2011.07

SC09A

9按键带自校正功能的容性触摸感应器

1. 概览

1.1 概述

SC09A 是带自校正的容性感应器，可以检测 9 个感应盘是否被触摸。它可以通过任何非导电介质（如玻璃和塑料）来感应电容变化。这种电容感应的开关可以应用在很多电子产品上，提高产品的附加值。

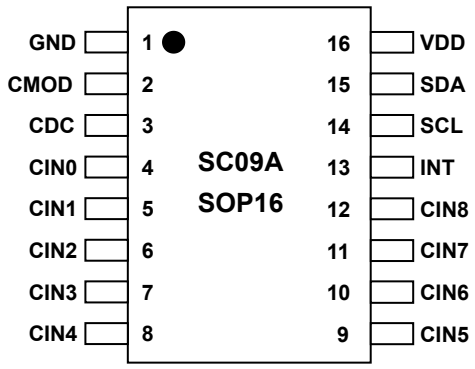
1.2 特征

◇ 9 个完全独立的触摸感应按键
◇ 保持自动校正，无需外部干预
◇ 按键输出经过完全消抖
◇ I^2C 串行接口
◇ 所有按键共用一个灵敏度电容
◇ 感应线长度不同不会导致灵敏度不同
◇ 2.5V ~ 6.0V 工作电压
◇ 符合 RoHS 指令的环保 SOP16 封装

1.3 应用

◇ 替代机械开关
◇ 家庭应用(电视机，显示器键盘)
◇ 玩具和互动游戏的人机接口
◇ 门禁按键
◇ 灯控开关
◇ 密封键盘面板

1.4 封装



封装简图

1.5 管脚列表

管脚编号	名称	类型	功能	不使用时
1	GND	**Pwr**	电源地	-
2	CMOD	**I/O**	接电荷收集电容	-
3	CDC	**I/O**	接灵敏度电容	-
4	CIN0	**I/O**	感应按键0检测输入	悬空
5	CIN1	**I/O**	感应按键1检测输入	悬空
6	CIN2	**I/O**	感应按键2检测输入	悬空
7	CIN3	**I/O**	感应按键3检测输入	悬空
8	CIN4	**I/O**	感应按键4检测输入	悬空
9	CIN5	**I/O**	感应按键5检测输入	悬空
10	CIN6	**I/O**	感应按键6检测输入	悬空
11	CIN7	**I/O**	感应按键7检测输入	悬空
12	CIN8	**I/O**	感应按键8检测输入	悬空
13	INT	**OD**	按键有效指示	悬空
14	SCL	**I**	I^2C 时钟输入	连接GND或VDD
15	SDA	**I/O**	I^2C 数据输入输出	连接GND或VDD 或者悬空
16	VDD	**Pwr**	电源正极	-

管脚类型

I	**CMOS 输入**
I/O	**CMOS 输入/输出**
OD	**NMOS 开漏输出**
Pwr	**电源 / 地**

1.6 管脚说明

VDD, GND

电源正负输入端。

CMOD

电荷收集电容输入端，接固定值的电容，和灵敏度无关。

CDC

接灵敏度电容，电容范围是15pf ~100pf。根据使用环境选择合适的电容值，值越小，灵敏度越高。

CIN0~CIN8

接感应盘，是感应电容的输入检测端口。

INT

端口内部结构为NMOS开漏输出，输出高阻或低电平。有按键时输出低电平，无按键时输出高阻。

SCL, SDA

SCL 是I²C时钟输入端口。SDA是I²C数据输入输出端口。 SDA 端口有内部弱上拉。

2. 芯片功能

2.1 初始化时间

上电复位后，芯片需要300ms进行初始化，计算感应管脚的环境电容，然后才能正常工作。

2.2 灵敏度

灵敏度由CDC端口接的电容值决定。数值越小，灵敏度越高。

2.3 自校正

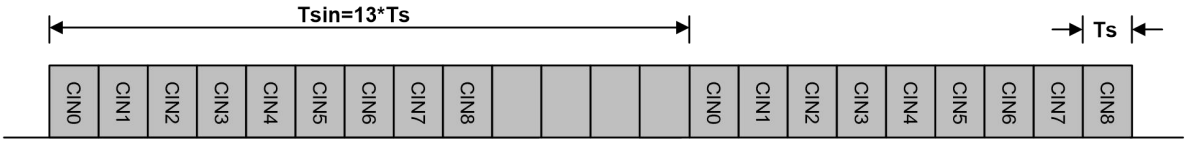
根据外部环境温度和湿度等的漂移，芯片会一直调整每个按键的电容基准参考值。从检测到按键开始，芯片会停止校正一段时间，这段时间大约15~50秒。然后芯片会继续自校正，也就是说检测按键有效的时间不会超过15~50秒。

2.4 触摸反应时间

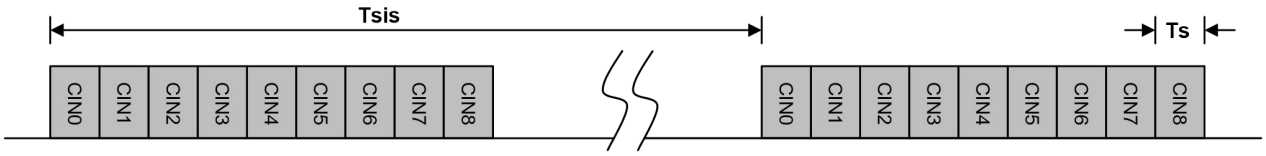
每个通道大约每隔12.5ms采样一次。经过按键消抖处理以后，检测到按键按下的反应时间大概是68毫秒，检测按键离开的反应时间大概是44毫秒。所以检测按键的最快频率大概是每秒9次。

2.5 睡眠模式

如果在一段时间内（Tslp）没有检测到按键并且SDA端口一直保持高电平，芯片会自动进入省电模式。只要让SDA保持高电平时间不超过Tslp，芯片就不会进入睡眠模式。在睡眠模式中，按键的采样间隔会变长，电流消耗（Idd）会减小。如果检测到按键，芯片会马上离开睡眠模式，进入正常模式。



正常模式下采样周期图示



睡眠模式下采样周期图示

Ts：单个按键采样周期

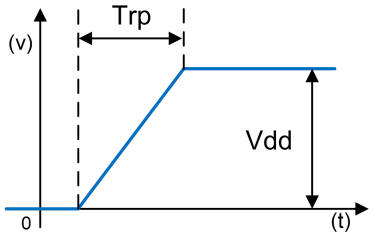
Tsin：正常模式采样间隔

Tsis：睡眠模式采样间隔

Ts 大约是固定的950us左右。

正常模式下，采样间隔Tsin 是固定的大约12.5毫秒。

睡眠模式下，采样间隔Tsis和电流消耗Idds是与Vdd和Trp (电源上电时间)有关的。详见下表：



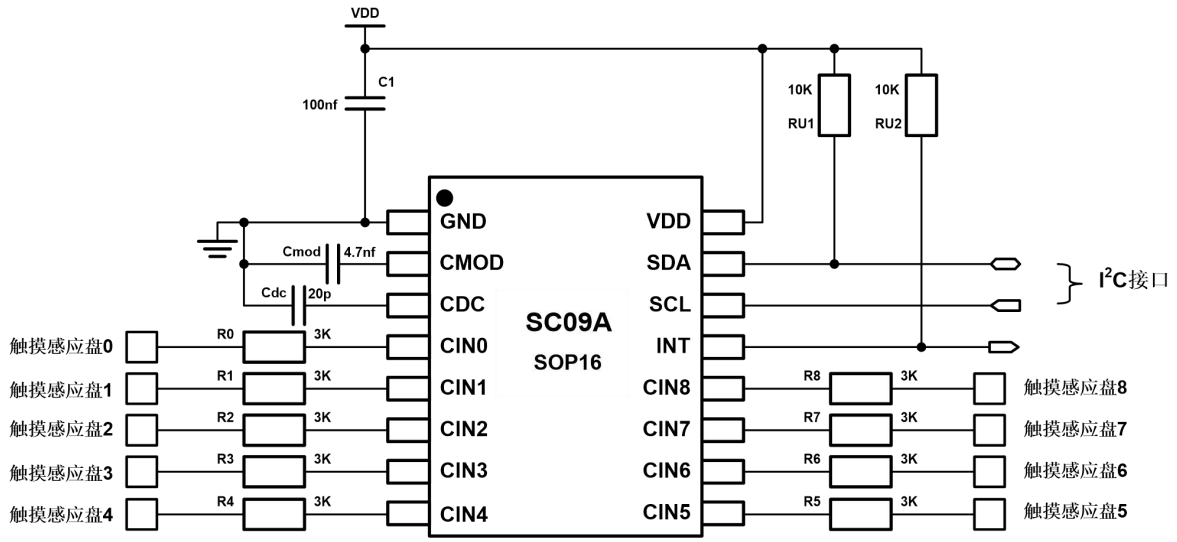
VDD 上电曲线

条件* / 典型值	Vdd=5v					Vdd=3v				
	Trp < 10us	Trp = 100us	Trp = 1ms	Trp = 10ms	Trp > 100ms	Trp < 10us	Trp = 100us	Trp = 1ms	Trp = 10ms	Trp > 100ms
Tsis (ms)	270	252	210	92	67	270	260	245	160	135
Idd (ua)	81	86	104	238	326	39	40	43	65	77
Tslp (s)	86.4	80.6	67.2	29.4	21.4	86.4	83.2	78.4	51.2	43.2

*表中数据是在睡眠模式下测得

3. 应用

3.1 应用电路

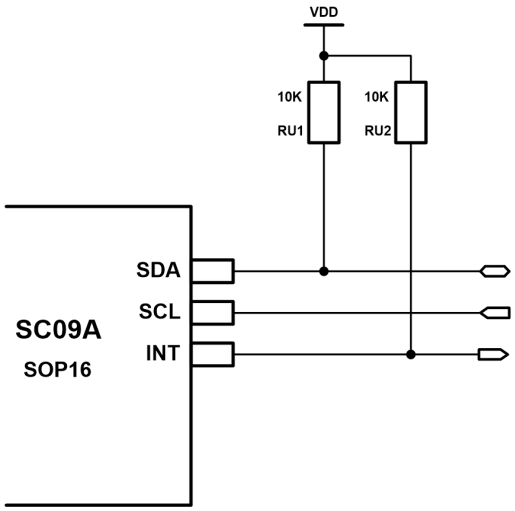


注意:

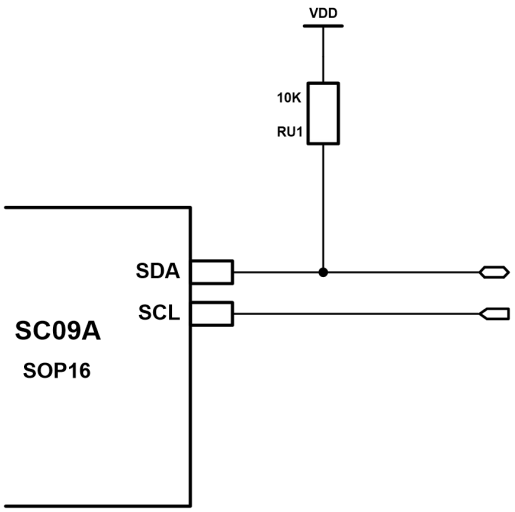
1. Cmod是电荷收集电容，取值范围是1nf~10nf。建议使用4.7nf。
2. Cdc 是灵敏度设置电容，取值范围是最小15pf，最大100pf，电容值越小灵敏度越高。

3.2 和单片机控制器的接口方式

I²C 接口



I²C 中断方式



I²C 查询方式

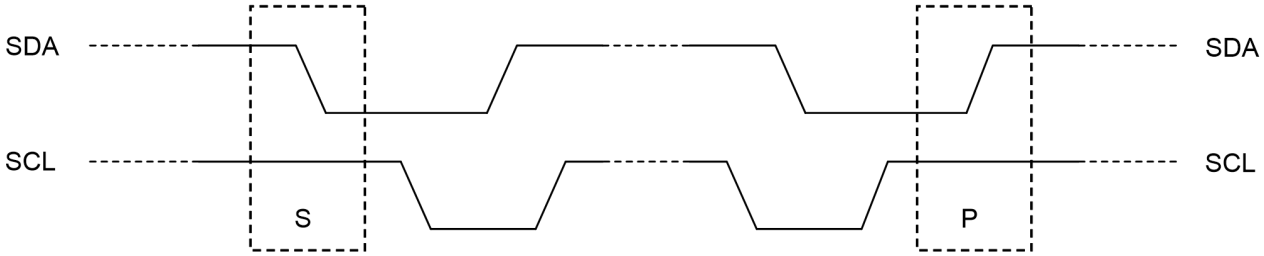
1. Start 和 Stop 信号

Start 信号(S)

当 SCL 是高电平时，SDA 由高到底变化，表示开始传输数据。

Stop 信号(P)

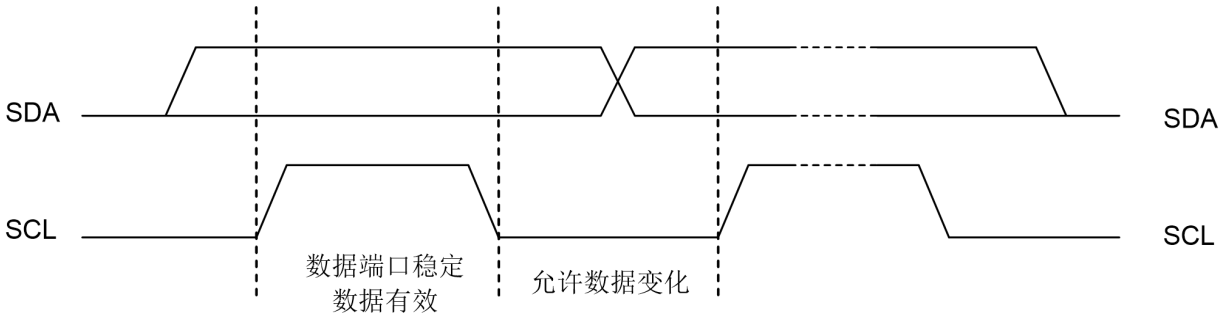
当 SCL 是高电平时，SDA 由低到高变化，表示结束数据传输。



START 信号　　STOP 信号

2. 数据有效

在 SCL 为高电平期间，SDA 必须保持稳定的电平。SDA 线上的高低电平变化只能在 SCL 为低电平期间。

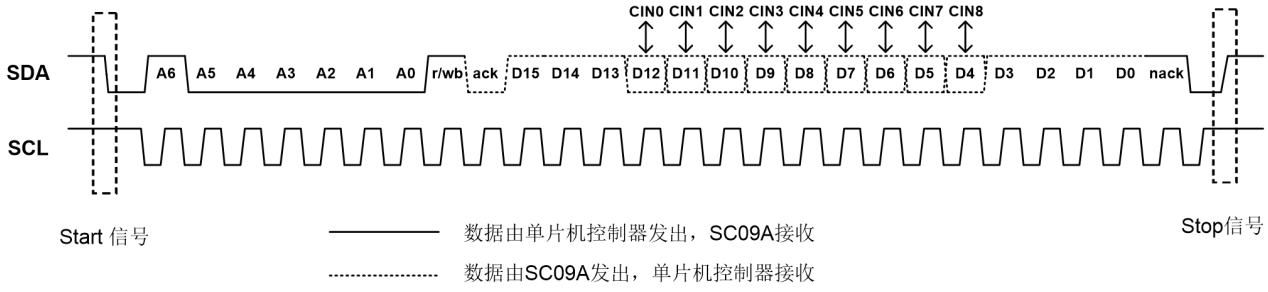


3. 字节格式

字节由 8 位或 16 位数据和一个应答信号组成

4. **SC09A 使用简化的 I2C 协议**

1) 标准 I²C 器件有器件地址和寄存器地址。SC09A 只有器件地址。
2) SC09A 只接收读命令。
3) SC09A 的器件地址是 40H(A[6:0]=1000000B)。下图是一次完整的通信过程。D15~D13 和 D3~D0 是固定高电平，D12~D4 分别对应 CIN0~CIN8 是否有按键触摸。 例如，按键 CIN0 被触摸，D12 将是低电平，如果 CIN0 没有被触摸，D12 将是高电平。



4. 详细参数

4.1 额定值 *

工作温度 ……-40 ~ +85ºC
存储温度……-50 ~ +150ºC
最大Vdd电压……-0.3 ~ +6.0V
管脚最大直流输出电流……±10mA
管脚容限电压……-0.3V ~ (Vdd + 0.3) Volts
* **注意:** 超出上述值可能导致芯片永久损坏

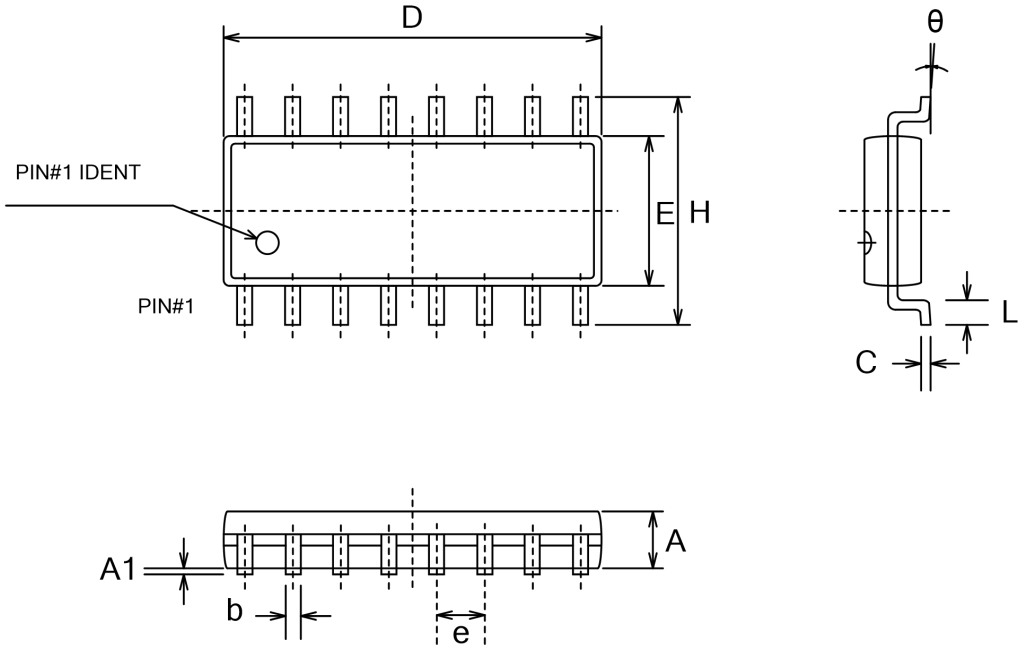
4.2 电气特性

T_A = 25℃

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	Vdd		2.5		6.5	V
工作电流 [1]	Idd	VDD=5.0V		1.74		mA
		VDD=3.0V		0.84		mA
芯片上电初始化时间	Tini			300		ms
感应管脚电容范围	Cin				2.5*Cdc[2]	
灵敏度电容	Cdc		15pf		100pf	
输出阻抗（NMOS开漏）	Zo	delta Cin > 0.2pF		50		Ohm
		delta Cin < 0.2pF		100M		
输出灌电流	Isk	VDD=5V			10.0	mA
最小可检测电容	delta_Cin	CDC=15pf		0.2		pF
I²C 最大波特率	F_{br}	PullUp Res = 10K		400K		Bit/S
采样间隔时间	Tsin	Normal mode		12.5		ms

[1] 正常工作模式下
[2] 如果感应管脚寄生电容超过2.5倍的Cdc电容，芯片不能正常工作（绝大多数情况无需考虑这个限制）

4.3 封装尺寸图 (SOP-16)



Symbol	Dimensions In Millimeters			Dimensions In Inches		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.30	1.50	1.70	0.051	0.059	0.067
A1	0.06	0.16	0.26	0.002	0.006	0.010
b	0.30	0.40	0.55	0.012	0.016	0.022
C	0.15	0.25	0.35	0.006	0.010	0.014
D	9.70	10.00	10.30	0.382	0.394	0.406
E	3.75	3.95	4.15	.0148	0.156	0.163
e	--	1.27	--	--	0.050	--
H	5.70	6.00	6.30	0.224	0.236	0.248
L	0.45	0.65	0.85	0.018	0.026	0.033
θ	0°	--	8°	0°	--	8°

附录:

通过I²C接口读取SC09A的C语言演示程序

```
// 使用 AT89S52 单片机
#define SDA             P1_5
#define SCL             P1_4
#define ERR             P1_3      // 指示通信过程有问题
#define  CON_ADDR   0x81      // {A[6:0] + RWB} = 81H

unsigned int   ReadKey(void)
{
    unsigned char  bitnum,temp,addr;
    unsigned int    key2byte;
    bit                bit_temp;
    addr=CON_ADDR;
    key2byte=0xffff;

     EA=0;                                          // 屏蔽全局中断
    SDA=0;                                          // 拉低 SDA 端口送出 START 信号
     for(temp=0;temp<4;temp++){}              //延时

                                                    //发送 8 位地址字节 (A[6:0]+RWB)
    for(bitnum=0;bitnum<8;bitnum++)
    {
        SCL=0;
        temp=addr&0x80;
        if(temp==0x80)
            SDA=1;
        else
            SDA=0;
        addr=addr<<1;
         for(temp=0;temp<4;temp++){}        //延时
            SCL=1;
          for(temp=0;temp<4;temp++){}    //延时
        }
        SDA=1;                                      //释放 SDA 端口,将 SDA 设置为输入端口


        SCL=0;
        for(temp=0;temp<4;temp++){}        //延时
        SCL=1;
        for(temp=0;temp<4;temp++){}        //延时
        bit_temp=SDA;
        if(bit_temp)                                //读 ack 回应
            ERR=0;                                  //ack 信号没有读到，指示通信有误

                                                    //读 16 位按键数据字节(D[15:0])
        for(bitnum=0;bitnum<16;bitnum++)
```

```
    {
        SCL=0;
        for(temp=0;temp<4;temp++){}   //延时
        SCL=1;
        for(temp=0;temp<4;temp++){}   //延时
        bit_temp=SDA;
        if(bit_temp)
        {
            key2byte=key2byte<<1;
            key2byte=key2byte|0x01;
        }
        else
        {
            key2byte=key2byte<<1;
        }
    }
    SCL=0;
    SDA=1;
    for(temp=0;temp<4;temp++){}         //延时
    SCL=1;
    for(temp=0;temp<4;temp++){}         //延时
    SCL=0;
    SDA=0;                                  //发送 NACK 信号
    for(temp=0;temp<4;temp++){}         //延时
    SCL=1;
    for(temp=0;temp<4;temp++){}         //延时
    SDA=1;                                  //释放 SDA 端口,将 SDA 设置为输入端口
    key2byte=key2byte^0xffff;
    EA=1;                                   //全局中断使能
    return(key2byte);                       //数据位为 1，说明相应按键被触摸。例如，返回值为 0x0500 说明按
                                            //键 CIN2 和 CIN4 被触摸。
}
```