

嵌入式系统原理与应用技术

袁志勇 王景存
章登义 刘树波

北京: 北京航空航天大学出版社, 2009.11

PPT教学课件

第10章 人机接口

10.1 键盘接口

10.2 LED显示器

10.3 LCD接口

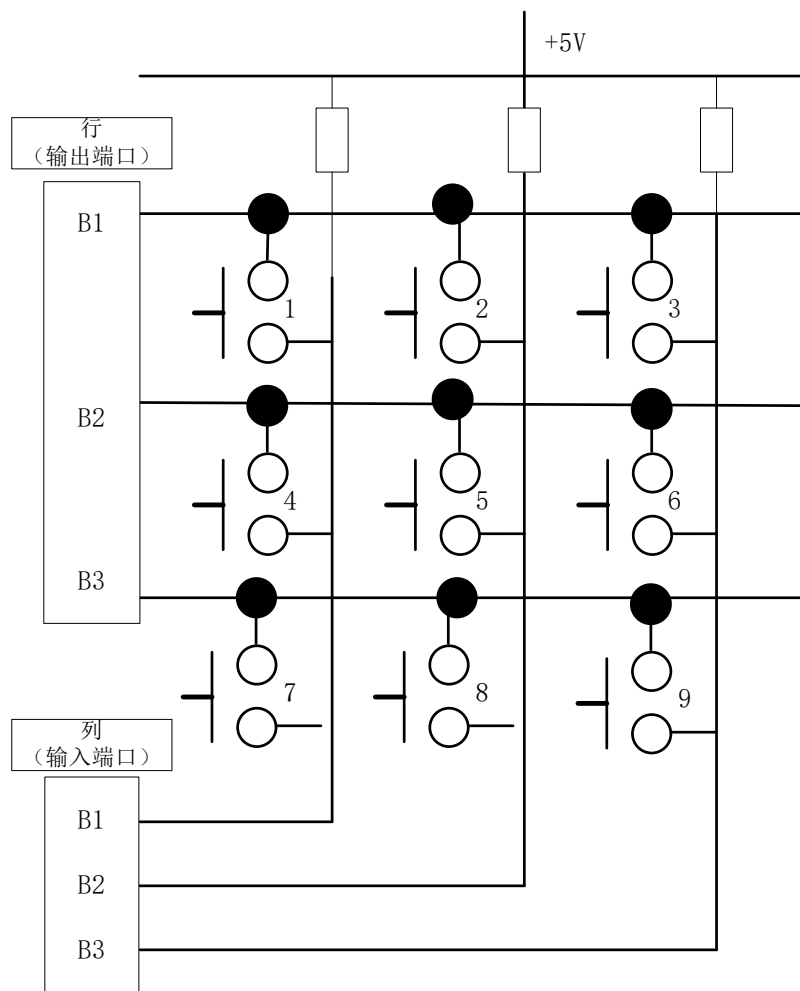
10.4 ADC和触摸屏接口

10.1 键盘接口

- 键盘模块可能用来输入数字型数据或者选择控制设备的操作模式。
- 键盘有两种方案：一是采用现有的一些芯片实现键盘扫描；再就是用软件实现键盘扫描。嵌入式控制器的功能很强，可能充分利用这一资源。

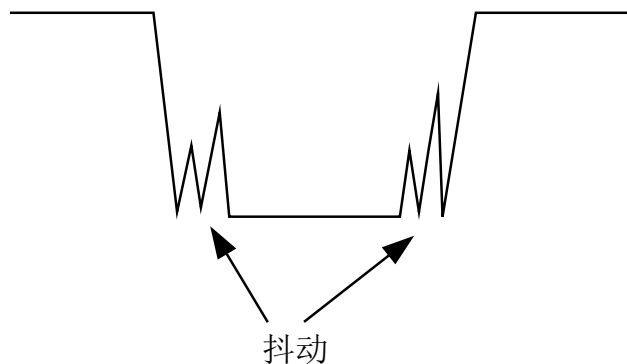
键盘扫描阵列

一个瞬时接触开关
(按钮) 放置在每一行与线一列的交叉点。矩阵所需的键的数目显然根据应用程序而不同。每一行由一个输出端口的一位驱动，而每一列由一个电阻器上拉且供给输入端口一位。

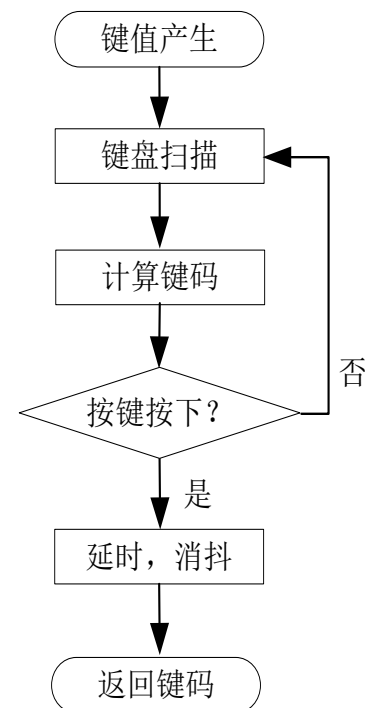
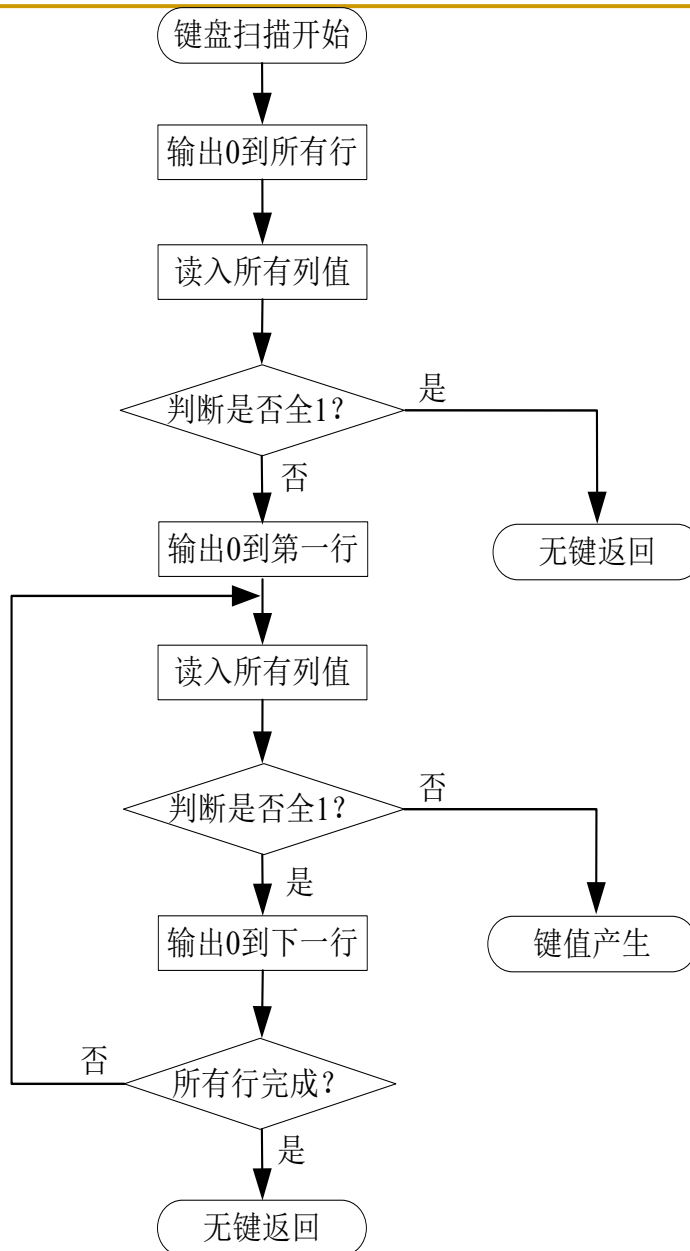


键盘扫描方法

- 键盘扫描过程就是让微处理器按有规律的时间间隔查看键盘矩阵，以确定是否有键被按下。每个键被分配一个称为扫描码的唯一标识符。应用程序利用该扫描码，根据按下的键来判定应该采取什么行动。
- 软件：软件延时，即从检测到有键按下，执行一个10ms~20ms的延时程序，去抖动。
- 硬件：用R-S触发器去抖动。

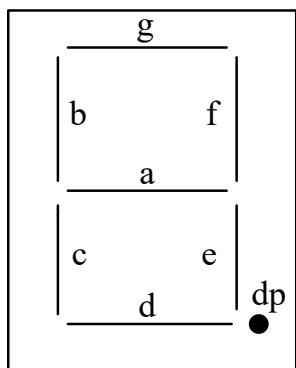


键盘处理流程

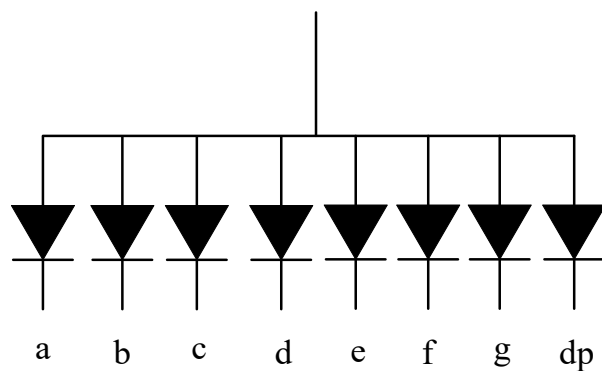


10.2 LED显示器

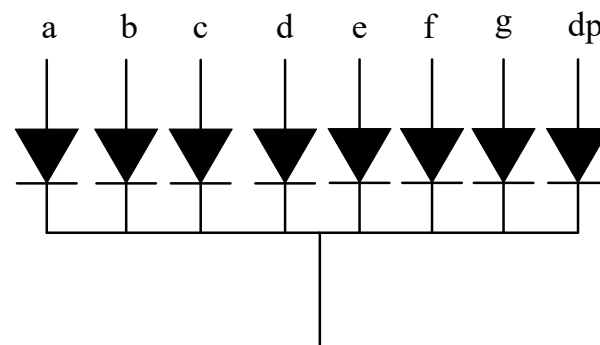
- LED 显示器的形式主要有三种：单个 LED 显示器、7 段（或8段）LED显示器、点阵式LED显示器



(A) 8段LED显示器外形

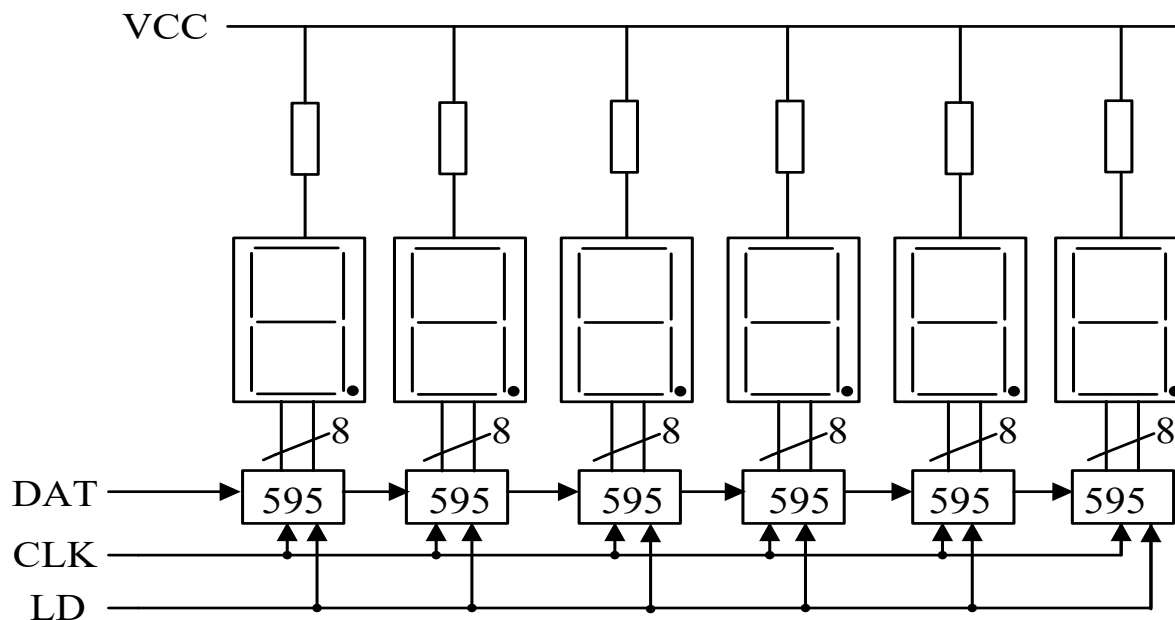


(B) 共阳极



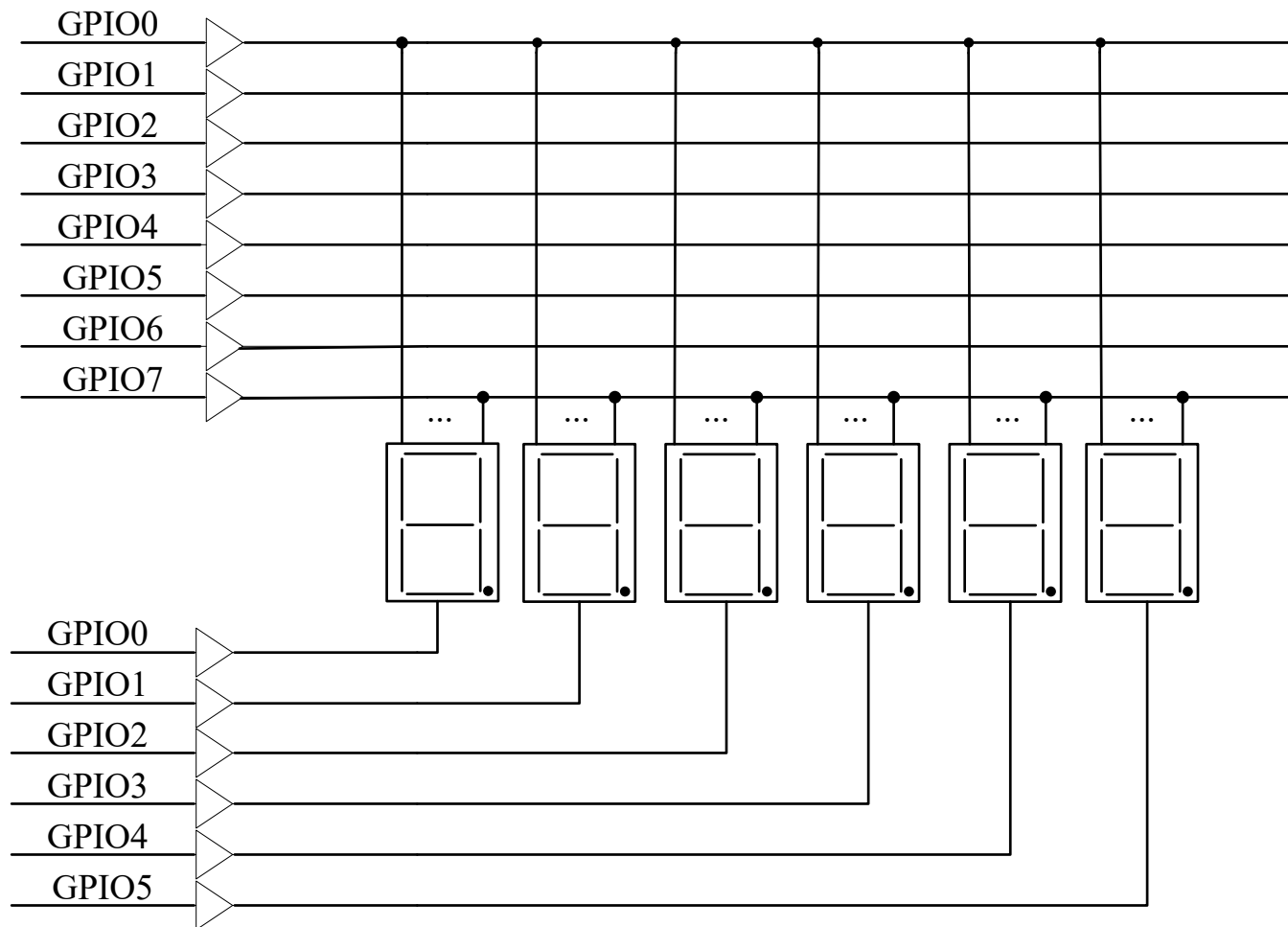
(C) 共阴极

静态显示接口

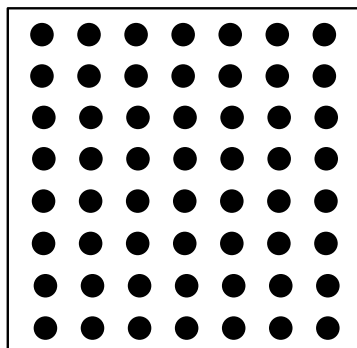


每一段LED都有一个锁存器锁存此段的数据，占有用I/O资源较多，但CPU在输出显示数据后，在没有改变显示数据的情况下不需要刷新LED显示器，节省了CPU的时间。

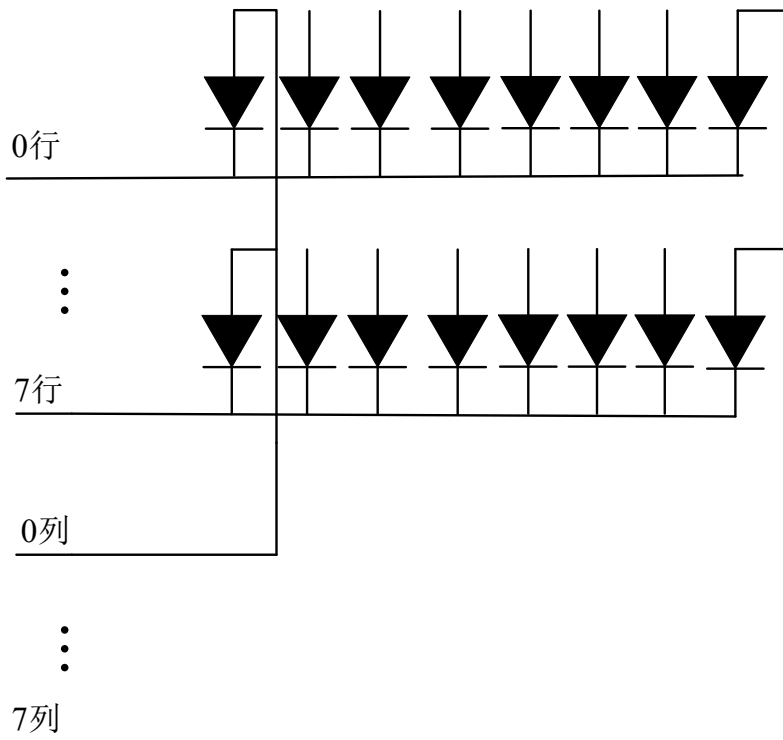
LED动态接口电路



点阵式 LED 显示器

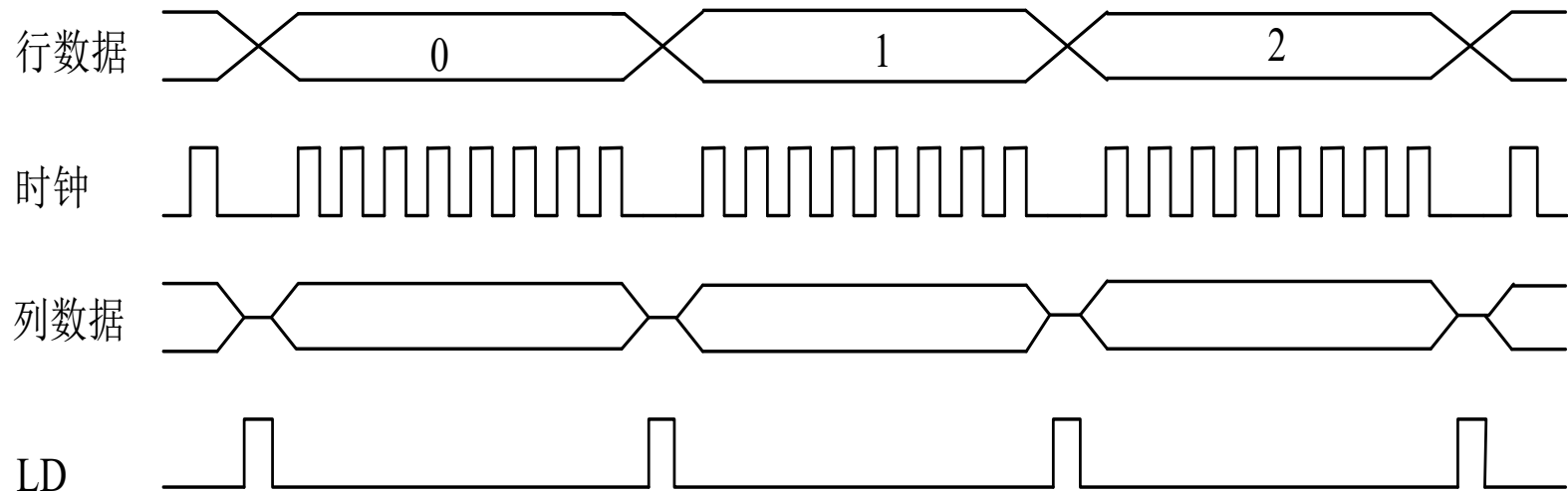


(A)点阵式LED外形



(B)点阵式LED内部连接

点阵显示时序



10.3 LCD接口

- 液晶显示是一种被动的显示，它不能发光，只能使用周围环境的光。它显示图案或字符，只需很小的能量。液晶显示所用的液晶材料是一种兼有液体和固体双重性质的有机物，它的棒状结构在液晶盒内一般平行排列，但在电场作用下能改变其排列方向
- LCD显示方式
 - 反射型LCD：底偏光片后面加了一块反射板，它一般在户外和光线良好的办公室使用。
 - 透射型LCD：底偏光片是透射偏光片，它需要连续使用背光源，一般在光线差的环境使用。
 - 透反射型LCD：是处于以上两者之间，底偏光片能部分反光，一般也带背光源，光线好的时候，可关掉背光源；光线差时，可点亮背光源使用LCD。

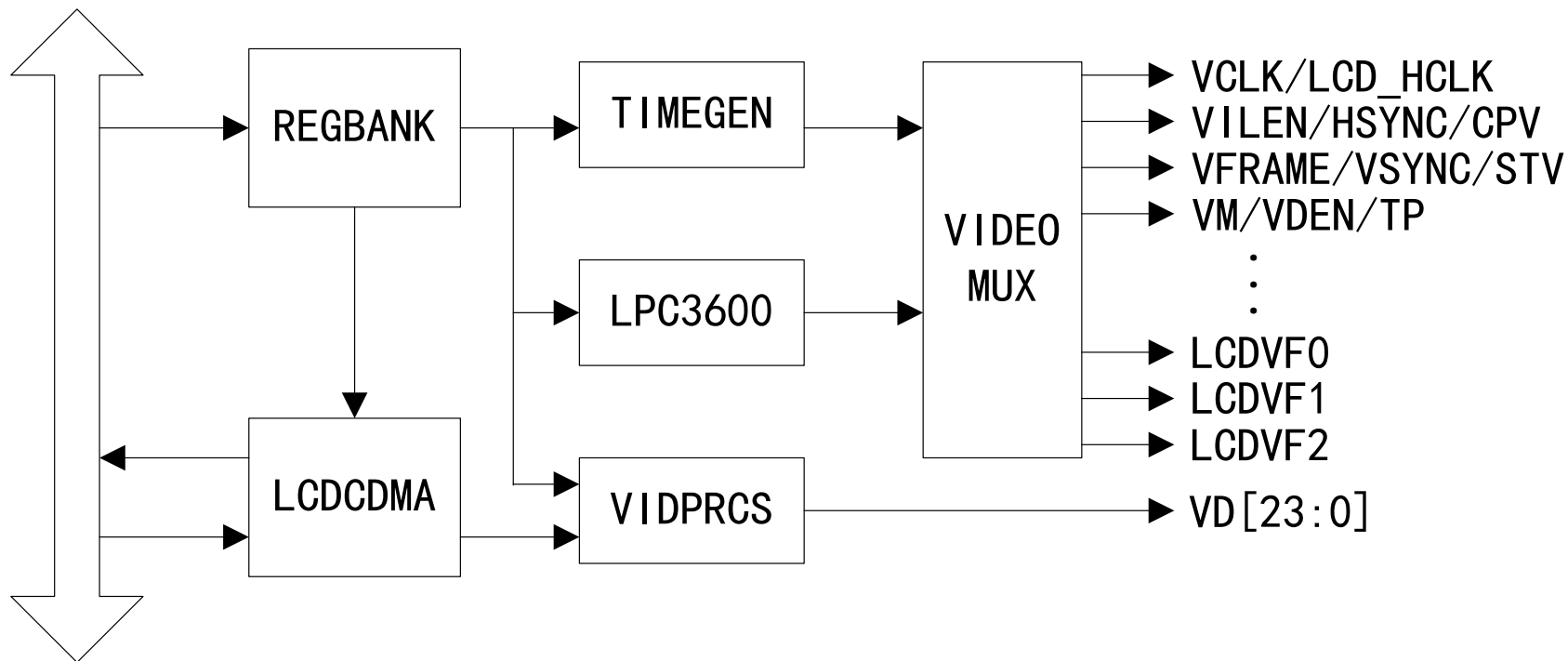
S3C2410 LCD控制器的特性:

- 支持3种扫描方式：**4bit**单扫、**4位**双扫和**8位**单扫
- 支持单色、**4级**灰度和**16级**灰度屏
- 支持**256色**和**4096色**彩色**STN**屏（**CSTN**）

TFT模式下S3C2410 LCD控制器的特性:

- 支持单色、**4级**灰度、**256色**的调色板显示模式
- 支持**64K**和**16M**色非调色板显示模式
- 支持分辨率为**640*480**，**320*240**及其它多种规格的**LCD**
- 对于控制**TFT**屏来说，除了要给它送视频资料（**VD[23:0]**）以外，还有以下一些信号是必不可少的，分别是：
- VSNC（VFRAME）**：帧同步信号
- HSNC（VLINE）**：行同步信号
- VCLK**：像数时钟信号
- VDEN（VM）**：数据有效标志信号

S3C2410内部的LCD控制器的逻辑示意图:

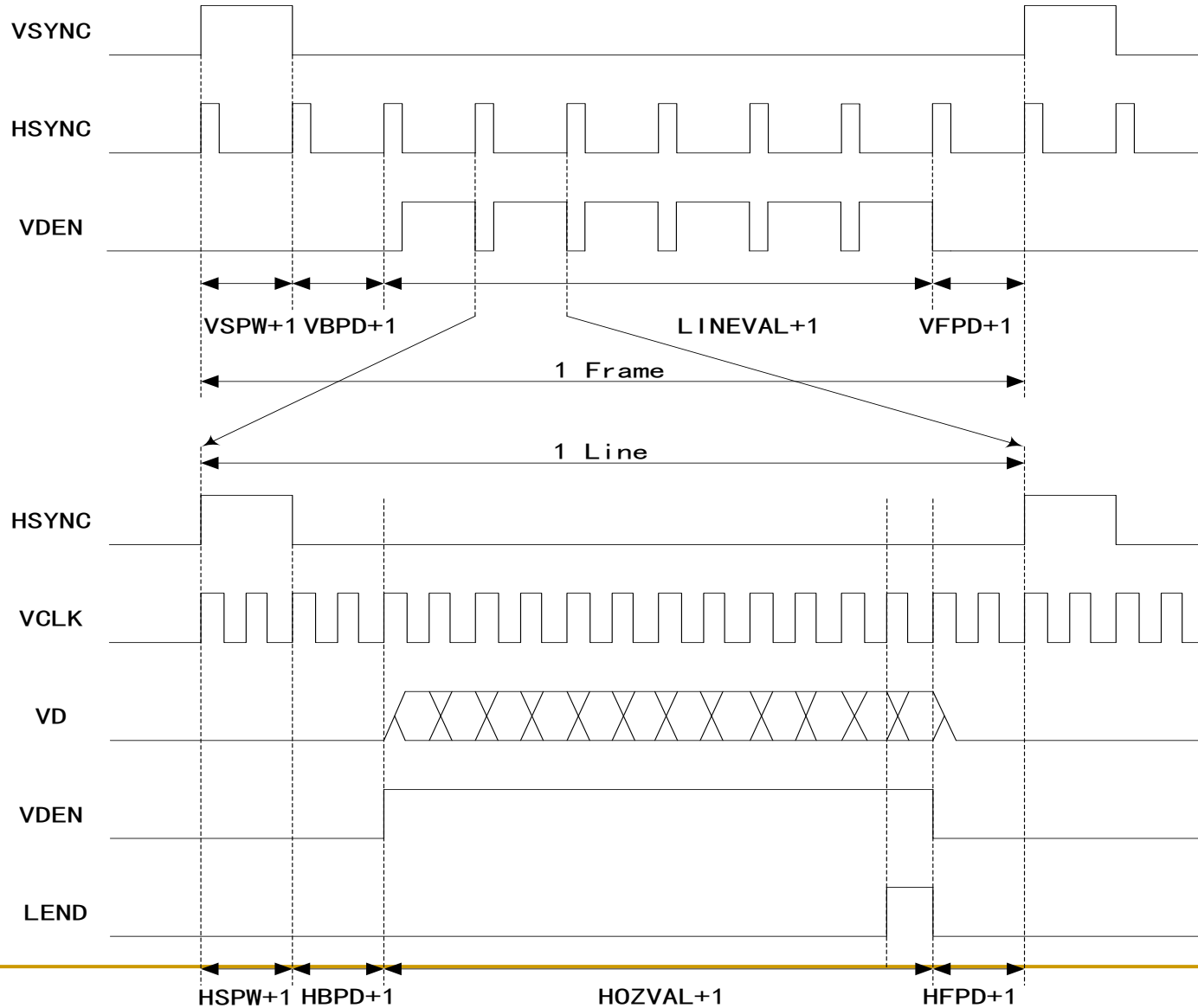


- **VD [23:0] : LCD像素数据输出端口 (STN-LCD / TFT-LCD) 。**
- **VFRAME(STN-LCD显示器的帧同步信号) / VSYNC (TFT-LCD显示器的垂直同步信号) 。**
- **VLINE (STN-LCD显示器的行同步信号) / HSYNC (TFT-LCD显示器的水平同步信号) 。**
- **VM (STN -LCD驱动器的AC偏转信号) / VDEN (TFT -LCD数据使能信号) 。**
- **VCLK (STN -LCD / TFT -LCD显示器的像素时钟信号) 。**
- **LCD_PWREN(LCD面板电源使能控制信号)。**
- **LEND/STH: 行终止信号 (TFT) / EC TFT信号。**
- **LCDVF0: SEC TFT信号OE。**
- **LCDVF1: SEC TFT信号REV。**
- **LCDVF2: SEC TFT信号REVB。**

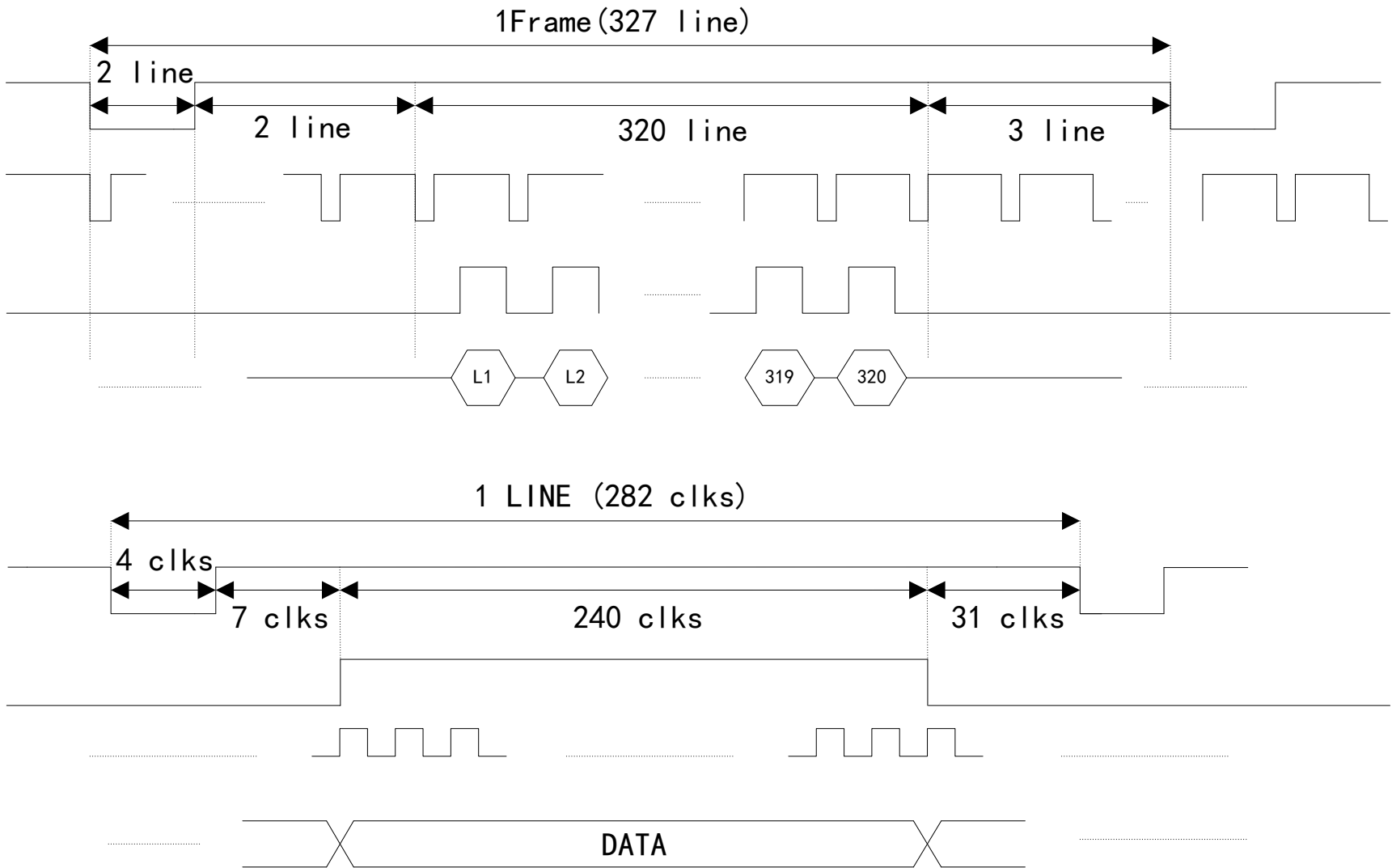
LCD驱动

- LCD通常由两种方式，一种是带有驱动芯片的LCD模块，基本上属于半成品
- 一些新型的嵌入式处理器也可以直接使用芯片上的内置LCD控制器来构造显示模块，比如：s3c2410可以支持STN的彩色/灰度/单色三种模式和TFT模式，灰度模式下可支持4级灰度和16级灰度，彩色模式下最多支持256色，LCD的实际尺寸可支持到640X480

S3C2410 LCD控制器TFT部分的控制时序



Samsung 3.5寸TFT LCD屏时序



- VSYNC是帧同步信号，VSYNC每发出1个脉冲就意味着新的1帧数据开始。HSYNC为行同步信号，每个HSYNC脉冲都表明新的1行数据开始。VDEN则用来标明像素数据是否有效，VCLK为像数时钟。
- 在帧同步以及行同步的头尾都必须留有回扫时间，例如对于VSYNC来说前回扫时间就是 $(VSPW+1) + (VBPD+1)$ ，后回扫时间就是 $(VFPD + 1)$ ；HSYNC亦类同。这样的时序要求是当初CRT显示器由于电子枪偏转需要时间，但后来成了实际上的工业标准，乃至后来出现的TFT屏为了在时序上于CRT兼容，也采用了这样的控制时序。

S3C2410 LCD寄存器

S3C2410 芯片内部的LCD控制器包含有许多可编程的寄存器，用户可以通过编程设置这些寄存器来控制 LCD 的显示

1. LCD 控制寄存器1 (LCDCON1)

符 号	位	描 述	复位值
LINECNT (只读)	[27:18]	行计数器的状态, 从LINEVAL的值递减计数到0	0000000000
CLKVAL	[17:8]	确定VCLK的速率 STN: $VCLK = HCLK / (CLKVAL \times 2)$ $CLKVAL \geq 2$ TFT: $VCLK = HCLK / ((CLKVAL + 1) \times 2)$ $CLKVAL \geq 0$	0000000000
MMODE	[7]	确定VM的速率 0=每帧一次 1=由MVAL确定速率	0
PNRMODE	[6:5]	选择显示模式 00=4比特双扫描显示模式(STN) 01=4比特单扫描显示模式(STN) 10=8比特单扫描显示模式(STN) 11=TFT-LCD	00
BPPMODE	[4:1]	选择BPP(Bit Per Pixel)模式 0000=1BPP(单色模式, STN) 0001=2BPP(4级灰度模式, STN) 0010=4BPP(16级灰度模式, STN) 0011=8BPP(256级灰度模式, STN) 0100=12BPP(4096级灰度模式, STN) 1000=1BPP(TFT) 1001=2BPP(TFT) 1010=4BPP(TFT) 1011=8BPP(TFT) 1100=16BPP(TFT) 1101=24BPP(TFT)	0000
ENVID	[0]	确定LCD视频输出使能 0=禁止输出LCD视频数据和LCD控制信号 1=允许输出LCD 视频数据LCD控制信号	0

2. LCD控制寄存器2 (LCDCON2)

符 号	位	描 述	复位值
VBPD	[31:24]	TFT-LCD：每帧开始时的无效行数 STN-LCD：这几位设置为0	00000000
LINEVAL	[23:14]	TFT/STN：确定LCD显示屏的垂直尺寸	00000000
VFPD	[13:6]	TFT：每帧结尾时的无效行数 STN：这几位设置为0	00000000
VSPW	[5:0]	TFT：垂直同步脉冲宽度，用来确定 VSYNC信号脉冲宽度 STN：这几位设置为0	000000

3. LCD控制寄存器3(LCDCON3)

符 号	位	描 述	复位值
HBPD	[25: 19]	TFT-LCD: 在HSYNC信号下降沿和有效数据开始之间的VCLK脉冲数	0000000
WDLY		STN-LCD: WDLY[1: 0]位确定VLINE信号和VCLK信号之间的延时 00: 16个HCLK周期 01: 32个HCLK周期 10: 48个HCLK周期 11: 64个HCLK周期 WDLY[7: 2]位保留	
HOZVAL	[18: 8]	TFT/STN: 确定LCD显示屏的水平尺寸	00000000000
HFPD	[7: 0]	TFT-LCD: 在HSYNC信号上升沿和有效数据结束之间的VCLK脉冲数	00000000
LINEBLANK		STN-LCD: 确定水平行期间的空白时间, 它修正了VLINE的频率	

4. LCD 控制寄存器4(LCDCON4)

符 号	位	描 述	复位值
MVAL	[15: 8]	STN-LCD：在MODE位被设置成1时，MVAL确定VM信号的速率	00000000
HSPW	[7: 0]	TFT-LCD：确定HSYNC脉冲的宽度	00000000
WLH		STN-LCD：WLH[1: 0]位确定VLINE信号的脉冲宽度 00：16个HCLK 周期 01：32个HCLK周期 10：48个HCLK周期 11：64个HCLK周期 WLH[7:2] 位保留	

5. LCD控制寄存器5(LCDCON5)

符 号	位	描 述	复位值
	[31: 17]	保留	0x0000
VSTATUS	[16: 15]	TFT-LCD: 垂直状态 (只读) 00: VSYNC 01: BACK Porch 10: ACTIVE 11: FRONT Porch	00
HSTATUS	[14: 13]	TFT-LCD: 水平状态 (只读) 00: HSYNC 01: BACK Porch 10: ACTIVE 11: FRONT Porch	00
BPP24BL	[12]	TFT-LCD: 确定24bpp视频存储器的顺序 0: 低位有效 1: 高位有效	
FRM565	[11]	TFT-LCD: 选择16bpp输出视频数据格式 0: 5: 5: 5: 1格式 1: 5: 6: 5格式	
INVVCLK	[10]	STN/TFT: 确定VCLK信号的有效边沿 0: 视频数据在VCLK信号的下降沿读取 1: 视频数据在VCLK信号的上升沿读取	
INVVLINE	[9]	STN/TFT: 确定VLINE/HSYNC脉冲极性 0: 正常 1: 反向	
INVVFRAME	[8]	STN/TFT: 确定VFRAME/VSYNC脉冲极性 0: 正常 1: 反向	
INVVD	[7]	STN/TFT: 确定VD(视频数据)脉冲极性 0: 正常 1: 反向	
INVVDEN	[6]	TFT: 确定VDEN脉冲极性 0: 正常 1: 反向	
INVPWREN	[5]	STN/TFT: 确定PWREN信号极性 0: 正常 1: 反向	
INVLEND	[4]	TFT: 确定LEND信号极性 0: 正常 1: 反向	
PWREN	[3]	STN/TFT: LCD_PWREN输出信号使能 0: 不使能 1: 使能	
ENLEND	[2]	TFT: LEND输出信号使能 0: 不使能 1: 使能	
2021BSWP	[1]	STN/TFT: 字节交换使能 0: 不使能 1: 使能	25
		STN/TFT: 半字交换使能	

6. 帧缓冲起始地址寄存器1 (LCDSADDR1)

符 号	位	描 述	复位值
LCDBANK	[29: 21]	指示系统存储器中的视频缓冲区地址A[30: 22]	0x00
LCDBASEU	[20: 0]	对于双扫描LCD显示模式: 指示上半部地址计数器的A[21: 1] 对于单扫描LCD显示模式: 指示LCD帧缓冲区开始地址的A[21: 1]	0x000000

7. 帧缓冲起始地址寄存器 2 (LCDSADDR2)

符 号	位	描 述	复位值
LCDBASE L	[20: 0]	对于双扫描LCD显示模式: 指示下帧存储区的开始地址A[21: 1] 对于单扫描LCD显示模式: 指示LCD帧缓冲区末地址A[21: 1]	0x000000

8. 帧缓冲起始地址寄存器 3 (LCDSADDR3)

符 号	位	描 述	复位值
OFFSIZE	[21: 11]	实际屏幕的偏移量大小	0x000000
PAGEWIDTH	[10: 0]	实际屏幕的页宽度	

9. 红色表寄存器 (REDLUT)

符 号	位	描 述	复位值
REDVAL	[31: 0]	这些位定义选择16种色度当中的哪8种红色组合。 000=REDVAL[3: 0] 001=REDVAL[7: 4] 010=REDVAL[11: 8] 011=REDVAL[15: 12] 100=REDVAL[19: 16] 101=REDVAL[23: 20] 110=REDVAL[27: 24] 111=REDVAL[31: 28]	0x00000000

10. 绿色表寄存器 (GREENLUT)

符 号	位	描 述	复位值
GREENVAL	[31: 0]	这些位定义选择16种色度当中的哪8种绿色组合。 000=GREENVAL[3: 0] 001=GREENVAL[7: 4] 010=GREENVAL[11: 8] 011=GREENVAL[15: 12] 100=GREENVAL[19: 16] 101=GREENVAL[23: 20] 110=GREENVAL[27: 24] 111=GREENVAL[31: 28]	0x00000000

11. 蓝色表寄存器 (BLUELUT)

符 号	位	描 述	复位值
BLUEVAL	[15: 0]	这些位定义选择16种色度当中的哪4种兰色组合。 000=BLUEVAL[3: 0] 001=BLUEVAL[7: 4] 010=BLUEVAL[11: 8] 011=BLUEVAL[15: 12]	0x0000

12. 抖动模式寄存器 (DITHMODE)

符 号	位	描 述	复位值
DITHMODE	[18: 0]	选择下面2个值之一：0x00000或0x12210	0x00000

13. 临时调色板寄存器 (TPAL)

符 号	位	描 述	复位值
TPALEN	[24]	临时调色板寄存器使能位 0=不使能 1=使能	0
TPALVAL	[23: 0]	临时调色板值 TPALVAL[23: 16]: 红色 TPALVAL[15: 8]: 绿色 TPALVAL[7: 0]: 蓝色	0x000000

14. LCD 中断未决寄存器 (LCDINTPND)

符 号	位	描 述	复位值
INT_FrSyn	[1]	LCD帧同步中断未决位 0=未产生中断请求 1=帧提出中断请求	0
INT_FICnt	[0]	LCD的FIFO中断未决位 0=未产生中断请求 1=当LCD FIFO已达到翻转值时提出中断请求	0

15. LCD 源未决寄存器 (LCDSRCPND)

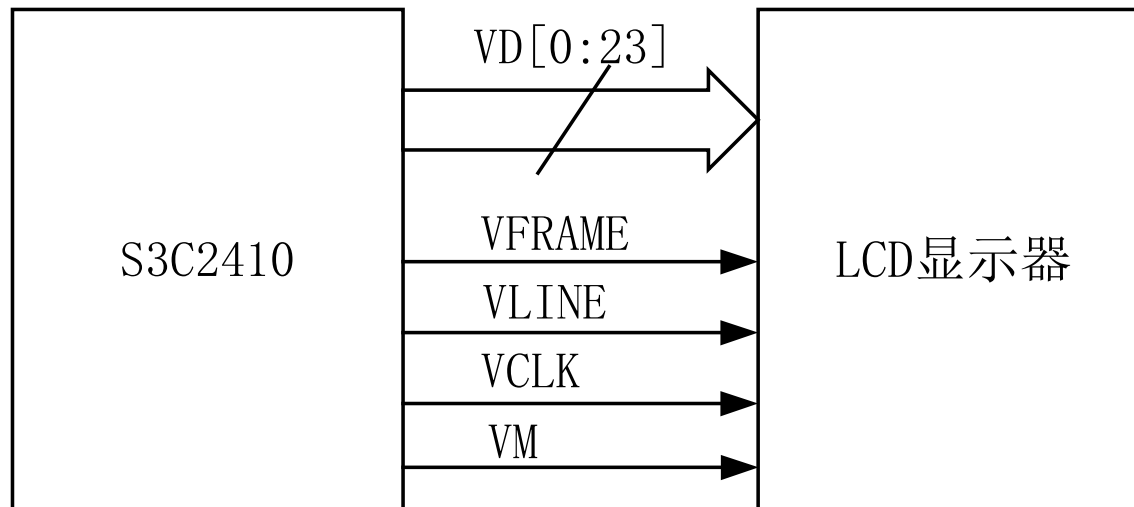
符 号	位	描 述	复位值
INT_FrSyn	[1]	LCD帧同步中断源未决位 0=未产生中断请求 1=帧提出中断请求	0
INT_FICnt	[0]	LCD的FIFO中断源未决位 0=未产生中断请求 1=当LCD FIFO已达到翻转值时提出中断请求	0

16. LCD 中断屏蔽寄存器 (LCDINTMSK)

符 号	位	描 述	复位值
FIWSEL	[2]	确定LCD FIFO的翻转值 0=4字 1=8字	0
INT_FrSyn	[1]	LCD帧同步中断屏蔽位 0=中断请求有效 1=中断请求被屏蔽	1
INT_FICnt	[0]	LCD的FIFO中断屏蔽位 0=中断请求有效 1=中断请求被屏蔽	1

LCD接口举例

S3C2410与240 X 320 256色TFT显示器的接口示意图，下面的程序完成LCD控制器的初始化操作，并全屏显示某种颜色。




```

#include "def.h"
#include "2410addr.h"
#include "config.h"
#include "board.h"
#include "utils.h"
/ / *****
/ / ** 函数名: Lcd_ClearScr( void)
/ / ** 参 数: 无
/ / ** 返回值: 无
/ / ** 功 能: 屏幕清屏
/ / ** 备 注: 无
/ / *****
void Lcd_ClearScr( void)
{
    unsigned int x,y ;
    for( y = 0 ; y < SCR_YSIZE_TFT_240320 ; y++ )
    {
        for( x = 0 ; x < SCR_XSIZE_TFT_240320 ; x++ )
        {
            LCD_BUFER[y*SCR_XSIZE_TFT_240320+x] = 0xffff;
        }
    }
}

```

```

// *****
// ** 函数名: Glib_ClearScr()
// ** 参 数: U32 c
// ** 返回值: 无
// ** 功 能: 用某种颜色填充整个屏幕
// ** 备 注: 无
// *****
void Glib_ClearScr( U32 c )
{
    unsigned int x,y ;
    for( y = 0 ; y < SCR_YSIZE_TFT_240320 ; y++ )
    {
        for( x = 0 ; x < SCR_XSIZE_TFT_240320 ; x++ )
        {
            LCD_BUFER[y*SCR_XSIZE_TFT_240320+x] = c;
        }
    }
}

```

```
// *****
// ** 函数名: Lcd_Tft_Test( void )
// ** 参 数: 无
// ** 返回值: 无
// ** 功 能: 240*320 16 bpp TFT LCD 显示某种颜色
// ** 备 注: 无
// *****

void Lcd_Tft_Test( void )
{
    Lcd_ClearScr(0xffff);           //clear screen
    Delay( 500 );
    Glib_ClearScr(0xaaaa);          //fill all screen with some color
}
```

```

// *****
// ** 函数名: Lcd_Init(void)
// ** 参 数: 无
// ** 返回值: 无
// ** 功 能: 240*320 16 bpp TFT LCD 功能模块初始化
// ** 备 注: 无
// *****

void Lcd_Init(void)
{
    rLCDCON1=(CLKVAL_TFT_240320<<8)|(MVAL_USED<<7)|(3<<5)|(12<<
1)|0;
    // TFT LCD panel,12bpp TFT,ENVID=off
    rLCDCON2=(VBPD_240320<<24)|(LINEVAL_TFT_240320<<14)|(VFPD_24
0320<<6)|(VSPW_240320);
    rLCDCON3=(HBPD_240320<<19)|(HOZVAL_TFT_240320<<8)|(HFPD_240
320);
    rLCDCON4=(MVAL<<8)|(HSPW_240320);
    //FRM5:6:5,HSYNC and VSYNC are inverted
    rLCDCON5=(1<<11)|(0<<9)|(0<<8)|(0<<6)|(BSWP<<1)|(HWSWP);
    rLCDSADDR1=((U32)LCD_BUFER>>22)<<21|M5D((U32)LCD_BUFER>>1
);
    rLCDSADDR2=M5D(
((U32)LCD_BUFER+(SCR_XSIZE_TFT_240320*LCD_YSIZE_TFT_240320*2))>>1 );

```

10.4 ADC和触摸屏接口

一、S3C2410X的A/D 转换器概述

S3C2410X中集成了一个 8 通道10 位A/D 转换器，A/D 转换器自身具有采样保持功能。并且S3C2410X的A/D 转换器支持触摸屏接口。

A/D转换器的主要特性：

- 分辨率：10位； 精度：±1LSB
- 线性度误差：±1.5---2.0LSB；
- 最大转换速率：500KSPS；
- 输入电压范围：0~3.3v；
- 系统具有采样保持功能；
- 常规转换和低能源消耗功能；
- 独立/自动的X/Y 坐标转换模式。

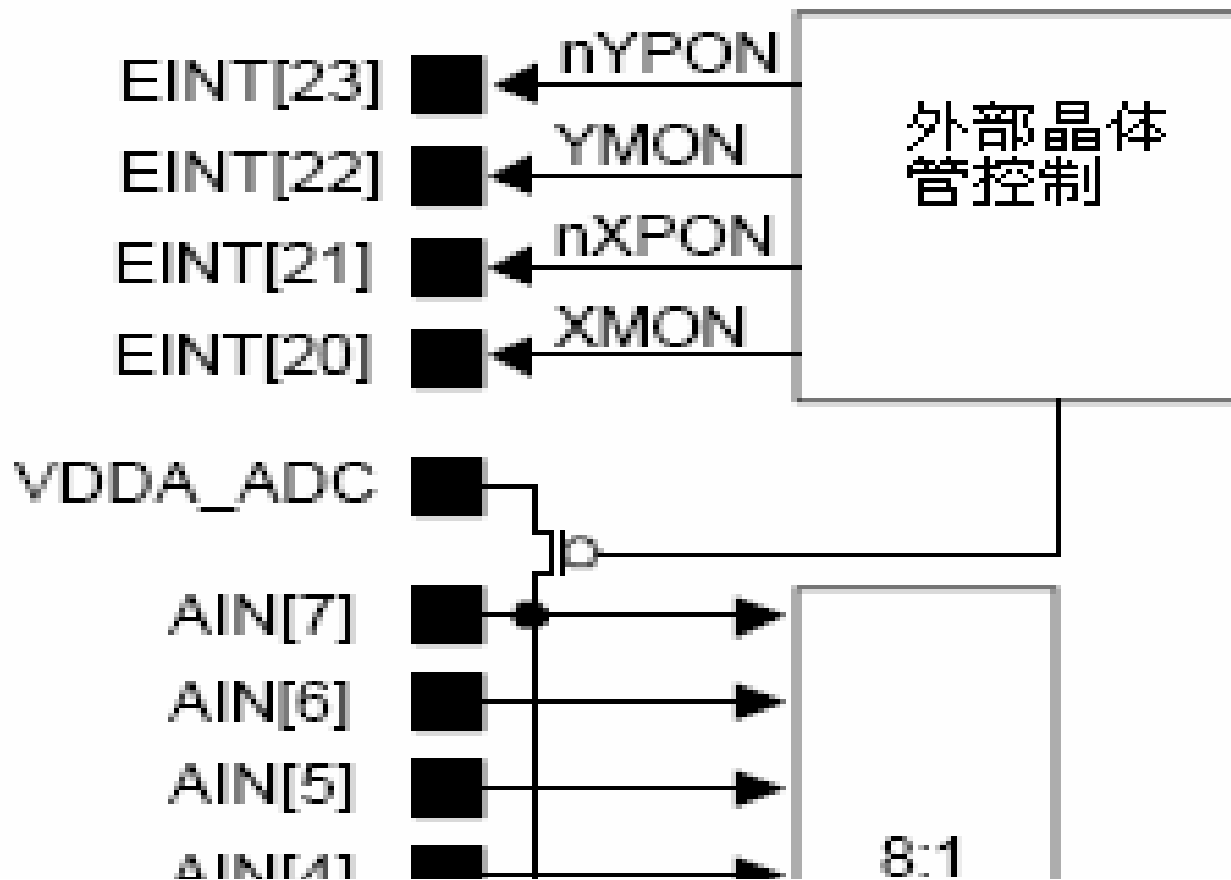
二、A/D转换器结构与工作原理

下图为S3C2410 A/D 转换器和触摸屏接口的功能块图。

1、结构

主要由6部分构成：

- 信号输入通道
- 8转1切换开关
- A/D转换器
- 控制逻辑
- 中断信号发生器
- 触摸屏接口



2、工作原理

(1) A/D 转换时间计算和分辨率

当PCLK 频率为50MHz，预分频值是49，10 位数字量的转换时间如下：

A/D 转换频率=50MHz / (49+1) =1MHz

转换时间=1/ (1MHz/5 个周期) =1/200KHz=5us

A/D 转换器最大可以工作在2.5MHz 时钟下，所以转换速率可以达到500KSPS。

(2) 触摸屏的结构及工作原理

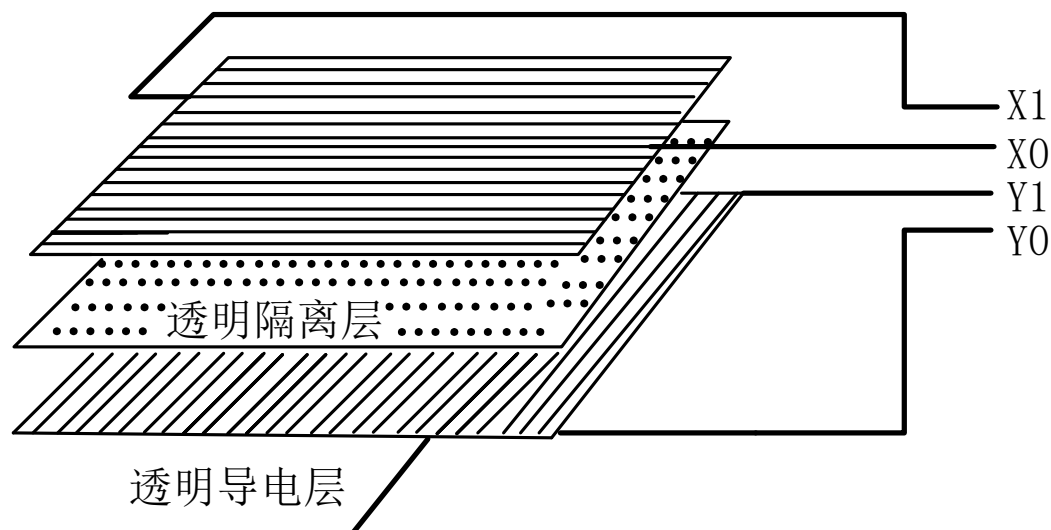
原理：对于电阻式触摸屏，由3层透明薄膜构成，有一层是电阻层，还有一层是导电层，它们中间有一隔离层，当某一点被按压时，在按压点电阻层与导电层接触，如果在电阻层的一边接电源，另一边接地，便可测量出按压点的电压，从而可算出其坐标。

触摸屏的分类：

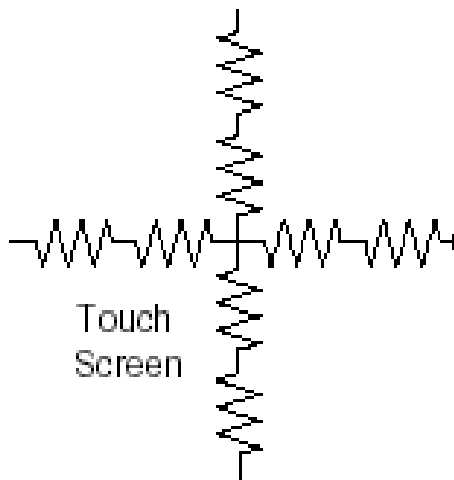
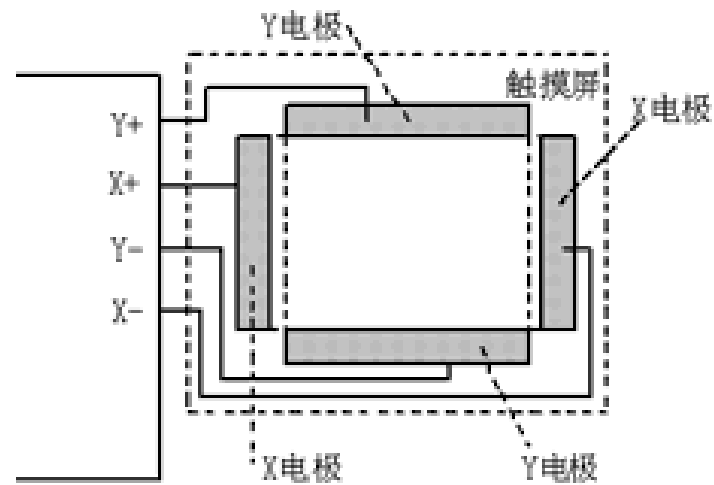
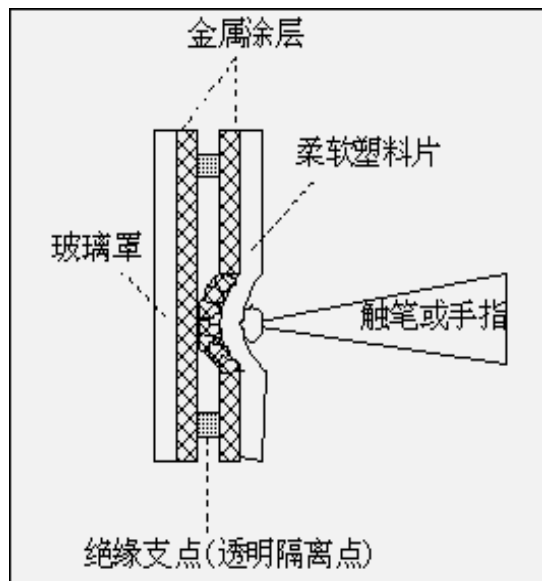
- 电阻式触摸屏
- 红外式触摸屏
- 电容式触摸屏

电阻触摸屏

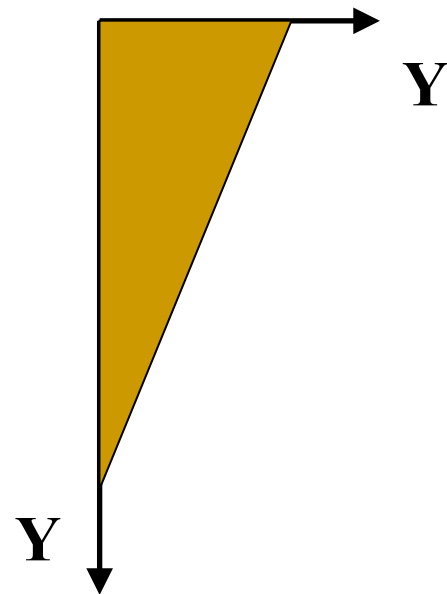
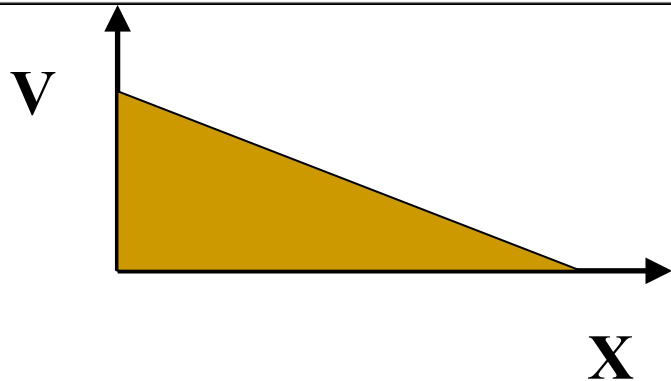
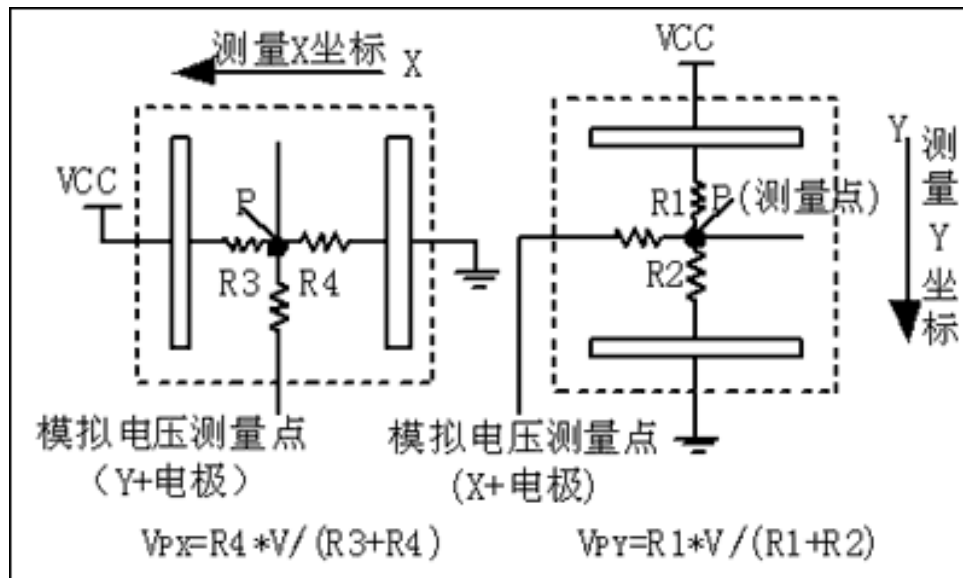
- 电阻触摸屏的屏体部分是一块与显示器表面紧密配合的多层复合薄膜，由一层玻璃或有机玻璃作为基层，表面涂有透明的导电层，上面再盖有一层经过硬化、防刮处理的塑料层，塑料层的内表面也涂有一层透明导电层，在两层导电层之间有许多细小(小于千分之一英寸)的透明隔离点把它们隔开绝缘



四线电阻触摸屏原理

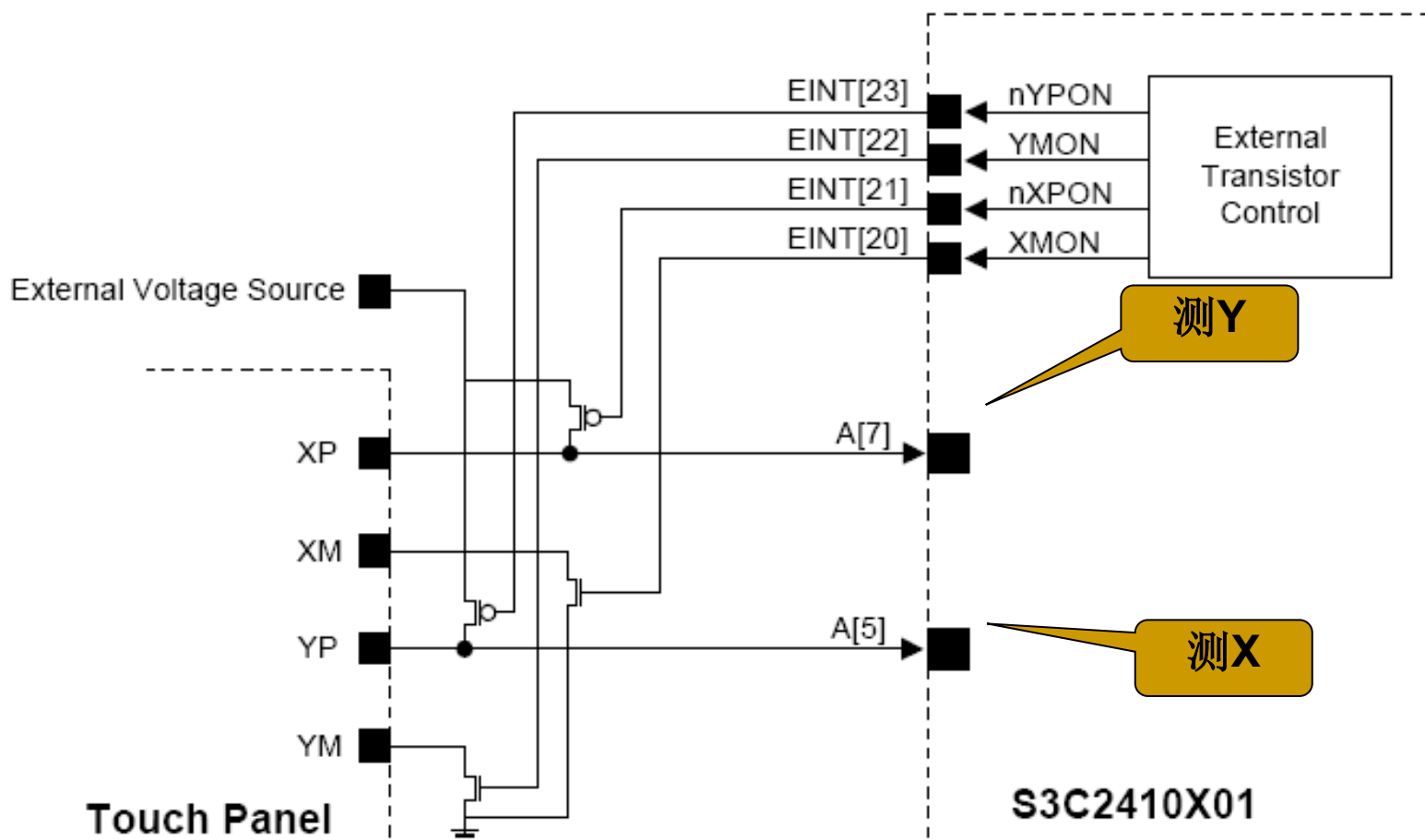


四线电阻触摸屏定位原理



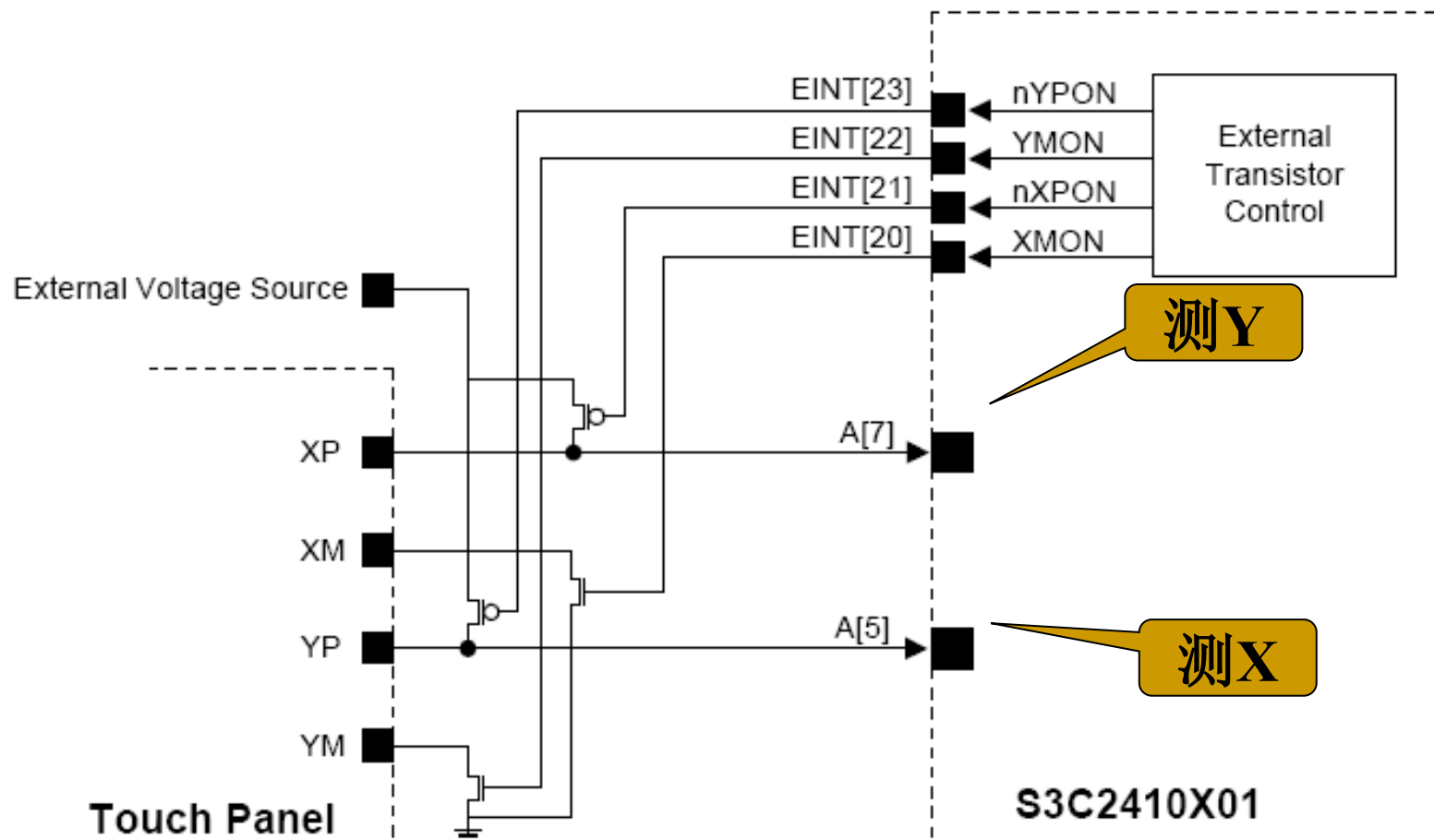
测量X坐标：从XP输出电压给X+端，从XM输出地电位给X-端；从YP脚输入按压点电压。

控制信号： nYPON=1; nYMON=0
 nXPON=0; nXMON=1



测量Y坐标：从YP输出电压给Y+端，从YM输出地电位给Y-端；从XP脚输入按压点电压。

控制信号： nYPON=0; nYMON=1
 nXPON=1; nXMON=0



3、S3C24120X A/D转换器的工作模式

有5种：普通转换模式、分离的X/Y坐标转换模式、连续的X/Y坐标转换模式、等待中断模式、静态模式。第2---4种是用于触摸屏。

(1) 普通转换模式

用于一般A/D转换，不是用于触摸屏。转换结束后，其数据在ADCDAT0中的XPDATA域。

(2) 分离的X/Y坐标转换模式

分两步进行X/Y坐标转换，其转换结果分别存于ADCDAT0中的XPDATA域中和ADCDAT1中的YPDATA域中，并且均会产生INT_ADC中断请求。

(3) 自动（连续）的X/Y坐标转换模式

X坐标转换结束启动Y坐标转换，其转换结果分别存于ADCDAT0中的XPDATA域中和ADCDAT1中的YPDATA域中，然后产生INT_ADC中断请求。

(4) 等待中断转换模式

在该模式下，转换器等待使用者按压触摸屏，一旦触摸屏被按压，则产生INT_TC触摸屏中断请求。

中断后，在中断处理程序中再将转换器设置为分离的X/Y坐标转换模式、或者连续的X/Y坐标转换模式进行处理。

触摸屏接口信号：

XP=上拉

XM=高阻

YP=AIN[5]

YM=接地

(5) 静态模式

当ADCCON中的STDBM设为1时，转换器进入静态模式，停止A/D转换。其数据域的数据保持不变。

三、ADC和触摸屏专用寄存器

有5个专用寄存器

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCCON	0x58000000	R/W	ADC控制寄存器	0x3FC4
ADCTSC	0x58000004	R/W	触摸屏控制寄存器	0x058
ADCDLY	0x58000008	R/W	ADC起始延迟寄存器	0x00FF
ADCDAT0	0x5800000C	R	ADC转换数据0寄存器	-
ADCDAT1	0x58000010	R	ADC转换数据1寄存器	-

1、ADCCON---ADC控制寄存器

15	14	13	.....	6
ECFLG	PRSCEN	PRSCVL		

5	4	3	2	1	0
SEL_MUX			STDBM	READ_START	ENABLE_START

ECFLG---转换结束标志（只读）

0：转换操作中；

1：转换结束

PRSCEN---转换器预分频器使能

0：停止预分频器；

1：使能预分频器

PRSCVL---转换器预分频器数值 数值N范围：1---255

注意：（1）实际除数值为N+1

（2）对N数值的要求：转换速率应该 $<PCLK/5$

5	4	3	2	1	0
SEL_MUX			STDBM	READ_START	ENABLE_START

SEL_MUX ---模拟输入通道选择

000: AIN0; 001: AIN1 010: AIN2
011: AIN3 111: AIN7

STDBM---备用模式设置

0: 正常工作模式; 1: 备用模式, 不做A/D转换

READ_START---通过读取启动转换

0: 停止通过读取启动转换; 1: 使能通过读取启动转换

ENABLE_START---通过设置该位启动转换

0: 无效; 1: 启动A/D转换 (启动后被清0)

注意: 如果READ_START为1, 则该位无效

2、ADCTSC---ADC触摸屏控制寄存器

8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留0	YM_SEN	YP_SEN	XM_SEN	XP_SEN	PULL_UP	AUTO_PST	XY_PST	

YM_SEN---选择YMON的输出值

0: 输出0 (YM=高阻) ; 1: 输出1 (YM=GND)

YP_SEN---选择nYPON的输出值

0: 输出0 (YP=外部电压) ; 1: 输出1 (YP连接
AIN[5])

XM_SEN---选择XMON的输出值

0: 输出0 (XM=高阻) ; 1: 输出1 (XM=GND)

XP_SEN---选择nXP的输出值

0: 输出0 (XP=外部电压) ; 1: 输出1 (XP连接
AIN[7])

8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留0	YM_SEN	YP_SEN	XM_SEN	XP_SEN	PULL_UP	AUTO_PST	XY_PST	

PULL---上拉切换使能

0: XP上拉使能;

1: XP上拉禁止

AUTO_PST---自动连续转换X轴和Y轴坐标模式选择

0: 普通A/D转换;

1: 连续X/Y轴转换模式

XY_PST---手动测量X轴和Y轴坐标模式选择

00: 无操作模式;

01: 对X坐标测量;

10: 对X坐标测量;

11: 等待中断模式

3、ADCDLY---ADC起始延迟寄存器

31	.....	16	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留为0			起始延迟数值---分两种情况																

第一情况：

对普通转换模式、分离的X/Y轴坐标转换模式、连续的X/Y轴坐标转换模式，**为转换延时数值。**

第二种情况：

对中断转换模式，为按压触摸屏后到产生中断请求的延迟时间数值，其时间单位为ms。

4、ADCDAT0---ADC转换数据0寄存器

15	14	13	12	11	10	9	.....	0
UPDOWN	AUTO_PST	XY_PST	保留（0）			XPDATA或普通ADC值		

UPDOWN---等待中断模式的按压状态

0：触笔点击；

1：触笔提起

AUTO_PST---自动X/Y轴转换模式指示

0：普通转换模式；

1：X/Y轴坐标连续转换

XY_PST---手动X/Y轴转换模式指示

00：无操作；

01：为X轴坐标转换

10：为Y轴坐标转换

11：为等待中断转换

XPDATA[9：0]：为X轴坐标转换数值、或普通ADC转换数值
具体意义由其它位指示。其值为：0---0x3FF

5、ADC DAT1---ADC转换数据1寄存器

15	14	13	12	11	10	9	.....	0
UPDOWN	AUTO_PST	XY_PST	保留 (0)			YPDATA		

UPDOWN---等待中断模式的按压状态

0: 触笔点击;

1: 触笔提起

AUTO_PST---自动X/Y轴转换模式指示

0: 普通转换模式;

1: X/Y轴坐标连续转换

XY_PST---手动X/Y轴转换模式指示

00: 无操作;

01: 为X轴坐标转换

11: 为Y轴坐标转换

11: 为等待中断转换

YPDATA[9: 0]: 为10位Y轴坐标转换结果

其值为: 0---0x3FF

例题：编写程序，对3通道的模拟量连续做10次转换，用查询方式读取转换结果，其数据存于0x400000开始的区域。

AREA ADC, CODE, READONLY

ENTRY

START


```
#define rADCCON (*(volatile unsigned *)0x58000000)
#define rADCDAT0 (*(volatile unsigned *)0x5800000c)
#define pref 49
#define ch 3
void adc(void)
{ int adc_data[10], i;

  rADCCON=(1<<14)|((pref<<6)|(ch<<3)|1 //允许预分频
  for(i=0;i<10;i++)
  { while(rADCCON&0x8000==0); //查询转换结束否
    adc_data[i]=rADCDAT0&0x3ff; //读取转换结果
    rADCCON|=1; //再次启动转换
  }
}
```