

2021.8

## SC01B

单键电容触摸感应芯片  
(智能马桶人体感应、液位检测)

## 1. 概览

### 1.1 概述

SC01B 是单键电容触摸感应器，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。通过设置，SC01B 可以应用于普通触摸按键开关、智能马桶人体感应、水位检测。

### 1.2 特性

- ◇ 普通按键应用。
- ◇ 智能马桶人体感应应用。
- ◇ 水位检测应用。
- ◇ 保持自动校正，无需外部干预
- ◇ 按键输出经过完全消抖处理
- ◇ 并行一对一输出
- ◇ 2.5V ~ 6.0V 工作电压
- ◇ 符合 RoHS 指令的环保 SOP8 封装

### 1.3 应用

- ◇ 替代机械开关，门禁按键，灯控开关
- ◇ 玩具和互动游戏的人机接口
- ◇ 密封键盘面板
- ◇ 金属触摸按键
- ◇ 马桶着座感应器
- ◇ 洗地机清水箱液体检测
- ◇ 各种容器水箱液位检测
- ◇ 净水器设备液体检测

### 1.4 封装

SC01B采用SOP8封装

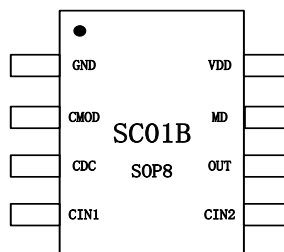


图1-1： 封装简图

## 1.5 管脚

表1-1: 管脚汇总

| 管脚顺序 | 名称   | 类型  | 功能      |
|------|------|-----|---------|
| 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    | CIN1 | I/O | 触摸检测端   |
| 5    | CIN2 | I/O | 触摸检测端   |
| 6    | OUT  | OD  | 感应按键输出  |
| 7    | MD   | I/O | 模式设置端   |
| 8    | VDD  | Pwr | 电源      |

### 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，电容范围是最小5pf，最大100pf。根据使用环境选择合适的电容值，数值越小，灵敏度越高。

### CIN1

感应电容的输入检测端口。当用于智能马桶人体感应及液位检测应用时，接固定电容作为比较参考电容；当用于普通按键锁存输出应用时，接触摸按键输入。

### CIN2

感应电容的输入检测端口。当用于智能马桶人体感应及液位检测应用时，接触摸按键输入；当用于普通按键检测功能时，管脚悬空。

### OUT

触摸输出端口。端口内部结构为带上拉电阻的NMOS开漏输出，输出弱高或强低电平，有效电平是强低电平。输出端口内置上拉电阻阻值大概10K $\Omega$ 左右。

### MD

工作模式设置端口：

- 1: 当MD接GND时, 芯片进入普通按键锁存输出模式, 每次检测到手指触摸, 输出电平翻转, 状态锁存。
- 2: 当MD悬空时, 芯片进入智能马桶人体检测模式, 检测到手指触摸, 输出由弱高电平变低电平, 手指离开后, 输出由低电平变弱高电平。
- 3: 当MD接VDD时, 芯片液位检测模式, 当检测液体或者液面到达刻度, 输出由弱高变低电平, 当没有检测液体或者液面低于刻度, 输出由低电平变弱高。

## 2. 芯片功能

### 2.1 初始化时间

上电复位后, 芯片需要120ms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 灵敏度设置

灵敏度由CDC端口接的电容值决定。数值越小, 灵敏度越高。**电容范围是最小5pf, 最大100pf**。数值越小, 灵敏度越高。为了保证灵敏度的一致性, CDC电容要求使用10%或以上的精度的涤纶电容、NPO材质电容或者COG材质电容为最佳。务必在PCB布局时, 将CDC电容尽量贴近IC放置。

### 2.3 普通按键锁存输出模式

在普通按键锁存输出模式下, CIN1通道接按键传感器, CIN2通道悬空, 芯片会根据外部环境温度和湿度等的漂移, 按键传感器电容基准参考值也会发生漂移, 芯片会自动调整校正按键传感器的电容基准参考值, 以适应当前环境的变化, 保证触摸按键在不同环境下灵敏度的一致性。

当检测到按键后, 芯片会立即停止校正一段时间, 这段时间大约 50 秒。停止校正时间一到, 芯片会继续自校正, 如果当前按键还是持续有效, 按键信息会被当做环境的漂移立即被更新, 也就是说检测按键有效的时间不会超过 50 秒。

### 2.4 智能马桶人体感应模式

在智能马桶人体感应的模式下, 芯片分两种阶段, 即上电比较阶段和自校准阶段,

芯片上电200ms内, 芯片进入上电比较阶段, CIN1端口接固定的基准电容, 用于调整CIN1与CIN2之间的差值, CIN2端接人体接触感应器, 芯片上电自动采集触摸通道CIN1与CIN2电容值, 判断CIN2与CIN1通道之间差值, 是否超过内部设定人体感应阈值, 如果超过, 则对应输出端口电平拉低, 直到CIN2与CIN1通道之间差值低于内部设定人体离开阈值, 芯片跳入自校准阶段; 如果不超过, 则对应输出端口保持弱高状态, 则芯片会200ms之后, 自动跳转到自校准阶段。

## 2.5 液体检测模式

在液位检测的模式下，主要用于监测是否液体存在或者液体是否达到对应高度，CIN1端口接固定的基准电容，用于调整CIN1与CIN2之间的差值，CIN2端接液体检测传感器，芯片上电之后，自动采集触摸通道CIN1与CIN2电容值，判断CIN2与CIN1通道之间差值，是否超过内部设定液体检测阈值，如果超过，则判断液体存在或者液体达到对应高度，则对应输出端口电平拉低，直到CIN2与CIN1通道之间差值低于内部设定液体离开阈值，则对应输出端恢复弱高状态。

## 2.6 触摸反应时间

芯片外部每个通道大约每隔3ms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24毫秒，检测按键离开的反应时间大概是18毫秒。所以检测按键的最快频率大概是每秒25次。

## 2.6 输出逻辑

触摸输出有两种状态：弱高或强低。

当MD接GND，芯片设定普通按键锁存输出模式，每一次触摸都会引发输出翻转，状态锁存。

**表2-1 MD接GND：按键锁存输出模式**

| 时段   | 时段1  | 时段2 | 时段3 | 时段4 | 时段5 | 时段6 |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 动作   | 芯片复位 | 无触摸 | 触摸  | 无触摸 | 触摸  | 无触摸 |
| 触摸输出 | 弱高   | 弱高  | 低电平 | 低电平 | 弱高  | 弱高  |

当MD悬空，芯片设定智能马桶人体感应模式，检测到触摸时，输出强低，无触摸时，输出弱高。

**表2-2 MD悬空：智能马桶人体感应直接输出模式**

| 时段   | 时段1  | 时段2 | 时段3 | 时段4 | 时段5 | 时段6 |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 动作   | 芯片复位 | 无人体 | 人体  | 无人体 | 人体  | 无人体 |
| 触摸输出 | 弱高   | 弱高  | 低电平 | 弱高  | 低电平 | 弱高  |

当MD接VDD，芯片设定液位检测模式，检测到触摸时，输出强低，无触摸时，输出弱高。

**表2-3 MD接VDD：液位检测直接输出模式**

| 时段   | 时段1  | 时段2 | 时段3 | 时段4 | 时段5 | 时段6 |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 动作   | 芯片复位 | 无液体 | 液体  | 无液体 | 液体  | 无液体 |
| 触摸输出 | 弱高   | 弱高  | 低电平 | 弱高  | 低电平 | 弱高  |

## 3. 应用

### 3.1 应用电路

#### 1: 普通按键锁存输出模式

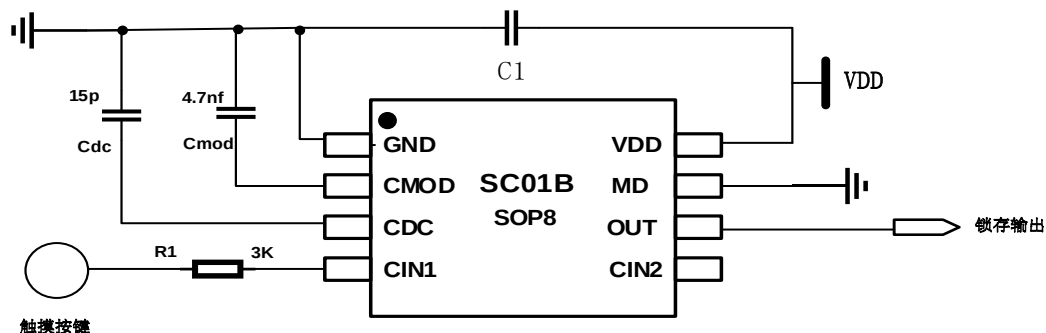


图 3-1：普通按键锁存输出应用电路

注:

1. Cmod是电荷收集电容，通常取值范围在1nf~10nf，典型值是4.7nf。一般不建议更改。
2. Cdc是灵敏度电容，取值范围是最小5pf，最大100pf，电容取值越小，灵敏度越高。

## 2: 智能马桶人体感应模式

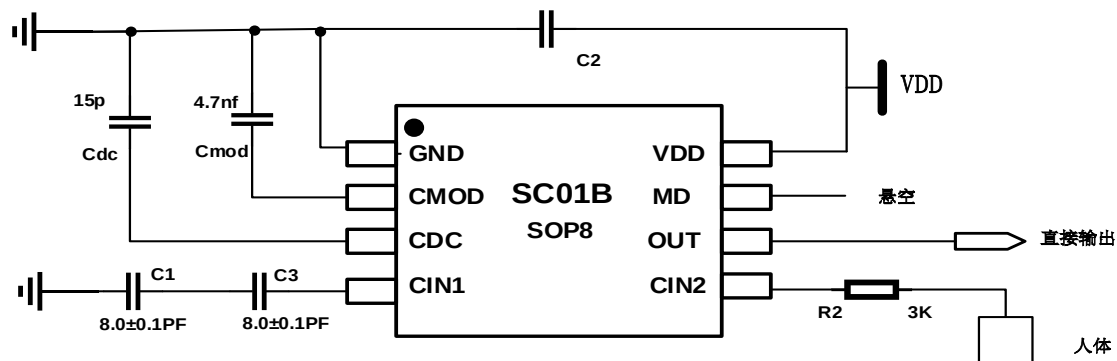


图 3-2：智能马桶人体感应模式应用电路

注:

1. Cmod是电荷收集电容，通常取值范围在1nf~10nf，典型值是4.7nf。一般不建议更改。
2. Cdc是灵敏度电容，主要作用于智能马桶人体感应模式自校准阶段，相对于上电比较阶段作用相对较小，最小5pf，最大100pf，电容取值越小，灵敏度越高。
3. C1和C3电容主要作用于上电比较阶段，电容越大上电比较阶段的灵敏度越差，取值范围取决于人体传感器的大小及PCB版图的布局，一般取值范围0~20PF之间。该电容一般要选择NPO材质，且精度较高级别，低容值的电容，一般要选择±0.1PF或者更高的精度。C1和C3电容串联主要是为了提高CIN1通道整体电容精度和优化CIN1通道灵敏度调整范围，提升产品的一致性。

4、灵敏度调试说明：假设需要调整支持5mm的PP盖板厚度的灵敏度，一般先设置Cdc电容，上电在自校准阶段调整Cdc电容，使得在Cdc电容能够支持5mm的PP的盖板厚度，固定Cdc电容。接下来设置C1和C3，CIN1引脚电容大小应略大于CIN2脚上的寄生电容。估算一个C1和C3电容值以8PF为例，施加人体作用在传感器上，给系统上电，若能检测到人体的存在说明灵敏度偏高或者合适，可以继续往上在探测，继续加大C1和C3电容，是否能够同样检测到人体，直到加大上电较难检测到人体，此时选择上一个电容选项值。施加人体作用在传感器上，给系统上电，无法检测到人体存在，则说明电容太大，灵敏度太低，此时需要适当降低CIN1引脚电容值，即降低C1和C3的电容值，反复降低测试，直到选取C1和C3的电容值串联能够正常在上电的时候检测得到人体。

### 3: 液位检测模式

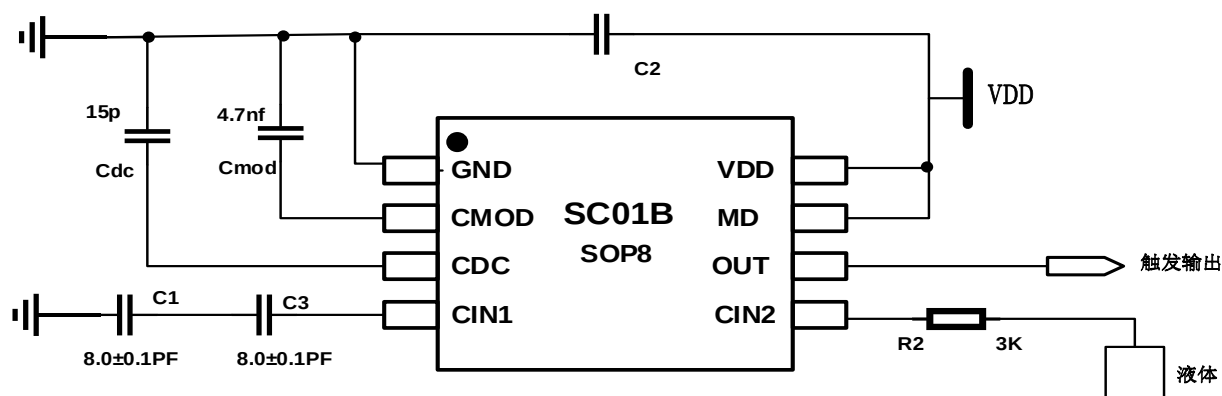


图 3-3 : 液位检测模式应用电路

注:

1. Cmod是电荷收集电容，通常取值范围在1nf~10nf，典型值是4.7nf。一般不建议更改。

2.Cdc是灵敏度电容，主要用于精准调整液位点，一般大小取值范围最小5pf，最大50pf，电容取值越小，灵敏度越高。

3.C1和C3电容用于调整有无液体或者液位是否达到对应高度，该CIN1引脚的总电容对于液位灵敏度调整影响比较大，取值范围取决于液位传感器的大小及PCB版图的布局，一般取值范围0~20PF之间。该电容一般要选择NPO材质，且精度较高级别，低容值的电容，一般要选择±0.1PF或者更高的精度。C1和C3电容串联主要是为了提高CIN1通道整体电容精度和优化CIN1通道灵敏度调整范围，提升产品的一致性。

4、液位调试说明：一般先固定Cdc= 20PF，估算一个C1和C3电容值以PF为例，若上电后，无水状态下或者液体未达到待测液位点时，输出端口为低，说明CIN1引脚总体电容值过小，应该调大C1和C3的电容值；若上电后，液位漫过检测点，输出端口仍然高，说明灵敏度偏低，CIN1引脚总体电容值过大，应该调小C1和C3的容值。在正常工作的情况下，CIN1和CIN2脚上寄生电容的差值越小，灵敏度越高，经过如此反复调整后，得到最佳的电容值，然后将C1和C3的容值固定下来，如果C1和C3的电容值调整的值与理想液位点还是有所偏差，可以通过微调整Cdc电容，使得液位点达到较为理想的值。

## 4. 详细参数

## 4.1 额定值\*

|                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| 工作温度 .....      | -40 ~ +105°C              |
| 存储温度.....       | -50 ~ +150°C              |
| 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

表4-1: 电气参数 TA = 25°C

| 特性               | 符号        | 条件                | 最小值 | 典型值  | 最大值                  | 单位  |
|------------------|-----------|-------------------|-----|------|----------------------|-----|
| 工作电压             | Vdd       |                   | 2.5 |      | 6.0                  | V   |
| 电流损耗             | Idd       | VDD=5.0V          |     | 0.68 |                      | mA  |
|                  |           | VDD=3.3V          |     | 0.47 |                      | mA  |
| 上电初始化时间          | Tini      |                   |     | 120  |                      | ms  |
| 感应管脚电容范围         | Cin       |                   |     |      | 2.5*Cdc <sup>1</sup> |     |
| OUT输出电阻( NMOS开漏) | Zo        | delta Cin > 0.2pF |     | 50   |                      | Ohm |
|                  |           | delta Cin < 0.2pF |     | 10K  |                      |     |
| OUT输出灌电流         | Isk       | VDD=5V            |     |      | 10.0                 | mA  |
| 最小检测电容           | delta_Cin | CDC=5pf           |     | 0.2  |                      | pF  |

注: <sup>1</sup> 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-8)



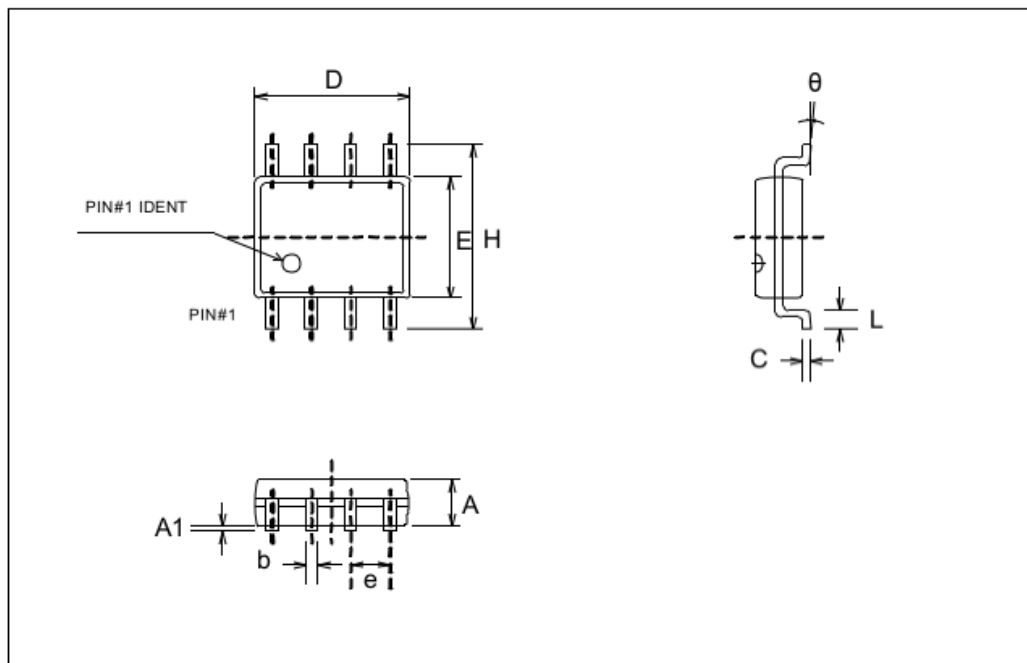


图 4-1: SOP8封装示例

表4-2: 封装尺寸参数

| 符号 | 毫米单位 |      |      | 英寸单位  |       |       |
|----|------|------|------|-------|-------|-------|
|    | 最小   | 典型   | 最大   | 最小    | 典型    | 最大    |
| 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  | 4.72 | 4.92 | 5.12 | 0.186 | 0.194 | 0.202 |
| 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°    |

## 5. 电容按键传感器

### 5.1 触摸按键材料及形状

触摸按键可以是任何形状的导体，中间可以留孔或者镂空，但要保证一定的平面面积。建议使用直径大于12mm 的圆形或者方形，注意避免尖端效应。触摸感应盘可以用 PCB 铜箔、金属片、平顶圆柱弹簧、导电棉、导电油墨、导电橡胶、导电玻璃的 ITO 层等。图 5-1 所示：



按键感应盘可以是实心或中空矩形、圆形，多边形

图 5-1: 不同形状按键感应盘示例

## 5.2 触摸感应盘的尺寸

触摸感应盘的尺寸大小：最小 4mmX4mm，最大 30mmX30mm。实际面积大小根据灵敏度的需求而定，面积大小和灵敏度成正比。一般来说，按键感应盘的直径要大于面板厚度的 4 倍，并且增大电极的尺寸，可以提高信噪比。各个感应盘的形状、面积应该相同，以保证灵敏度一致。通常，在绝大多数应用里，12mmX12mm 是个典型值。

## 5.3 触摸触摸 PAD 和触摸面板的连接方式

- (1) 当用 PCB 的铜箔做触摸 PAD 时，直接将触摸 PAD 用两面胶粘在触摸面板上。
- (2) 使用带弹簧的贴片做触摸 PAD，必须将触摸 PAD 顶在面板上。
- (3) 使用导电橡胶或导电棉，导电橡胶或导电棉底端粘在 PCB 的铜箔上，顶端作为感应盘紧贴在面板上。
- (4) 导电油墨或 ITO 做成柔性 PCB，插在触摸端口的接口里。

## 5.4 触摸面板的选择

面板必须选用绝缘材料，可以是玻璃、聚苯乙烯、聚氯乙烯（pvc）、尼龙、树脂玻璃等。在生产过程中，要保持面板的材质和厚度不变，面板的表面喷涂必须使用绝缘的油漆。在触摸感应盘面积一定的情况下，面板的厚度和材质决定灵敏度。

通常面板厚度设置在 0~10MM 之间。不同的材料对应着不同的典型厚度，按键感应盘表面要平整，且必须紧密贴在面板上，中间不能有空气间隙。

在实际应用的时候，客户根据实际需要，找到理想的折中值。下面的表格是 PAD 大小和不同材质面板厚度的推荐值。

表 5-1: PAD 大小与不同面板厚度的推荐值

| PAD 直径<br>(MM) | 亚克力(介电<br>常数 2.6~3.7)<br>(MM) | 树脂玻璃(介<br>电常数 3.4) | ABS(介电常<br>数 3.8~4.5) | 云母片(介电<br>常数 4~8) | 普通玻璃<br>(介电常<br>数 7.6~8.0) |
|----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| 8              | 2.25                          | 2.5                | 3                     | 4.1               | 5                          |
| 10             | 3.25                          | 3.8                | 4.3                   | 6.2               | 8                          |
| 12             | 4.5                           | 5.1                | 5.6                   | 8                 | 10                         |
| 14             | 5.5                           | 6                  | 6.8                   | 10                | 12.5                       |

## 6. 电源

### 6.1 直流稳压器

SC 系列触摸芯片通过测量电容的微小变化反应触摸输出，因此要求电源的纹波和噪声要小，要注意避免由电源串入的外界强干扰。尤其应用于电磁炉、微波炉时，必须能有效隔离外部干扰及电压突变，因此要求电源有较高稳定度。建议采用如下图所示的 7805 组成的稳压电路。

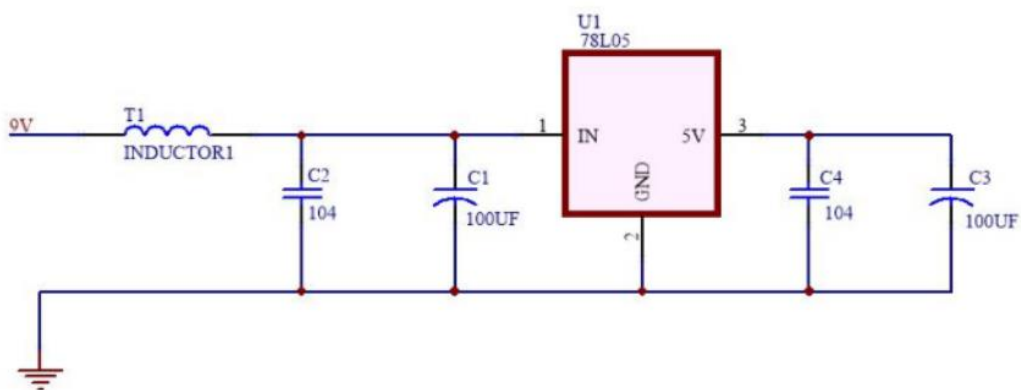


图 6-1: 7805 组成稳压电路

在 PCB 排版时，如果环境较恶劣，建议预留上图中电感 T1 焊盘，应对电磁炉等高噪声的干扰。在普通的应用中，可以不需要此电感。

### 6.2 稳压器件的放置

PCB LAYOUT 的时候，7805 电源组器件尽量靠近芯片的 VDD 和 GND 管脚。7805 电源组器件尽量与触摸芯片放在同一电路板上，并集中放置，杜绝电源连线过长带来噪声。

## 6.3 高噪声条件下的注意事项

在高噪声环境应用时，应避免高压(220V)、大电流、高频率操作的主板与触摸电路板上下重叠安置。如无法避免，应尽量远离高压大电流的器件区域或在主板上加屏蔽。

## 6.4 使用主机的 5V 电源

如果用户直接使用主机的 5V 电源，要接如下图的滤波电路，滤波电路中的 C3 电容和 C2 电容的放置规则和 6.2 相同。

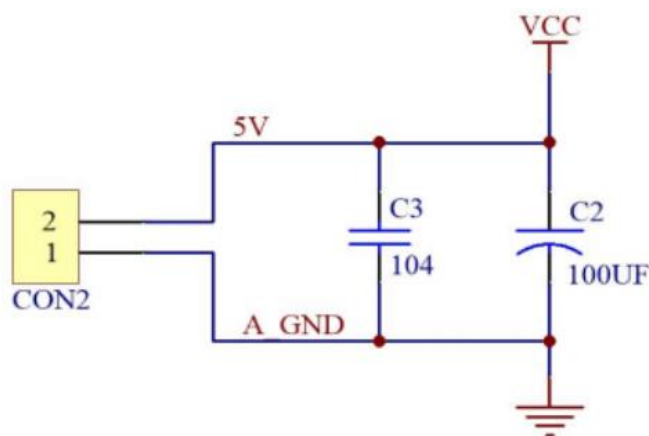


图 6-2: 5V 电源的滤波电路

## 7. 触摸感应电路 PCB 的设计

### 7.1 电源线的布线设计

触摸属于模拟敏感器件，同一系统的其他子单元的电路要避免影响到触摸部分的电路，所以触摸电路部分的 VCC 电源线要单独走线，线长尽量短，走线要适当加粗。

### 7.2 地线的布线设计

触摸芯片的地线不要和其他电路共用，最好单独连到板子电源出入的接地点，也就是通常说的“星形接地”。电路的数字和模拟部分的电源和地分开用星型接法连接。

### 7.3 触摸应用电路外围元器件的布线设计

触摸芯片的退耦电容，CMOD 电容，CDC 电容及触摸限流电阻尽量要紧靠芯片放置，走线距离尽量短。

## 7.4 PAD 与 IC 的感应盘输入引脚之间的连线

触摸 IC 尽量要放在中心位置，尽量触摸 IC 到各个 PAD 之间的距离基本平衡。

PAD 输入端的走线，单面板走线建议是 8MIL~13MIL，双面板走线建议是 5~8mil。在工艺允许的情况下，建议越细越好。

PAD 输入端到触摸 IC 的连线不要跨越其他信号线。尤其不能跨越强干扰、高频的信号线。

PAD 输入端到触摸 IC 的连线周围 0.5MM 尽量不要走其他信号线。

## 7.4 铺地规则

触摸 IC 及其相关的外围电路要铺地，可以有效提高产品抗干扰能力。铺地的注意要点如下：

- (1) 触摸 PAD 与铺地的距离推荐 1.5MM~2.0MM 之间，在这个距离区间内，可以有效平衡系统的抗干扰度和触摸的灵敏度。

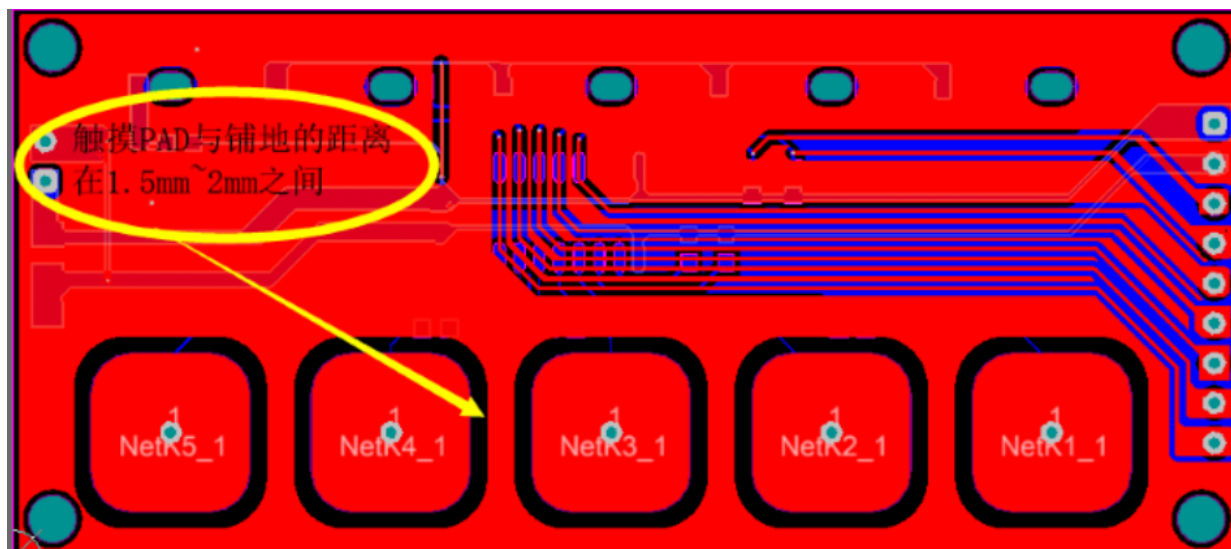


图 7-1: 触摸 PAD 离铺地 1.5MM 以上

- (2) 触摸 PAD 周围要铺地，触摸 PAD 正对反面的铺地要做镂空处理，减少寄生电容，改善灵敏度，且要尽量不要放置其他器件或者存在大面积铜箔，不走其他高频信号。

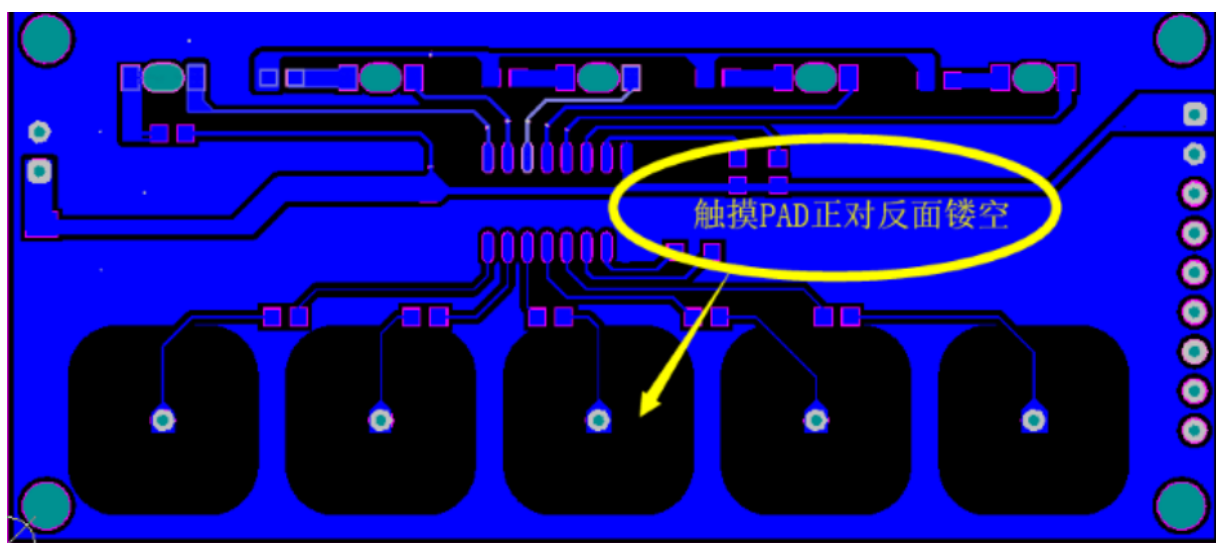


图 7-2：触摸 PAD 正背面镂空

- (3) 触摸信号线离铺地距离保持在 15mil 以上，且相邻触摸信号线之间也要尽量保持在 15mil 以上，避免产生串扰。如下图所示：

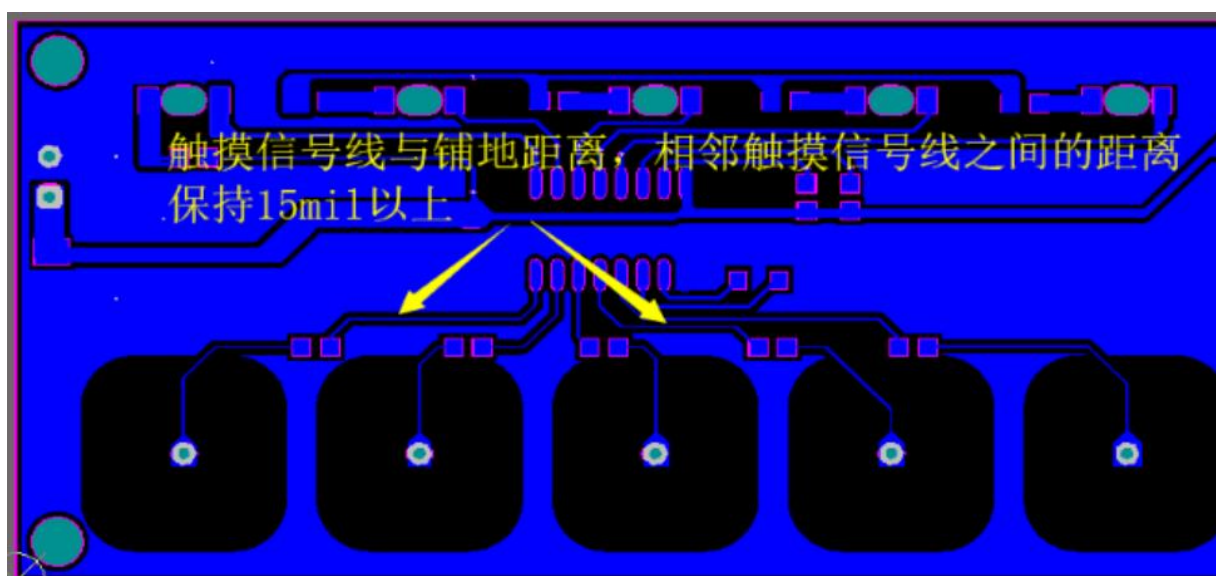


图 7-3：触摸信号线距离铺地及相邻触摸信号线保持 15mil 以上

- (4) 建议触摸 IC 及其相关的外围电路要用实铜铺地，增强芯片本身的抗干扰能力。