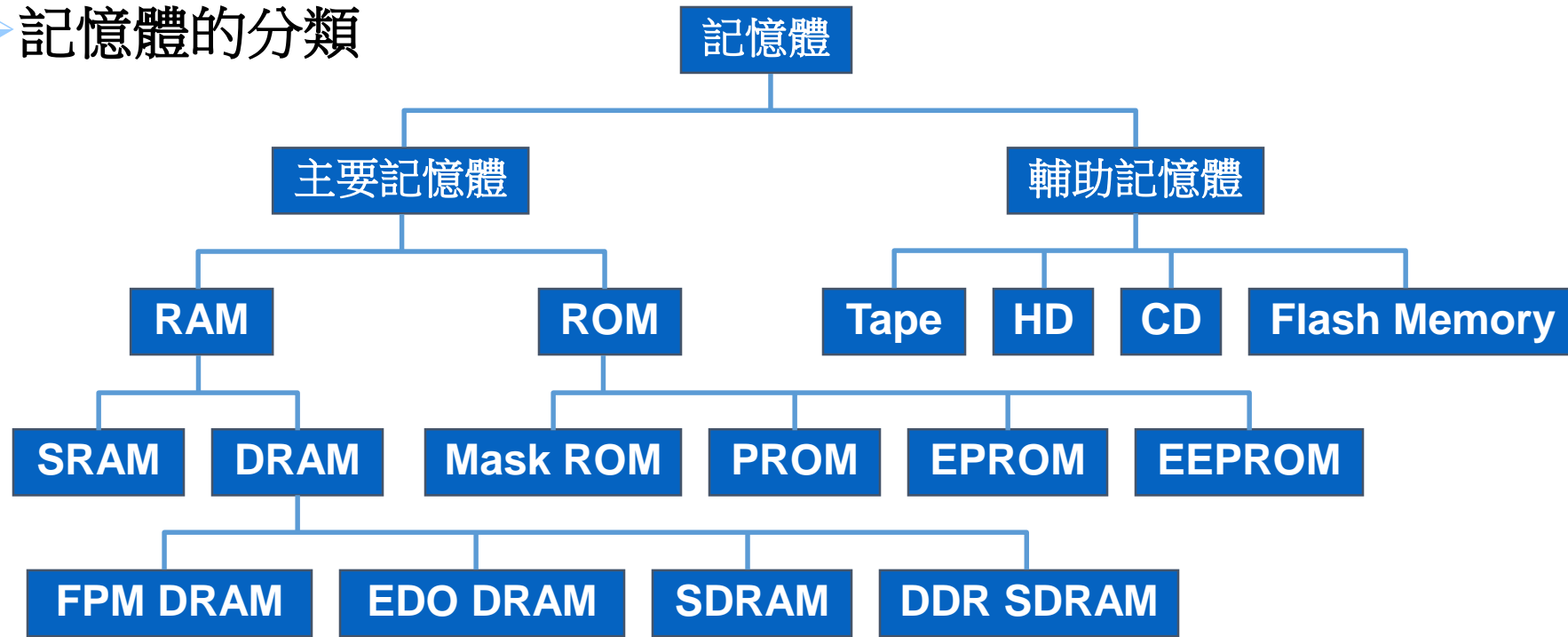
- ▶ 主記憶體: 採用**同步動態隨機存取記憶體**(Synchronous Dynamic Random-Access Memory, **SDRAM**)。
- ▶ 為提升存取效率，分別在操作時脈升緣與降緣，各存取一次，即可將資料存取率翻倍，稱為**雙倍資料率SDRAM**，簡稱 **DDR SDRAM**，其改良版為**DDR**。

▼表 6-1-2 DDR~DDR4 的規格

名稱	發行時間	內部時脈	匯流排時脈	資料速率	工作電壓	DIMM	SO-DIMM
DDR	2000	100-200	100-200	200-400	2.5/2.6V	184	200
DDR2	2003	100-266	200-533	400-1066	1.8V	240	200
DDR3	2007	100-266	400-1066	800-2133	1.5/1.35V	240	204
DDR4	2014	200-300	800-1600	1600-3200	1.2/1.05V	288	260

6-2 半導體記憶體資料存取之基本原理

➤ 記憶體的分類



DRAM 快速存取記憶體 Fast Page Mode DRAM
 EDO DRAM 擴存取記憶體 Extended Data Output DRAM
 SDRAM 碟同存取動態隨機存取記憶體 Synchronous DRAM
 DDR SDRAM 雙倍速率存取記憶體 Double Data Rate SDRAM

6-2 半導體記憶體資料存取之基本原理（特性）

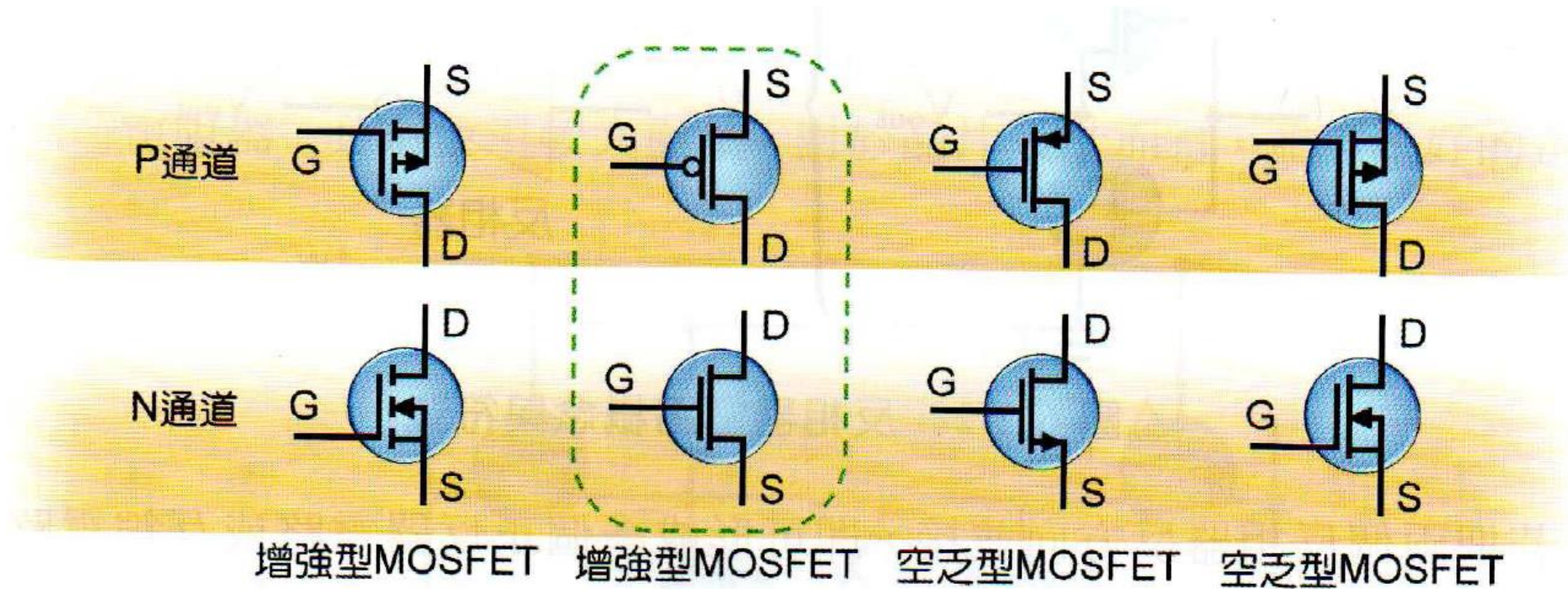
各種 ROM 的特性比較			
種類	記憶細胞結構	電路特性	
Mask ROM	二極體	製造時資料已固定，無法清除、寫入，只能讀出	
PROM	保險絲 + 二極體	資料可寫入一次但無法清除，使用燒錄器將保險絲燒斷寫入自己的程式、資料後，就如 Mask ROM 只能讀出	
EPROM	以具有浮接閘極的 MOS-FET 取代 PROM 的保險絲	EPROM 與 EEPROM、Flash ROM 的讀寫特性相同 資料可多次清除、寫入，具有 RAM 與 ROM 的雙重特性 資料清除用紫外線照射 IC 的窗口，約須 20~30 分鐘 資料寫入用燒錄器，窗口用貼紙密封避免游離紫外線破壞	
EEPROM	閘極與浮接閘極間增加第三閘極稱為控制閘極	資料寫入不須燒錄器且 IC 封裝無窗口 資料清除以負高電壓加在閘極上動作，除可加快速度外還可避免紫外線對人體造成傷害的缺失	
Flash ROM	與 EEPROM 同浮接閘極與通道間的距離做更薄	電氣特性優於 EEPROM，資料存取採磁碟的磁區為單位 具體積小、容量大、速度快、低消耗功率、耐衝擊的特性 應用於可攜式產品，例如 IC 卡、記憶卡、隨身碟	
備註	Flash ROM 雖然是半導體材料製成，但不屬於電腦的主要記憶體		

6-2 半導體記憶體資料存取之基本原理 (特性)

RAM 與 ROM 的特性比較		
項 目	隨機存取記憶體 (RAM)	唯讀記憶體 (ROM)
電路特性	資料可讀出、 可寫入 斷電後資料 不存在 ，為 揮發性 元件 資料存取 速度快	資料只可讀出、 不可寫入 斷電後資料 存在 ，為 非揮發性 元件 資料存取 速度慢
一般用途	程式、資料載入執行的地方	存放固定不變的系統程式，如 BIOS

SRAM 與 DRAM 的特性比較		
項 目	靜態隨機存取記憶體 (SRAM)	動態隨機存取記憶體 (DRAM)
結構特性	1bit 須 4~6 個 MOS 的 正反器 構成 結構較複雜，填充密度較低	1bit 須 1 個 MOS 的 輸入電容 構成 結構較簡單，填充密度較高
電路特性	優點：使用簡單 速度比 DRAM 快約 3 倍 缺點：容量小、價錢高、消耗功率大	優點：容量大、價錢低、消耗功率小 缺點：定址採多工器分 二次解碼 須充電 刷新 ，存取速度慢
備 註	DRAM 記憶細胞結構因 電容 儲存電荷有 漏電現象 ，電壓隨時間增加而減少 為確保電壓狀態不變，每隔 2m~5mS 須充電一次，稱為刷新 (Refresh)	

6-2-1 SRAM之工作原理



△圖 6-2-1 MOSFET 符號

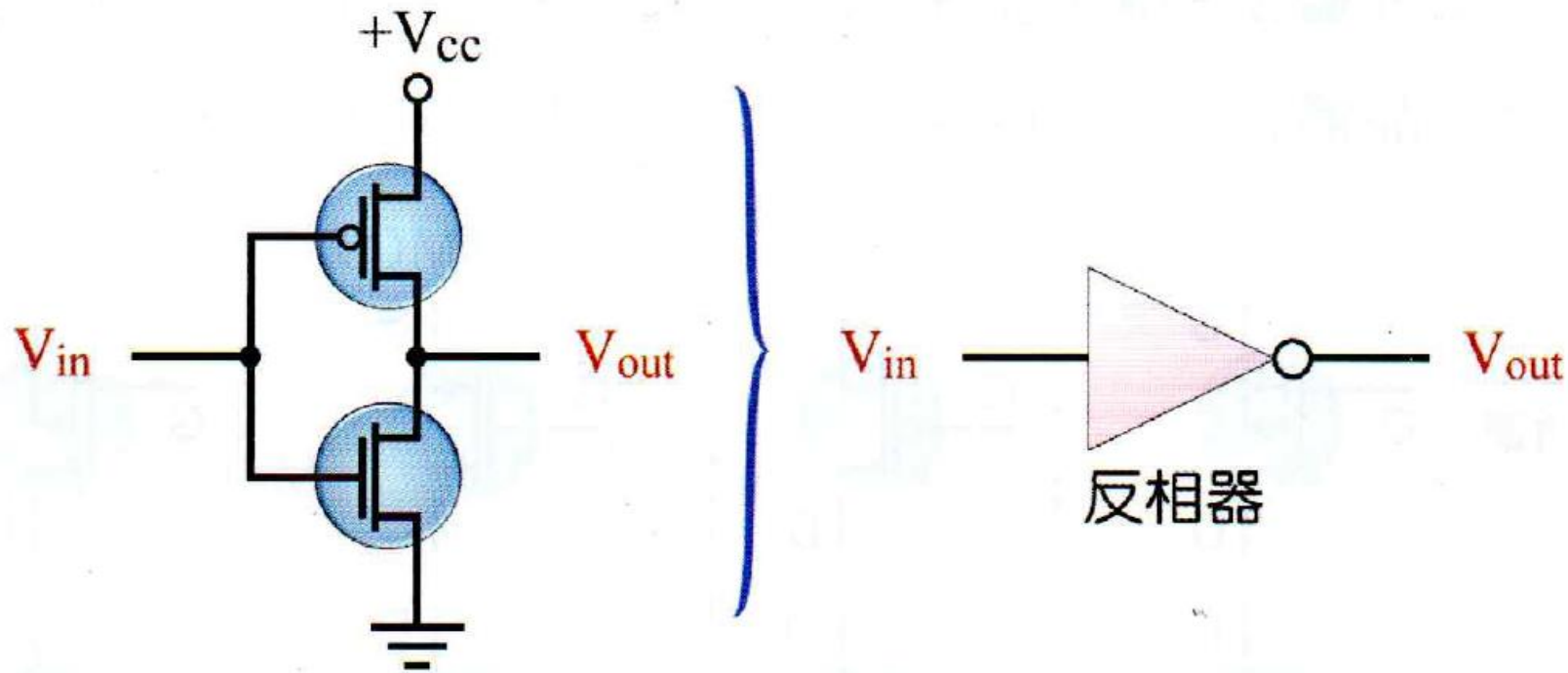
☆ 現代微處理機大多採用MOSFET(金屬氧化物半導體場效電晶體)，使用增強型MOSFET。

6-2-1 SRAM之工作原理

- ☆ 現代微處理機大多採用MOSFET(金屬氧化物半導體場效電晶體)，使用增強型MOSFET。
- ☆ MOSFET 影片 <https://www.youtube.com/watch?v=eZEqjivXF9s>
- ☆ P通道FET而言，G(閘極)電位低於S極，通道導通。反之，G(閘極)電位高於(或等於)S極，通道不導通。因此，P通道FET可視為低態動作裝置。
- ☆ N通道FET而言，G(閘極)電位高於S極，通道導通。反之，G(閘極)電位低於(或等於)S極，通道不導通。因此，N通道FET可視為高態動作裝置。

6-2-1 SRAM之工作原理

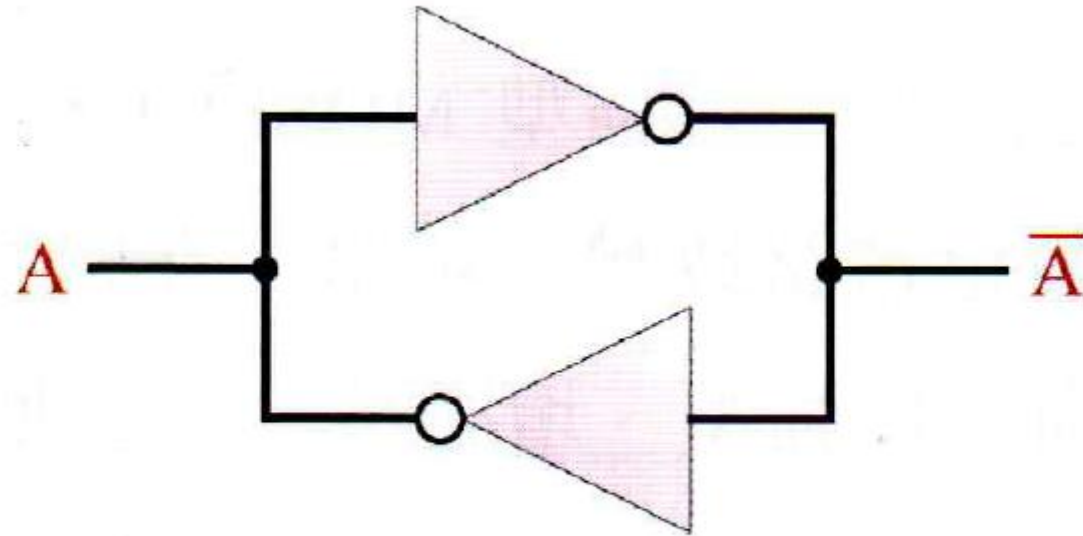
☆ P通道FET與N通道FET疊接，形成反相器電路



▲圖 6-2-2 反相器電路概念與符號

6-2-1 SRAM之工作原理

- ☆ 兩個反相器反方向相接，行成一個正反器電路或互鎖電路，若無外部信號輸入，此電路狀態將保持住，不會變動。



▲圖 6-2-3 正反器電路

6-2-1 SRAM之工作原理

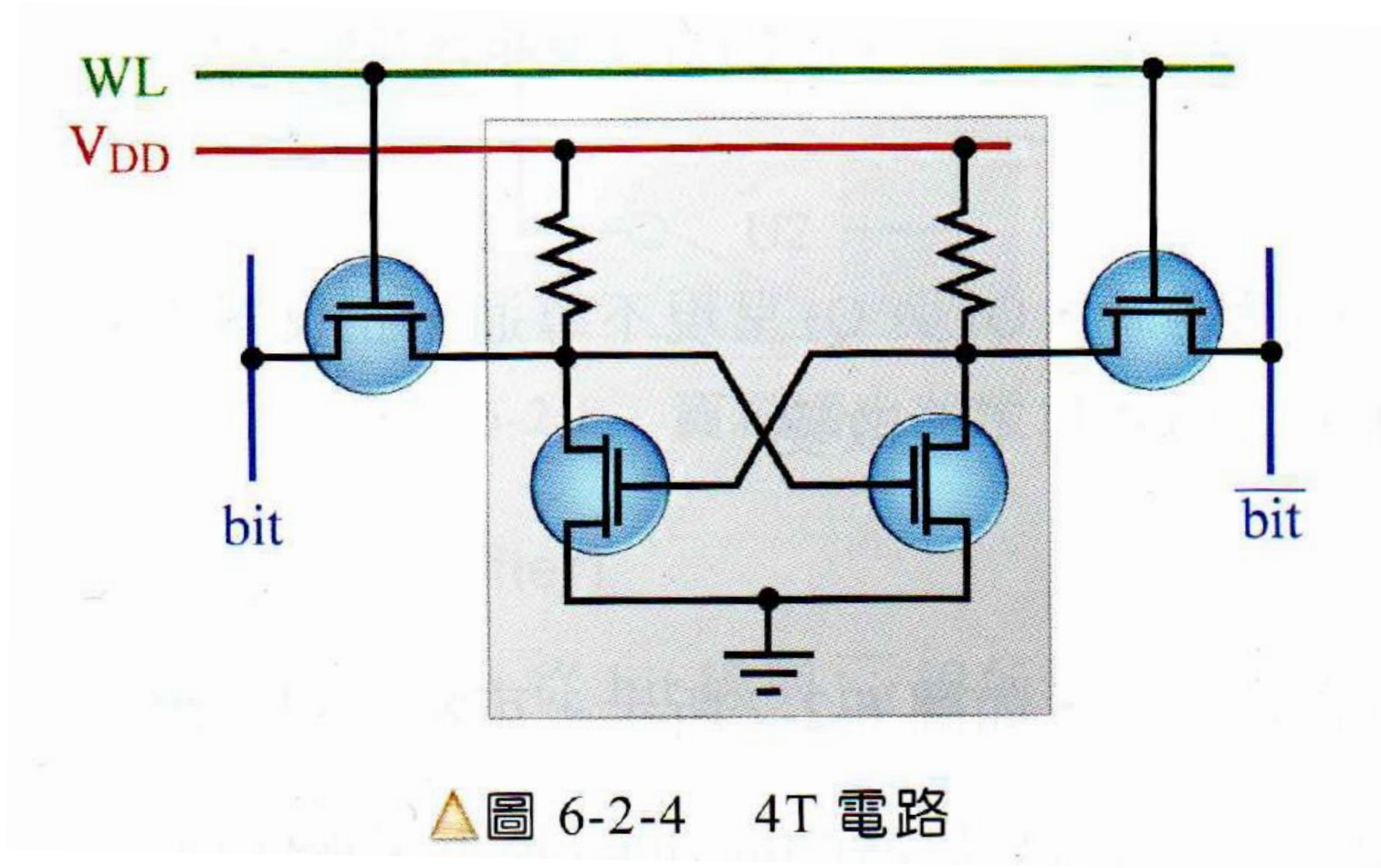
☆SRAM之記憶體單元: 此記憶體單元之特色: 只要不斷電，記憶內容保持住，但是電源消失後，記憶體內容就消失。

☆基本上，SRAM有三種操作狀態:

- 保持(hold)
- 寫入(write)
- 讀出(read)

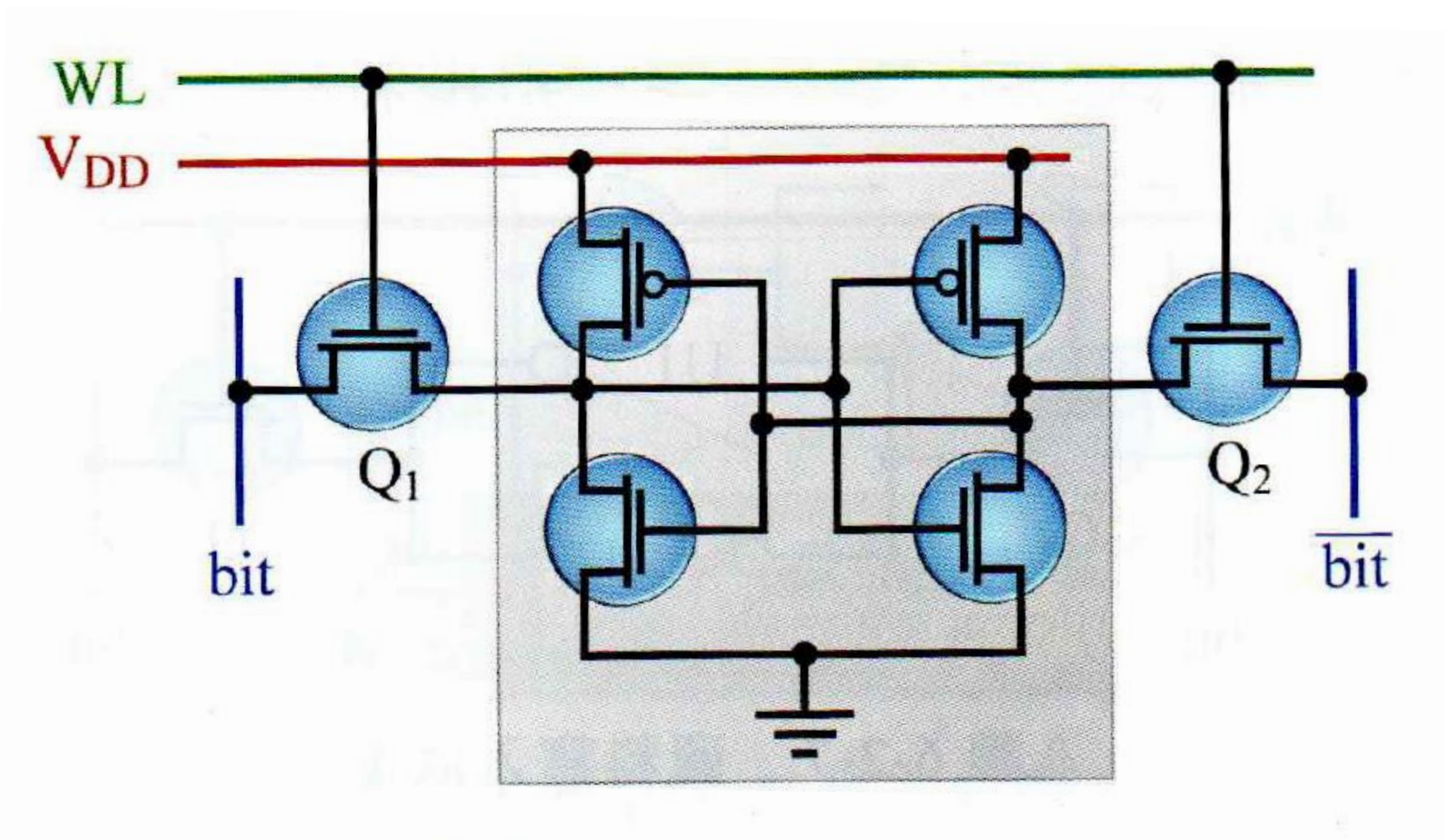
6-2-1 SRAM之工作原理

☆ 記憶體單元(1 cell) : 4T 電路與6T 電路



6-2-1 SRAM之工作原理

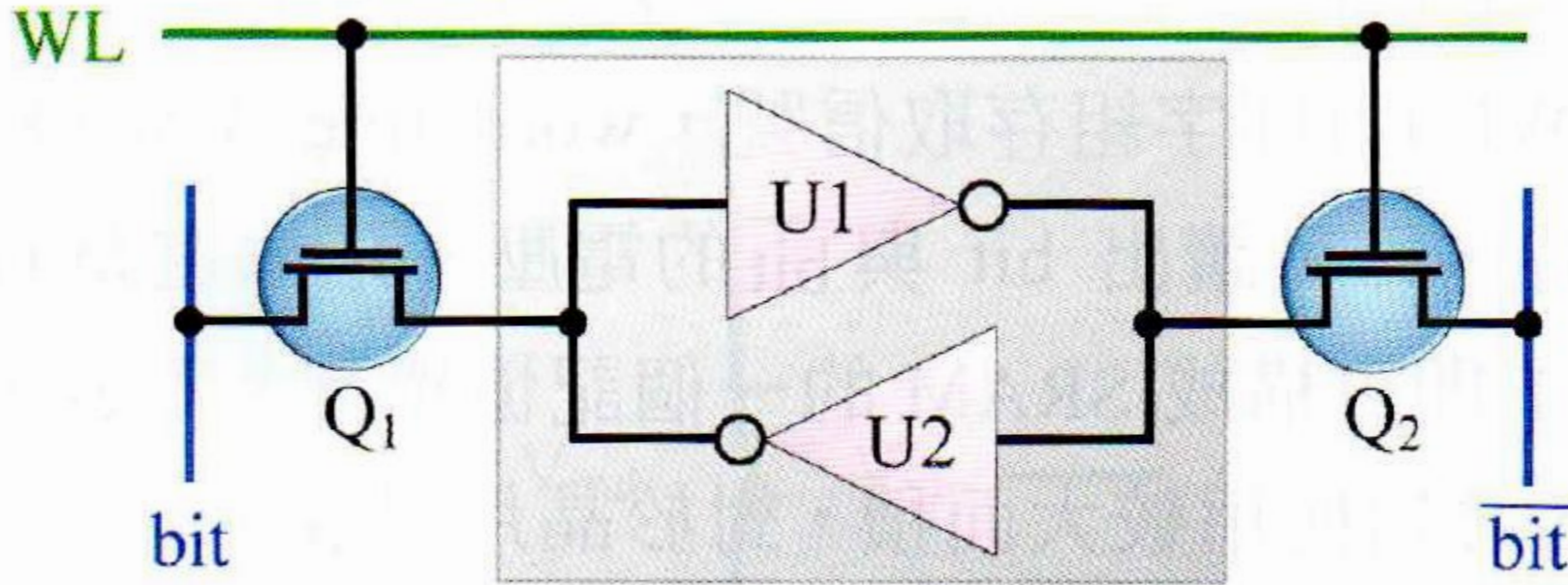
☆ 記憶體單元(1 cell) : 4T 電路與 6T 電路



▲ 圖 6-2-5 6T 電路

6-2-1 SRAM之工作原理

☆6T電路簡化如圖6-2-6

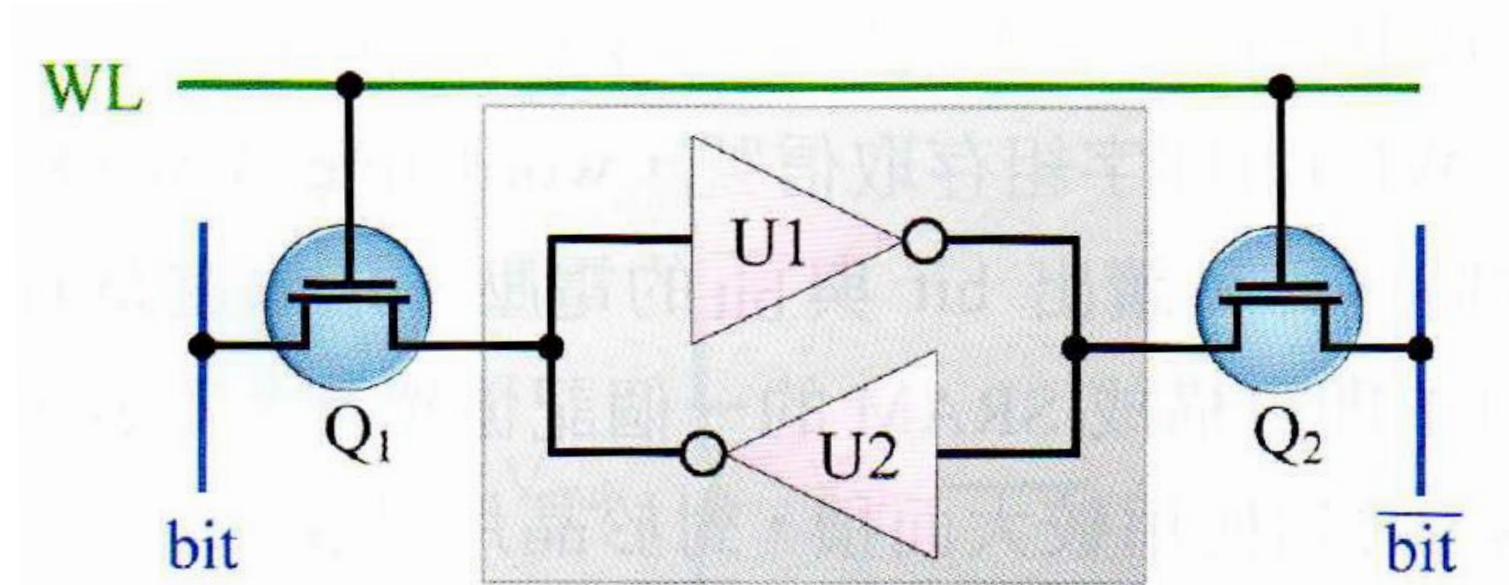


▲圖 6-2-6 6T 電路(以反相器符號繪製)

6-2-1 SRAM之工作原理

☆保持狀態:

- WL線為低態，Q1 與 Q2不導通，正反器內部兩個相反器呈現相互鎖狀態。因此資料不變。

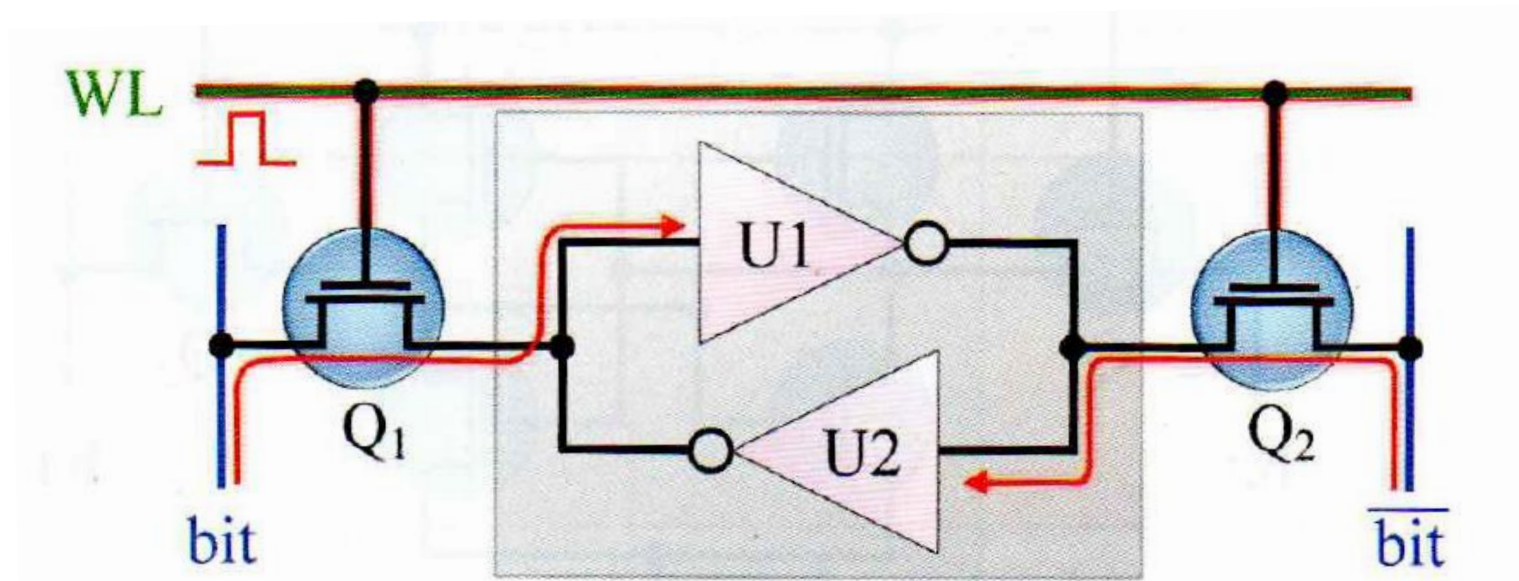


▲圖 6-2-6 6T 電路(以反相器符號繪製)

6-2-1 SRAM之工作原理

☆寫入狀態:

- 寫入資料備妥在 bit 和 $\overline{\text{bit}}$ ，
- 正脈波經由 WL線，使 Q_1 、 Q_2 導通，bit與 $\overline{\text{bit}}$ 的資料分別輸入U1、U2反相器。

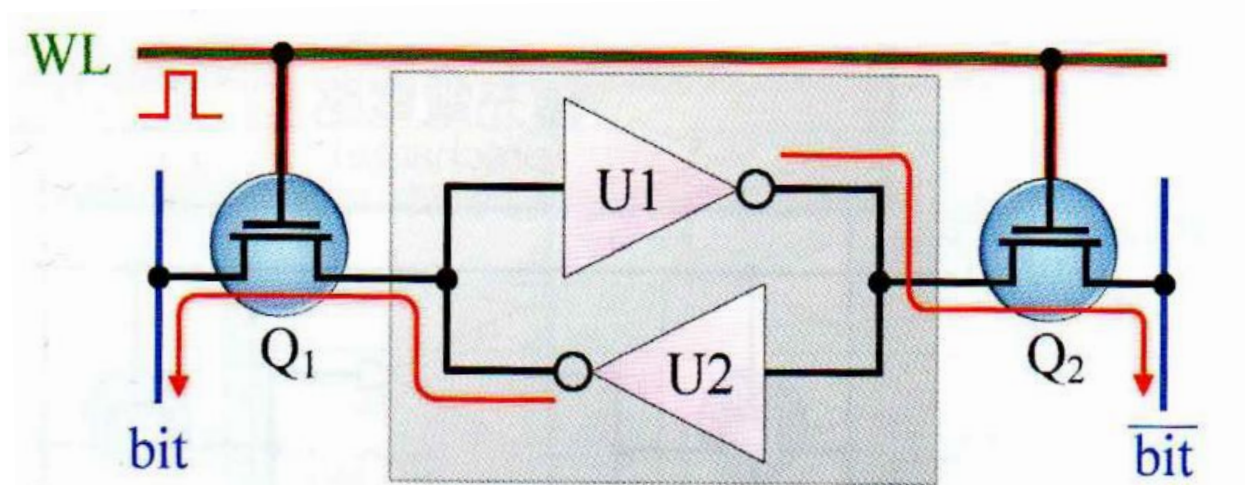


▲圖 6-2-7 資料寫入狀態

6-2-1 SRAM之工作原理

☆讀出操作:

- 正脈波經由 WL線，使 Q_1 、 Q_2 導通，資料位於U1、U2反相器上，分別輸出到bit與 $\overline{\text{bit}}$ ，
- WL線恢復低態後， Q_1 、 Q_2 不導通，兩個反相器保持互鎖。

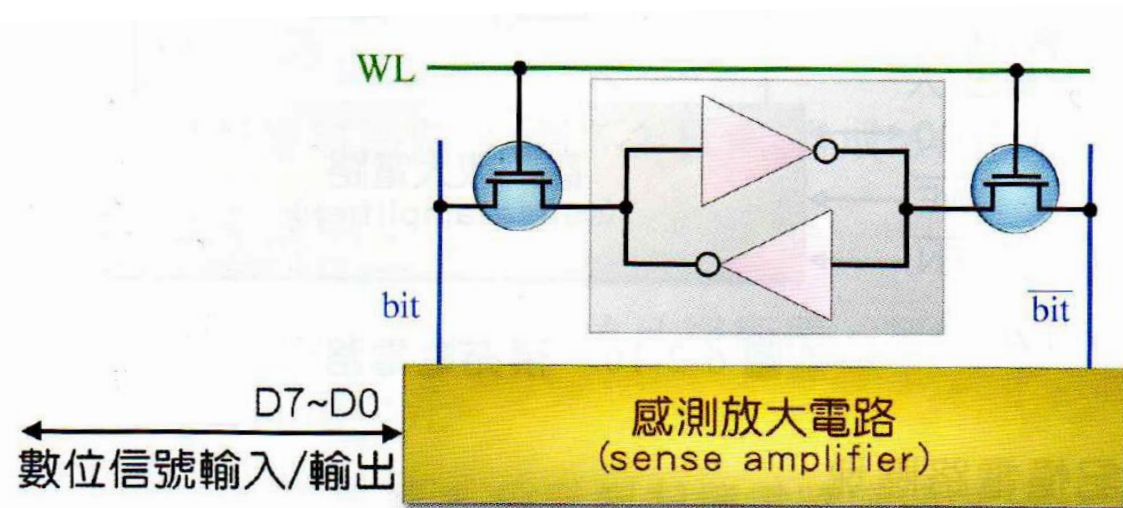


▲圖 6-2-8 資料讀出狀態

6-2-1 SRAM之工作原理

☆ 感測放大電路:

- 類比訊號轉為數位訊號
- bit線的電壓大於 $\bar{\text{bit}}$ 時，輸出數位訊號1，
- 反之，則為0。



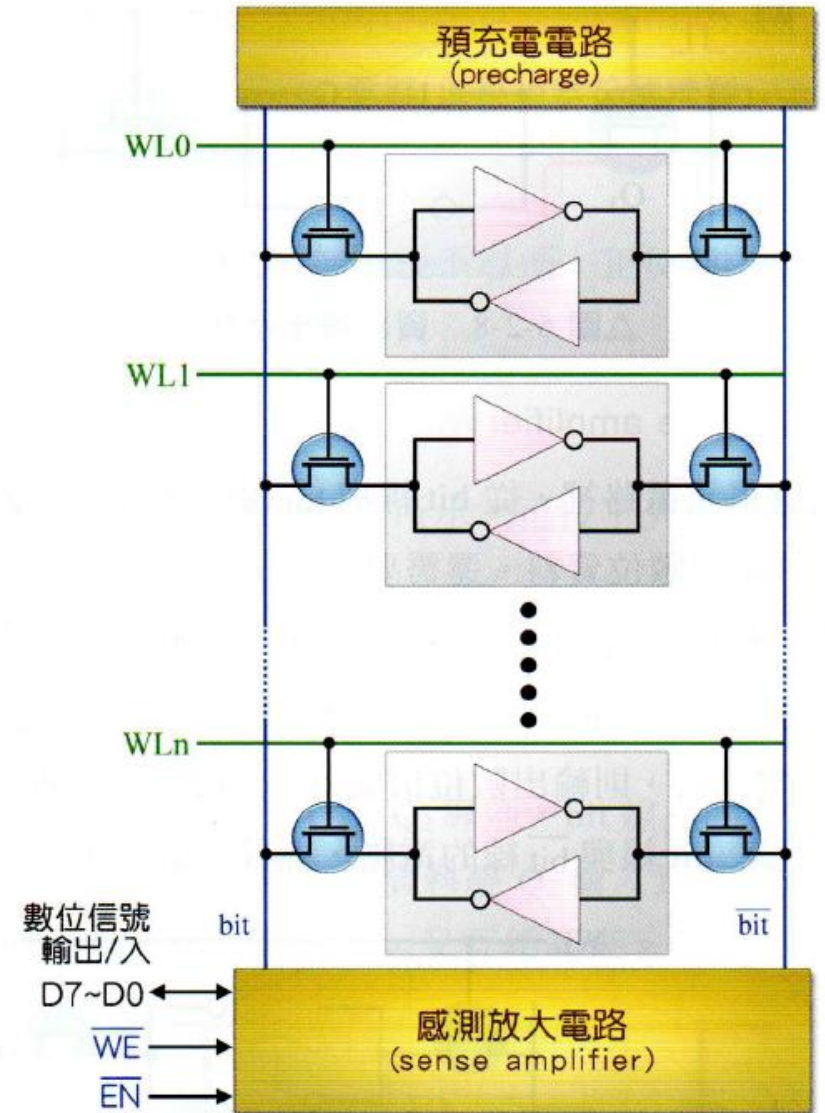
▲圖 6-2-9 感測放大電路(數位資料輸入/輸出電路)

6-2-1 SRAM之工作原理

☆ 預充電電路:

- 連接數量增加，相當於並接多個電容，終導至信號延遲與衰弱。
- 因此，**在寫入前**，先對bit線或bit線輸入電容充電，以達到電源電壓後，才進行資料寫入。

此處有錯

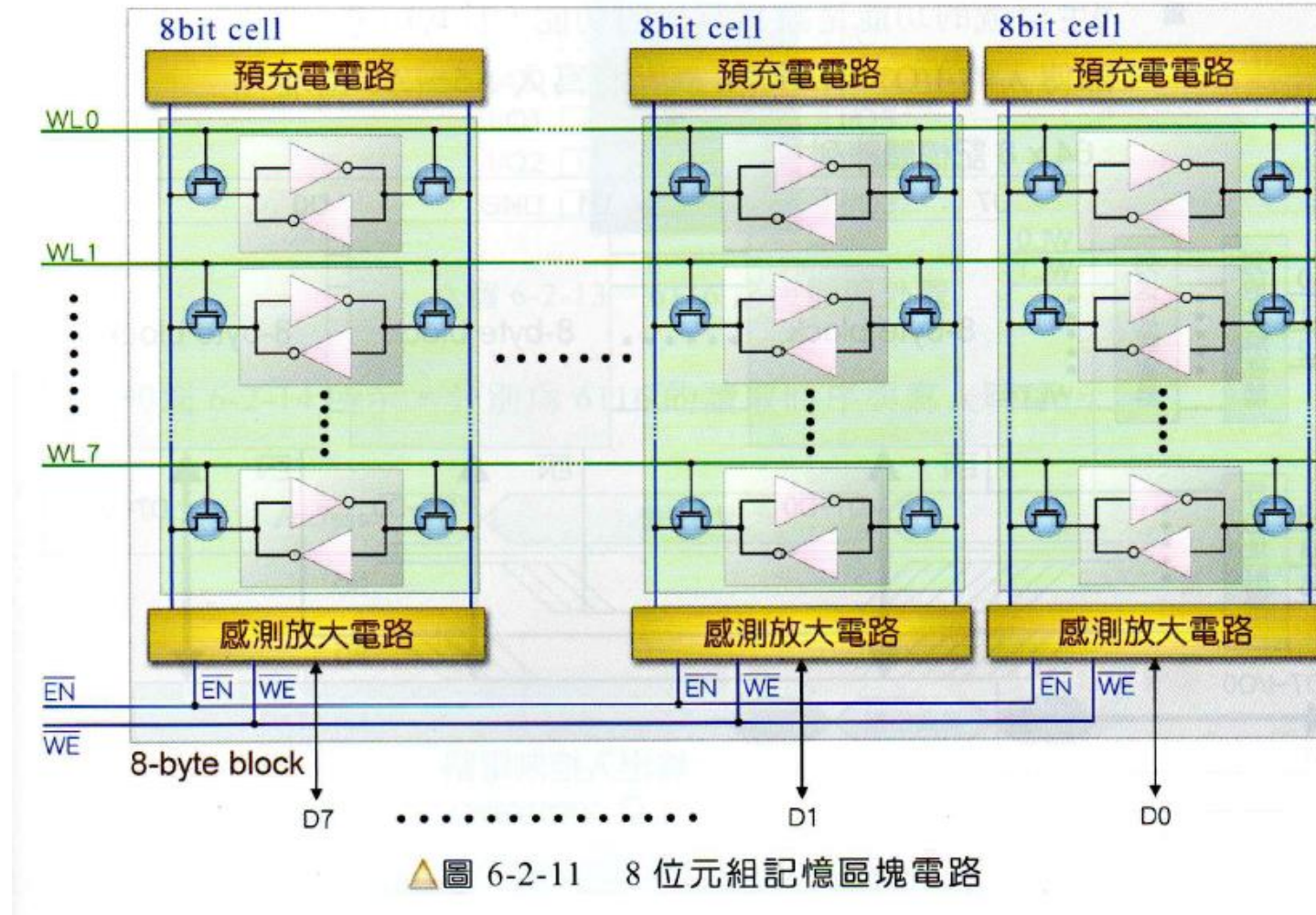


△圖 6-2-10 預充電電路

6-2-1 SRAM之工作原理

☆ 8位元記憶體電路區塊:

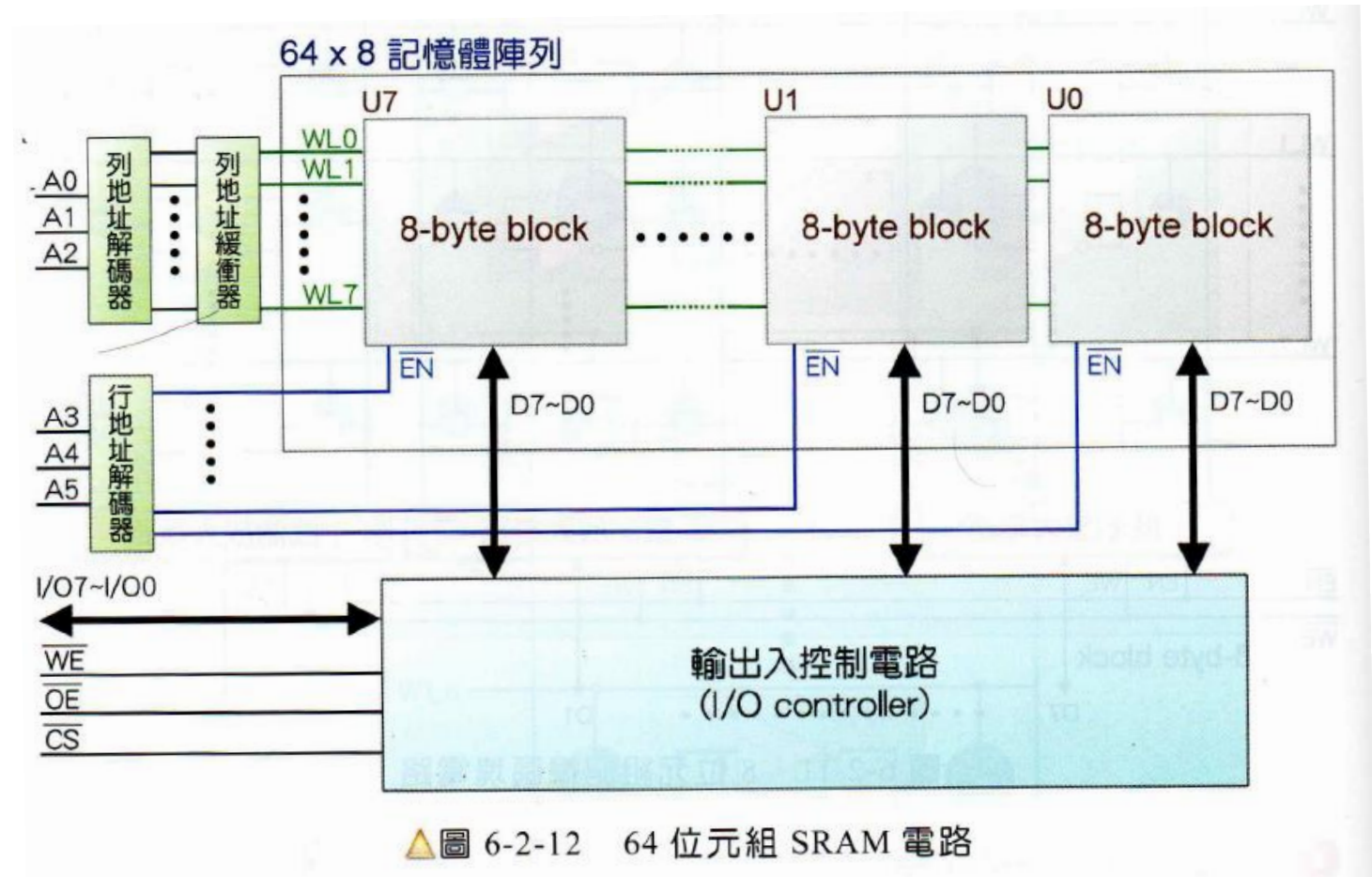
- $WL0 \sim 7$: 選擇哪個記憶單元。
- \overline{EN} : 致能信號， $\overline{EN} = 0$ 可讀取此區塊。 ， $\overline{EN} = 1$ ，此區塊不工作。
- \overline{WE} : 讀寫控制信號， $\overline{WE} = 0$ ，寫入記憶體， $\overline{WE} = 1$ ，讀出記憶體。



6-2-1 SRAM之工作原理

☆64位元組SRAM電路:

- CS : 晶片選擇訊號，CS = 0，晶片才會工作。
- OE : 讀出設定訊號，OE = 0，WE = 1，經由A0 ~ 5位址資料，經由輸出到I/O7~0。
- WE : 寫入設定訊號，先傳入I/O7~0資料與A0 ~ 5位址，再設定 WE = 0。

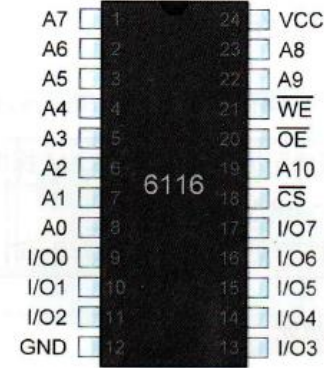


6-2-1 SRAM之工作原理

☆ 6116 SRAM IC :

- 11條位址線(A0 ~ 10)
- 定址: $2^{11} = 2048$ (2K)
- 讀取資料量，每次8位元。

☆ 讀取與寫入時序如右圖，但是寫入時序不對，應該先寫入 **Data in**，才能設定 **WE**。



▲圖 6-2-13 6116 之接腳與外觀

如圖 6-2-14 所示，分別為 6116 的讀取時序與寫入時序。



▲圖 6-2-14 6116 之讀取時序與寫入時序

6-2-1 SRAM之工作原理

☆作業九

- 二、問答題: 第一題(第234頁)。
- 第二題: 請參考圖6-2-5 6T電路(第175頁) , 請說明此電路如何工作 , 其中包括三個狀態(hold, write, read)