

電腦(計算機)概論

Dr C.H.Wang

1-1 電腦是什麼

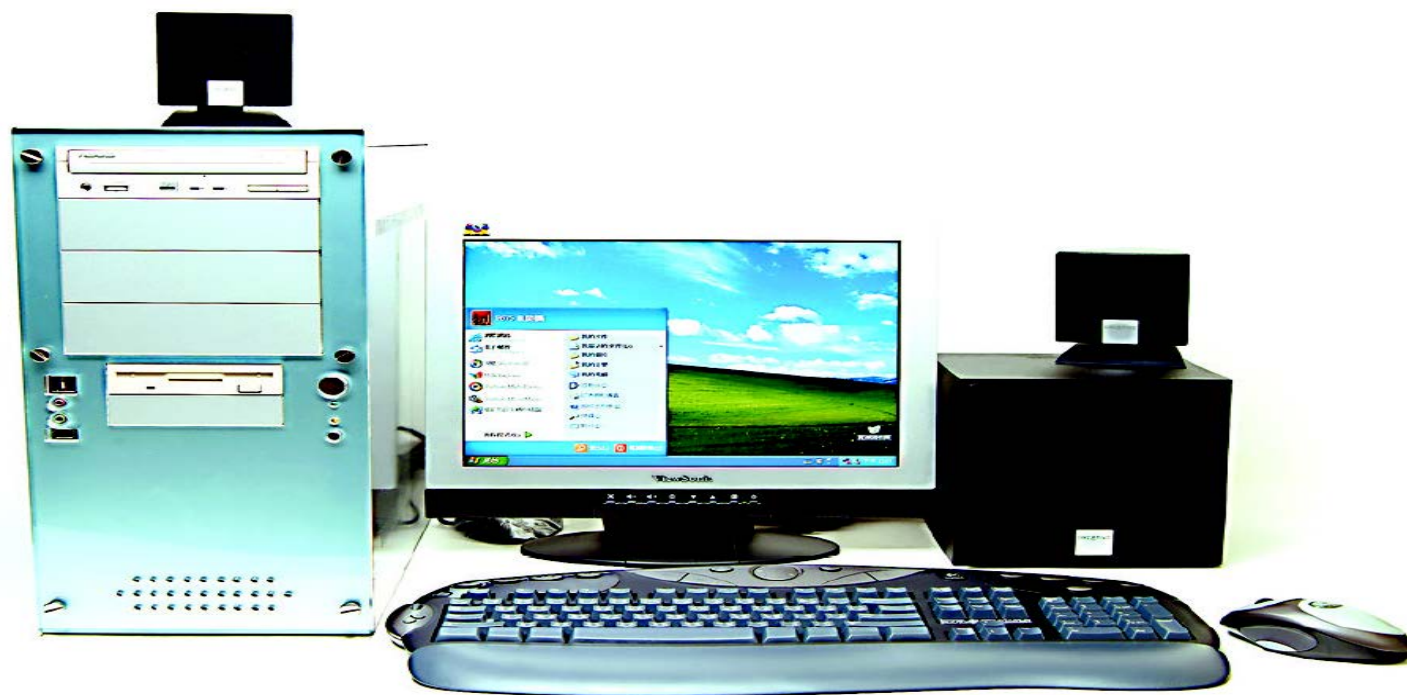


圖 1-1 個人電腦是最常見的電腦

電腦是什麼



圖 1-2 智慧型手機和平板電腦是目前最熱門的資訊產品, 也屬於電腦的一種

電腦是什麼

- ▶ 1-1-1 電腦的定義與硬體的 5 大單元架構
- ▶ 1-1-2 電腦硬體 5 大單元的運作方式

1-1-1 電腦的定義與硬體的 5 大單元架構

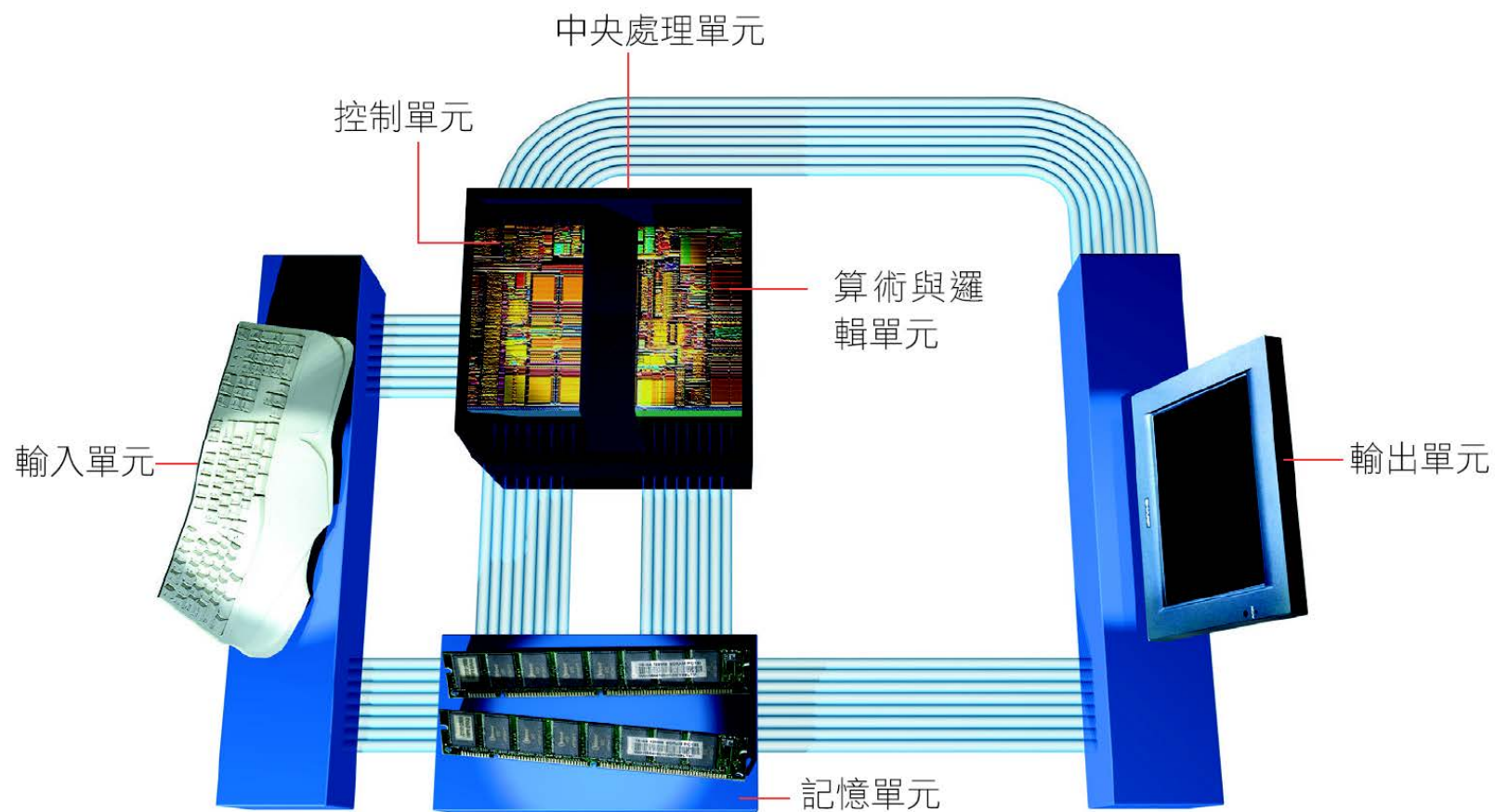


圖 1-3 電腦硬體的 5 大單元 (圖片來源：旗立資訊)

馮紐曼架構(Von Neumann Architecture)

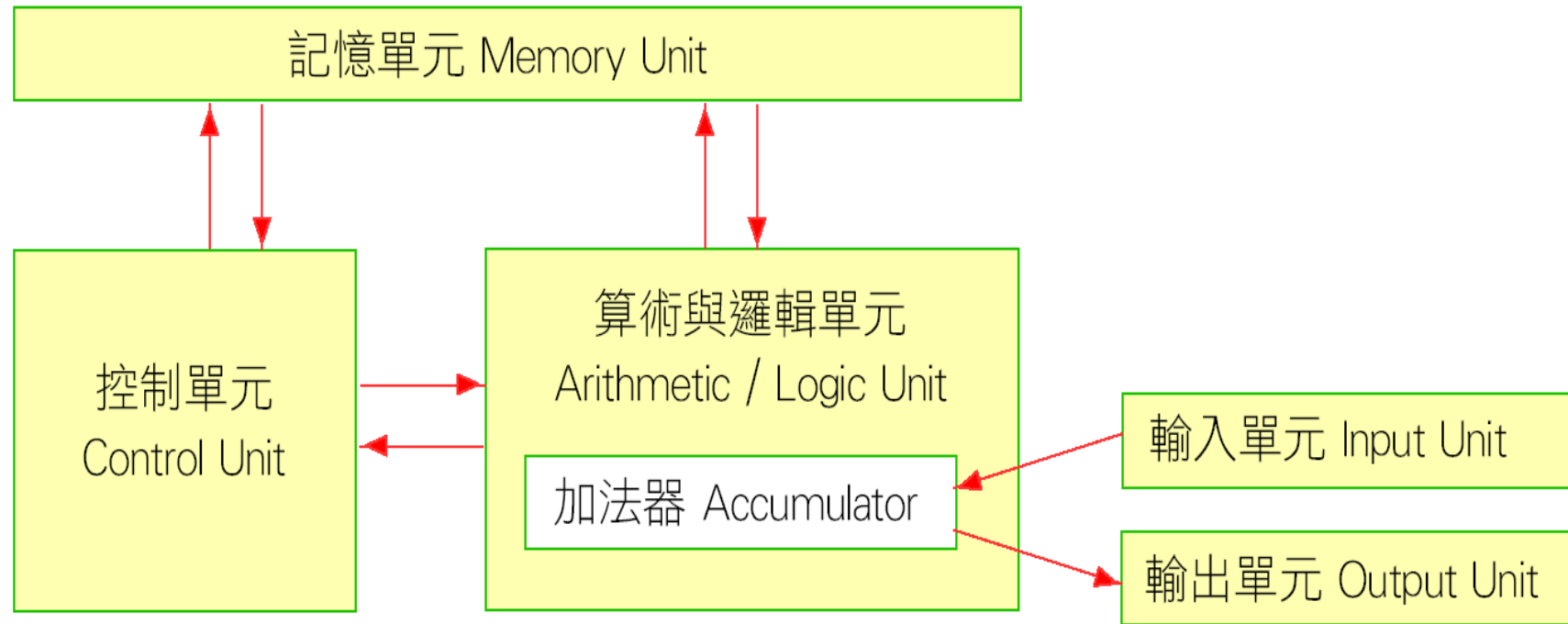


圖 1-4 馮紐曼架構 (Von Neumann Architecture)

1-1-2 電腦硬體 5 大單元的運作方式

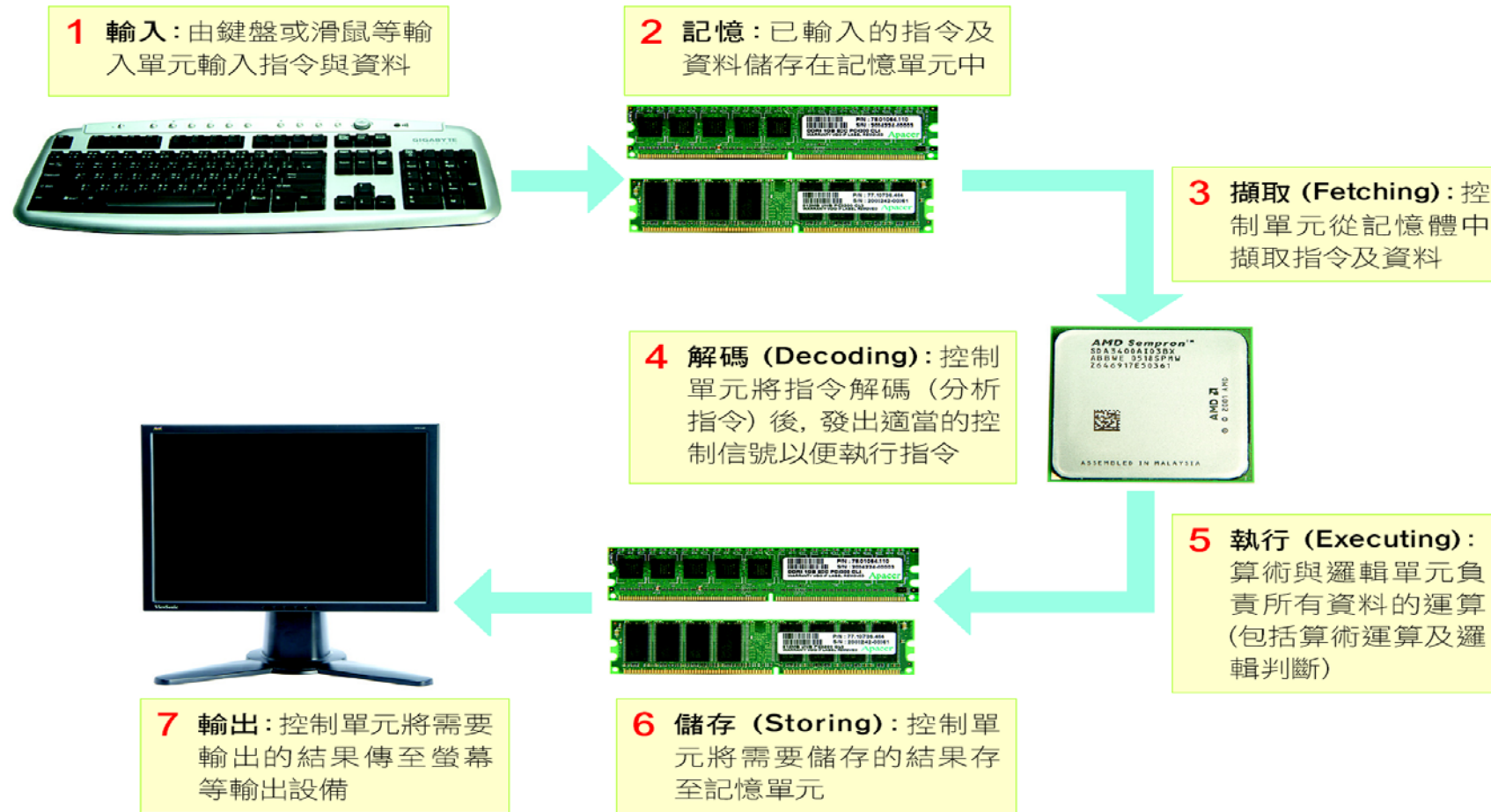


圖 1-5 5 大單元運作示意圖

電腦的儲存單位與時間單位

- ▶ 由於電腦處理資料的速度非常快，若使用日常生活中常用的小時、分，甚至秒來描述其處理時間，都很不方便，因此通常使用更小的單位。
- ▶ 以下為電腦領域中，較常用的時間單位：
 - ▶ 毫秒(Millisecond, ms)：千分之一秒， $1\text{ ms} = 10^{-3}\text{ s}$ 。
 - ▶ 微秒(Microsecond, μs)：百萬分之一秒， $1\mu\text{s} = 10^{-6}\text{ s}$ 。
 - ▶ 奈秒(Nanosecond, ns)：十億分之一秒， $1\text{ ns} = 10^{-9}\text{ s}$ 。

1-2 電腦的演進

- ▶ 1-2-1 電腦先驅 - 差分機與分析機(十九世紀)
- ▶ 1-2-2 真空管電腦 - 第1 代電腦(1946 ~ 1953)
- ▶ 1-2-3 電晶體電腦 - 第2 代電腦(1954 ~ 1963)
- ▶ 1-2-4 積體電路電腦 - 第3 代電腦(1964 ~ 1970)
- ▶ 1-2-5 微處理器電腦 - 第4 代電腦(1971 ~ 現在)
- ▶ 1-2-6 未來趨勢 - 第5 代人工智慧電腦

電腦的演進

電腦先驅	十九世紀 Babbage 設計差分機與分析機。
第 1 代真空管電腦 (1946~1953)	1946 第一台電腦 (ENIAC) 在美國建造完成。 1947 貝爾 (Bell) 實驗室研究出第一個電晶體。 1951 第一台商用電腦 UNIVAC 誕生。
第 2 代電晶體電腦 (1954~1963)	1954 貝爾實驗室發明第一台電晶體電腦。
第 3 代積體電路電腦 (1964~1970)	1964 第 3 代積體電路電腦 IBM 360 系列推出。 1970 IBM 370 系列推出。
第 4 代微處理器電腦 (1971~)	1971 Intel 推出微處理器 4004。 1972 微處理器晶片開始大量生產銷售。 1977 Apple II 微處理電腦誕生。 1981 IBM 推出 IBM PC。 1985 386 電腦問世, 個人電腦進入 32 位元的時代。 1993 Intel Pentium CPU 問世。 2003 AMD Opteron 64 位元 CPU 推出, 個人電腦開始邁向 64 位元架構。 2005 AMD 與 Intel 分別發表雙核心 CPU, 個人電腦邁向多核心架構。 2010 蘋果電腦公司發表 iPad 產品, 掀起新一代的平板電腦革命。

表 1-1 電腦的演進歷史

1-2-1 電腦先驅 - 差分機與分析機 (十九世紀)

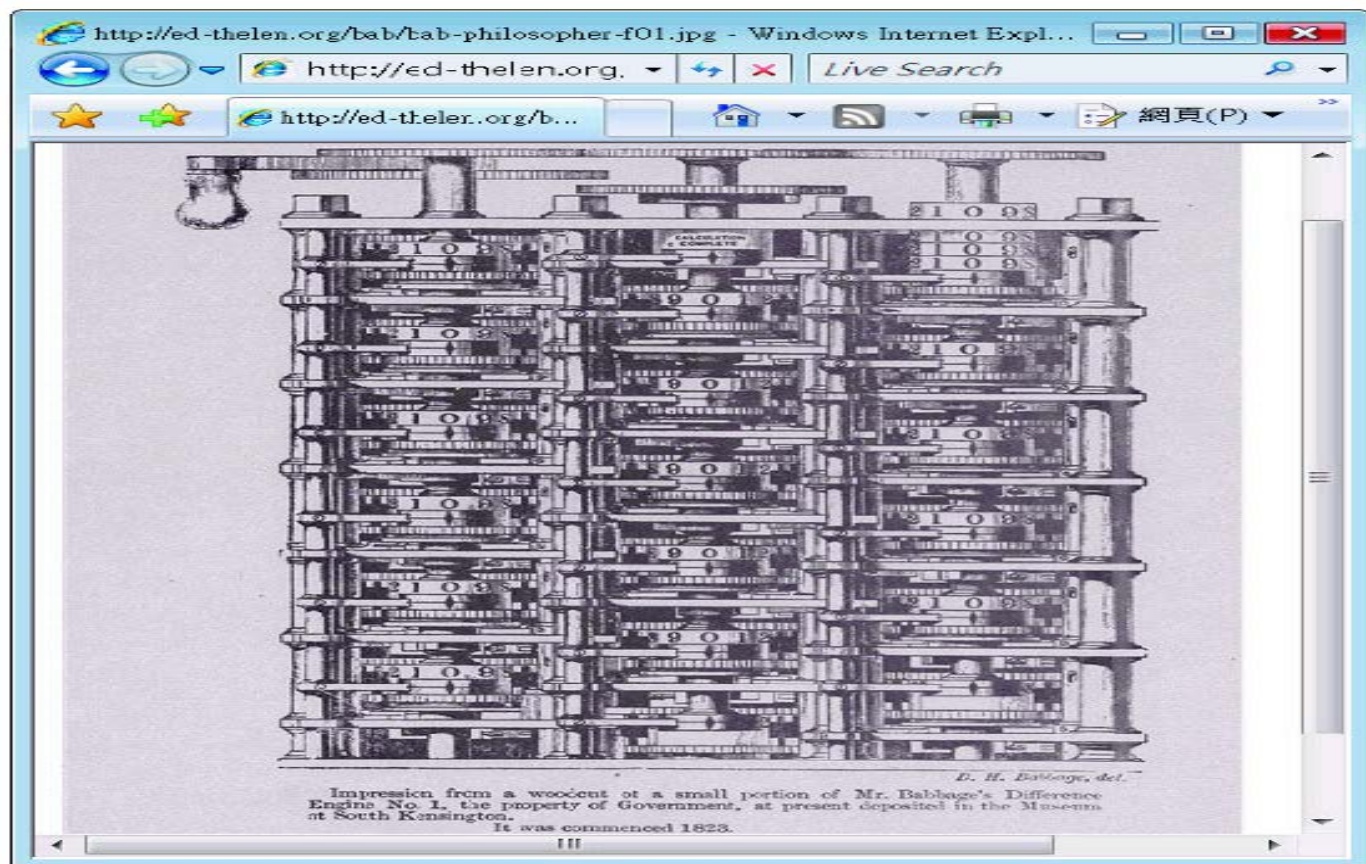


圖 1-6 差分機

1-2-2 真空管電腦 - 第 1 代電腦 (1946 ~ 1953)

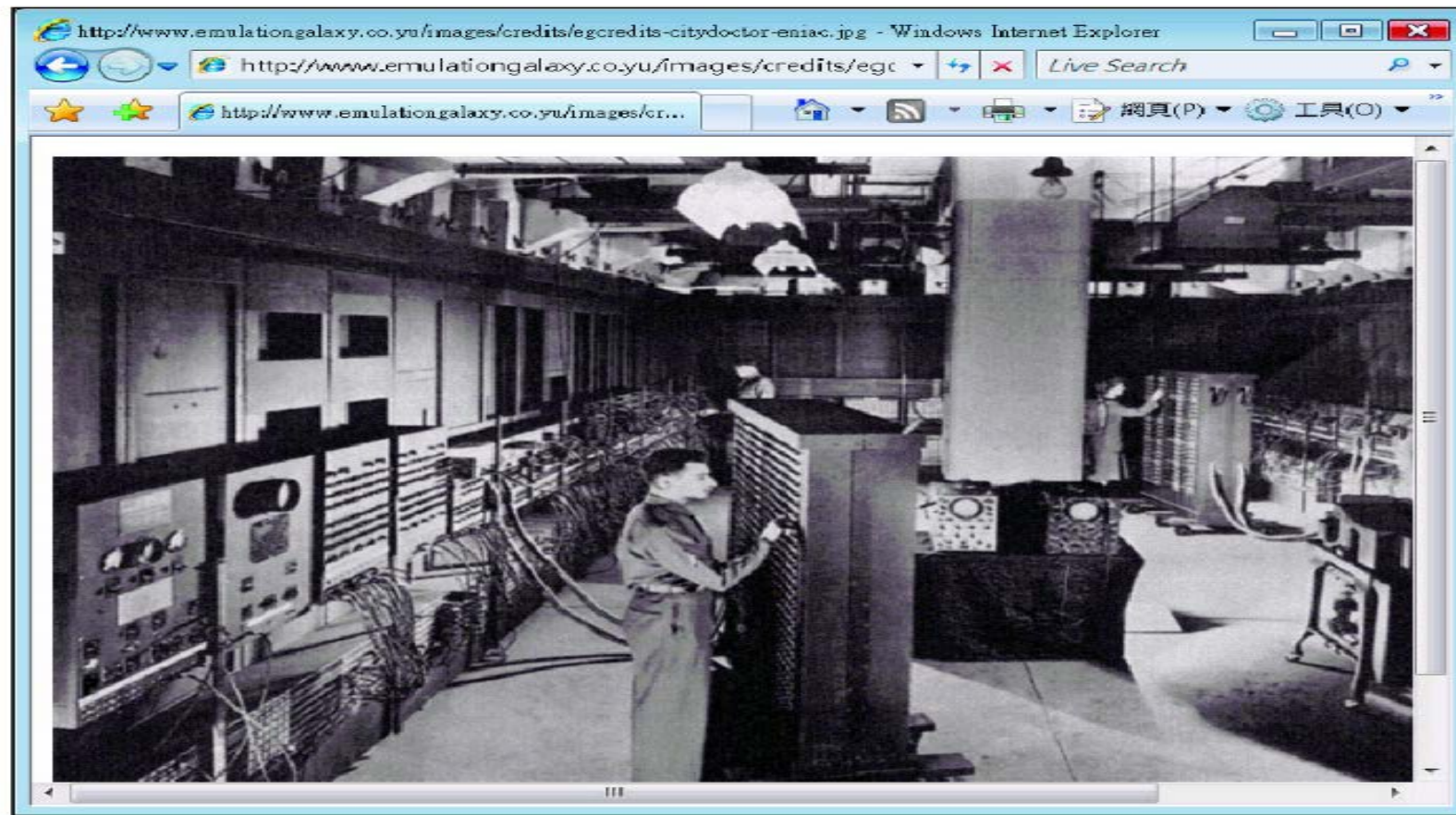


圖 1-7 人類第一部電腦 — ENIAC

1-2-3 電晶體電腦 - 第 2 代電腦 (1954 ~ 1963)

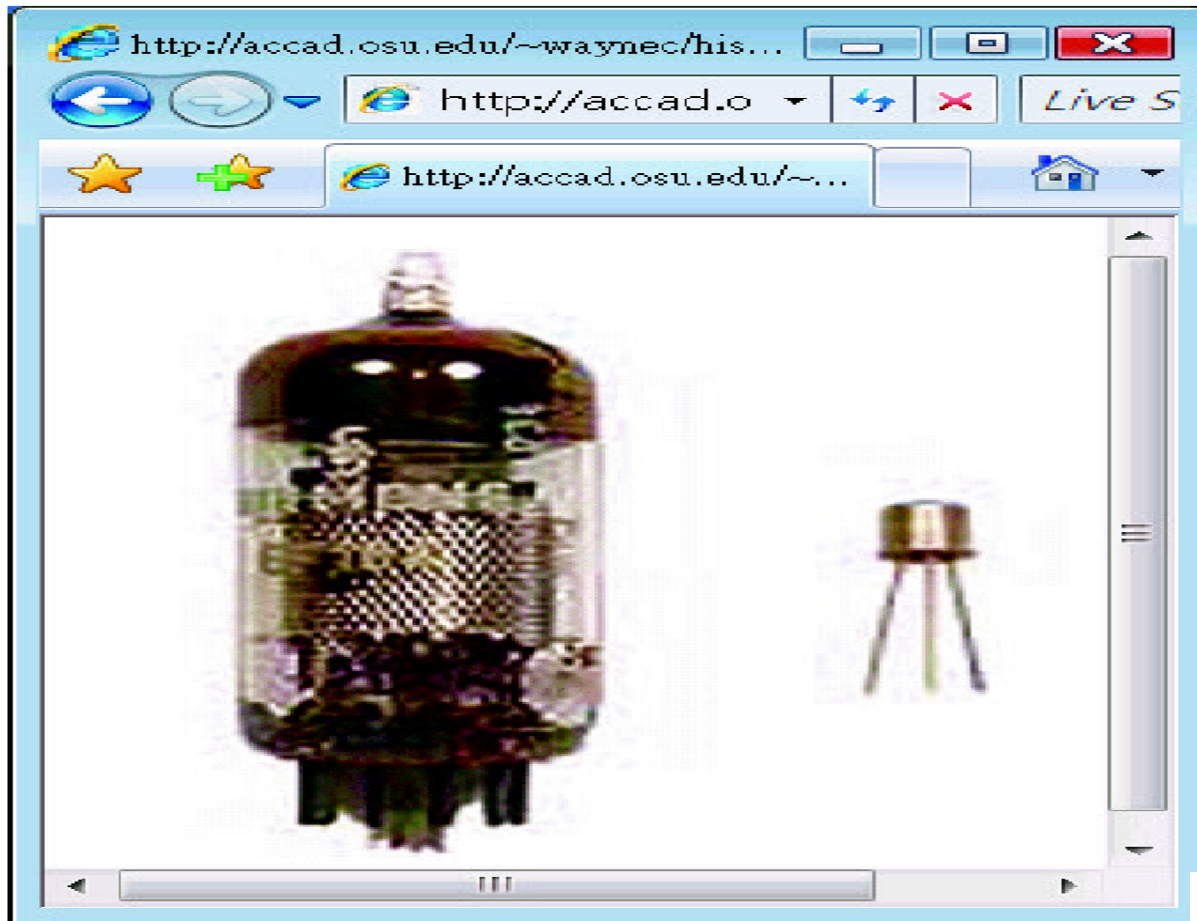


圖 1-8 真空管 (左) 與電晶體

1-2-4 積體電路電腦 - 第 3 代電腦 (1964 ~ 1970)

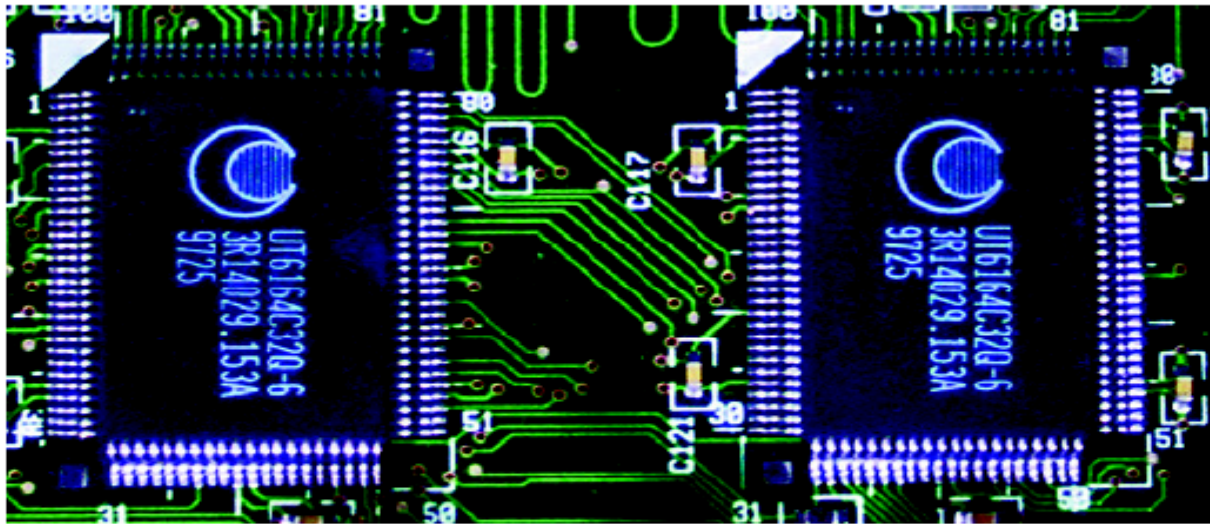


圖 1-9 積體電路 (IC)

1-2-5 微處理器電腦 - 第 4 代電腦 (1971 ~ 現在)

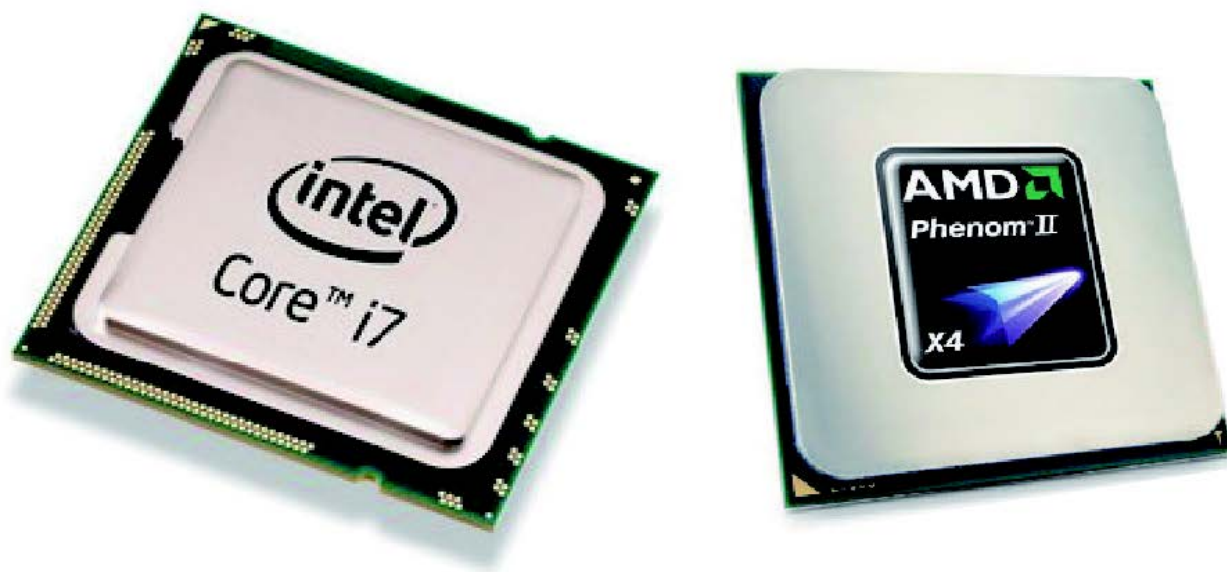


圖 1-10 個人電腦的微處理器

1-2-6 未來趨勢 - 第 5 代人工智慧電腦

- ▶ 這幾年, 電腦不斷的朝體積小、儲存容量大、速度快、準確性高、功能強大、價格便宜等方向發展。
- ▶ 但電腦仍有其功能上的限制：人類無法解決的問題, 電腦也無法解決, 問題必須被量化、有正確的資料輸入、給予正確的解題方法(程式、指令), 才能產生正確的輸出結果。也就是說, 電腦沒有人類的『智慧』, 無法自行思考、累積知識、創造知識。

人工智慧

- ▶ 這幾年, 電腦不斷的朝體積小、儲存容量大、速度快、準確性高、功能強大、價格便宜等方向發展。
- ▶ 但電腦仍有其功能上的限制：人類無法解決的問題, 電腦也無法解決, 問題必須被量化、有正確的資料輸入、給予正確的解題方法(程式、指令), 才能產生正確的輸出結果。也就是說, 電腦沒有人類的『智慧』, 無法自行思考、累積知識、創造知識。

1-3 電腦的種類

- ▶ 電腦依其功能、速度、價格、體積等因素, 大致上可區分為微電腦、工作站電腦、迷你電腦、大型電腦、超級電腦等。

電腦的種類

- ▶ 1-3-1 微電腦
- ▶ 1-3-2 工作站電腦
- ▶ 1-3-3 迷你電腦
- ▶ 1-3-4 大型電腦
- ▶ 1-3-5 超級電腦

1-3-1 微電腦



圖 1-11 個人電腦

微電腦

- ▶ 筆記型電腦
- ▶ 平板電腦
- ▶ 智慧型手機

筆記型電腦



圖 1-12
輕且薄的筆記型電腦

平板電腦



圖 1-13 輕薄方便的平板電腦：Apple 的 iPad

智慧型手機



圖 1-14 採用 Android 系統的智慧型手機



圖 1-15 採用 iOS 系統的 iPhone 系列智慧型手機

1-3-2 工作站電腦

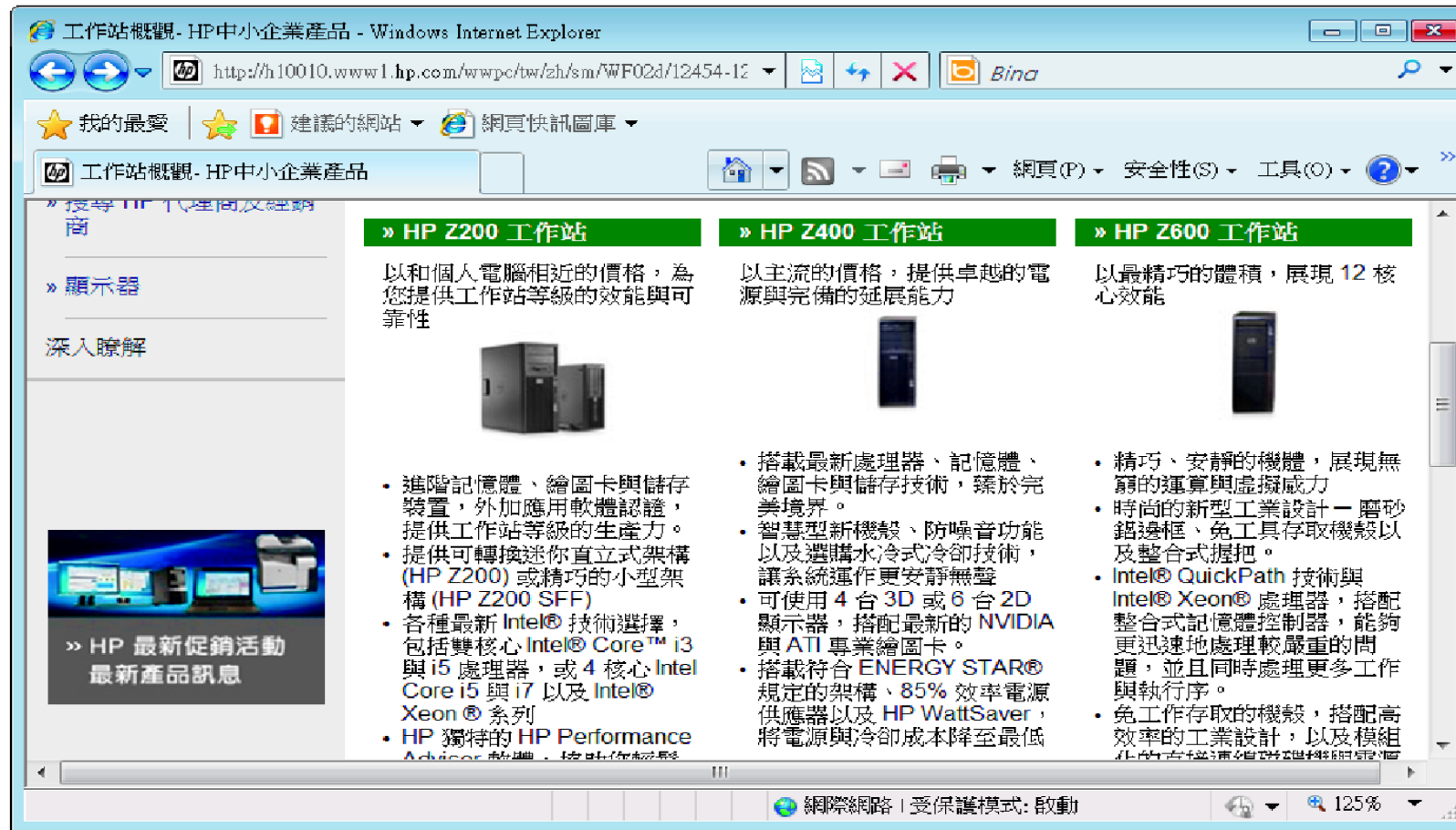


圖 1-16 工作站通常會強調圖形處理、運算能力

1-3-3 迷你電腦



圖 1-17 IBM Power Systems 迷你電腦

1-3-4 大型電腦



圖 1-18 IBM System z 大型電腦

1-3-5 超級電腦

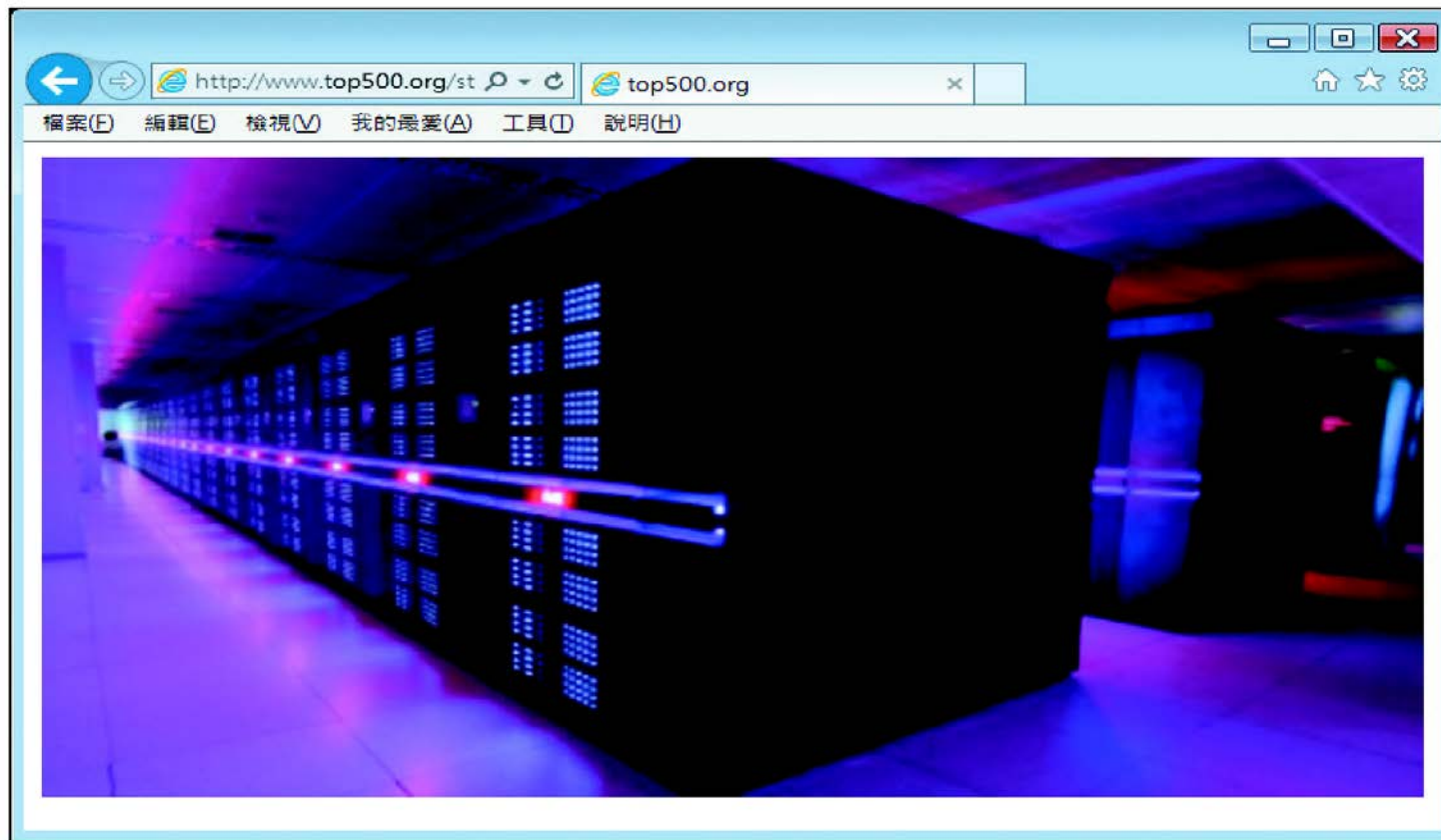


圖 1-19 "天河 2 號" 超級電腦

分散式運算 - 完成平民的超級電腦夢想

- ▶ 追求更高的運算能力一向是資訊科學的重要課題, 此外, 其他領域學科, 如氣象、醫學、生命科學...等, 也都需要高速的電腦來進行模擬或運算, 因此超級電腦可說是很多單位夢寐以求的機器。

分散式運算 - 完成平民的超級電腦夢想

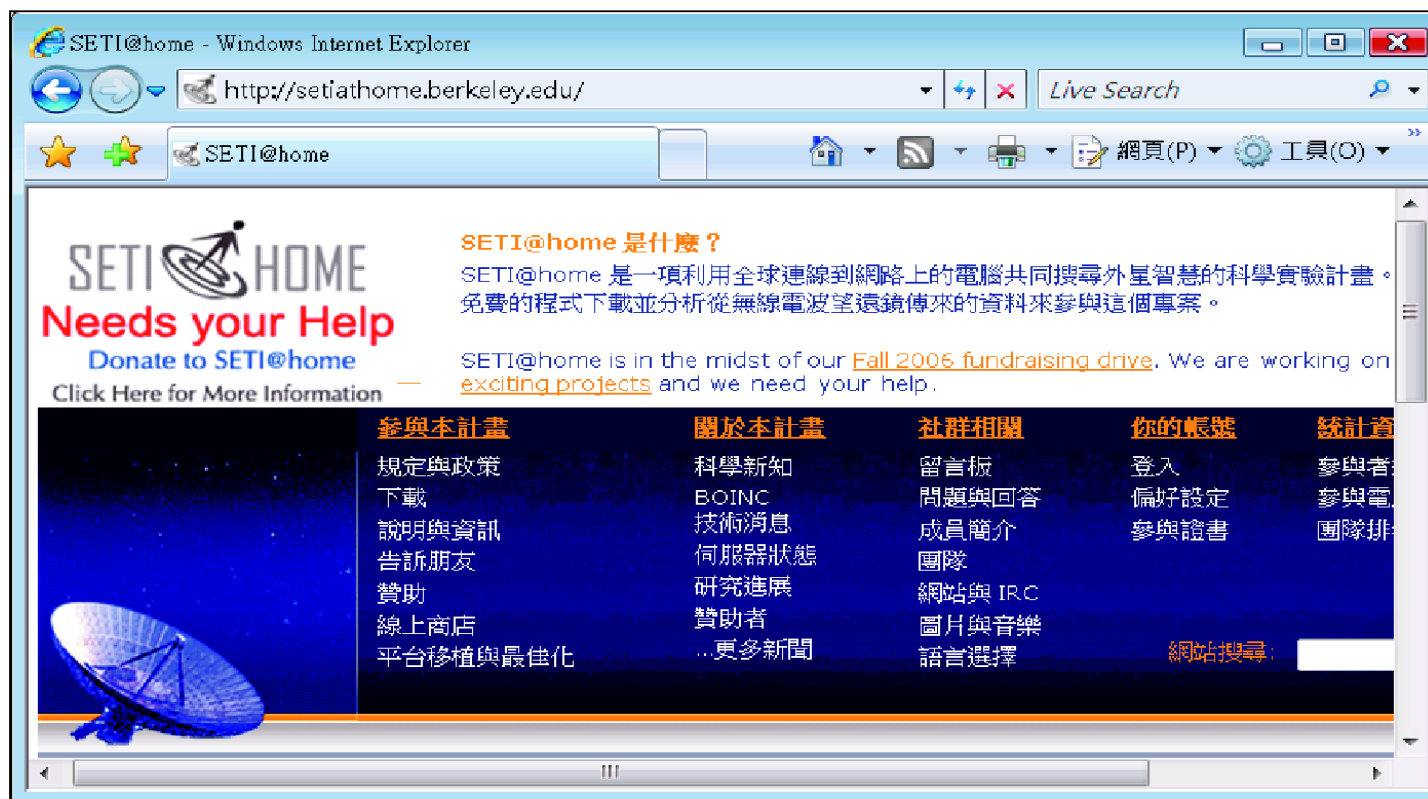


圖 1-20 SETI@home 網站

1-4 機器人的發展= 夢想成真

- ▶ 機器人的發展與應用
- ▶ 機器人的推廣與展望

機器人的發展與應用



圖 1-21 HONDA 公司的人形機器人 ASIMO

機器人的發展與應用

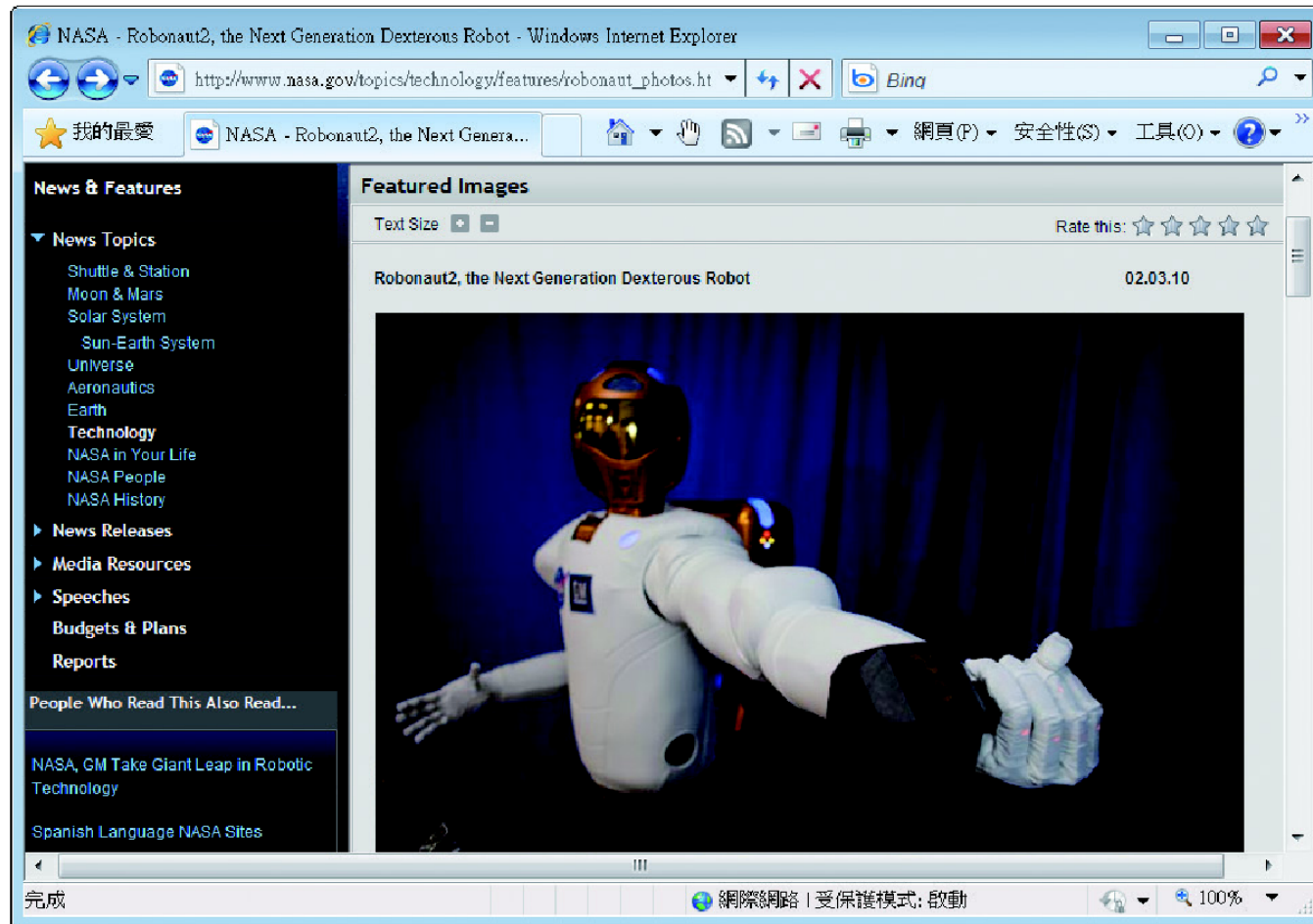


圖 1-22 美國 GM 和 NASA 共同研發的 Robonaut2 (R2), 上太空進行各項實驗與測試是其研發目的之一

機器人的發展與應用

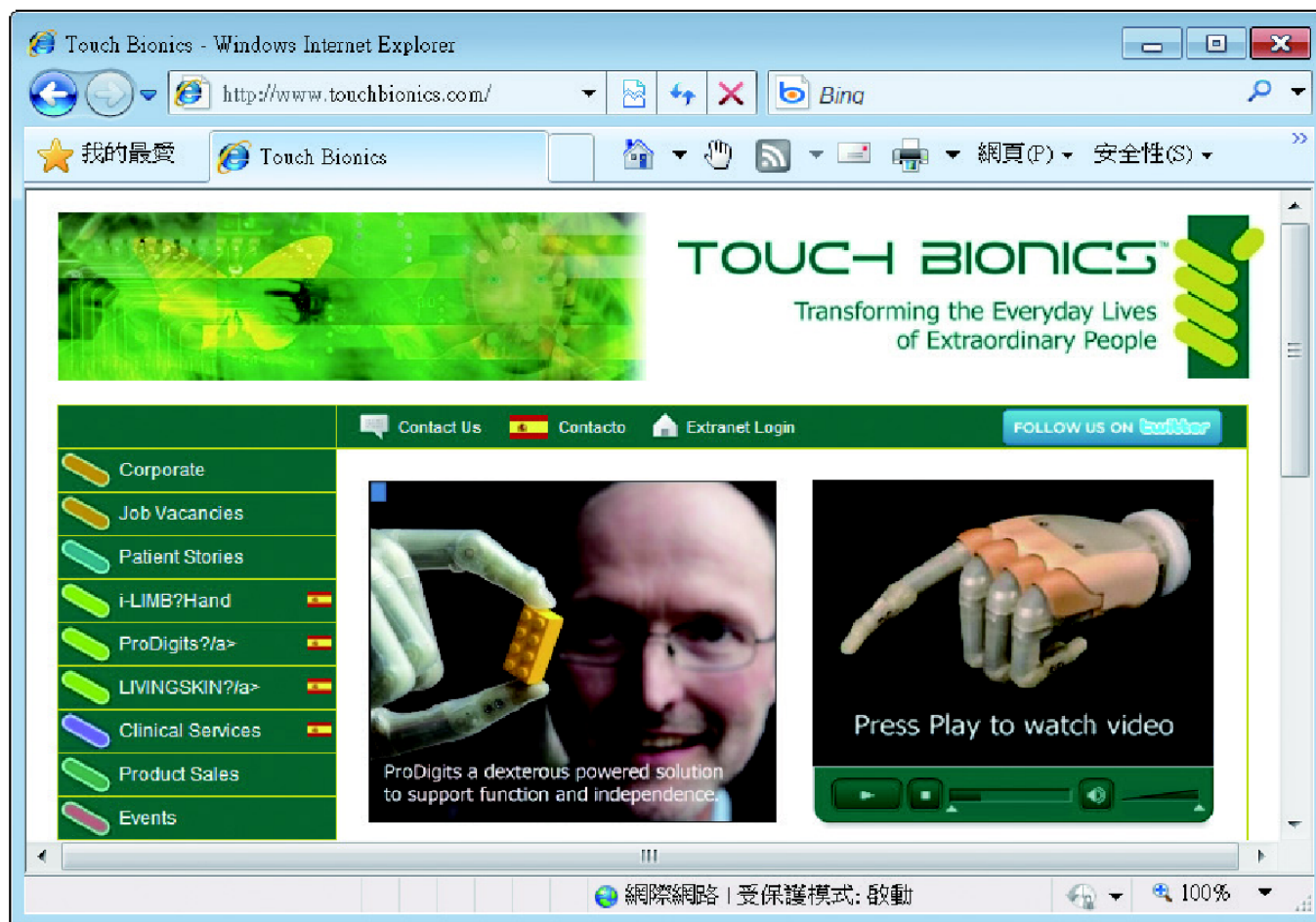


圖 1-23 Touch Bionics 研發的機械手臂 i-LIMB Hand, 可望讓失去手臂或手掌的人, 得以恢復正常使用雙手的生活

機器人的推廣與展望

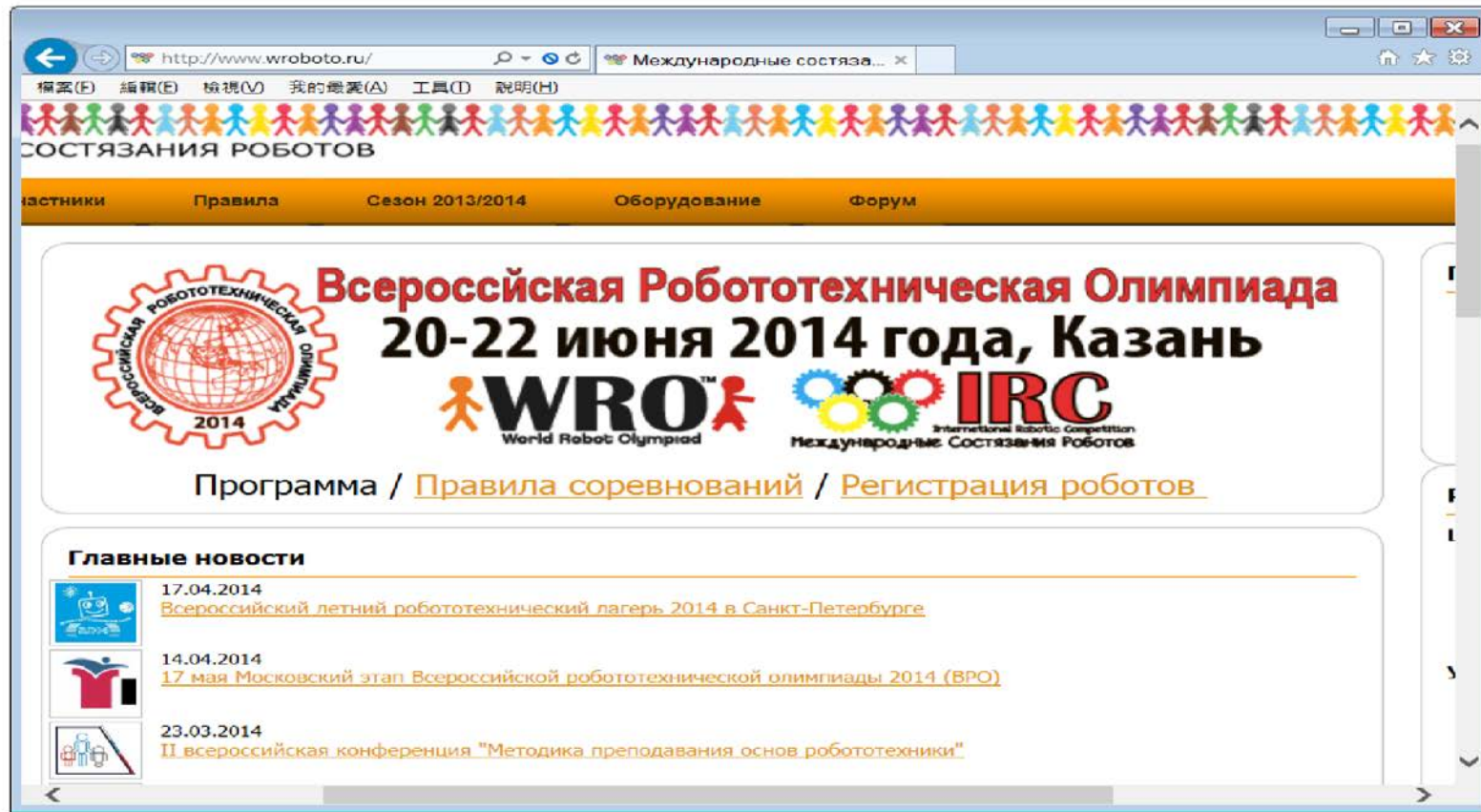


圖 1-24 WRO 2014 在俄羅斯舉辦

機器人的推廣與展望



圖 1-25 機器人競賽實況

機器人的推廣與展望

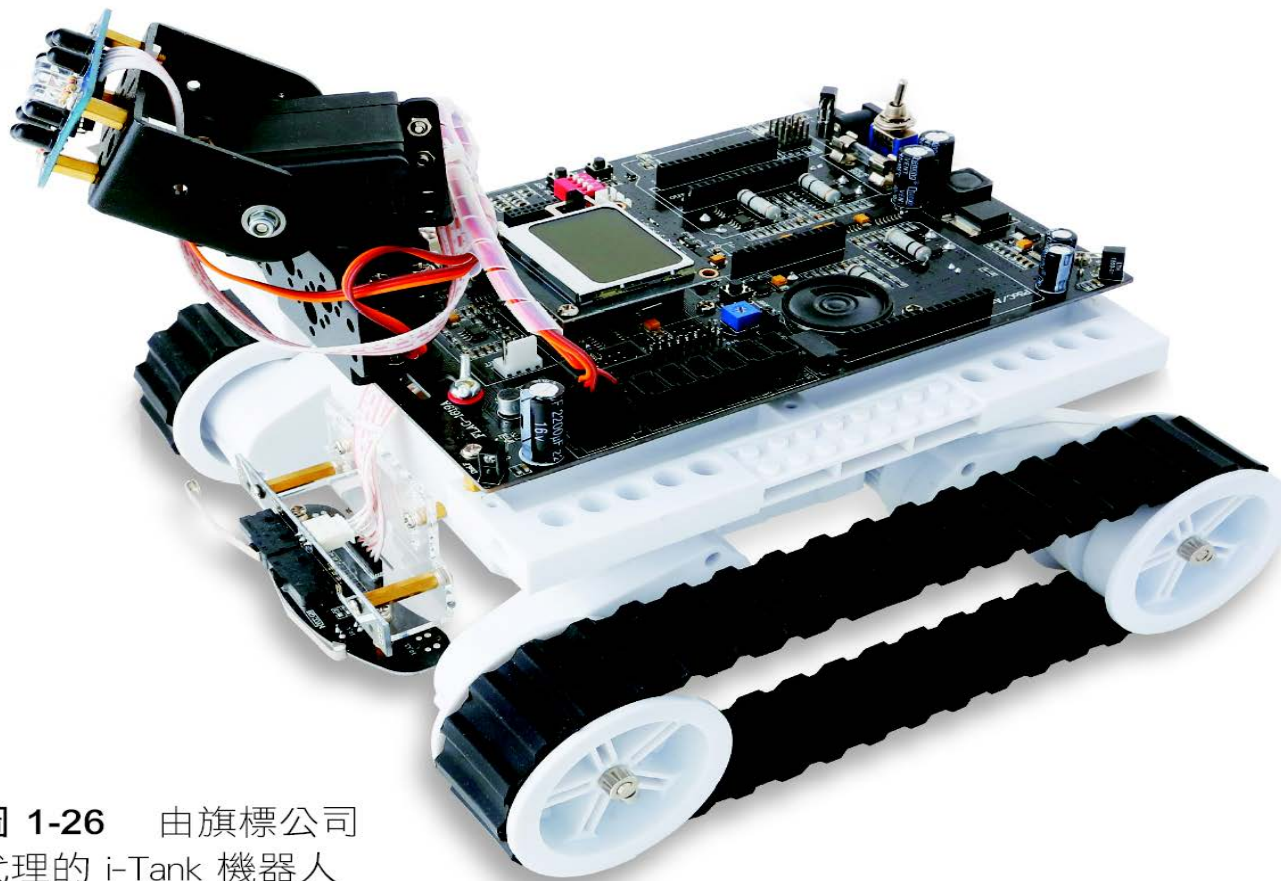


圖 1-26 由旗標公司
代理的 i-Tank 機器人

未來的電腦 - 光學電腦、DNA 電腦、量子電腦

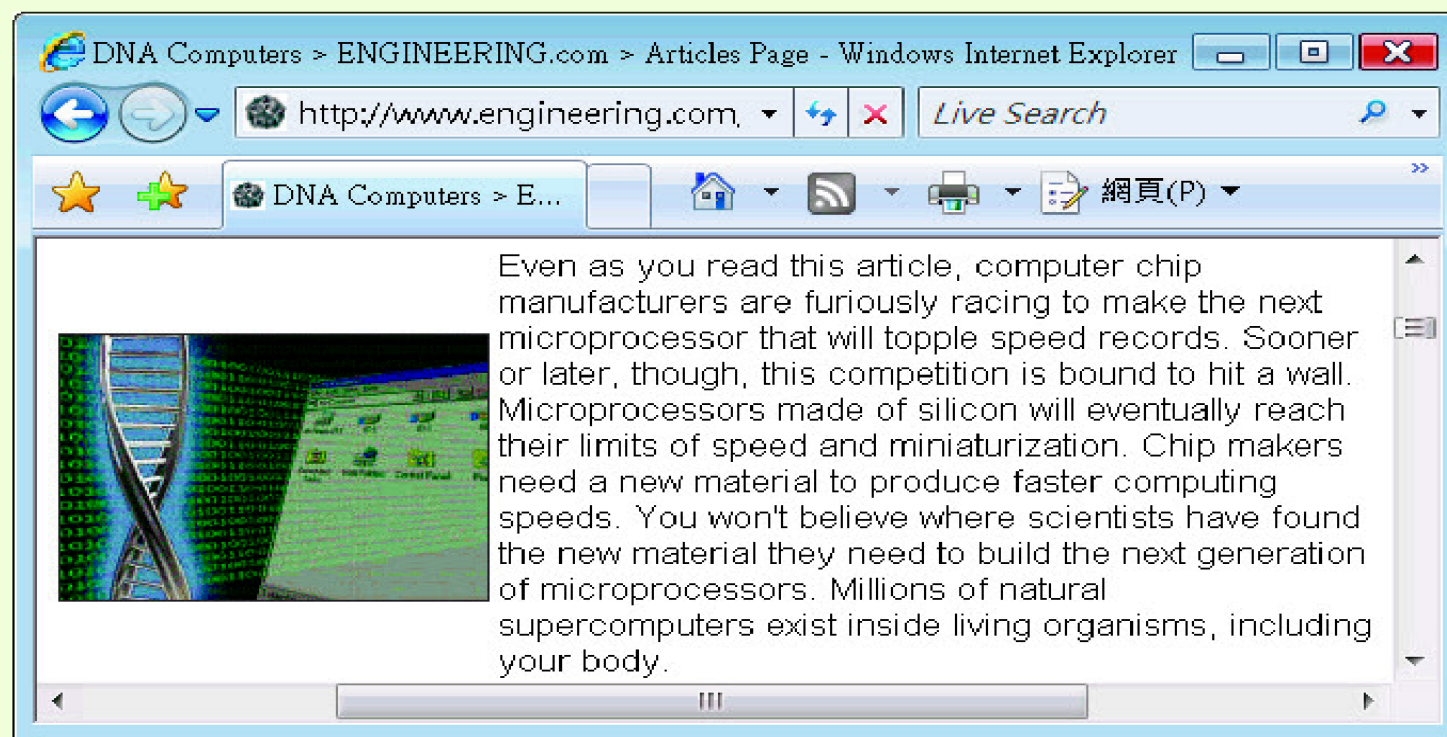


圖 1-27 DNA 電腦

2-1 CPU 的功用



圖 2-1 不同廠牌的 CPU

2-2 CPU 的內部結構- 以 x86 CPU 為例

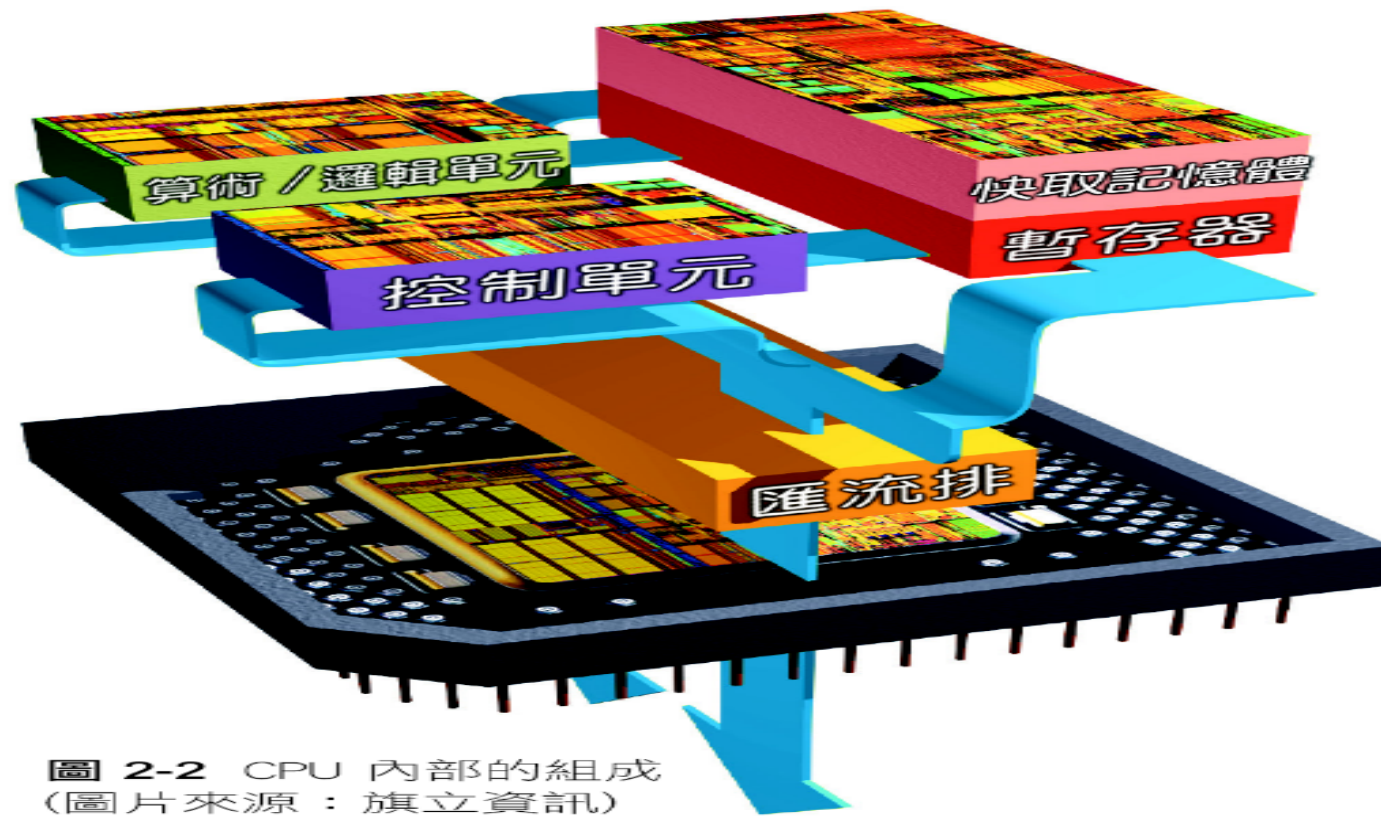


圖 2-2 CPU 內部的組成
(圖片來源：旗立資訊)

CPU 的內部結構-

以 x86 CPU 為例

- ▶ 控制單元
- ▶ 算術/邏輯單元
- ▶ 暫存器
- ▶ 匯流排
- ▶ 快取記憶體

控制單元

- ▶ **控制單元** (Control Unit) 負責控制資料流和指令流。當我們輸入指令(如鍵盤或滑鼠的操作)時, 控制單元會讀取並解譯指令, 以便將需要運算的資料送到算術/邏輯單元進行運算, 並將運算完成的資料流或指令流, 送到輸出或輸入單元。

算術 / 邏輯單元

- ▶ **算術/邏輯單元** (Arithmetic/Logic Unit), 從字面上來理解就是負責算術運算及邏輯運算。簡單地說, 算術運算就是加、減、乘、除等運算, 而邏輯運算則是 AND、OR、NOT等運算, 這些都是數學上再熟悉不過的運算方法了。

暫存器

- ▶ **暫存器** (Register) 是 CPU 內部用來暫時存放資料的地方, 是相當重要的一個元件。暫存器其實就是記憶體, 位於記憶體階層的最上層(關於記憶體階層的詳細介紹, 請參考 3-1 節), 主要是為了配合 CPU 的高速運算而設置。

暫存器

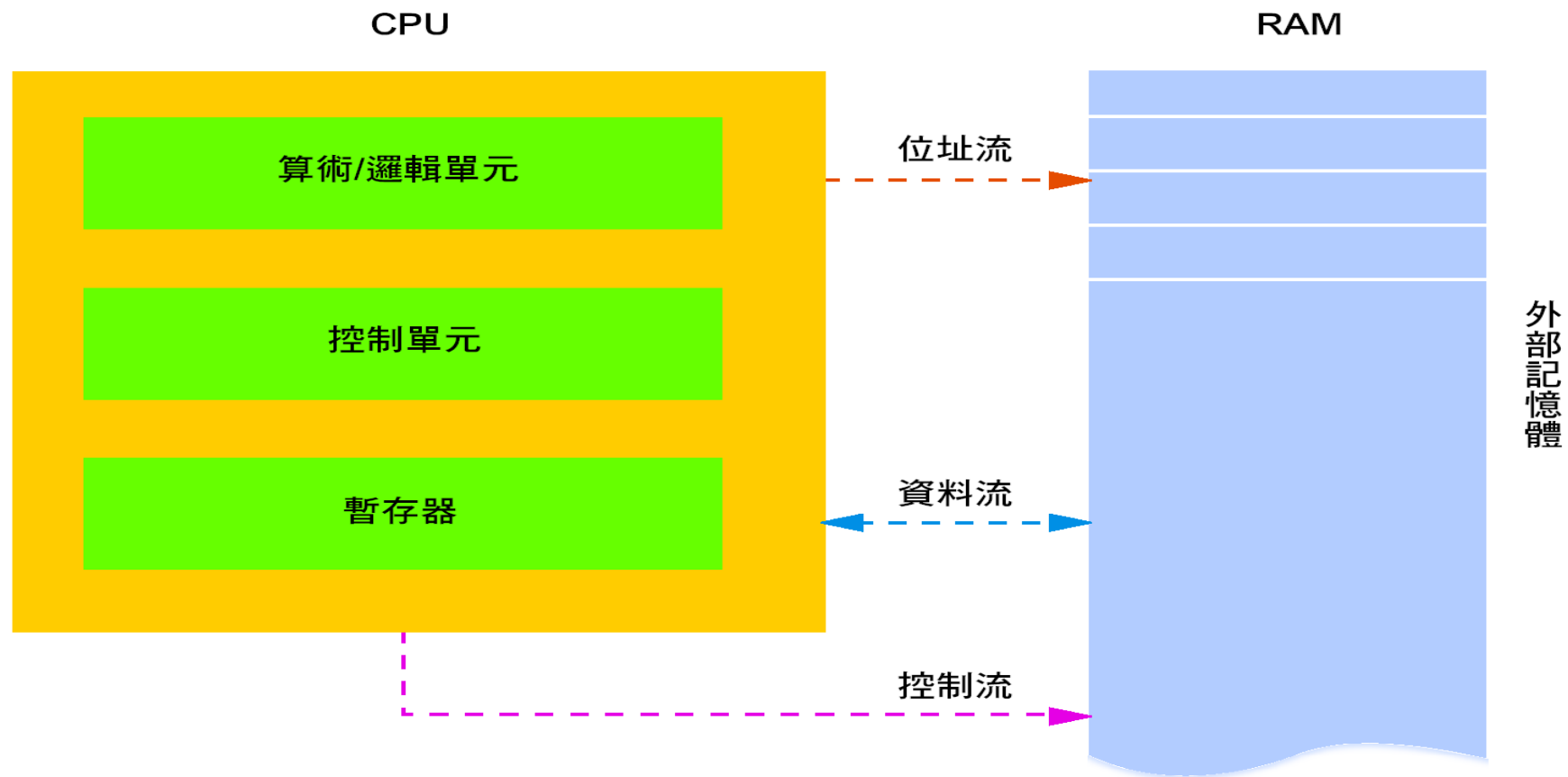


圖 2-3 暫存器是 CPU 內部的儲存單元, 不同於外部記憶體

暫存器

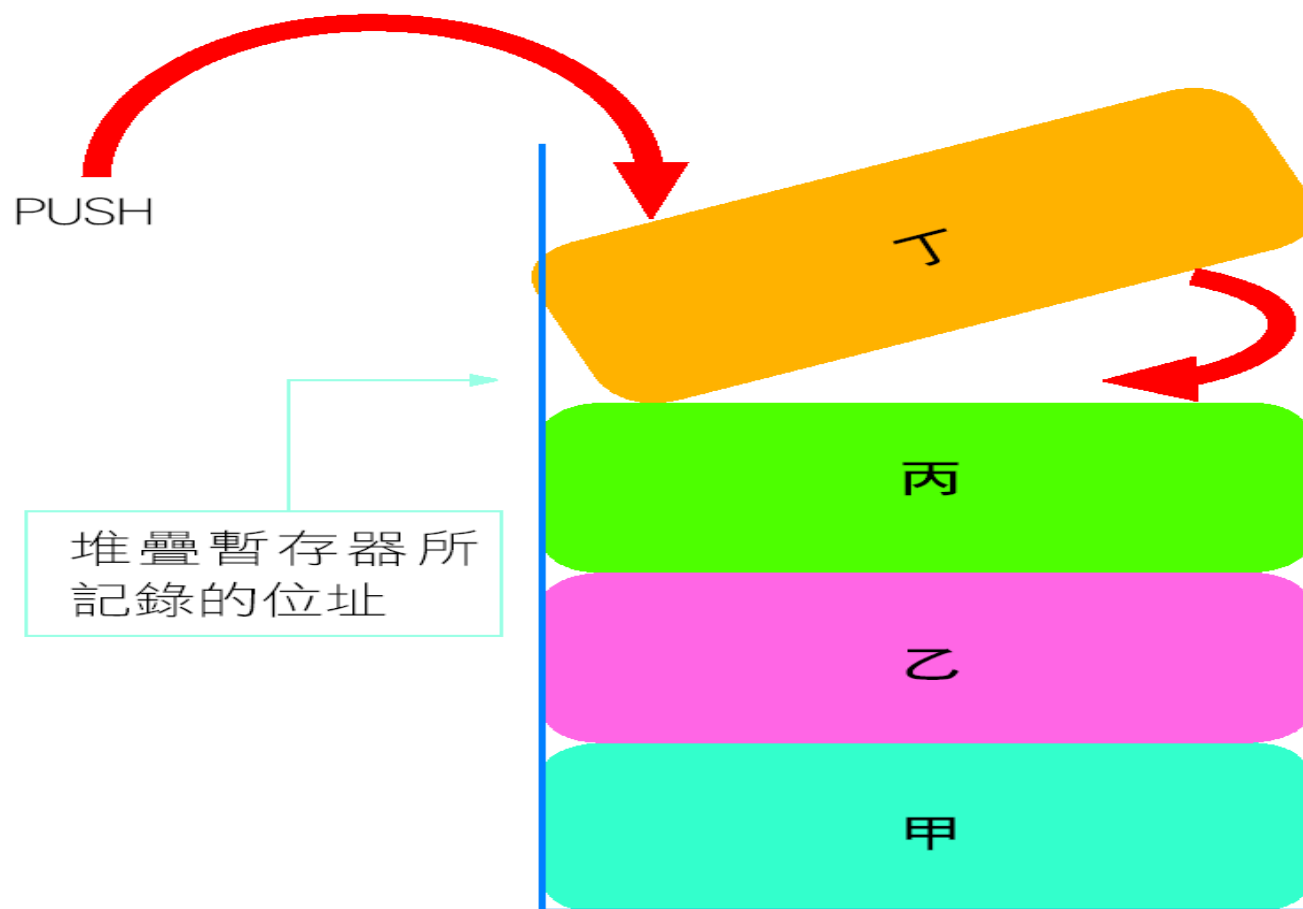
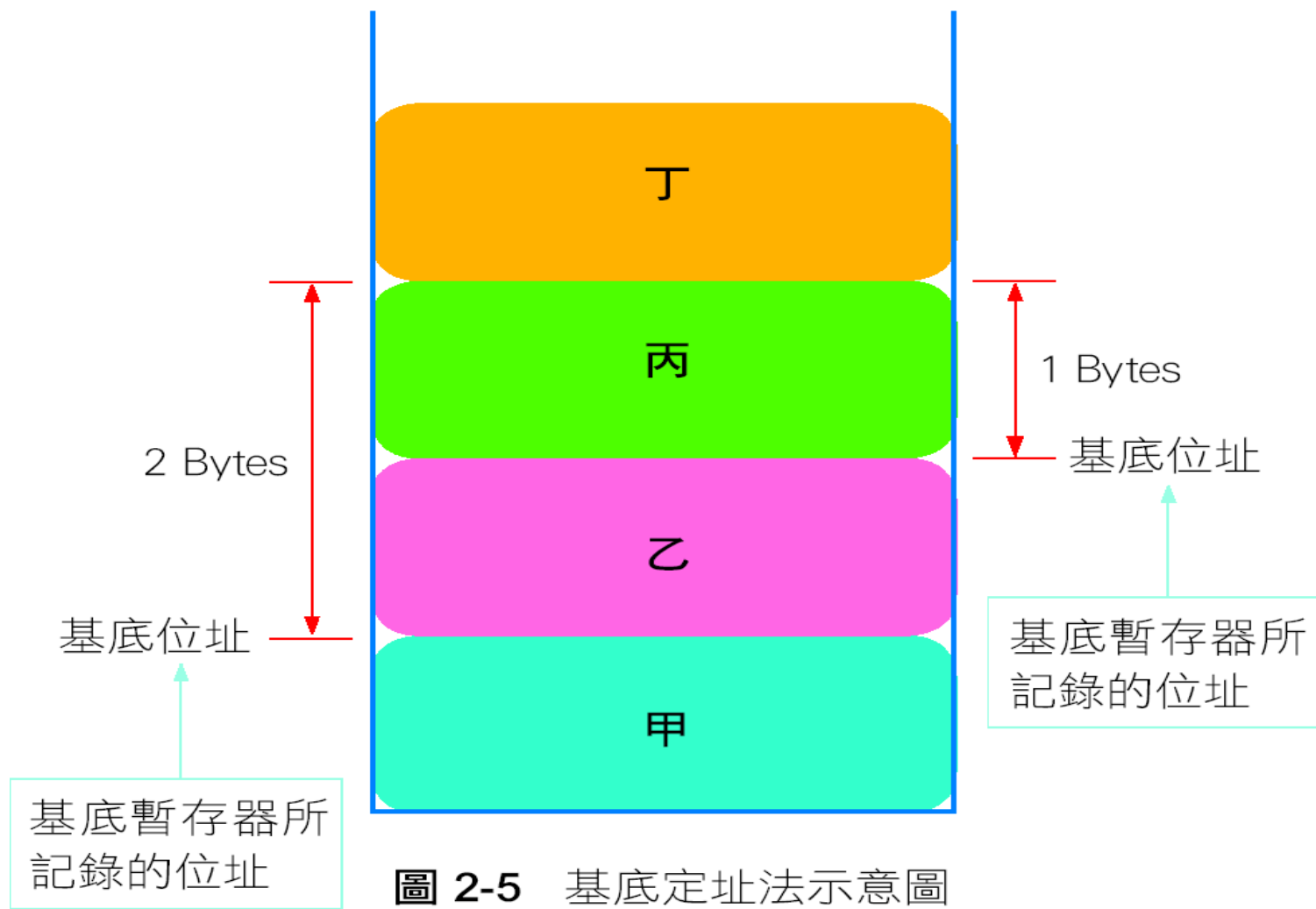


圖 2-4 堆疊的 Push 動作

暫存器



暫存器

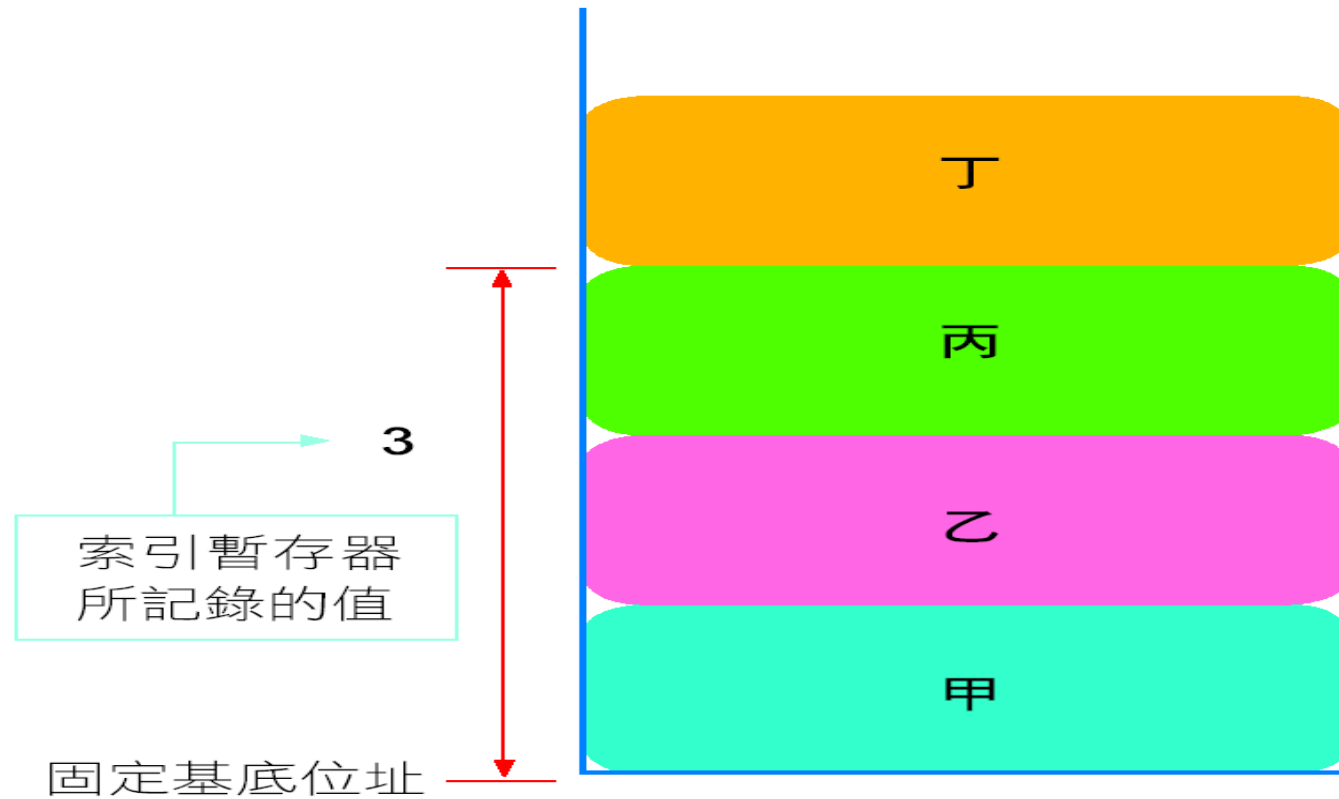


圖 2-6 索引定址法示意圖

匯流排

- ▶ 電腦上各元件傳送資料的管道就是**匯流排**(Bus)。
從字面上解讀, 取其『匯流』之意, 就大致可以明白這個傳送資料的管道, 是由許多不同的管道整合在一起的。而這樣做的好處在於管道(也就是主機板上的電子線路) 容易安排, 也能確保所有元件都能互相傳送資料。

匯流排

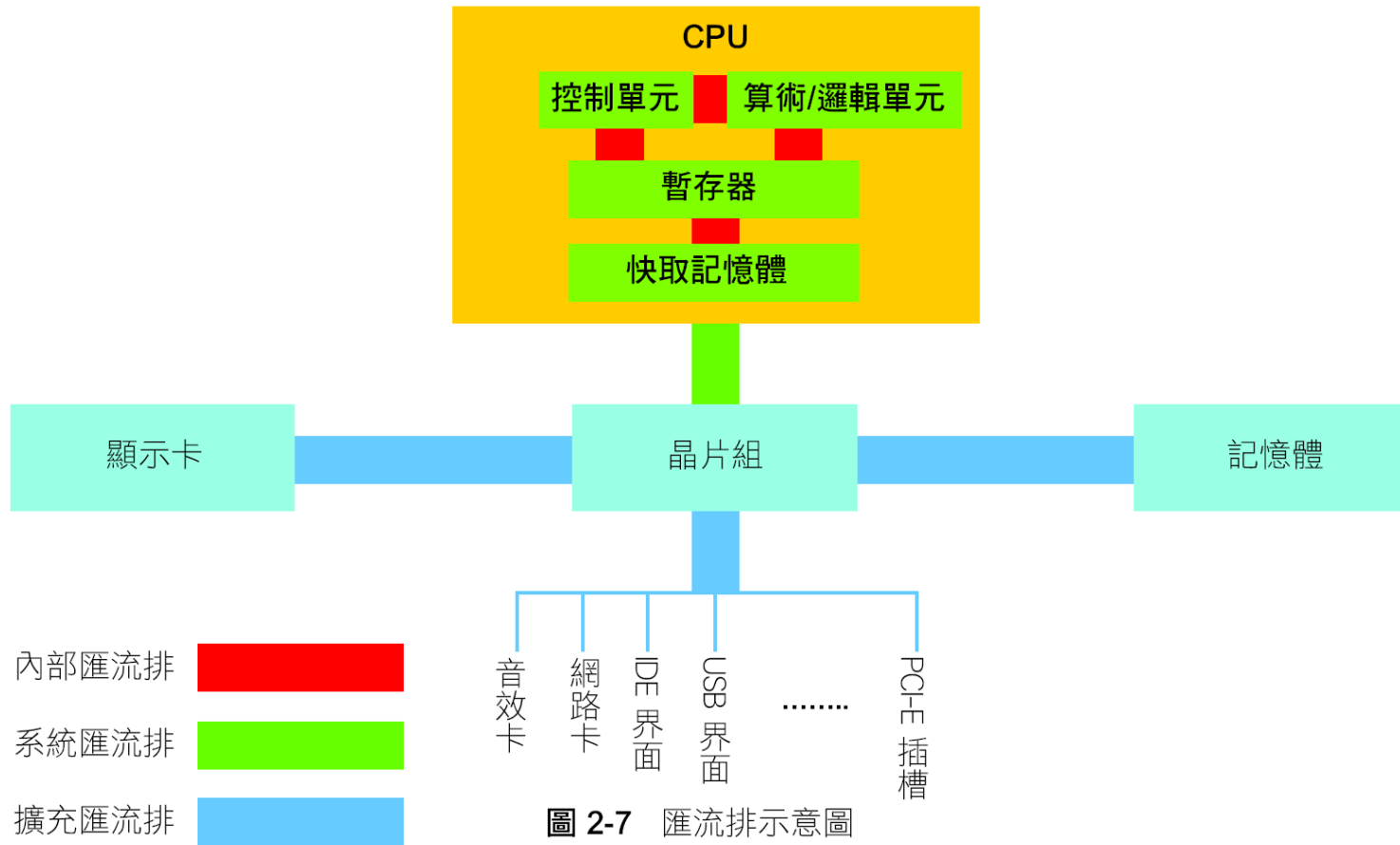


圖 2-7 匯流排示意圖

何謂晶片組

晶片	負責溝通與控制的元件
北橋	CPU、記憶體、顯示卡等主要、高速的裝置
南橋	PCI、USB、I/O Port、IDE 等低速設備,以及 BIOS、音效、網路等週邊

表 2-1 北橋與南橋晶片負責元件列表

快取記憶體

- ▶ CPU 利用暫存器來進行資料的存取和運算, 但暫存器和主記憶體的速度差異實在太大, 若從暫存器直接和主記憶體進行輸出或輸入, 可能造成 CPU 長時間的閒置, 只為了等待主記憶體將資料送進來。
- ▶ 為了提升系統的效能, 於是在暫存器和主記憶體之間, 配置了快取記憶體 (Cache Memory)。

2-3 CPU 的規格與技術名詞

- ▶ CPU 如何執行指令
- ▶ CPU 的工作時脈
- ▶ 傳輸頻寬
- ▶ CPU 的指令集
- ▶ CISC 與 RISC
- ▶ Hyper-Threading
- ▶ 多核心
- ▶ 64 位元和 32 位元 CPU 的區別

CPU 如何執行指令



圖 2-8 CPU 指令執行流程示意圖 (圖片來源：旗立資訊)

CPU 的工作時脈

- ▶ 一般描述 CPU 的效能時, 都是以 CPU 運作的「時脈頻率」, 也稱為「工作時脈」來描述, 早期其單位為 MHz (每秒百萬次); 如 Celeron 950、Duron 800 就是指其時脈頻率分別為 950 MHz 與 800 MHz。
- ▶ 近來則發展到 GHz (每秒十億次) 的速度, 例如 Intel Core i3-540 具有 3.06 G 的工作時脈。

什麼是超頻？

- ▶ 所謂的超頻, 就是讓原本時脈較低的CPU 以更高的時脈運作。超頻的方法不外乎是調高外頻或倍頻係數, 以提昇CPU 的時脈。不過CPU 廠商為了本身產品的區隔, 不希望CPU 被超頻使用, 而大多把倍頻係數鎖住了。因此, 現在要超頻, 通常只能從外頻來著手。

傳輸頻寬

- ▶ 傳輸頻寬 (Bandwidth) 是指單位時間內可傳送/接收的資料量 (Bytes/Sec)；在電腦上各元件之間會使用不同的傳輸頻寬，這些頻寬都是可以計算出來的。

CPU 的指令集

- ▶ 從字面上來看，指令集 (Instruction Set) 是一群指令的集合；而指令則是 CPU 提供的服務。系統只要說明：『請執行 xxxx 服務，所需的相關資料有：yyy, zzz, www, ...』，CPU 就會依序執行。

CISC 與 RISC

- ▶ CISC (Complex Instruction Set Computer) 稱為複雜指令集, 是指 CPU 內使用功能較多、較強的指令。CISC 的電路設計較為複雜, 成本也較高, 但由於功能強大, 因此較容易處理複雜的指令, 也使得編譯器 (Compiler) 的撰寫也較為簡單。使用 CISC 最具代表性的 CPU, 即是 Intel x86 系列的 CPU。

CISC 與 RISC

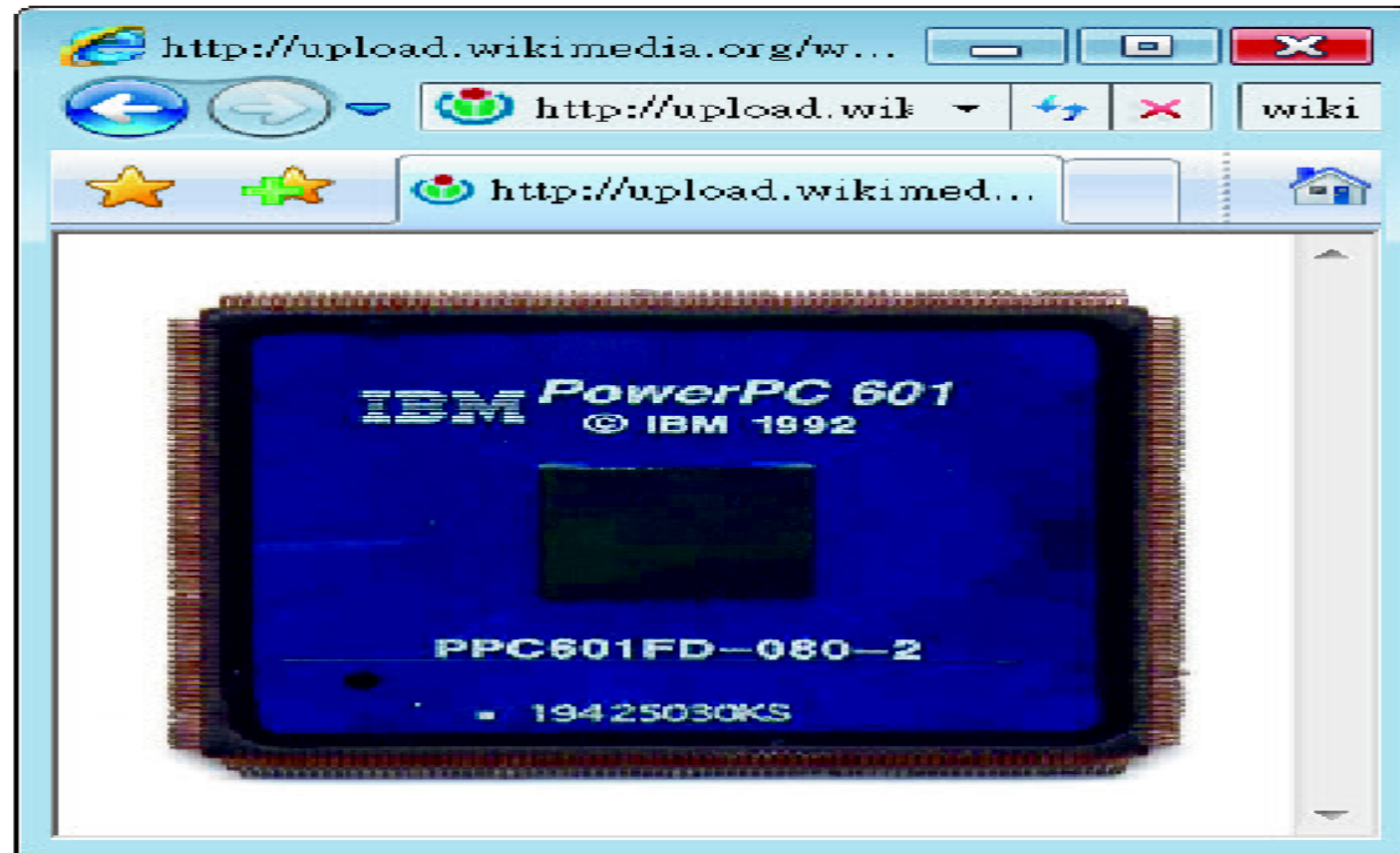


圖 2-9 IBM 公司製造的 PowerPC 處理器

CISC 與 RISC

	CISC	RISC
使用電晶體數	多	少
製作成本	高	低
內含指令	多, 功能較強	少, 只有較常用、較基本的功能
所需指令週期	長	短
執行效能	較差	較佳
編譯器	需要功能少, 較易開發	需要功能多, 不易開發

表 2-2 CISC 和 RISC 比較表

Hyper-Threading

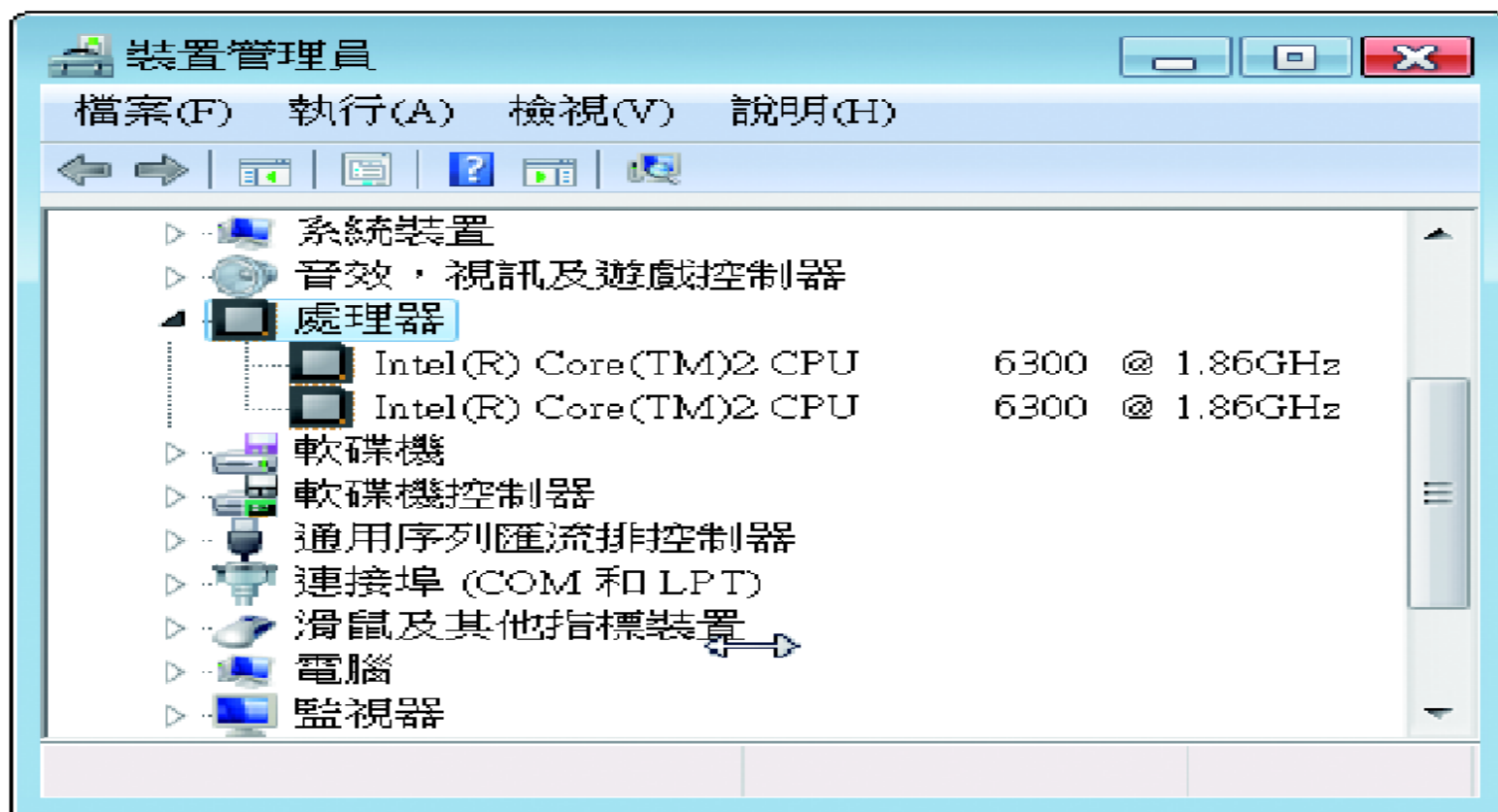


圖 2-10 Intel 的超執行緒技術，讓電腦宛如同時有 2 顆 CPU 在運作

多核心

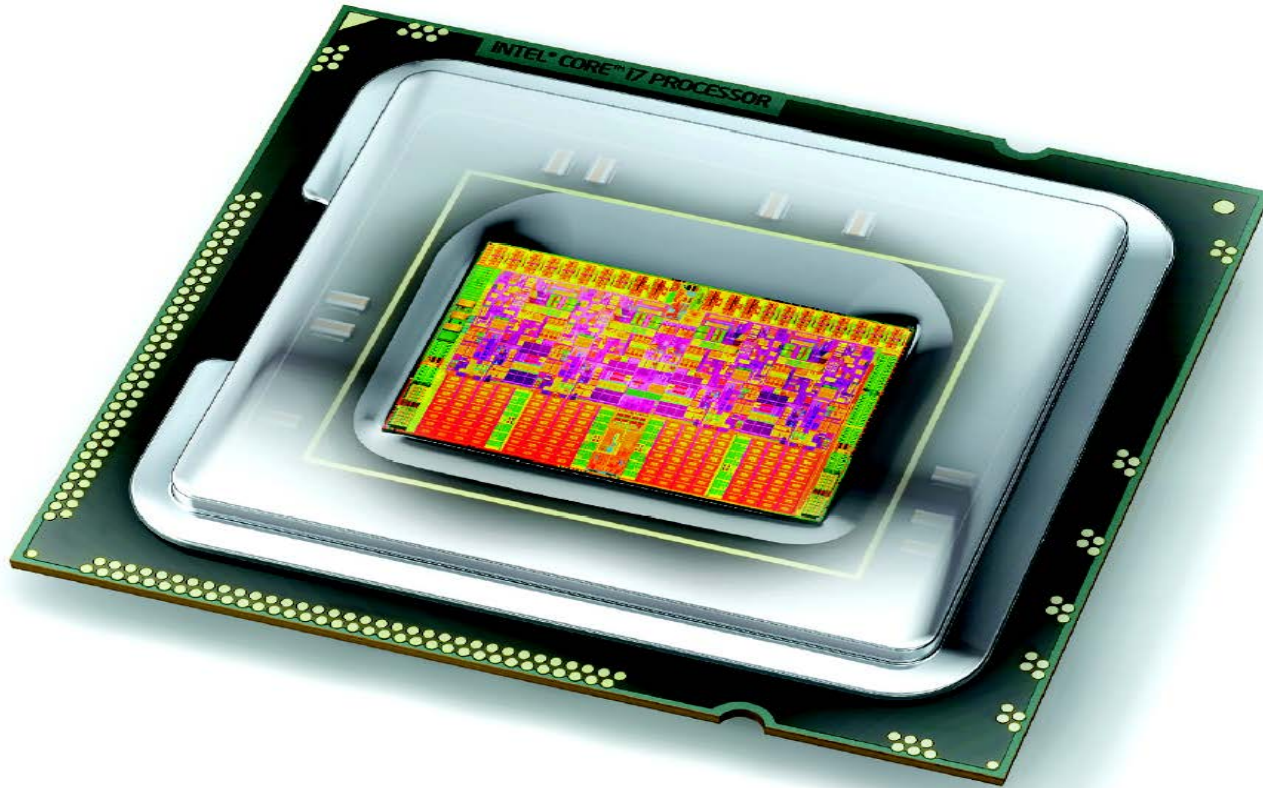


圖 2-11 多核心 CPU 就是將多個 CPU 核心包裝在單一個 CPU 晶片上 (照片來源：英特爾公司, <http://www.intel.com>)

多核心



圖 2-12 Intel 的 Core i7 是具備四或六核心的 CPU
(照片來源：英特爾公司, <http://www.intel.com>)

64 位元和 32 位元 CPU 的區別

- ▶ CPU 的位元數, 主要決定於 CPU 內部一次能處理的字組 (Word) 大小。而能處理多大的字組, 則是依暫存器的大小而定。暫存器越大, 一個指令週期所能處理的字組便越大。
- ▶ 以 Intel 早期的 8086 CPU 為例, 其一個指令週期可以處理一個 16 Bits 的字組 (Word), 因此 8086 被稱為 16 位元的 CPU。而所謂的 32 位元 CPU, 就是可以處理 32 Bits 的字組; 同樣地, 64 位元的 CPU 就是可以處理 64 Bits 的字組。

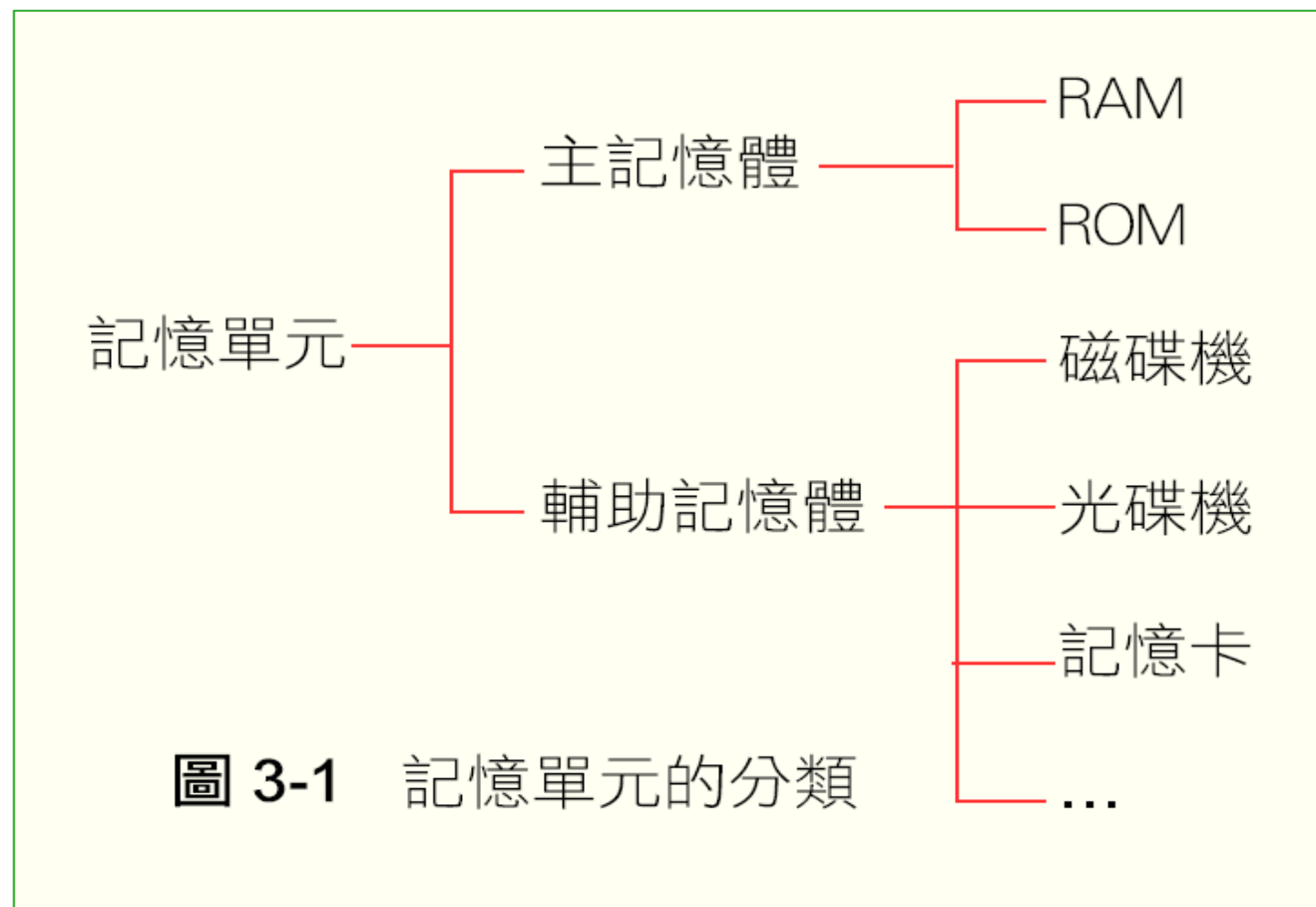
3-1 記憶單元的種類與功用

- ▶ 記憶單元是電腦存放程式與資料之處, 其中可分為兩大類：
主記憶體與**輔助記憶體**。

記憶單元的種類與功用

- ▶ 主記憶體與輔助記憶體
- ▶ 虛擬記憶體 - 將輔助記憶體模擬成主記憶體的技術

主記憶體與輔助記憶體



虛擬記憶體 - 將輔助記憶體 模擬成主記憶體的技術

- ▶ 隨著時代的進步，人們用電腦處理的事情越來越多，程式的複雜度與需求的資料量也越來越大，所以不論安裝了多少主記憶體，都有可能發生不夠用的情形。
- ▶ 難道主記憶體不夠時，只能放棄執行程式嗎？

記憶體階層

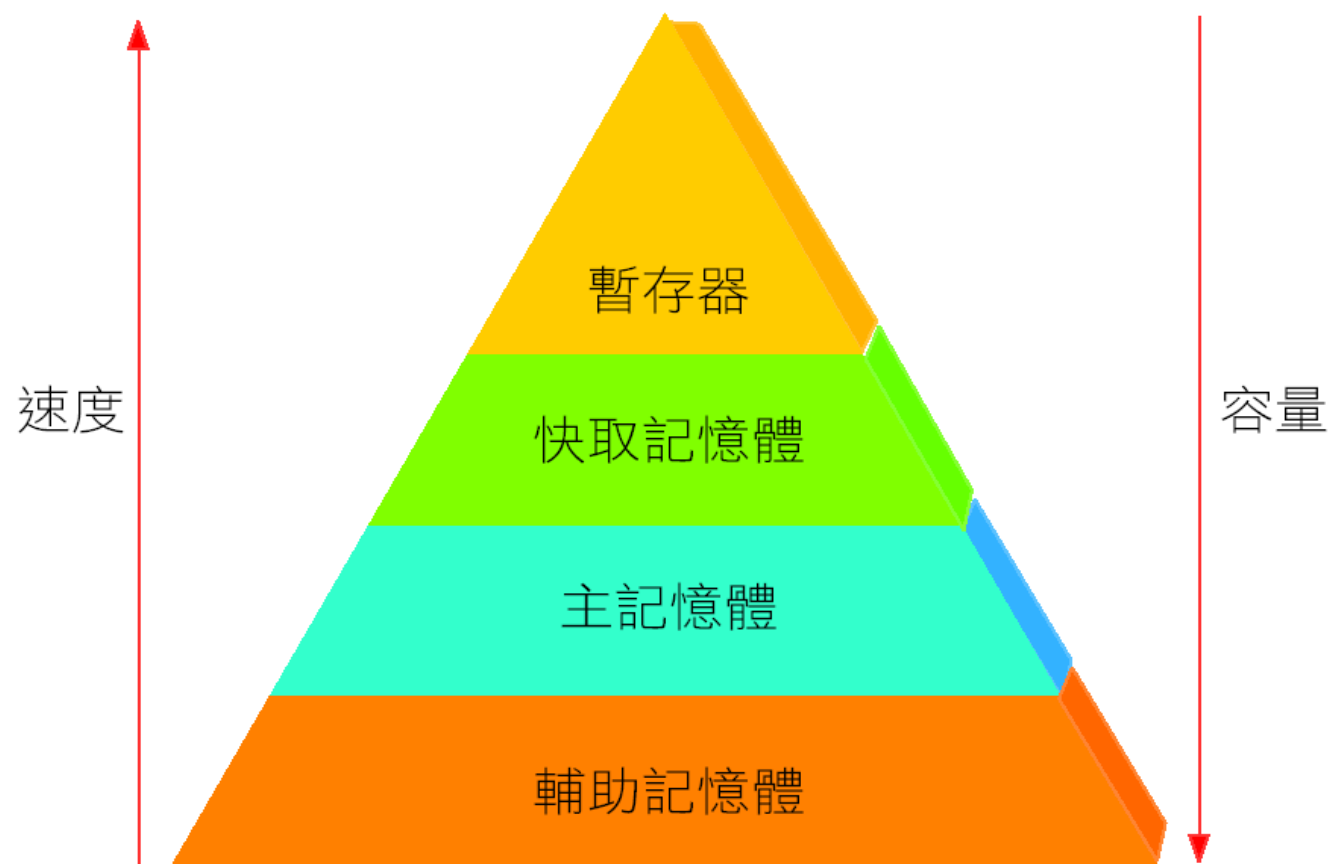


圖 3-2 記憶體階層

3-2 RAM 與 ROM

- ▶ 前文說過, 主記憶體主要可分為 RAM與 ROM, 本節將分別介紹各種不同的主記憶體。

RAM 與 ROM

- ▶ RAM
- ▶ ROM
- ▶ RAM 與 ROM 的比較

RAM



圖 3-3 DRAM

DDR/DDR2/DDR3 SDRAM

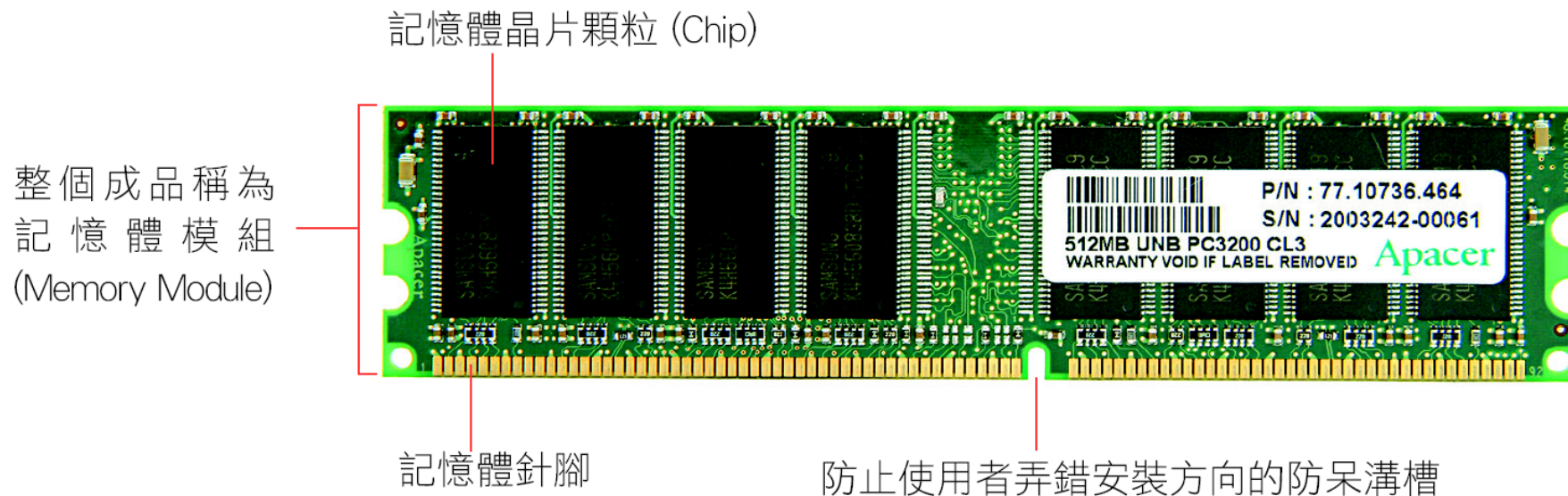


圖 3-4 DDR SDRAM

ROM

- ▶ ROM 是唯讀記憶體 (Read Only Memory) 的縮寫, 顧名思義, ROM 在製造過程中即已將資料存於其中, 出廠後只具備讀取資料的功能, 不像 RAM 一樣可以隨意讀寫資料; 但是RAM 必須依靠電力保存資料, 而 ROM 裡面的資料則可永久保存, 不受電源影響。

RAM 與 ROM 的比較

分類	分類特性	產品	產品特性
RAM	可隨意寫入資料	DRAM SRAM	需要反覆充電, 成本比 SRAM 低 不需要反覆充電, 速度比 DRAM 快
ROM	唯讀, 不可隨意寫入	PROM EPROM EEPROM Flash Memory	寫入資料後無法更改 可使用紫外線刪除資料後, 重新寫入 可使用電壓重新寫入資料 可使用電壓重新寫入資料, 成本低

表 3-2 RAM 與 ROM 比較表

3-3 硬碟機

- ▶ 磁碟機是目前最主要的輔助記憶體, 常見的磁碟機有軟碟機 (FDD, Floppy Disk Drive) 與硬碟機 (HDD, Hard Disk Drive) 兩種, 其中軟碟機已經淘汰不用, 此處我們就針對硬碟機做進一步介紹。

硬碟機

- ▶ 3-3-1 硬碟機的種類
- ▶ 3-3-2 硬碟機的讀寫原理
- ▶ 3-3-3 硬碟機的規格
- ▶ 3-3-4 磁碟陣列
- ▶ 3-3-5 行動硬碟(外接式硬碟)
- ▶ 3-3-6 SSD 硬碟

3-3-1 硬碟機の種類

- ▶ 硬碟機具備容量超大、存取速度快、單位成本低廉的優點，所以硬碟機是目前電腦最重要的輔助記憶體，不論是文件檔、資料檔或是軟體程式檔，大多都會儲存在硬碟機中。

硬碟機的種類

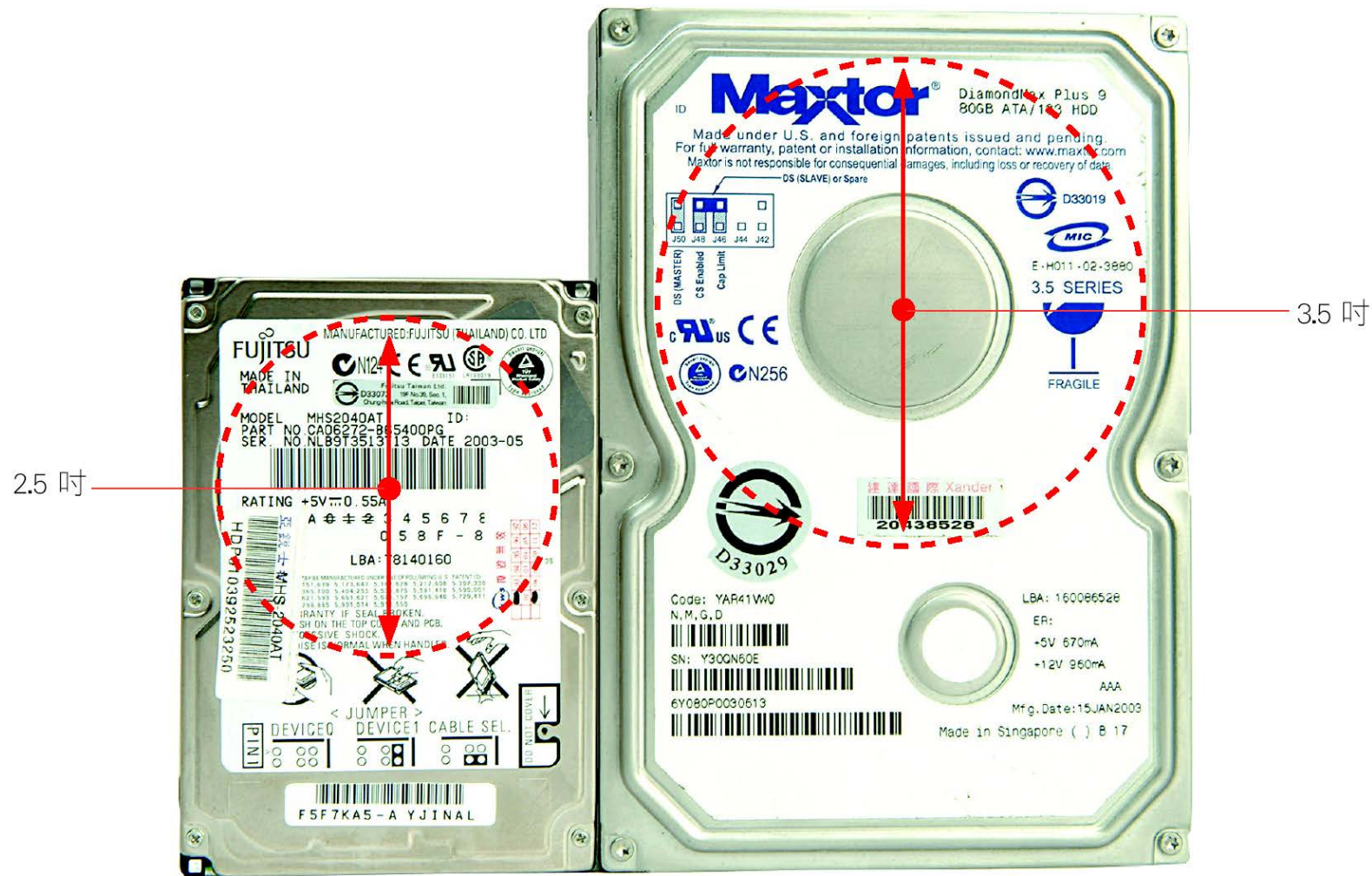


圖 3-5 硬碟機

3-3-2 硬碟機的讀寫原理

- ▶ 硬碟機內部是多個磁盤利用轉軸串起組成，資料就存在磁盤上，磁盤每一面都會有讀寫頭存取資料，下面是硬碟機讀寫的簡要示意圖：

硬碟機的讀寫原理

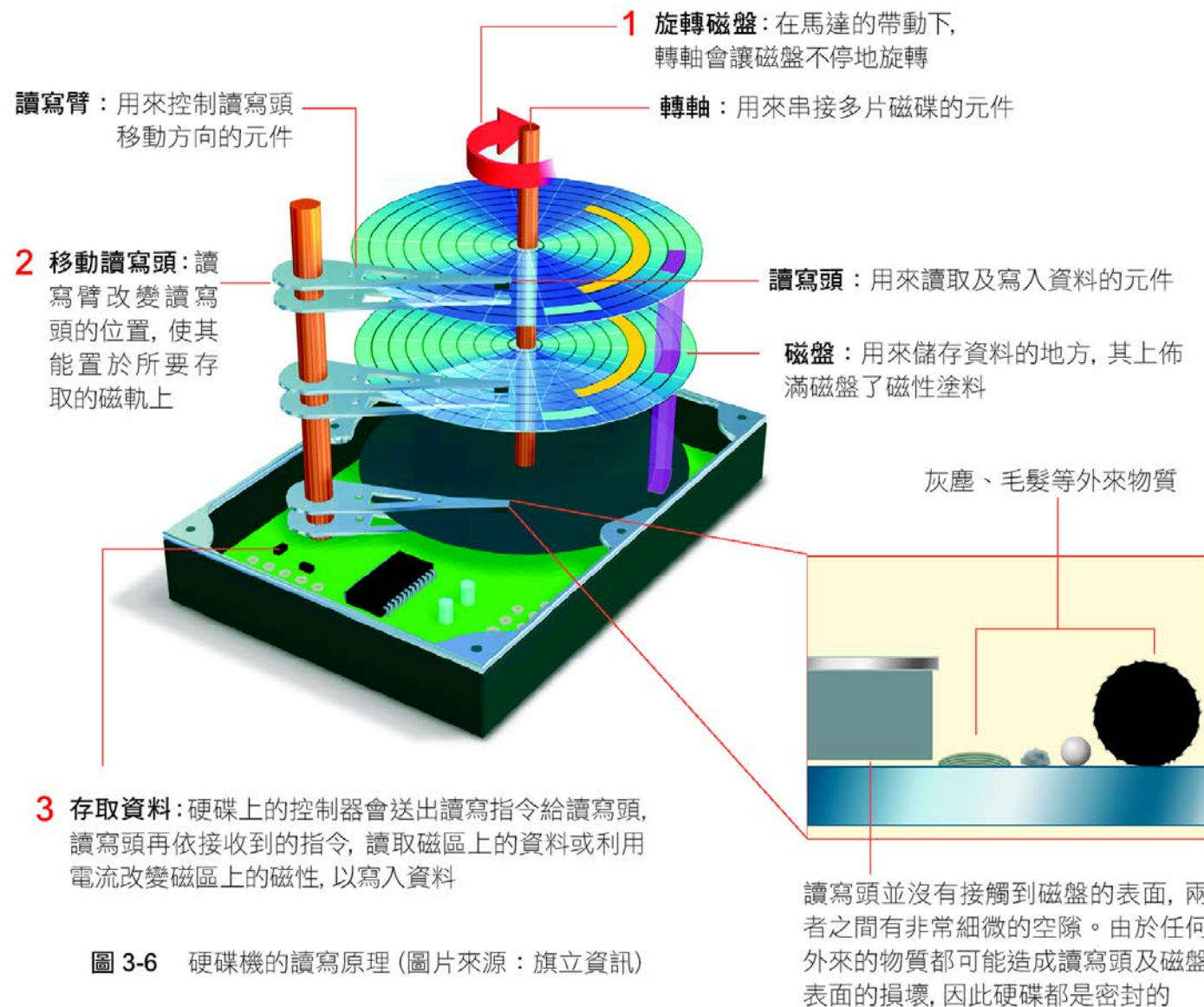


圖 3-6 硬碟機的讀寫原理 (圖片來源：旗立資訊)

硬碟機的結構

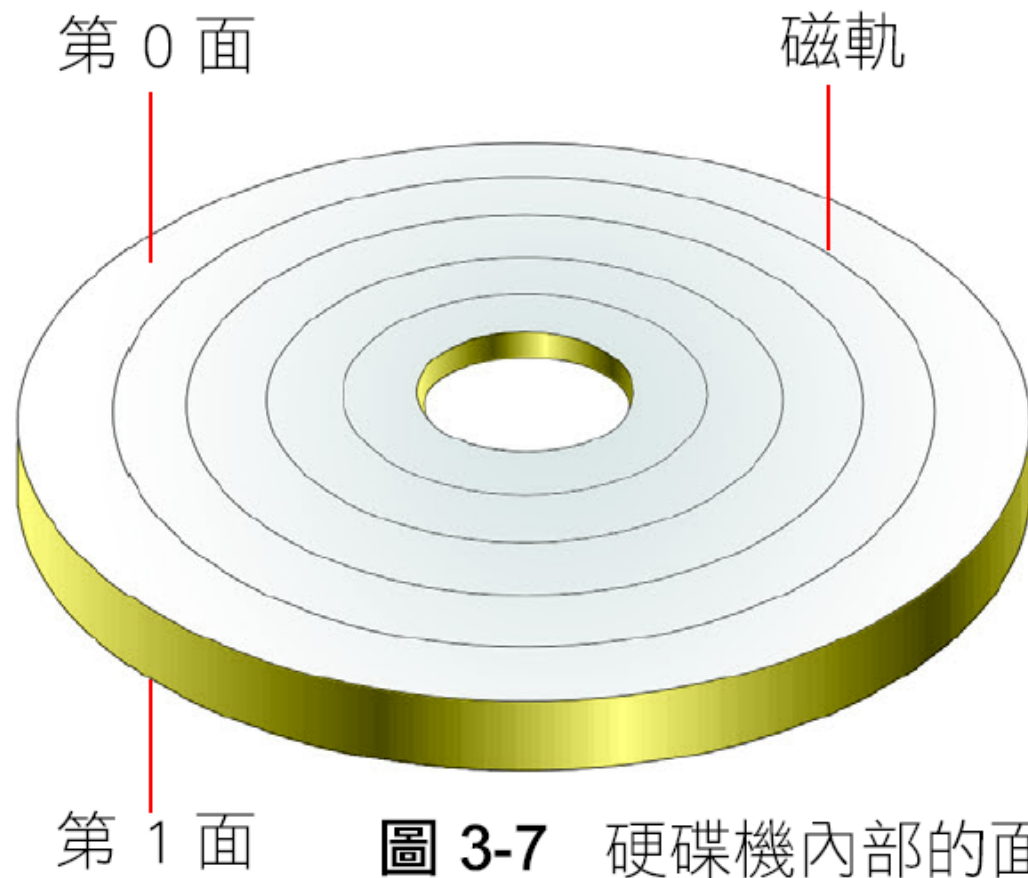


圖 3-7 硬碟機內部的面與磁軌

硬碟機的結構

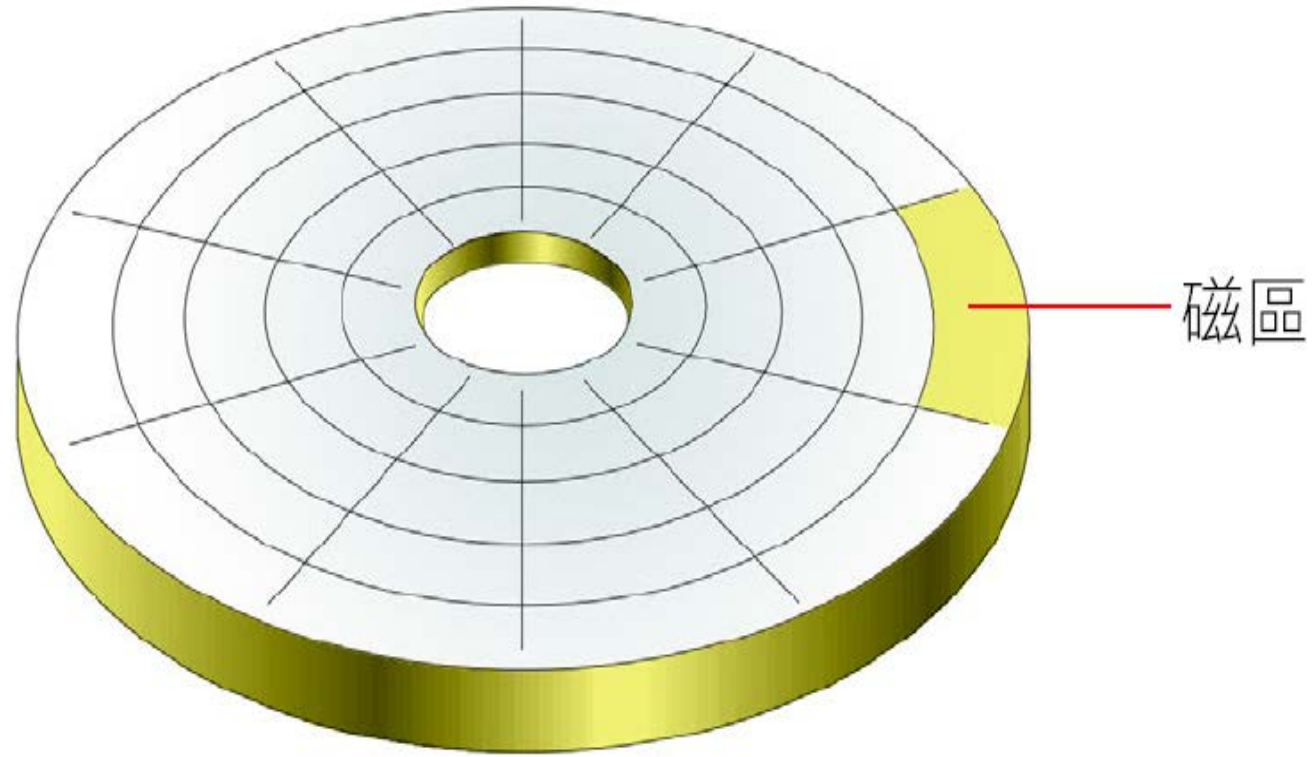


圖 3-8 硬碟機內部的磁區

硬碟機的結構



圖 3-9 一起移動位置的讀寫頭

硬碟機的結構

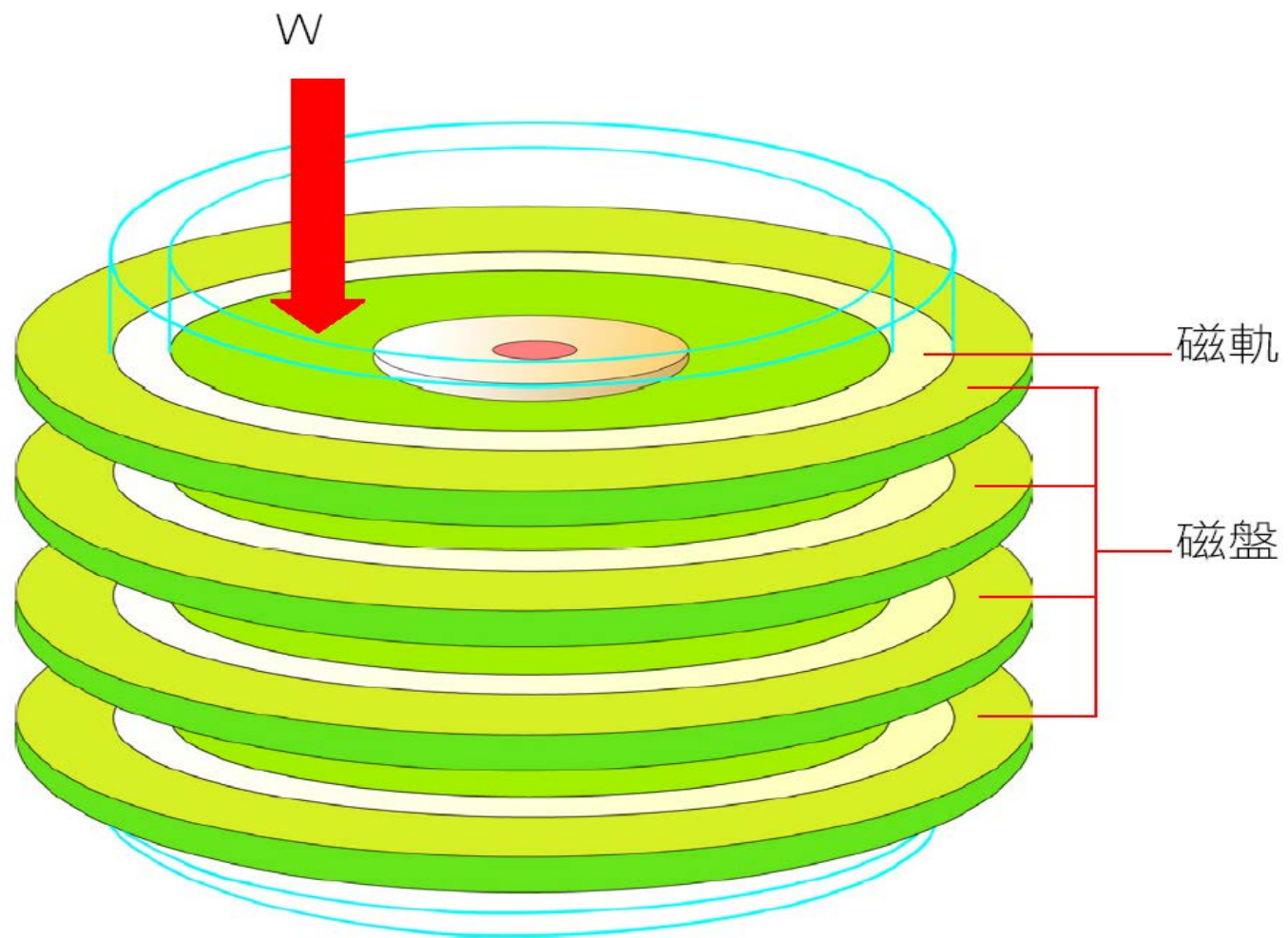
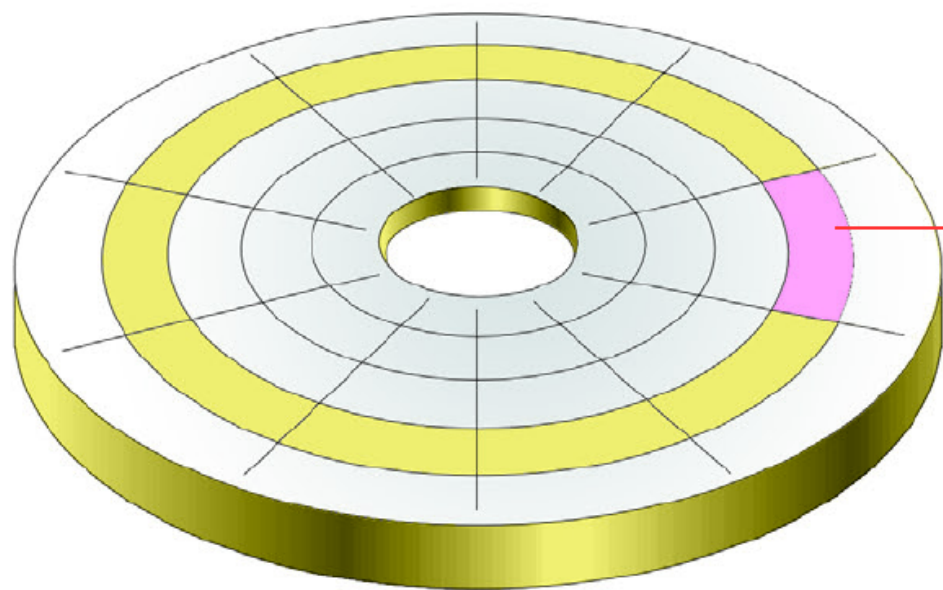


圖 3-10 硬碟機內部的面與磁軌

硬碟的定址模式

- 為了在眾多的磁區中讀寫資料, 硬碟必須有一套定址方式, 才能找到資料所在的位址。早期硬碟使用 CHS (Cylinder-Head-Sector) 模式, 也就是使用 "磁柱編號 + 讀寫頭編號 + 磁區編號" 來定址。

硬碟的定址模式



此區塊的位址為 "磁柱編號 1/讀寫頭編號 0/磁區編號 2"

圖 3-11 CHS 定址模式

硬碟的定址模式

	IDE	個人電腦BIOS	妥協後的結果
磁柱最大數量	65536	1024	1024
讀寫頭最大數量	16	256	16
磁區最大數量	256	63	63
最大容量	137 GB	8.4 GB	528 MB

表 3-3 舊式 IDE 硬碟機的容量上限

硬碟的定址模式

磁柱 0、讀寫頭 0、磁區 1	LBA 編號 0
磁柱 0、讀寫頭 0、磁區 2	LBA 編號 1
...	...
磁柱 0、讀寫頭 0、磁區 100	LBA 編號 99
磁柱 1、讀寫頭 0、磁區 1	LBA 編號 100
磁柱 1、讀寫頭 0、磁區	LBA 編號 101
...	...

表 3-4 LBA 定址方式