

## Si12T

### 低功耗 12 通道电容触摸传感器

#### 1. 介绍

Si12T 是一款具有自动灵敏度校准功能的 12 通道电容传感器，其工作电压范围为 1.8~5.0 V。

Si12T 设置 IDLE 模式来节省功耗，此时，功耗电流为 3.5  $\mu\text{A}$ @3.3V。

Si12T 有三种特殊功能：一种是通道 1 上的嵌入式电源键功能，可应用于移动手机；第二种是可用于多芯片的同步功能；另外，芯片具有触摸暂停检测功能，通过 SCT 脚与 SI512/522/523 刷卡芯片配合，大大降低了误触发几率，非常适合智能门锁等应用。

I<sup>2</sup>C 串行接口可以检测触摸感应的结果，触摸强度可以被探测，分为低、中和高三种结果。

---

目录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. 介绍.....                                 | 1  |
| 目录 .....                                   | 2  |
| 2. 特性.....                                 | 5  |
| 3. 芯片框图.....                               | 6  |
| 4. 应用.....                                 | 7  |
| 5. 管脚定义.....                               | 8  |
| 6. 管脚描述.....                               | 9  |
| 7. 额定值.....                                | 11 |
| 8. ESD 和 Latch-up 特性.....                  | 12 |
| 8.1 ESD 特性 .....                           | 12 |
| 8.2 Latch-up 特性 .....                      | 12 |
| 9. 电气特性.....                               | 13 |
| 10. Si12T 实现.....                          | 15 |
| 10.1 IBA 和 SBA 实现 .....                    | 15 |
| 10.2 TS 实现.....                            | 16 |
| 10.3 MODE 实现.....                          | 16 |
| 10.3.1 输出模式选择 .....                        | 16 |
| 10.3.2 多芯片应用 .....                         | 17 |
| 10.4 TS1_SEN0, TS1_SEN1, TS1_SEN2 实现 ..... | 18 |
| 10.5 RESET 实现 .....                        | 18 |
| 10.6 SCT 实现 .....                          | 18 |
| 11. I <sup>2</sup> C 接口 .....              | 19 |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 11.1 I2C_BA 实现 .....                    | 19 |
| 11.2 开始和结束情况.....                       | 19 |
| 11.3 数据有效性.....                         | 19 |
| 11.4 字节格式.....                          | 20 |
| 11.5 应答.....                            | 20 |
| 11.6 第一个字节.....                         | 20 |
| 11.6.1 从机地址.....                        | 20 |
| 11.6.2 R/ $\bar{W}$ .....               | 21 |
| 11.7 传输数据.....                          | 21 |
| 11.7.1 写操作.....                         | 21 |
| 11.7.2 读操作.....                         | 22 |
| 11.7.3 读/写操作 .....                      | 22 |
| 11.8 在正常模式下 I <sup>2</sup> C 读写操作 ..... | 22 |
| 12. Si12T 控制寄存器列表 .....                 | 23 |
| 12.1 I <sup>2</sup> C 寄存器映射 .....       | 23 |
| 12.2 详细描述 .....                         | 23 |
| 12.2.1 灵敏度控制寄存器 .....                   | 23 |
| 12.2.2 通用配置寄存器 .....                    | 24 |
| 12.2.3 通用控制寄存器 .....                    | 25 |
| 12.2.4 通道参考值复位控制寄存器.....                | 25 |
| 12.2.5 通道感应控制寄存器 .....                  | 26 |
| 12.2.6 通道校准控制寄存器 .....                  | 26 |
| 12.2.7 输出寄存器 .....                      | 26 |

---

|     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 13. | 典型应用原理图..... | 28 |
| 14. | 封装.....      | 29 |
| 15. | 版本信息.....    | 30 |
| 16. | 订单信息.....    | 31 |
| 17. | 联系方式.....    | 32 |

## 2. 特性

- 上电复位
- 自动校准灵敏度功能的 12 通道电容传感器
- 可选择输出模式
- 支持外部控制触摸检测暂停
- 8 种灵敏度独立可调
- 通过外部电阻可调节内部频率
- 支持 I<sup>2</sup>C 串行接口
- 嵌入式高频率噪声消除电路
- 工作模式下功耗电流 69.7  $\mu\text{A}$  (@3.3 V)
- 睡眠模式下功耗电流 3.5  $\mu\text{A}$  (@3.3 V)
- 支持上电复位

### 3. 芯片框图

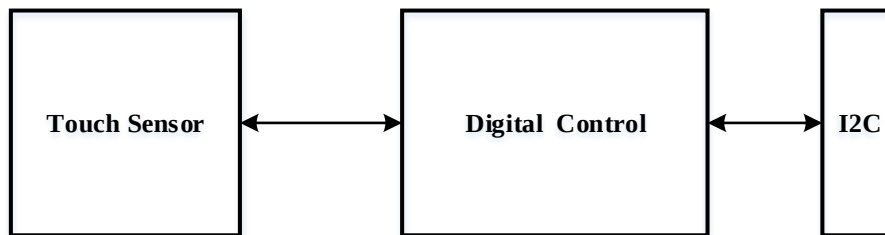


图 3.1 Si12T 简化框图

## 4. 应用

- 移动应用（手机/PDA/PMP 等）
- 薄膜开关
- 控制面板，键盘
- 门锁应用
- 触摸屏幕应用

## 5. 管脚定义

Si12T 管脚封装示意图如下：

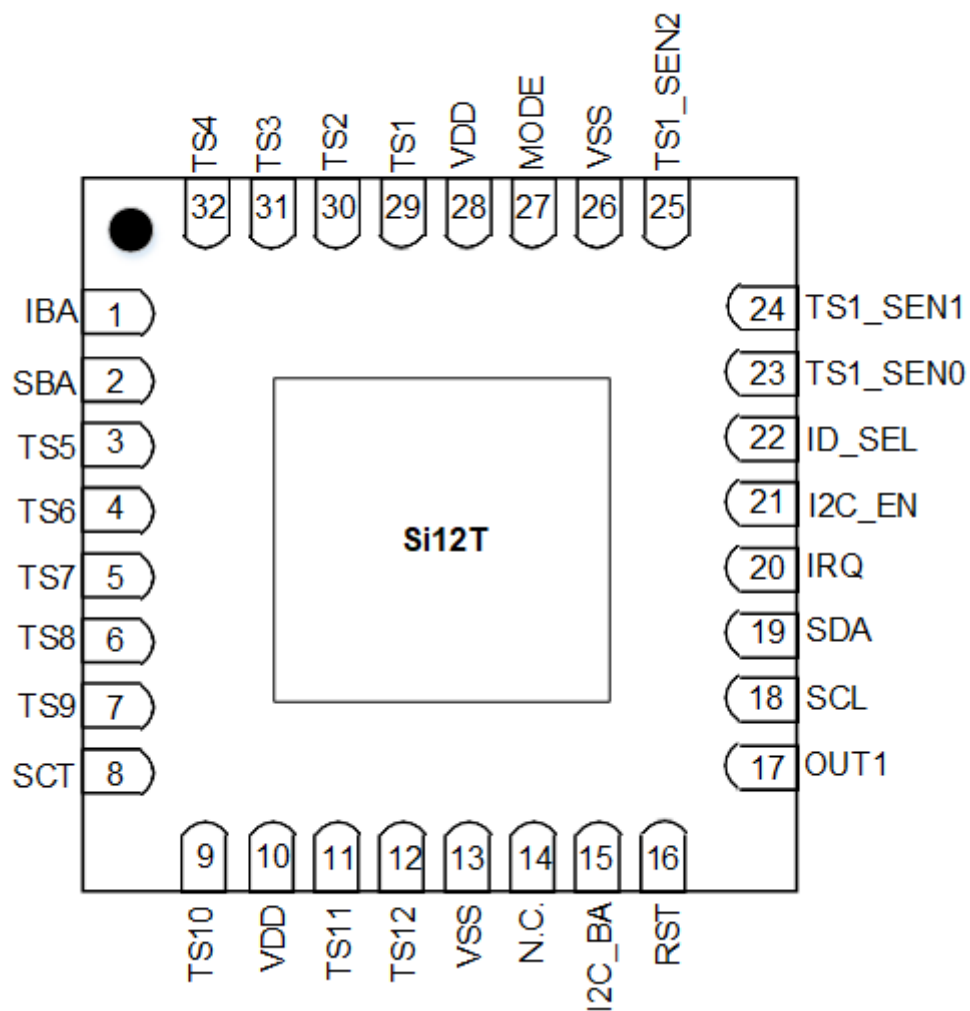


图 5.1 Si12T 管脚示意图（5x5 mm QFN32）

## 6. 管脚描述

| 序号 | 名字     | I/O    | 描述                        | 保护      |
|----|--------|--------|---------------------------|---------|
| 1  | IBA    | 模拟输入   | 内部偏压调整                    | VDD/GND |
| 2  | SBA    | 模拟输入   | 休眠模式下内部偏压调整               | VDD/GND |
| 3  | TS5    | 模拟输入   | 触摸传感器 5 输入                | VDD/GND |
| 4  | TS6    | 模拟输入   | 触摸传感器 6 输入                | VDD/GND |
| 5  | TS7    | 模拟输入   | 触摸传感器 7 输入                | VDD/GND |
| 6  | TS8    | 模拟输入   | 触摸传感器 8 输入                | VDD/GND |
| 7  | TS9    | 模拟输入   | 触摸传感器 9 输入                | VDD/GND |
| 8  | SCT    | 数字输入   | 触摸检测暂停控制(高电平暂停, 0 或者悬空工作) | VDD/GND |
| 9  | TS10   | 模拟输入   | 触摸传感器 10 输入               | VDD/GND |
| 10 | VDD    | 数字输入   | -                         | VDD/GND |
| 11 | TS11   | 模拟输入   | 触摸传感器 11 输入               | VDD/GND |
| 12 | TS12   | 模拟输入   | 触摸传感器 12 输入               | VDD/GND |
| 13 | VSS    | Ground | -                         | VDD     |
| 14 | N.C.   | -      | 悬空                        | -       |
| 15 | I2C_BA | 模拟输入   | 内部 I2C 时钟调整               | VDD/GND |
| 16 | RST    | 数字输入   | 系统复位 (高电平复位)              | VDD/GND |

|    |          |               |                      |         |
|----|----------|---------------|----------------------|---------|
| 17 | OUT1     | 数字输出          | 通道 1 的输出（开漏）         | VDD/GND |
| 18 | SCL      | 数字输入          | I2C 时钟               | VDD/GND |
| 19 | SDA      | 数字输入/输出       | I2C 数据               | VDD/GND |
| 20 | IRQ      | 数字输出          | 中断输出（开漏）             | VDD/GND |
| 21 | I2C_EN   | 数字输入          | I2C 使能（低有效）          | VDD/GND |
| 22 | ID_SEL   | 数字输入          | I2C 设备地址选择           | VDD/GND |
| 23 | TS1_SEN0 | 数字输入          | TS1 灵敏度控制 0 位        | VDD/GND |
| 24 | TS1_SEN1 | 数字输入/<br>数字输出 | TS1 灵敏度控制 1 位        | VDD/GND |
| 25 | TS1_SEN2 | 数字输入          | TS1 灵敏度控制 2 位        | VDD/GND |
| 26 | VSS      | 数字输入          | -                    | VDD/GND |
| 27 | MODE     | 数字输入/输出       | 输出模式控制/同步脉冲的<br>输入输出 | VDD/GND |
| 28 | VDD      | 电源            | 1.8V~5.0V            | GND     |
| 29 | TS1      | 模拟输入          | 触摸传感器 1 输入           | VDD/GND |
| 30 | TS2      | 模拟输入          | 触摸传感器 2 输入           | VDD/GND |
| 31 | TS3      | 模拟输入          | 触摸传感器 3 输入           | VDD/GND |
| 32 | TS4      | 模拟输入          | 触摸传感器 4 输入           | VDD/GND |

## 7. 额定值

|               |              |
|---------------|--------------|
| 电池供电电压        | 5.0 V        |
| 任何 pin 上的最大电压 | VDD+0.3      |
| 任何 PAD 上的最大电流 | 100 mA       |
| 耗散功率          | 800 mW       |
| 贮存温度          | -50 ~ 150 °C |
| 工作温度          | -20 ~ 75 °C  |
| 结温            | 150 °C       |

## 8. ESD 和 Latch-up 特性

### 8.1 ESD 特性

| 模式    | 极性      | 最大值   | 参考     |
|-------|---------|-------|--------|
| H.B.M | Pos/Neg | 5000V | VDD    |
|       |         | 5000V | VSS    |
|       |         | 5000V | P to P |
| M.M   | Pos/Neg | 350V  | VDD    |
|       |         | 350V  | VSS    |
|       |         | 350V  | P to P |
| C.D.M | -       | 800V  | DIRECT |

### 8.2 Latch-up 特性

| 模式                 | 极性       | 最大值   | 参考    |
|--------------------|----------|-------|-------|
| I Test             | Positive | 100mA | 25 mA |
|                    | Negative | 100mA |       |
| V supply over 5.0V | Positive | 8.25V | 1.0V  |

## 9. 电气特性

$V_{DD} = 3.3\text{ V}$ ，典型系统频率（除非特别标注）， $T_A = 25^\circ\text{C}$

表 9-1 主要参数指标

| 参数                      | 符号            | 测试条件                                                             |                                                                | 最小值 | 典型值   | 最大值  | 单位            |
|-------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|-------|------|---------------|
| 工作电压                    | $V_{DD}$      |                                                                  |                                                                | 1.8 | 3.3   | 5.0  | V             |
| 功耗电流 <sup>[1]</sup>     | $I_{DD}$      | $V_{DD} = 3.3\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{SB}=0$            |                                                                | -   | 67.68 | -    | $\mu\text{A}$ |
|                         |               | $V_{DD} = 5.0\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{SB}=0$            |                                                                | -   | 145   | -    |               |
|                         |               | Non-Sensing time                                                 | $V_{DD} = 3.3\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{SB}=6\text{ M}$ | -   | 3.48  | -    |               |
|                         |               |                                                                  | $V_{DD} = 5.0\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{SB}=6\text{ M}$ | --  | 10.44 | -    |               |
|                         | $I_{DD\_I2C}$ | $V_{DD} = 3.3\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{I2C}=20\text{ k}$ |                                                                | -   | 0.67  | -    | mA            |
|                         |               | $V_{DD} = 5.0\text{ V } R_B = 510\text{ K } R_{I2C}=20\text{ k}$ |                                                                | -   | 1.1   | -    |               |
|                         |               | IDD_I2C Disable                                                  |                                                                | -   | -     | 0.04 | nA            |
| 输入感应电容范围 <sup>[2]</sup> | $C_S$         |                                                                  |                                                                | -   | 10    | 110  | pF            |
| 输入感应电阻范围                | $R_S$         |                                                                  |                                                                | -   | 200   | 2000 | $\Omega$      |
| 最小检测电容差                 | $\Delta C$    | $C_S = 10\text{ pF}, C_{DEG} = 200\text{ pF}$<br>(I2C 选择默认灵敏度)   |                                                                | 0.2 | -     | -    | pF            |

|                         |              |                                                                                   |      |            |      |           |
|-------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------------|------|-----------|
| 输出阻抗<br>(漏极开路)          | $Z_O$        | $\Delta C > 0.2 \text{ pF}$ (无法精确测量),<br>$C_S = 10 \text{ pF}$ ,<br>(I2C 选择默认灵敏度) | -    | 71         | -    | $\Omega$  |
|                         |              | $\Delta C < 0.2 \text{ pF}$ (无法精确测量),<br>$C_S = 10 \text{ pF}$ ,<br>(I2C 选择默认灵敏度) | -    | 41.25<br>M | -    |           |
| 复位后自校验时间                | $T_{CAL}$    | $V_{DD} = 3.3 \text{ V } R_B = 510 \text{ K}$                                     | -    | 120        | -    | ms        |
|                         |              | $V_{DD} = 5.0 \text{ V } R_B = 510 \text{ K}$                                     | -    | 98         | -    |           |
| 推荐偏置电阻范围 <sup>[3]</sup> | $R_B$        | $V_{DD} = 3.3 \text{ V}$                                                          | 100  | 510        | 1500 | $K\Omega$ |
|                         |              | $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$                                                          | 100  | 510        | 1500 |           |
| 最大偏置电容                  | $C_{B\_MAX}$ |                                                                                   | -    | 820        | 1500 | pF        |
| 推荐同步电阻范围                | $R_{SYNC}$   |                                                                                   | 0.91 | 2          | 20   | $M\Omega$ |

注: [1] SCL 频率为 500 kHz 时;

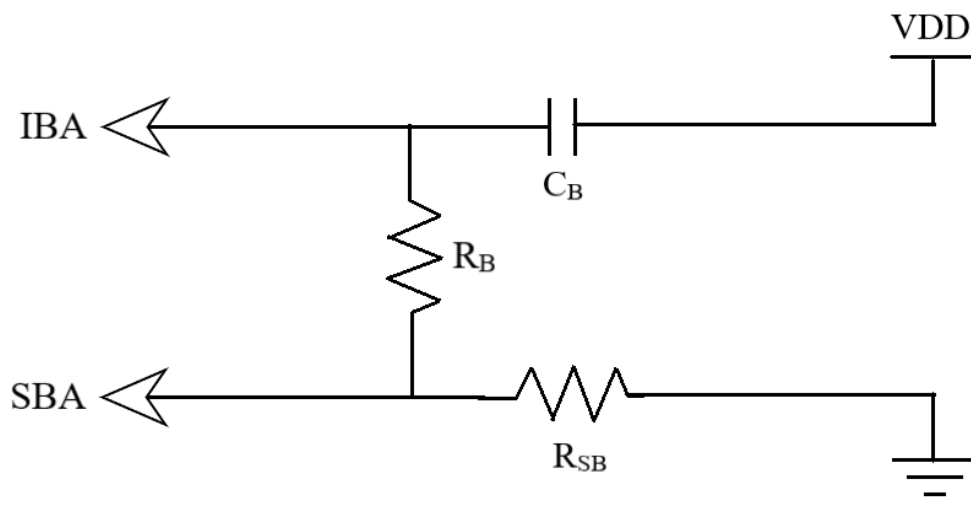
[2] 当  $C_S$  更低时, 灵敏度变高;

当使用 3T PC 覆盖层和 10 mm \* 7 mm 触摸图形, 推荐  $C_S$  值是 10 pF;

[3] 在噪声情况下推荐  $R_B$  值更低。

## 10. Si12T 实现

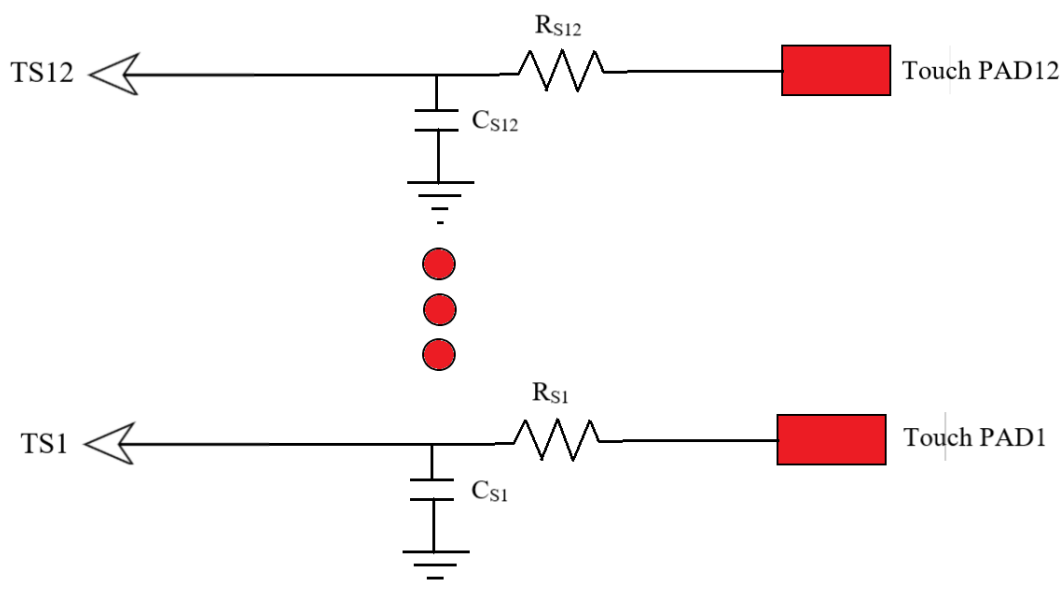
### 10.1 IBA 和 SBA 实现



IBA 连接到电阻来决定振荡器和内部偏置电流，因此，可以通过  $R_B$  来调节感应频率，内部时钟频率和功耗电流。IBA 上的电压波动可能导致严重错误，因此建议将  $C_B$  连接至 VDD（非 GND）。（ $C_B$  的典型值为 820 pF，最大值为 1.5 nF。）

当 Si12T 工作在休眠状态下， $R_{SB}$  应按照上图连接来节省功耗电流。在这种情况下，功耗取决于串行电阻的总和，并且响应时间可能会更长。

## 10.2 TS 实现



**Si12T** 大体上具有 8 种灵敏度，可通过 I<sup>2</sup>C 接口控制内部寄存器获得。并联电容  $C_{S1} \dots C_{S12}$  分别用来对 TS1...TS12 的灵敏度调节，随着  $C_S$  值的减小，灵敏度越高。内部每个通道的触摸判定彼此分离，因此，仅使用一个 **Si12T** 就可以设计 12 通道触摸键盘应用，而不会出现耦合问题。 $R_S$  是串行连接电阻，用来避免外部电涌和 ESD 引起的故障， $R_S$  建议从 200 到 1 K $\Omega$ 。PAD 的大小和形状可能会影响灵敏度，当 PAD 的大小约为第一个指节的一半时（约 10 mm \* 7 mm），灵敏度将达到最佳。建议将 TS1~TS12 到触摸 PAD 的连接线尽可能短的布线，以防止由于连接线的原因引起的异常触摸检测。未使用的 CS 管脚必须接地，以防止在浮动 CS 管脚中发生不可预测的故障。

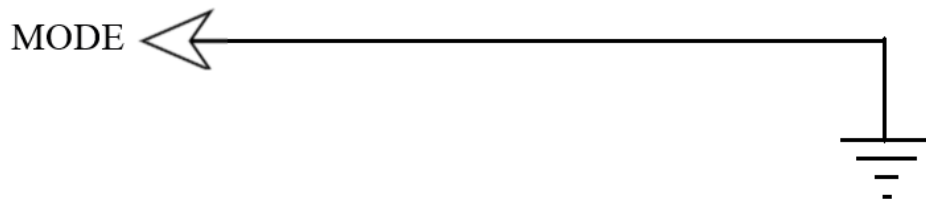
## 10.3 MODE 实现

### 10.3.1 输出模式选择

这个管脚用来实现选择输出模式，它将决定 **Si12T** 工作在单点还是多点触摸检测模式，并且通过以下电路实现。



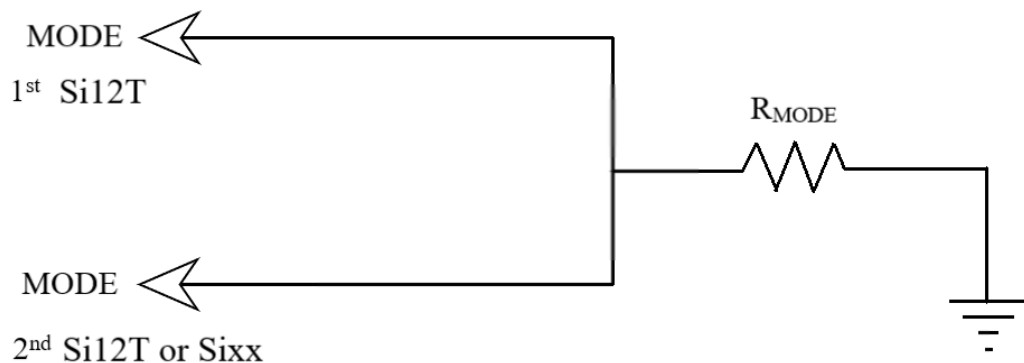
Single Output Mode Implementation



Multi Output Mode Implementation

### 10.3.2 多芯片应用

借助此引脚的 MDOE 功能，两个及以上的 Si12T 芯片可以同时在一个应用上工作。MDOE 脉冲可以防止两个以上的感应信号相互干扰。 $R_{MODE}$  是 MODE 引脚的下拉电阻， $R_{MODE}$  的值太大会使 MDOE 脉冲下降延迟，而  $R_{MODE}$  值小会使上升脉冲延迟， $R_{MODE}$  的典型值为  $2\text{ M}\Omega$ ，同步管脚应该通过以下方式实现。通过使用 MDOE 功能，Si12T 也可以与其他 Sixx 系列一起使用，但 Si12T 的多输出模式只能在此配置下使用。



MODE 推荐外围电路

## 10.4 TS1\_SEN0, TS1\_SEN1, TS1\_SEN2 实现

TS1\_SEN0,1 和 2 仅控制 TS1 的灵敏度，如果 TS\_SEN[2:0] = 011，通道 1 的敏感度也跟其他通道一样被寄存器控制，但如果不等于 011，其敏感度应该被下图所固定。

| TS_SEN(2:0) | 通道 1 的灵敏度(@Cs = 0 pF)              |       |       |
|-------------|------------------------------------|-------|-------|
|             | 低                                  | 中     | 高     |
| <b>011</b>  | 由寄存器值决定(参考 I <sup>2</sup> C 寄存器描述) |       |       |
| <b>000</b>  | 0.35%                              | 0.50% | 0.65% |
| <b>001</b>  | 0.50%                              | 0.70% | 0.90% |
| <b>010</b>  | 0.60%                              | 0.90% | 1.20% |
| <b>100</b>  | 1.05%                              | 1.50% | 2.00% |
| <b>101</b>  | 1.40%                              | 2.05% | 2.65% |
| <b>110</b>  | 1.80%                              | 2.55% | 3.30% |
| <b>111</b>  | 2.45%                              | 3.55% | 4.65% |

## 10.5 RESET 实现

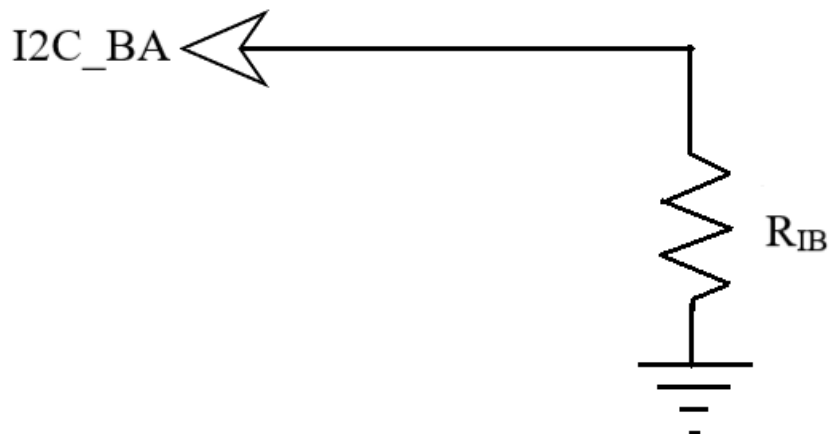
控制芯片的复位，高电平复位。

## 10.6 SCT 实现

SCT 悬空或接低电平，芯片正常工作；接高电平则暂停触摸功能。

## 11. I<sup>2</sup>C 接口

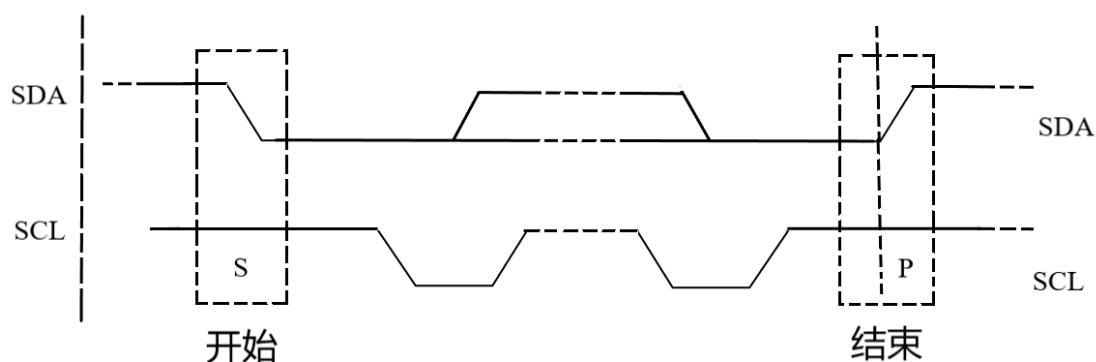
### 11.1 I2C\_BA 实现



$R_{IB}$  只控制 I<sup>2</sup>C 内部时钟，且通过以上电路实现。 $R_{IB}$  越小，I<sup>2</sup>C 的内部时钟频率和功耗电流越大。

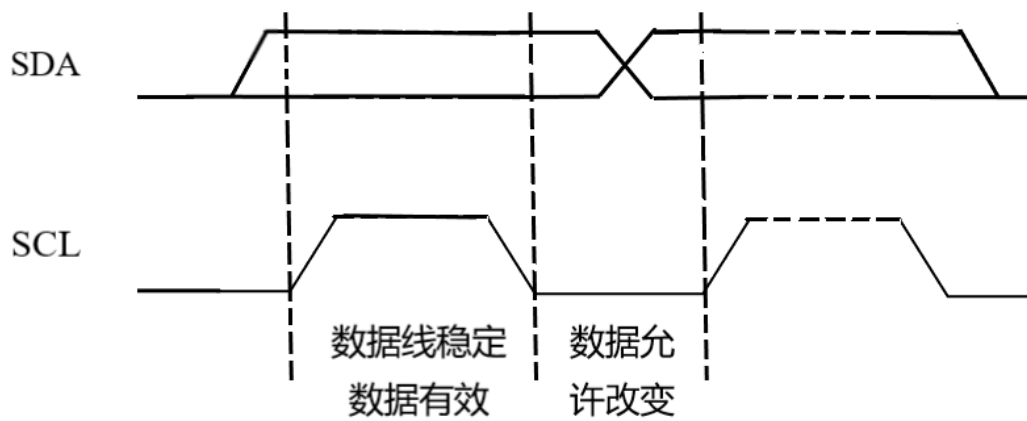
### 11.2 开始和结束情况

- 开始 (S)
- 结束 (P)
- 重新开始 (Sr)



### 11.3 数据有效性

当 SCL 为高时，SDA 稳定，SCL 为低，SDA 可以改变。

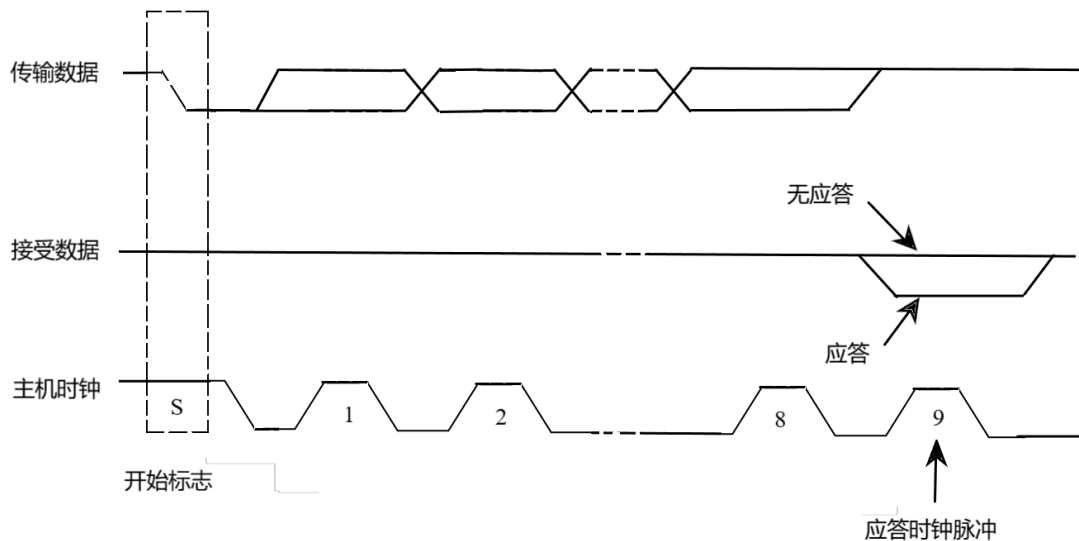


## 11.4 字节格式

字节结构由 8 bit 数据和一个应答信号组成。

## 11.5 应答

应答信号检测接收方接受发送方的数据是否正确，如果正确，接受方写“0”，反之，写“1”。



## 11.6 第一个字节

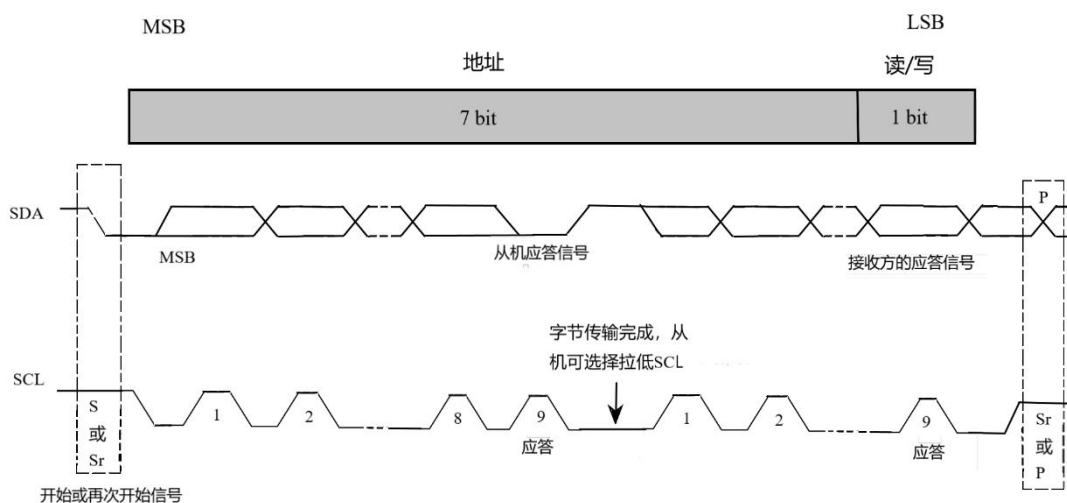
### 11.6.1 从机地址

从机地址时开始位后的第一个字节，它被用来访问从机设备。Si12T 芯片地址：7bit

| ID_SEL | Address |
|--------|---------|
| GND    | 0xD0    |
| VDD    | 0xF0    |

### 11.6.2 R/ $\bar{W}$

这个 bit 决定数据的传输方向，它跟着地址数据。



## 11.7 传输数据

### 11.7.1 写操作

字节序列如下：

- 第一个字节给出设备地址和方向位（R/W = 0）；
- 第二个字节包含要访问的第一个寄存器的内部地址；
- 下一个字节写入内部寄存器，随后的字节写入后续的内部寄存器中；
- 直到遇到停止信号传输结束；
- Si12T 确认每个字节传输。

|   |      |   |   |      |   |     |      |           |   |
|---|------|---|---|------|---|-----|------|-----------|---|
| S | 设备地址 | 0 | A | 数据 1 | A | ... | 数据 n | $\bar{A}$ | P |
|---|------|---|---|------|---|-----|------|-----------|---|

注：阴影部分由主机传送到从机；空白部分由从机传送到主机；

$\bar{A}$  = 无应答(SDA 拉高); A = 应答(SDA 拉低); S = 开始信号。

## 11.7.2 读操作

在没有数据的写操作中编程读取第一个寄存器的地址，并以收到停止条件终止。然后，另一个起始位后面跟着设备地址和 R/W = 1。之后，所有的后续字节都要从起始地址开始连续读取数据。

|   |      |   |   |      |   |      |      |           |   |
|---|------|---|---|------|---|------|------|-----------|---|
| S | 设备地址 | 1 | A | 数据 1 | A | .... | 数据 n | $\bar{A}$ | P |
|---|------|---|---|------|---|------|------|-----------|---|

## 11.7.3 读/写操作

|   |      |     |   |               |    |      |     |   |               |   |
|---|------|-----|---|---------------|----|------|-----|---|---------------|---|
| S | 设备地址 | R/W | A | n 字节数据<br>+应答 | Sr | 设备地址 | 读/写 | A | n 字节数据<br>+应答 | P |
|---|------|-----|---|---------------|----|------|-----|---|---------------|---|

## 11.8 在正常模式下 I<sup>2</sup>C 读写操作

下图表示正常模式下 I<sup>2</sup>C 写和读寄存器

- 数据 AA 和 BB 写入寄存器 0x00 到 0x01

|   |              |    |            |    |    |    |    |    |   |
|---|--------------|----|------------|----|----|----|----|----|---|
| S | 设备地址 0xD0/F0 | 应答 | 寄存器地址 0x00 | 应答 | AA | 应答 | BB | 应答 | P |
|---|--------------|----|------------|----|----|----|----|----|---|

- 读寄存器 0x00 到 0x01

|   |              |    |            |    |   |
|---|--------------|----|------------|----|---|
| S | 设备地址 0xD0/F0 | 应答 | 寄存器地址 0x00 | 应答 | P |
|---|--------------|----|------------|----|---|

|   |              |    |        |    |        |     |   |
|---|--------------|----|--------|----|--------|-----|---|
| S | 设备地址 0xD1/F1 | 应答 | 读数据 AA | 应答 | 读数据 BB | 无应答 | P |
|---|--------------|----|--------|----|--------|-----|---|

## 12. Si12T 控制寄存器列表

注 1: PC 寄存器中未使用的 bit 位 (定义为保留位) 必须保持位 0;

注 2: HS (高敏感度) / MS (中敏感度) / LS (低敏感度);

注 3: Low Output (轻触) / Middle Output (中触) / High Output (高触)。

### 12.1 PC 寄存器映射

| 名称       | 地址<br>(Hex) | 复位值<br>(Bin) | 每个字节的 bit 名称 |          |       |          |        |          |      |      |
|----------|-------------|--------------|--------------|----------|-------|----------|--------|----------|------|------|
|          |             |              | Bit7         | Bit6     | Bit5  | Bit4     | Bit3   | Bit2     | Bit1 | Bit0 |
| SEN1     | 02h         | 1011 1011    | Ch2HL        | Ch2M     |       |          | Ch1HL  | Ch1M     |      |      |
| SEN2     | 03h         | 1011 1011    | Ch4HL        | Ch4M     |       |          | Ch3HL  | Ch3M     |      |      |
| SEN3     | 04h         | 1011 1011    | Ch6HL        | Ch6M     |       |          | Ch5HL  | Ch5M     |      |      |
| SEN4     | 05h         | 1011 1011    | Ch8HL        | Ch8M     |       |          | Ch7HL  | Ch7M     |      |      |
| SEN5     | 06h         | 1011 1011    | Ch10HL       | Ch10M    |       |          | Ch9HL  | Ch9M     |      |      |
| SEN6     | 07h         | 1011 1011    | Ch12HL       | Ch12M    |       |          | Ch11HL | Ch11M    |      |      |
| CFG      | 08h         | 0010 0010    | MS           | FTC[1:0] |       | ILC[1:0] |        | RTC[2:0] |      |      |
| CTRL     | 09h         | 0000 01xx    | 0            | 0        | 0     | 0        | SRST   | SLEEP    | 1    | 1    |
| Ref_rst1 | 0Ah         | 1111 1110    | Ch8          | Ch7      | Ch6   | Ch5      | Ch4    | Ch3      | Ch2  | Ch1  |
| Ref_rst2 | 0Bh         | 0000 1111    | 0            | 0        | 0     | 0        | Ch12   | Ch11     | Ch10 | Ch9  |
| Ch_on1   | 0Ch         | 1111 1110    | Ch8          | Ch7      | Ch6   | Ch5      | Ch4    | Ch3      | Ch2  | Ch1  |
| Ch_on2   | 0Dh         | 0011 1111    | 0            | 0        | 1     | 1        | Ch12   | Ch11     | Ch10 | Ch9  |
| Cal_on1  | 0Eh         | 0000 0000    | Ch8          | Ch7      | Ch6   | Ch5      | Ch4    | Ch3      | Ch2  | Ch1  |
| Cal_on2  | 0Fh         | 0000 0000    | 0            | 0        | 0     | 0        | Ch12   | Ch11     | Ch10 | Ch9  |
| Output1  | 10h         | 0000 0000    | OUT4         |          | OUT3  |          | OUT2   |          | OUT1 |      |
| Output2  | 11h         | 0000 0000    | OUT8         |          | OUT7  |          | OUT6   |          | OUT5 |      |
| Output3  | 12h         | 0000 0000    | OUT12        |          | OUT11 |          | OUT10  |          | OUT9 |      |

### 12.2 详细描述

#### 12.2.1 灵敏度控制寄存器

类型: R/W

| 地址  | 寄存器名 | Bit7   | Bit6  | Bit5 | Bit4 | Bit3   | Bit2  | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|--------|-------|------|------|--------|-------|------|------|
| 02h | SEN1 | Ch2HL  | Ch2M  |      |      | Ch1HL  | Ch1M  |      |      |
| 03h | SEN2 | Ch4HL  | Ch4M  |      |      | Ch3HL  | Ch3M  |      |      |
| 04h | SEN3 | Ch6HL  | Ch6M  |      |      | Ch5HL  | Ch5M  |      |      |
| 05h | SEN4 | Ch8HL  | Ch8M  |      |      | Ch7HL  | Ch7M  |      |      |
| 06h | SEN5 | Ch10HL | Ch10M |      |      | Ch9HL  | Ch9M  |      |      |
| 07h | SEN6 | Ch12HL | Ch12M |      |      | Ch11HL | Ch11M |      |      |

描述：

通道 1~12 的灵敏度可通过 SEN1~SEN6 寄存器调节。ChxM[2:0]允许不同的中等灵敏度，并且高低灵敏度由 ChxHL 决定。

| Bit 名称    | 复位值 | 功能                          |  |                             |  |
|-----------|-----|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| ChxM[2:0] | 011 | 中敏感度                        |  |                             |  |
|           |     | ◇ 000 : 0.50%               |  | ◇ 100 : 1.50%               |  |
|           |     | ◇ 001 : 0.70%               |  | ◇ 101 : 2.05%               |  |
|           |     | ◇ 010 : 0.90%               |  | ◇ 110 : 2.55%               |  |
|           |     | ◇ 011 : 1.20%               |  | ◇ 111 : 3.55%               |  |
| ChxHL     | 1   | 通道 x 选择高低灵敏度                |  |                             |  |
|           |     | 0                           |  | 1                           |  |
|           |     | 低灵敏度高灵敏度                    |  | 低灵敏度高灵敏度                    |  |
|           |     | ◇ 000 : 0.40% ◇ 000 : 0.60% |  | ◇ 000 : 0.35% ◇ 000 : 0.65% |  |
|           |     | ◇ 001 : 0.55% ◇ 001 : 0.85% |  | ◇ 001 : 0.50% ◇ 001 : 0.90% |  |
|           |     | ◇ 010 : 0.70% ◇ 010 : 1.10% |  | ◇ 010 : 0.60% ◇ 010 : 1.20% |  |
|           |     | ◇ 011 : 0.95% ◇ 011 : 1.45% |  | ◇ 011 : 0.85% ◇ 011 : 1.60% |  |
|           |     | ◇ 100 : 1.20% ◇ 100 : 1.85% |  | ◇ 100 : 1.05% ◇ 100 : 2.00% |  |
|           |     | ◇ 101 : 1.60% ◇ 101 : 2.45% |  | ◇ 101 : 1.40% ◇ 101 : 2.65% |  |
|           |     | ◇ 110 : 2.05% ◇ 110 : 3.05% |  | ◇ 110 : 1.80% ◇ 110 : 3.30% |  |
|           |     | ◇ 111 : 2.85% ◇ 111 : 4.30% |  | ◇ 111 : 2.45% ◇ 111 : 4.65% |  |

注：高中低灵敏度与触摸强度相对应（例如 SENx=0000 时，触摸强度在 0.40%~0.50% 时，则为低强度触摸；触摸强度在 0.50%~0.60% 时，则为中强度触摸；触摸强度在 0.60% 以上时，则为高强度触摸。0.40%、0.50%、0.60% 为上表所列值）

## 12.2.2 通用配置寄存器

类型：R/W

| 地址  | 寄存器名称 | Bit7 | Bit6     | Bit5 | Bit4     | Bit3 | Bit2     | Bit1 | Bit0 |
|-----|-------|------|----------|------|----------|------|----------|------|------|
| 08h | CFG   | MS   | FTC[1:0] |      | ILC[1:0] |      | RTC[2:0] |      |      |

描述：

上电复位后的校准速度在 FTC [1:0] 定义的时间内非常高，可以很好地应对不稳定的外部环境。

| Bit 名称 | 复位值 | 功能                                 |
|--------|-----|------------------------------------|
| MS     | 0   | 模式选择<br>0 : 自动选择(快/慢)模式<br>1 : 快模式 |

|          |     |                                                                          |
|----------|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| FTC[1:0] | 01  | 第一次触摸控制<br>00 : 5 sec<br>01 : 10 sec<br>10 : 15 sec<br>11 : 20 sec       |
| ILC[1:0] | 00  | 中断电平控制<br>00 : 中断在中或高输出<br>01 : 中断在低中高输出<br>10 : 中断在中或高输出<br>11 : 中断在高输出 |
| RTC[2:0] | 011 | 响应时间控制<br>响应周期 = RTC[2:0] + 2                                            |

## 12.2.3 通用控制寄存器

类型：R/W

| 地址  | 寄存器名称 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2  | Bit1 | Bit0 |
|-----|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 09h | CTRL  | 0    | 0    | 0    | 0    | SRST | SLEEP | 1    | 1    |

描述：

当设置 SRST 后，除模拟和 I<sup>2</sup>C 模块外的所有数字模块均会复位。当设置为休眠模式后，功耗电流变得非常低，但响应时间将比正常操作更长。

| Bit 名称 | 复位值 | 功能                                                                                |
|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| SRST   | 0   | 软件复位<br>0 : 不使能软件复位<br>1 : 使能软件复位<br>在使能软件复位之后，触摸检测电路会处于复位状态，控制寄存器及 I2C 接口不会受到影响。 |
| SLEEP  | 1   | 睡眠模式使能<br>0 : 不使能睡眠模式<br>1 : 使能睡眠模式                                               |

## 12.2.4 通道参考值复位控制寄存器

类型：R/W

| 地址  | 寄存器名称    | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0Ah | Ref_rst1 | Ch8  | Ch7  | Ch6  | Ch5  | Ch4  | Ch3  | Ch2  | Ch1  |
| 0Bh | Ref_rst2 | 0    | 0    | 0    | 0    | Ch12 | Ch11 | Ch10 | Ch9  |

描述：

当设置 Chx 后，每个通道的参考值将被更新。

| Bit 名称   | 复位值 | 功能                          |
|----------|-----|-----------------------------|
| Ch1      | 0   | 0 : 不使能参考值复位<br>1 : 使能参考值复位 |
| Ch2~Ch12 | 1   | 0 : 不使能参考值复位<br>1 : 使能参考值模式 |

## 12.2.5 通道感应控制寄存器

类型：R/W

| 地址  | 寄存器名称  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0Ch | Ch_on1 | Ch8  | Ch7  | Ch6  | Ch5  | Ch4  | Ch3  | Ch2  | Ch1  |
| 0Dh | Ch_on2 | 0    | 0    | 1    | 1    | Ch12 | Ch11 | Ch10 | Ch9  |

注：地址 0x0D 的 Bit4 和 Bit5 必须保持为 1。

描述：

每个通道的操作均可独立控制。当设置某一通道不使能后，对应通道将无法工作，并且校准会暂停。

| Bit 名称   | 复位值 | 功能                                    |
|----------|-----|---------------------------------------|
| Ch1      | 0   | 0 : 使能操作(感应+校准)<br>1 : 保持操作(不感应+停止校准) |
| Ch2~Ch12 | 1   | 0 : 使能操作(感应+校准)<br>1 : 保持操作(不感应+停止校准) |

## 12.2.6 通道校准控制寄存器

类型：R/W

| 地址  | 寄存器名称   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0Eh | Cal_on1 | Ch8  | Ch7  | Ch6  | Ch5  | Ch4  | Ch3  | Ch2  | Ch1  |
| 0Fh | Cal_on2 | 0    | 0    | 0    | 0    | Ch12 | Ch11 | Ch10 | Ch9  |

描述：

每个通道的校准均可独立控制。即使设置一个通道不使能，每个通道仍在工作

| Bit 名称   | 复位值 | 功能                                         |
|----------|-----|--------------------------------------------|
| Ch1~Ch12 | 0   | 0 : 使能参考值校准(感应+校准)<br>1 : 不使能参考值校准(感应+不校准) |

## 12.2.7 输出寄存器

类型：R

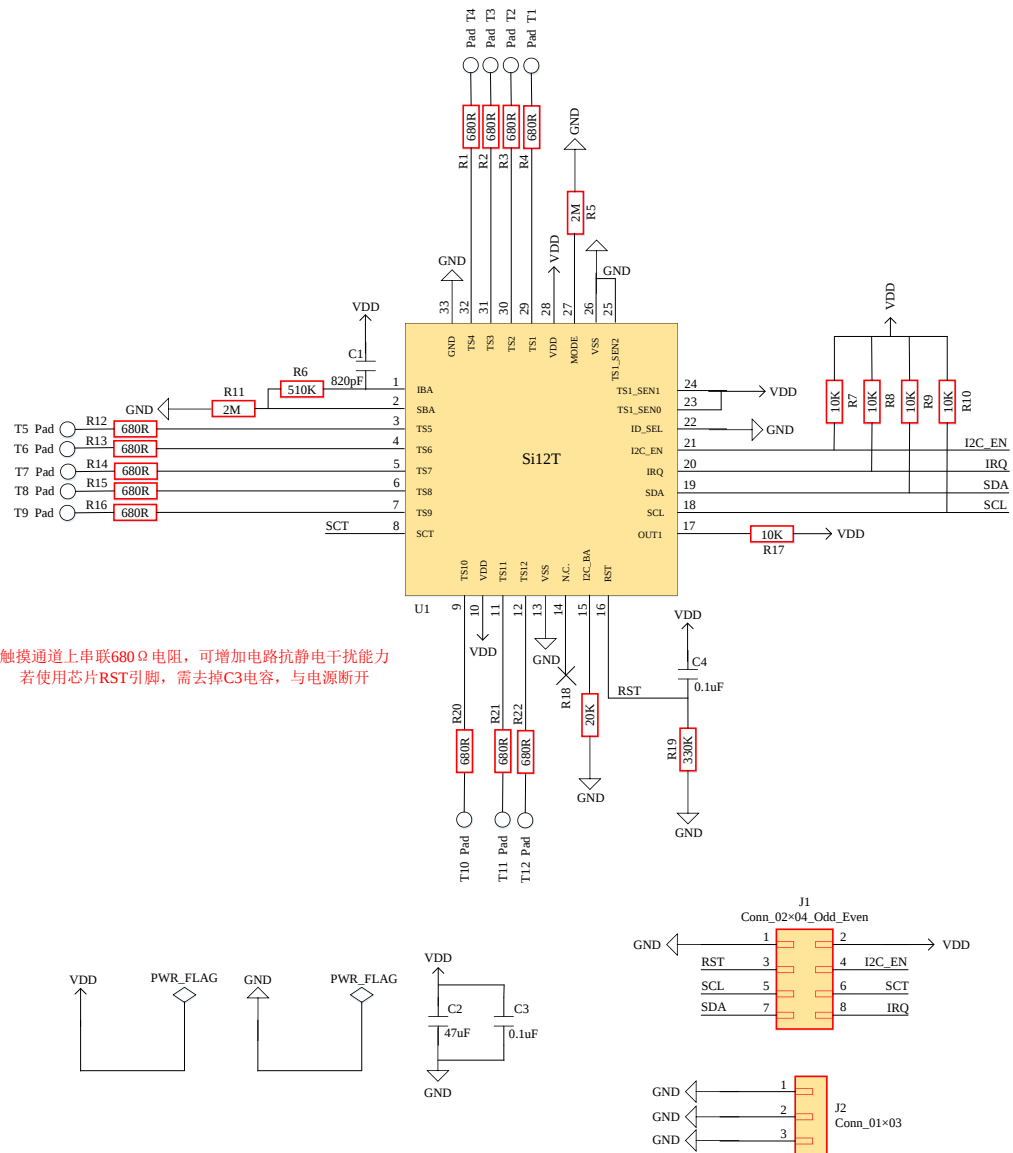
| 地址  | 寄存器名称   | Bit7       | Bit6 | Bit5       | Bit4 | Bit3       | Bit2 | Bit1      | Bit0 |
|-----|---------|------------|------|------------|------|------------|------|-----------|------|
| 10h | output1 | OUT4[1:0]  |      | OUT3[1:0]  |      | OUT2[1:0]  |      | OUT1[1:0] |      |
| 11h | output2 | OUT8[1:0]  |      | OUT7[1:0]  |      | OUT6[1:0]  |      | OUT5[1:0] |      |
| 12h | output3 | OUT12[1:0] |      | OUT11[1:0] |      | OUT10[1:0] |      | OUT9[1:0] |      |

描述：

Si12T 的每个通道输出被压缩成 2bits 表示，并且具有低，中，高三种等级的输出信息

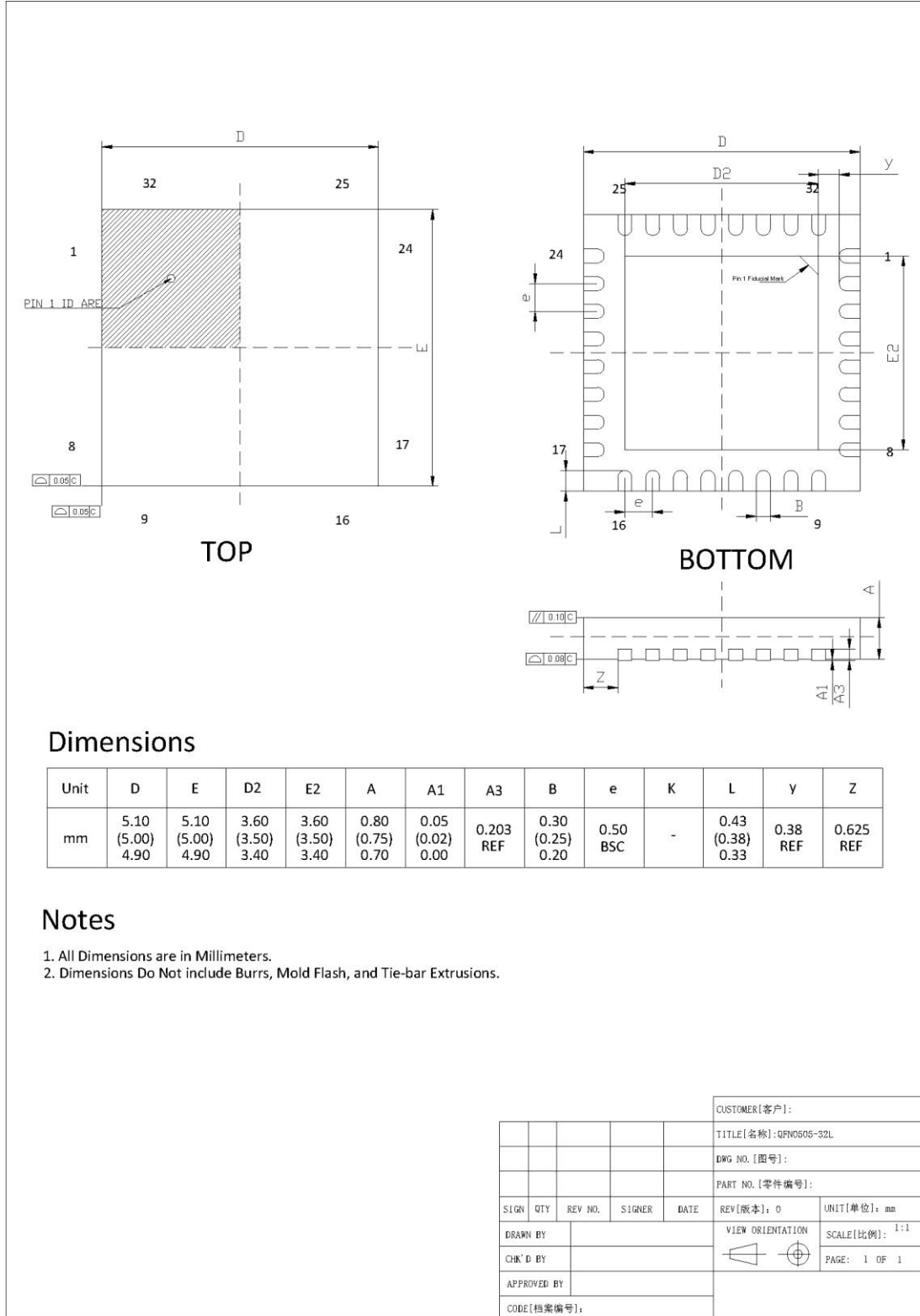
| Bit 名称                       | 复位值 | 功能                                                   |
|------------------------------|-----|------------------------------------------------------|
| OUT1[1:0]<br>~<br>OUT12[1:0] | 00  | 通道输出<br>00 : 无输出<br>01 : 低输出<br>10 : 中输出<br>11 : 高输出 |

### 13.典型应用原理



## 14.封装

芯片采用 5x5mm QFN32 封装。

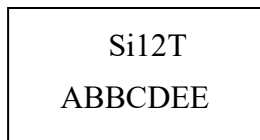


## 15. 版本信息

| 版本    | 修改日期       | 修改内容                          |
|-------|------------|-------------------------------|
| V0.1  | 2020/10/12 | 初稿                            |
| V0.2  | 2021/03/12 | 地址 0x0D 的 Bit5 和 Bit4 必须保持为 1 |
| V0.4  | 2021/12/02 | 格式修改                          |
| V0.5  | 2022/03/30 | 11.8 章 I2C 设备地址标注错误修改         |
| V0.6  | 2022/04/07 | 更新封装说明                        |
| V0.7  | 2022/05/26 | 更新芯片原理图                       |
| V0.8  | 2022/09/22 | ID_SEL 引脚名称标注错误               |
| V0.9  | 2022/10/24 | 修改订单信息                        |
| V0.10 | 2022/11/02 | 解决 PDF 格式无法显示引脚问题             |
| V0.11 | 2023/03/30 | 补充 SRST 寄存器描述。                |

## 16. 订单信息

### 封装标志



Si12T: 芯片代码

A: 封装日期年代码, 5 代表 2020 年

BB: 加工发出周记, 例如 42 代表是 A 年的第 42 周发出加工

C: 封装工厂代码, 为 A、HT、NJ 或 WA, 也简写为 A、H、N 或 W

D: 测试工厂代码, 为 A、Z、或 H

EE: 生产批次代码

表 16-1 订单信息表

| 订单代码         | 封装               | 包装            | 最小单位 |
|--------------|------------------|---------------|------|
| Si12T-Sample | 5×5mm 32-pin QFN | Box/Tube      | 5    |
| Si12T        | 5×5mm 32-pin QFN | Tape and reel | 4K   |

---

## 17.技术支持与联系方式

南京中科微电子有限公司 技术支持中心

电话：025-68517780

地址：南京市玄武区徐庄软件园研发三区 B 栋 201 室

网址：<http://www.csm-ic.com>

### 市场销售

手机：13645157034，13645157035

邮箱：[sales@csmic.ac.cn](mailto:sales@csmic.ac.cn)

### 技术支持

手机：13645157034

邮箱：[supports@csmic.ac.cn](mailto:supports@csmic.ac.cn)