

# Osptek Display

## MICRO-OLED SPECIFICATION

Model No:

**FM04122A**

*osptek*<sup>®</sup>

## 目录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1. 概述 .....        | 4  |
| 2. 产品特点 .....      | 4  |
| 3. 结构参数 .....      | 5  |
| 4. 结构图 .....       | 6  |
| 5. 模块接口 .....      | 7  |
| 6. 极限操作范围 .....    | 9  |
| 7. 额定操作范围 .....    | 9  |
| 8. 光电特性 .....      | 10 |
| 9. 功能说明及应用电路 ..... | 11 |
| 9.1 电源时序 .....     | 11 |
| 9.2 颜色空间转换 .....   | 12 |
| 9.3 应用电路 .....     | 13 |
| 10. 寄存器配置说明 .....  | 14 |
| 11. 二线串行接口 .....   | 22 |
| 12. 可靠性 .....      | 25 |

## 修订记录

[illegible]

## 1. 概述

FM04122A 是一款具有 1024\*768 点阵的 0.39 英寸全彩色硅基显示模块。该显示模块的特点是高亮度、高对比度、窄边框、宽视角、宽温域和低功耗，用于头戴式显示器、AR 眼镜等。

## 2. 产品特点

- 显示颜色：全彩
- 最高分辨率 1024\*768
- 数字视频接口
  - 支持 24 位 RGB 数字视频
  - 支持 24 位 YCbCr 数字视频
  - 支持 16 位 4:2:2 格式 YCbCr 数字视频
  - 支持逐行扫描
- 数字信号增强
  - 对比度调节
- 8 位输入，256 级灰阶显示，10 位 D/A 转换
- 水平/垂直图像镜像
- 2 线串行编码接口
- 可在-40℃~65℃工作（为保证芯片正常工作，需配置散热模块，建议工作温度≤60℃）

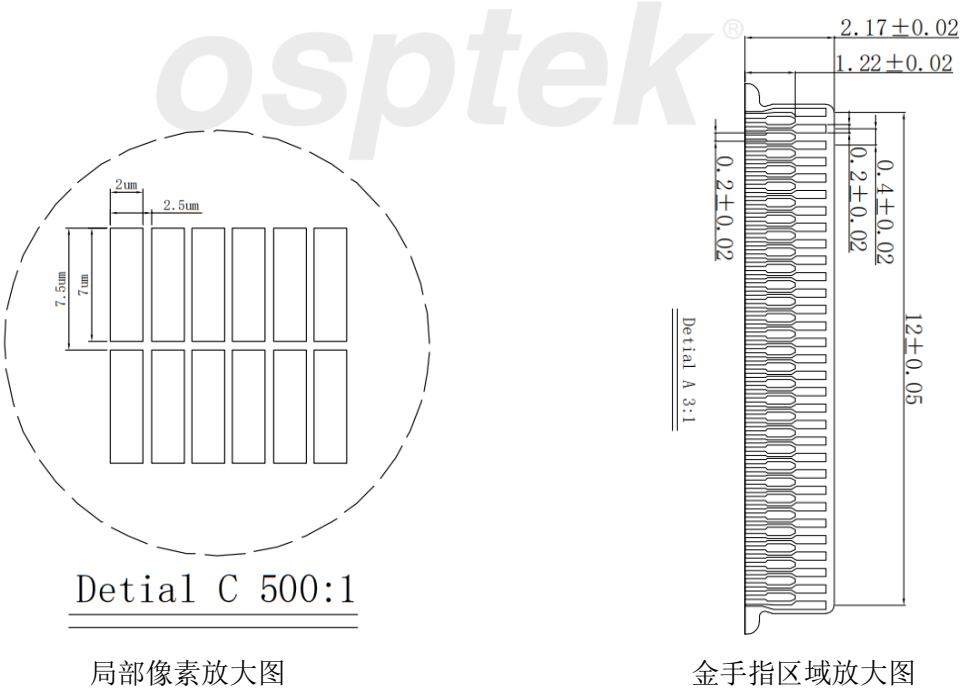
osptek®

### 3. 结构参数

| 序号 | 项目             | 规格         | 单位              |
|----|----------------|------------|-----------------|
| 1  | 分辨率            | 1024×768   | —               |
| 2  | 像素尺寸           | 7.5×7.5    | $\mu\text{m}^2$ |
| 3  | 像素间距           | 7.5        | $\mu\text{m}^2$ |
| 4  | 显示区域面积         | 7.92×6.00  | $\text{mm}^2$   |
| 5  | 屏体尺寸           | 11.72×8.41 | $\text{mm}^2$   |
| 6  | 模组尺寸<br>(FPCA) | 50.4×15.6  | $\text{mm}^2$   |
| 7  | A/A 区对角线尺寸     | 0.39       | inch            |
| 8  | 模组重量           | 0.73±0.1   | gram            |

osptek®

## 4. 结构图纸



## 5. 模块接口

| Pin 序 | Pin 定义   | 类型  | 描述                        |
|-------|----------|-----|---------------------------|
| 1     | VSS      | VSS | 接地                        |
| 2     | VCOM     | 电源  | OLED 器件共阴极                |
| 3     | AVDD     | 电源  | 5V 电源接并联电容 22uF, 0.1uF 到地 |
| 4     | VSS      | VSS | 接地                        |
| 5     | VSS      | VSS | 接地                        |
| 6     | VSS      | VSS | 接地                        |
| 7     | VSS      | VSS | 接地                        |
| 8     | VDD1V8   | 电源  | 数字电源 1.8V 接 0.1uF 电容到地    |
| 9     | PCLK     | 输入  | 像素时钟                      |
| 10    | HS       | 输入  | 行同步信号                     |
| 11    | VS       | 输入  | 场同步信号                     |
| 12    | OLED RST | 输入  | 复位信号                      |
| 13    | R7       | 输入  | 红色[7]数字视频输入               |
| 14    | R6       | 输入  | 红色[6]数字视频输入               |
| 15    | R5       | 输入  | 红色[5]数字视频输入               |
| 16    | R4       | 输入  | 红色[4]数字视频输入               |
| 17    | R3       | 输入  | 红色[3]数字视频输入               |
| 18    | R2       | 输入  | 红色[2]数字视频输入               |
| 19    | R1       | 输入  | 红色[1]数字视频输入               |
| 20    | R0       | 输入  | 红色[0]数字视频输入               |
| 21    | G7       | 输入  | 绿色[7]数字视频输入               |
| 22    | G6       | 输入  | 绿色[6]数字视频输入               |
| 23    | G5       | 输入  | 绿色[5]数字视频输入               |
| 24    | G4       | 输入  | 绿色[4]数字视频输入               |
| 25    | G3       | 输入  | 绿色[3]数字视频输入               |
| 26    | G2       | 输入  | 绿色[2]数字视频输入               |
| 27    | G1       | 输入  | 绿色[1]数字视频输入               |
| 28    | G0       | 输入  | 绿色[0]数字视频输入               |
| 29    | VDD1V8   | 电源  | 数字电源 1.8V 接 0.1uF 电容到地    |
| 30    | VSS      | VSS | 接地                        |
| 31    | B7       | 输入  | 蓝色[7]数字视频输入               |
| 32    | B6       | 输入  | 蓝色[6]数字视频输入               |
| 33    | B5       | 输入  | 蓝色[5]数字视频输入               |
| 34    | B4       | 输入  | 蓝色[4]数字视频输入               |
| 35    | B3       | 输入  | 蓝色[3]数字视频输入               |
| 36    | B2       | 输入  | 蓝色[2]数字视频输入               |

|    |                      |       |                                 |
|----|----------------------|-------|---------------------------------|
| 37 | B1                   | 输入    | 蓝色[1]数字视频输入                     |
| 38 | B0                   | 输入    | 蓝色[0]数字视频输入                     |
| 39 | ADDR0                | 输入    | 内部 I <sup>2</sup> C Slave 地址控制  |
| 40 | NC                   | NC    | 悬空                              |
| 41 | REF IN               | 输入    | 参考电压控制端口, 接 0.1uF 电容到地          |
| 42 | NC                   | NC    | 悬空                              |
| 43 | I <sup>2</sup> C SCL | 输入    | I <sup>2</sup> C 串行通讯时钟线        |
| 44 | NC                   | NC    | 悬空                              |
| 45 | I <sup>2</sup> C SDA | 输入/输出 | I <sup>2</sup> C 串行通讯数据线        |
| 46 | DE                   | 输入    | 数据有效信号                          |
| 47 | VSS                  | VSS   | 接地                              |
| 48 | VSS                  | VSS   | 接地                              |
| 49 | VDD1V8               | 电源    | 数字电源 1.8V 接 0.1uF 电容到地          |
| 50 | FSA R                | 输出    | R 通道亮度调节, 接12 K 电阻到地            |
| 51 | FSA G                | 输出    | G 通道亮度调节, 接12 K 电阻到地            |
| 52 | FSA B                | 输出    | B 通道亮度调节, 接12 K 电阻到地            |
| 53 | BW R                 | 输入    | R 通道 DAC 性能控制端口, 接0.1uF 电容到1.8V |
| 54 | BW G                 | 输入    | G 通道 DAC 性能控制端口, 接0.1uF 电容到1.8V |
| 55 | BW B                 | 输入    | B 通道 DAC 性能控制端口, 接0.1uF 电容到1.8V |
| 56 | VSS                  | VSS   | 接地                              |
| 57 | VSS                  | VSS   | 接地                              |
| 58 | VSS                  | VSS   | 接地                              |
| 59 | AVDD                 | 电源    | 5V 电源接并联电容 22uF, 0.1uF 到地       |
| 60 | VCOM                 | 电源    | OLED 器件共阴极                      |
| 61 | VSS                  | VSS   | 接地                              |

## 6. 极限操作范围

| 项目      | 标识     | 最小值  | 最大值 | 单位 | 备注       |
|---------|--------|------|-----|----|----------|
| 1.8V 电源 | VDD1V8 | -0.3 | 2   | V  | IC 最大范围值 |
| 5V 电源   | AVDD   | -0.3 | 6   | V  | IC 最大范围值 |
| 负电源     | VCOM   | -5.5 | 0   | V  | IC 最大范围值 |
| 工作温度    | Top    | -40  | +65 | °C | -        |
| 储存温度    | Tpnl   | -55  | +80 | °C | -        |

注：最大范围值为瞬间不得超过的极限值。使用或超过这些额定值的条件可能影响产品的寿命与可靠性，但产品也有可能损坏。建议在产品典型操作条件下工作。

## 7. 额定操作范围

| 项目        | 标识     | 测试条件       | 最小值     | 典型值  | 最大值    | 单位 |
|-----------|--------|------------|---------|------|--------|----|
| 工作电压      | VDD1V8 | -          | 1.62    | 1.8  | 1.98   | V  |
|           | AVDD   | -          | 4.5     | 5    | 5.5    | V  |
|           | VCOM   | -          | -       | 0    | -      | V  |
| 高电平输入电压   | VIH    | -          | 0.7VDD  | -    | VDD    | V  |
| 低电平输入电压   | VIL    | -          | 0       | -    | 0.3VDD | V  |
| 高电平输入电压   | Vt+    | Schmitt 输入 | 0.7VDD  | -    | VDD    |    |
| 低电平输入电压   | Vt+    | Schmitt 输入 | 0       | -    | 0.3VDD |    |
| Vt+ - Vt+ | Vhys   | Schmitt 输入 | -       | 0.50 | -      |    |
| 逻辑高电平输出电压 | VOH    | -          | VDD-0.4 | -    | -      | V  |
| 逻辑低电平输出电压 | VOL    | -          | -       | -    | 0.4    | V  |

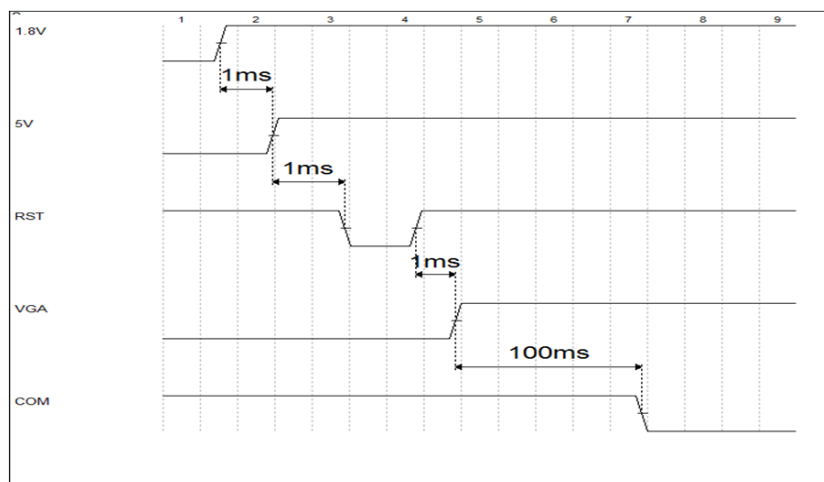
## 8. 光电特性

| 项目     | 符号  | 测试条件           | 最小值      | 典型值  | 最大值  | 单位                |
|--------|-----|----------------|----------|------|------|-------------------|
| 正常模式亮度 | Lbr | 全像素点亮（白光）      | -        | 300  | -    | cd/m <sup>2</sup> |
| 正常模式功耗 | Pt  | 全像素点亮（白光）      | -        | 85   | -    | mW                |
| 色坐标（白） | (x) | x, y (CIE1931) | 0.28     | 0.31 | 0.34 | -                 |
|        | (y) |                | 0.30     | 0.33 | 0.36 | -                 |
| 色坐标（红） | (x) |                | 0.57     | 0.60 | 0.63 | -                 |
|        | (y) |                | 0.30     | 0.33 | 0.36 | -                 |
| 色坐标（绿） | (x) |                | 0.20     | 0.23 | 0.26 | -                 |
|        | (y) |                | 0.60     | 0.63 | 0.66 | -                 |
| 色坐标（蓝） | (x) |                | 0.11     | 0.14 | 0.17 | -                 |
|        | (y) |                | 0.04     | 0.07 | 0.10 | -                 |
| 对比度    | CR  | -              | ≥10000:1 | -    | -    | -                 |
| 可视角    | -   | -              | -        | TBD  | -    | Degree            |

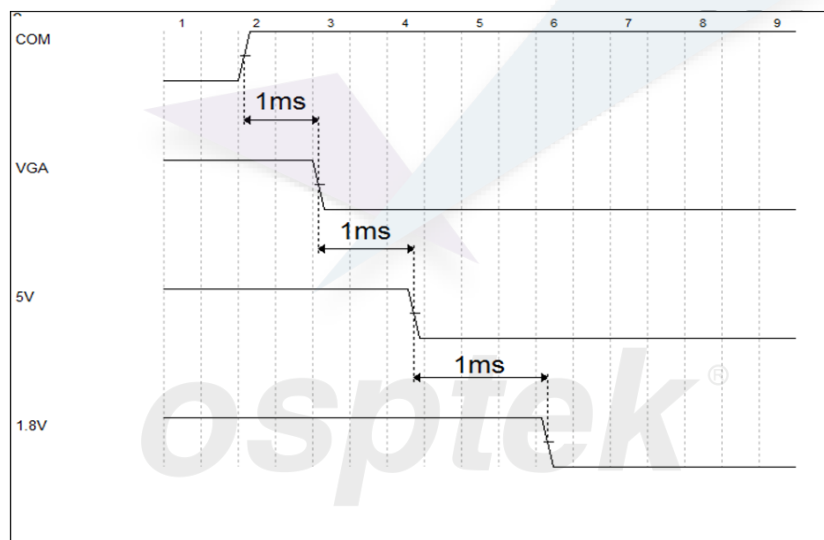
osptek®

## 9. 功能说明及应用电路

### 9.1 电源时序



上电时序



下电时序

## 9.2 颜色空间转换

当输入信号是 YCbCr 时，应用此功能可转换为 RGB 信号。当输入格式为 4:4:4 格式时，直接使用颜色空间转换功能；当输入格式为 4:2:2 格式时，应先经过内部 4:2:2 格式转换 4:4:4 格式功能模块后，再进行颜色空间转换。

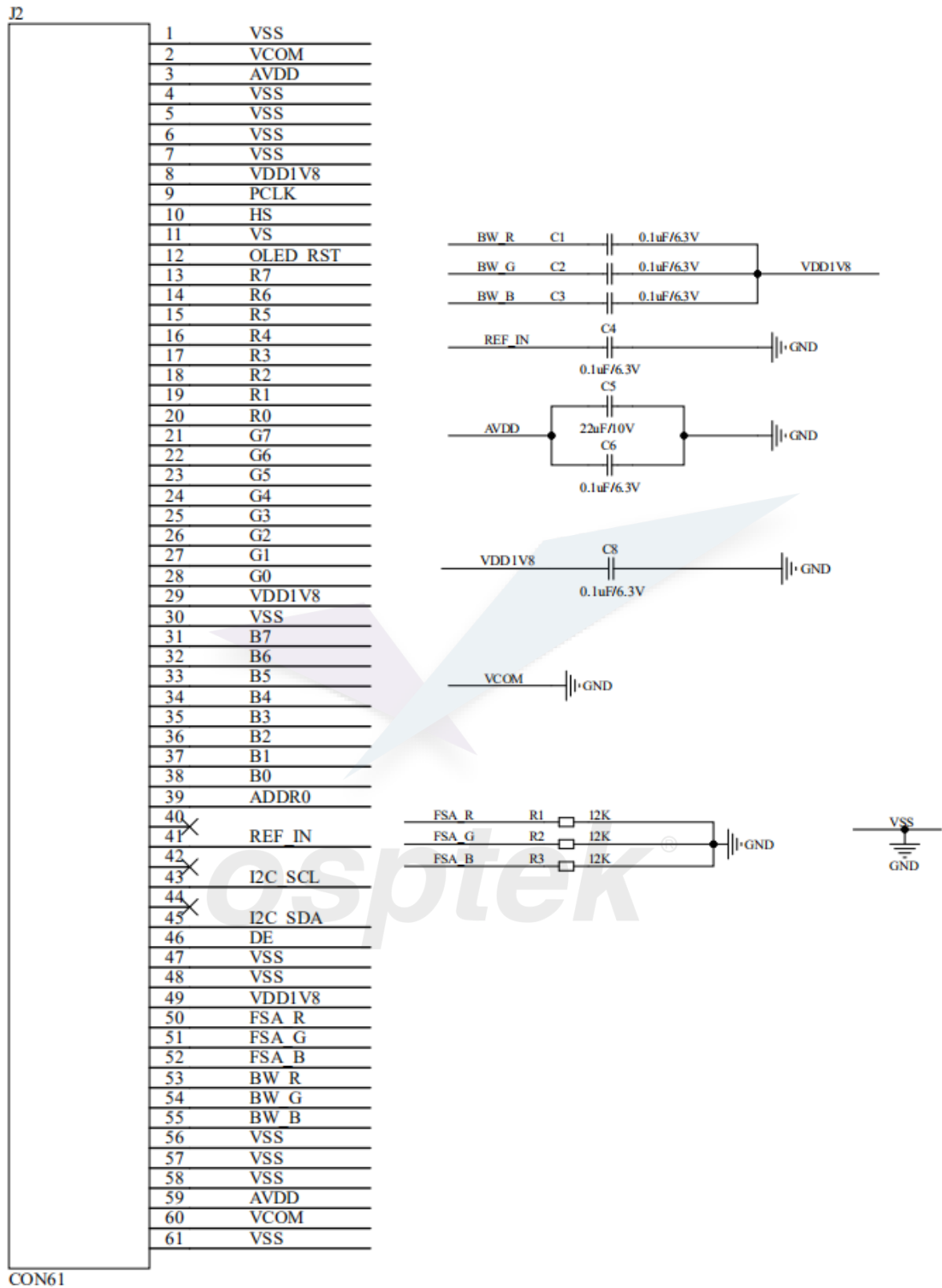
16 位 4:2:2 格式 YCbCr、24 位 4:4:4 格式 YCbCr 和 24 位 RGB 格式的信号连接方式如下表所示。

| 序号 | 引脚    | 视频格式         |              |            | 备注 |
|----|-------|--------------|--------------|------------|----|
|    |       | YCbCr(4:2:2) | YCbCr(4:4:4) | RGB(4:4:4) |    |
| 1  | 13~20 | Y[7:0]       | Y[7:0]       | R[7:0]     |    |
| 2  | 21~28 | CbCr[7:0]    | Cb[7:0]      | G[7:0]     |    |
| 3  | 31~38 | 未使用, 需接地     | Cr[7:0]      | B[7:0]     |    |

此功能使用的寄存器为 0x04~0x05。



### 9.3 应用电路



匹配连接器型号: 61FVXS-RSM1-GAN\_LF\_SN

## 10. 寄存器配置说明

寄存器设置总体概况如下表所示：

| 地址            | Bit7                               | Bit6 | Bit5      | Bit4 | Bit3        | Bit2         | Bit1     | Bit0 | 复位值         |
|---------------|------------------------------------|------|-----------|------|-------------|--------------|----------|------|-------------|
| 0x00          | 识别码寄存器                             |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x01          | 温度值存取寄存器                           |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x02          | 预留                                 |      |           |      | *           | Sel_data_out |          |      | 8'h00       |
| 0x03          | 预留                                 | *    | *         | *    | *           | *            | *        | *    | 8'h00       |
| 0x04          | Sel_cr_in                          |      | Sel_cb_in |      | Sel_y_in    |              | *        | *    | 8'h00       |
| 0x05          | 预留                                 | *    | *         | *    | Sel_cbcr_in |              | Sel_y_in |      | 8'hff       |
| 0x06          |                                    |      | 伽马校正输     |      | *           | *            | 对比度输入    |      | 8'h00       |
| 0x07~<br>0x1b | R 数据伽马校正中的 lut 值                   |      |           |      |             |              |          |      | -           |
| 0x1c~<br>0x30 | G 数据伽马校正中的 lut 值                   |      |           |      |             |              |          |      |             |
| 0x31~<br>0x45 | B 数据伽马校正中的 lut 值                   |      |           |      |             |              |          |      |             |
| 0x46~<br>0x56 | 伽马校正中的 region 值                    |      |           |      |             |              |          |      | -           |
| 0x57          | 对比度调节寄存器                           |      |           |      |             |              |          |      | 8'h40       |
| 0x58          | *                                  |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x59          | 预留                                 |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x5a~<br>0x5b | 显示位置移动时间={0x5b, 0x5a}*16.6ms       |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x5c          | 显示位置移动的行数                          |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x5d          | 显示位置移动的列数                          |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x5e~<br>0x5f | 0x5e+0x5f=行后廊-1                    |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00/8'h9f |
| 0x60          | 行后廊值-25                            |      |           |      |             |              |          |      | 8'h87       |
| 0x61          | C_DIN 脉冲宽度=clk*(0x61+1)            |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x62          | 场后廊-16                             |      |           |      |             |              |          |      | 8'h0d       |
| 0x63          | TB                                 |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x64          | 预留                                 |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x65          | TB_ENABLE_OUT 信号脉冲宽度=clk*4*0x65    |      |           |      |             |              |          |      | 8'h80       |
| 0x66          | PRESET_FOLLOW_TB 信号脉冲宽度=clk*4*0x66 |      |           |      |             |              |          |      | 8'h80       |
| 0x67          | 预留                                 |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x68          | 选择测试图片                             |      |           |      |             |              |          |      | 8'h00       |
| 0x69          | 自动切换测试图形时间间隔=16.6*0x69 ms          |      |           |      |             |              |          |      | 8'hb4       |
| 0x6a          | 全屏黑白方格图形（测试图形 16）每个方格像素数           |      |           |      |             |              |          |      | 8'h32       |

|               |                                 |   |   |         |               |             |       |             |
|---------------|---------------------------------|---|---|---------|---------------|-------------|-------|-------------|
| 0x6b          | 条纹宽度（像素数）                       |   |   |         |               |             |       | 8'h0a       |
| 0x6c~<br>0x6d | 全屏可控灰度图形灰度={0x6c, 0x6d[1:0]}    |   |   |         |               |             |       | 8'h00~8'h00 |
| 0x6e~<br>0x81 | 测试图形 25 的 4*4 区域灰度              |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0x82          | 预留                              |   |   |         | *             | *           | 8'h00 |             |
| 0x83          | 更新温度值，时间为 16.6*此寄存器值 ms         |   |   |         |               |             |       | 8'h06       |
| 0x84          | 计数 1                            |   |   |         |               | *           | 8'h14 |             |
| 0x85          | 计数 2                            |   |   |         |               |             |       | 8'h05       |
| 0x86          | *                               | * | * | *       | Sel_com_in    | Sel_vref_in | 8'h00 |             |
| 0x87          | temp_feedback_VREF              |   |   |         |               |             |       | 8'hd0       |
| 0x88          | temp_feedback_COM               |   |   |         |               |             |       | 8'he3       |
| 0x89~<br>0xa9 | VREF 有关温度校正算法的 lut 值            |   |   |         |               |             |       | -           |
| 0xaa~<br>0xca | COM 有关温度校正算法的 lut 值             |   |   |         |               |             |       |             |
| 0xcb          | 预留                              | * | * | Sel_out | Sel_vs_in_pwm | *           | 8'h00 |             |
| 0xcc          | PWM 第一个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'hff       |
| 0xcd          | PWM 第二个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'hff       |
| 0xce          | PWM 第三个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xcf          | PWM 第四个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xd0          | PWM 第五个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xd1          | PWM 第六个脉冲产生时间                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xd2          | PWM 第一个脉冲产生时间补充                 |   |   |         |               |             |       | 8'h20       |
| 0xd3          | PWM 第二个脉冲产生时间补充                 |   |   |         |               |             |       | 8'h21       |
| 0xd4~<br>0xd5 | 一行时间内发光的像素周期个数 {0xd4, 0xd5}     |   |   |         |               |             |       | 8'h00/8'h64 |
| 0xd6          | PWM 扫描链时钟脉宽为像素时钟*0xd6 值         |   |   |         |               |             |       | 8'h64       |
| 0xd7          | 预留                              |   |   |         | *             | *           | 8'h00 |             |
| 0xd8          | 预留                              |   | * | *       | *             | *           | 8'h00 |             |
| 0xd9          | 过温保护的溫度值                        |   |   |         |               |             |       | 8'he1       |
| 0xda          | 恢复溫度值                           |   |   |         |               |             |       | 8'hc8       |
| 0xdb          | 产生 disable 信号场后廊计数              |   |   |         |               |             |       | 8'h19       |
| 0xdc          | 预留                              |   |   |         | *             | *           | 8'h00 |             |
| 0xdd          | *                               | * | * | *       | *             | *           | 8'h00 |             |
| 0xde          | CTR_R_IN[8:1]                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xdf          | CTR_G_IN[8:1]                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xe0          | CTR_B_IN[8:1]                   |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xe1          | 像素时钟延迟模块 A: DelayA Control[8:1] |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |
| 0xe2          | 像素时钟延迟模块 B: DelayB Control[8:1] |   |   |         |               |             |       | 8'h00       |

|      |                              |                                |                  |                                 |       |
|------|------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------|-------|
| 0xe3 | R 通道 DAC 亮度调整: BR_R[8:1]     |                                |                  |                                 | 8'h7f |
| 0xe4 | G 通道 DAC 亮度调整: BR_G[8:1]     |                                |                  |                                 | 8'h7f |
| 0xe5 | B 通道 DAC 亮度调整: BR_B[8:1]     |                                |                  |                                 | 8'h7f |
| 0xe6 | 预留                           |                                | EN_R_IN[4:1]     |                                 | 8'h23 |
| 0xe7 | EN_G_IN[4:1]                 |                                | EN_B_IN[4:1]     |                                 | 8'h23 |
| 0xe8 | VREF Control[8:1]            |                                |                  |                                 | 8'h23 |
| 0xe9 | 模拟信号模块 REG15: Ctrl1 ect.     |                                |                  |                                 | 8'h1e |
| 0xea | 模拟信号模块 REG16: Ctrl2 ect.     |                                |                  |                                 | 8'h18 |
| 0xeb | 显示低分辨率图像时上方 blank 行数         |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xec | 显示低分辨率图像时左边 blank 列数         |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xed | 显示低分辨率图像时列方向补偿设置             |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xee | {0xee, 0xf0[6:4]} 为显示低分辨率的行数 |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xef | {0xef, 0xf0[2:0]} 为显示低分辨率的列数 |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xf0 | *                            | {0xee, 0xf0[6:4]}:<br>低分辨率的总行数 | 预留               | {0xee, 0xf0[2:0]}: 低分<br>辨率的总列数 | 8'h00 |
| 0xf1 | 预留                           |                                |                  |                                 | 8'h80 |
| 0xf2 | *                            | sel_3d_mode                    | left_right_frame | 3d_mode_start                   | 8'h00 |
| 0xf3 | 预留                           |                                |                  |                                 | 8'h01 |
| 0xf4 | 预留                           |                                |                  |                                 | 8'h80 |
| 0xf5 | sc6008_v2: reg_sel_state     |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xf6 | TSTA[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'h00 |
| 0xf7 | TSTB[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'h01 |
| 0xf8 | DC_A[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'hfe |
| 0xf9 | DC_B[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'he4 |
| 0xfa | DC_C[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'he0 |
| 0xfb | DC_D[8:1]                    |                                |                  |                                 | 8'h4c |

备注：带\*的设置值参考I<sup>2</sup>C 寄存器详细使用说明。

I<sup>2</sup>C 寄存器详细使用说明以下所示。

#### 1) I<sup>2</sup>C 地址说明

| I <sup>2</sup> C 地址位 |                     |                                  |    |
|----------------------|---------------------|----------------------------------|----|
| Bit                  | Bit Field           | 描述                               | 备注 |
| Bit[7:1]             | I <sup>2</sup> C 地址 | {000010, sla_addr}, sla_addr 可配置 |    |
| Bit 0                | R/W                 | I2C 读/写位<br>0: 写<br>1: 读         |    |

## 2) 识别码预留地址

| 寄存器地址 0x00 |                                                                           |       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | 描述                                                                        | 复位值   |
| Bit[7:0]   | 读取 EEPROM 时的识别码寄存器。当 EEPROM 的 0x00 地址寄存器值为 0xA3 时, 读取此 EEPROM 后续值, 否则不读取。 | 8'h00 |

## 3) 温度值存取寄存器

| 寄存器地址 0x01 |                 |       |
|------------|-----------------|-------|
| Bit        | 描述              | 复位值   |
| Bit[7:0]   | 温度值会自动更新到此寄存器中。 | 8'h00 |

## 4) RGB 数据输出选择寄存器

| 寄存器地址 0x02 |              |                                                                                                                                                                     |       |
|------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | BIT FIELD    | 描述                                                                                                                                                                  | 复位值   |
| Bit[7:4]   | 预留           | 预留                                                                                                                                                                  | 8'h00 |
| Bit 3      | Sel_timing   | 0: 时序模块产生的 timing 信号<br>1: 外部输入的 timing 信号                                                                                                                          |       |
| Bit[2:0]   | Sel_data_out | 000: 伽马校正数据<br>001: {data_in, 2'b00}<br>010: 对比度调节数据<br>011: {data_in, 2'b00}<br>100: {2'b00, data_in}<br>101: 颜色互换数据<br>110: {YCbCr, 2'b00}<br>111: {2'b00, YCbCr} |       |

## 4) 输入选择寄存器

| 寄存器地址 0x03 |           |                                                             |    |       |
|------------|-----------|-------------------------------------------------------------|----|-------|
| Bit        | Bit Field |                                                             | 描述 | 复位值   |
| Bit 7      | 预留        | 预留                                                          |    | 8'h00 |
| Bit 6      | EN_SELF   | 0：使用自适应确定的 VS/HS/DE 极性<br>1：不使用自适应确定的极性<br>0：消隐区数据为解码芯片给的数据 |    |       |
| Bit 5      | DATA      | 1：消隐区给的数据为 0                                                |    |       |

|       |      |                               |  |
|-------|------|-------------------------------|--|
| Bit 4 | R_CK | 0: 为输入 R_CK<br>1: 为输入 R_CK 取反 |  |
| Bit 3 | TB   | 0: 为输入 TB<br>1: 为输入 TB 取反     |  |
| Bit 2 | DE   | 0: 为输入 DE 1: 为输入 DE 取反        |  |
| Bit 1 | HS   | 0: 为输入 HS 1: 为输入 HS 取反        |  |
| Bit 0 | VS   | 0: 为输入 VS 1: 为输入 VS 取反        |  |

##### 5) YCbCr 转RGB 相关

| 寄存器地址 0x04 |            |                                                                                 |       |
|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | BIT FIELD  | 描述                                                                              | 复位值   |
| Bit[7:6]   | Sel_cr_in  | YCbCr 转 RGB 输入选择<br>00: 422 转 444 输出 CR_OUT<br>01: b_in<br>10: r_in<br>11: g_in | 8'h00 |
| Bit[5:4]   | Sel_cb_in  | YCbCr 转 RGB 输入选择<br>00: 422 转 444 输出 CB_OUT<br>01: g_in<br>10: b_in<br>11: r_in |       |
| Bit[3:2]   | Sel_y_in   | YCbCr 转 RGB 输入选择<br>00: 422 转 444 输出 Y_OUT<br>01: r_in 10: g_in 11: b_in        |       |
| Bit 1      | Clk_gate_2 | YCbCr 转 RGB 门控时钟<br>0: 时钟关闭<br>1: 时钟开启                                          |       |
| Bit 0      | Clk_gate_1 | 422 转 444 格式的门控时钟<br>0: 时钟关闭<br>1: 时钟开启                                         |       |

| 寄存器地址 0x05 |               |                                        |       |
|------------|---------------|----------------------------------------|-------|
| Bit        | BIT FIELD     | 描述                                     | 复位值   |
| Bit 7      | 预留            | 预留                                     | 8'hff |
| Bit 6      | Sel_out       | 输出后 cb 和 cr 数据互换<br>1: 不互换<br>0: 互换    |       |
| Bit 5      | Sel_cbcr_flag | 转换时第一个数据确定为 cb 还是 cr<br>1: cb<br>0: cr |       |

|          |             |                                                        |  |
|----------|-------------|--------------------------------------------------------|--|
| Bit 4    | Sel_de      | 1: de<br>0: de 取反                                      |  |
| Bit[3:2] | Sel_cbcr_in | 422 格式转 444 格式输入选择<br>00: r_in<br>10: b_in<br>x1: g_in |  |
| Bit[1:0] | Sel_y_in    | 422 格式转 444 格式输入选择<br>00: b_in<br>10: g_in<br>x1: r_in |  |

#### 6) 对比度调节寄存器

| 寄存器地址 0x57 |          |       |
|------------|----------|-------|
| Bit        | 描述       | 复位值   |
| Bit[7:0]   | 对比度调节寄存器 | 8'h40 |

#### 7) 颜色互换功能寄存器

| 寄存器地址 0x58 |               |                                                                                                                           |       |
|------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | Bit Field     | 描述                                                                                                                        | 复位值   |
| Bit 7      | 颜色互换时钟        | 颜色互换时钟<br>0: 时钟关闭<br>1: 时钟开启                                                                                              | 8'h00 |
| Bit 6      | 预留            | 预留                                                                                                                        |       |
| Bit[5:4]   | 颜色互换模块 B 输入选择 | 颜色互换模块 B 输入数据选择<br>00: 伽马校正模块 B 输出<br>01: {RGB_B[7:0], 2'b00}<br>10: {2'b00, RGB_B[7:0]}<br>11: {YCBCR_OUT_B[7:0], 2'b00} |       |
| Bit[3:2]   | 颜色互换模块 G 输入选择 | 颜色互换模块 G 输入数据选择<br>00: 伽马校正模块 G 输出<br>01: {RGB_G[7:0], 2'b00}<br>10: {2'b00, RGB_G[7:0]}<br>11: {YCBCR_OUT_G[7:0], 2'b00} |       |
| Bit[1:0]   | 颜色互换模块 R 输入选择 | 颜色互换模块 R 输入数据选择<br>00: 伽马校正模块 R 输出<br>01: {RGB_R[7:0], 2'b00}<br>10: {2'b00, RGB_R[7:0]}<br>11: {YCBCR_OUT_R[7:0], 2'b00} |       |

| 寄存器地址 0x59 |                  |                                                                                          |       |
|------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | Bit Field        | 描述                                                                                       | 复位值   |
| Bit[7:6]   | 预留               | 预留                                                                                       | 8'h00 |
| Bit[5:4]   | 颜色互换模块<br>B 通道输出 | B 数据输出选择<br>00: B_OUT = B_IN<br>01: B_OUT = R_IN<br>10: B_OUT = G_IN<br>11: B_OUT = B_IN |       |
| Bit[3:2]   | 颜色互换模块<br>G 通道输出 | G 数据输出选择<br>00: G_OUT = G_IN<br>01: G_OUT = R_IN<br>10: G_OUT = B_IN<br>11: G_OUT = G_IN |       |
| Bit[1:0]   | 颜色互换模块<br>R 通道输出 | R 数据输出选择<br>00: R_OUT = R_IN<br>01: R_OUT = G_IN<br>10: R_OUT = B_IN<br>11: R_OUT = R_IN |       |

以R 通道数据变换寄存器设置为例：

1)颜色互换模块RGB 通道输入选择，设置0x58[1:0]为2'b00 时，R 伽马校 结果作为颜色互换模块R 通道输入；设置0x58[1:0]为2'b01 时，{ RGB\_R[7:0], 2'b00}作为R 通道输入；设置0x58[1:0]为2'b10 时，{ 2'b00, RGB\_R[7:0] }作为R 通道输入；设置0x58[1:0]为2'b10 时，{YCBCR\_OUT\_R[7:0], 2'b00 }作为R 通道输入；

2)设置0x58[7]为1'b1 以开启门控时钟在执行颜色变换时一定要设置0x58[7]有效，否则不能实现颜色变换功能；

3)设置 0x59[1:0]为 2'b00 时输出 R 本身的数据，即显示本身的颜色，设置 0x59[1:0]为2'b01 时输出G 通道数据实现红绿颜色变换设置0x59[1:0]为2'b10 时输出B 通道数据，实现红蓝颜色变换。

#### 8) 时序相关

| 寄存器地址 0x5a/0x5b |                                  |             |
|-----------------|----------------------------------|-------------|
| Bit             | 描述                               | 复位值         |
| Bit[7:0]        | 显示位置移动时间<br>={0x5b, 0x5a}*16.6ms | 8'h00/8'h00 |
| 寄存器地址 0x5c      |                                  |             |
| Bit             | 描述                               | 复位值         |
| Bit[7:0]        | 显示位置移动的行数                        | 8'h00       |
| 寄存器地址 0x5d      |                                  |             |

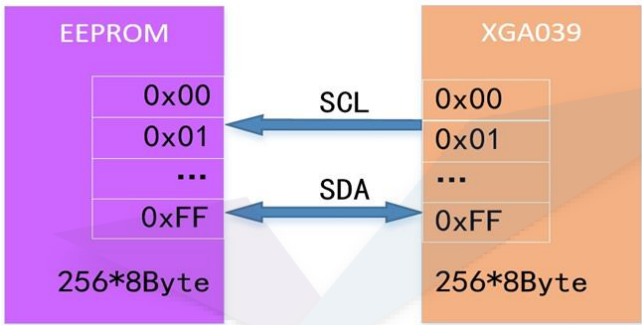
| Bit             | 描述                          | 复位值         |
|-----------------|-----------------------------|-------------|
| Bit[7:0]        | 显示位置移动的列数                   | 8'h00       |
| 寄存器地址 0x5e/0x5f |                             |             |
| Bit             | 描述                          | 复位值         |
| Bit[7:0]        | 0x5e+0x5f=行后廊-1             | 8'h00/8'h9f |
| 寄存器地址 0x60      |                             |             |
| Bit             | 描述                          | 复位值         |
| Bit[7:0]        | 行后廊值-10                     | 8'h96       |
| 寄存器地址 0x61      |                             |             |
| Bit             | 描述                          | 复位值         |
| Bit[7:0]        | C_DIN 脉冲宽度<br>=clk*(0x61+1) | 8'h00       |
| 寄存器地址 0x62      |                             |             |
| Bit             | 描述                          | 复位值         |
| Bit[7:0]        | 场后廊-8                       | 8'h16       |

| 寄存器地址 0x63 |              |                                                                   |       |
|------------|--------------|-------------------------------------------------------------------|-------|
| Bit        | BIT FIELD    | 描述                                                                | 复位值   |
| Bit[7:6]   | TB           | 00: TB_DLY[4]<br>01: TB_DLY[0]<br>10: TB_DLY[9]<br>11: TB_DLY[14] | 8'h00 |
| Bit 5      | C_DIN        | 0: 内部产生的 HS_FLAG<br>1: 内部产生的 HS_FLAG 取反                           |       |
| Bit 4      | R_CK         | 0: 内部产生的 HS<br>1: 内部产生的 HS 取反                                     |       |
| Bit 3      | R_DIN        | 0: 内部产生的 VS 取反<br>1: 内部产生的 VS                                     |       |
| Bit 2      | Sel_tb       | 0: 正常 tb 信号<br>1: 每帧 tb 与前一帧翻转                                    |       |
| Bit 1      | Sel_col_move | 0: 水平方向不移动<br>1: 水平方向移动                                           |       |
| Bit 0      | Sel_row_move | 0: 垂直方向不移动<br>1: 垂直方向移动                                           |       |

# 11. 二线串行接口

芯片内部集成适用于 I<sup>2</sup>C 标准协议的功能模块（8bit 传输协议）。通过此模块对不同寄存器的配置，实现内部芯片的对比度调节、伽马校正、显示位置移动 等功能的调整，其可直接与 I<sup>2</sup>C 上位机芯片通信。

此 I<sup>2</sup>C 在上电或复位后会实现作为master 的读数据功能，寻找I<sup>2</sup>C 总线上是否存在支持 2K EEPROM 协议的器件将此器件内部的值按照地址一一映射读取 到内部的 2K 寄存器中，2K EEPROM 地址与 I<sup>2</sup>C 寄存器地址对应关系如下图所示，其中 EEPROM 地址 0x00 的值应为0xA3，以此作为识别码，否则不会继续更新之后地址的值。完成此功能后，作为slave 与外部master 进行通信，只能行使slave 的功能。

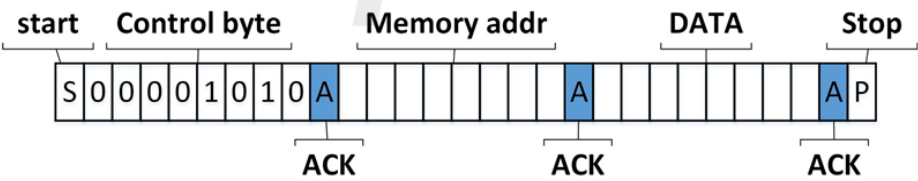


EEPROM 地址与 I<sup>2</sup>C 寄存器地址映射

此 I<sup>2</sup>C 的地址为 {6' b000010, sla\_addr}，加上一位读写位成为 control byte。

FM04112 芯片内部集成的 I<sup>2</sup>C 读写操作说明（以地址为 7' b0000101 为例）：

一次向一个地址写数据：



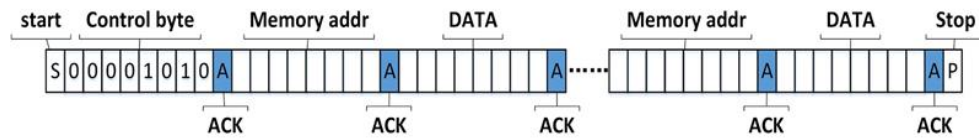
一次写一个寄存器数据 SDA 示意

根据上图时序，一次写一个寄存器的过程如下：

- 1) master 发出起始信号 start;
- 2) master 接着发出 control byte，且表示向 slave 写数据;
- 3) slave 应答;
- 4) master 发送要写入的寄存器地址;
- 5) slave 应答;
- 6) master 发送寄存器要写入的数据

- 7) slave 应答;
- 8) master 产生结束信号。

向多个不同寄存器写入数据:

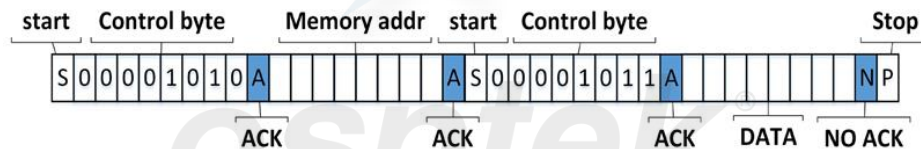


一次写多个寄存器数据 SDA 示意

根据上图时序，一次写多个寄存器的过程如下:

- 1) master 发出起始信号 start;
- 2) master 接着发出 control byte, 且表示向 slave 写数据;
- 3) slave 应答;
- 4) master 发送要写入的寄存器地址;
- 5) slave 应答;
- 6) master 发送寄存器要写入的数据;
- 7) slave 应答;
- 8) 重复 4) 5) 6) 和 7) 步骤直至要的接触器全部写完;
- 9) master 产生结束信号。

读取特定地址的寄存器数据如下图所示:

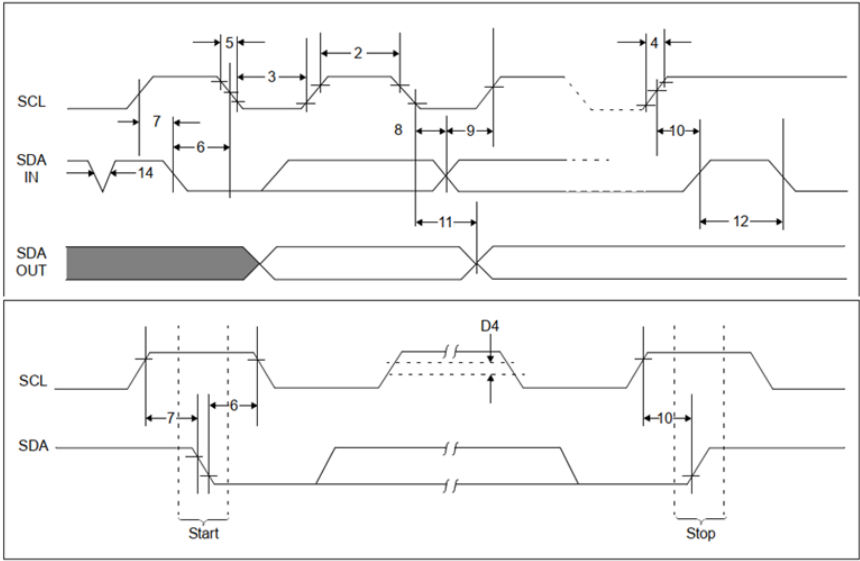


读数据 SDA 示意图

根据上图时序，读数据过程如下:

- 1) master 发出起始信号start;
- 2) master 接着发出control byte, 且表示向slave 写数据;
- 3) slave 应答;
- 4) master 发送要读取的寄存器地址;
- 5) slave 应答;
- 6) master 重新产生起始信号;
- 7) master 接着发出control byte, 且表示向slave 读数据;
- 8) slave 应答;
- 9) slave 发送要读取的寄存器数据;
- 10) slave 不产生应答信号;
- 11) master 产生结束信号。

参照下图I<sup>2</sup>C时序示意图，I<sup>2</sup>C 通信的timing 要求如下表所示。



I<sup>2</sup>C 时序示意图

通信的timing 要求：

| 序号 | 参数             | 标识      | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位  |
|----|----------------|---------|------|------|------|-----|
| 1  | 时钟频率           | Fclk    | -    | 100  | 400  | KHz |
| 2  | 时钟高电平时间        | Thigh   | 4000 | 5000 | -    | ns  |
| 3  | 时钟低电平时间        | Tlow    | 4700 | 5000 | -    | ns  |
| 4  | SDA 和 SCL 上升时间 | Tr      | -    | -    | 300  | ns  |
| 5  | SDA 和 SCL 下降时间 | Tf      | -    | -    | 300  | ns  |
| 6  | 开始条件持续时间       | Thd:sta | 600  | -    | -    | ns  |
| 7  | 开始条件设定时间       | Tsu:sta | 600  | -    | -    | ns  |
| 8  | 数据输入持续时间       | Thd:dat | 0    | -    | -    | ns  |
| 9  | 数据输入设定时间       | Tsu:dat | 100  | -    | -    | ns  |
| 10 | 停止条件设定时间       | Tsu:sto | 600  | -    | -    | ns  |
| 11 | 时钟输出有效时间       | Taa     | -    | -    | 3500 | ns  |

## 12. 可靠性

| 序号 | 测试项目   | 测试条件                                                                                                                                                                                                                               | 样本量  | 判断标准                        | 备注 |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|----|
| 1  | 高温存储   | 产品非工作状态, 试验条件: 85℃, 时间24H。<br>试验完成后产品取出后恢复到室温, 确认情况。                                                                                                                                                                               | 2pcs | 外观 OK, 显示功能 OK, 色坐标在我司管控范围内 |    |
| 2  | 高温工作   | 产品工作状态, 试验条件: 65℃, 时间24H。<br>试验完成后, 产品不取出, 在该条件下确认产品光电参数。取出恢复室温后检查产品显示功能和外观情况。                                                                                                                                                     | 2pcs | 外观OK, 显示功能OK, 色坐标在我司管控范围内   |    |
| 3  | 低温存储   | 产品非工作状态, 试验条件: -55℃, 时间24H。<br>试验完成后产品取出后恢复到室温, 确认情况。                                                                                                                                                                              | 2pcs | 外观OK, 显示功能OK, 色坐标在我司管控范围内   |    |
| 4  | 低温工作   | 产品工作状态, 试验条件: -40℃, 时间24H。<br>试验完成后, 产品不取出, 在该条件下确认产品光电参数。取出恢复室温后检查产品显示功能和外观情况。                                                                                                                                                    | 2pcs | 外观OK, 显示功能OK, 色坐标在我司管控范围内   |    |
| 5  | 冷热冲击   | 试验条件: : -55/85℃ 高温各保持30min 为一个cycles, 高低温转换时间<5min, 共进行10cycles。<br>试验完成后产品取出后恢复到室温, 确认情况。                                                                                                                                         | 2pcs | 外观OK, 显示功能OK, 色坐标在我司管控范围内   |    |
| 6  | 高温高湿循环 | 按以下方式为一个Cycle (24H) 进行试验, 共进行10个cycle。<br>1、实验箱初始置于30℃/90%RH。<br>2、湿度不变, 2H时间温度匀速升到60℃。<br>3、60℃/90%RH, 保持6H。<br>4、湿度不变, 8H时间温度匀速降到30℃。<br>5、30℃/90%RH, 保持8H。<br>过程中在第5个循环的30℃/90%RH阶段的最后4个小时内进行内进一次性能检查, 试验完成后产品取出后恢复到室温, 再次确认情况。 | 2pcs | 外观OK, 显示功能OK, 色坐标在我司管控范围内   |    |