

电容式触摸面板 PCB Layout 指南

本文旨在为 *S-Touch™* 电容触摸感应设计所采用的各种 *PcB*(印刷电路板)的结构和布局提供设计布局指导,包括触摸键,滑动条和旋转条。鉴于在多种应用中,两层 *PCB* 板被广泛采用,本文以两层 *PCB* 板为例,介绍 *PCB* 板的设计布局

PCB 设计与布局

在结构为两层的 *PCB* 中, *S-Touch* 触摸控制器和其他部件被布设在 *PCB* 的底层, 传感器电极被布设在 *PCB* 的顶层。每个传感器通道所需的调谐匹配电容器可以直接布设在该传感器电极的底层。需要指出的是, *S-Touch* 触摸控制器布设在底层, 应该保证其对应的顶层没有布任何传感器电极。顶层和底层的空白区域可填充网状接地铜箔, 铜箔距离感应电极需在 3mm 以上

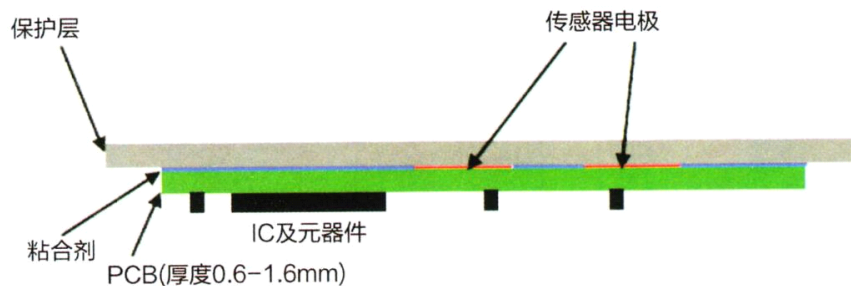


图1 基于两层板的电容式触摸模组的结构

PCB 设计规则

第1层（顶层）

- 传感器电极位于 *PCB* 的顶层（*PCB* 的上端与覆层板固定在一起），感应电极一般布置为一个焊盘，所有感应电极面积尽量保持一致大小，有效面积不得小于 25mm^2 ，但也不能超过 $15\text{mm}^2 \times 15\text{mm}^2$ ，若超过这一尺寸，不但会降低灵敏度，而且会增加对噪声的易感性。感应电极大小应根据覆层板（外壳）的材料和厚度来适当布置，对应关系为（仅供参考）：

感应电极面积	亚克力	普通玻璃	ABS
6mm × 6mm	1.0mm	2.0mm	1.0mm
7mm × 7mm	2.0mm	3.0mm	2.0mm
8mm × 8mm	3.5mm	4.0mm	3.5mm
10mm × 10mm	4.5mm	6.0mm	4.5mm
12mm × 12mm	6.0mm	8.0mm	6.0mm
15mm × 15mm	8.0mm	12mm	8.0mm

- 空白区域可填充网状接地铜箔（迹线宽度为 6 密耳，网格尺寸为 30 密耳）。
- 顶层可用来布设普通信号迹线（不包括传感器信号迹线）。应当尽可能多地把传感器信号迹线布设在底层。传感器信号迹线宽度请选用 0.15mm~0.2mm，建议不要超过 0.2mm。
- 感应电极与接地铜箔的距离至少应为 2mm，我公司建议在 3mm 以上

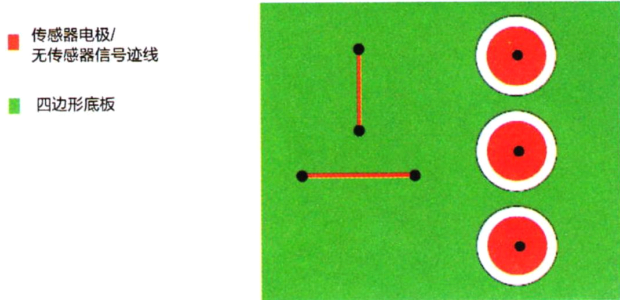


图2.1 两层PCB板的顶层

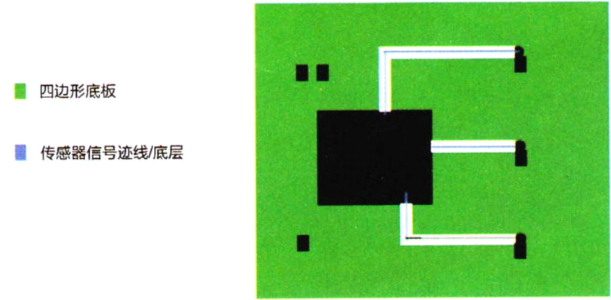


图 2.2 两层PCB板的底层

第2层（底层）

- 传 S-Touch 控制器和其他无源部件应该设计布局在底层。
- 传感器信号迹线将被布设在底层。尽量不要把一个通道的传感器信号迹线布设在其他传感通道的感应电极的下面。

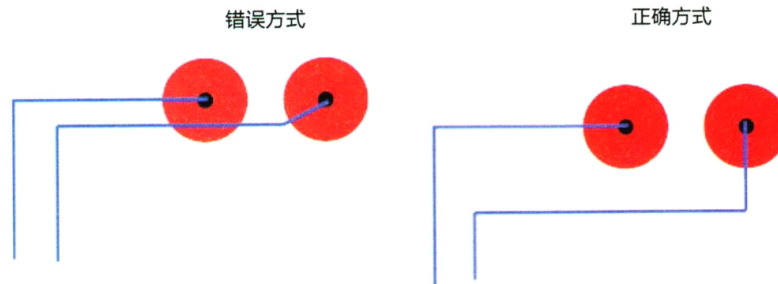


图3 触摸极板下的传感器信号迹线走线方式

- 应尽量保持传感器信号迹线长度两端均衡，感应电极离触摸感应 IC 的距离尽量短。
- 空白区域可填充接地铜箔(迹线宽度为 6 密耳,网格尺寸为 30 密耳)。
- 传感器信号迹线与接地铜箔的间距应当至少是传感器信号迹线宽度的 4 倍，我公司建议接地铜箔距离传感信号线不小于 1mm，感应电极下面不能覆接地铜箔。
- 为降低串扰，应当尽可能地增大两个感应电极/感应信号迹线之间的距离。在可能的情况下，在两个感应电极/感应信号迹线之间加入接地铜箔，以增强抗干扰能力。
- 传感器信号迹线的长度并不需要完全等长。因为使用匹配调谐电容，完全可以使两条通道之间的输入电容达到平衡。然而，在 PCB 空间允许的情况下，最好使用长度相等的传感器信号迹线(传感器电极的尺寸也是统一的)，这样，为了把所有传感通道的传感器容抗值调整至控制器感应的动态范围以内，只需设置一个标准参考电容即可，简化了设计难度。
- 任何时钟、数据或周期信号迹线都不应该与传感器的信号迹线相邻平行布设。这些信号线应当尽可能地与传感器的信号迹线垂直,或者布设在 PCB 的其他区域。
- 如果时钟、数据或任何周期信号迹线确实需要与传感器的信号迹线平行布设,它们应当被布设在不同的层并且不能重叠,而且应当尽可能地缩短信号迹线平行部分的长度。

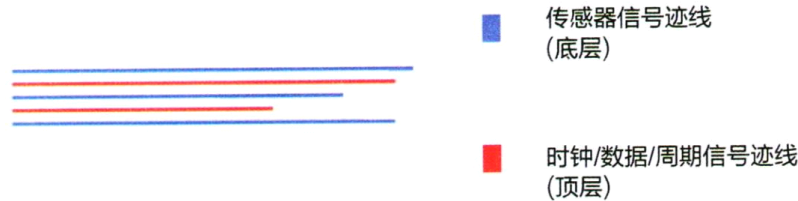


图4 传感器信号迹线和周期信号迹线相邻时平行布设

接地铜箔

在前面对两层 FR4PCB 的介绍中，接地铜箔被用来填充 PCB 的空白截面区域。接地铜箔能够帮助触摸模块屏蔽外部噪声源，还能够稳定传感器线路的固有电容。然而，使用接地铜箔时需要事先注意几个问题。这是因为接地铜箔会增加传感器的固有电容，还会增加由于水滴导致的错误检测的可能性。

接地铜箔设计指南：

- 建议使用网状的接地铜箔，而非实心的接地铜箔，建议使用 20% 的网状接地铜箔(迹线宽度为 6 密耳，网格尺寸为 30 密耳)，接地铜箔的角度应当设置为 45° ；
- 传感器到接地铜箔的间隔应当至少为 2mm，建议使用不小于 3mm；
- 传感器信号迹线到接地铜箔的间隙应至少是迹线宽度的 4 倍，建议不小于 1mm；
- 对于 四层 PCB 来说 ,如果布设在第三层的传感器信号迹线大于 10cm，为了把长迹线的电容负载降至最低，建议不要在底层布设接地铜箔；
- 如果对覆层板使用部分导电材料，建议不要在顶层布设接地铜箔；
- 如果电容感应系统需要在潮湿环境中工作，建议不要在顶层布设接地铜箔。

接传感器基本功能描述与指南

电容传感器电极是指一种用来测量手指电容的导电极板。它被连接至 S-Touch 控制器的感应通道输入端。传感器电极可以被制作成各种几何形状和尺寸，以便具有不同功能和应用。

触摸按键

触摸按键的基本功能是检测是否有手指在触按。S-Touch 控制器可测量触摸按键感应电极的电容。如果手指比较靠近触摸按键，当所测量的电容变化超过预先设定的阈值，就会检测到手指触摸的发生。触摸按键可以被设计成各种形状，例如方形、圆形、三角形或其他形状。如果限定了 PCB 的尺寸，所设计的按钮形状应当最大化地利用空间，以便提供最佳的灵敏度。对于覆盖有 2~3mm 的丙烯酸塑料层外壳的应用，建议使用建议使用 7mm×7mm 的正方形传感电极。



图5 触摸按键形状

实际应用中，感应电极的最小尺寸不要小于 5mm×5mm，最大尺寸不要大于 15mm×15mm

触摸滑动条

触摸滑动条的基本功能是用来检测手指在一维方向上的滑动位置。触摸滑动条的典型应用之一是进行音量控制。可以使用两种方法来实现触摸滑动条：触摸状态滑动条和比例计量滑动条。把方形触摸按键顺序紧密排列在一起，即可以设计成触摸状态滑动条。当检测到某传感通道处于开启状态时，就能确定手指在触摸滑动条上的位置。在上例中，使用了 5 个传感通道来检测 9 个位置。如果 S1 和 S2 通道同时处于开启状态，就意味着手指的位置位于位置 2。

滑动条传感器之间的间隙值建议为 0.5 mm。两个相邻传感电极之间的间隙不要超过 0.75mm。这是为了确保当手指正好位于间隙内时，两个传感器通道能够同时开启。

触摸状态滑动条的优点是设计简单在噪声环境下具有较高的稳定性。然而，如果需要数量较多的位置，该方法则会因为需要过多传感器通道而无法实施。

另一种方法是使用比例计量滑动条。该方法不是通过检测每个传感通道上的触摸状态来实现，而是根据每个传感器通道所测得的确切电容变化来确定手指的位置。当测得个传感通道的确切电容变化后，通过进行比例计算来确定手指的确切位置。上述位置中的手指触摸会导致三个传感通道电极的电容增加。由于手指覆盖面积的不同，每个传感器所增加的电容值也不相同。然后，对传感器的原始电容数据进行处理，就可以获得手指在滑动条上的绝对位置。传感通道的数量视机型结构确定，若滑条的总长度小于 50mm 建议用四通道来设计滑条，滑条总长度每增加 10mm 至 20mm 建议增加一个滑条通道。

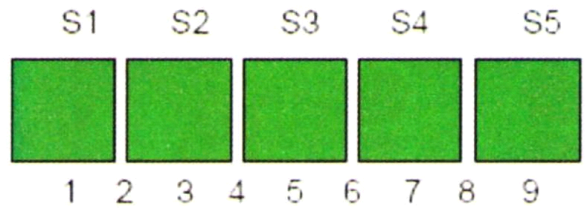


图6 触摸状态滑动条的实现

表1 触摸状态滑动条的设计

位置	传感器开启(ON)
1	S1
2	S1, S2
3	S2
4	S2, S3
5	S3
6	S3, S4
7	S4
8	S4, S5
9	S5

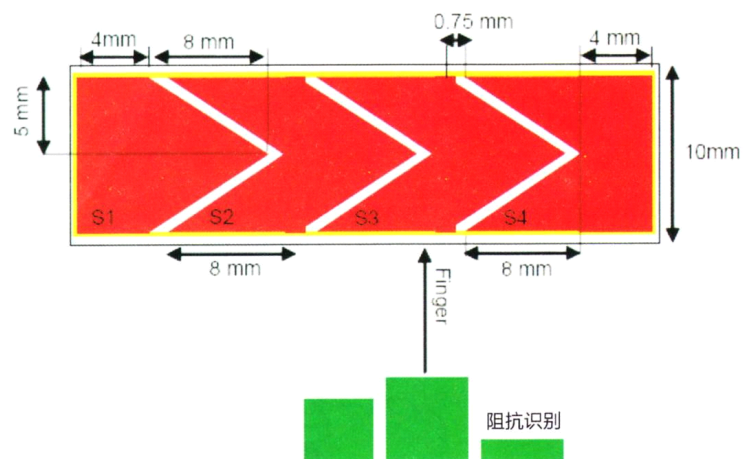


图7 比例计量滑动条的实现

触摸旋转器（转轮）

同滑动条一样，触摸旋转器也是基于触摸状态和比例计量方法实现的。应用触摸状态方法的旋转器通过检查每个传感通道的状态来确定手指的位置。应用比例计量方法的旋转器，通过测量由于手指触摸而导致的各个传感通道增加的确切电容来确定手指的位置。手指在旋转器上滚动时，会导致几个传感通道的电容增大。然后，通过计算这些传感通道所增加的电容值，可以计算得出手指触摸的确切位置。触摸旋转器对于手指触摸检测的稳定性取决于要求的分辨率和传感通道的数量。对于高分辨率的触摸旋转器来说，可能需要使用更多的传感通道，而不一定像图 8 中所示的那样仅使用了三个传感通道。

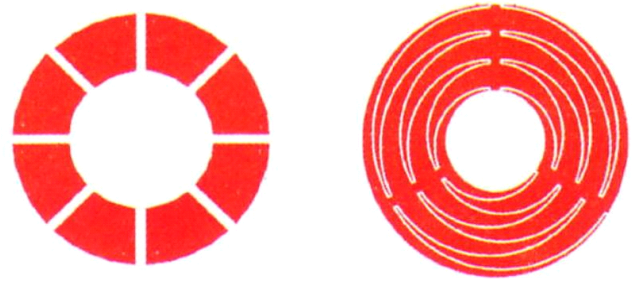


图8 触摸状态和比例计量触摸旋转器的实现

比例计量触摸转轮设计方法

比例计量触摸感应转轮在 PCB 板采用环行交互锯齿形状排布，各检测通道按升序或者降序依次排列，并把最大与最小通道首尾相衔接，如图 9：

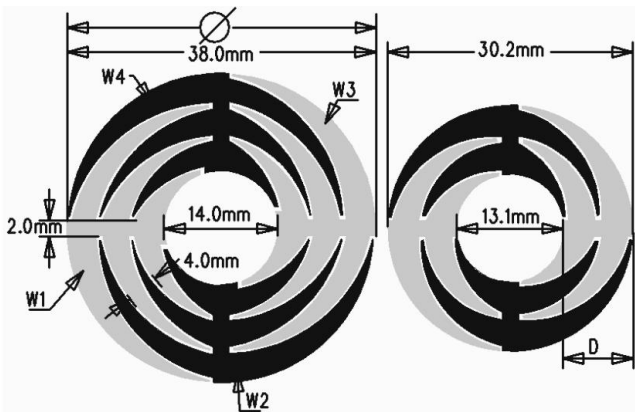


图 9 4 通道比例计量触摸转轮示意图

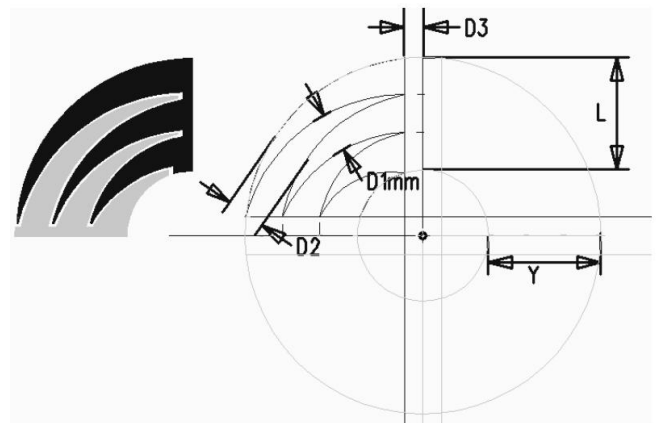


图 10 比例计量触摸转轮设计图

W1、W2、W3、W4 分别代表比例计量触摸转轮的四个通道。每个通道的中心过渡区宽度 $\leq 2\text{mm}$ ，通道间安全间距等于 0.25mm ，锯齿数根据转轮的环宽确定，建议在各通道中心过渡带区域每个锯齿的宽度小于 3mm 。通道数根据转轮外圆直径选择，通道数可大致按以 mm 为单位的外圆直径除以 9 向上进位取整数计算，即当外圆直径为 $\leq 27\text{mm}$ 时，可选择 3 个通道，当外圆直径为 $>27\text{mm}$ 且 $\leq 36\text{mm}$ 时，选择 4 通道。

比例计量触摸转轮设计方法如图 10，首先根据转轮的结构尺寸用 2D 线（Drill Drawing 层）画好转轮的内外圆，然后把环 L 三等分后画出转轮一个通道 1/2 的边框线，其中 $D1=D2=4\text{mm}$ ， $D1, D2$ 与环的宽度是 Y 的比例关系： $D/Y=1/3$ ， $D3=1\text{mm}$ 。在完成的边框线内填充铜皮后（铜皮在 PCB 的 TOP 或 BOTTOM 层）按附图 10 的形状拼接即可完成一个通道的设计，

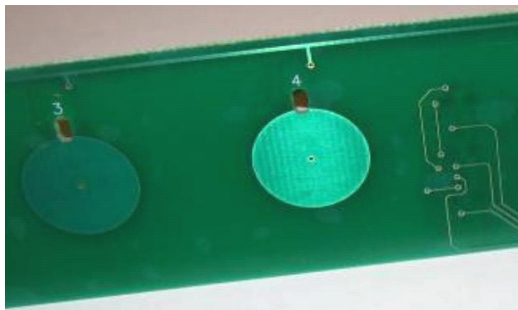
分别拷贝出上述图形后拼接成一个圆环即可完成一个比例计量触摸转轮的 PCB 设计。

其他考虑因素

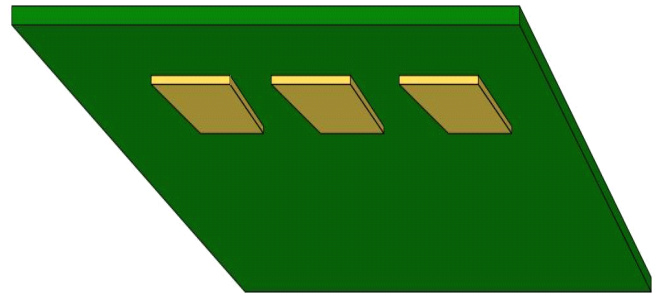
按照这些基本的设计指引进行 PCB 设计和布局，能够使电容感应应用更加可靠。在 PCB 设计中，还要考虑其他的重要因素，包括以下几方面：

- PCB 上无浮板/极板。PCB 的空白区域可填充接地铜箔或留空。
- PCB 应当设计成所需要的参考电容值小于 20pF（该参考电容值是在硬件调整期间确定的），并且各个通道的固有电容应小于 10pF。如果大于此值，则需要修改某些基本布局，如降低接地铜箔的密度，扩大感应输入线/电极到接地铜箔的间距，缩小传感器信号线的宽度，甚至去除接地铜箔。如果感应输入电容的最大值超过 10pF，则需要使用调谐电容进行匹配设置。
- 尽可能地把各个感应通道之间的固有电容的差别控制在 10pF 以内(可在硬件调整期间测定这一差别)。如果超过 10pF，需要降低迹线长度和传感器电极尺寸的失配，来进行重新布局以便把差别降至最低。
- 在 I²C SDA 和 SCL 线路中安装串联电阻器，以便过滤连接主板和触摸模块的线束所引起的噪声干扰，或来自可能导致 I²C 信号失真的电源噪声的干扰

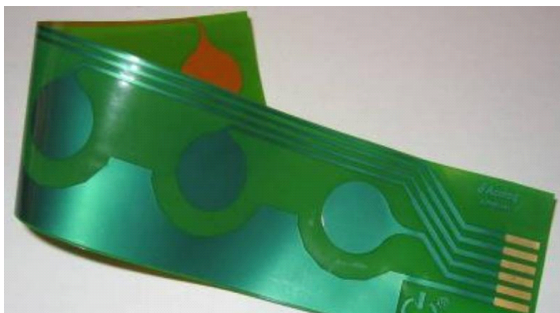
应用设计案例



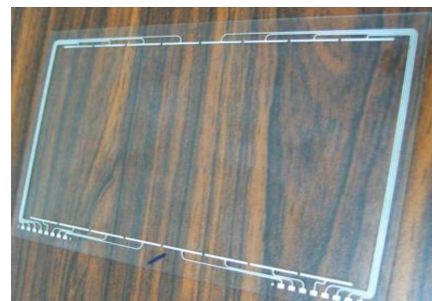
CEM-3 or FR4 Type PCB with Touch Pads



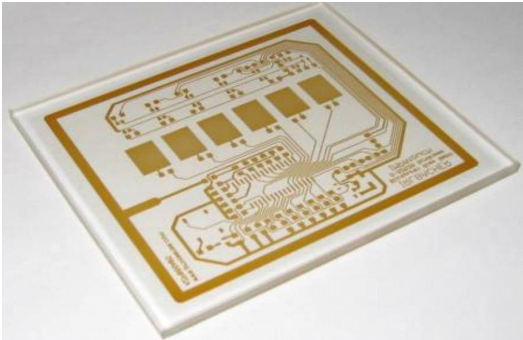
Single Sided PCB with routing and Pads on bottom



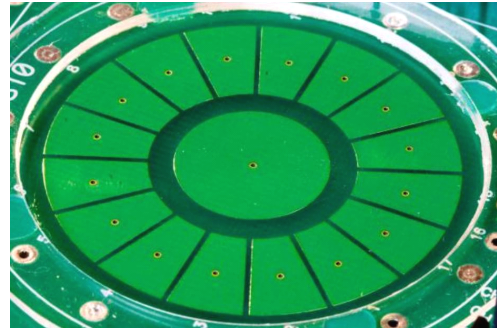
Touch Pads on Flex-Circuit with tail connector



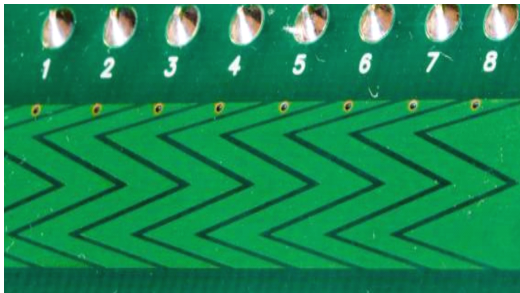
ITO Touch screen on PET film



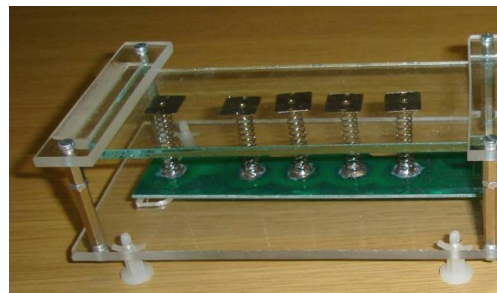
Touch Pads printed on glass



Slide-Wheel PCB



Discrete Slider PCB



Springs used on Touch Pads to close Air Gap

参考文献:

【1】 Application Note-S-Touch™ devices: system considerations[R/OL].ST website Publication, 2008

【2】 Application Note-S-Touch™ PCB and layout guidelines [R/OL].ST website Publication, 2008

【3】 Application Note-S-Touch™ design Procedure [R/OL].ST website Publication, 2009

技术支持

非常感谢您选用 Sensery 触摸感应系列 IC，如果您在 PCB 布局设计或生产过程中，遇到疑难问题，可以通过以下方式联系我们：

咨询电话：+86-755-84039893

E-mail: sensery@163.com

深圳市芯胜威电子有限公司电子设计部