

VT16

Console and 單一匯流排系統 for TV

(真實的十六色或虛擬的六十四色)

內容目錄

內 容	頁 數
0. 修正歷史.	1
1. IC 特徵和一般功能的描述	2
2. IC 腳位構造	3
3. 方塊圖	4
4. 腳位功能描述	4-5
5. 可隨意調整腳位對照表	5-6
6. 功能描述	7-8
7. 單一總線下影像的存儲器存儲體映射(Video Memory Bank Mapping)	9-13
8. 單一總線下程序的存儲器存儲體映射(Program Memory Bank Mapping)	14-18
9. 背景的圖形塊和內部的圖像動態隨機存儲器(VRAM)	19-23
10. 調色板	24
11. 寄存器接口的描述	25-45
程序單元的寄存器的接口	25-34
圖像單元的寄存器的接口	35-39
聲音控制寄存器的接口	40
參數的描述	41-43
雜項功能的寄存器的接口	43-45
12. 時序波形	46-48
13. 程序設計指南	48-49
14. CPU 指令對照表	50-55

修正歷史:

版本	內 容
A0	初始版本
A1	修正錯誤PIN17由NC改為VSS
A2	Page2 新增CPU 頻率為1.8MHz 或是5MHz 敘述 Page32 #411CH增加D7 功能:CPU 5MHz選擇. Page49:程序設計指南Item11,增加PCM和Joystick(搖桿)的關聯.
A3	Page6:增加外部的IRQ(External IRQ) vector 表
A4	Page31:修改\$4119 內容
A5	Page32:\$411C(D4: W16B)由一次寫16 bits改為無效. Page49 程序設計指南: 增加擴展模式的敘述.
A6	Page15:修正\$411C 設置.
A7	Page34:修正UIOS7狀態

VT16

Console and 單一匯流排系統 for TV

(真實的十六色或虛擬的六十四色)

IC 特徵

系統

- CPU: 6502
- 內部的程序動態隨機存儲器(PRAM): 4K Bytes
- 內部的圖像動態隨機存儲器(VRAM): 2K Bytes
- DMA (卡通塊和背景)
- 8 位數據匯流排或 16 位數據匯流排
- 多樣的 IRQ 控制
- 掃描線計數器 IRQ
- 一個可編程的計數器可以產生外部的時鐘, IRQ 和 RS232 電碼數比率計秒表
- 解碼功能,外部的存儲器最大可以擴充到 32M Bytes
- T.V. 訊號輸出 (NTSC, PAL,PALM,PALN)
- 8 位數據匯流排最多有 16 個附屬的 I/O 口, 16 位數據匯流排最多有 8 個附屬的 I/O 口
- 8 位 AD 轉換器(ADC)
- 聲音增大控制
- 相關的地址存儲體
- 擴充 5 個 IRQ 服務入口
- CPU 頻率為 1.8MHz 或是 5MHz
- 圖像(Video)於 16 位模式下可以使用低速的存儲器(ROM 或是 Flash)
- 獨立的 PCM 地址存儲體
- 復位入口為 7FFFCH 或是 17FFFCH 的選擇
- 睡眠模式和自動甦醒模式

週邊的應用

- 內建具有 Turbo 的搖桿功能
- 內建 RS232 串列埠
- SPI 介面

圖形產生器

- 分辨率: 256x240 點
- 一幅畫面只允許 64 個卡通塊
- 背景顏色可以是 16 色 (4 color sets) 或 4 色 (4 color sets)
- 卡通塊於 16 色 (4 color sets), 有 8X8 or 8X16 字符大小, 於 4 色 (4 color sets), 有 8X8, 8X16, 16X8, 16X16 點陣大小(character size)
- 調色板有 25 或是 121 色
- 可放大背景和卡通塊

聲音產生器

- 4 節拍通道.
- 2 低頻通道.
- 2 噪聲通道.
- PCM 或是 DWS DMA 內建

一般功能描述

VT16 包括 CPU, 圖像的單元, 聲音單元, 1 個 4K Bytes 程序 SRAM(PRAM) 和一個 2k Bytes 圖像 SRAM(VRAM)及一些 I/O 控制裝置. VT16 可以分為兩個系統, 一個用於程序的, 另一個用於影像的處理.

CPU 是整個程式系統的主要角色. 它可以對內部的動態隨機存儲器 PRAM 和外部的系統軟件存儲器(ROM 或是 Flash)進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理. 系統軟件的存儲器(ROM 或是 Flash)被儲存程序命令, 程序指引和一些聲音資料.而 VT16 內部的 4K Bytes 的程序動態隨機存儲器(PRAM)是第零頁 RAM, 堆棧區 及一些 CPU 的記憶體. 程式系統控制學習機的執行, 包括圖案, 語音, 及字幕. 也就是說 CPU 將控制視頻系統顯示指定的圖案.

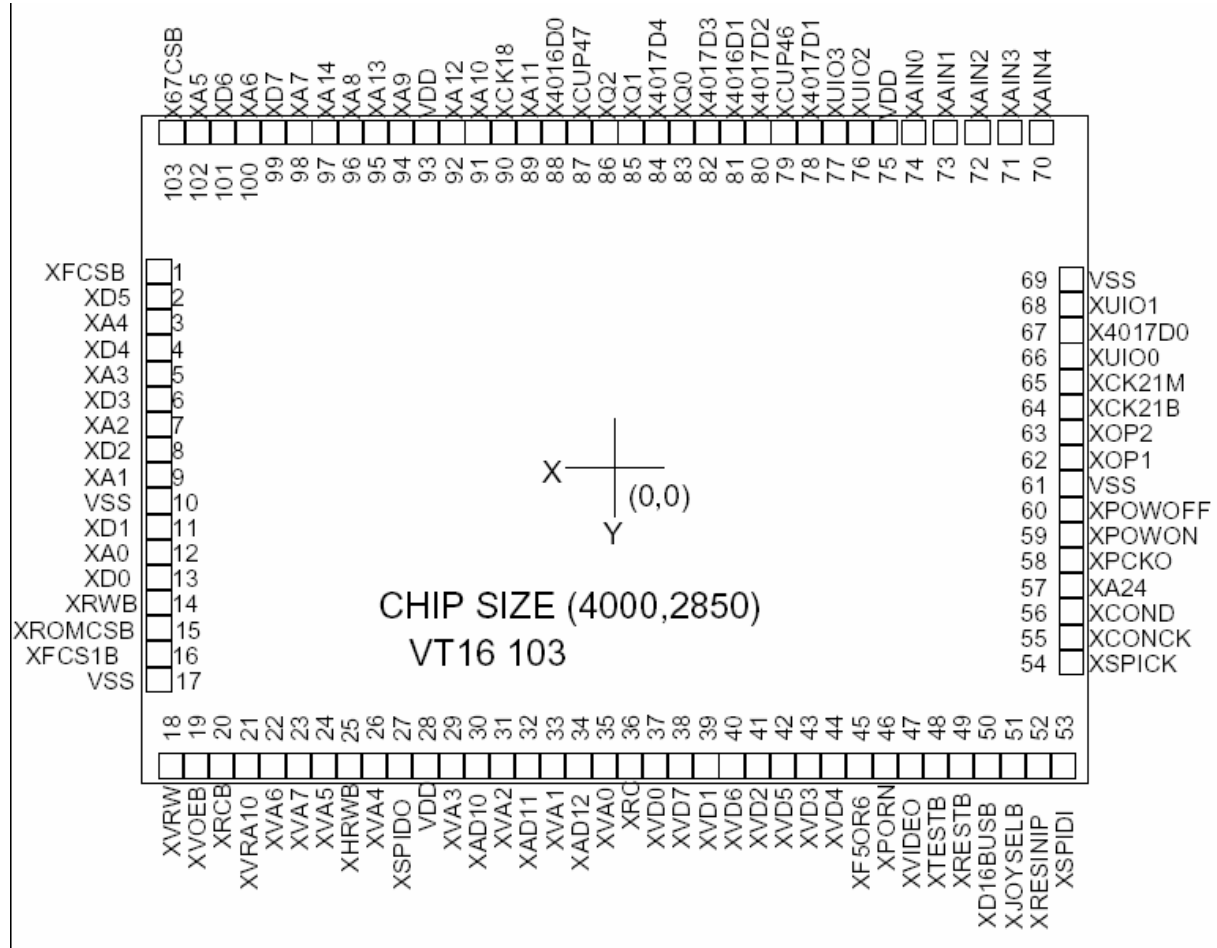
圖像單元是影像系統的主要角色. 它能夠對內部的動態隨機存

儲器(VRAM)和圖形塊(character)存儲器(ROM 或是 Flash) 進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理後自動地顯示一些圖案. 除了內部的 PRAM 之外,VT16 內部有另外的 2K Bytes VRAM, 影像的動態隨機存儲器 (VRAM)存儲許多指到圖形塊 (Character)ROM 或是 Flash 內圖形的圖形序號.VRAM 儲存圖形序號,它可以在屏幕上作 2 頁的顯示. 圖形塊(Character) ROM 儲存許多 8X8 或 16X8 或 16X16 圖形.

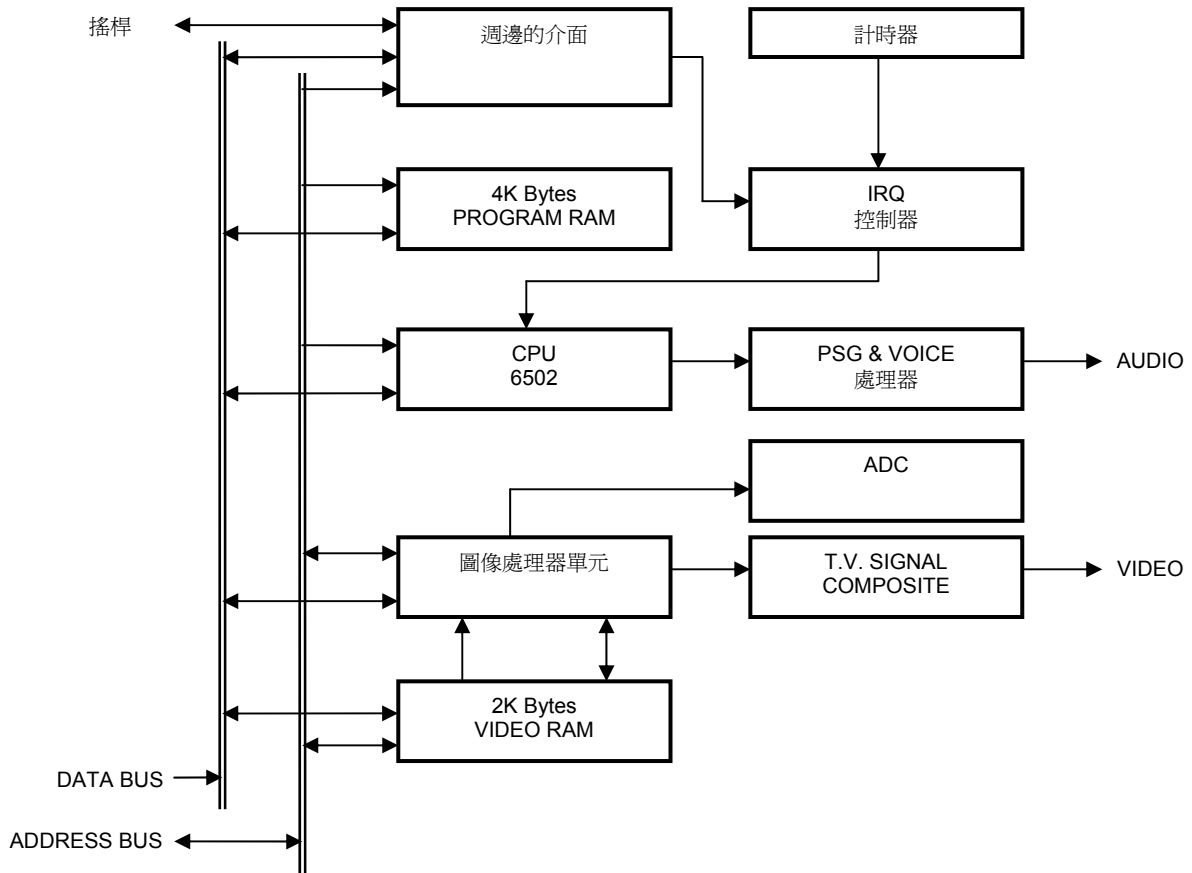
VT16 可以合併程序和影像的匯流排成爲單一匯流排模式. 如此它只需要一個存儲器的 IC 來當做程序和影像數據的存儲器.在單一總線匯流排模式下. 程序設計人員個別的指定程序和影像的存儲體於外部的同一存儲器,然後 VT16 將合併這兩個獨立的匯流排爲單一匯流排,經由 VT16 內部的解碼功能,外部的存儲器最大可以擴充到 32M Bytes .

IC 腳位構造

Chip Size(X, Y): 4000 X 2850 um²



方塊圖



IC腳位描述

符號	型式	描述
XA[14:0]	O	地址線 XA14-XA0.
XD[7:0]	I/O	數據匯流排 Bit7-0.
XVD[7:0]	I/O	I/O 或是16位元模式的數據匯流排 Bit15-8.
XCK18	O	CPU 時鐘信號為 1.8MHz.
XRW	O	CPU的寫信號或低字節(low byte) 寫信號.
XHRW	O	高字節(High byte)寫信號.
XROMOEB	O	允許ROM 或是 Flash 輸出.
XFCSB	O	ROM 或是 flash 片選信號, 低電平有效, CPU地址 8000H~FFFFH 和 OA24=0 和 OA23=0 將會是低電平.
XFCS1B	O	ROM 或是 flash 片選信號, 低電平有效, CPU地址 8000H~FFFFH 和 OA24=0 和 OA23=1 將會是低電平.
X67CSB	O	地址 6000H~7FFFH 或是 CPU地址 8000H~FFFFH 和 OA24=1 片選信號,低電平有效.
XVRW	O	視頻讀/寫信號輸出端或單一匯流排模式的I/O.
XVOEB	O	視頻資料輸出致能 或單一匯流排模式的I/O.
XVRA10	I	內部的視頻 RAM 位址位元10 或單一匯流排模式的I/O.
XRC	O	外部的可讀存儲器程序片選擇器, 低電平有效,或單一匯流排模式的I/O.
XRCB	O	外部的可讀存儲器程序片選擇器, 高電平有效,或電源起動指示器,或單一匯流排模式的I/O.
XVA [7:0]	O	視頻地址匯流排或單一匯流排模式的 OA22-OA15.

XAD[12:10]	○ I/O	視頻地址匯流排 A12-A10 或是 單一匯流排模式的 I/O.
XAIN3	I/O	I/O 或是 ADC 輸入
XAIN4	I/O	外部的 IRQ 或是 Voice 輸入 或是ADC 輸入.
XAIN0	I/O	I/O 或是 ADC 輸入 .
XAIN1	I/O	I/O 或是 ADC 輸入.
XAIN2	I/O	I/O 或是 ADC 輸入.
XSPICK	○	SPICK 或是 4124H Write pulse(低電平有效).
XSPIDO	○	SPIDO 或是 4124H Read pulse(低電平有效).
XSPIDI	I/O	SPIDI 或是一般的 I/O 4.
XCOND	I/O	連續的數據 I/O 或是一般的 I/O 5.
XCONCKI	I/O	連續的 CK 或是一般的 I/O 6.
XPCKO	○	可編程的 CK 或一般的 I/O 7 輸出.
XUIO[3:0]	I/O	一般的 I/O 3,2,1,0.
XTESTB	↓	生產廠家測試用. (PH)
XRESTB	↓	復位信號輸入端,低電平有效. (PH)
XCK21M	↓	晶體振盪器時鐘信號輸入端.
XCK21B	○	晶體振盪器時鐘信號輸出端.
X4016D0	↓	I/O 介面輸入端 或是 A 鍵. (PH)
X4016D1	↓	I/O 介面輸入端 或是 B 鍵. (PH)
X4017D0	↓	I/O 介面輸入端 或是 Up 鍵.(PH)
X4017D1	↓	I/O 介面輸入端 或是 Start 鍵.(PH)
X4017D2	↓	I/O 介面輸入端 或是 Select 鍵.(PH)
X4017D3	↓	I/O 介面輸入端 或是 Down 鍵.(PH)
X4017D4	↓	I/O 介面輸入端 或是 Left 鍵.(PH)
XQ0	I/O	I/O 介面輸出端 或是 Turbo B 鍵.(PH)
XQ1	I/O	I/O 介面輸出端 或是 Turbo A 鍵.(PH)
XQ2	I/O	I/O 介面輸出端 或是 RS232 RXD.
XCUP46	I/O	I/O的時鐘 或是 Right 鍵.(PH)
XCUP47	I/O	I/O的時鐘 或是 RS232 TXD
XVIDEO	○	複合視頻信號輸出端.
XOP1,XOP2	○	音頻信號輸出端.
XJOYSELB	↓	當 XJOYSEL=0 可使內部的搖桿致能.
XD16BUSB	↓	16 bits 數據匯流排選擇器 (低電平有效)
XPORN,XF5OR6	○	電視系統選擇器. All 0:NTSC, All 1:PAL.
XRESINIP	↓	程序復位指引存儲體. 0: 7FFFCH, 1:17FFFCH.
XPOWOFF	↓	Power off 鍵.(PH).
XPOWON	○	Power On 指示器 (高電平有效).
XA24	○	地址線 XA24

備註: (↓) 輸入端. (○) 輸出端. (I/O) 輸入/輸出端. (PH) 內含拉到高電平的電阻 20K~50K, (PL) 內含拉到低電平的電阻20K~50K.

可隨意調整腳位對照表

狀態	寄存器 IOP0EN=1 XD16BUSB=1	寄存器 IOP0EN=0 XD16BUSB=0
XVD0	IOP00	D8
XVD1	IOP01	D9
XVD2	IOP02	D10
XVD3	IOP03	D11

狀態	寄存器 IOP1EN=1 XD16BUSB=1	寄存器 IOP1EN=0 XD16BUSB=0
XVD4	IOP10	D12
XVD5	IOP11	D13
XVD6	IOP12	D14
XVD7	IOP13	D15

狀態	寄存器 IOP2EN=1	寄存器 IOP2EN=0
XVRA10	IOP20	VRA10
XAD10	IOP21	AD10
XAD11	IOP22	AD11
XAD12	IOP23	AD12

狀態	寄存器 IOP3EN=1	寄存器 IOP3EN=0
XRC	IOP30	RC
XRCB	IOP31	RCB
XVOEB	IOP32	VOEB
XVRW	IOP33	VRW

狀態	ADCEN=1	ADCEN=0
XAIN0	AIN0	ADCIO0
XAIN1	AIN1	ADCIO1
XAIN2	AIN2	ADCIO2
XAIN3	AIN3	ADCIO3

狀態	VGCEN=1	VGCEN=0
XAIN4	AIN4	EXIRQ

外部的 IRQ (EXIRQ) vector 表

External IRQ 型態	Vector	狀態
E1IRQB	FFF8H , FFF9H	External IRQ pad is AIN4
TXIRQB	FFF6H , FFF7H	TX
RXIRQB	FFF4H , FFF5H	RX
CONIRQB	FFF2H , FFF3H	Continuous data IRQ
TIMIRQB	FFF0H , FFF1H	Timer IRQ(與 RS232 Timer 是同一個)

備註: 這個外部的 IRQ(external IRQ)timer 與 RS232 的 timer 是同一個,所以如果您使用它就不能用 RS232 的功能.

狀態	SPIEN=1	SPIEN=0
XSPICK	SPICK	4124H Write low pulse
XSPIDO	SPIDO	4124H Read low pulse
XSPIDI	SPIDI	UIO4

狀態	CONEN=1	CONEN=0
XCOND	COND	UIO5
XCONCK	CONCK	UIO6

狀態	UIOS7=1	UIOS7=0
XPCKO	UIOD7	PCKO

狀態	XJOYSELB=0	XJOYSELB=1
X4016D0	JOY button A	X4016D0
X4016D1	JOY button B	X4016D1
X4017D0	JOY button UP	X4017D0
X4017D1	JOY button ST	X4017D1
X4017D2	JOY button SE	X4017D2
X4017D3	JOY button Down	X4017D3
X4017D4	JOY button Left	X4017D4
XCUP46	JOY button Right	XCUP46
XQ0	JOY button B turbo	XQ0
XQ1	JOY button A turbo	XQ1

狀態	寄存器 RS232EN=1	寄存器 RS232EN=0
XQ2	RD	XQ2
XCUP47	TD	XCUP47

RS232EN default =1

IC 功能的描述

Console chip 包括 CPU, 視頻, 音頻功能和 I/O.

視頻:

1. 視頻(VIDEO)可以處理 2 個物件, 卡通塊(Sprite)和背景(Background). 卡通塊是移動性的物件, 比方像是 子彈, 汽車, 人物. 背景是比較大的圖形, 比方像是 樹木, 森林, 房子, 佈景是可以捲動的.
2. 在電視屏幕上, 影像能在橫向的座標上顯示 256 個點及在縱向的座標上顯示 240 個點.
3. 在一幅畫面上只允許同時顯示 64 個卡通塊. 一個卡通塊需要 4 個字節來定義.
4. 在橫向, 最大的卡通塊數量是 8. 假如它超過 8, 多餘的會被忽略並將訊息反應給 CPU.
5. 一個最小的單位的卡通塊或背景圖案是一個有 8X8 點陣的圖形塊, 一個點陣可以顯現 4 或 16 種的顏色.
6. 程式設計者可以選擇卡通塊是 (8X16), (8X8), (16X16), (16X8)點陣.
7. 背景圖案為兩頁, 可以立刻換頁或是用橫向的捲動或是縱向的滾動的方式變換.
8. 在調色板中可以定義 25 色 或 121 色. 一個顏色需要 6 位或是 12 位來定義.
9. 自動的電視同步信號衍生器, 它是不受程序控制影響.
10. 電視複合信號輸出.
11. 卡通塊和背景垂直方向的尺寸可放大 1.5 倍.
12. 獨立的卡通塊指定 4 色 或 16 色.
13. 圖像(Image)於 16 位模式下可以使用低速的存儲器.

音頻:

- 音頻:**
1. 最大提供 256 個字節 DMA 功能作為圖畫單元更新卡通塊, 背景角色序號和圖形塊數據.
 2. 2 個端口用來讀取音頻產生器的狀態.
 3. 每個音頻通道需要 4 個地址端口來控制它的執行.
 4. 有 4 個節拍頻道, 2 個低頻道, 2 個噪音頻道, 及內建 PCM or DWS DMA.
 5. 2 個獨立音頻 DA 輸出端.

CPU:

CPU 包含在 Console 內, 擁有 16 位程式計數器, 8 位 AL 和累加器, 狀態寄存器, 2 個一般用途的寄存器 X, Y, 8 位堆疊指示器, 16 位地址線 及 8 位輸出、輸入數據總線.

內部的動態隨機存儲器:

一個 2K bytes SRAM 用於顯示緩充區的 (VRAM), 另一個 4K bytes SRAM 用於程序緩充區的 (PRAM).

I/O:

1. 7 個腳位作為讀取週邊的 I/O, 3 個腳位作為輸出週邊的 I/O, 2 個時鐘腳位.
2. 內建可隨意調整的 8 位連續到並行的 I/O 給搖桿用.
3. 在單一匯流排模式下, 8 bits 數據匯流排模式擁有附屬的 16 個 I/O 口和 16 bits 數據匯流排模式擁有附屬的 8 個 I/O 口.
4. 內建可自由選擇的 RS232 串列的埠.
5. SPI 和 CON 介面和 7 個一般的 IO(UIO)和可編程的時鐘輸出.

程序記憶體和影像的記憶體的地址映射(CPU 管理的內存分佈表)

程序的記憶體之分配

000H 7FFH	系統零頁堆棧區
2000H	圖像單元
4000H	音頻產生器
6000H	
8000H	外部的程序存儲器 PROM 或 PRAM (可擴充)

影像的記憶體之分配 **備註

2000H 23FFH	背景頁 左或上
2400H 27FFH	背景頁 右
2800H 2BFFH	背景頁 下
3F00H 3FFFH	調色板 *備註 2
0000H	外部的影像存儲器 VROM 或 VRAM (可擴充)

**備註 1

影像存儲器的地址需要經由圖像單元的寄存器接口 2006H 來聲明. 對影像存儲器進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理的詳細方法描述於下面的單元: 對影像存儲器和存儲體進行尋址的映射.

*備註 2

當 RC = 1

3F00-3F1F 是調色板中舊的顏色映射位置, 總共有 25 個顏色.

3F00 是透明的顏色, 而 3F10, 3F04, 3F14, 3F08, 3F18, 3F0C, 3F1C 可以忽略.

3F00-3FFF 是調色板中新的顏色映射位置, 總共有 121 個顏色.

例如: 3F00 and 3F80 將合成一種顏色, 它是 4 位照度數據, 4 位飽和度數據 和 4 位位相數據

單一匯流排模式(One bus system)

VT16 自動地合併程序地址線和影像的地址線為單一總線匯流排。在單一總線匯流排模式下,只要單一個外部的存儲器來給程序存儲器和影像的存儲器用。雖然實質上只有一個外部的存儲器,程序存儲器和影像的存儲器需要個別的來設定。程序撰寫人員必須小心的區分這個單一存儲器來儲存程序和影像的數據。OA[22:0] 是輸出腳位的地址線,可以擴充的外部存儲器的容量到 32M Bytes。以程序地址為基礎(XA), 圖像地址(AD)和其他相關的寄存器的地址線, VT16 將會接合 OA[22:0] 到外部存儲器的地

址線。請參考下面兩部分的資料有更詳細的描述如何來操作及其存儲體的映射。

在單一總線模式下, 程序的 A22~A0 的起始地址為 007FFFC 或是 017FFFC, 而影像的起始地址為 0000XXX。

4125H 和 4126H 是 PCM 高位地址線存儲體, 而且 4127H 和 4128H 是相關的高位地址線存儲體。當對 PCM 數據進行尋址時, PCM 高位地址線存儲體將會有效。

Address output	Value
XFCSB, XFCS1B X67CSB	(OA24 or \$4126D4)
	(OA23 or \$4126D3)+\$4128D2
XA22	(OA22 or \$4126D2)+\$4128D1
XA21	(OA21 or \$4126D1)+\$4128D0
XA20	(OA20 or \$4126D0)+\$4127D7
XA19	(OA19 or \$4125D7)+\$4127D6
XA18	(OA18 or \$4125D6)+\$4127D5
XA17	(OA17 or \$4125D5)+\$4127D4
XA16	(OA16 or \$4125D4)+\$4127D3
XA15	(OA15 or \$4125D3)+\$4127D2
XA14	(OA14 or \$4125D2)+\$4127D1
XA13	(OA13 or \$4125D1)+\$4127D0
XA12	(OA12 or \$4125D0)
XA11	OA11
XA10	OA10
XA9	OA9
XA8	OA8
XA7	OA7
XA6	OA6
XA5	OA5
XA4	OA4
XA3	OA3
XA2	OA2
XA1	OA1
XA0	OA0

對影像的存儲器進行尋址(Acess Video Memory)

影像的存儲體的地址必須經由圖像單元寄存器的 2006H 接口來聲明。2006H 是一個兩個字節設置 寄存器接口。第一個字節的 D5 輸出到 XRC。第一個字節的 D6 設為 VA34。2006H 剩下的 Bit 設定為 AD[12:0] 如 Table A1 所描述。當 XRC=1, AD[12:0]

是內部的圖像存儲器的地址線。於單一總線匯流排模式下,當 XRC=0 AD[12:0] 和圖像存儲器儲存體空間的設定一起決定輸出腳位 OA[24:0] 為外部的存儲器的地址線。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
第二個字節							

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	VA34	XRC	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8
第一個字節							

Table A1. 寫 2006H (兩個字節設置)

單一總線匯流排模式下影像的存儲器存儲體的映射

於單一總線匯流排模式下, VT16 可以經由 25 位的地址線 OA[24:0]應對到外部的存儲器最大為 32M Bytes. 影像的存儲體空間映射的外部存儲器的概略圖如 Figure A1. 對應一個如此大容量的存儲器,VT16 利用影像的存儲體 2 (Video Bank 2) 將 32M Bytes 分類為幾個區塊. 每一個區塊再經由影像的存儲體 1 (Video Bank 1) 分為幾個小區塊. 以同樣的方法影像的存儲體 0

(Video Bank 0)再將這些小區塊分為更小的區塊.

請參照 Table A3 有更詳細的映射圖. 請注意在擴充模式之下沒有影像的存儲體 1 (Video Bank 1), 也就是說每一個區塊的分類直接由影像的存儲體 2(Video Bank 2) 到影像的存儲體 0 (Video Bank 0).

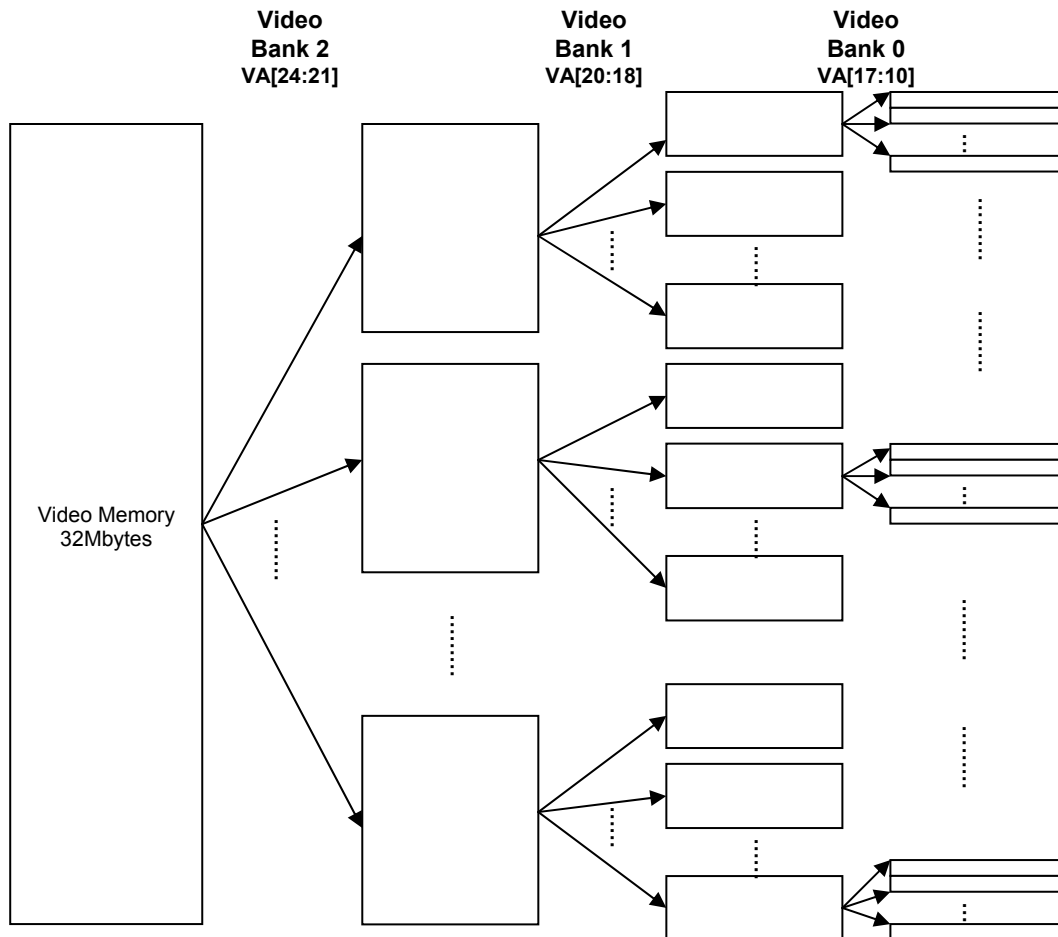


Figure A1. 外部的影像存儲器存儲體映射概略圖

PPU

\$0000	VBANK=\$2016&0xFE
\$0800	VBANK=\$2017&0xFE
\$1400	VBANK=\$2012
\$1800	VBANK=\$2013
\$1C00	VBANK=\$2014
\$2000	VBANK=\$2015
	螢幕 00 圖塊代碼區
\$23C0	
\$2400	螢幕 00 配色代碼區
	螢幕 01 圖塊代碼區
\$27C0	
\$2800	螢幕 01 配色代碼區
	螢幕 10 圖塊代碼區
\$2BC0	
\$2C00	螢幕 10 配色代碼區
	螢幕 11 圖塊代碼區
\$2FC0	
\$3000	螢幕 11 配色代碼區
	無定義
\$3F00	
\$3FFF	調色板代碼

映射 PROM 的實際物理地址

標準視頻地址模式：

Case (\$201A & 0x07)

0：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+ VBANK<<10 (默認)

1：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+((\$201A&0x80) | (VBANK&0x7F))<<10

2：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+((\$201A&0xC0) | (VBANK&0x3F))<<10

4：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+((\$201A&0xE0) | (VBANK&0x1F))<<10

5：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+((\$201A&0xF0) | (VBANK&0x0F))<<10

6：(\$4100&0x0F)<<21+(\$2018&0x70)<<14+((\$201A&0xF8) | (VBANK&0x07))<<10

擴展視頻地址模式：

Case (\$201A & 0x07)

0：(\$4100&0x0F)<<21+VBANK<<13+EVA<<10 (默認)

1：(\$4100&0x0F)<<21+((\$201A&0x80) | (VBANK&0x7F))<<13+EVA<<10

2：(\$4100&0x0F)<<21+((\$201A&0xC0) | (VBANK&0x3F))<<13+EVA<<10

4：(\$4100&0x0F)<<21+((\$201A&0xE0) | (VBANK&0x1F))<<13+EVA<<10

5：(\$4100&0x0F)<<21+((\$201A&0xF0) | (VBANK&0x0F))<<13+EVA<<10

6：(\$4100&0x0F)<<21+((\$201A&0xF8) | (VBANK&0x07))<<13+EVA<<10

- 當\$4105&0x80 不為 0 時\$0000-\$0FFF 與\$1000-\$1FFF 互換
- EVA 表

	EVA2	EVA1	EVA0
背景顯示擴展視頻地址模式，\$2011&0x02=1	HV	BG4	BG3
背景顯示擴展視頻地址模式，\$2011&0x02=0	BKPAGE	BG4	BG3
卡通顯示擴展視頻地址模式	SPEVA2	SPEVA1	SPEVA0
讀/寫擴展視頻地址模式	VRWB2	VRWB1	VRWB0

- 當 16 色背景或 16 色/16*8 卡通時, 實際地址參照上表左移 1 位

外部的影像存儲器存儲體映射(Video Memory Bank Mapping)

Minimum Video bank 1K bytes

VA24-21 <- \$4100(D3-0)

VA17-10 <- \$2012-\$2017(D7-0), \$201A(D7-0)

EVA12-10 <- \$2018(D2-0)

VA20-10 <- \$2018(D6-4)

Video Address	4 colors	16 colors	Extension	Video BANK0	Video BANK0
0000-000F	Character 0	Character 0	EVA12-10=0	VA17-10=0	VA17-10=0
0010-001F	Character 1		If Extension	If Extension	If Extension
0020-003F	Character 2,3	Character 1	Mode active	Mode not active	Mode active
....	Character ..	Character ..		active	
03E0-03FF	Character 63	Character 31			
0400-07FF	64 Characters	32 Characters	EVA12-10=1	VA17-10=1	
....	.. Character	.. Character		
1C00-1FFF	64 Characters	32 Characters	EVA12-10=7	VA17-10=7	
2000-3FFF	512 Characters	256 Characters		VA17-10=8-F	VA17-10=1
4000-5FFF	512 Characters	256 Characters		VA17-10=10-17	VA17-10=2
....	.. Character	.. Character		
3E000-3FFFF	512 Characters	256 Characters		VA17-10=F8-FF	VA17-10=1F
40000-7FFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=20-3F
80000-BFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=40-5F
C0000-FFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=60-7F
100000-13FFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=80-9F
140000-17FFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=A0-BF
180000-1BFFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=C0-DF
1C0000-1FFFFF	16K Character	8K Charaters			VA17-10=E0-FF

Video Address	Bank1 no extension	Bank2
00000-3FFFF	VA20-18=0	VA24-21=0
40000-7FFFF	VA20-18=1	
....		
1C0000-1FFFFF	VA20-18=7	
200000-3FFFFF	VA20-18=0-7	VA24-21=1
400000-5FFFFF	VA20-18=0-7	VA24-21=2
600000-7FFFFF	VA20-18=0-7	VA24-21=3
....		
1E00000-1FFFFFFF	VA20-18=0-7	VA24-21=F

於單一總線匯流排模式下影像的存儲器的映射(Address the Video memory under One Bus Mode)

在不同的背景(Background)和卡通塊(Sprite)設定下, VT16 提供不同功能的解碼器去應對影像的存儲器(Video memory). 有四種形式的設定, 如 Table A2 的描述. 程序設計人員可以設定背景(Background)和卡通塊(Sprite)為不同形式. 圖像單元會自動的改變解碼器功能到相關的模式設定對背景字符(Background character)或卡通塊字符(Sprite character)存儲器進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理.

當於單一總線匯流排模式下存取影像的存儲器數據, 地址線腳位 OA[24:0] 可以如 Table A3 來聲明, 在那一點上 VA34, VA[24:0],

EVA[12:10] 可以被不同的寄存器來指定. VA[9:0] 是由 AD[9:0] 來指派, 它必須經由寄存器的 2006H 接口來指定. 於不同的影像的儲存體 0(Video Bank 0) 選擇器下, VA[17:10] 被指定如 Table A4 所描述. VA[20:18] 經由寄存器的 2018H(D[6:4])接口來指定給影像的儲存體 1(Video Bank 1). VA[24:21] 經由寄存器的 4100H (D[3:0]) 接口來指定給影像的儲存體 2(Video Bank 2). VA34 必須經由寄存器的 2006H 接口來指定 (first byte, D6). EVA[12:10] 被指定如 Table A5 所描述.

Type of background or sprite char.	
Type1	Extension video address disable and 4 colors per pixel.
Type2	Extension video address enable and 4 colors per pixel.
Type3	Extension video address disable and 16 colors per pixel or 16X8 sprite.
Type4	Extension video address enable and 16 colors per pixel or 16X8 sprite

Table A2. Different types of background or sprite characters.

	Address output	Type of background or sprite char.			
		Type1	Type2	Type3	Type4
	OA24	VA24	VA24	VA23	VA23
VA[24:21] : Video Bank 2	OA23	VA23	VA23	VA22	VA22
	OA22	VA22	VA22	VA21	VA21
	OA21	VA21	VA21	VA20	VA17
VA[20:18] : Video Bank 1	OA20	VA20	VA17	VA19	VA16
	OA19	VA19	VA16	VA18	VA15
	OA18	VA18	VA15	VA17	VA14
	OA17	VA17	VA14	VA16	VA13
	OA16	VA16	VA13	VA15	VA12
	OA15	VA15	VA12	VA14	VA11
VA[17:10] : Video Bank 0	OA14	VA14	VA11	VA13	VA10
	OA13	VA13	VA10	VA12	EVA12
	OA12	VA12	EVA12	VA11	EVA11
	OA11	VA11	EVA11	VA10	EVA10
	OA10	VA10	EVA10	VA9	VA9
	OA9	VA9	VA9	VA8	VA8
	OA8	VA8	VA8	VA7	VA7
	OA7	VA7	VA7	VA6	VA6
	OA6	VA6	VA6	VA5	VA5
	OA5	VA5	VA5	VA4	VA4
	OA4	VA4	VA4	VA34	VA34
	OA3	VA3	VA3	VA3	VA3
	OA2	VA2	VA2	VA2	VA2
	OA1	VA1	VA1	VA1	VA1
	OA0	VA0	VA0	VA0	VA0

Table A3. Specify OA[24:0] under different types of background or sprite characters.

VB0S[2:0] (201AH)	VA[17:10]							
	VA17	VA16	VA15	VA14	VA13	VA12	VA11	VA10
000	TVA17	TVA16	TVA15	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
001	RV67	TVA16	TVA15	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
010	RV67	RV66	TVA15	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
100	RV67	RV66	RV65	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
101	RV67	RV66	RV65	RV64	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
110	RV67	RV66	RV65	RV64	RV63	TVA12	TVA11	TVA10

Table A4. Specify VA[17:10] under different mode of Video Bank 0 Selector (VB0S).

NOTE: TVA[17:10] are specified as described in Table vvv05. RV[67:63] are specified through 201AH (D17:31).

	EVA12	EVA11	EVA10
BKEXTEN=1 & EVAS12=1 & Background Display Area	HV (4106H)	BG4	BG3
BKEXTEN=1 & EVAS12=0 & Background Display Area	BKPAGE (2018H)	BG4	BG3
SPEXTEN=1 & Horizontal Synchronized Read Character Area	SPEVA2	SPEVA1	SPEVA0
CPU RW MODE in Vertical Synchronized Area or not Display	VRWB2	VRWB1	VRWB0

Table A5. EVA[12:10]

COMR7 (4105H,D7)	AD[12:10] (2006H)	TVA17	TVA16	TVA15	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
0H or 1H or CH or DH		RV47	RV46	RV45	RV44	RV43	RV42	RV41	AD10
2H or 3H or EH or FH		RV57	RV56	RV55	RV54	RV53	RV52	RV51	AD10
4H or 8H		RV07	RV06	RV05	RV04	RV03	RV02	RV01	RV00
5H or 9H		RV17	RV16	RV15	RV14	RV13	RV12	RV11	RV10
6H or AH		RV27	RV26	RV25	RV24	RV23	RV22	RV21	RV20
7H or BH		RV37	RV36	RV35	RV34	RV33	RV32	RV31	RV30

Table A6. TVA[17:10].

NOTE: RV[17:10], RV[27:20], RV[37:30], RV[47:40], RV[57:50] are specified through 2012H~2017H.

單一總線匯流排模式下外部的程序存儲器存儲體的映射(Program Memory Bank Mapping under One Bus Mode)

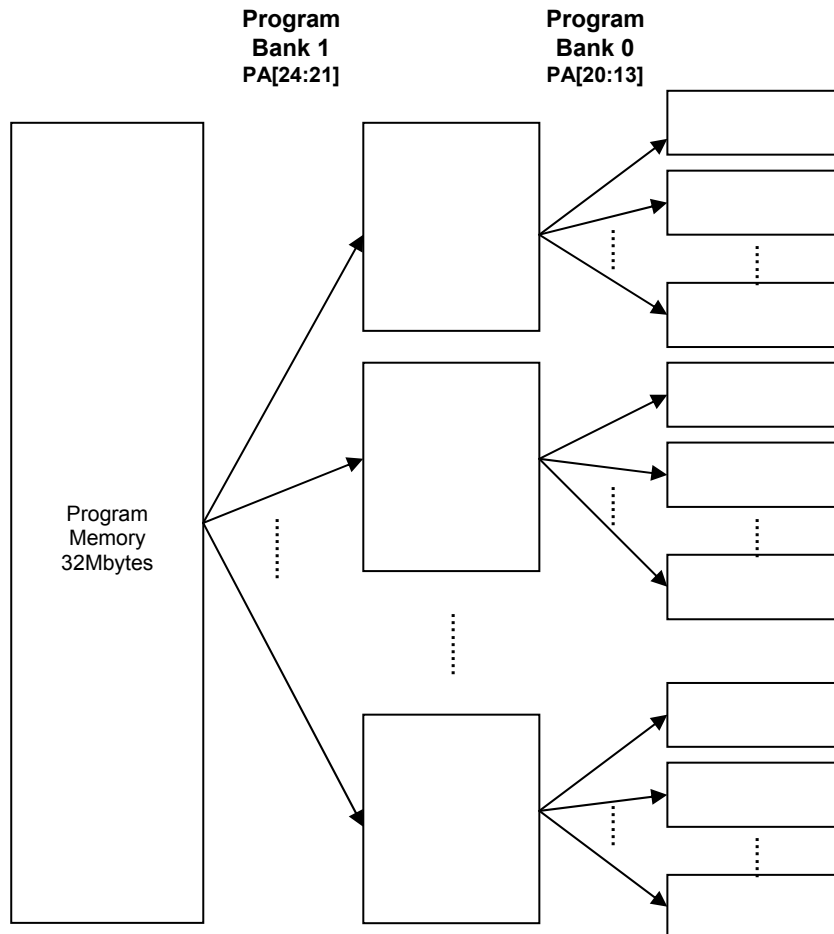
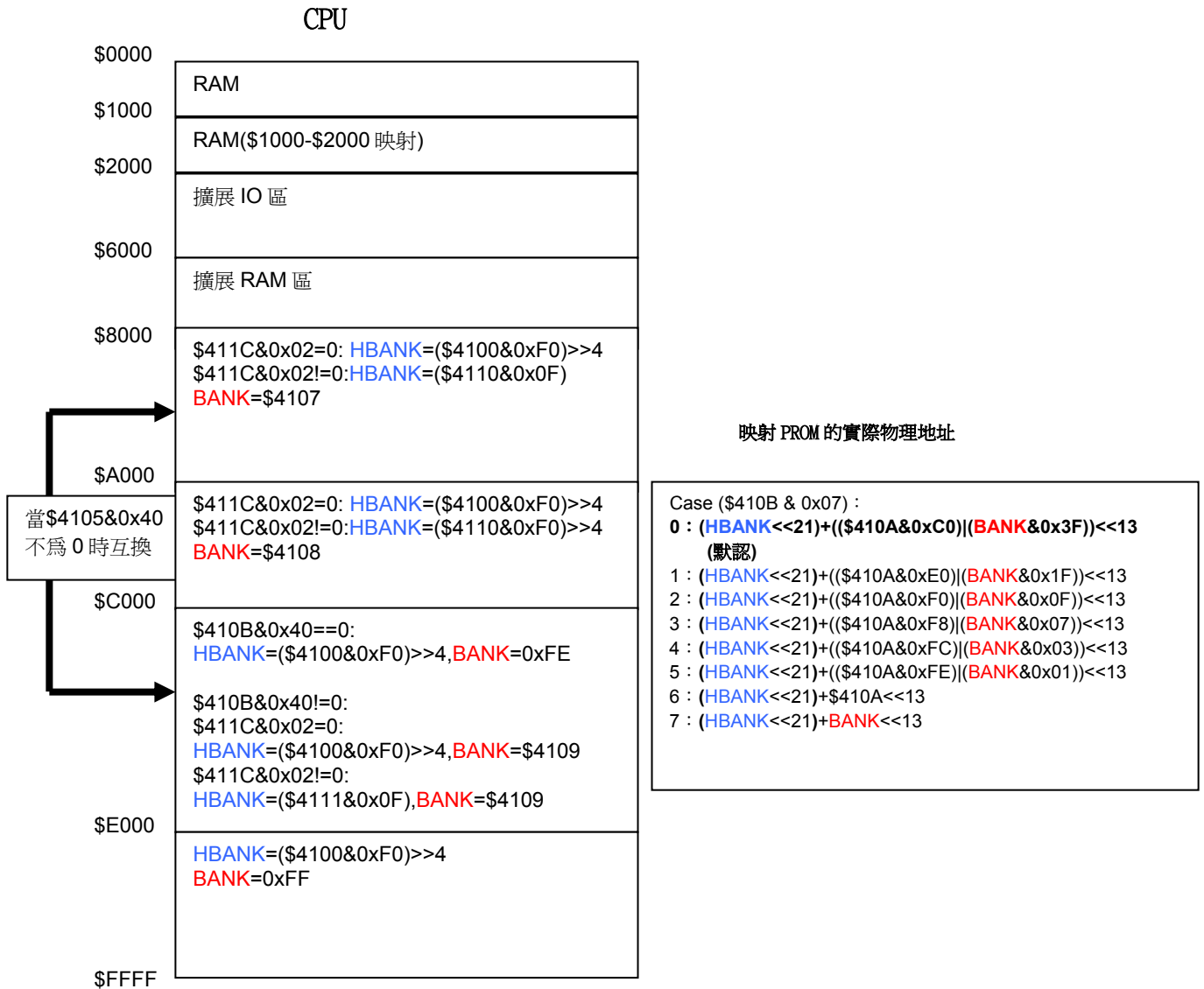


Figure B1. A 外部的程序存儲器存儲體映射概略圖



外部的程序的存儲器存儲體映射(Program Memory Bank Mapping)

Minimum program bank 8K bytes

PS2-0 <- \$410B(D2-0)

PQ07-0 <- \$4107(D7-0)

PQ17-0 <- \$4108(D7-0)

PQ27-0 <- \$4109(D7-0)

PQ37-0 <- \$410A(D7-0)

PA24-21 <- \$4100(D7-4)

Program Address	Program Bank0 allocate 256 banks, 2M bytes			Program Bank1 16 Bank0 bank
	PS2-0=0	PS2-0=6	PS2-0=7	
0000-1FFF	PQ37-6=0	PQ37-0 select 256 banks	PQ27-0, PQ17-0, PQ07-0 select 256 banks	PA24-21=0
2000-3FFF	PQ25-0, PQ15-0,			
4000-5FFF	PQ05-0 select			
6000-7FFF	64 banks			
....				
7E000-7FFFF				
80000-81FFF	PQ37-6=1			
....				
FE000-FFFFF				
100000-101FFF	PQ37-6=2			
....				
17E000-17FFFF				
180000-181FFF	PQ37-6=3			
....				
1FE000-1FFFFF				
200000-201FFF	2M Bytes			
....				
3FE000-3FFFFF				
400000-401FFF	2M Bytes			PA24-21=2
....				
5FE000-5FFFFF				
600000-601FFF	2M Bytes			PA24-21=3
....				
7FE000-7FFFFF				
800000-801FFF	8M Bytes			PA24-21=4-7
....				
FFE000-FFFFFF				
1000000-1001FFF	16M Bytes			PA24-21=8-F
....				
1FFE000-1FFFFFFF				

於單一總線匯流排模式下程序的存儲器的映射(Address the Program memory under One Bus Mode)

VT16 的 CPU 是 6502. 以不同的 6502 對應模式, 程序設計人員可以對程序的存儲器進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理. 在單一總線匯流排模式下, 解碼器的功能可以經由幾個寄存器的作用幫助程序設計人員去對應到外部的存儲器最大到 32M Bytes. 當於單一總線匯流排模式下對程序存儲器進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理, 地址線腳位 OA[24:0] 可以如 Table B1 的描述來聲明, 在那裡 PA[24:13] 被不同的寄存器來指定, 而

且當程度設計人員執行 LDA 或 STA 去 Program CPU6502, A[12:0] 是低位的 12 位的地址. PA[24:21] 經由寄存器的 4100H 接口來指定給程序存儲體空間 1 (Program Bank 1). PS[2:0] 於不同的設定下, PA[20:13] 被指定給程序存儲體 0 (Program Bank0) 如 Table B2 所描述, 在那裡 TPA[20:13] 被指定如 Table B3 所描, PQ[07:00], PQ[17:10], PQ[27:20] and PQ[37:30] 經由寄存器的 4107H 到 410AH 接口來指定.

Address output	Value
OA24	PA24
OA23	PA23
OA22	PA22
OA21	PA21
OA20	PA20
OA19	PA19
OA18	PA18
OA17	PA17
OA16	PA16
OA15	PA15
OA14	PA14
OA13	PA13
OA12	A12
OA11	A11
OA10	A10
OA9	A9
OA8	A8
OA7	A7
OA6	A6
OA5	A5
OA4	A4
OA3	A3
OA2	A2
OA1	A1
OA0	A0

Table B1. Specify OA[24:0] to address external program memory.

PS[2:0] (410BH)	PA20	PA19	PA18	PA17	PA16	PA15	PA14	PA13
000	PQ37	PQ36	TPA18	TPA17	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13
001	PQ37	PQ36	PQ35	TPA17	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13
010	PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13
011	PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	PQ33	TPA15	TPA14	TPA13
100	PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	PQ33	PQ32	TPA14	TPA13
101	PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	PQ33	PQ32	PQ31	TPA13
110	PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	PQ33	PQ32	PQ31	PQ30
111	TPA20	TPA19	TPA18	TPA17	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13

Table B2. Specify PA[20:13] for Program Bank 1.

PQ2EN (410B)	COMR6 (4105H)	A[14:13] (CPU)	TPA20	TPA19	TPA18	TPA17	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13
0		0H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		1H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		2H	1	1	1	1	1	1	1	0
		3H	1	1	1	1	1	1	1	1
		4H	1	1	1	1	1	1	1	0
		5H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		6H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		7H	1	1	1	1	1	1	1	1
1		0H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		1H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		2H	PQ27	PQ26	PQ25	PQ24	PQ23	PQ22	PQ21	PQ20
		3H	1	1	1	1	1	1	1	1
		4H	PQ27	PQ26	PQ25	PQ24	PQ23	PQ22	PQ21	PQ20
		5H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		6H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		7H	1	1	1	1	1	1	1	1

Table B3. Specify TPA[20:13]

EXT2421EN (411C)	PQ2EN (410B)	COMR6 (4105H)	A[14:13] (CPU)	PA24	PA23	PA22	PA21	
0	X		XH	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70	
1	0		0H	PQ43	PQ42	PQ41	PQ40	
			1H	PQ53	PQ52	PQ51	PQ50	
			2H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70	
			3H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70	
			4H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70	
			5H	PQ53	PQ52	PQ51	PQ50	
			6H	PQ43	PQ42	PQ41	PQ40	
		7H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70		
		1		0H	PQ43	PQ42	PQ41	PQ40
			1H	PQ53	PQ52	PQ51	PQ50	
			2H	PQ63	PQ62	PQ61	PQ70	
			3H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70	
			4H	PQ63	PQ62	PQ61	PQ60	
			5H	PQ53	PQ52	PQ51	PQ50	
	6H		PQ43	PQ42	PQ41	PQ40		
	7H	PQ73	PQ72	PQ71	PQ70			

Table B4. Specify PA[24:21]

背景圖形塊和內部的影像的動態隨機存取器(Background patterns and Internal Video RAM)

在這個系統, 一頁的顯示分辨率為 256x240 點, 當顯示背景頁時它包含的顯示分辨率為 32 列 x 30 行的背景圖. 每一個背景圖形塊為 8x8 點陣.

背景圖形塊(Background patterns) 被儲存在外部的影像的存取器. 內部的影像的動態隨機存取器儲存圖形序號, 這些數據對應指到背景圖形塊. 在一頁畫面上於影像的動態隨機存取器內每一個字節對應指到一個相對應的位置. 於影像的動態隨機存取器內一個字節指到外部圖像存取器的一個背景圖形塊. 因此, 每幅畫面需要 960 個圖形顯示單元 (32x30=960 個字節). 簡單的圖形描述如 Figure B1.

它只需要 1K 字節內的 960 個字節來顯示一頁畫面, 而後面的 64 個字節是存放配色數據, 第三, 第四位顏色地址. VT16 組合四個鄰近的圖形塊來共享這相同的第三, 第四位顏色地址. 請參考

Figure B2 對於第三, 第四位顏色地址有更詳細的描述. 顏色的第一, 第二, 第六, 第七位地址是儲存在外部的影像存取器內. 一個點陣的顏色是由五位(4 色模式) 或七位(16 色模式) 顏色地址所決定, 它指到 25X6, 121X12 的動態隨機存取器(SRAM). 這個動態隨機存取器(SRAM) 儲存色度和明亮度數據(chrominance and luminance), 它將經由影像的輸出端轉換影像的信號輸出. 顏色地址位 1,2, 或 6,7 決定圖案的內部顏色. 一個圖形塊可以有 3 種不同的描述顏色, bit 1,2 = (0,0) 或 bit 1,2,6,7 = (0,0,0,0) 是透明的點陣. 顏色地址 bit3,4 可以改變全圖形塊的顏色, 有四組的顏色選擇. 顏色地址 bit5 決定卡通塊的顏色或背景的顏色, bit 5 = 1 給卡通塊 而 bit5 = 0 給背景.

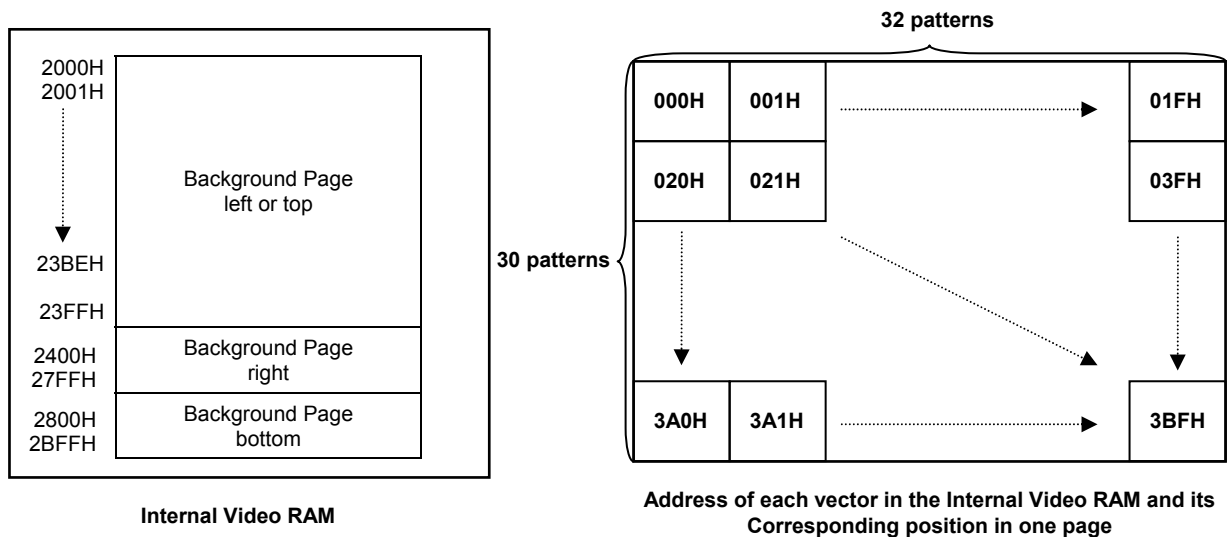
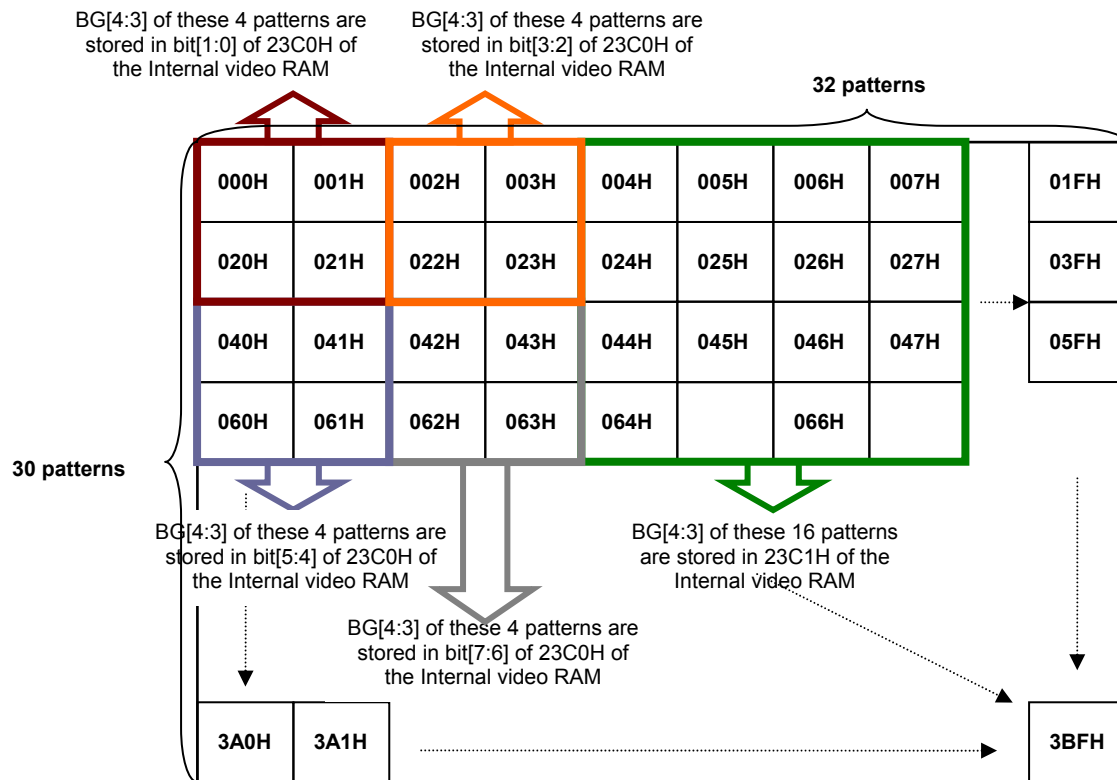


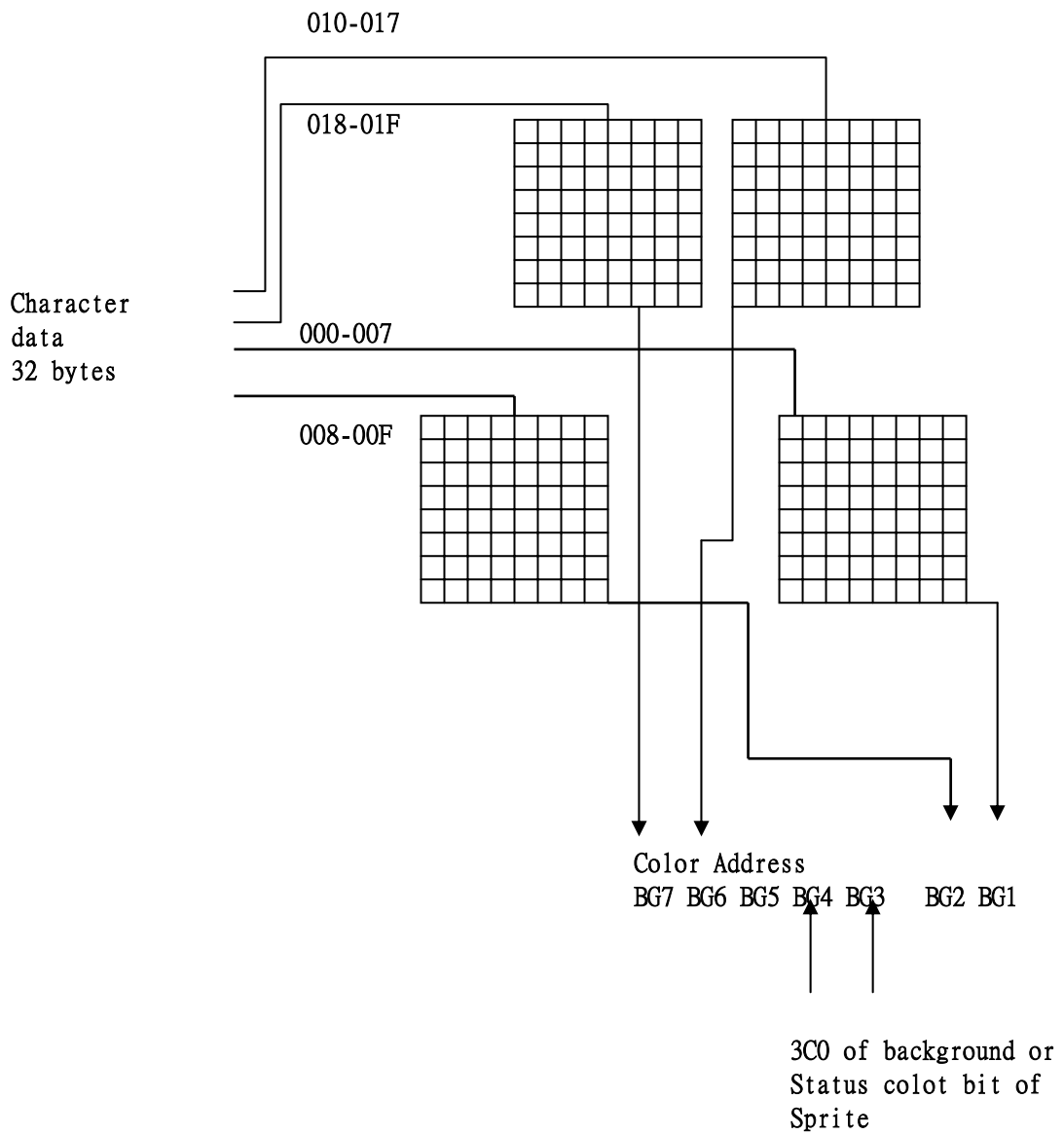
Figure B1. Mappings between Screen and Internal Video RAM



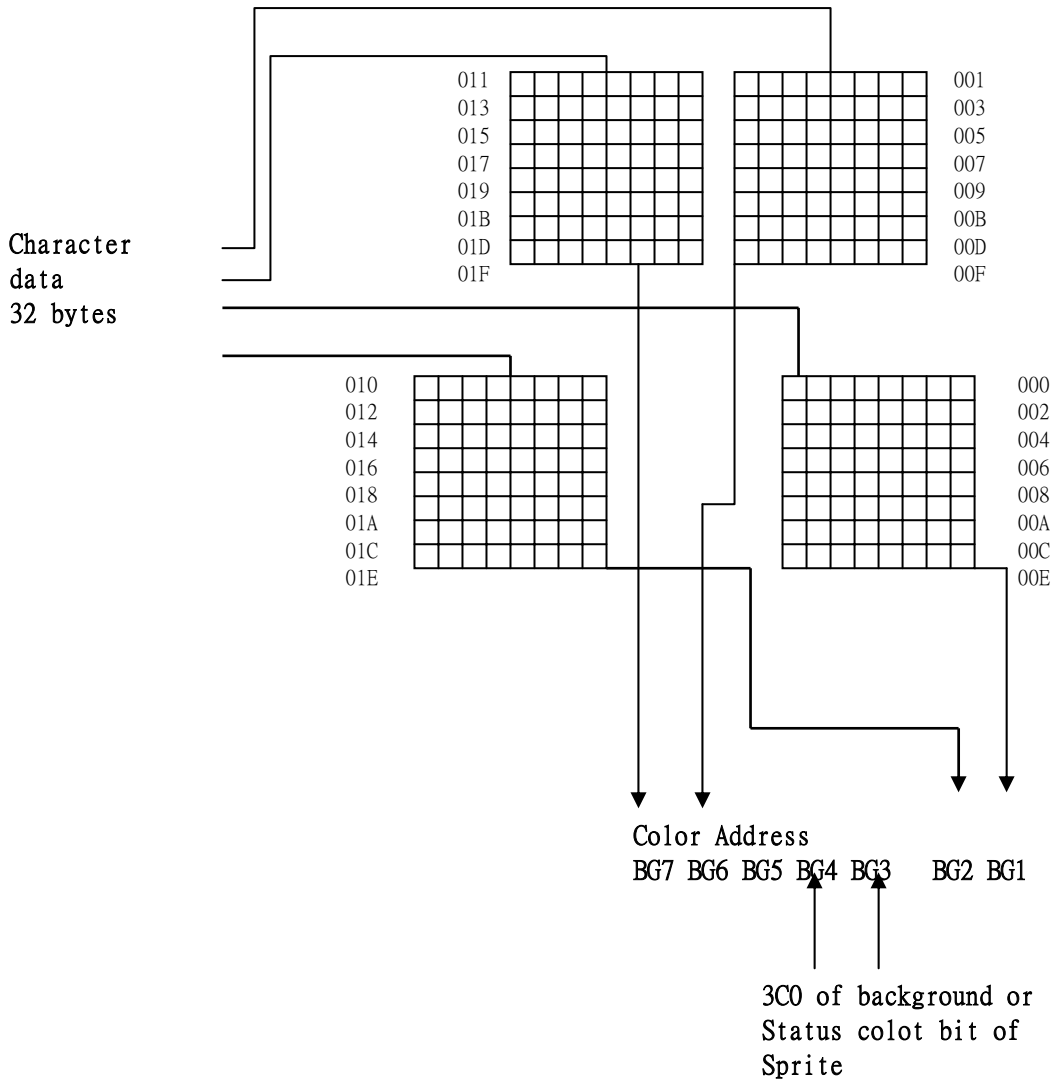
Address of each vector in the Internal Video RAM and its Corresponding position in one page

Figure B2. Four adjacent patterns to share the same 3rd, 4th color address

Character mapping in V16BEN=0



Character mapping in V16BEN=1



兩頁背景顯示(Two page for Background display)

2K bytes 的 RAM 可以分割成 2 頁給移動屏幕的效果。屏幕可以用橫向的捲動方式或是縱向的滾動方式來移動,此點取決於每個遊戲卡,在橫向的捲動方式的轉軸中,圖像(Video)的 AD10 和 2K RAM 的 A10 將被連結在遊戲卡中。在縱向的滾動方式的轉軸中,圖像(Video)的 AD11 和 2K RAM 的 A10 將被連結在遊戲卡中。

除了硬體的連結之外,程序設計人員也必須經由寄存器的 4106H(D0) 接口的設定來決定橫向的捲動方式還是縱向的捲動方式。當橫向的捲動方式時,左邊的那一頁是儲存於 2000H 到 23BEH 且右頁是儲存於 2400H 到 27FFH。當時縱向的滾動方式,上頁是儲存於 2000H 到 23FFH 且下頁是儲存於 2800H 到 2BFFH。請參考 Figure B1。

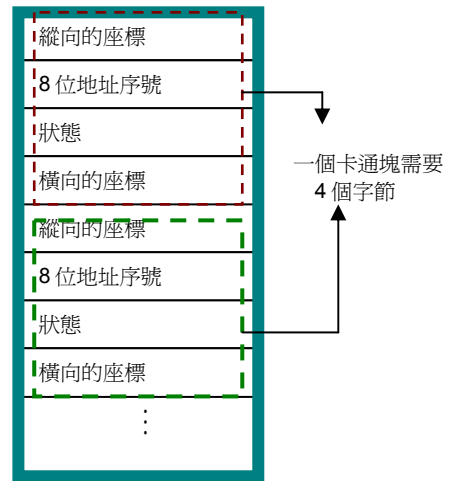
卡通塊屬性工作區(Sprite Pool)

在一個屏幕中所有的卡通塊(Sprite)儲存於卡通塊屬性工作區(Sprite pool),共有 256 字節是儲存卡通塊(sprite)數據。程序設計人員可以經由寄存器 2003H 和 2004H 或 4014H,4034H 的 DMA 功能將數據寫到卡通塊屬性工作區內。程式設計者可以在一個屏幕上具體指定 64 個卡通塊(sprite),而且在一列不能超過 8 個卡通塊(sprite)。於 Sprite Pool 內,每一個卡通塊(Sprite)需要四個字節來描述。依照這樣的指令來儲存每一個卡通塊(Sprite),他們是卡通塊(sprite)的縱向座標,8 位地址序號,卡通塊(sprite)的橫向座標,以及狀態比如旋轉度,顏色組。8 位地址序號是卡通塊(sprite)指到外部圖像存儲器(VROM)的地址,就像背景的紋號儲存於內部的影像的動態隨機存儲器(VRAM)。

卡通塊(SPRITE)狀態:

- D7 = 1 ---> 反映(Mirror)在 X_軸 D7 = 0 ---> 常態
- D6 = 1 ---> 反映(Mirror)在 Y_軸 D6 = 0 ---> 常態
- D5 = 1 ---> 背景覆蓋卡通塊 D5 = 0 ---> 卡通塊覆蓋背景
- D4 ---> 卡通塊擴充序號地址的 bit 2, SPEVA2.
- D3 ---> 卡通塊擴充序號地址的 bit 1, SPEVA1.
- D2 ---> 卡通塊擴充序號地址的 bit 0, SPEVA0.
- D1 ---> 卡通塊的顏色組之 bit4.(SP4)
- D0 ---> 卡通塊的顏色組之 bit3.(SP3)

SP[4:3]的功能就像背景顏色地址 bit BG[4:3].



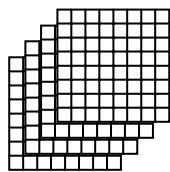
卡通塊屬性工作

卡通塊的顏色和大小

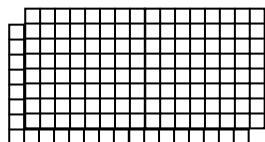
程序設計人員可以經由 2000H,2001H 和 2010H 來選擇卡通塊(Sprite)的顏色跟大小模式。您有下面幾種模式可選擇:

- Size 8x16 於 16 色模式
- Size 8x16 於 4 色模式
- Size 16x16 於 4 色模式
- Size 8x8 於 4 色模式
- Size 8x8 於 16 色模式
- Size 16x8 於 4 色模式

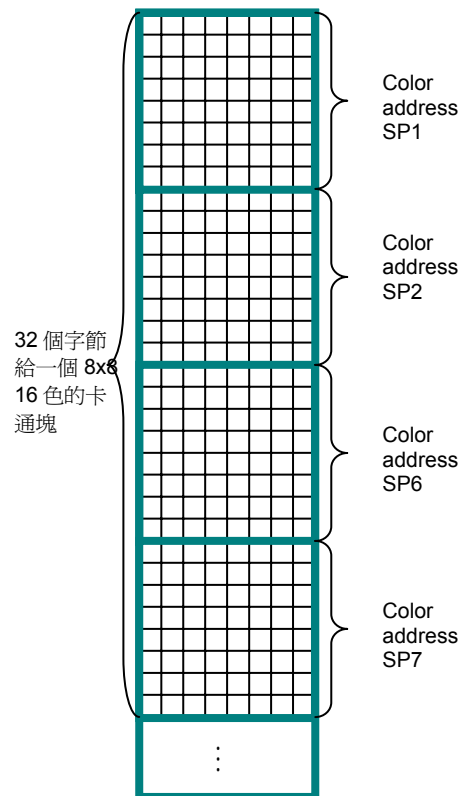
於 16 色模式下一點需要 4 bits。以 8x8 點陣 16 色為例,一個卡通塊圖形塊於外部 VRAM 安排如下面的圖示。



Sprite 8x8 in 16 color mode



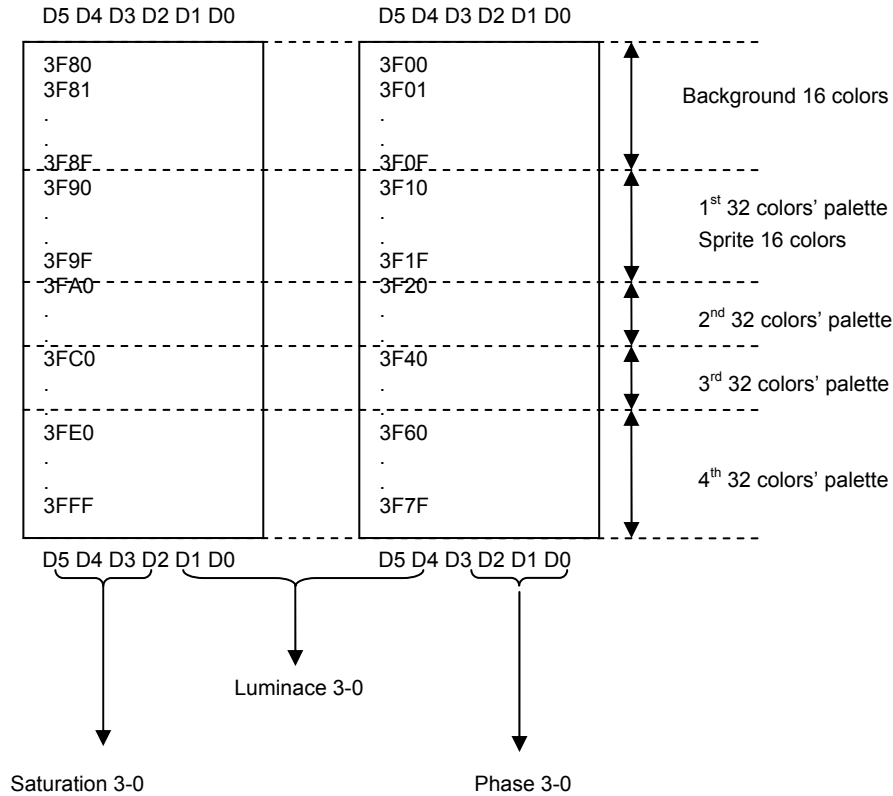
Sprite 16x8 in 4 color mode



Somewhere in the external video memory

調色板

地址為 3F00-3F1F or 3F00-3FFF, 程式撰寫者可以為調色板制定計畫. 可以是 6bits 或是 12bits, D5-D0 用來詳細指定顏色.

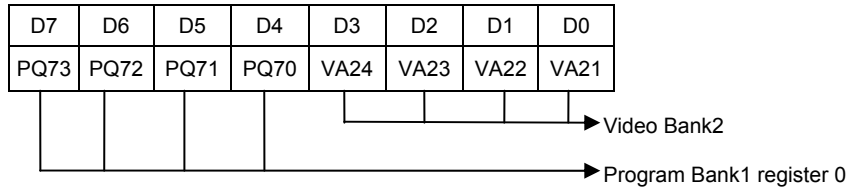


.reg COLCOMP = 0 → 明視度(Luminance)1-0, 位相(Phase)3-0 是可以使用的.
 .reg COLCOMP = 1 → 飽合度(Saturation)3-0, 明視度 3-0, 位相 3-0 是可以使用的.
 卡通塊(Sprite)或背景(background)的顏色由 SB5 來選擇.
 1st, 2nd, 3rd, 4th 32 色的調色板由 SP7-6 或 BG7-6 來選擇.
 在 32 色的調色板 32 色是由 SB5 和 SP4-1 或 BG4-1 來選擇.
 SB5: 背景或卡通塊選擇器.

寄存器接口的描述(Register Description)

程序單元地址接口 W/寫 R/讀

4100H W 程序的存儲體 1 寄存器 0, 影像的存儲體 2 (Program Bank1 register 0, Video Bank2)



4101H W 掃描線計數器中斷的預置時間

TSYNEN	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	The number of AD12 switching high low							
1	The number of HSYNC switching high low							

4102H W 放置預置的中斷的掃描線計數器數據並開始計數

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

於此寄存器寫入任何數據會置入 4101H 的數據到掃描線計數器並開始計數。

4103H W 遮蔽掃描線計數器的中斷

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

於此寄存器寫入任何數據會遮蔽掃描線計數器中斷。

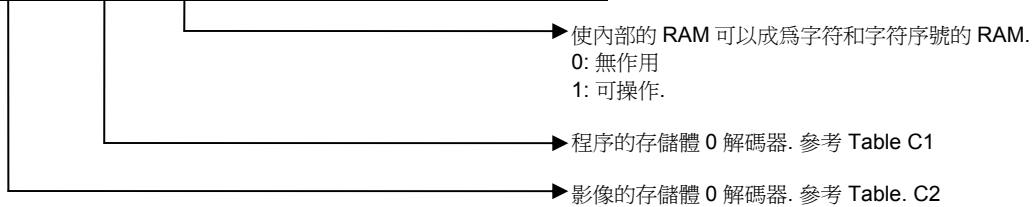
4104H W 允許掃描線計數器中斷

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

於此寄存器寫入任何數據會允許掃描線計數器中斷。

4105H W 影像的存儲體 0 (Video Bank 0), 程序的存儲體 0 (Program bank 0), 解碼型式, 內部的字符 RAM (VRAM)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
COMR7	COMR6	IVRCH	UNUSED				



PQ2EN (410BH)	COMR6	A[14:13] (CPU)	TPA20	TPA19	TPA18	TPA17	TPA16	TPA15	TPA14	TPA13
0		0H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		1H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		2H	1	1	1	1	1	1	1	0
		3H	1	1	1	1	1	1	1	1
		4H	1	1	1	1	1	1	1	0
		5H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		6H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		7H	1	1	1	1	1	1	1	1
1		0H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		1H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		2H	PQ27	PQ26	PQ25	PQ24	PQ23	PQ22	PQ21	PQ20
		3H	1	1	1	1	1	1	1	1
		4H	PQ27	PQ26	PQ25	PQ24	PQ23	PQ22	PQ21	PQ20
		5H	PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10
		6H	PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00
		7H	1	1	1	1	1	1	1	1

Table C1

COMR7	AD[12:10]	TVA17	TVA16	TVA15	TVA14	TVA13	TVA12	TVA11	TVA10
	0H or 1H or CH or DH	RV47	RV46	RV45	RV44	RV43	RV42	RV41	AD10
	2H or 3H or EH or FH	RV57	RV56	RV55	RV54	RV53	RV52	RV51	AD10
	4H or 8H	RV07	RV06	RV05	RV04	RV03	RV02	RV01	RV00
	5H or 9H	RV17	RV16	RV15	RV14	RV13	RV12	RV11	RV10
	6H or AH	RV27	RV26	RV25	RV24	RV23	RV22	RV21	RV20
	7H or BH	RV37	RV36	RV35	RV34	RV33	RV32	RV31	RV30

Table C2

4106H W 一頁(One page)模式選擇, 橫向捲動的方式或是縱向滾動的方式的選擇器.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Unuse						One Page	HV

→ 橫向捲動的方式或是縱向滾動方式的選擇器.

0: 橫向捲動的方式,

1: 縱向滾動的方式.

One Page(一頁)模式選擇

→ 0: 橫向捲動的方式或是縱向滾動

1: 一頁模式

D0=0 Page0(第 0 頁)

D0=1 Page1(第 1 頁)

4107H W 程序的存儲 0 寄存器 0 (Program Bank0 register0)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PQ07	PQ06	PQ05	PQ04	PQ03	PQ02	PQ01	PQ00

4108H W 程序的存儲體 0 寄存器 1 (Program Bank0 register1)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PQ17	PQ16	PQ15	PQ14	PQ13	PQ12	PQ11	PQ10

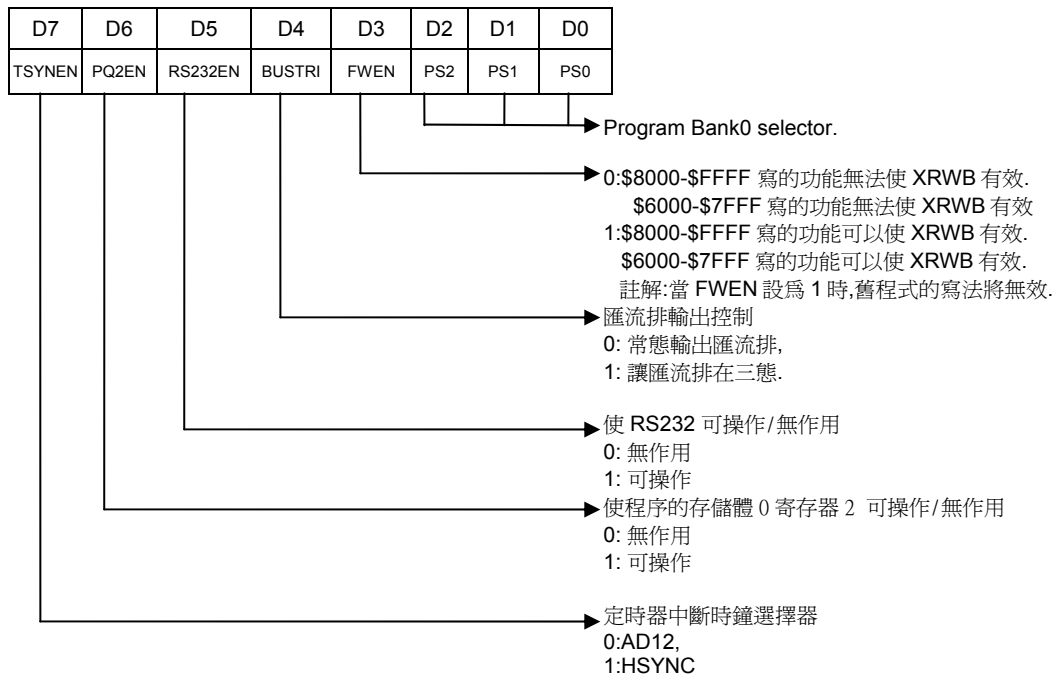
4109H W 程序的存儲體 0 寄存器 2 (Program Bank0 register2)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PQ27	PQ26	PQ25	PQ24	PQ23	PQ22	PQ21	PQ20

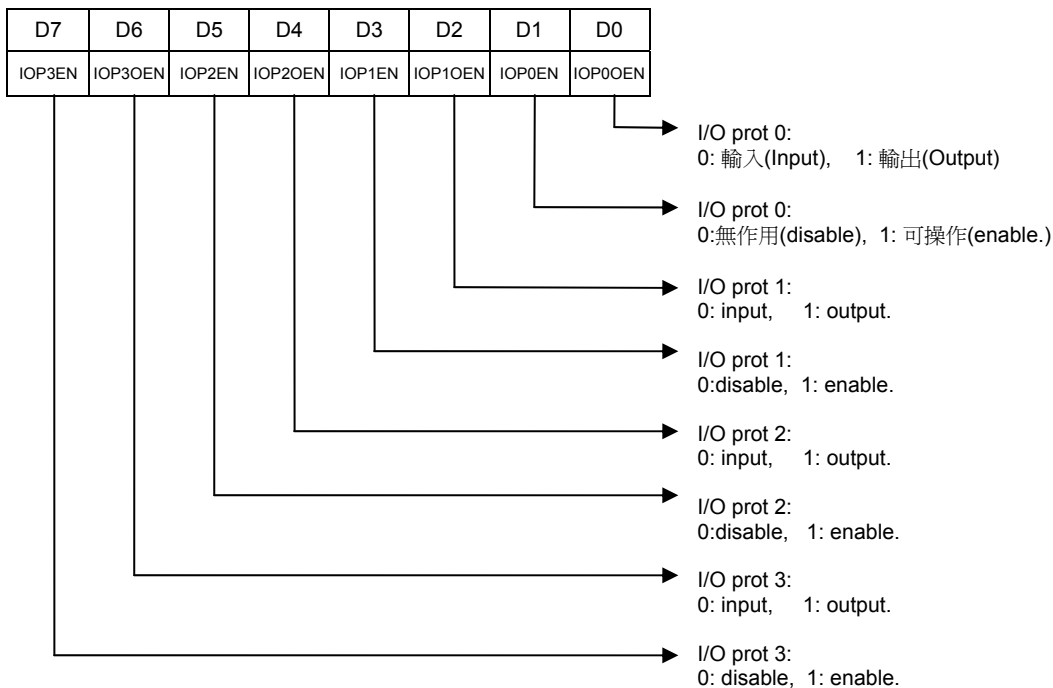
410AH W 程序的存儲體 0 寄存器 3 (Program Bank0 register3)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PQ37	PQ36	PQ35	PQ34	PQ33	PQ32	PQ31	PQ30

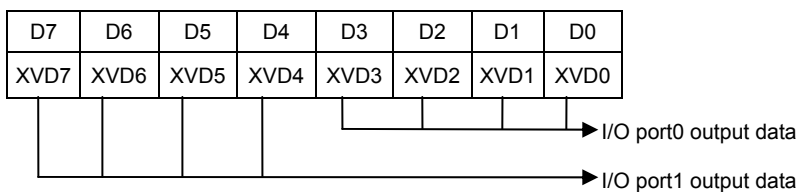
410BH W 定時器中斷時鐘選擇器, 使程序的存儲體 0 寄存器 2 (Program Bank0 register2) 可操作/無作用, 使 RS232 可操作/無作用, 匯流排輸出控制 常態/三態, 程序存儲體 0(Program Bank0)選擇器



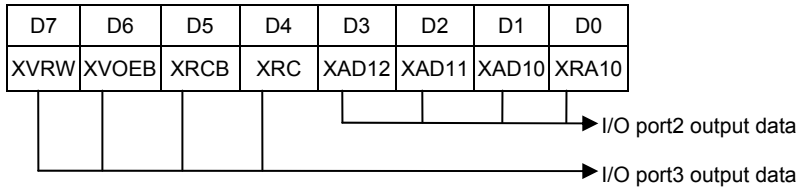
410DH W I/O 接口控制(I/O port control)



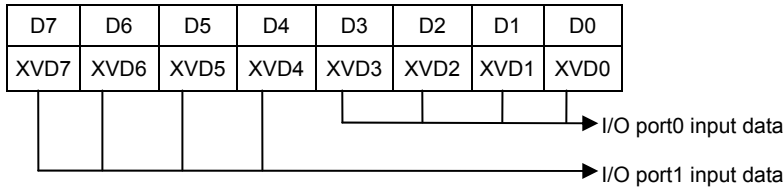
410EH W I/O 接口 0,1 輸出數據(I/O port 0, 1 output data)



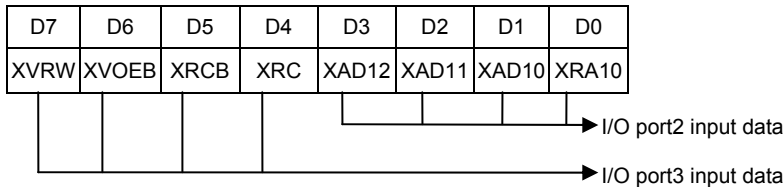
410FH W I/O 接口 2,3 ,輸出數據(I/O port 2, 3 output data)



410EH R I/O 接口 0,1 ,輸入數據(I/O port 0, 1 input data)



410FH R I/O 接口 2,3 ,輸入數據(I/O port 2, 3 input data)



4110H W 可編程的存儲體 1 寄存器 1 (Program Bank1 register1)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PQ53	PQ52	PQ51	PQ50	PQ43	PQ42	PQ41	PQ40

4111H W 可編程的存儲體 1 寄存器 2 (Program Bank1 register2)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
				PQ63	PQ62	PQ61	PQ60

4112H W 寫 SPI 輸出數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4112H R 讀 SPI 輸出數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4113H W 寫 SPI 輸入數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4113H R 讀 SPI 輸入數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI input Data							

4114H W 低位字節的 RS232 計時器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Low byte of RS232 Timer							

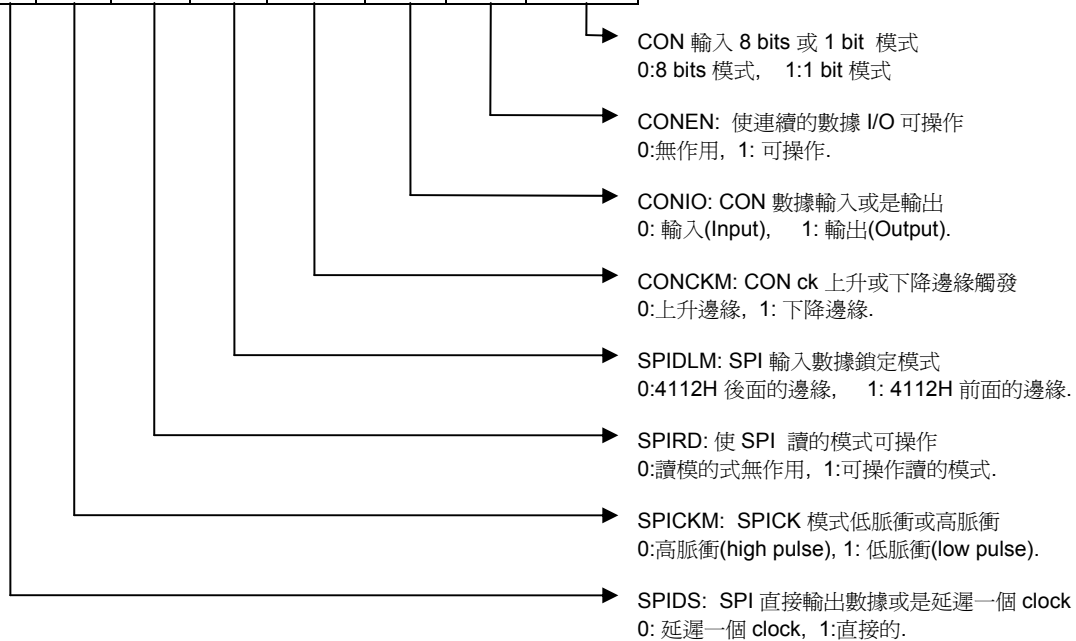
4115H W 高位字節的 RS232 計時器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
High byte of RS232 Timer							

在 PAL 系統, CK21M(晶體振盪器產生頻率)是 26.601712MHz, 在 NTSC 是 21.47727MHz. RS232T = #4115, #4114 的數據, 每秒的電碼數比率將是 $CK21M / ((RS232T+2)*2)$. 例如, 在 PAL 系統, 每秒的電碼數比率為 9600, RS232T=0567.

4116H W SPI 和 CON 控制

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPIDS	SPICKM	SPIRD	SPIDL	CONCKM	CONIO	CONEN	B1OR8



4117H W CON 輸出數據的寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CON output data							

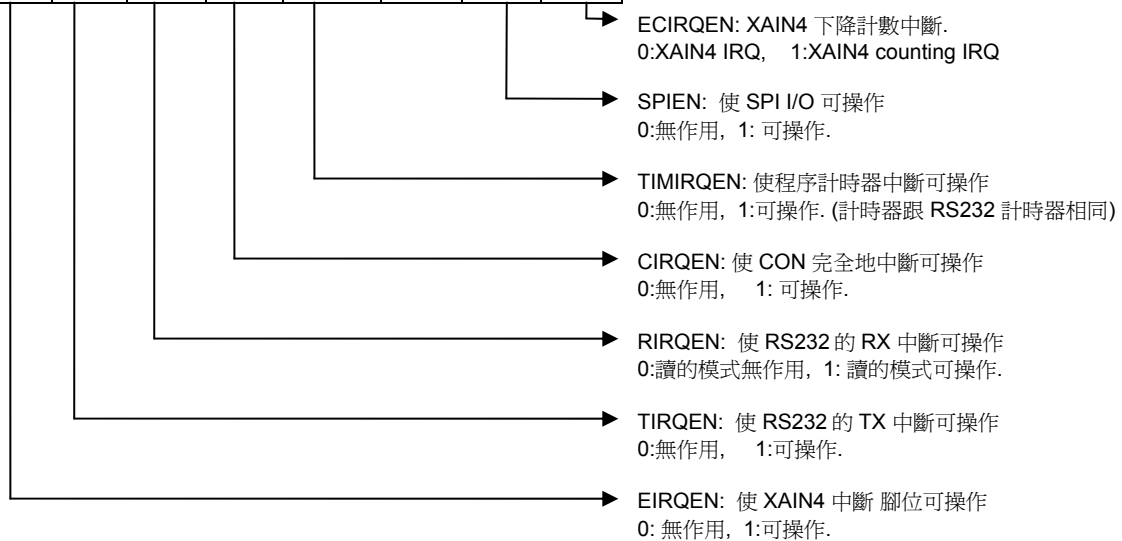
4117H R CON 輸入數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CON input data							

Note : If 4116H B1OR8=1 (1 bit 模式), D0 數據是有效的
 Note : 4117H 讀可以再置入輸出數據和開始轉送

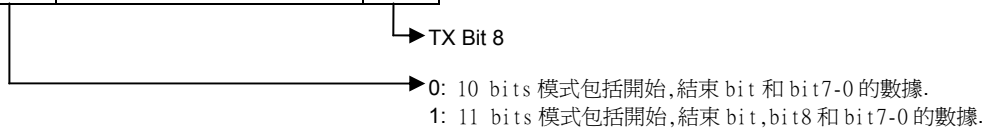
4118H R/W 中斷和 IO 控制

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EIRQEN	TIRQEN	RIRQEN	CIRQEN	TIMIRQEN	UNUSED	SPIEN	ECIRQEN



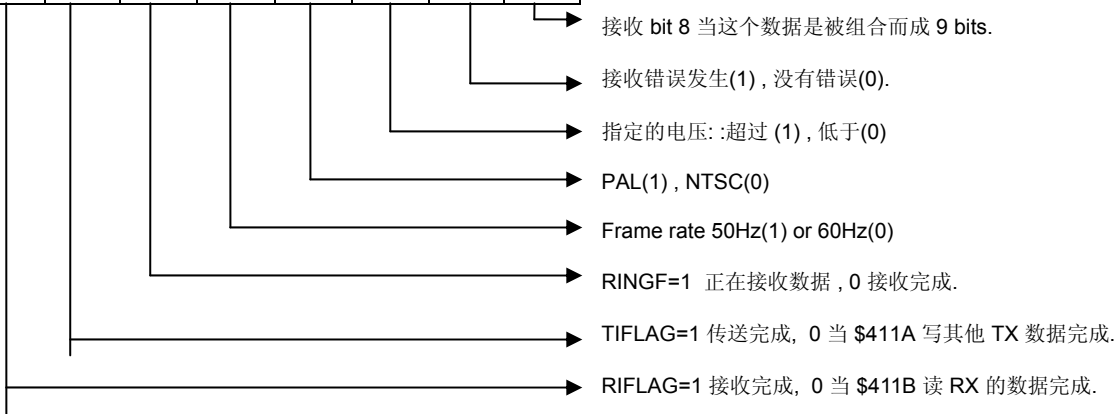
4119H W RS232 寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
UNUSED	B8EN	UNUSED				T8B	



4119H R RS232 標誌

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RIFLAG	TIFLAG	RINGF	XF5OR6	XPORN	LVDOUT	RERRF	R8B



411AH W TX data of RS232

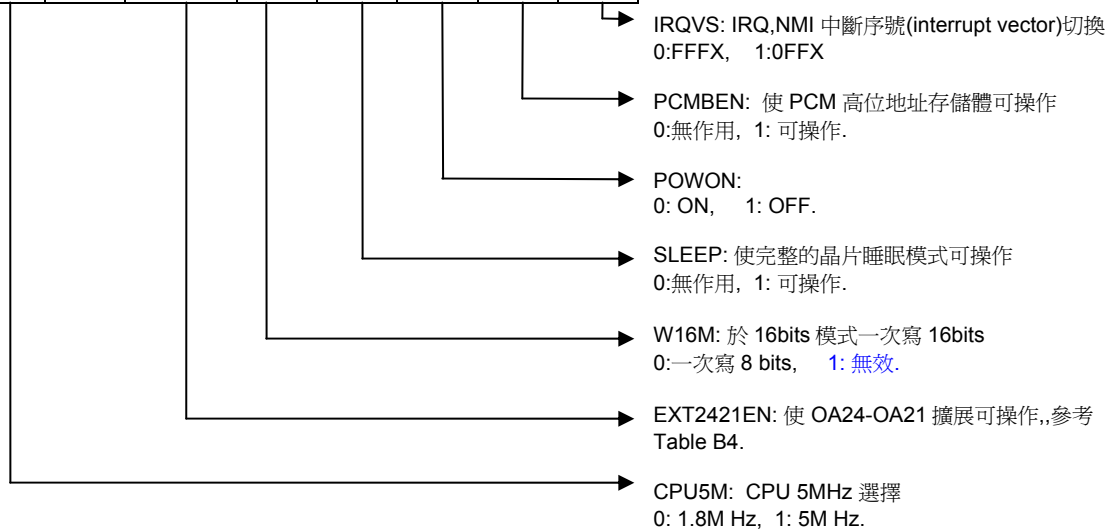
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TX data of RS232							

411BH R RX data of RS232

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RX data of RS232							

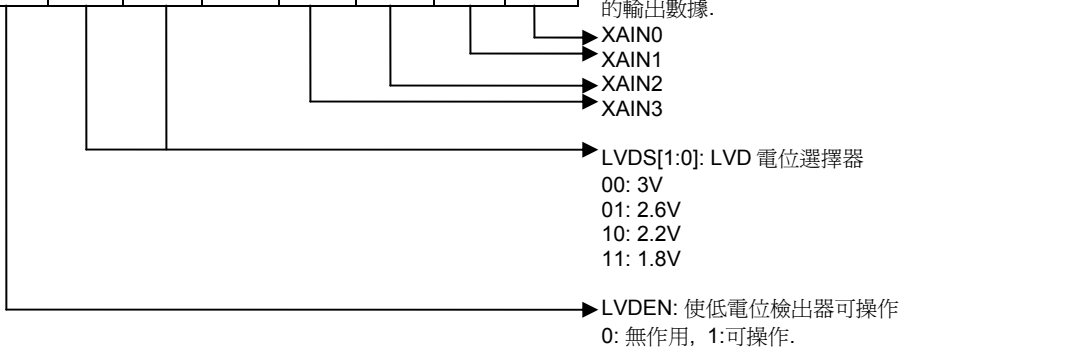
411CH W IRQ/Power on/Sleep 控制

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CPU5M	UNUSED	EXT2421EN	W16M	SLEEPF	POWON	PCMBEN	IRQVS



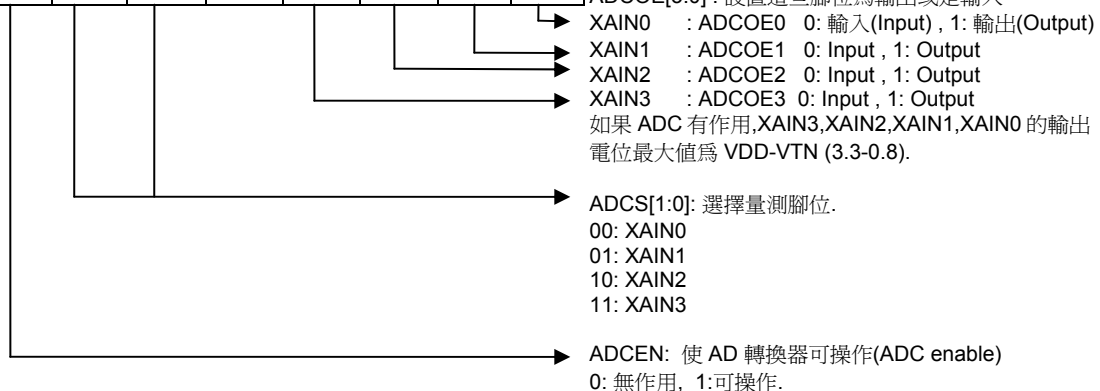
411DH W ADC 和 LVD 控制

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
LV DEN	LVDS1	LVDS0	UNUSE	ADCO3	ADCO2	ADCO1	ADCO0



411EH W ADC 控制

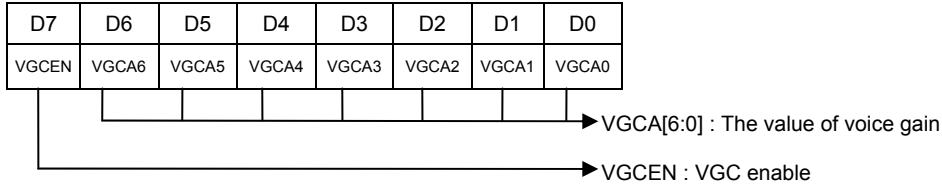
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
ADCEN	ADCS1	ADCS0	UNUSE	ADCOE3	ADCOE2	ADCOE1	ADCOE0



411EH R 量測 ADC 的數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Measure data of ADC							

411FH W 聲音大小增益控制(Voice record Gain control)



4124H R/W 對外部的元件的端口進行尋址

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Output or input data from external bus							

備註：4124HW 將使 XSPICK 腳位有作用, 而且當 SPIEN=0, 4124HR 將使 XSPIDO 腳位有作用

4125H W PCM 高位地址存儲體(High address bank)A19-A12

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
A19-A12 of PCM bank							

4126H W PCM 高位地址存儲體(High address bank) A24-A20

			D4	D3	D2	D1	D0
A24-A20 of PCM bank							

4127H W 相關的地址存儲體(Relative address bank) A20-A13

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
A20-A13 of relative address bank							

4128H W 相關的地址存儲體(Relative address bank) A23-A21

					D2	D1	D0
A23-A21 of relative address bank							

4129H W 可編程的 XAIN4 下降邊緣 IRQ 計數(falling edge counting IRQ)

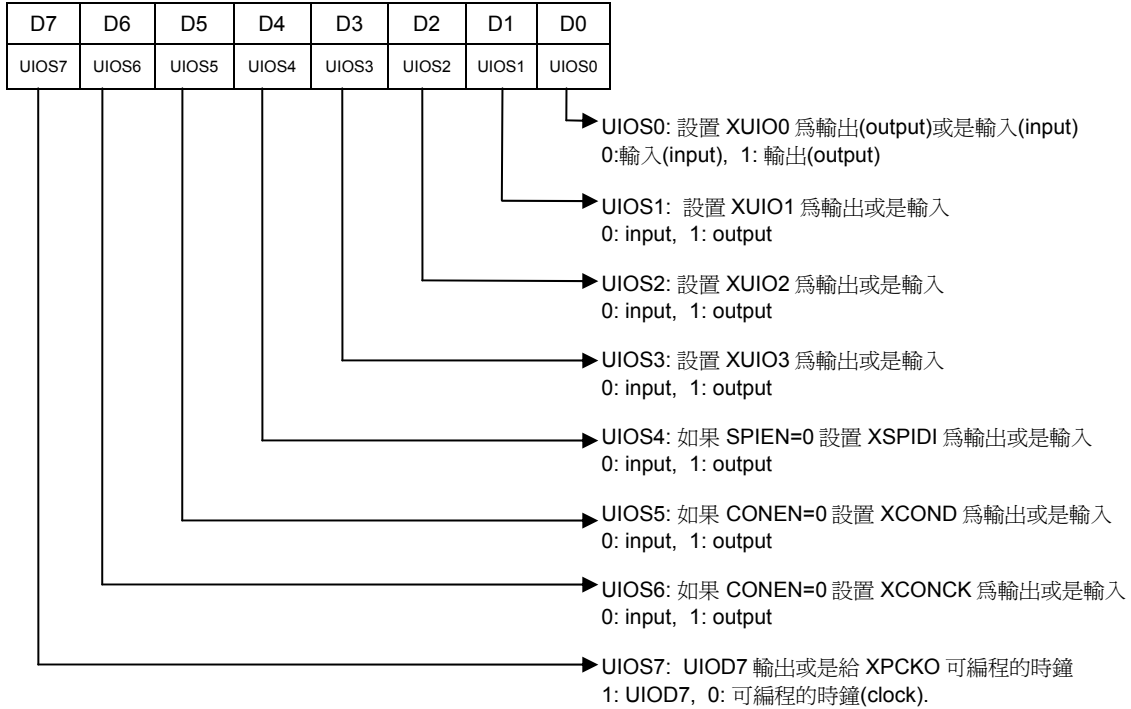
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Number of XAIN4 falling edge							

備註：Number = (4129H D[7:0] +2) if 4129 H D[7:0] != 0

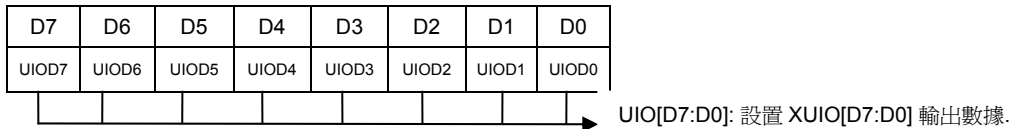
412BH R 隨機的數字(Random number)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Random number							

412BH W UIO 為輸入(Input)或是輸出(Output)選擇器



412CH W UIO 輸出數據

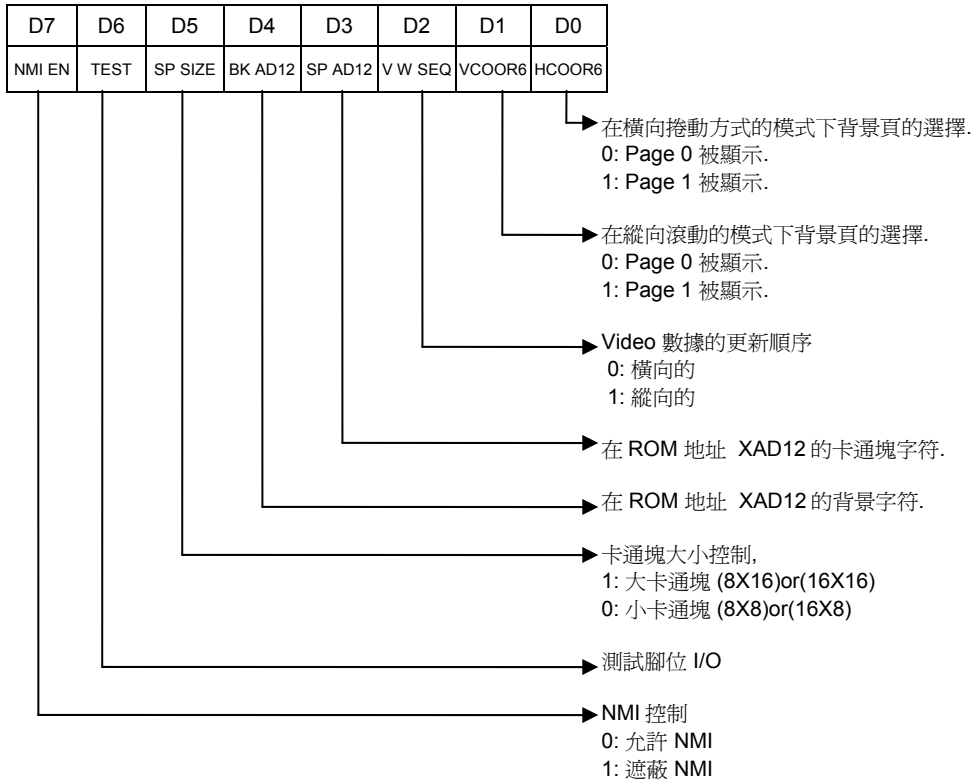


412CH R 讀 UIO 輸入數據

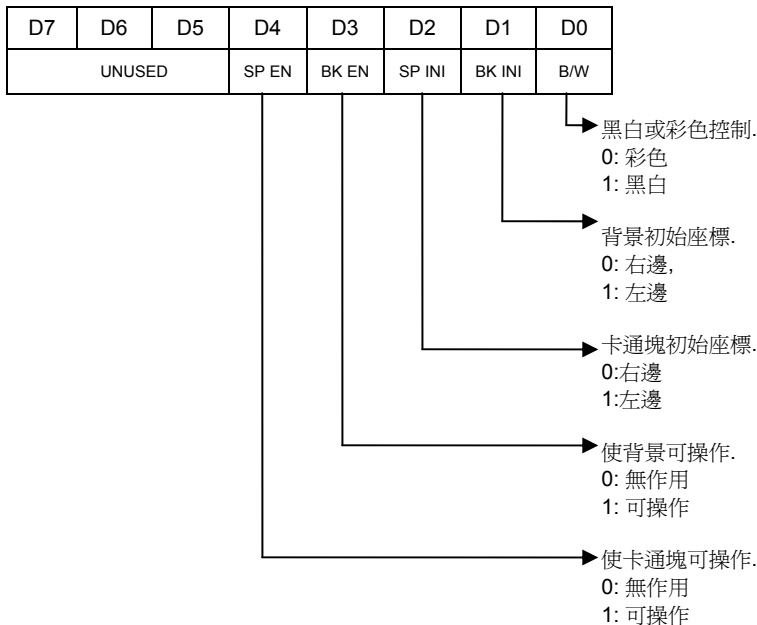
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
XPOWOF	XCONCK	XCOND	XSP IDI	XUIO3	XUIO2	XUIO1	XUIO0

圖像的單元地址接口(Address port of Graphic unit) W: 寫, R: 讀

2000H W NMI, 卡通塊大小, 背景/卡通塊 AD12, Video 數據的更新順序, 縱向滾動方式的/橫向捲動方式的背景頁的指定

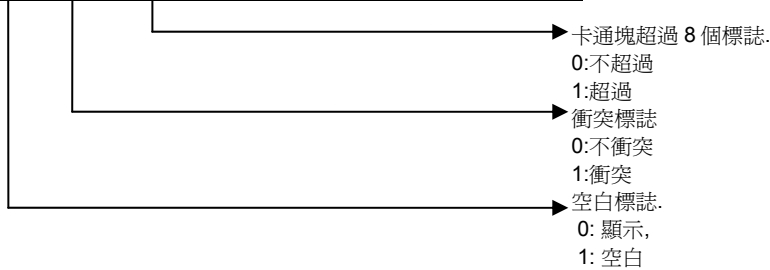


2001H W 使卡通塊可操作/無作用,使背景可操作/無作用, 卡通塊/背景 的初始座標, 黑白或彩色控制



2002H R 空白標誌, 衝突標誌, 卡通塊 Over 標誌.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
VSYN	B,S 0V	OVLOAD	UNUSED				



讀寄存器 2002H 也會將對寄存器 2005H,2006H 的命令順序重新設置進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理, 不會影響與寄存器 2005H, 2006H 的連結. 一個簡單的例子描述於寄存器 2006H 之後.

2003H W 卡通塊屬性工作區(Sprite pool)計數器的初始數據(地址)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
定義卡通工作頁面首地址的低位(A0-A7)							

以此寄存器設置卡通塊屬性工作區的計數器的初始數據.

2004H W 卡通塊屬性工作區(Sprite pool)的數據

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
寫數據到卡通屬性工作區							

寫數據到卡通屬性工作區並增加卡通塊計數器

2005H W 顯示窗口的 X 座標/Y 座標的設定 (兩個字節來設置).

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
HCOOR5	HCOOR4	HCOOR3	HCOOR2	HCOOR1	HSCROL3	HSCROL2	HSCROL1
橫向座標(第一個字節)							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
VCOOR5	VCOOR4	VCOOR3	VCOOR2	VCOOR1	VSCROL3	VSCROL2	VSCROL1
縱向座標(第二個字節)							

設定起始映射於 RAM 內的顯示窗口的 X 座標/Y 座標 (兩個字節來設定). 第一次寫寄存器 2005H 設定顯示窗口的 X 座標,第二次寫寄存器 2005H 設定顯示窗口的 Y 座標. 在寫此寄存器前讀取寄存器 2002H 可以將命令順序重新設置. (在讀取寄存器 2002H 之後, 第一次寫寄存器 2005H 設定顯示窗口的 X 座標,第二次寫寄存器 2005H 設定顯示窗口的 Y 座標.)

2006H W VRAM 或是 VROM 的起始地址 (兩個字節來設置)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	TO VA34	TO XRC	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8
	VA34	VSCROL2	VSCROL1	VCOOR6	HCOOR6	VCOOR5	VCOOR4
高位字節(第一個字節)							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
VCOOR3	VCOOR2	VCOOR1	HCOOR5	HCOOR4	HCOOR3	VCOOR2	VCOOR1
低位字節(第二個字節)							

設定 VRAM 或 VROM 的起始地址需要兩個字節. PPU 地址寄存器按高位,低位的順序寫兩次. 在每次讀/寫寄存器 2007H 後此起始地址會自動的加 1. 在寫此寄存器前讀取寄存器 2002H 可以將命令順序重新設置. 在讀取寄存器 2002H 之後, 第一次寫高位,第二次寫低位. 一個簡單的例子描述於寄存器 2007H 之後.

2007H R/W 從 CPU 到 VRAM 或 VROM 讀/寫數據

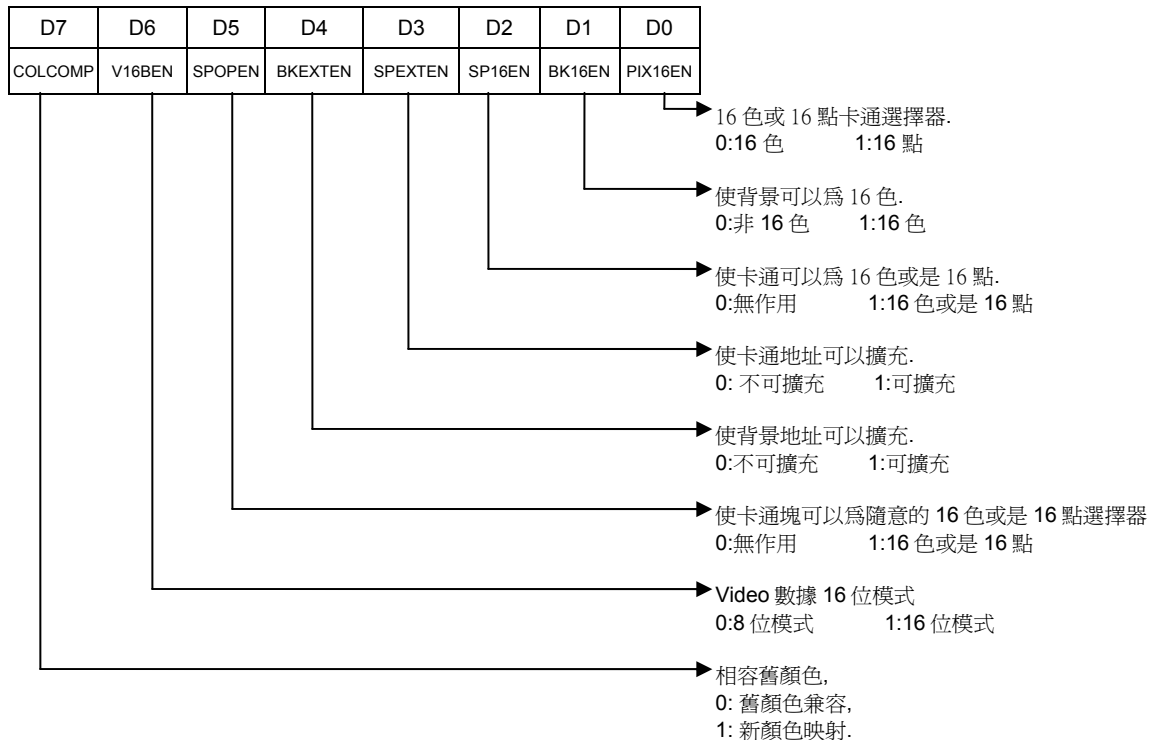
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
從 CPU 到 VRAM 或是 VROM 讀/寫數據							

對 VRAM 或是 VROM 的數據進行尋址以取出需要的訊息進行運算處理:首先需要填寫資料到寄存器 2006H 再從寄存器 2007H 讀/寫.備註: 當讀取數據的時後, 寄存器 2007H 的第一筆數據是未知的. 下一個讀取將取得被寄存器 2006H 所指到的前一個數據.

例子: 在寄存器 2010H 和 2011H 從 VRAM 或 VROM 讀取數據.

```
LDA $2002 ; 將命令順序重新設置
LDA #20
STA $2006 ; 寫高位地址
LDA #10
STA $2006 ; 寫低位地址
LDA $2007 ; 假的(Dummy)
LDA $2007 ; 第一字節($2010 的數據)
LDA $2007 ; 第二字節($2011 的數據)
```

2010H W 相容舊顏色, 背景/卡通 使地址擴充模式可操作, 使 16 色或是 16 點卡通可操作, 使 16 色背景可操作, 16 色或 16 點卡通選擇器.



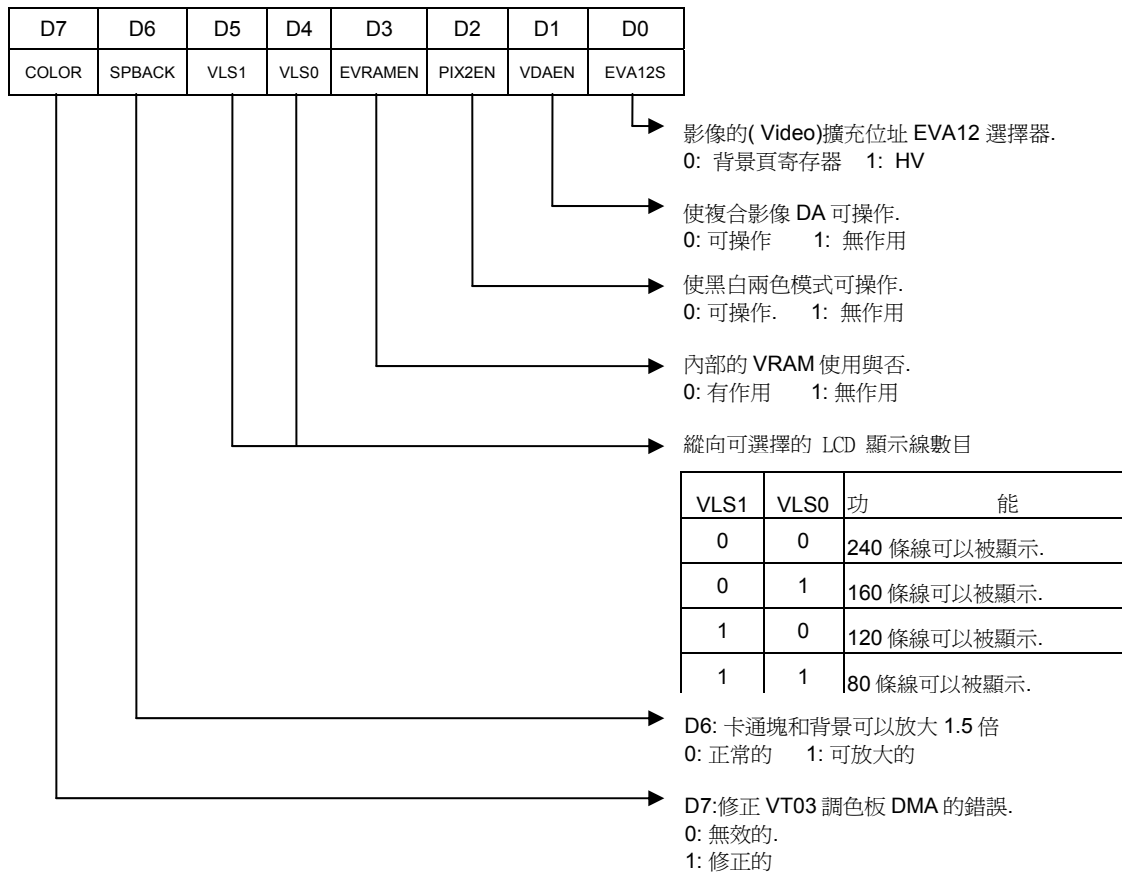
新顏色映射如下:

RC=1	3F80 or 3F81 or 3F82						3F00 or 3F01 or 3F02					
data	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Fun	SAT3	SAT2	SAT1	SAT0	LUM3	LUM2	LUM1	LUM0	PHA3	PHA2	PHA1	PHA0

程式撰寫者必需遵循規則來詳細指明顏色:

$4 \leq LUM[3:0] \times 2 + SAT[3:0] \leq 1F$
 If you set LUM = F, SAT must be ≤ 1 .
 LUM = E, SAT must be ≤ 3 .
 .
 .
 LUM = 3, SAT must be ≤ 2 .
 LUM = 2, SAT must be = 0.

2011H W 縱向可選擇的 LCD 顯示線數目, 黑白兩色模式, 使複合影像 DA 可操作, 影像的 (Video) 擴充位址 EVA12 選擇器, 使用內部的 VRAM 與否, 修正 VT03 NTSC 下用 DMA 送調色板的錯誤



2012H W 影像的存儲體 0 寄存器 0 (Video Bank0 register0)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV07	RV06	RV05	RV04	RV03	RV02	RV01	RV00

2013H W 影像的存儲體 0 寄存器 1 (Video Bank0 register1)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV17	RV16	RV15	RV14	RV13	RV12	RV11	RV10

2014H W 影像的存儲體 0 寄存器 2 (Video Bank0 register2)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV27	RV26	RV25	RV24	RV23	RV22	RV21	RV20

2015H W 影像的存儲體 0 寄存器 3 (Video Bank0 register3)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV37	RV36	RV35	RV34	RV33	RV32	RV31	RV30

2016H W 影像的存儲體 0 寄存器 4 (Video Bank0 register4)

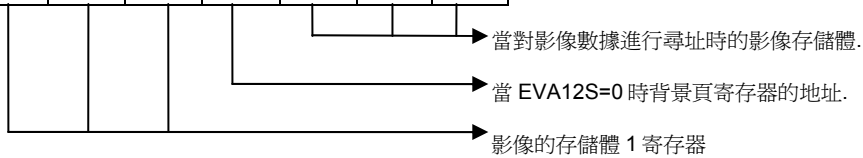
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV47	RV46	RV45	RV44	RV43	RV42	RV41	RV40

2017H W 影像的存儲體 0 寄存器 5 (Video Bank0 register5)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV57	RV56	RV55	RV54	RV53	RV52	RV51	RV50

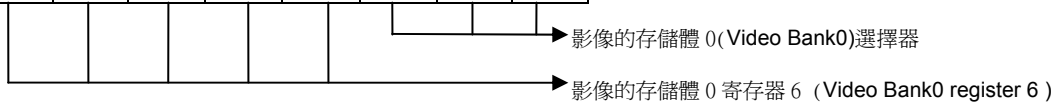
2018H W 影像的存儲體 1 寄存器(Video Bank1 register), 背景頁寄存器, 影像讀寫儲體(Video RW Bank)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
UNUSED	VA20	VA19	VA18	BKPAGE	VRWB2	VRWB1	VRWB0



201AH W 影像的存儲體 0 寄存器 6 (Video Bank0 register6), 影像的存儲體 0 選擇器(Video Bank0 selector)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV67	RV66	RV65	RV64	RV63	VB0S2	VB0S1	VB0S0



聲音產生器

聲音產生器 XOP1 寄存器地址

地址	R/W	通道	寄存器										備註
			ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0			
4000H	W	A	RHYTHM A	1DY2	1DY1	1SC	1IW	1WI3	1WI2	1WI1	1WI0	包絡控制	
4001H	W	A	RHYTHM A	1AT	1ST2	1ST1	1ST0	1SG	1AD2	1AD1	1AD0	音色, 音量控制	
4002H	W	A	RHYTHM A	1FT7	1FT6	1FT5	1FT4	1FT3	1FT2	1FT1	1FT0	音調細調控制	
4003H	W	A	RHYTHM A	1SL4	1SL3	1SL2	1SL1	1SL0	1FTA	1FT9	1FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
4004H	W	B	RHYTHM B	2DY2	2DY1	2SC	2IW	2WI3	2WI2	2WI1	2WI0	包絡控制	
4005H	W	B	RHYTHM B	2AT	2ST2	2ST1	2ST0	2SG	2AD2	2AD1	2AD0	音色, 音量控制	
4006H	W	B	RHYTHM B	2FT7	2FT6	2FT5	2FT4	2FT3	2FT2	2FT1	2FT0	音調細調控制	
4007H	W	B	RHYTHM B	2SL4	2SL3	2SL2	2SL1	2SL0	2FTA	2FT9	2FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
4008H	W	C	ENVELOP	3EN	3EL6	3EL5	3EL4	3EL3	3EL2	3EL1	3EL0	單一聲音致能	
400AH	W	C	ENVELOP	3FT7	3FT6	3FT5	3FT4	3FT3	3FT2	3FT1	3FT0	音調細調值	
400BH	W	C	ENVELOP	3SL4	3SL3	3SL2	3SL1	3SL0	3FTA	3FT9	3FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
400CH	W	D	NOISE			4SC	4IW	4WI3	4WI2	4WI1	4WI0	包絡控制	
400EH	W	D	NOISE	4NS				4BF3	4BF2	4BF1	4BF0	發聲音調頻率控制	
400FH	W	D	NOISE	4SL4	4SL3	4SL2	4SL1	4SL0				通道致能 & 單一聲音控制	
4010H	W	E	DWS DMA	DIRQ	DREP			SD3	SD2	SD1	SD0	振幅	
4011H	W	E	DWS DMA		IA6	IA5	IA4	IA3	IA2	IA1	IA0	起始的振幅	
4012H	W	E	DWS DMA	SA13	SA12	SA11	SA10	SA9	SA8	SA7	SA6	DWS 數據的開始地址	
4013H	W	E	DWS DMA	DL11	DL10	DL9	DL8	DL7	DL6	DL5	DL4	DWS 數據的長度	

聲音產生器 XOP2 寄存器地址

地址	R/W	通道	寄存器										備註
			ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0			
4020H	W	A	RHYTHM A	1DY2	1DY1	1SC	1IW	1WI3	1WI2	1WI1	1WI0	包絡控制	
4021H	W	A	RHYTHM A	1AT	1ST2	1ST1	1ST0	1SG	1AD2	1AD1	1AD0	音色, 音量控制	
4022H	W	A	RHYTHM A	1FT7	1FT6	1FT5	1FT4	1FT3	1FT2	1FT1	1FT0	音調細調控制	
4023H	W	A	RHYTHM A	1SL4	1SL3	1SL2	1SL1	1SL0	1FTA	1FT9	1FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
4024H	W	B	RHYTHM B	2DY2	2DY1	2SC	2IW	2WI3	2WI2	2WI1	2WI0	包絡控制	
4025H	W	B	RHYTHM B	2AT	2ST2	2ST1	2ST0	2SG	2AD2	2AD1	2AD0	音色, 音量控制	
4026H	W	B	RHYTHM B	2FT7	2FT6	2FT5	2FT4	2FT3	2FT2	2FT1	2FT0	音調細調控制	
4027H	W	B	RHYTHM B	2SL4	2SL3	2SL2	2SL1	2SL0	2FTA	2FT9	2FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
4028H	W	C	ENVELOP	3EN	3EL6	3EL5	3EL4	3EL3	3EL2	3EL1	3EL0	單一聲音致能	
402AH	W	C	ENVELOP	3FT7	3FT6	3FT5	3FT4	3FT3	3FT2	3FT1	3FT0	音調細調值	
402BH	W	C	ENVELOP	3SL4	3SL3	3SL2	3SL1	3SL0	3FTA	3FT9	3FT8	音調粗調 & 單一聲音控制	
402CH	W	D	NOISE			4SC	4IW	4WI3	4WI2	4WI1	4WI0	包絡控制	
402EH	W	D	NOISE	4NS				4BF3	4BF2	4BF1	4BF0	發聲音調頻率控制	
402FH	W	D	NOISE	4SL4	4SL3	4SL2	4SL1	4SL0				通道致能 & 單一聲音控制	
4030H	W		DWS/PCM	OP2L	OP1L	PCML	DP	DA2	DA1	~A15	~A14	Dws/ PCM 選擇器, DA 控制	
4031H	W		PCM	PCM7	PCM6	PCM5	PCM4	PCM3	PCM2	PCM1	PCM0	寫 PCM 數據	

參數的描述:

xDY2, xDY1: 詳細說明通道 1,2 方波的效率周期. 如下表.

xDY2	xDY1	Duty
0	0	1/8
1	0	1/4
0	1	1/2
1	1	3/4

xSC:

設置聲音的輸出方式為連續性的或是只有一次.

- 0: 單一的聲音 (只有一次)
- 1: 連續性的

xIW:

包絡形狀的設定

- 0: 包絡形狀從 FH 到 0H 的斜率遞減是由 xWI[3:0]來指定.
- 1: 包絡形狀保持於一個定值由 xWI[3:0]來指定.

xWI[3:0]:

當 xIW = 0, xWI[3:0] 指定包絡形狀從 FH 到 0H 的遞減時間如 $4.16ms * (xWI[3:0])$.

當 xIW=1, xWI[3:0] 指定包絡形狀階段如 全比率*(xWI3:0)/15d.

xAT:

聲音效果的調音波段控制

- 0: 無作用
- 1: 致能; 當致能時, 通道的頻率將很平滑的由設置值變化到最大的或最小的頻率. 這個被使用給特殊的聲音效果,像機械關槍. 調音波段的調節率由 xSTx 來設置.

xST[2:0]:

設置調節時間. 調節時間就是每一個調節的頻率變化時間, 也就是這個變化率是調節時間的反比例.

調節時間 = $8.33ms * (xST[2:0])$

xSG:

指明給變化比率方程式 2^m 前端的符號.

- 0: "+"
- 1: "-"

xAD[2:0]:

$m = xAD[2:0]$, 設置頻率變化比率的參數.

When xSG=0, $F_{n+1} = F_n * (1 + 2^m)$.

When xSG=1, $F_{n+1} = F_n * (1 - 2^{-m})$.

F_{n+1} : 下一個頻率

F_n : 現在的頻率

xFT[A:0]:

頻率 = $111,860Hz / (xFTA:0)$, xFT[A:0] 的最小值是 08H.

xSL[4:0]:

單一聲音的聲音持續期間.(打拍子長度(Beat length)解碼器輸入)

xSL[4:0]		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
Sound duration (ms)	BCLK2=120Hz	72	2024	152	8	312	24	632	40	1272	56	472	72	104	88	112	104
	BCLK2=100Hz	90	2530	190	10	390	30	790	50	1590	70	590	90	130	110	250	130
xSL[4:0]		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
Sound duration (ms)	BCLK2=120Hz	88	120	184	136	376	152	760	168	1528	184	568	200	120	216	248	232
	BCLK2=100Hz	110	150	230	170	470	190	950	210	1910	230	710	250	150	270	310	290

BCLK2 是由 4017H 來設置.

3EN:

- 0: 可操作 (Beat length 1)
- 1: 無作用

3EL[6:0]:

Beat length 1 =BLCK1*3EL[6:0]
經由 4017H BLCK1 可以設置 250Hz 或 200Hz.

4NS:

通道 4 噪聲波段(Noise band) 的設置
0: 寬波段
1: 窄波段

xBF[3:0]:

指定噪聲的頻率(noise frequency).

DIRQ:

0: 關掉 DWS IRQ
1: 打開 DWS IRQ

DREP:

0: 不重覆
1: 重覆 DWS 數據存取

SD[3:0]:

輸入斜率解碼器(Input of slop decoder.)

SD[3:0]	FH	EH	DH	CH	BH	AH	9H	8H
Sample rate(Hz)	33K	25K	21K	17K	14K	13K	11K	9K
SD[3:0]	7H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0H
Sample rate(Hz)	8.4K	7.9k	7K	6.2K	5.5K	5.3K	4.7K	4.2K

IA[6:0]:

DWS 起始的振幅

SA[13:6]:

DWS 數據開始地址 #11xxxxxxx000000, (SA[13:6]=xxxxxxx)

DL[11:4]:

DWS or PCM 數據長度 #xxxxxxx0000, (DL[11:4]=xxxxxxx)

OP2L:

使 XOP2 大聲 可操作/ 無作用
0: 可操作 (默認)
1: 無作用

OP1L:

使 XOP1 大聲 可操作/ 無作用
0: 可操作 (默認)
1: 無作用

PCML:

PCM 數據長度選擇最大為 4081 或是 4096
0: 4081 (默認)
1: 4096

DP:

DWS 或 PCM 語音合成選擇器
0: DWS
1: PCM

DA2:

XOP2 DA 可操作/ 無作用
0: 無作用 (默認)
1: 可操作

DA1:

XOP1 DA 可操作/ 無作用
0: 可操作 (默認)
1: 無作用

~A15:
DWS or PCM DMA 地址 A15's 非.

~A14:
DWS or PCM DMA 地址 A14's 非.

PCM[7:0]:
由 CPU 來更新 PCM 的數據。
我們有兩種方式來控制 PCM 的數據, 一種由 CPU 來更新, 另一種是 DMA 同 DWS 的方式. PCM DMA 是由寄存器接口 4010H, 4012H and 4013H 來控制, 它們指明開始地址, 數據長度, 斜率和重覆與否.

雜項寄存器地址接口

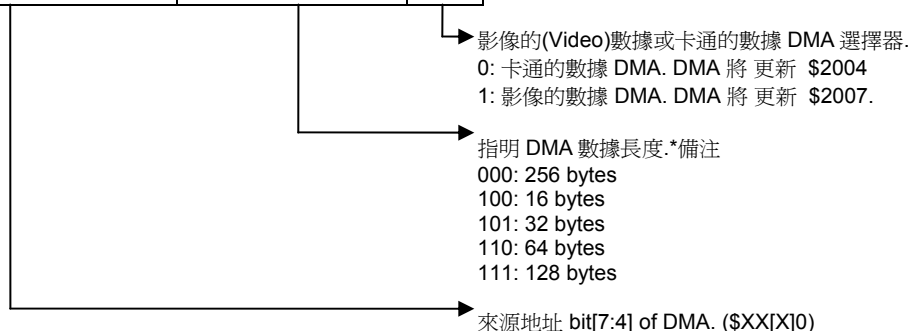
4014H W 影像的(Video)數據或卡通(Sprite)數據 DMA 開始地址的高位字節地址來源

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
High byte Address of Source							

於影像的數據或打開數據 DMA 期間它需要兩個字節來指明來源地址. 由寄存器接口 4014H 來指明高位字節地址 (\$[XX]X0)和開始 DMA 的存取. VT16 具備影像和卡通的 DMA 的兩種功能. 有關的設置請參考 4034H.

4034H W 設置影像的(Video)或卡通(Sprite)數據 DMA

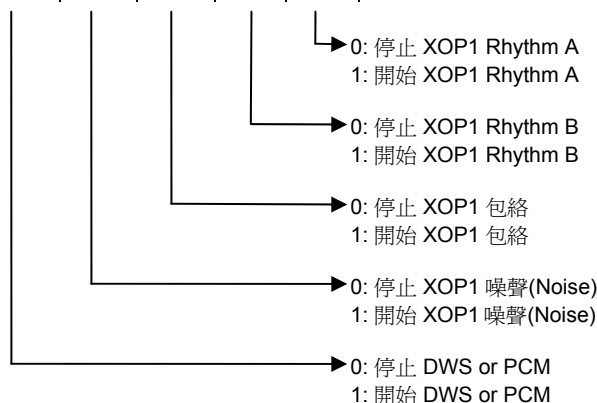
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Source add. Bit[7:4] of DMA				Max. data length of DMA			SEL47



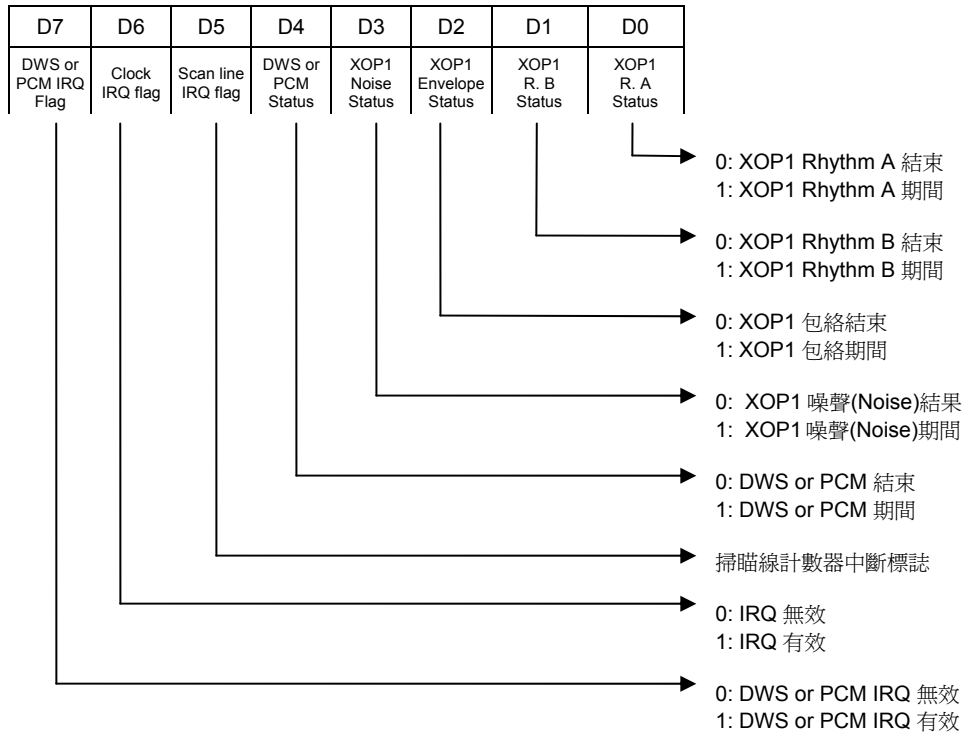
*備注: 在 64 字節模式下, VT16 將此存儲器切割為 4 塊. 如果你想要對完整的 64 字節進行尋址以取出數據進行處理, 低位字節(Low bytes)的地址必須是 00H, 40H, 80H or C0H, 因為當地址個別的數到 3FH, 7FH, BFH 或 FFH 時 VT16 將停止數據尋址. 在 16 字節模式下, VT16 將此存儲器切割為 16 塊. 在 128 字節模式下, VT16 將此存儲器切割為 2 塊.

4015H W 開始/ 停止 XOP1 & DWS IRQ

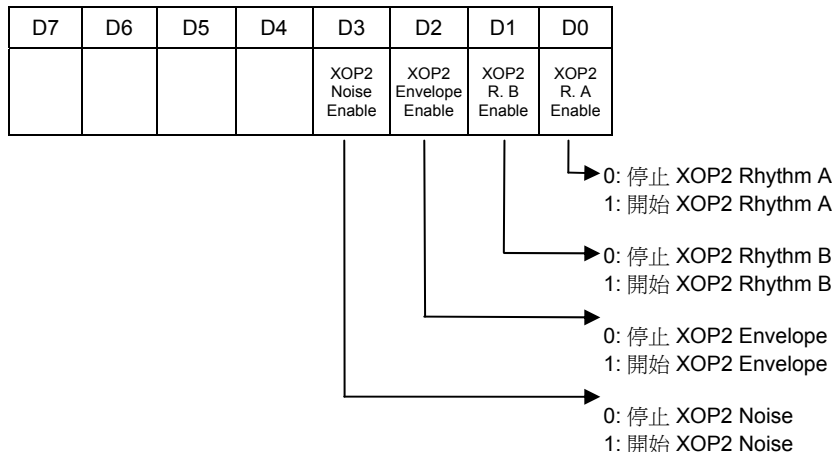
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			DWS or PCM Enable	XOP1 Noise Enable	XOP1 Envelope Enable	XOP1 R. B Enable	XOP1 R. A Enable



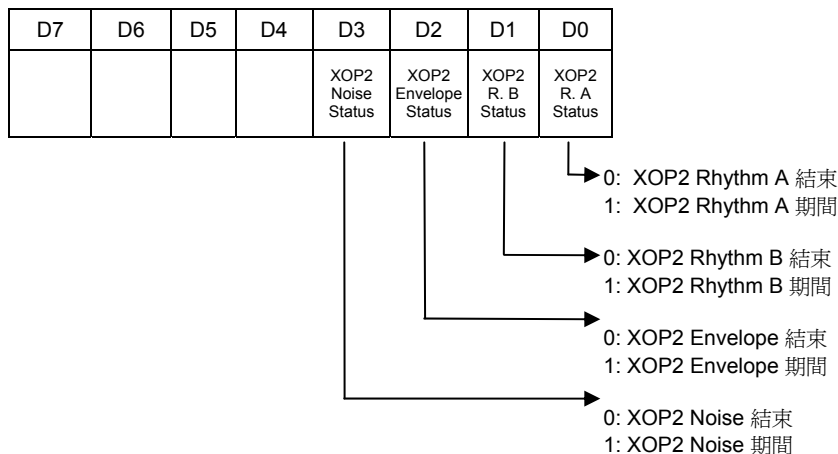
4015H R 讀取 XOP1 標誌



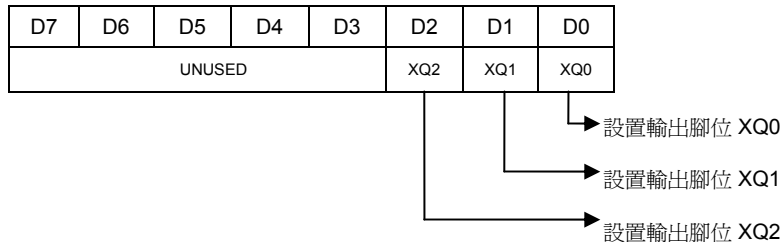
4035H W 打開/ 關掉 XOP2



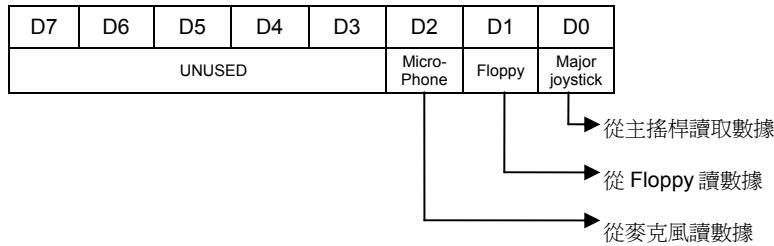
4035H R 讀取 XOP2 標誌



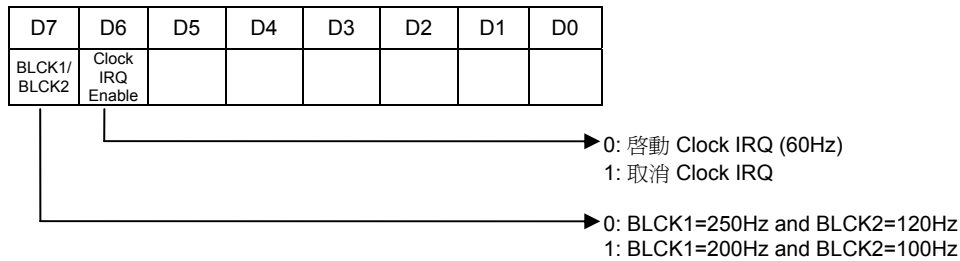
4016H W 設置輸出腳位 XQ[2:0]



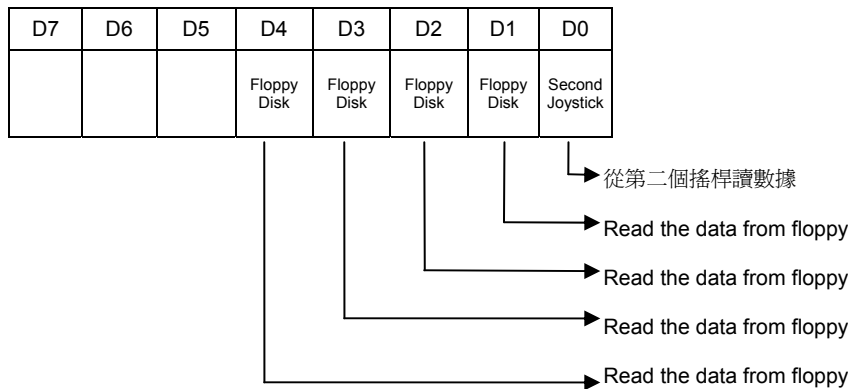
4016H R 讀取周邊的數據



4017H W 給拍子長度 1,2 的時鐘(Clock for beat Length 1, 2)和 IRQ 時鐘的控制(Clock IRQ)



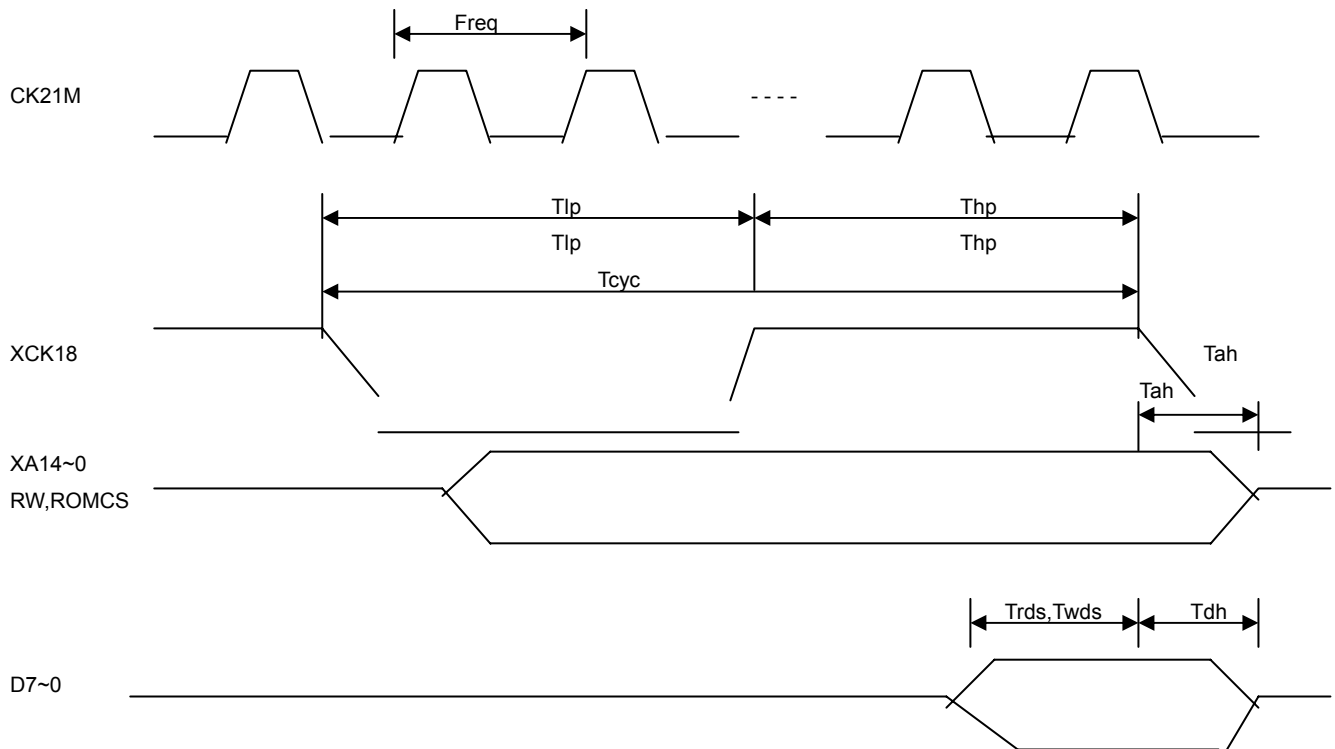
4017H R 讀週邊的數據



Timing Waveforms

在應用模式下程序單元的時鐘規格(Timing Spec.)program Unit In Application Mode

Input Cycle Timing

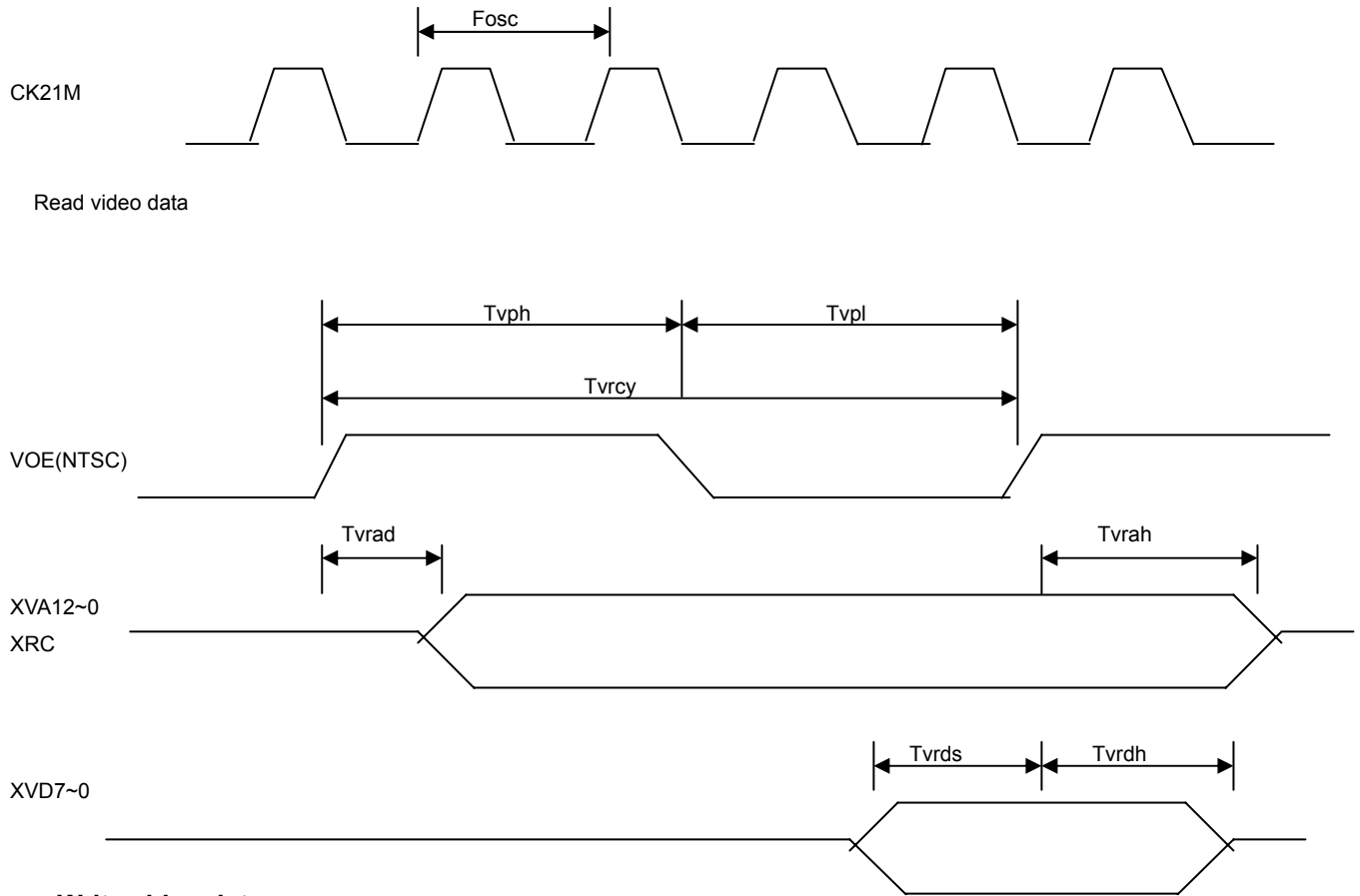


AC Characteristics : TA = 0°C to 70°C, VCC = 3.0V ~ 3.6V, GND = 0V

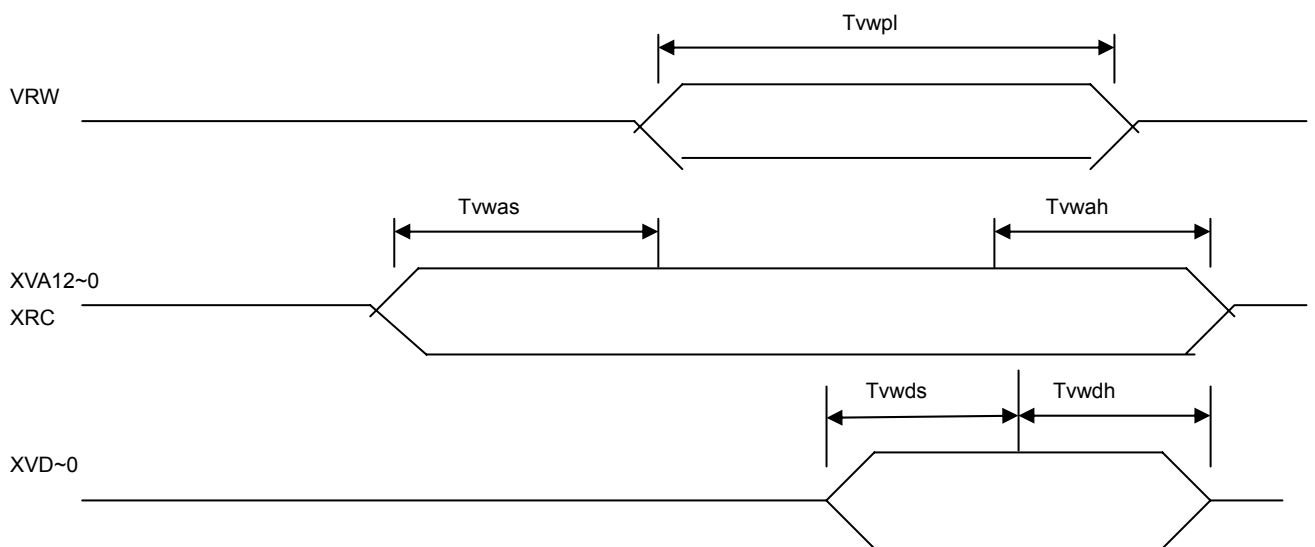
Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Condition
Fpal	Frequency of PAL B option	26.601712		MHz	
Fntsc	Frequency of NTSC option	21.47727		MHz	
Tcyc	Program cycle time	70	450	ns	
Tph	Cycle High Pulse Width	240	300	ns	
Tpl	Cycle Low Pulse Width	100	150	ns	
Tah	Program Address Hold time	10		ns	
Tdh	Program Data Hold time	10		ns	
Trds	Program Read Data Set up time	10		ns	
Twds	Program Write Data Set up time	10		ns	

在應用模式下圖像單元的時鐘規格(Timing Spec of Graphic Unit In Application Mode)

Input Cycle Timing



Write video data



AC Characteristics: TA = 0°C to 70°C, VCC = 3.0V ~ 3.6V, GND = 0V

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Condition
Fpal	Frequency of PAL B option	26.601712		MHz	
Fntsc	Frequency of NTSC option	21.47727		MHz	
Tvrcyc	Video Read cycle time	120	285	ns	
Tvph	Video Read High Pulse Width	120	150	ns	
Tvpl	Video Read Low Pulse Width	120	150	ns	
Tvrad	Video Read Address Delay time	7	35	ns	
Tvrah	Video Read Address Hold time	0		ns	
Tvrds	Video Read Data Set up time	10		ns	
Tvrhd	Video Read Data Set up time	10		ns	
Tvwpl	Video Write Pulse time	40	150	ns	
Tvwas	Video Write Address Set up time	10		ns	
Tvwah	Video Write Address Hold time	10	90	ns	
Tvwds	Video Write Data Set up time	10	70	ns	
Tvwdh	Video Write Data Hold time	10	90	ns	

DC Characteristics : TA = 0°C to 70°C, VCC = 3.0V ~ 3.6V, GND = 0V

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Condition
VIL	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
VIL	Input High Voltage	2.4	VCC+0.4	V	
VOL	Output Low Voltage		0.8	V	
VOH	Output High Voltage	2.4		V	
VCL	Clock Low Voltage	-0.7	0.4	V	
VCH	Clock High Voltage	2.5	3.5	V	
ICC	Power Supply Current		30	mA	
IIL	Input Leakage Current		10	uA	
ICL	Clock Leakage		10	uA	
ITL	Tri_state Leakage		20	uA	
IRL	Reset pin Leakage (pull high R)		1	mA	
IOL	Output Low Current	2	10	mA	
IOH	Output High Current	2	10	mA	

程序設計指南

- 為了避免想不到的 IRQ 中斷一直發生，最好首先設置 \$4017 = #\$C0 或 #\$40。
- 假如程式設計者沒有設定新的地址接口，系統將會選擇默認舊的相容方式。
- 在單一匯流排模式下，程式最初的地址A22-A0 是 007FFFC 或是 017FFFC，以及 影像(video)最初的地址是 0000XXX。你可以單獨地指定程式(Program)和影像(Video)的儲存體，硬體部分將會合併兩個獨立匯流排成單一匯流排。在寫程式之前請考慮您的程式(Program)地址多工器和影像(Video) 地址多工器之安排。這個原始的解碼器地址接口是仍然被保留的和 \$4102 ~ \$410A也可以控制解碼器地址接口。一個特別的寄存器接口 \$4109 是程式儲存體0 寄存器 2,可使程序儲存體寄存器從2增加到3,但必須由 \$4109 詳細說明或指定。
- 在16色模式下,或是 16X8 點陣卡通塊模式下, 這種圖形塊的大小是 32 個字節。而在16X16點陣卡通塊模式下, 這種圖形塊的大小是 64個字節。程式設計者必須很小心的安排圖形塊的儲存器。
- 到背景為16 色的模式, 你應設置 \$4010 = #\$82, 而且也讓擴充地址致能,設置 \$4010 = #\$92。
- 在擴充背景位地致能下, BG4, BG3 和圖形塊序將是一個 10 位的圖形塊序號, 這個圖形塊 大小將是 16X16。背景顏色功能組將無作用, 及顏色組 (BG4,BG3) 被固定為 00。
- 到卡通塊為16 色的模式, 你應設置 \$4010 = #\$84, 而且也將卡通塊擴充地址致能, 並設定 \$4010 = #\$8C。到卡通塊為16 點陣的模式, 你應設置 \$4010 = #\$85, 而且也將卡通塊擴充地址致能, 並設置 \$4010 = #\$8D。
- PCM 只能輸出到 XOP2。程式設計者應設置 \$4030 = #\$18 來打開 DA 通道以及切換到PCM 模式 (通道 DA 2 默認為離線)。設置 \$4031 任一 8 位數值將直接輸出到 XOP2 DA。如果你想要使用 PCM DMA 模式, 你應該設置 \$4010, \$4012, \$4013, 這些寄存器接口的功能相近於DWS。這PCM 數據的最大長度為 4081個字節。如果 PCM 數據超過4081個字節, 你必須將 PCM IRQ致能, 設置一個波形模式 \$4010 開頭 及 修改 \$4012 以及 儲存體寄存器來指到適當的 PCM 數據地址並開始 PCM DMA 用 \$4015 = #\$10在中斷修護的例行程序中。PCM DMA 模式是出於 DWS 模式以外的, 你只能選擇這兩種方式的其中之一。

9. 影像(VIDEO) DMA 可以更新地址\$2004 或 \$2007 的數據.如果你設置 \$4034 = #\$58, 及 \$4014 = #\$02, 影像 DMA 將開始及更新 \$2004 從 \$0250~\$025F 16 個字節. 假如你設置 \$4034 = #\$AD, 及 \$4014 = #\$03, 影像 DMA 將開始及更新 \$2007 從 \$03A0~\$03BF 32 個字節. 如果你設置 \$4034 = #\$0D, 及 \$4014 = #\$03, 影像 DMA 將開始及更新\$2007 從 \$0300~\$033F 64 個字節.
10. 當您需要連結額外的IC,而且您必須要用到XRWB的功能時,您必須去設置 #410B 才能啟動其功能,您必須要知道當FWEN被設定在高準位(=1)時,舊的程式寫法將無效.
- 11.1 PCM 數據必須是64 個字節的整數倍. 如果您沒有填滿此容量那麼於PCM播放的過程中將會有噪聲出現. 另外PCM DMA 數據的長度默認為4081個字節, 當我們設置 \$4013=#\$FF, PCM數據的長度不是 4096 個字節. 實際上,它只有播放 4081 bytes, PCM DMA抓取的數據地址只從 \$000 到 \$FF0,而FF1 到 \$FFF 的數據並不會被抓取.設置 \$4030(D5)=1可以將PCM長度由4081個字節改為4096個字節. 在您讀取\$4015, \$4016, \$4017的端口時,PCM將不受影響. \$4015(D5)是掃瞄線計數器中斷的標誌.
- 11.2 當您使用PCM功能時,請您特別注意此時內部或是外部並行到串行的Joystick(搖桿)功能將會不正常.請您使用一般的I/O口來做Joystick(搖桿)功能,這樣PCM和搖桿都可以工作的非常好.
12. 當您要使用VT16 的RS232 功能時請遵循此注意事項: 如果RS232是必須要的, 請設置第一個指令為\$410B(D5)=1. 因為 TXDP 將經由 XCUP47端口輸出數據. 為了避免 \$4017 驅動這一個腳位而造成通訊錯誤所以我們首先必須先將 XCUP47 設為 TXDP.
13. 當您要使用 ADC 功能, 請您注意此 ADC 有一些遺漏區域. 此 ADC 遺漏區域如下:
 - a>. 77,78,79,80,81,82 -> 遺漏 7A,7B,7C,7D,7E,7F
 - b>. 5C,5D,5E,60,61,62->遺漏 5F
 - c>. 3A,3B,3C,40,41,42->遺漏 3D,3E,3F
 - d>. 1C,1D,1E,20,21,22->遺漏 1F
 - e>. 9C,9D,9E,A0,A1,A2->遺漏 9F
 - f>. BA,BB,BC,C0,C1,C2->遺漏 BD,BE,BF
14. 擴展模式(Extension mode) EVA12-EVA10 將插入於 VA10 和 VA9 之間.
 - a. 卡通塊(Sprite)和背景(Background)可以個別設置. \$2010(D3) 和 \$2010(D4).
 - b. 擴展必須是所有三個 bit (EVA12-EVA10)同時有作用或是無作用. 我們不能只設 EVA10 或是 EVA11.
 - c. 背景(Background)擴展

	EVA12	EVA11	EVA10	
\$2011(D0)=1	HV	BG4	BG3	HV 是背景序號(Vector)儲存體 AD10,AD11 的這頁
\$2011(d0)=0	\$2018(D3)	BG4	BG3	BG3,BG4 是儲存在 video 地址 \$23C0~\$23FF
 - d. 擴展 CPU 尋址模式

EVA12	EVA11	EVA10
\$2018(D2)	\$2018(D1)	\$2018(D0)
 - e. 擴展卡通塊(Sprite)模式

EVA12	EVA11	EVA10
SPEVA12	SPEVA11	SPEVA10

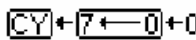

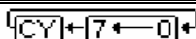

 SPEVA12~SPEVA10 是\$2004 三個字節的狀態(D4~D2)
 - f. 擴展與否
 - >> 當 \$2010(D5)=X and \$2010(D2)=1 and \$2010(D0)=1, 所有的卡通塊(sprites)是 16 點(pixels) 4 色.
 - >> 當 \$2010(D5)=0 and \$2010(D2)=1 and \$2010(D0)=0, 所有的卡通塊(sprites)是 8 點(pixels) 16 色.
 - >> 當 \$2010(D5)=1 and \$2-10(D2)=1 and \$2010(D0)=0, 卡通塊(sprites)是 8 點(pixels) 16 色或是 6 點(pixels) 4 色將由\$2004 第三個字節(D4)狀態來決定,它也是擴展模式下的地址 EVA12.

指令詳表

● 按指令作用類型分類的指令詳表

按指令作用類型分類的指令詳表							
助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
存取指令							
LDA	立即	LDA #Oper	A ← M	N●●●●●Z●	A9	2	2
	零頁	LDA Oper			A5	2	3
	寄存器零頁變址(X)	LDA Oper,X			B5	2	4
	絕對	LDA Oper			AD	3	4
	寄存器絕對變址(X)	LDA Oper,X			BD	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	LDA Oper,Y			B9	3	4**
	先變址間接	LDA (Oper,X)			A1	2	6
	後變址間接	LDA (Oper),Y			B1	2	5**
LDX	立即	LDX # Oper	X ← M	N●●●●●Z●	A2	2	2
	零頁	LDX Oper			A6	2	3
	寄存器零頁變址(Y)	LDX Oper,Y			B6	2	4
	絕對	LDX Oper			AE	3	4
	寄存器絕對變址(Y)	LDX Oper,Y			BE	3	4**
LDY	立即	LDY # Oper	Y ← M	N●●●●●Z●	A0	2	2
	零頁	LDY Oper			A4	2	3
	寄存器零頁變址(X)	LDY Oper,X			B4	2	4
	絕對	LDY Oper			AC	3	4
	寄存器絕對變址(X)	LDY Oper,X			BC	3	4**
STA	零頁	STA Oper	M ← A	●●●●●●●●	85	2	3
	寄存器零頁變址(X)	STA Oper,X			95	2	4
	絕對	STA Oper			8D	3	4
	寄存器絕對變址(X)	STA Oper,X			9D	3	5
	寄存器絕對變址(Y)	STA Oper,Y			99	3	5
	先變址間接	STA (Oper,X)			81	2	6
	後變址間接	STA (Oper),Y			91	2	6
	STX	零頁			STX Oper	M ← X	●●●●●●●●
寄存器零頁變址(Y)		STX Oper,Y	96	2	4		
絕對		STX Oper	8E	3	4		
STY	零頁	STY Oper	M ← Y	●●●●●●●●	84	2	3
	寄存器零頁變址(X)	STY Oper,X			94	2	4
	絕對	STY Oper			8C	3	4
棧操作指令							
PHA	隱含	PHA	(S)←A, S←S-1	●●●●●●●●	48	1	3

按指令作用類型分類的指令詳表

助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
PHP	隱含	PHP	(S)←P, S←S-1	●●●●●●●●	08	1	3
PLA	隱含	PLA	S←S+1, A←(S)	N●●●●●Z●	68	1	4
PLP	隱含	PLP	S←S+1, P←(S)	(Stack)	28	1	4
加1減1指令							
DEC	零頁	DEC Oper	M ← M - 1	N●●●●●Z●	C6	2	5
	寄存器零頁變址(X)	DEC Oper,X			D6	2	6
	絕對	DEC Oper			CE	3	6
	寄存器絕對變址(X)	DEC Oper,X			DE	3	7
DEX	隱含	DEX	X ← X - 1	N●●●●●Z●	CA	1	2
DEY	隱含	DEY	Y ← Y - 1	N●●●●●Z●	88	1	2
INC	零頁	INC Oper	M ← M + 1	N●●●●●Z●	E6	2	5
	寄存器零頁變址(X)	INC Oper,X			F6	2	6
	絕對	INC Oper			EE	3	6
	寄存器絕對變址(X)	INC Oper,X			FE	3	7
INX	隱含	INX	X ← X + 1	N●●●●●Z●	E8	1	2
INY	隱含	INY	Y ← Y + 1	N●●●●●Z●	C8	1	2
移位指令							
ASL	累加器	ASL A		N●●●●●ZC	0A	1	2
	零頁	ASL Oper			06	2	5
	寄存器零頁變址(X)	ASL Oper,X			16	2	6
	絕對	ASL Oper			0E	3	6
	寄存器絕對變址(X)	ASL Oper,X			1E	3	7
LSR	累加器	LSR A		0●●●●●ZC	4A	1	2
	零頁	LSR Oper			46	2	5
	寄存器零頁變址(X)	LSR Oper,X			56	2	6
	絕對	LSR Oper			4E	3	6
	寄存器絕對變址(X)	LSR Oper,X			5E	3	7
ROL	累加器	ROL A		N●●●●●ZC	2A	1	2
	零頁	ROL Oper			26	2	5
	寄存器零頁變址(X)	ROL Oper,X			36	2	6
	絕對	ROL Oper			2E	3	6
	寄存器絕對變址(X)	ROL Oper,X			3E	3	7
ROR	累加器	ROR A		N●●●●●ZC	6A	1	2
	零頁	ROR Oper			66	2	5
	寄存器零頁變址(X)	ROR Oper,X			76	2	6
	絕對	ROR Oper			6E	3	6
	寄存器絕對變址(X)	ROR Oper,X			7E	3	7

按指令作用類型分類的指令詳表

助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
邏輯操作指令							
AND	立即	AND #Oper	A ← A AND M	N●●●●●Z●	29	2	2
	零頁	AND Oper			25	2	3
	寄存器零頁變址(X)	AND Oper,X			35	2	4
	絕對	AND Oper			2D	3	4
	寄存器絕對變址(X)	AND Oper,X			3D	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	AND Oper,Y			39	3	4**
	先變址間接	AND (Oper,X)			21	2	6
	後變址間接	AND (Oper),Y			31	2	5**
BIT ¹	零頁	BIT Oper	N ← M ₇ , V ← M ₆		24	2	3
	絕對	BIT Oper			2C	3	4
CMP	立即	CMP #Oper	A - M	N●●●●●ZC	C9	2	2
	零頁	CMP Oper			C5	2	3
	寄存器零頁變址(X)	CMP Oper			D5	2	4
	絕對	CMP Oper			CD	3	4
	寄存器絕對變址(X)	CMP Oper, X			DD	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	CMP Oper, Y			D9	3	4**
	先變址間接	CMP (Oper,X)			C1	2	6
	後變址間接	CMP (Oper),Y			D1	2	5**
CPX	立即	CPX #Oper	X - M	N●●●●●ZC	E0	2	2
	零頁	CPX Oper			E4	2	3
	絕對	CPX Oper			EC	3	4
CPY	立即	CPY #Oper	Y - M	N●●●●●ZC	C0	2	2
	零頁	CPY Oper			C4	2	3
	絕對	CPY Oper			CC	3	4
EOR	立即	EOR #Oper	A ← A XOR M	N●●●●●Z●	49	2	2
	零頁	EOR Oper			45	2	3
	寄存器零頁變址(X)	EOR Oper, X			55	2	4
	絕對	EOR Oper			4D	3	4
	寄存器絕對變址(X)	EOR Oper, X			5D	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	EOR Oper, Y			59	3	4**
	先變址間接	EOR (Oper,X)			41	2	6
	後變址間接	EOR (Oper),Y			51	2	5**

按指令作用類型分類的指令詳表

助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
ORA	立即	ORA #Oper	A ← A OR M	N●●●●●Z●	09	2	2
	零頁	ORA Oper			05	2	3
	寄存器零頁變址(X)	ORA Oper, X			15	2	4
	絕對	ORA Oper			0D	3	4
	寄存器絕對變址(X)	ORA Oper, X			1D	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	ORA Oper, Y			19	3	4**
	先變址間接	ORA (Oper,X)			01	2	6
	後變址間接	ORA (Oper),Y			11	2	5**

算術操作指令

ADC	立即	ADC #Oper	A ← A + M+C	NV●●●●●ZC	69	2	2
	零頁	ADC Oper			65	2	3
	寄存器零頁變址(X)	ADC Oper, X			75	2	4
	絕對	ADC Oper			6D	3	4
	寄存器絕對變址(X)	ADC Oper, X			7D	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	ADC Oper, Y			79	3	4**
	先變址間接	ADC (Oper,X)			61	2	6
	後變址間接	ADC (Oper),Y			71	2	5**
SBC	立即	SBC #Oper	A ← A-M-1+C	NV●●●●●ZC	E9	2	2
	零頁	SBC Oper			E5	2	3
	寄存器零頁變址(X)	SBC Oper, X			F5	2	4
	絕對	SBC Oper			ED	3	4
	寄存器絕對變址(X)	SBC Oper, X			FD	3	4**
	寄存器絕對變址(Y)	SBC Oper, Y			F9	3	4**
	先變址間接	SBC (Oper,X)			E1	2	6
	後變址間接	SBC (Oper),Y			F1	2	5**

按指令作用類型分類的指令詳表

助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
BCC ²	相對	BCC Oper	當 C = 0 時跳轉	●●●●●●●●	90	2	2***
BCS ²	相對	BCS Oper	當 C = 1 時跳轉	●●●●●●●●	B0	2	2***
BEQ	相對	BEQ Oper	當 Z = 1 時跳轉	●●●●●●●●	F0	2	2***
BMI	相對	BMI Oper	當 N = 1 時跳轉	●●●●●●●●	30	2	2***
BNE	相對	BNE Oper	當 Z = 0 時跳轉	●●●●●●●●	D0	2	2***
BPL	相對	BPL Oper	當 N = 0 時跳轉	●●●●●●●●	10	2	2***
BVC	相對	BVC Oper	當 V = 0 時跳轉	●●●●●●●●	50	2	2***
BVS	相對	BVS Oper	當 V = 1 時跳轉	●●●●●●●●	70	2	2***
JMP	絕對	JMP Oper	PC ← Addr	●●●●●●●●	4C	3	3
	間接絕對	JMP(Oper)			6C	3	5
	寄存器絕對變址間接	JMP (Oper, X)			7C	3	6
JSR	絕對	JSR Oper	PC←PC+2	●●●●●●●●	20	3	6
			(S)←PCH,S←S-1				
			(S)←PCL,S←S-1				
			PC←Oper				

RTI	隱含	RTI	S←S+1, P←(S)	(Stack)	40	1	6
			S←S+1, PCL←(S)				
			S←S+1, PCH←(S)				
RTS	隱含	RTS	S←S+1, PCL←(S)	●●●●●●	60	1	6
			S←S+1, PCH←(S)				
			PC ← PC+1,				
處理器標誌指令							
CLC	隱含	CLC	C ← 0	●●●●●●1	18	1	2
CLD	隱含	CLD	D ← 0	●●●●1●●●	D8	1	2
CLI	隱含	CLI	I ← 0	●●●●●1●●	58	1	2
CLV	隱含	CLV	V ← 0	●1●●●●●●	B8	1	2
SEC	隱含	SEC	C ← 0	●●●●●●0	38	1	2
SED	隱含	SED	D ← 0	●●●●0●●●	F8	1	2
SEI	隱含	SEI	I ← 0	●●●●●0●●	78	1	2

按指令作用類型分類的指令詳表							
助記符	尋址方式	指令格式	執行的操作	標誌位 NV●BDIZC	操作碼	字節數	周期數
寄存器間傳送指令							
TAX	隱含	TAX	X ← A	N●●●●●Z●	AA	1	2
TAY	隱含	TAY	Y ← A	N●●●●●Z●	A8	1	2
TSX	隱含	TSX	X ← S	N●●●●●Z●	BA	1	2
TXA	隱含	TXA	A ← X	N●●●●●Z●	8A	1	2
TXS	隱含	TXS	S ← X	●●●●●●●●	9A	1	2
TYA	隱含	TYA	A ← Y	N●●●●●Z●	98	1	2
其他特殊指令							
BRK	隱含	BRK	PC←PC+2 B ← 1, I←1 (S)←PCH, S←S-1 (S)←PCL, S←S-1 (S) ← P, S←S-1	●●●1●1●●	00	1	7
NOP	隱含	NOP	空操作	●●●●●●●●	EA	1	2

注：

** 若產生跨頁則加 1 個時鐘周期

*** 若符合條件且跳轉同頁則加 1 個時鐘周期，若符合條件且跳轉跨頁則加 2 個時鐘周期

1 BIT 指令複製被測試字節的位 6 至標誌 V，複製被測試字節的位 7 至標誌 N，但若採用立即尋址模式則不改變標誌 V 和標誌 N 的值。標誌 Z 的值根據累加器與操作數相與的結果設置。

2 BBC 和 BCS 指令就是 BLT (Branch Less Than)和 BGE (Branch Greater or Equal) 指令，這些條件跳轉指令只是助記符不同。

● 按操作碼分類的指令表

按操作碼分類的指令表																	
低位 \ 高位	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	低位 \ 高位
0	BRK imp	ORA inx				ORA zpg	ASL zpg		PHP imp	ORA imm	ASL acc			ORA abs	ASL abs		0
1	BPL rla	ORA iny				ORA zpx	ASL zpx		CLC imp	ORA aby				ORA abx	ASL abx		1
2	JSR abs	AND inx			BIT zpg	AND zpg	ROL zpg		PLP imp	AND imm	ROL acc		BIT abs	AND abs	ROL abs		2
3	BMI rla	AND iny				AND zpx	ROL zpx		SEC imp	AND aby				AND abx	ROL abx		3
4	RTI imp	EOR inx				EOR zpg	LSR zpg		PHA imp	EOR imm	LSR acc		JMP abs	EOR abs	LSR abs		4
5	BVC rla	EOR iny				EOR zpx	LSR zpx		CLI imp	EOR aby				EOR abx	LSR abx		5
6	RTS imp	ADC inx				ADC zpg	ROR zpg		PLA imp	ADC imm	ROR acc		JMP abi	ADC abs	ROR abs		6
7	BVS rla	ADC iny				ADC zpx	ROR zpx		SEI imp	ADC aby				ADC abx	ROR abx		7
8		STA inx			STY zpg	STA zpg	STX zpg		DEY imp		TXA imp		STY abs	STA abs	STX abs		8
9	BCC rla	STA iny			STY zpx	STA zpx	STX zpy		TYA imp	STA aby	TXS imp			STA abx			9
A	LDY imm	LDA inx	LDX imm		LDY zpg	LDA zpg	LDX zpg		TAY imp	LDA imm	TAX imp		LDY abs	LDA abs	LDX abs		A
B	BCS rla	LDA iny			LDY zpx	LDA zpx	LDX zpx		CLV imp	LDA aby	TSX imp		LDY abx	LDA abx	LDX aby		B
C	CPY imm	CMP inx			CPY zpg	CMP zpg	DEC zpg		INY imp	CMP imm	DEX imp		CPY abs	CMP abs	DEC abs		C
D	BNE rla	CMP iny				CMP zpx	DEC zpx		CLD imp	CMP aby				CMP abs	DEC abx		D
E	CPX imm	SBC inx			CPX zpg	SBC zpg	INC zpg		INX imp	SBC imm	NOP imp		CPX abs	SBC abs	INC abs		E
F	BEQ rla	SBC iny				SBC zpx	INC zpx		SED imp	SBC aby				SBC abx	INC abx		F
低位 \ 高位	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	低位 \ 高位

注：

立即尋址方式	imm
絕對尋址方式	abs
零頁尋址方式	zpg
累加器尋址方式	acc
隱含尋址方式	imp
寄存器絕對變址尋址方式(X)	abx
寄存器絕對變址尋址方式(Y)	aby
寄存器零頁變址尋址方式(X)	zpx
寄存器零頁變址尋址方式(Y)	zpy
間接絕對尋址方式	abi
相對尋址方式	rla
先變址間接尋址方式	inx
後變址間接尋址方式	iny
寄存器絕對變址間接尋址方式	ina
零頁間接尋址方式	inz