

VT16 Console and 单一总线系统 for TV (真实的十六色或虚拟的六十四色)

内容目录

内 容	页 数
0. 修正历史.	1
1. IC 特征和一般功能的描述	2
2. IC 脚位构造	3
3. 方块图	4
4. 脚位功能描述	4-5
5. 可随意调整脚位对照表	5-6
6. 功能描述	7-8
7. 单一总线下影像的存储器存储体映像(Video Memory Bank Mapping)	9-13
8. 单一总线下程序的存储器存储体映射(Program Memory Bank Mapping)	14-18
9. 背景的图形块和内部的图像动态随机存储器(VRAM)	19-23
10. 调色板	24
11. 寄存器接口的描述	25-45
程序单元的寄存器的接口	25-34
图像单元的寄存器的接口	35-39
声音控制寄存器的接口	40
参数的描述	41-43
杂项功能的寄存器的接口	43-45
12. 时序波形	46-48
13. 程序设计指南	48-49
14. CPU 指令对照表	50-55

修正历史:

版本	内 容
A0	初始版本
A1	修正错误PIN17由NC改为VSS
A2	Page2 新增CPU 频率为1.8MHz 或是5MHz 叙述 Page32 #411CH增加D7 功能:CPU 5MHz选择. Page49:程序设计指南Item11,增加PCM和Joystick(游戏杆)的关联.
A3	Page6:增加外部的IRQ(External IRQ) vector 表
A4	Page31:修改\$4119 内容
A5	Page32:\$411C(D4: W16B)由一次写16 bits改为无效. Page49 程序设计指南: 增加扩展模式的叙述.
A6	Page15:修正\$411C 设置.
A7	Page34:修正UIOS7状态

VT16 Console and 单一总线系统 for TV (真实的十六色或虚拟的六十四色)

IC 特征

系统

- CPU: 6502
- 内部的程序动态随机存储器(PRAM): 4K Bytes
- 内部的图像动态随机存储器(VRAM): 2K Bytes
- DMA (卡通块和背景)
- 8 位数据总线或 16 位数据总线
- 多样的 IRQ 控制
- 扫描线计数器 IRQ
- 一个可编程的计数器可以产生外部的时钟, IRQ 和 RS232 电码数比率计秒表
- 译码功能,外部的存储器最大可以扩充到 32M Bytes
- T.V. 讯号输出 (NTSC, PAL,PALM,PALN)
- 8 位数据总线最多有 16 个附属的 I/O 口, 16 位数据总线最多有 8 个附属的 I/O 口
- 8 位 AD 转换器(ADC)
- 声音增大控制
- 相关的地址存储体
- 扩充 5 个 IRQ 服务入口
- CPU 频率为 1.8MHz 或是 5MHz
- 图像(Video)于 16 位模式下可以使用低速的存储器(ROM 或是 Flash)
- 独立的 PCM 地址存储体
- 复位入口为 7FFFCH 或是 17FFFCH 的选择
- 睡眠模式和自动苏醒模式

外围的应用

- 内建具有 Turbo 的游戏杆功能
- 内建 RS232 串行埠
- SPI 界面

图形产生器

- 分辨率: 256x240 点
- 一幅画面只允许 64 个卡通块
- 背景颜色可以是 16 色 (4 color sets) 或 4 色 (4 color sets)
- 卡通块于 16 色 (4 color sets), 有 8X8 或 8X16 字符大小, 于 4 色 (4 color sets), 有 8X8, 8X16, 16X8, 16X16 点阵大小(character size)
- 调色板有 25 或是 121 色
- 可放大背景和卡通块

声音产生器

- 4 节拍通道.
- 2 低频通道.
- 2 噪声通道.
- PCM 或是 DWS DMA 内建

一般功能描述

VT16 包括 CPU, 图像的单元, 声音单元, 1 个 4K Bytes 程序 SRAM(PRAM) 和一个 2k Bytes 图像 SRAM(VRAM)及一些 I/O 控制装置. VT16 可以分为两个系统, 一个用于程序的, 另一个用于影像的处理.

CPU 是整个程序系统的主要角色. 它可以对内部的动态随机存储器 PRAM 和外部的系统软件存储器(ROM 或是 Flash)进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理. 系统软件的存储器(ROM 或是 Flash)被储存程序命令, 程序指引和一些声音数据. 而 VT16 内部的 4K Bytes 的程序动态随机存储器(PRAM)是第零页 RAM, 堆栈区 及一些 CPU 的内存. 程序系统控制学习机的执行, 包括图案, 语音, 及字幕. 也就是说 CPU 将控制视频系统显示指定的图案.

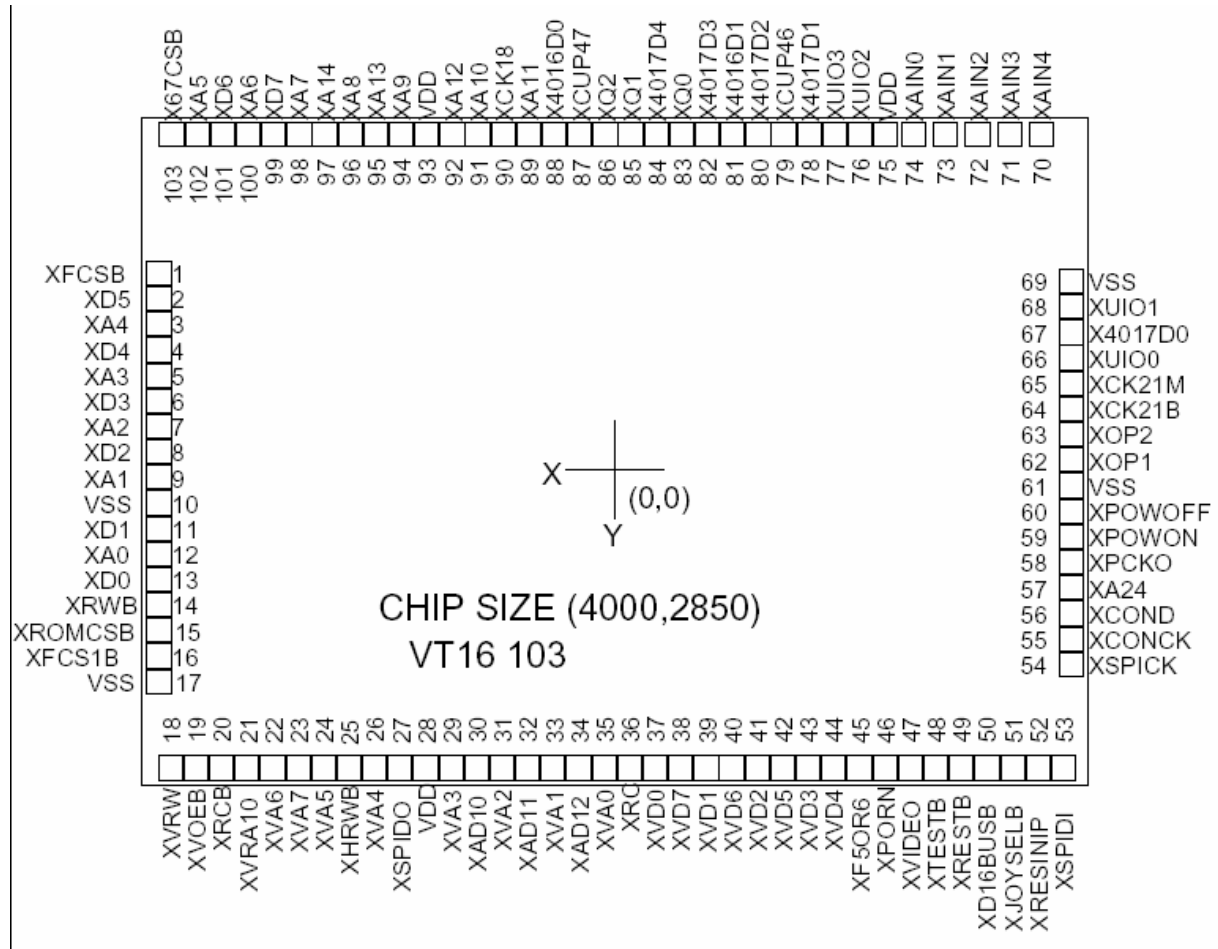
图像单元是影像系统的主要角色. 它能够对内部的动态随机存储器(VRAM)和图形块(character)存储器(ROM 或是 Flash)进

行寻址以取出需要的讯息进行运算处理后自动地显示一些图案. 除了内部的 PRAM 之外,VT16 内部有另外的 2K Bytes VRAM, 影像的动态随机存储器 (VRAM) 存储许多指到图形块 (Character)ROM 或是 Flash 内图形的图形序号. VRAM 储存图形序号, 它可以在屏幕上作 2 页的显示. 图形块(Character) ROM 储存许多 8X8 或 16X8 或 16X16 图形.

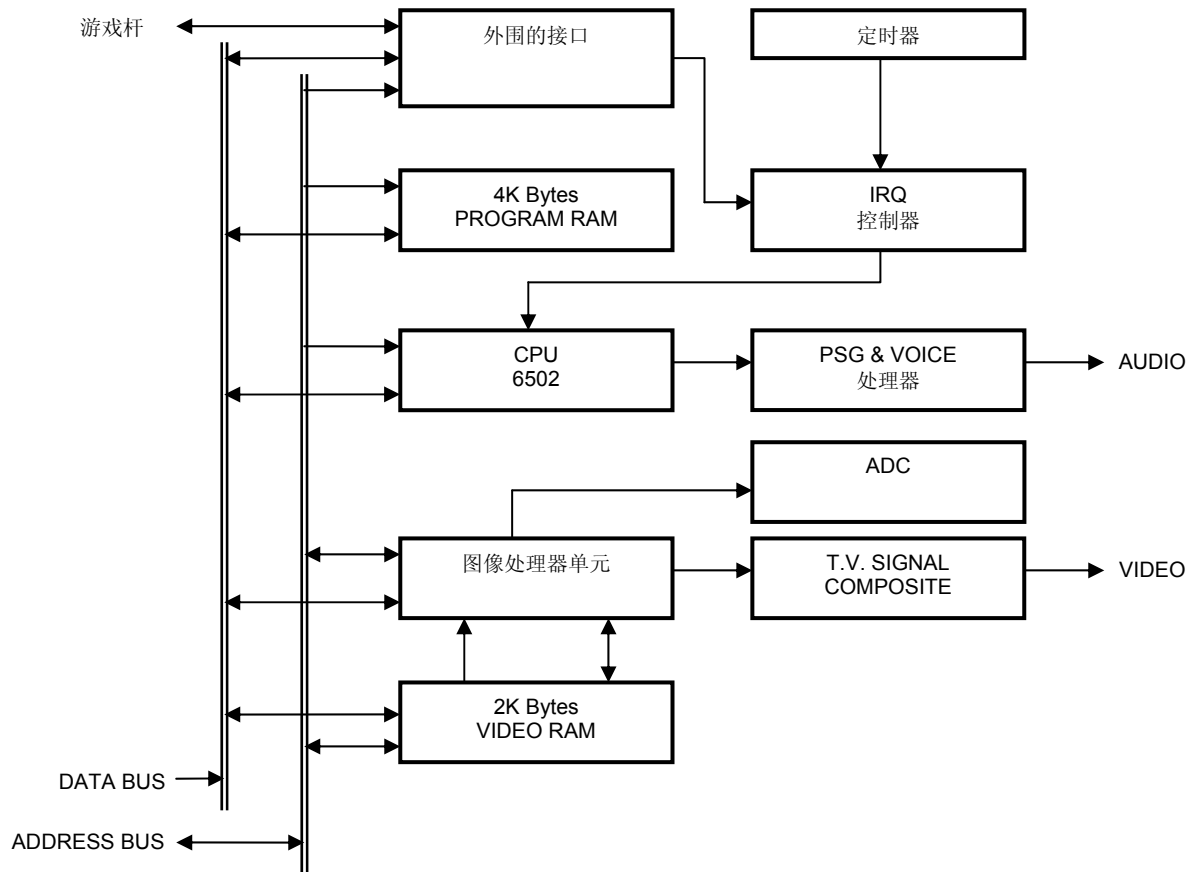
VT16 可以合并程序和影像的总线成为单一总线模式. 如此它只需要一个存储器的 IC 来当做程序和影像数据的存储器. 在单一总线总线模式下. 程序设计人员个别的指定程序和影像的储存体于外部的同一存储器, 然后 VT16 将合并这两个独立的总线为单一总线, 经由 VT16 内部的译码功能, 外部的存储器最大可以扩充到 32M Bytes .

IC 脚位构造

Chip Size(X, Y): 4000 X 2850 um²



方块图



IC脚位描述

符 号	型式	描 述
XA[14:0]	O	地址线 XA14-XA0.
XD[7:0]	I/O	数据总线 Bit7-0.
XVD[7:0]	I/O	I/O 或是16位模式的数据总线 Bit15-8.
XCK18	O	CPU 时钟信号为 1.8MHz.
XRW	O	CPU的写信号或低字节(low byte) 写信号.
XHRW	O	高字节(High byte)写信号.
XROMOEB	O	允许ROM 或是 Flash 输出.
XFCSB	O	ROM 或是 flash 片选信号, 低电平有效, CPU地址: 8000H~FFFFH 和 OA24=0 和 OA23=0 将会是低电平.
XFCS1B	O	ROM 或是 flash 片选信号, 低电平有效, CPU地址: 8000H~FFFFH 和 OA24=0 和 OA23=1 将会是低电平.
X67CSB	O	地址: 6000H~7FFFH 或是 CPU地址: 8000H~FFFFH 和 OA24=1 片选信号,低电平有效.
XVRW	O	视频 读/写信号输出端或 单一总线模式的I/O.
XVOEB	O	视频数据输出致能 或单一总线模式的I/O.
XVRA10	I	内部的视频 RAM 地址位10 或单一总线模式的I/O.
XRC	O	外部的可读存储器程序片选择器, 低电平有效,或单一总线模式的I/O.
XRCB	O	外部的可读存储器程序片选择器, 高电平有效,或电源起动指示器,或单一总线模式的I/O.
XVA[7:0]	O	视频地址总线或单一总线模式的 OA22-OA15.

XAD[12:10]	○ I/O	视频地址总线 A12-A10 或是 单一总线模式的 I/O.
XAIN3	I/O	I/O 或是 ADC 输入
XAIN4	I/O	外部的 IRQ 或是 Voice 输入 或是ADC 输入.
XAIN0	I/O	I/O 或是 ADC 输入 .
XAIN1	I/O	I/O 或是 ADC 输入.
XAIN2	I/O	I/O 或是 ADC 输入.
XSPICK	○	SPICK 或是 4124H Write pulse(低电平有效).
XSPIDO	○	SPIDO 或是 4124H Read pulse(低电平有效).
XSPIDI	I/O	SPIDI 或是一般的 I/O 4.
XCOND	I/O	连续的数据 I/O 或是一般的 I/O 5.
XCONCKI	I/O	连续的 CK 或是一般的 I/O 6.
XPCKO	○	可编程的 CK 或一般的 I/O 7 输出.
XUIO[3:0]	I/O	一般的 I/O 3,2,1,0.
XTESTB	↓	生产厂家测试用. (PH)
XRESTB	↓	复位信号输入端,低电平有效. (PH)
XCK21M	↓	晶体振荡器时钟信号输入端.
XCK21B	○	晶体振荡器时钟信号输出端.
X4016D0	↓	I/O 接口输入端 或是 A 键. (PH)
X4016D1	↓	I/O 接口输入端 或是 B 键. (PH)
X4017D0	↓	I/O 接口输入端 或是 Up 键.(PH)
X4017D1	↓	I/O 接口输入端 或是 Start 键.(PH)
X4017D2	↓	I/O 接口输入端 或是 Select 键.(PH)
X4017D3	↓	I/O 接口输入端 或是 Down 键.(PH)
X4017D4	↓	I/O 接口输入端 或是 Left 键.(PH)
XQ0	I/O	I/O 接口输出端 或是 Turbo B 键.(PH)
XQ1	I/O	I/O 接口输出端 或是 Turbo A 键.(PH)
XQ2	I/O	I/O 接口输出端 或是 RS232 RXD.
XCUP46	I/O	I/O的时钟 或是 Right 键.(PH)
XCUP47	I/O	I/O的时钟 或是 RS232 TXD
XVIDEO	○	复合视频信号输出端.
XOP1,XOP2	○	音频信号输出端.
XJOYSELB	↓	当 XJOYSEL=0 可使内部的游戏杆致能.
XD16BUSB	↓	16 bits 数据总线选择器 (低电平有效)
XPORN,XF5OR6	○	电视系统选择器. All 0:NTSC, All 1:PAL.
XRESINIP	↓	程序复位指引存储体. 0: 7FFFCH, 1:17FFFCH.
XPOWOFF	↓	Power off 键.(PH).
XPOWON	○	Power On 指示器 (高电平有效).
XA24	○	地址线 XA24

备注: (I) 输入端. (O) 输出端. (I/O) 输入 / 输出端. (PH) 内含拉到高电平的电阻 20K~50K, (PL) 内含拉到低电平的电阻20K~50K.

可随意调整脚位对照表

状态	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

状态	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

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

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

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

状态	VGCEN=1	VGCEN=0
XAIN4	AIN4	EXIRQ

外部的 IRQ (EXIRQ) vector 表

External IRQ 型态	Vector	状态
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(与 RS232 Timer 是同一个)

备注: 这个外部的 IRQ(external IRQ)timer 与 RS232 的 timer 是同一个,所以如果您使用它就不能用 RS232 的功能.

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

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

状态	UIOS7=1	UIOS7=0
XPCKO	UIOD7	PCKO

状态	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

状态	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, 视频, 音频功能和 I/O.

视频:

1. 视频(VIDEO)可以处理 2 个对象, 卡通块(Sprite)和背景(Background). 卡通块是移动性的对象, 比方像是 子弹, 汽车, 人物. 背景是比较大的图形, 比方像是 树木, 森林, 房子, 布景是可以卷动的.
2. 在电视屏幕上, 影像能在横向的坐标上显示 256 个点及在纵向的坐标上显示 240 个点.
3. 在一幅画面上只允许同时显示 64 个卡通块. 一个卡通块需要 4 个字节来定义.
4. 在横向, 最大的卡通块数量是 8. 假如它超过 8, 多余的会被忽略并将讯息反应给 CPU.
5. 一个最小的单位的卡通块或背景图案是一个有 8X8 点阵的图形块, 一个点阵可以显现 4 或 16 种的颜色.
6. 程序设计者可以选择卡通块是 (8X16), (8X8), (16X16), (16X8)点阵.
7. 背景图案为两页, 可以立刻换页或是用横向的滚动或是纵向的滚动的方式变换.
8. 在调色板中可以定义 25 色 或 121 色. 一个颜色需要 6 位或是 12 位来定义.
9. 自动的电视同步信号衍生器, 它是不受过程控制影响.
10. 电视复合信号输出.
11. 卡通块和背景垂直方向的尺寸可放大 1.5 倍.
12. 独立的卡通块指定 4 色 或 16 色.
13. 图像(Image)于 16 位模式下可以使用低速的存储器.

音频:

- 音频:**
1. 最大提供 256 个字节 DMA 功能作为图画单元更新卡通块, 背景角色序号和图形块数据.
 2. 2 个端口用来读取音频产生器的状态.
 3. 每个音频信道需要 4 个地址端口来控制它的执行.
 4. 有 4 个节拍频道, 2 个低频道, 2 个噪音频道, 及内建 PCM or DWS DMA.
 5. 2 个独立音频 DA 输出端.

CPU:

CPU 包含在 Console 内, 拥有 16 位程序计数器, 8 位 AL 和累加器, 状态寄存器, 2 个一般用途的寄存器 X, Y, 8 位堆栈指示器, 16 位地址线及 8 位输出、输入数据总线.

内部的动态随机存储器:

一个 2K bytes SRAM 用于显示缓冲区的 (VRAM), 另一个 4K bytes SRAM 用于程序缓冲区的 (PRAM).

I/O:

1. 7 个脚位作为读取外围的 I/O, 3 个脚位作为输出外围的 I/O, 2 个时钟脚位.
2. 内建可随意调整的 8 位连续到并行的 I/O 给游戏杆用.
3. 在单一总线模式下, 8 bits 数据总线模式拥有附属的 16 个 I/O 口和 16 bits 数据总线模式拥有附属的 8 个 I/O 口.
4. 内建可自由选择的 RS232 串行的埠.
5. SPI 和 CON 接口和 7 个一般的 IO(UIO)和可编程的时钟输出.

程序内存和影像的内存的地址映像(CPU 管理的内存分布表)

程序的内存之分配

000H 7FFH	系统零页堆栈区
2000H	图像单元
4000H	音频产生器
6000H	
8000H	外部的程序存储器 PROM 或 PRAM (可扩充)

影像的内存之分配 **备注 1

2000H 23FFH	背景页 左或上
2400H 27FFH	背景页 右
2800H 2BFFH	背景页 下
3F00H 3FFFH	调色板 *备注 2
0000H	外部的影像存储器 VROM 或 VRAM (可扩充)

**备注 1

影像存储器的地址需要经由图像单元的寄存器接口 2006H 来声明. 对影像存储器进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理的详细方法描述于下面的单元: 对影像存储器和存储体进行寻址的映射.

*备注 2

当 RC = 1

3F00-3F1F 是调色板中旧的颜色映像位置, 总共有 25 个颜色.

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

3F00-3FFF 是调色板中新的颜色映像位置, 总共有 121 个颜色.

例如: 3F00 and 3F80 将合成一种颜色, 它是 4 位亮度数据, 4 位饱和度数据 和 4 位位相数据

单一总线模式(One bus system)

VT16 自动地合并程序地址线和影像的地址线为单一总线总线。在单一总线总线模式下,只要单一外部的存储器来给程序存储器和影像的存储器用。虽然实质上只有一个外部的存储器,程序存储器和影像的存储器的储存体需要个别的来设定。程序撰写人员必须小心的区分这个单一存储器来储存程序和影像的数据。OA[22:0] 是输出脚位的地址线,可以扩充的外部存储器的容量到 32M Bytes。以程序地址为基础(XA), 图像地址(AD)和其它相关的寄存器的地址线, VT16 将会接合 OA[22:0] 到外部存储器的地

址线。请参考下面两部分的数据有更详细的描述如何来操作及其存储体的映射。

在单一总线模式下,程序的 A22~A0 的起始地址为 007FFFC 或是 017FFFC, 而影像的起始地址为 0000XXX。

4125H 和 4126H 是 PCM 高位地址线存储体, 而且 4127H 和 4128H 是相关的高位地址线存储体. 当对 PCM 数据进行寻址时, PCM 高位地址线存储体将会有效.

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

对影像的存储器进行寻址(Acess Video Memory)

影像的存储体的地址必须经由图像单元寄存器的 2006H 接口来声明。2006H 是一个两个字节设置 寄存器接口。第一个字节的 D5 输出到 XRC。第一个字节的 D6 设为 VA34。2006H 剩下的 Bit 设定为 AD[12:0] 如 Table A1 所描述。当 XRC=1, AD[12:0]

是内部的图像存储器的地址线。于单一总线总线模式下,当 XRC=0 AD[12:0] 和图像存储器储存体空间的设定一起决定输出脚位 OA[24:0] 为外部的存储器的地址线。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
第二个字节							

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	VA34	XRC	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8
第一个字节							

Table A1. 写 2006H (两个字节设置)

单一总线总线模式下影像的存储器存储体的映像

于单一总线总线模式下, VT16 可以经由 25 位的地址线 OA[24:0] 应对到外部的存储器最大为 32M Bytes. 影像的存储体空间映射的外部存储器的概略图如 Figure A1. 对应一个如此大容量的存储器, VT16 利用影像的存储体 2 (Video Bank 2) 将 32M Bytes 分类为几个区块. 每一个区块再经由影像的存储体 1 (Video Bank 1) 分为几个小区块. 以同样的方法影像的存储体 0 (Video

Bank 0)再将这些小区块分为更小的区块.

请参照 Table A3 有更详细的映射图. 请注意在扩充模式之下没有影像的存储体 1 (Video Bank 1), 也就是说每一个区块的分类直接由影像的存储体 2 (Video Bank 2) 到影像的存储体 0 (Video Bank 0).

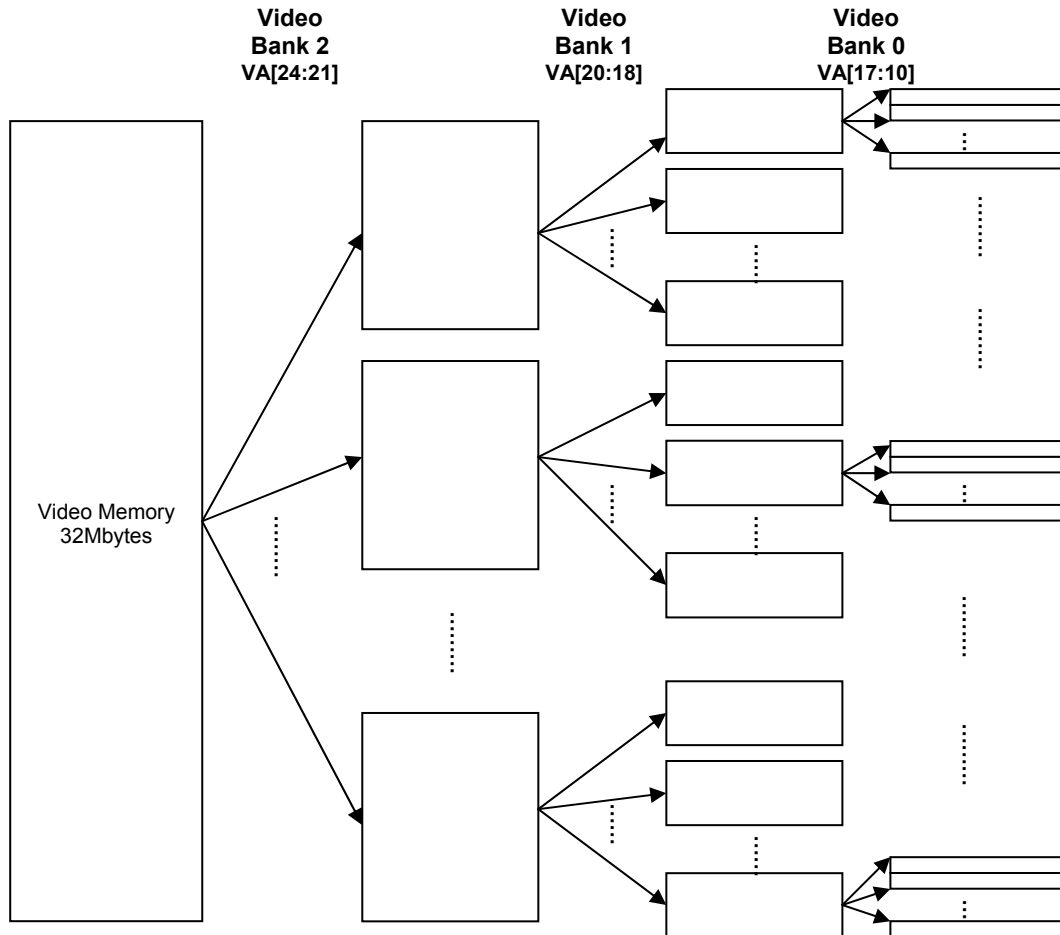


Figure A1. 外部的影像存储器存储体映像概略图

PPU

\$0000	VBANK=\$2016&0xFE
\$0800	VBANK=\$2017&0xFE
\$1400	VBANK=\$2012
\$1800	VBANK=\$2013
\$1C00	VBANK=\$2014
\$2000	VBANK=\$2015
	屏幕 00 图块代码区
\$23C0	
\$2400	屏幕 00 配色代码区
	屏幕 01 图块代码区
\$27C0	
\$2800	屏幕 01 配色代码区
	屏幕 10 图块代码区
\$2BC0	
\$2C00	屏幕 10 配色代码区
	屏幕 11 图块代码区
\$2FC0	
\$3000	屏幕 11 配色代码区
\$3F00	无定义
\$3FFF	调色板代码

映像 PROM 的实际物理地址

标准视频地址模式:

Case (\$201A & 0x07)

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

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

扩展视频地址模式:

Case (\$201A & 0x07)

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

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

- 当\$4105&0x80 不为 0 时\$0000-\$0FFF 与\$1000-\$1FFF 互换
- EVA 表

	EVA2	EVA1	EVA0
背景显示扩展视频地址模式, \$2011&0x02=1	HV	BG4	BG3
背景显示扩展视频地址模式, \$2011&0x02=0	BKPAGE	BG4	BG3
卡通显示扩展视频地址模式	SPEVA2	SPEVA1	SPEVA0
读/写扩展视频地址模式	VRWB2	VRWB1	VRWB0

- 当 16 色背景或 16 色/16*8 卡通时,实际地址参照上表左移 1 位

外部的影像存储器存储体映像(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 If Extension Mode active	VA17-10=0 If Extension Mode not active	VA17-10=0 If Extension Mode active
0010-001F	Character 1				
0020-003F	Character 2,3	Character 1			
....	Character ..	Character ..			
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
....		
1E00000-1FFFFFF	VA20-18=0-7	VA24-21=F

于单一总线总线模式下影像的存储器的映像(Address the Video memory under One Bus Mode)

在不同的背景(Background)和卡通块(Sprite)设定下, VT16 提供不同功能的译码器去应对影像的存储器(Video memory). 有四种形式的设定, 如 Table A2 的描述. 程序设计人员可以设定背景(Background)和卡通块(Sprite)为不同形式. 图像单元会自动的改变译码器功能到相关的模式设定对背景字符(Background character)或卡通块字符(Sprite character)存储器进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理.

当于单一总线总线模式下存取影像的存储器数据, 地址线脚位 OA[24:0] 可以如 Table A3 来声明, 在那一点上 VA34, VA[24:0],

EVA[12:10] 可以被不同的寄存器来指定. VA[9:0] 是由 AD[9:0] 来指派,它必须经由寄存器的 2006H 接口来指定. 于不同的影像的储存体 0(Video Bank 0) 选择器下, VA[17:10] 被指定如 Table A4 所描述. VA[20:18] 经由寄存器的 2018H(D[6:4])接口来指定给影像的储存体 1(Video Bank 1). VA[24:21] 经由寄存器的 4100H (D[3:0]) 接口来指定给影像的储存体 2(Video Bank 2). VA34 必须经由寄存器的 2006H 接口来指定 (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.

单一总线总线模式下外部的程序存储器存储体的映射(Program Memory Bank Mapping under One Bus Mode)

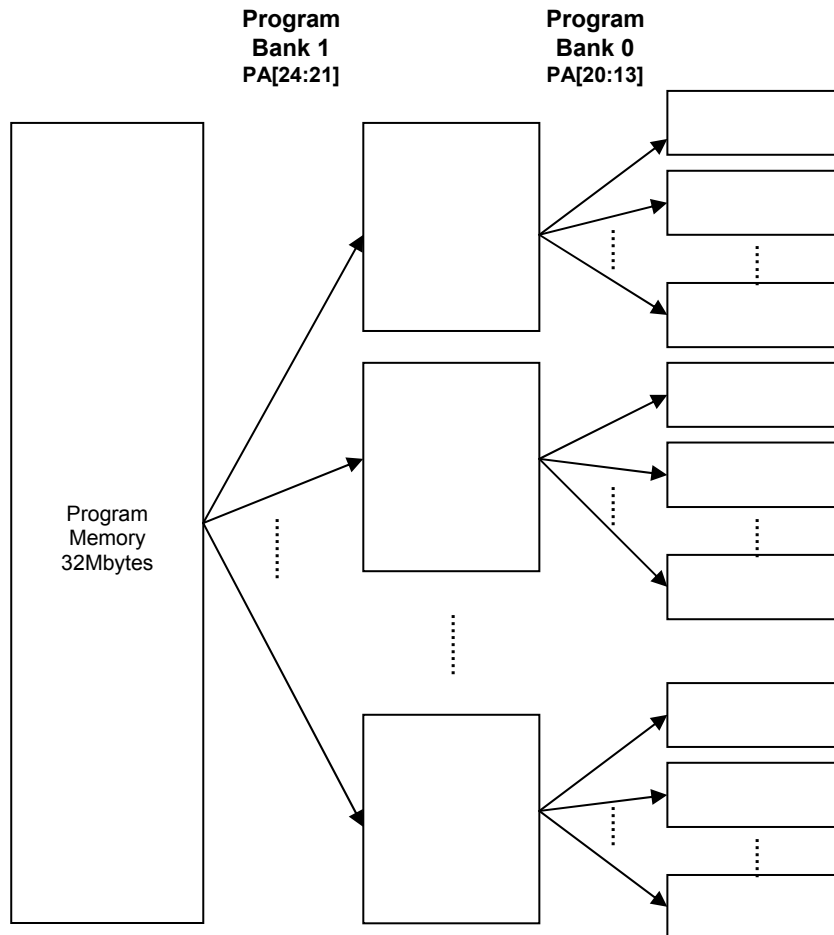
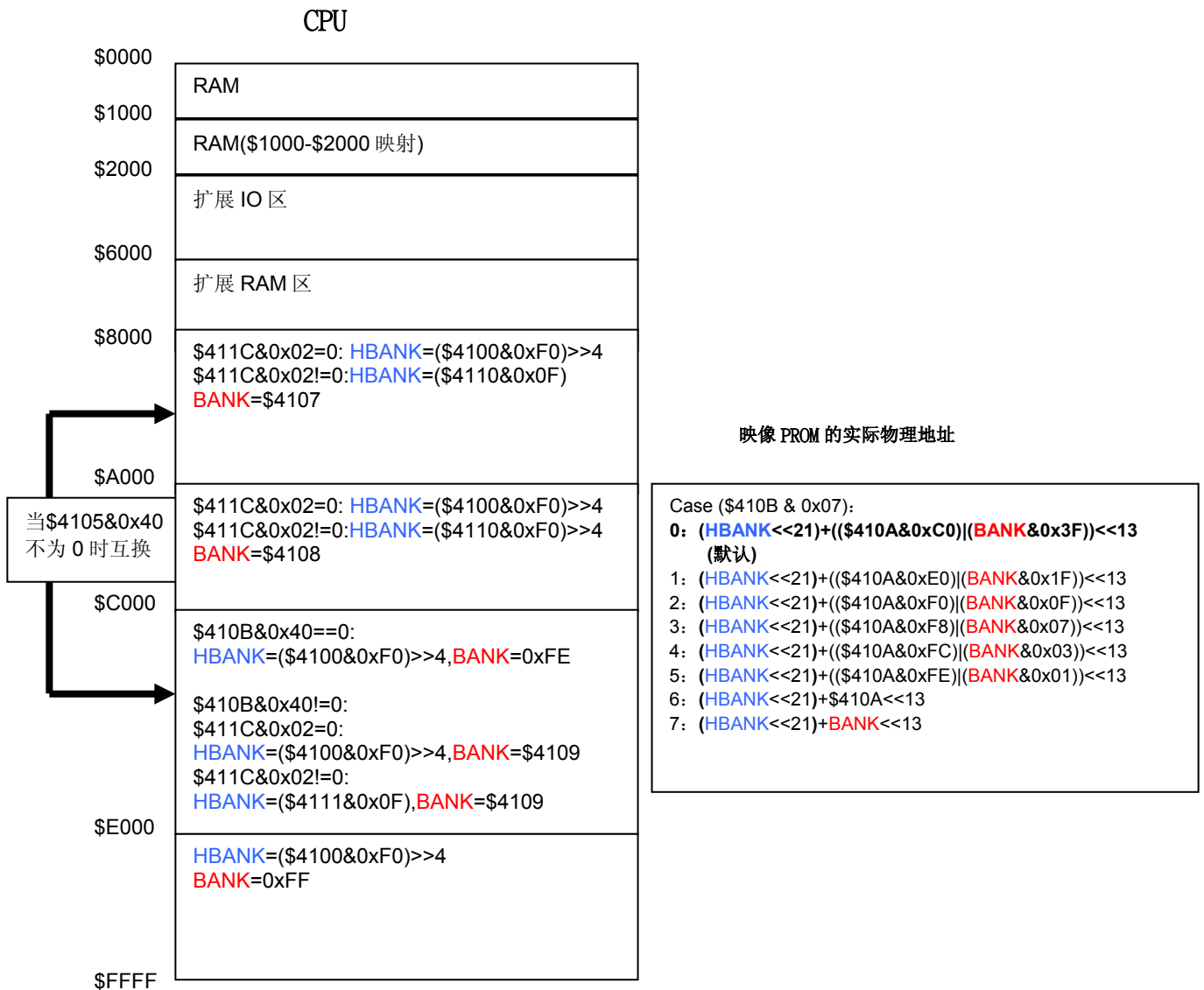


Figure B1. A 外部的程序存储器存储体映射概略图



外部的程序的存储器存储体映射(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				

于单一总线总线模式下程序的存储器的映射(Address the Program memory under One Bus Mode)

VT16 的 CPU 是 6502. 以不同的 6502 对应模式, 程序设计人员可以对程序的存储器进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理. 在单一总线总线模式下, 译码器的功能可以经由几个寄存器的工作帮助程序设计人员去对应到外部的存储器最大到 32M Bytes. 当于单一总线总线模式下对程序存储器进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理, 地址线脚位 OA[24:0] 可以如 Table B1 的描述来声明, 在那里 PA[24:13] 被不同的寄存器来指定, 而且当程度

设计人员执行 LDA 或 STA 去 Program CPU6502, A[12:0] 是低位的 12 位的地址. PA[24:21] 经由寄存器的 4100H 接口来指定给程序存储体空间 1 (Program Bank 1). PS[2:0] 于不同的设定下, PA[20:13] 被指定给程序存储体 0 (Program Bank0) 如 Table B2 所描述, 在那里 TPA[20:13] 被指定如 Table B3 所描, PQ[07:00], PQ[17:10], PQ[27:20] and PQ[37:30] 经由寄存器的 4107H 到 410AH 接口来指定.

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]

背景图形块和内部的影像的动态随机存储器(Background patterns and Internal Video RAM)

在这个系统, 一页的显示分辨率为 256x240 点, 当显示背景页时它包含的显示分辨率为 32 列 x 30 行的背景图. 每一个背景图形块为 8x8 点阵.

背景图形块(Background patterns) 被储存在外部的影像的存储器. 内部的影像的动态随机存储器储存图形序号, 这些数据对应指到背景的图形块. 在一页画面上于影像的动态随机存储器内每一个字节对应指到一个相对应的位置. 于影像的动态随机存储器内一个字节 指到外部图像存储体的一个背景图形块. 因此, 每幅画面需要 960 个图形显示单元 (32x30=960 个字节). 简单的图形描述如 Figure B1.

它只需要 1K 字节内的 960 个字节来显示一页画面, 而后的 64 个字节 是存放配色数据, 第三, 第四位颜色地址. VT16 组合四个邻接的图形块来共享这相同的第三, 第四位颜色地址. 请参考

Figure B2 对于第三, 第四位颜色地址有更详细的描述. 颜色的第一, 第二, 第六, 第七位地址是储存在外部的影像存储器内. 一个点的颜色是由五位(4 色模式) 或七位(16 色模式) 颜色地址所决定, 它指到 25X6, 121X12 的动态随机存储器(SRAM). 这个动态随机存储器(SRAM) 储存色度和明亮度数据(chrominance and luminance), 它将经由影像的输出端转换影像的信号输出. 颜色地址位 1,2, 或 6,7 决定图案的内部颜色. 一个图形块可以有 3 种不同的描述颜色, bit 1,2 = (0,0) 或 bit 1,2,6,7 = (0,0,0,0) 是透明的点阵. 颜色地址 bit3,4 可以改变全图形块的颜色, 有四组的颜色选择. 颜色地址 bit5 决定卡通块的颜色或背景的颜色, bit 5 = 1 给卡通块 而 bit5 = 0 给背景.

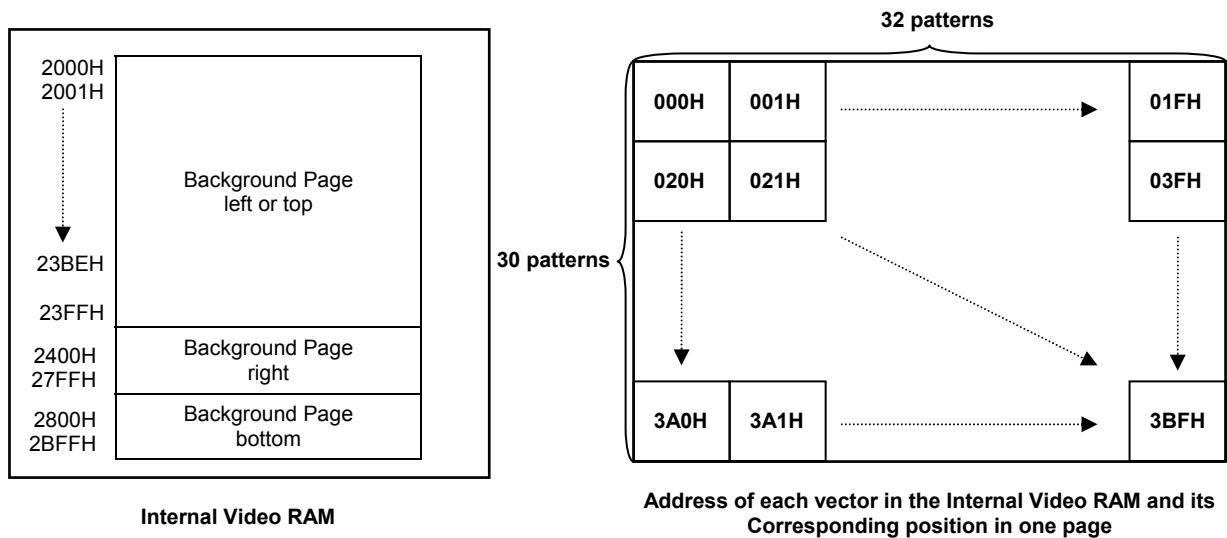
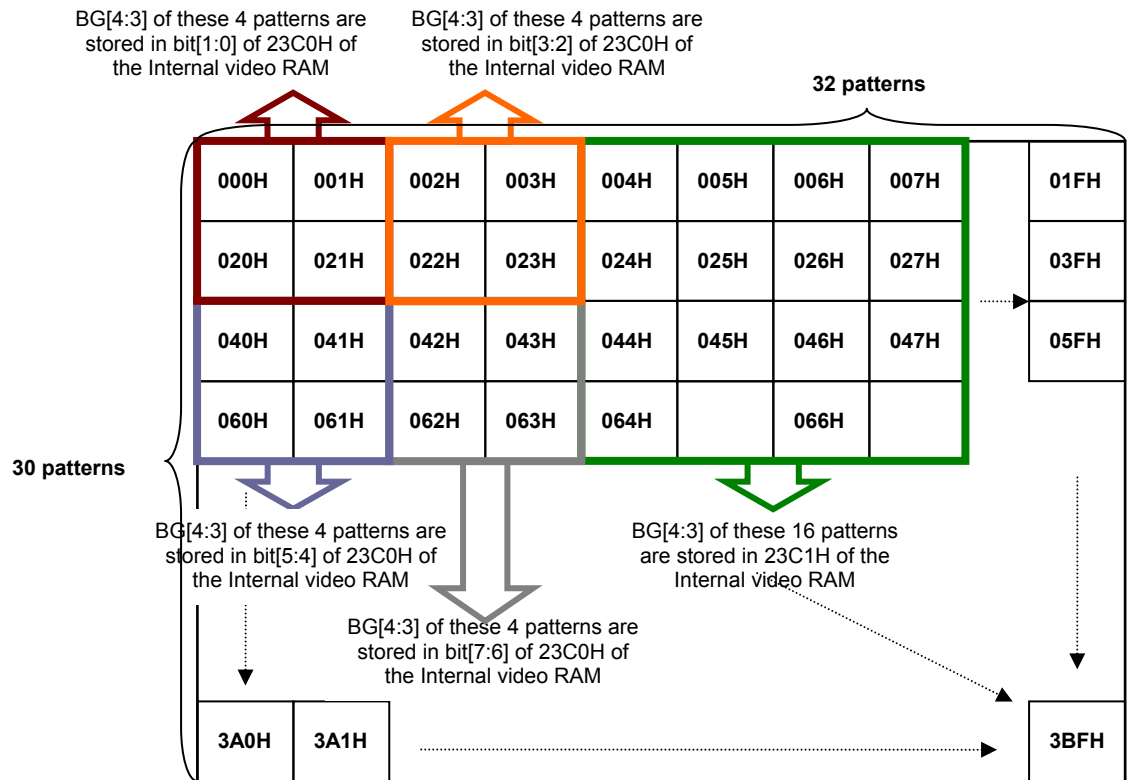


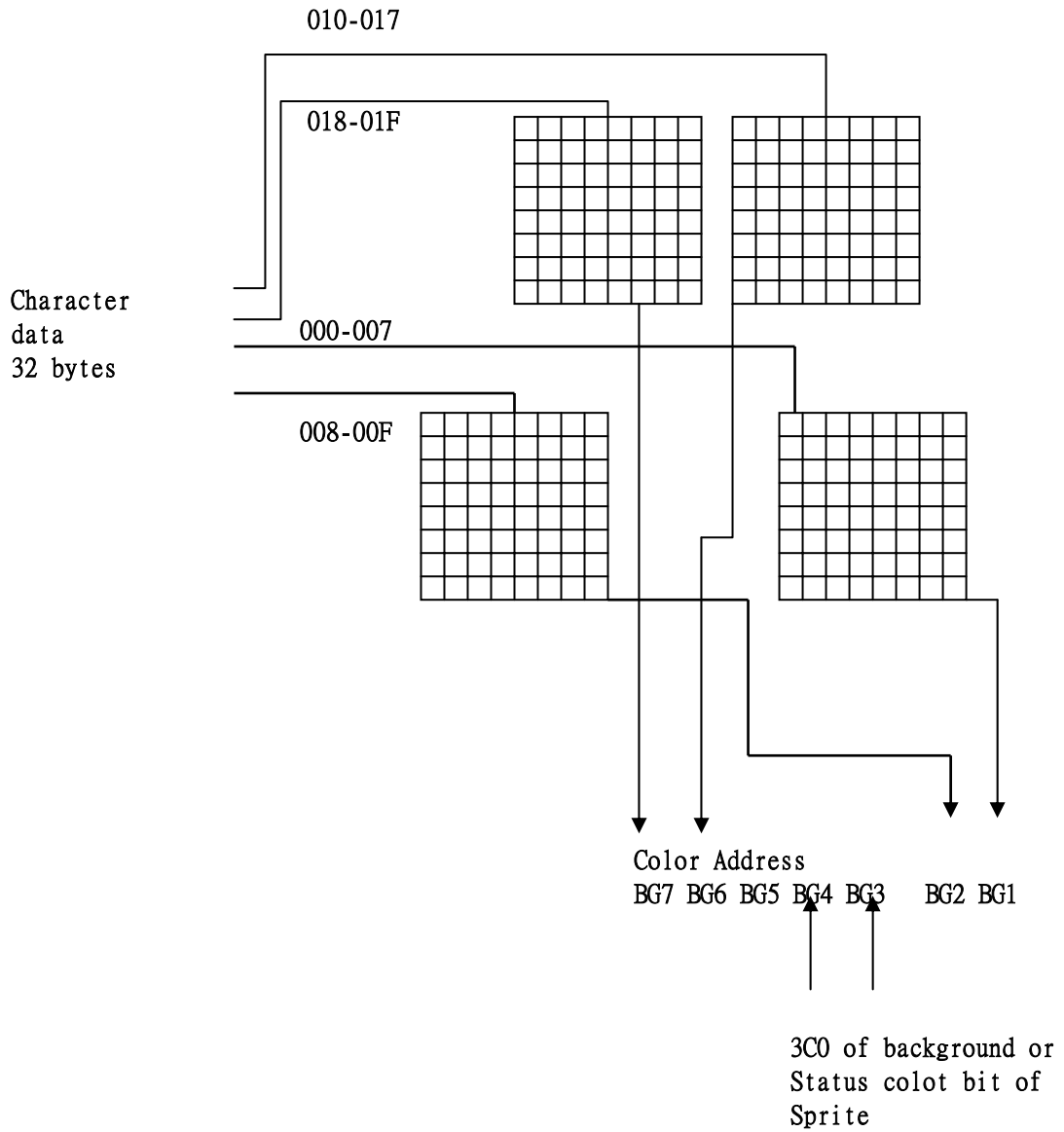
Figure B1. Mappings between Screen and Internal Video RAM



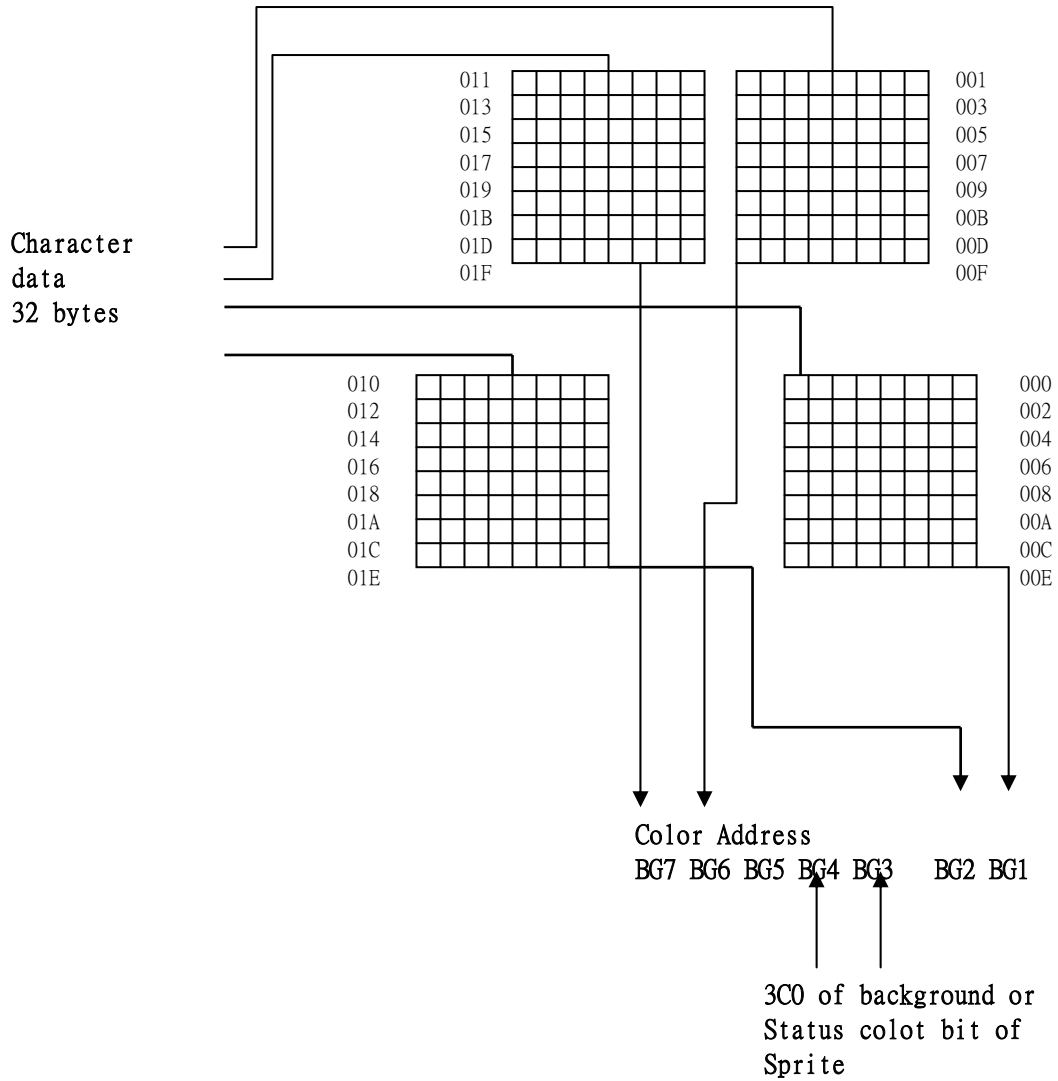
Address of each vector in the Internal Video RAM and its Corresponding position in one page

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

Character mapping in V16BEN=0



Character mapping in V16BEN=1



两页背景显示(Two page for Background display)

2K bytes 的 RAM 可以分割成 2 页给移动屏幕的效果。屏幕可以用横向的卷动方式或是纵向的滚动方式来移动,此点取决于每个游戏卡,在横向的卷动方式的转轴中,图像(Video)的 AD10 和 2K RAM 的 A10 将被连结在游戏卡中。在纵向的滚动方式的转轴中,图像(Video)的 AD11 和 2K RAM 的 A10 将被连结在游戏卡中。除了硬件的连结之外,程序设计人员也必须经由寄存器的

4106H(D0) 接口的设定来决定横向的卷动方式还是纵向的卷动方式。当横向的卷动方式时,左边的那一页是储存于 2000H 到 23BEH 且右页是储存于 2400H 到 27FFH。当时纵向的滚动方式,上页是储存于 2000H 到 23FFH 且下页是储存于 2800H 到 2BFFH。请参考 Figure B1.

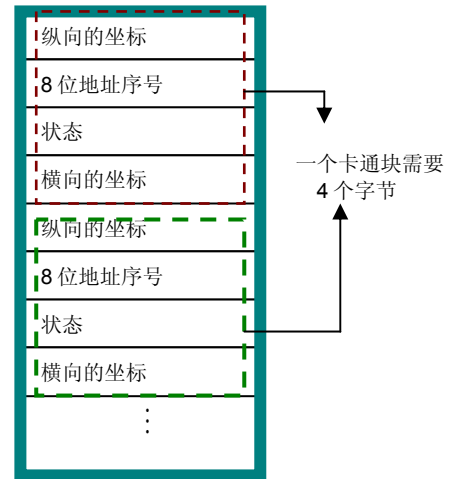
卡通块属性工作区(Sprite Pool)

在一个屏幕中所有的卡通块(Sprite)储存于卡通块属性工作区(Sprite pool),共有 256 字节是储存卡通块(sprite)数据。程序设计人员可以经由寄存器 2003H 和 2004H 或 4014H,4034H 的 DMA 功能将数据写到卡通块属性工作区内。程序设计者可以在一个屏幕上具体指定 64 个卡通块(sprite),而且在一列不能超过 8 个卡通块(sprite)。于 Sprite Pool 内,每一个卡通块(Sprite)需要四个字节来描述。依照这样的指令来储存每一个卡通块(Sprite),他们是卡通块(sprite)的纵向坐标,8 位地址序号,卡通块(sprite)的横向坐标,以及状态比如旋转度,颜色组。8 位地址序号是卡通块(sprite)指到外部图像存储器(VROM)的地址,就像背景的叙号储存于内部的影像的动态随机存储器(VRAM)。

卡通块(Sprite)状态:

- D7 = 1 ---> 反映(Mirror)在 X_轴 D7 = 0 ---> 常态
- D6 = 1 ---> 反映(Mirror)在 Y_轴 D6 = 0 ---> 常态
- D5 = 1 ---> 背景覆盖卡通块 D5 = 0 ---> 卡通块覆盖背景
- D4 ---> 卡通块扩充序号地址的 bit 2, SPEVA2.
- D3 ---> 卡通块扩充序号地址的 bit 1, SPEVA1.
- D2 ---> 卡通块扩充序号地址的 bit 0, SPEVA0.
- D1 ---> 卡通块的颜色组之 bit4.(SP4)
- D0 ---> 卡通块的颜色组之 bit3.(SP3)

SP[4:3]的功能就像背景颜色地址 bit BG[4:3].



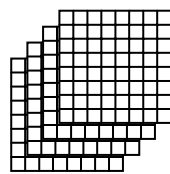
卡通块属性工作

卡通块的颜色和大小

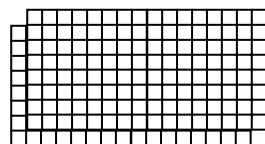
程序设计人员可以经由 2000H,2001H 和 2010H 来选择卡通块(Sprite)的颜色跟大小模式。您有下面几种模式可选择:

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

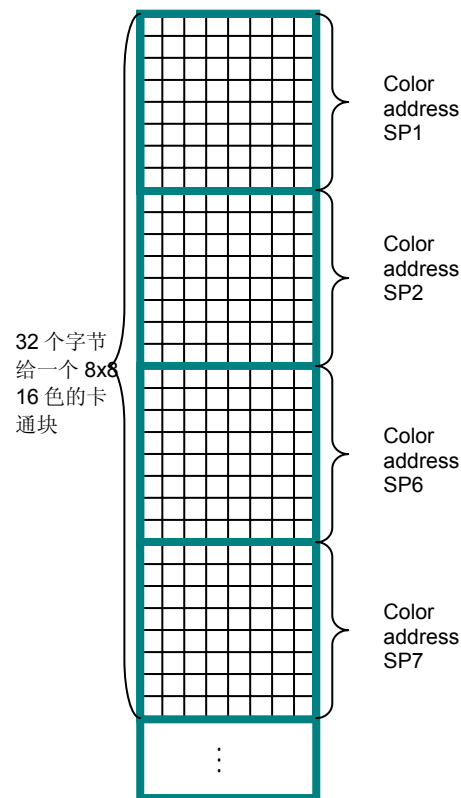
于 16 色模式下一点需要 4 bits。以 8x8 点阵 16 色为例,一个卡通块图形块于外部 VRAM 安排如下面的图示。



Sprite 8x8 in 16 color mode



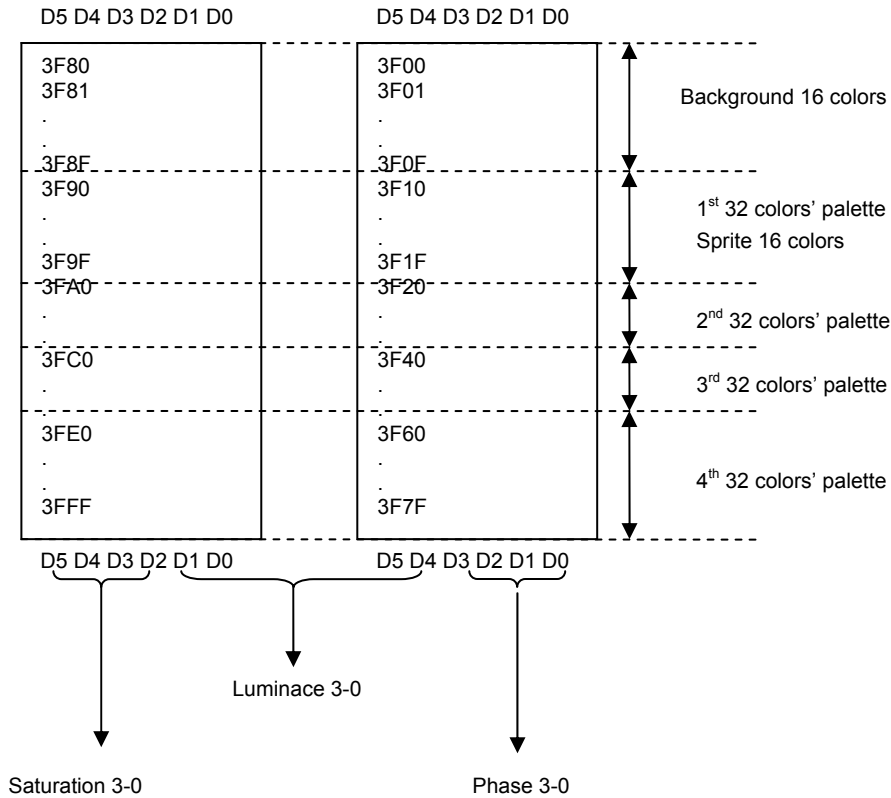
Sprite 16x8 in 4 color mode



Somewhere in the external video memory

调色板

地址为 3F00-3F1F or 3F00-3FFF, 程序撰写者可以为调色板制定计划. 可以是 6bits 或是 12bits, D5-D0 用来详细指定颜色.



.reg COLCOMP = 0 → 明视度(Luminance)1-0, 位相(Phase)3-0 是可以使用的.

.reg COLCOMP = 1 → 饱和度(Saturation)3-0, 明视度 3-0, 位相 3-0 是可以使用的.

卡通块(Sprite)或背景(background)的颜色由 SB5 来选择.

1st, 2nd, 3rd, 4th 32 色的调色板由 SP7-6 或 BG7-6 来选择.

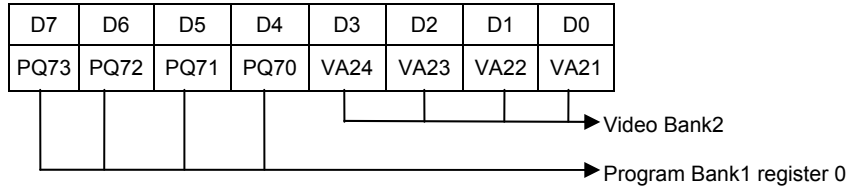
在 32 色的调色板 32 色是由 SB5 和 SP4-1 或 BG4-1 来选择.

SB5: 背景或卡通块选择器.

寄存器接口的描述(Register Description)

程序单元地址接口 W/写 R/读

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



4101H W 扫描线计数器中断的预置时间

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 放置预置的中断的扫描线计数器数据并开始计数

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

于此寄存器写入任何数据会置入 4101H 的数据到扫描线计数器并开始计数.

4103H W 遮蔽扫描线计数器的中断

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

于此寄存器写入任何数据会遮蔽扫描线计数器中断.

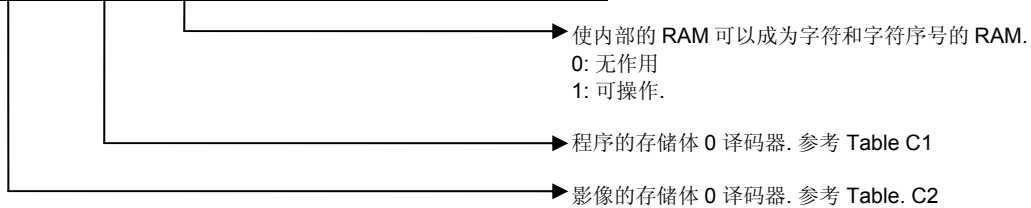
4104H W 允许扫描线计数器中断

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Any value							

于此寄存器写入任何数据会允许扫描线计数器中断.

4105H W 影像的存储体 0 (Video Bank 0), 程序的存储体 0 (Program bank 0), 译码型式, 内部的字符 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 一页(One page)模式选择, 横向卷动的方式或是纵向滚动的方式的选择器.

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

→ 横向卷动的方式或是纵向滚动方式的选择器.

0: 横向卷动的方式,

1: 纵向滚动的方式.

One Page(一页)模式选择

→ 0: 横向卷动的方式或是纵向滚动

1: 一页模式

D0=0 Page0(第 0 页)

D0=1 Page1(第 1 页)

4107H W 程序的存储 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 程序的存储体 0 寄存器 1 (Program Bank0 register1)

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

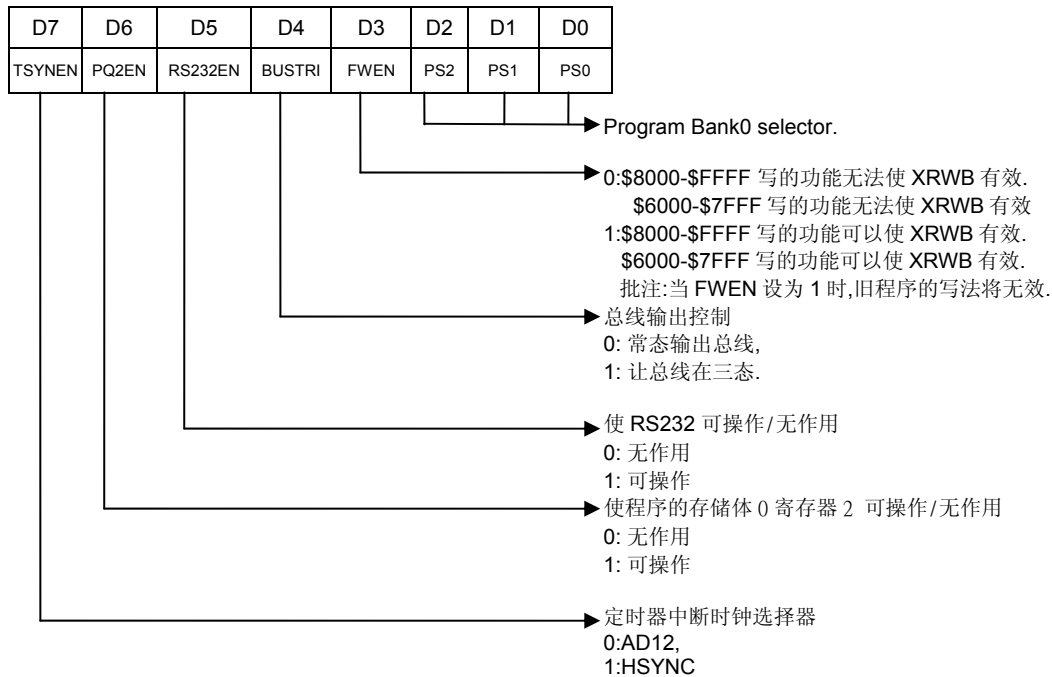
4109H W 程序的存储体 0 寄存器 2 (Program Bank0 register2)

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

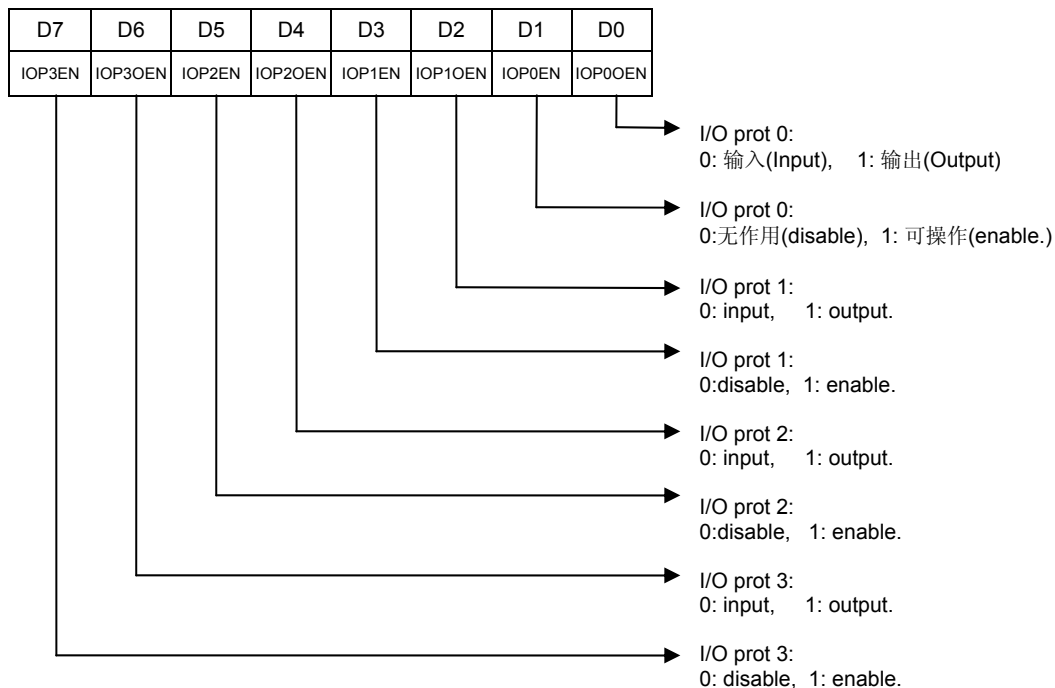
410AH W 程序的存储体 0 寄存器 3 (Program Bank0 register3)

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

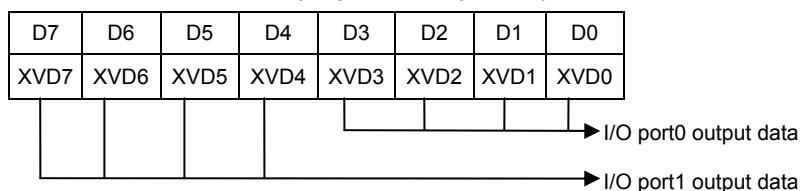
410BH W 定时器中断时钟选择器, 使程序的存储体 0 寄存器 2 (Program Bank0 register2) 可操作/ 无作用, 使 RS232 可操作/ 无作用, 总线输出控制 常态/三态, 程序存储体 0(Program Bank0)选择器



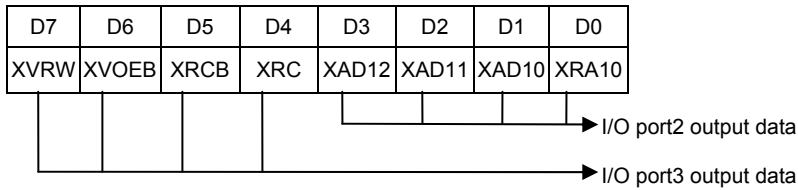
410DH W I/O 接口控制(I/O port control)



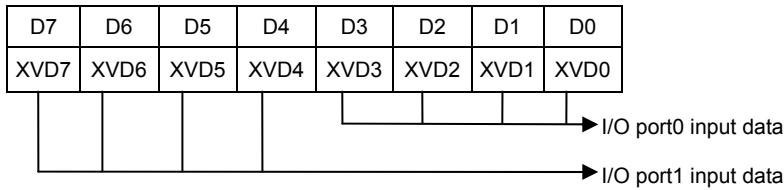
410EH W I/O 接口 0,1 ,输出数据(I/O port 0, 1 output data)



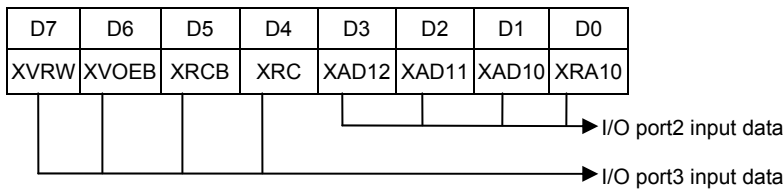
410FH W I/O 接口 2,3 ,输出数据(I/O port 2, 3 output data)



410EH R I/O 接口 0,1 ,输入数据(I/O port 0, 1 input data)



410FH R I/O 接口 2,3 ,输入数据(I/O port 2, 3 input data)



4110H W 可编程的存储体 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 可编程的存储体 1 寄存器 2 (Program Bank1 register2)

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

4112H W 写 SPI 输出数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4112H R 读 SPI 输出数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4113H W 写 SPI 输入数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI output Data							

4113H R 读 SPI 输入数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SPI input Data							

4114H W 低位字节的 RS232 定时器

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

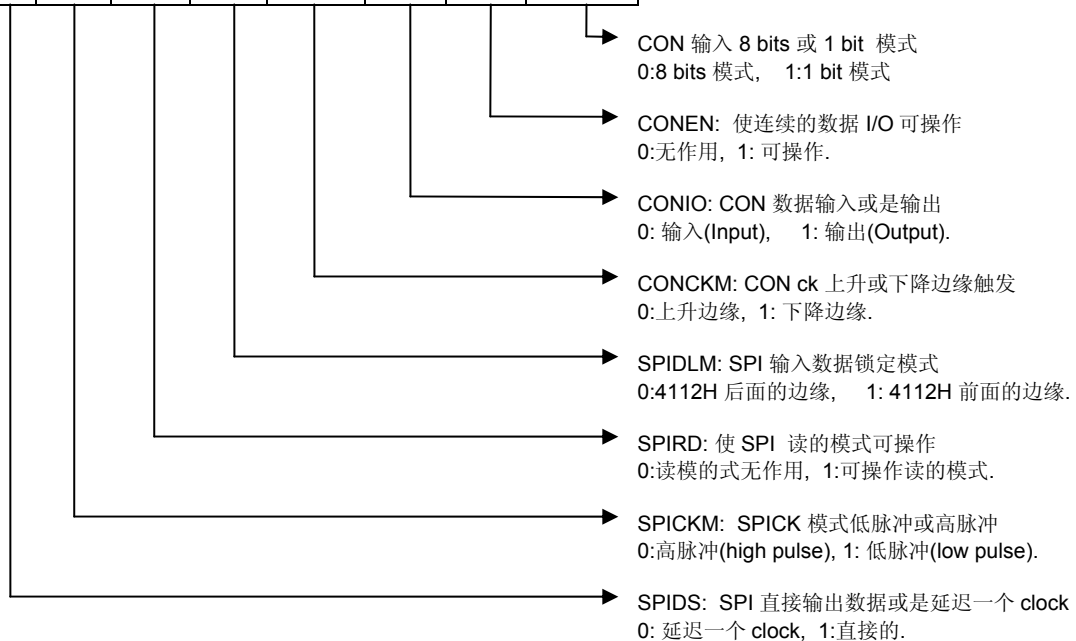
4115H W 高位字节的 RS232 定时器

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

在 PAL 系统, CK21M(晶体振荡器产生频率)是 26.601712MHz, 在 NTSC 是 21.47727MHz. RS232T = #4115, #4114 的数据, 每秒的电码数比率将是 CK21M/((RS232T+2)*2). 例如, 在 PAL 系统, 每秒的电码数比率为 9600, RS232T=0567.

4116H W SPI 和 CON 控制

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



4117H W CON 输出数据的寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CON output data							

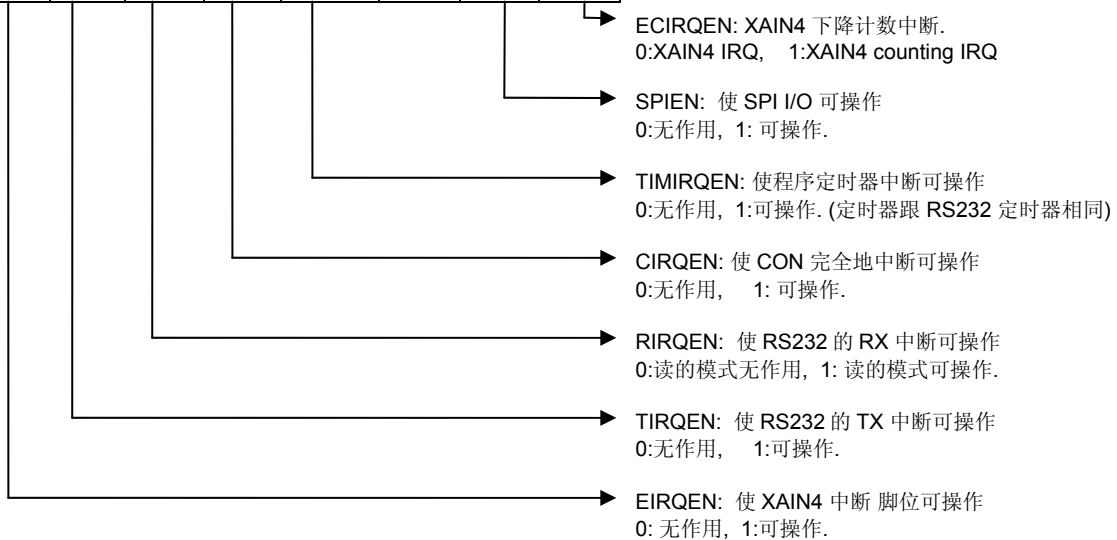
4117H R CON 输入数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CON input data							

Note : If 4116H B1OR8=1 (1 bit 模式), D0 数据是有效的
Note : 4117H 读可以再置入输出数据和开始转送

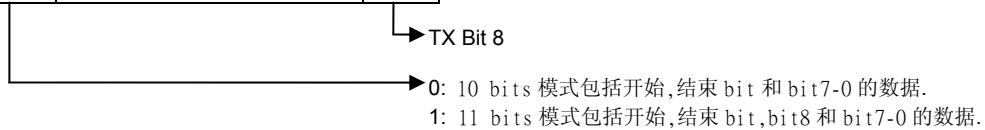
4118H R/W 中断和 IO 控制

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



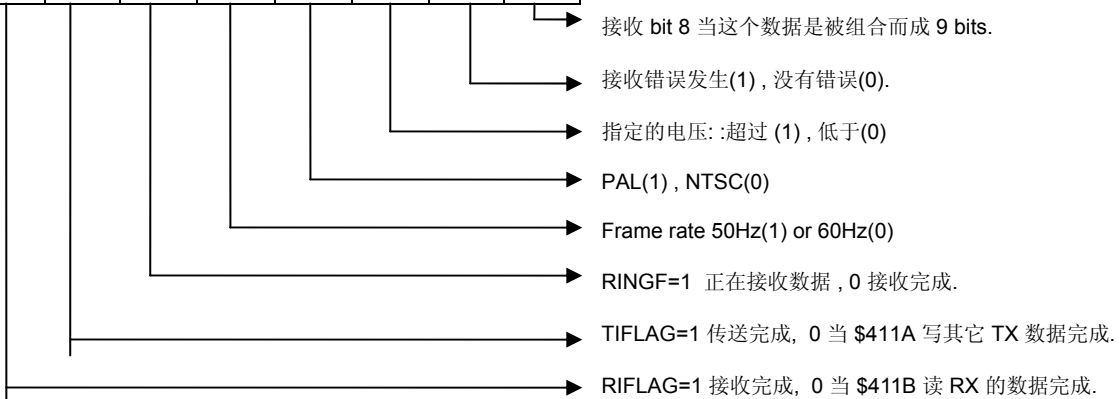
4119H W RS232 寄存器

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



4119H R RS232 标志

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



411AH W TX data of RS232

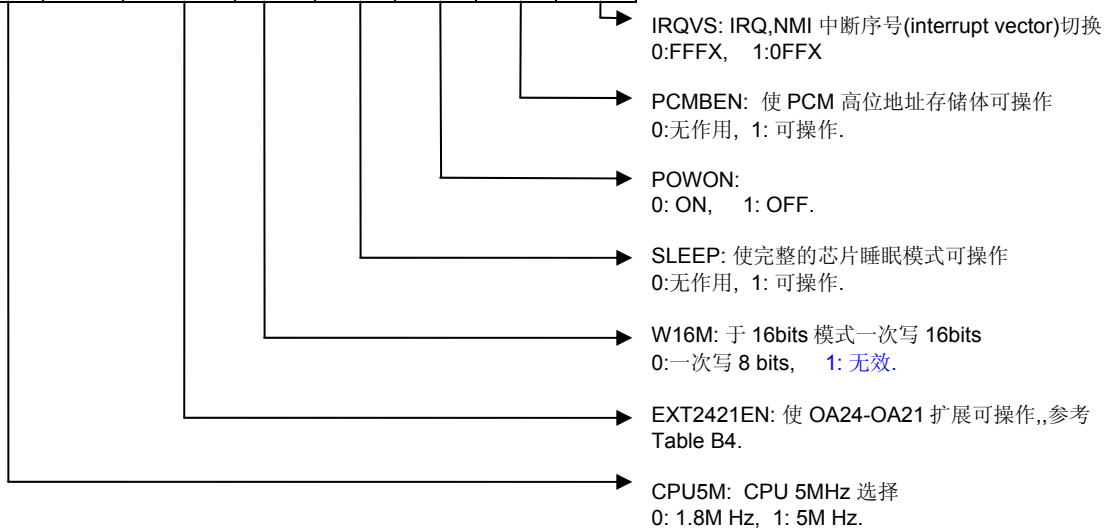
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TX data of RS232							

411BH R RX data of RS232

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

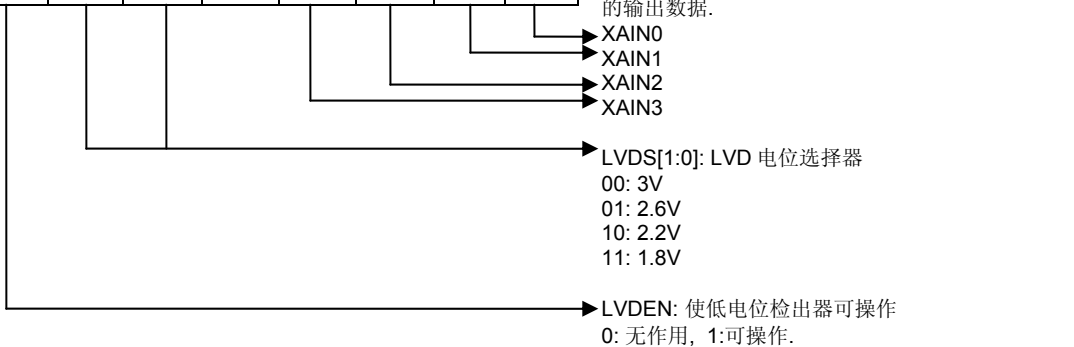
411CH W IRQ/Power on/Sleep 控制

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



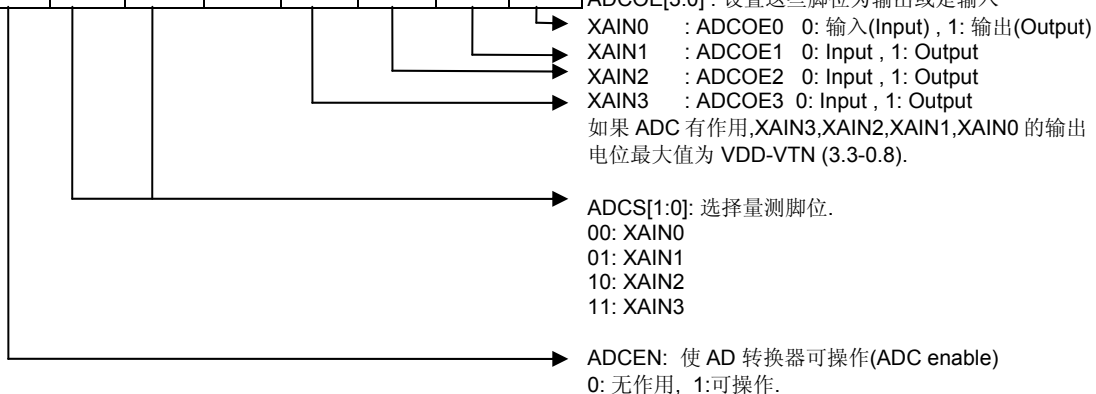
411DH W ADC 和 LVD 控制

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



411EH W ADC 控制

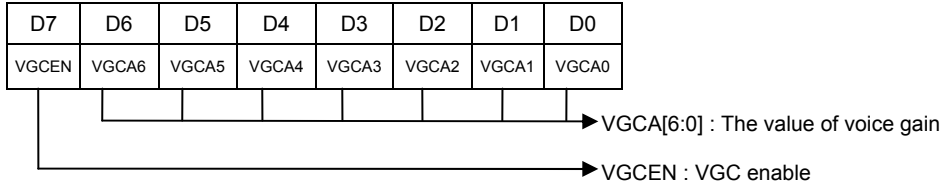
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
ADCEN	ADCS1	ADCS0	UNUSE	ADCOE3	ADCOE2	ADCOE1	ADCOE0



411EH R 量测 ADC 的数据

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

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



4124H R/W 对外部的组件的端口进行寻址

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

备注 : 4124HW 将使 XSPICK 脚位有作用, 而且当 SPIEN=0, 4124HR 将使 XSPIDO 脚位有作用

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

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

4126H W PCM 高位地址存储体(Highh address bank) A24-A20

			D4	D3	D2	D1	D0
A24-A20 of PCM bank							

4127H W 相关的地址存储体(Relative address bank) A20-A13

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

4128H W 相关的地址存储体(Relative address bank) A23-A21

					D2	D1	D0
A23-A21 of relative address bank							

4129H W 可编程的 XAIN4 下降边缘 IRQ 计数(falling edge counting IRQ)

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

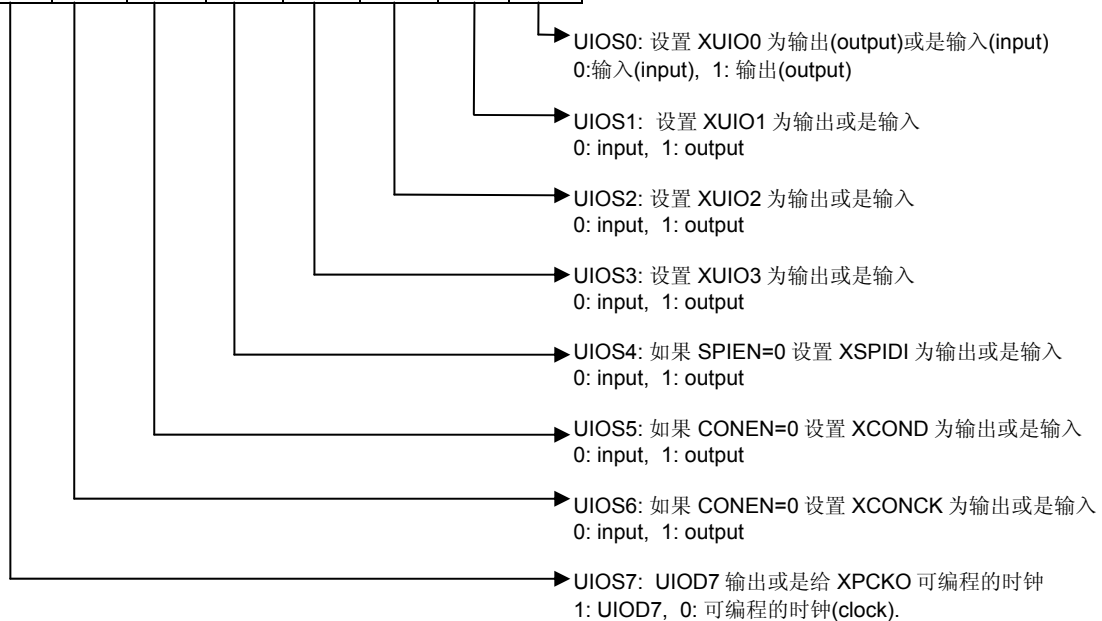
备注 : Number = (4129H D[7:0] +2) if 4129 H D[7:0] != 0

412BH R 随机的数字(Random number)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Random number							

412BH W UIO 为输入(Input)或是输出(Output)选择器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
UIOS7	UIOS6	UIOS5	UIOS4	UIOS3	UIOS2	UIOS1	UIOS0



412CH W UIO 输出数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
UIOD7	UIOD6	UIOD5	UIOD4	UIOD3	UIOD2	UIOD1	UIOD0

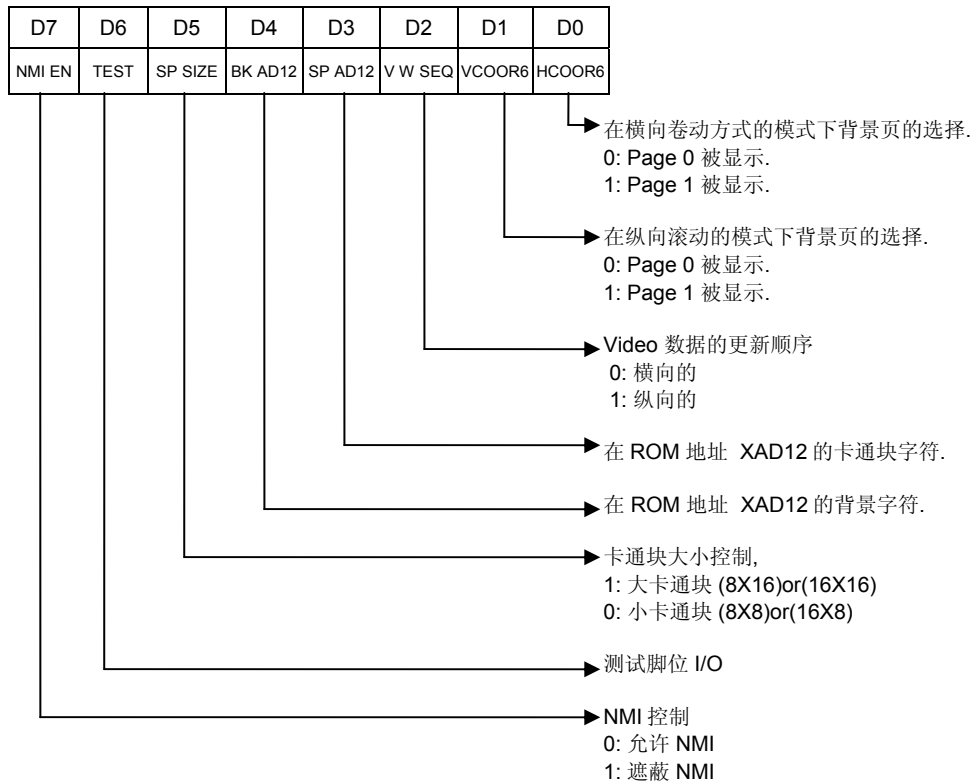
UIO[D7:D0]: 设置 XUIO[D7:D0] 输出数据.

412CH R 读 UIO 输入数据

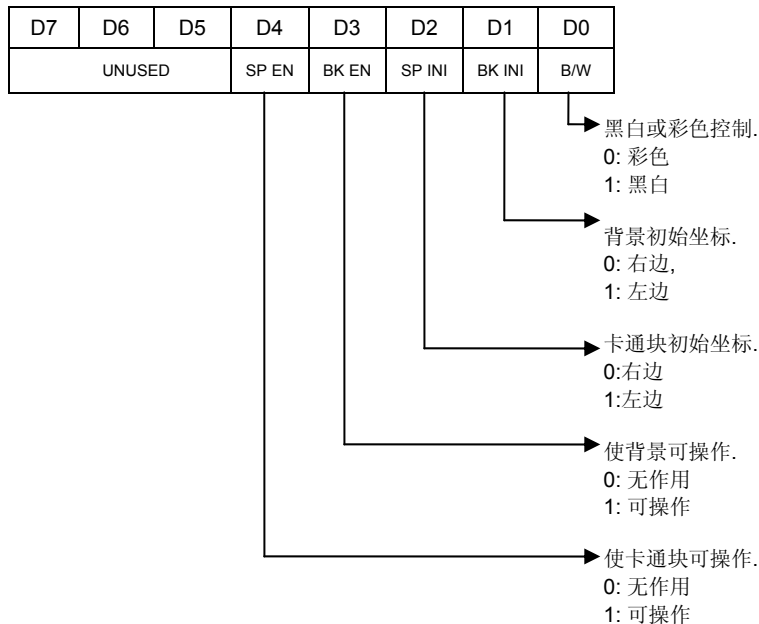
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
XPOWOF	XCONCK	XCOND	XSP IDI	XUIO3	XUIO2	XUIO1	XUIO0

图像的单元地址接口(Address port of Graphic unit) W: 写,R: 读

2000H W NMI, 卡通块大小, 背景/卡通块 AD12, Video 数据的更新顺序, 纵向滚动方式的/横向卷动方式的背景页的指定

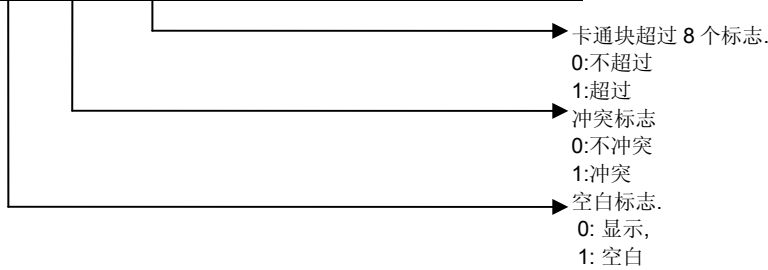


2001H W 使卡通块可操作/无作用,使背景可操作/无作用, 卡通块/背景 的初始坐标, 黑白或彩色控制



2002H R 空白标志, 冲突标志, 卡通块 Over 标志.

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



读寄存器 2002H 也会将对寄存器 2005H,2006H 的命令顺序重新设置进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理, 不会影响与寄存器 2005H, 2006H 的连接. 一个简单的例子描述于寄存器 2006H 之后.

2003H W 卡通块属性工作区(Sprite pool)计数器的初始数据(地址)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
定义卡通工作页面首地址的低位(A0-A7)							

以此寄存器设置卡通块属性工作区的计数器的初始数据.

2004H W 卡通块属性工作区(Sprite pool)的数据

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
写数据到卡通属性工作区							

写数据到卡通属性工作区并增加卡通块计数器

2005H W 显示窗口的 X 坐标/Y 坐标的设定 (两个字节来设置).

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
HCOOR5	HCOOR4	HCOOR3	HCOOR2	HCOOR1	HSCROL3	HSCROL2	HSCROL1
横向坐标(第一个字节)							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
VCOOR5	VCOOR4	VCOOR3	VCOOR2	VCOOR1	VSCROL3	VSCROL2	VSCROL1
纵向坐标(第二个字节)							

设定起始映像于 RAM 内的显示窗口的 X 坐标/Y 坐标(两个字节来设定). 第一次写寄存器 2005H 设定显示窗口的 X 坐标,第二次写寄存器 2005H 设定显示窗口的 Y 坐标. 在写此寄存器前读取寄存器 2002H 可以将命令顺序重新设置. (在读取寄存器 2002H 之后, 第一次写寄存器 2005H 设定显示窗口的 X 坐标,第二次写寄存器 2005H 设定显示窗口的 Y 坐标.)

2006H W VRAM 或是 VROM 的起始地址 (两个字节来设置)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	TO VA34	TO XRC	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8
	VA34	VSCROL2	VSCROL1	VCOOR6	HCOOR6	VCOOR5	VCOOR4
高位字节(第一个字节)							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
VCOOR3	VCOOR2	VCOOR1	HCOOR5	HCOOR4	HCOOR3	VCOOR2	VCOOR1
低位字节(第二个字节)							

设定 VRAM 或 VROM 的起始地址需要两个字节. PPU 地址寄存器按高位,低位的顺序写两次. 在每次读/写寄存器 2007H 后此起始地址会自动的加 1. 在写此寄存器前读取寄存器 2002H 可以将命令顺序重新设置. 在读取寄存器 2002H 之后, 第一次写高位,第二次写低位. 一个简单的例子描述于寄存器 2007H 之后.

2007H R/W 从 CPU 到 VRAM 或 VROM 读/写数据

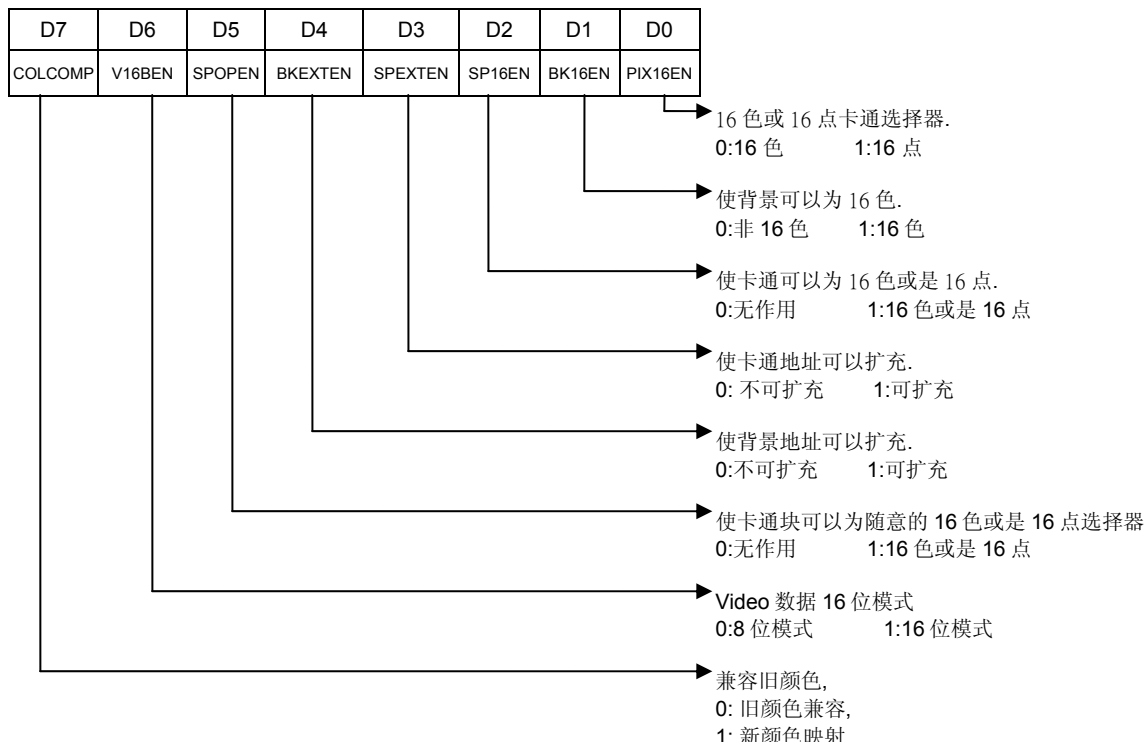
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
从 CPU 到 VRAM 或是 VROM 读/写数据							

对 VRAM 或是 VROM 的数据进行寻址以取出需要的讯息进行运算处理:首先需要填写数据到寄存器 2006H 再从寄存器 2007H 读/写.备注: 当读取数据的时候, 寄存器 2007H 的第一笔数据是未知的. 下一个读取将取得被寄存器 2006H 所指到的前一个数据.

例子: 在寄存器 2010H 和 2011H 从 VRAM 或 VROM 读取数据.

```
LDA $2002 ; 将命令顺序重新设置
LDA #20
STA $2006 ; 写高位地址
LDA #10
STA $2006 ; 写低位地址
LDA $2007 ; 假的(Dummy)
LDA $2007 ; 第一字节($2010 的数据)
LDA $2007 ; 第二字节($2011 的数据)
```

2010H W 兼容旧颜色, 背景/卡通 使地址扩充模式可操作, 使 16 色或是 16 点卡通可操作, 使 16 色背景可操作, 16 色或 16 点卡通选择器.



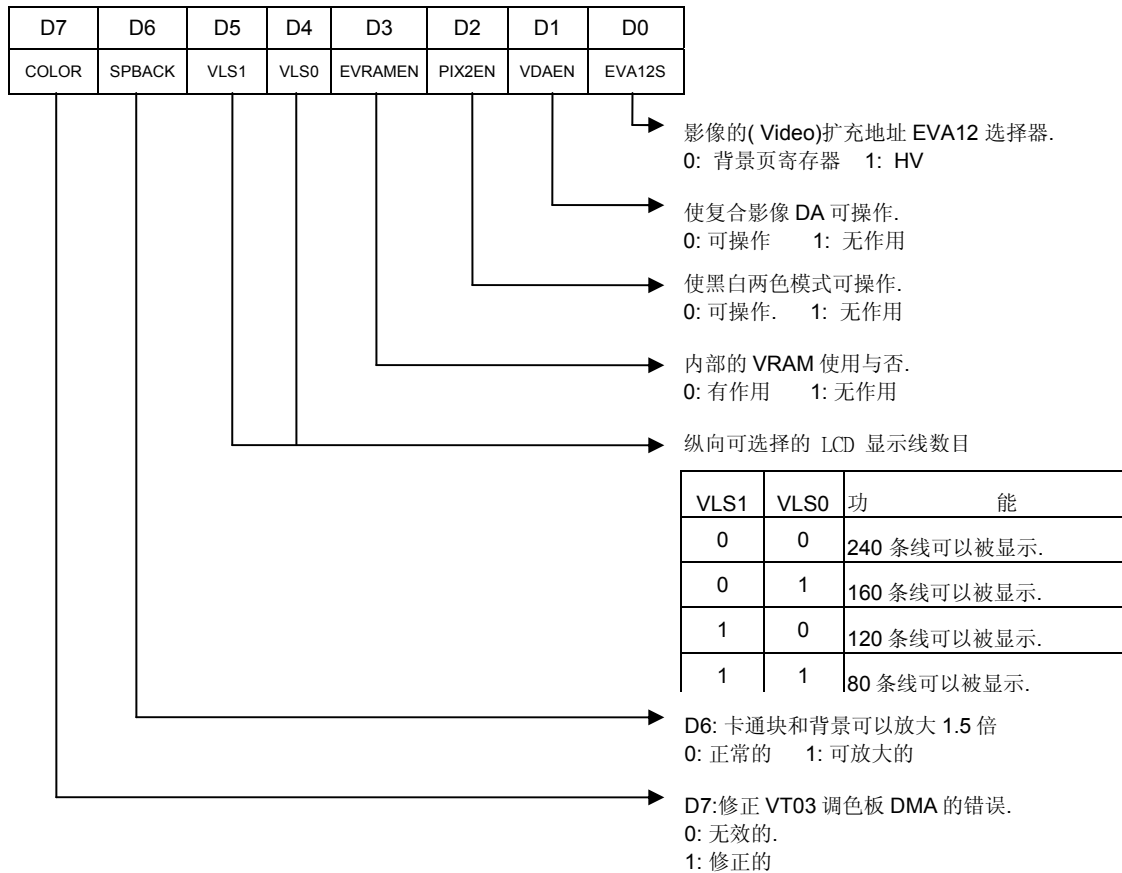
新颜色映射如下:

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

程序撰写者必需遵循规则来详细指明颜色:

$4 \leq LUM[3:0] \times 2 + SAT[3:0] \leq 1F$
 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 纵向可选择的 LCD 显示线数目, 黑白两色模式, 使复合影像 DA 可操作, 影像的 (Video) 扩充地址 EVA12 选择器, 使用内部的 VRAM 与否, 修正 VT03 NTSC 下用 DMA 送调色板的错误



2012H W 影像的存储体 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 影像的存储体 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 影像的存储体 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 影像的存储体 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 影像的存储体 0 寄存器 4 (Video Bank0 register4)

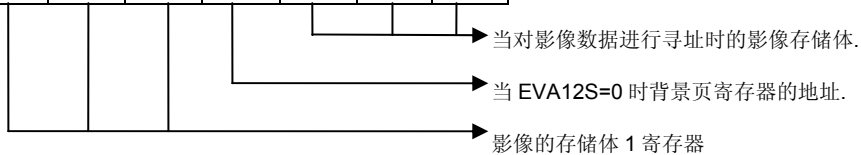
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RV47	RV46	RV45	RV44	RV43	RV42	RV41	RV40

2017H W 影像的存储体 0 寄存器 5 (Video Bank0 register5)

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

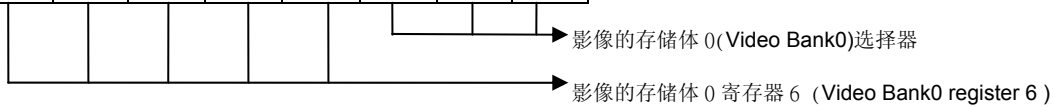
2018H W 影像的存储体 1 寄存器(Video Bank1 register), 背景页寄存器, 影像读写储体(Video RW Bank)

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



201AH W 影像的存储体 0 寄存器 6 (Video Bank0 register6), 影像的存储体 0 选择器(Video Bank0 selector)

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



声音产生器

声音产生器 XOP1 寄存器地址

地址	R/W	通道	寄存器									备注
			ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0		
4000H	W	A	RHYTHM A	1DY2	1DY1	1SC	1IW	1WI3	1WI2	1WI1	1WI0	包络控制
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	音调细调控制
4003H	W	A	RHYTHM A	1SL4	1SL3	1SL2	1SL1	1SL0	1FTA	1FT9	1FT8	音调粗调 & 单一声音控制
4004H	W	B	RHYTHM B	2DY2	2DY1	2SC	2IW	2WI3	2WI2	2WI1	2WI0	包络控制
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	音调细调控制
4007H	W	B	RHYTHM B	2SL4	2SL3	2SL2	2SL1	2SL0	2FTA	2FT9	2FT8	音调粗调 & 单一声音控制
4008H	W	C	ENVELOP	3EN	3EL6	3EL5	3EL4	3EL3	3EL2	3EL1	3EL0	单一声音致能
400AH	W	C	ENVELOP	3FT7	3FT6	3FT5	3FT4	3FT3	3FT2	3FT1	3FT0	音调细调值
400BH	W	C	ENVELOP	3SL4	3SL3	3SL2	3SL1	3SL0	3FTA	3FT9	3FT8	音调粗调 & 单一声音控制
400CH	W	D	NOISE			4SC	4IW	4WI3	4WI2	4WI1	4WI0	包络控制
400EH	W	D	NOISE	4NS				4BF3	4BF2	4BF1	4BF0	发声音调频率控制
400FH	W	D	NOISE	4SL4	4SL3	4SL2	4SL1	4SL0				通道致能 & 单一声音控制
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 数据的开始地址
4013H	W	E	DWS DMA	DL11	DL10	DL9	DL8	DL7	DL6	DL5	DL4	DWS 数据的长度

声音产生器 XOP2 寄存器地址

地址	R/W	通道	寄存器									备注
			ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0		
4020H	W	A	RHYTHM A	1DY2	1DY1	1SC	1IW	1WI3	1WI2	1WI1	1WI0	包络控制
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	音调细调控制
4023H	W	A	RHYTHM A	1SL4	1SL3	1SL2	1SL1	1SL0	1FTA	1FT9	1FT8	音调粗调 & 单一声音控制
4024H	W	B	RHYTHM B	2DY2	2DY1	2SC	2IW	2WI3	2WI2	2WI1	2WI0	包络控制
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	音调细调控制
4027H	W	B	RHYTHM B	2SL4	2SL3	2SL2	2SL1	2SL0	2FTA	2FT9	2FT8	音调粗调 & 单一声音控制
4028H	W	C	ENVELOP	3EN	3EL6	3EL5	3EL4	3EL3	3EL2	3EL1	3EL0	单一声音致能
402AH	W	C	ENVELOP	3FT7	3FT6	3FT5	3FT4	3FT3	3FT2	3FT1	3FT0	音调细调值
402BH	W	C	ENVELOP	3SL4	3SL3	3SL2	3SL1	3SL0	3FTA	3FT9	3FT8	音调粗调 & 单一声音控制
402CH	W	D	NOISE			4SC	4IW	4WI3	4WI2	4WI1	4WI0	包络控制
402EH	W	D	NOISE	4NS				4BF3	4BF2	4BF1	4BF0	发声音调频率控制
402FH	W	D	NOISE	4SL4	4SL3	4SL2	4SL1	4SL0				通道致能 & 单一声音控制
4030H	W		DWS/PCM	OP2L	OP1L	PCML	DP	DA2	DA1	~A15	~A14	Dws/ PCM 选择器, DA 控制
4031H	W		PCM	PCM7	PCM6	PCM5	PCM4	PCM3	PCM2	PCM1	PCM0	写 PCM 数据

参数的描述:

xDY2, xDY1: 详细说明通道 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:

设置声音的输出方式为连续性的或是只有一次.

- 0: 单一的声音 (只有一次)
- 1: 连续性的

xIW:

包络形状の設定

- 0: 包络形状从 FH 到 0H 的斜率递减是由 xWI[3:0]来指定.
- 1: 包络形状保持于一个定值由 xWI[3:0]来指定.

xWI[3:0]:

当 xIW = 0, xWI[3:0] 指定包络形状从 FH 到 0H 的递减时间如 $4.16ms * (xWI[3:0])$.

当 xIW=1, xWI[3:0] 指定包络形状阶段如 全比率*(xWI3:0)/15d.

xAT:

声音效果的调音波段控制

- 0: 无作用
- 1: 致能; 当致能时, 信道的频率将很平滑的由设置值变化到最大的或最小的频率. 这个被使用给特殊的声效果,像机械关枪. 调音波段的调节率由 xSTx 来设置.

xST[2:0]:

设置调节时间. 调节时间就是每一个调节的频率变化时间, 也就是这个变化率是调节时间的反比例.

调节时间 = $8.33ms * (xST[2:0])$

xSG:

指明给变化比率方程式 2^m 前端的符号.

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

xAD[2:0]:

$m = xAD[2:0]$, 设置频率变化比率的参数.

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} : 下一个频率

F_n : 现在的频率

xFT[A:0]:

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

xSL[4:0]:

单一声音的声音持续期间.(打拍子长度(Beat length)译码器输入)

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 来设置.

3EN:

- 0: 可操作 (Beat length 1)
- 1: 无作用

3EL[6:0]:

Beat length 1 =BLCK1*3EL[6:0]
经由 4017H BLCK1 可以设置 250Hz 或 200Hz.

4NS:

通道 4 噪声波段(Noise band) 的设置
0: 宽波段
1: 窄波段

xBF[3:0]:

指定噪声的频率(noise frequency).

DIRQ:

0: 关掉 DWS IRQ
1: 打开 DWS IRQ

DREP:

0: 不重复
1: 重复 DWS 数据存取

SD[3:0]:

输入斜率译码器(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 数据开始地址 #11xxxxxxxx000000, (SA[13:6]=xxxxxxxx)

DL[11:4]:

DWS or PCM 数据长度 #xxxxxxxx0000, (DL[11:4]=xxxxxxxx)

OP2L:

使 XOP2 大声 可操作/ 无作用
0: 可操作 (默认)
1: 无作用

OP1L:

使 XOP1 大声 可操作/ 无作用
0: 可操作 (默认)
1: 无作用

PCML:

PCM 数据长度选择最大为 4081 或是 4096
0: 4081 (默认)
1: 4096

DP:

DWS 或 PCM 语音合成选择器
0: DWS
1: PCM

DA2:

XOP2 DA 可操作/ 无作用
0: 无作用 (默认)
1: 可操作

DA1:

XOP1 DA 可操作/ 无作用
0: 可操作 (默认)
1: 无作用

~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 来更新 PCM 的数据.
我们有两种方式来控制 PCM 的数据, 一种由 CPU 来更新, 另一种是 DMA 同 DWS 的方式. PCM DMA 是由寄存器接口 4010H, 4012H and 4013H 来控制, 它们指明开始地址, 数据长度, 斜率和重复与否.

杂项寄存器地址接口

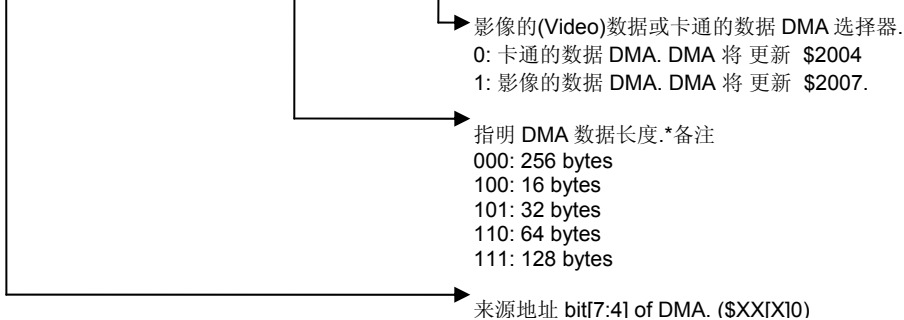
4014H W 影像的(Video)数据或卡通(Sprite)数据 DMA 开始地址的高位字节地址来源

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

于影像的数据或打开数据 DMA 期间它需要两个字节来指明来源地址. 由寄存器接口 4014H 来指明高位字节地址 (\$[XX]X0)和开始 DMA 的存取. VT16 具备影像和卡通的 DMA 的两种功能. 有关的设置请参考 4034H.

4034H W 设置影像的(Video)或卡通(Sprite)数据 DMA

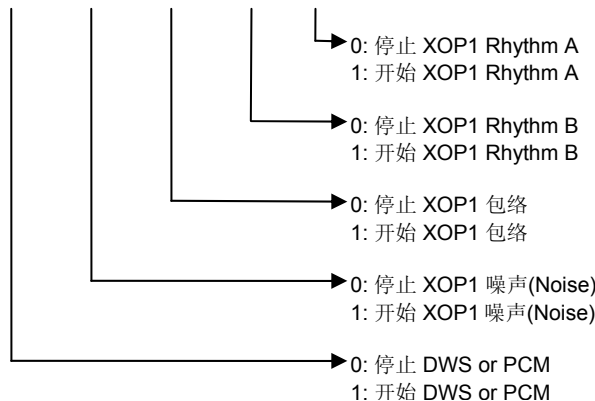
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Source add. Bit[7:4] of DMA				Max. data length of DMA		SEL47	



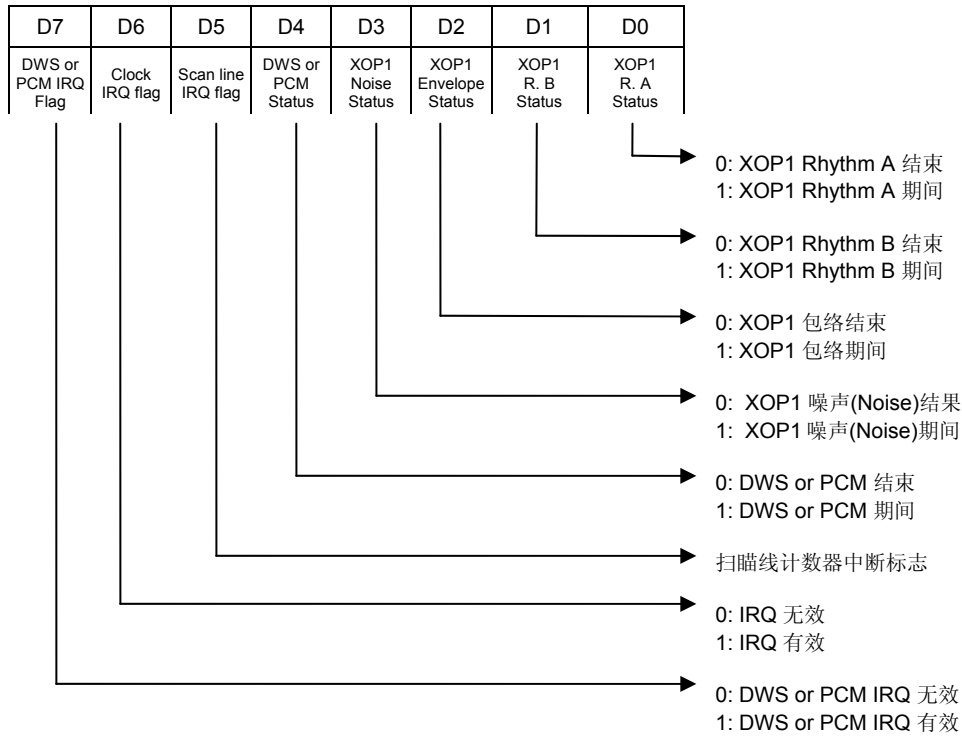
*备注: 在 64 字节模式下, VT16 将此存储器切割为 4 块. 如果你想要对完整的 64 字节进行寻址以取出数据进行处理, 低位字节(Low bytes)的地址必须是 00H, 40H, 80H or C0H, 因为当地址个别的数到 3FH, 7FH, BFH 或 FFH 时 VT16 将停止数据寻址. 在 16 字节模式下, VT16 将此存储器切割为 16 块. 在 128 字节模式下, VT16 将此存储器切割为 2 块.

4015H W 开始/ 停止 XOP1 & DWS IRQ

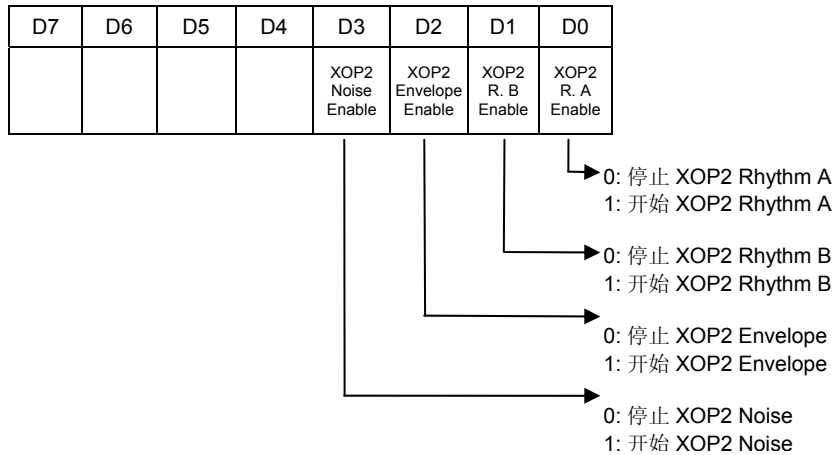
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			DWS or PCM Enable	XOP1 Noise Enable	XOP1 Envelope Enable	XOP1 R. B Enable	XOP1 R. A Enable



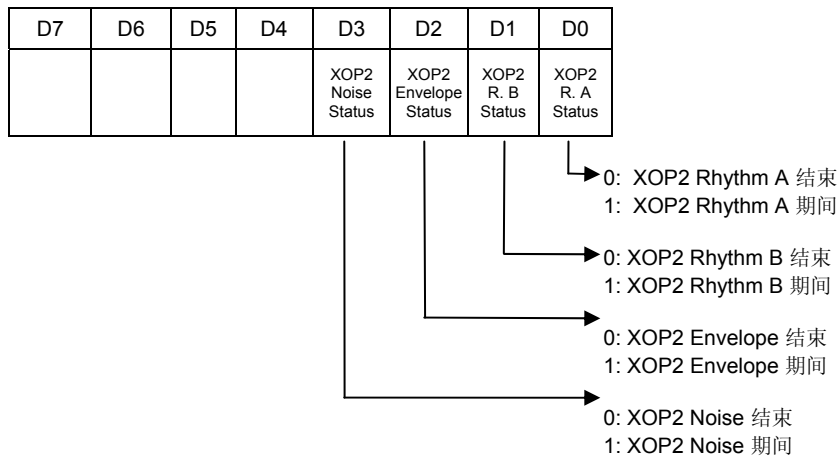
4015H R 读取 XOP1 标志



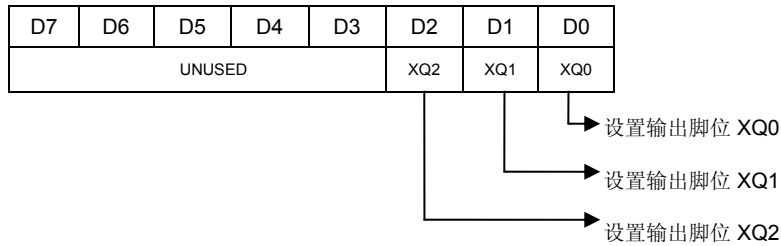
4035H W 打开/ 关掉 XOP2



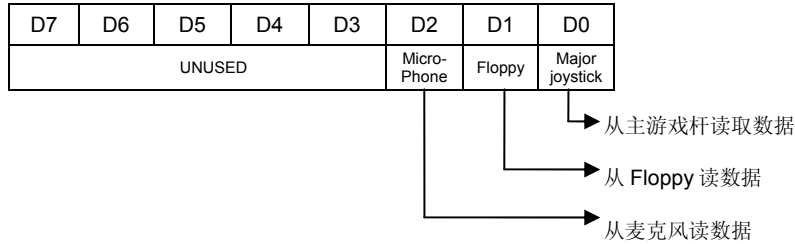
4035H R 读取 XOP2 标志



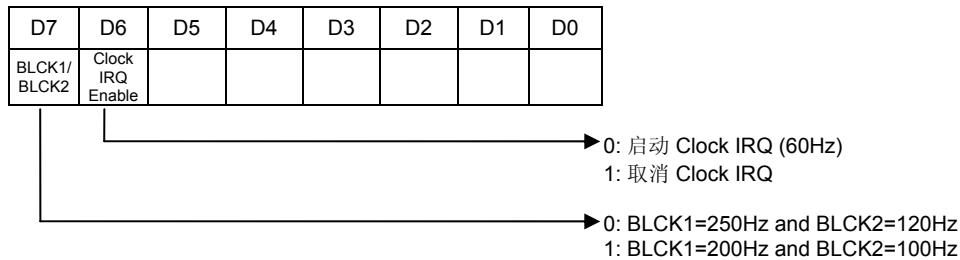
4016H W 设置输出脚位 XQ[2:0]



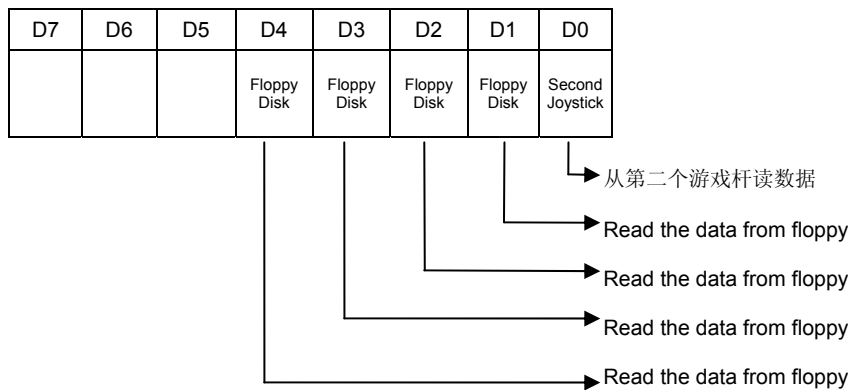
4016H R 读取周边的数据



4017H W 给拍子长度 1,2 的时钟(Clock for beat Length 1, 2)和 IRQ 时钟的控制(Clock IRQ)



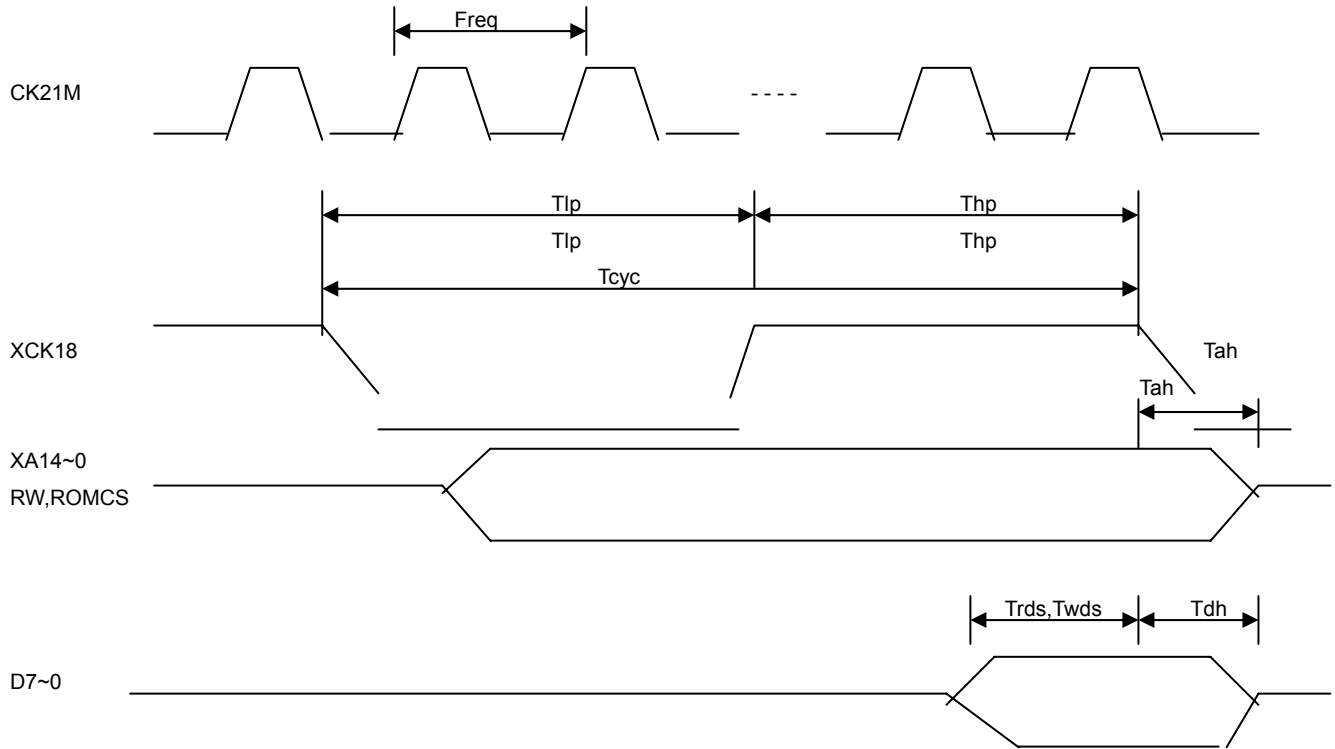
4017H R 读外围的数据



Timing Waveforms

在应用模式下程序单元的时钟规格(Timing Spec.)program Unit In Application Mode

Input Cycle Timing

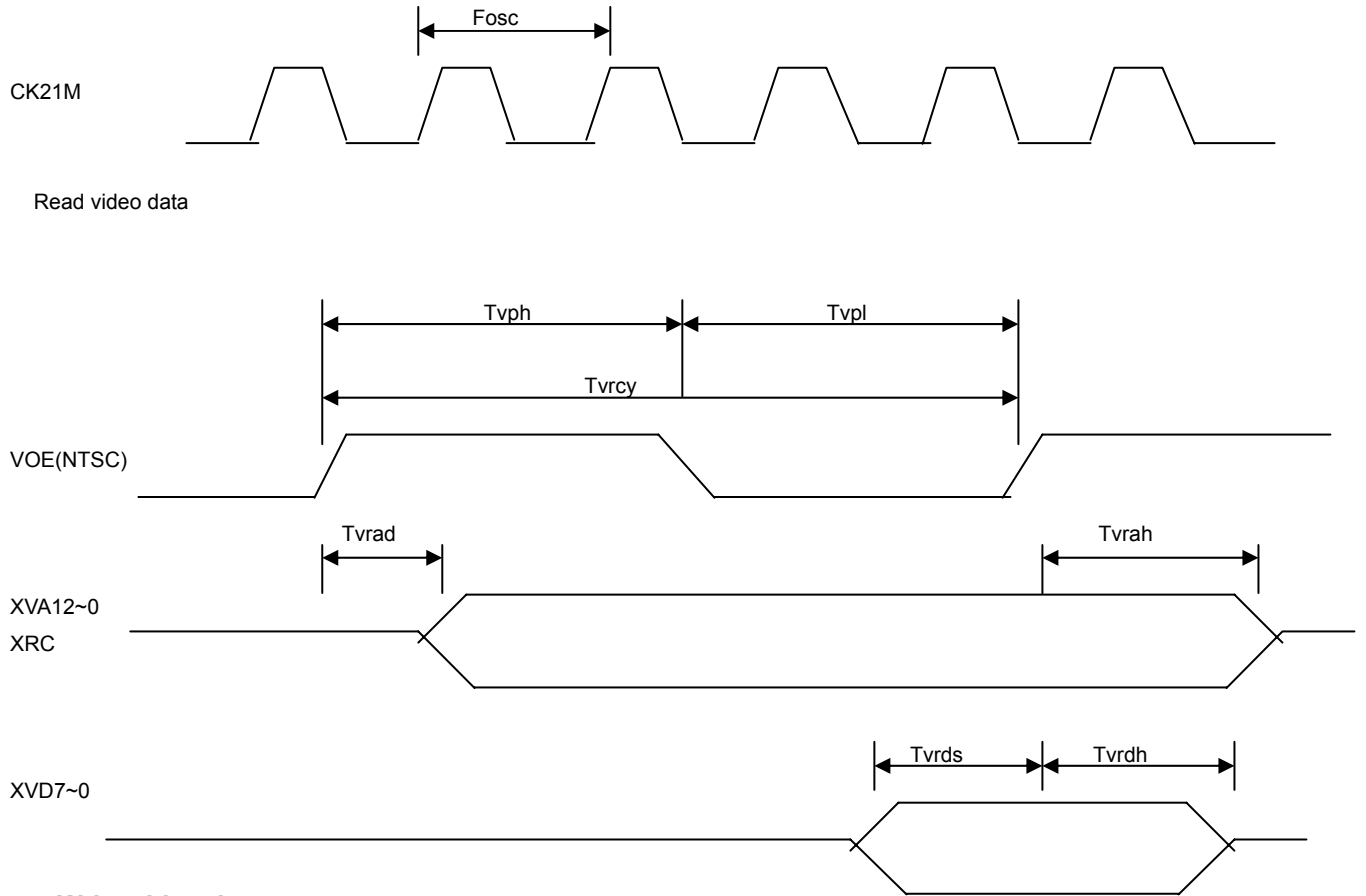


AC Characteristics : TA = 0°C to 70°C, VCC = 3.0V ~ 3.6V, GND = 0V

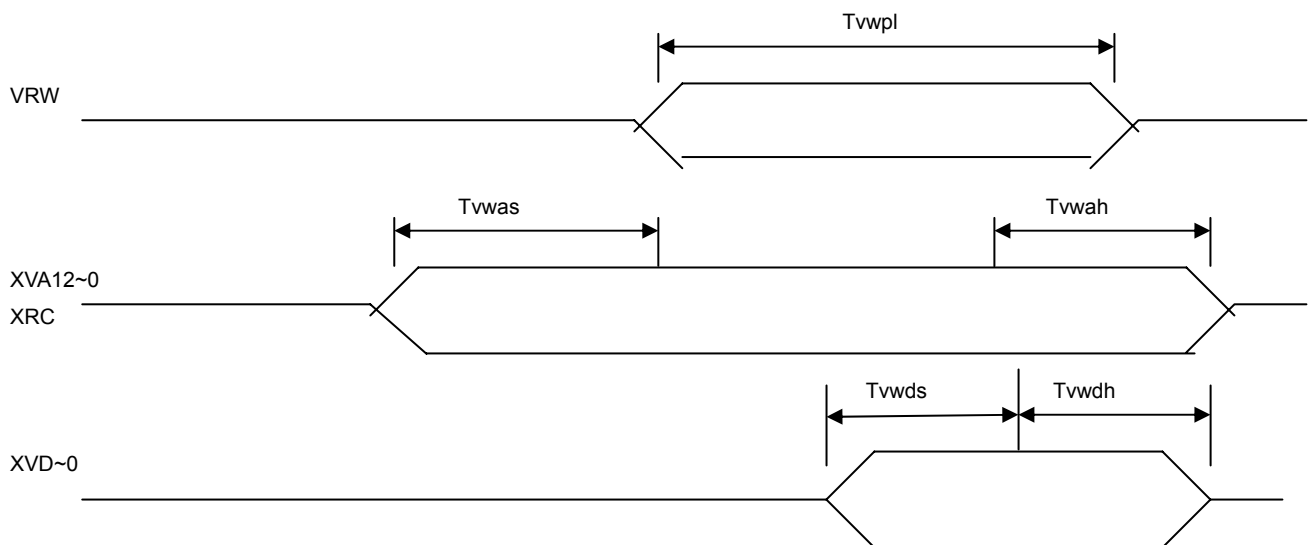
Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Condition
Fpal	Frequency of PAL B option	26.601712		MHz	
Fntsc	Frequency of NTSC option	21.47727		MHz	
Tcyc	Program cycle time	70	450	ns	
Tph	Cycle High Pulse Width	240	300	ns	
Tpl	Cycle Low Pulse Width	100	150	ns	
Tah	Program Address Hold time	10		ns	
Tdh	Program Data Hold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

在应用模式下图像单元的时钟规格(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	
VIH	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	

程序设计指南

1. 为了避免想不到的 IRQ 中断一直发生，最好首先设置 \$4017 = #\$C0 或 #\$40.
2. 假如程序设计者没有设定新的地址接口，系统将会选择默认旧的兼容方式.
3. 在单一总线模式下，程序最初的地址A22-A0 是 007FFFC 或是 017FFFC，以及影像(video)最初的地址是 0000XXX. 你可以单独地指定程序(Program)和影像(Video)的储存体，硬件部分将会合并两个独立总线成为单一总线. 在写程序之前请考虑您的程序(Program)地址多任务器和影像(Video) 地址多任务器之安排. 这个原始的译码器地址接口是仍然保留的和 \$4102 ~ \$410A 也可以控制译码器地址接口. 一个特别的寄存器接口 \$4109 是程序存储体0 寄存器 2, 可使程序存储体寄存器从2增加到3, 但必须由 \$4109 详细说明或指定.
4. 在16色模式下, 或是 16X8 点阵卡通块模式下, 这种图形块的大小是 32 个字节. 而在16X16点阵卡通块模式下, 这种图形块的大小是 64个字节. 程序设计者必须很小心地安排图形块的存储器.
5. 到背景为16 色的模式, 你应设置 \$4010 = #\$82, 而且也让扩充地址致能, 设置 \$4010 = #\$92.
6. 在扩充背景位地致能下, BG4, BG3 和图形块序将是一个 10 位的图形块序号, 这个图形块 大小将是 16X16. 背景颜色功能组将无作用, 及颜色组 (BG4,BG3) 被固定为 00.
7. 到卡通块为16 色的模式, 你应设置 \$4010 = #\$84, 而且也将卡通块扩充地址致能, 并设定 \$4010 = #\$8C. 到卡通块为16 点阵的模式, 你应设置 \$4010 = #\$85, 而且也将卡通块扩充地址致能, 并设置 \$4010 = #\$8D.
8. PCM 只能输出到 XOP2. 程序设计者应设置 \$4030 = #\$18 来打开 DA 信道以及切换到PCM 模式 (信道 DA 2 默认为离线). 设置 \$4031 任一 8 位数值将直接输出到 XOP2 DA. 如果你想要使用 PCM DMA 模式, 你应该设置 \$4010, \$4012, \$4013, 这些寄存器接口的功能相于DWS. 这PCM 数据的最大长度为 4081个字节. 如果 PCM 数据超过4081个字节, 你必须将 PCM IRQ致能, 设置一个波形模式 \$4010 开头 及 修改 \$4012 以及 存储体寄存器来指到适当的 PCM 数据地址并开始 PCM DMA 用 \$4015 = #\$10在中断修护的例行程序中. PCM DMA 模式是出于 DWS 模式以外的, 你只能选择这两种方式的其中之一.

9. 影像(VIDEO) DMA 可以更新地址\$2004 或 \$2007 的数据.如果你设置 \$4034 = #\$58, 及 \$4014 = #\$02, 影像 DMA 将开始及更新 \$2004 从 \$0250~\$025F 16 个字节. 假如你设置 \$4034 = #\$AD, 及 \$4014 = #\$03, 影像 DMA 将开始及更新 \$2007 从 \$03A0~\$03BF 32 个字节. 如果你设置 \$4034 = #\$0D, 及 \$4014 = #\$03, 影像 DMA 将开始及更新\$2007 从 \$0300~\$033F 64 个字节.
10. 当您需要连结额外的IC,而且您必须要用到XRWB的功能时,您必须去设置 #410B 才能启动其功能,您必须要知道当FWEN被设定在高准位(=1)时,旧的程序写法将无效.
- 11.1 PCM 数据必须是64 个字节的整数倍. 如果您没有填满此容量那么于PCM播放的过程中将会有噪声出现. 另外PCM DMA 数据的长度默认为4081个字节, 当我们设置 \$4013=#\$FF, PCM数据的长度不是 4096 个字节. 实际上,它只有播放 4081 bytes, PCM DMA抓取的数据地址只从 \$000 到 \$FF0,而FF1 到 \$FFF 的数据并不会被抓取.设置 \$4030(D5)=1可以将PCM长度由4081个字节改为4096个字节. 在您读取\$4015,\$4016,\$4017的端口时,PCM将不受影响.\$4015(D5)是扫描线计数器中断的标志.
- 11.2 当您使用PCM功能时,请您特别注意此时内部或是外部并行到串行的Joystick(游戏杆)功能将会不正常.请您使用一般的I/O口来做Joystick(游戏杆)功能,这样PCM和游戏杆都可以工作的非常好.
12. 当您使用VT16 的RS232 功能时请遵循此注意事项: 如果RS232是必须要的, 请设置第一个指令为\$410B(D5)=1. 因为 TXDP 将经由 XCUP47端口输出数据. 为了避免 \$4017 驱动这一个脚位而造成通讯错误所以我们首先必须先将 XCUP47 设为 TXDP.
13. 当您使用 ADC 功能, 请您注意此 ADC 有一些遗漏区域. 此 ADC 遗漏区域如下:
 - a>. 77,78,79,80,81,82 -> 遗漏 7A,7B,7C,7D,7E,7F
 - b>. 5C,5D,5E,60,61,62->遗漏 5F
 - c>. 3A,3B,3C,40,41,42->遗漏 3D,3E,3F
 - d>. 1C,1D,1E,20,21,22->遗漏 1F
 - e>. 9C,9D,9E,A0,A1,A2->遗漏 9F
 - f>. BA,BB,BC,C0,C1,C2->遗漏 BD,BE,BF
14. 扩展模式(Extension mode) EVA12-EVA10 将插入于 VA10 和 VA9 之间.
 - a. 卡通块(Sprite)和背景(Background)可以个别设置. \$2010(D3) 和 \$2010(D4).
 - b. 扩展必须是所有三个 bit (EVA12-EVA10)同时有作用或是无作用. 我们不能只设 EVA10 或是 EVA11.
 - c. 背景(Background)扩展

	EVA12	EVA11	EVA10	
\$2011(D0)=1	HV	BG4	BG3	HV 是背景序号(Vector)储存体 AD10,AD11 的这页
\$2011(d0)=0	\$2018(D3)	BG4	BG3	BG3,BG4 是储存在 video 地址 \$23C0~\$23FF
 - d. 扩展 CPU 寻址模式

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

EVA12	EVA11	EVA10
SPEVA12	SPEVA11	SPEVA10

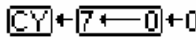
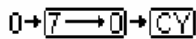
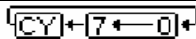
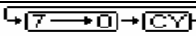
 SPEVA12~SPEVA10 是\$2004 三个字节的的状态(D4~D2)
 - f. 扩展与否
 - >> 当 \$2010(D5)=X and \$2010(D2)=1 and \$2010(D0)=1 , 所有的卡通块(sprites)是 16 点(pixels) 4 色.
 - >> 当 \$2010(D5)=0 and \$2010(D2)=1 and \$2010(D0)=0 , 所有的卡通块(sprites)是 8 点(pixels) 16 色.
 - >> 当 \$2010(D5)=1 and \$2-10(D2)=1 and \$2010(D0)=0 , 卡通块(sprites)是 8 点(pixels) 16 色或是 6 点(pixels) 4 色将由\$2004 第三个字节(D4)状态来决定,它也是扩展模式下的地址 EVA12.

指令详表

● 按指令作用类型分类的指令详表

按指令作用类型分类的指令详表							
助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV●BDIZC	操作 码	字 节 数	周 期 数
存取指令							
LDA	立即	LDA #Oper	A ← M	N●●●●●Z●	A9	2	2
	零页	LDA Oper			A5	2	3
	寄存器零页变址(X)	LDA Oper,X			B5	2	4
	绝对	LDA Oper			AD	3	4
	寄存器绝对变址(X)	LDA Oper,X			BD	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	LDA Oper,Y			B9	3	4**
	先变址间接	LDA (Oper,X)			A1	2	6
	后变址间接	LDA (Oper),Y			B1	2	5**
LDX	立即	LDX # Oper	X ← M	N●●●●●Z●	A2	2	2
	零页	LDX Oper			A6	2	3
	寄存器零页变址(Y)	LDX Oper,Y			B6	2	4
	绝对	LDX Oper			AE	3	4
	寄存器绝对变址(Y)	LDX Oper,Y			BE	3	4**
LDY	立即	LDY # Oper	Y ← M	N●●●●●Z●	A0	2	2
	零页	LDY Oper			A4	2	3
	寄存器零页变址(X)	LDY Oper,X			B4	2	4
	绝对	LDY Oper			AC	3	4
	寄存器绝对变址(X)	LDY Oper,X			BC	3	4**
STA	零页	STA Oper	M ← A	●●●●●●●●	85	2	3
	寄存器零页变址(X)	STA Oper,X			95	2	4
	绝对	STA Oper			8D	3	4
	寄存器绝对变址(X)	STA Oper,X			9D	3	5
	寄存器绝对变址(Y)	STA Oper,Y			99	3	5
	先变址间接	STA (Oper,X)			81	2	6
	后变址间接	STA (Oper),Y			91	2	6
STX	零页	STX Oper	M ← X	●●●●●●●●	86	2	3
	寄存器零页变址(Y)	STX Oper,Y			96	2	4
	绝对	STX Oper			8E	3	4
STY	零页	STY Oper	M ← Y	●●●●●●●●	84	2	3
	寄存器零页变址(X)	STY Oper,X			94	2	4
	绝对	STY Oper			8C	3	4
栈操作指令							
PHA	隐含	PHA	(S)←A, S←S-1	●●●●●●●●	48	1	3

按指令作用类型分类的指令详表

助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV•BDIZC	操作 码	字 节 数	周 期 数
PHP	隐含	PHP	(S)←P, S←S-1	●●●●●●●●	08	1	3
PLA	隐含	PLA	S←S+1, A←(S)	N●●●●●Z●	68	1	4
PLP	隐含	PLP	S←S+1, P←(S)	(Stack)	28	1	4
加 1 减 1 指令							
DEC	零页	DEC Oper	M ← M - 1	N●●●●●Z●	C6	2	5
	寄存器零页变址(X)	DEC Oper,X			D6	2	6
	绝对	DEC Oper			CE	3	6
	寄存器绝对变址(X)	DEC Oper,X			DE	3	7
DEX	隐含	DEX	X ← X - 1	N●●●●●Z●	CA	1	2
DEY	隐含	DEY	Y ← Y - 1	N●●●●●Z●	88	1	2
INC	零页	INC Oper	M ← M + 1	N●●●●●Z●	E6	2	5
	寄存器零页变址(X)	INC Oper,X			F6	2	6
	绝对	INC Oper			EE	3	6
	寄存器绝对变址(X)	INC Oper,X			FE	3	7
INX	隐含	INX	X ← X + 1	N●●●●●Z●	E8	1	2
INY	隐含	INY	Y ← Y + 1	N●●●●●Z●	C8	1	2
移位指令							
ASL	累加器	ASL A		N●●●●●ZC	0A	1	2
	零页	ASL Oper			06	2	5
	寄存器零页变址(X)	ASL Oper,X			16	2	6
	绝对	ASL Oper			0E	3	6
	寄存器绝对变址(X)	ASL Oper,X			1E	3	7
LSR	累加器	LSR A		0●●●●●ZC	4A	1	2
	零页	LSR Oper			46	2	5
	寄存器零页变址(X)	LSR Oper,X			56	2	6
	绝对	LSR Oper			4E	3	6
	寄存器绝对变址(X)	LSR Oper,X			5E	3	7
ROL	累加器	ROL A		N●●●●●ZC	2A	1	2
	零页	ROL Oper			26	2	5
	寄存器零页变址(X)	ROL Oper,X			36	2	6
	绝对	ROL Oper			2E	3	6
	寄存器绝对变址(X)	ROL Oper,X			3E	3	7
ROR	累加器	ROR A		N●●●●●ZC	6A	1	2
	零页	ROR Oper			66	2	5
	寄存器零页变址(X)	ROR Oper,X			76	2	6
	绝对	ROR Oper			6E	3	6
	寄存器绝对变址(X)	ROR Oper,X			7E	3	7

按指令作用类型分类的指令详表

助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV•BDIZC	操作 码	字 节 数	周 期 数
逻辑操作指令							
AND	立即	AND #Oper	A ← A AND M	N●●●●●Z●	29	2	2
	零页	AND Oper			25	2	3
	寄存器零页变址(X)	AND Oper,X			35	2	4
	绝对	AND Oper			2D	3	4
	寄存器绝对变址(X)	AND Oper,X			3D	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	AND Oper,Y			39	3	4**
	先变址间接	AND (Oper,X)			21	2	6
	后变址间接	AND (Oper),Y			31	2	5**
BIT ¹	零页	BIT Oper	N ← M ₇ , V ← M ₆		24	2	3
	绝对	BIT Oper			2C	3	4
CMP	立即	CMP #Oper	A - M	N●●●●●ZC	C9	2	2
	零页	CMP Oper			C5	2	3
	寄存器零页变址(X)	CMP Oper			D5	2	4
	绝对	CMP Oper			CD	3	4
	寄存器绝对变址(X)	CMP Oper, X			DD	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	CMP Oper, Y			D9	3	4**
	先变址间接	CMP (Oper,X)			C1	2	6
	后变址间接	CMP (Oper),Y			D1	2	5**
CPX	立即	CPX #Oper	X - M	N●●●●●ZC	E0	2	2
	零页	CPX Oper			E4	2	3
	绝对	CPX Oper			EC	3	4
CPY	立即	CPY #Oper	Y - M	N●●●●●ZC	C0	2	2
	零页	CPY Oper			C4	2	3
	绝对	CPY Oper			CC	3	4
EOR	立即	EOR #Oper	A ← A XOR M	N●●●●●Z●	49	2	2
	零页	EOR Oper			45	2	3
	寄存器零页变址(X)	EOR Oper, X			55	2	4
	绝对	EOR Oper			4D	3	4
	寄存器绝对变址(X)	EOR Oper, X			5D	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	EOR Oper, Y			59	3	4**
	先变址间接	EOR (Oper,X)			41	2	6
	后变址间接	EOR (Oper),Y			51	2	5**

按指令作用类型分类的指令详表							
助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV●BDIZC	操作码	字节数	周期数
ORA	立即	ORA #Oper	A ← A OR M	N●●●●●Z●	09	2	2
	零页	ORA Oper			05	2	3
	寄存器零页变址(X)	ORA Oper, X			15	2	4
	绝对	ORA Oper			0D	3	4
	寄存器绝对变址(X)	ORA Oper, X			1D	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	ORA Oper, Y			19	3	4**
	先变址间接	ORA (Oper,X)			01	2	6
	后变址间接	ORA (Oper),Y			11	2	5**
算术操作指令							
ADC	立即	ADC #Oper	A ← A + M+C	NV●●●●●ZC	69	2	2
	零页	ADC Oper			65	2	3
	寄存器零页变址(X)	ADC Oper, X			75	2	4
	绝对	ADC Oper			6D	3	4
	寄存器绝对变址(X)	ADC Oper, X			7D	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	ADC Oper, Y			79	3	4**
	先变址间接	ADC (Oper,X)			61	2	6
	后变址间接	ADC (Oper),Y			71	2	5**
SBC	立即	SBC #Oper	A ← A-M-1+C	NV●●●●●ZC	E9	2	2
	零页	SBC Oper			E5	2	3
	寄存器零页变址(X)	SBC Oper, X			F5	2	4
	绝对	SBC Oper			ED	3	4
	寄存器绝对变址(X)	SBC Oper, X			FD	3	4**
	寄存器绝对变址(Y)	SBC Oper, Y			F9	3	4**
	先变址间接	SBC (Oper,X)			E1	2	6
	后变址间接	SBC (Oper),Y			F1	2	5**
按指令作用类型分类的指令详表							
助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV●BDIZC	操作码	字节数	周期数
BCC ²	相对	BCC Oper	当 C = 0 时跳转	●●●●●●●●	90	2	2***
BCS ²	相对	BCS Oper	当 C = 1 时跳转	●●●●●●●●	B0	2	2***
BEQ	相对	BEQ Oper	当 Z = 1 时跳转	●●●●●●●●	F0	2	2***
BMI	相对	BMI Oper	当 N = 1 时跳转	●●●●●●●●	30	2	2***
BNE	相对	BNE Oper	当 Z = 0 时跳转	●●●●●●●●	D0	2	2***
BPL	相对	BPL Oper	当 N = 0 时跳转	●●●●●●●●	10	2	2***
BVC	相对	BVC Oper	当 V = 0 时跳转	●●●●●●●●	50	2	2***
BVS	相对	BVS Oper	当 V = 1 时跳转	●●●●●●●●	70	2	2***
JMP	绝对	JMP Oper	PC ← Addr	●●●●●●●●	4C	3	3
	间接绝对	JMP(Oper)			6C	3	5
	寄存器绝对变址间接	JMP (Oper, X)			7C	3	6
JSR	绝对	JSR Oper	PC←PC+2	●●●●●●●●	20	3	6
			(S)←PCH,S←S-1				
			(S)←PCL,S←S-1				
			PC←Oper				

RTI	隐含	RTI	$S \leftarrow S+1, P \leftarrow (S)$	(Stack)	40	1	6
			$S \leftarrow S+1, PCL \leftarrow (S)$				
			$S \leftarrow S+1, PCH \leftarrow (S)$				
RTS	隐含	RTS	$S \leftarrow S+1, PCL \leftarrow (S)$	●●●●●●●●	60	1	6
			$S \leftarrow S+1, PCH \leftarrow (S)$				
			$PC \leftarrow PC+1,$				
处理器标志指令							
CLC	隐含	CLC	$C \leftarrow 0$	●●●●●●●1	18	1	2
CLD	隐含	CLD	$D \leftarrow 0$	●●●●1●●●	D8	1	2
CLI	隐含	CLI	$I \leftarrow 0$	●●●●●1●●	58	1	2
CLV	隐含	CLV	$V \leftarrow 0$	●1●●●●●●	B8	1	2
SEC	隐含	SEC	$C \leftarrow 0$	●●●●●●●0	38	1	2
SED	隐含	SED	$D \leftarrow 0$	●●●●0●●●	F8	1	2
SEI	隐含	SEI	$I \leftarrow 0$	●●●●●0●●	78	1	2

按指令作用类型分类的指令详表							
助记符	寻址方式	指令格式	执行的操作	标志位 NV●BDIZC	操作码	字节数	周期数
寄存器间传送指令							
TAX	隐含	TAX	$X \leftarrow A$	N●●●●●Z●	AA	1	2
TAY	隐含	TAY	$Y \leftarrow A$	N●●●●●Z●	A8	1	2
TSX	隐含	TSX	$X \leftarrow S$	N●●●●●Z●	BA	1	2
TXA	隐含	TXA	$A \leftarrow X$	N●●●●●Z●	8A	1	2
TXS	隐含	TXS	$S \leftarrow X$	●●●●●●●●	9A	1	2
TYA	隐含	TYA	$A \leftarrow Y$	N●●●●●Z●	98	1	2
其它特殊指令							
BRK	隐含	BRK	$PC \leftarrow PC+2$ $B \leftarrow 1, I \leftarrow 1$ $(S) \leftarrow PCH, S \leftarrow S-1$ $(S) \leftarrow PCL, S \leftarrow S-1$ $(S) \leftarrow P, S \leftarrow S-1$	●●●1●1●●	00	1	7
NOP	隐含	NOP	空操作	●●●●●●●●	EA	1	2

注:

** 若产生跨页则加 1 个时钟周期

*** 若符合条件且跳转同页则加 1 个时钟周期, 若符合条件且跳转跨页则加 2 个时钟周期

1 BIT 指令复制被测试字节的位 6 至标志 V, 复制被测试字节的位 7 至标志 N, 但若采用立即寻址模式则不改变标志 V 和标志 N 的值。标志 Z 的值根据累加器与操作数相与的结果设置。

2 BBC 和 BCS 指令就是 BLT (Branch Less Than) 和 BGE (Branch Greater or Equal) 指令, 这些条件跳转指令只是助记符不同。

● 按操作码分类的指令表

按操作码分类的指令表																	
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 rfa	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 rfa	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 rfa	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 rfa	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 rfa	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 rfa	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 rfa	CMP iny				CMP zpx	DEC zpx		CLD imp	CMP aby				CMP abx	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 rfa	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:

立即寻址方式	imm
绝对寻址方式	abs
零页寻址方式	zpg
累加器寻址方式	acc
隐含寻址方式	imp
寄存器绝对变址寻址方式(X)	abx
寄存器绝对变址寻址方式(Y)	aby
寄存器零页变址寻址方式(X)	zpx
寄存器零页变址寻址方式(Y)	zpy
间接绝对寻址方式	abi
相对寻址方式	rfa
先变址间接寻址方式	inx
后变址间接寻址方式	iny
寄存器绝对变址间接寻址方式	ina
零页间接寻址方式	inz