

电容式触摸按键面板 PCB 设计需知

1. 适用芯片

所有带触摸单片机。

2. 设计说明

电容式触摸产品的 PCB Layout 对于触摸灵敏度有较大的影响力。因此触摸 MCU 在 PCB 布局上有些建议的设计则可以参考。

3. 触摸面板 PCB 设计的基本原则

3.1. 遵循通常的数模混合电路设计的基本原则

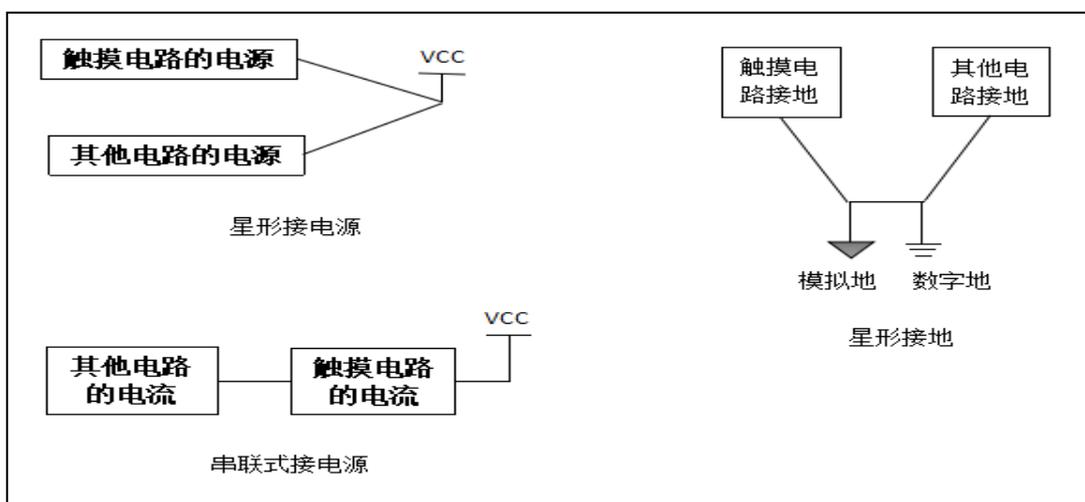
电容式触摸感应芯片，内部既成了精密电容测量的模拟电路，因此进行 PCB 设计时应该把它看成一个独立的仿真电路对待。遵循通常的数模混合电路设计的基本原则。

3.2. 采用星形接地

触摸芯片的地线不要和其他电路共享，应该单独连到板子电源输入的接地点，建议采用“星形接地”。连接方式参考图 1。

3.3. 电源上产生的噪声对触摸芯片的影响

电源回路也应遵循同样的处理办法。触摸芯片最好用一根独立的走线从板子的供电点取电，不要和其他的电路共享电源回路。如果做不到完全独立，也应该保证供电的电源线先进入触摸芯片的电源然后再引到其它的电路的电源。这样可以减小其他电路在电源上产生的噪声对触摸芯片的影响。连接方式参考图一。



图一：电源和地线连接方法示意图

4. 触摸盘的设计

4.1. 触摸盘材料

触摸盘有 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。不管使用什么材料，按键感应盘尽量紧密贴在面板上，中间不能有空气间隙。当用平顶圆柱弹簧时，触摸线和弹簧连接处的镂空铺地的直径应该稍大于弹簧柱体直径，保证弹簧即使被压缩到 PCB 板上，也不会接触到铺地。

4.2. 触摸盘形状

原则上可以做成任意形状，中间可留孔或镂空。一般应用圆形和正方形较常见。

4.3. 触摸盘面积大小

按键感应盘面积大小：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。

4.4. 触摸 PAD 之间距离

各个触摸 PAD 间的距离要尽可能的大一些（大于 3mm），这样可以减少它们形成的电场之间的相互干扰。当用 PCB 铜箔做触摸 PAD 时，若触摸 PAD 间距离较近（5MM~10MM），触摸 PAD 必须用铺地隔离。如果各个触摸 PAD 距离较远，也应该尽可能的铺地隔离。适当拉大各触摸 PAD 间的距离，对提高触摸灵敏度有一定帮助。

4.5. 触摸 PAD 与各种触摸结构的连接方式事宜

- 当用 PCB 的铜箔做触摸 PAD 时，确保 PCB PAD 与面板紧贴。
- 使用带弹簧的贴片触摸 PAD，将触摸 PAD 顶在面板上。
- 使用导电橡胶或导电棉，导电棉或导电橡胶底端粘在 PCB 的铜箔上，顶端作为感应盘紧贴面板上。
- 导电油墨或 ITO 做成柔性 PCB，插在触摸端口的界面里。

5. 通过 EMC 测试的设计建议

触摸产品需要通过严格的 FCC 测试。建议可以参考下列建议以减小触摸芯片对外的辐射。

5.1. 使用退藕电容

触摸芯片的供电请加退藕电容，这可以减小触摸芯片对电源的干扰。一般在芯片的 VCC 和 GND 端并接一个 104 的瓷片电容，就可以起到退藕和旁路的作用。退藕电容应该尽量接近芯片放置。

5.2. 使用较低的工作电压

使用 3.3V 给触摸芯片供电，这样可以有效降低触摸芯片的交流脉冲的幅度。

5.3. 正确铺地

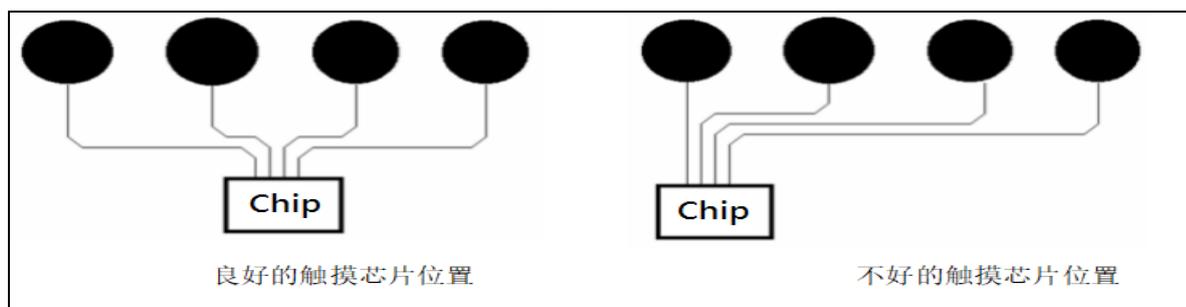
无论使用单面 PCB 板和双面 PCB 板，PCB 的空白处都应铺地，并用地将按键感应盘到 IC 的输入引脚之间的连线包起来，可以吸收电磁波辐射，提升 EMC 指标，使用双面板。

5.4. 芯片开启 EMI 功能

6. 元器件布局

6.1. 芯片的位置

触摸感应 IC 内部有线长修正功能，因此各按键感应盘到 IC 引脚之间的连线长短的差异不至于导致按键灵敏度的明显差异，但在 PCB 板空间允许的情况下，应尽量将触摸芯片放置在触摸板的中间位置，使 IC 的每个感应通道的引脚到感应盘的距离差异最小。



图二：触摸引线

6.2. 按键感应盘（电容传感器）大小和间隙

在满足面板的美学设计要求的情况下，必须通过合理安排的感应盘大小和间隔尺寸，来获得最佳的触摸感应效果。

6.3. 稳压电路的位置

稳压电路和滤波电路尽量放在触模板上。

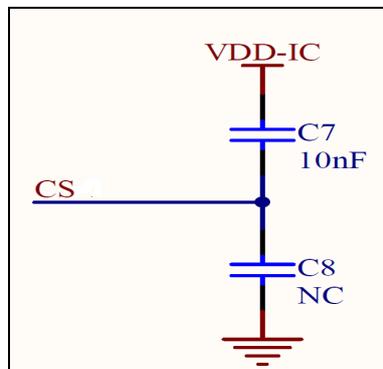
6.4. 灵敏度调节 CS 电容（适用有 CS pin 的产品）

6.4.1 CS 电容的选择

CS 电容建议使用 NPO/C0G 材质电容。选择具有温度补偿型电容（NPO/C0G）材料，在触摸灵敏度的稳定性上有较佳的效果，实验结果其比 X7R 材质电容对于抗电源噪声干扰亦有明显的稳定效果。CS 电容值将依最终的 PCBA 及触摸灵敏度调节而定，并无绝对值，建议可从 10nF 开始调整以寻找最佳的 CS 电容值。

6.4.2 CS 电容的位置

应用中 CS 电容。建议紧靠芯片 CS 管脚放置。单片机 CS 电容建议接 VDD，对于抗电源纹波干扰会有较佳的效果。若 PCB 布局空间足够，建议 CS 电容对 VDD 及 GND 都预留着。

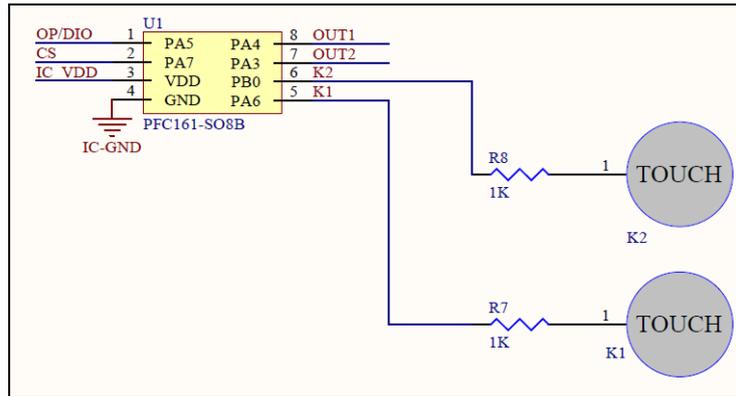


图三：触摸灵敏度电容 CS 原理图

6.5. 触摸通道串联电阻

6.5.1 触摸通道串联电阻的位置

触摸通道串联电阻（触摸按键到触摸芯片之间的串联电阻），以靠近触摸芯片的按键引脚放置为较佳。



图四：触摸通道串联电阻原理图

6.5.2 触摸通道串联电阻的选择

触摸通道串联电阻是在芯片触摸引脚和触摸 PAD 间的电阻，作用是提高电路的抗干扰度及个别触摸通道的灵敏度微降低调整。电阻可以用普通的贴片电阻或普通的碳膜电阻，其值一般建议 0R/1K/4.7K...等等。建议选择稍大的电阻这样可以降低交流脉冲边沿的陡峭程度，减小高次谐波，具体的选择以实际测试状况调整。

6.6. 配置合适的灵敏度

- 灵敏度与触摸库的选择数值大小成正比。增大数值，灵敏度增高，减小数值，灵敏度减小。
- 灵敏度与面板的厚度成反比。同配置情况下，面板厚度越厚，灵敏度越低，面板厚度越薄，灵敏度越高。
- 灵敏度与触摸 PAD 的大小成正比。触摸 PAD 越大，灵敏度越高，触摸 PAD 越小，灵敏度越低。

在实际应用的时候，客户根据实际需要，找到理想的折中值。在一定范围内，CS 电容越大灵敏度越高，越低灵敏度越低。建议从 10nF 开始调整。

7. PCB 板走线

7.1. 双面板走线:

如果直接使用 PCB 板上的铜箔作触摸感应盘，建议使用双面 PCB 板，触摸芯片和感应盘到芯片引脚的连线应放在背面（BOTTOM）。感应盘应放在顶层（TOP），安装时紧贴触摸面板。

7.2. 单面板走线

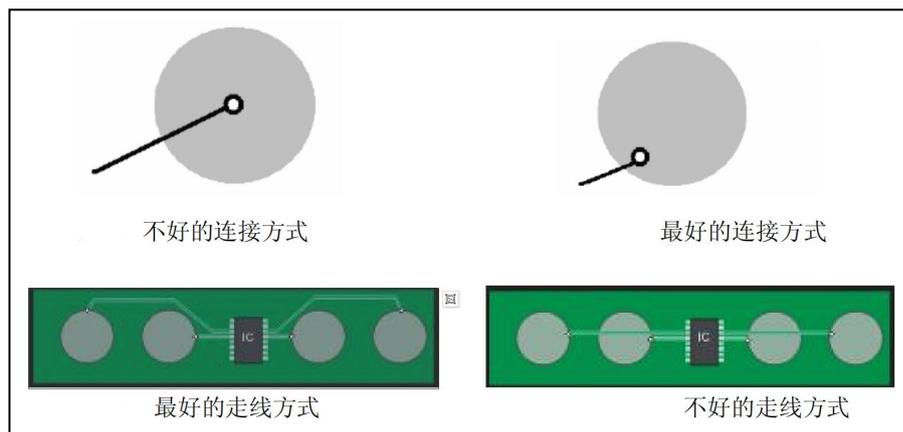
如果采用单面 PCB 板，并用弹簧或其它导电物体做感应盘，感应盘到 IC 引脚的连线建议避免或减少走跳线。

7.3. 线宽

如果 PCB 工艺允许，感应盘到芯片的连线应尽量细，双面板尽量采用 5-10mil 的线宽，单面板板线宽 10-15mil。

7.4. 触摸按键线走线规则避开噪声

触摸按键线不要与其他信号线近距离平行（双面板中，板的两层之间近距离平行也不建议），如果必须平行，可在中间做铺地隔离，触摸线避免跨越其他信号线，尤其是强干扰、高频的信号线。感应盘到触摸芯片的连线周围 0.5mm 不要走其他信号线。连线与感应盘的过孔连线以及 IC 与感应盘的连线请选用图五的连接方式。



图五：好的和坏的走线方式

8. 铺地

触摸芯片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：

- a. 触摸盘与铺地的距离推荐在 1.5MM~2.0MM 之间。在这个距离区间内，系统的抗扰度和触摸的灵敏度可以有效的兼顾。如果距离减小，可以提高系统的抗扰度，但是触摸的灵敏度会有降低；反之距离增加，可以提高触摸的灵敏度，但是抗扰度稍有下降，使用者可以根据自己需求，适度调整。一般来讲，我们不推荐靠改变铺地距离来调整灵敏度，灵敏度设置主要还是靠触摸库中灵敏度参数设置和触摸盘大小来实现。
- b. 触摸线离铺地推荐使用 15MIL。

8.1. 双面板铺地

8.1.1. 顶层（TOP）铺网格地

TOP 面空白部分铺网格地，并且网格中铜的面积不超过网格总面积的 40%。网格线宽 5-8mil，网格大小为 1mm*1mm 较为合适，如图六。铺铜必须离感应盘有至少 0.5mm 以上的距离。



图六：顶层按键感应盘之外铺网格铜

8.1.2. 底层铺实铜

感应盘铜背面（BOTTOM）的铺铜可以用网格铜皮。但铺铜必须离感应盘到触摸芯片的连线有至少 0.5mm 以上的距离。按键感应盘正对的背面不允许铺铜和走和其他高频信号线，如图七。



图七：底层按键感应盘正下方不铺铜

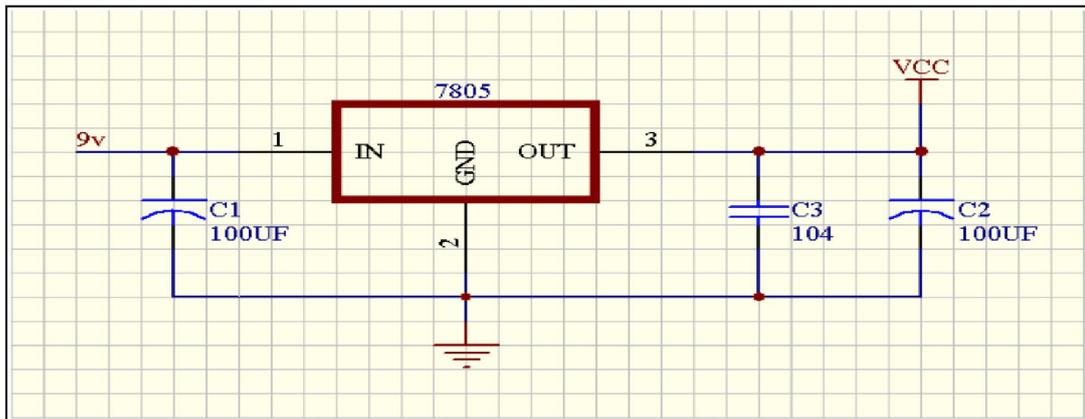
8.2. 单面板铺地

采用单面板时，将空白处全部网格铜皮，铺地距离感应盘连线 0.5mm 以上，感应盘连线需被地包裹可获得较高的 EMC 指标。

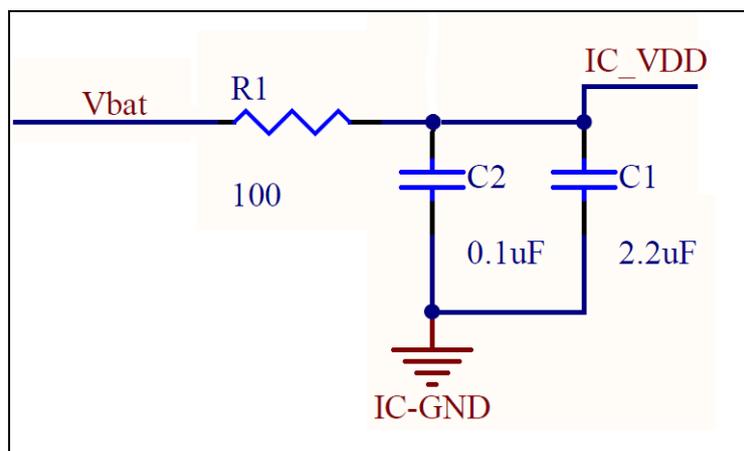
9. 电源

9.1. 直流稳压器

触摸芯片通过测量电容的微小变化值反应触摸输出，对于电源的纹波和噪声要求要小且要注意避免由电源串入外界强干扰，隔离外部干扰及避免电压突波。因为要求电源有较高稳定度，建议采用标准稳压管供电，例如图八所示的 7805 组成的稳压线路。若无法使用稳压管提供一组稳定电源时，建议可以在芯片电源输入端加入一组 RC 滤波，如图九所示。



图八：7805 稳压线路



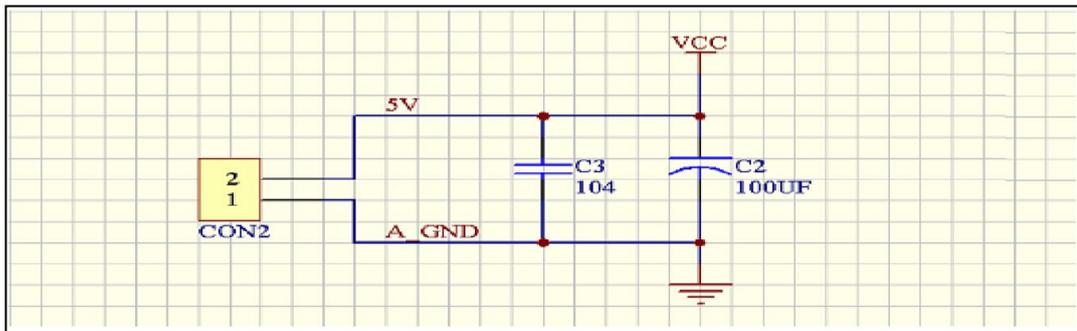
图九：输入电源 RC 滤波原理图

9.2. 稳压管器件的放置

PCB LAYOUT 的时候，稳压管器件尽量靠近芯片的 VDD 和 GND 管脚。7805 稳压管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。

9.3. 使用外部电源供电

如果触摸板是直接使用外部电源供电时，建议要加上电容滤波器件，如图十所示。滤波电路中的电容位置以靠近芯片为佳。

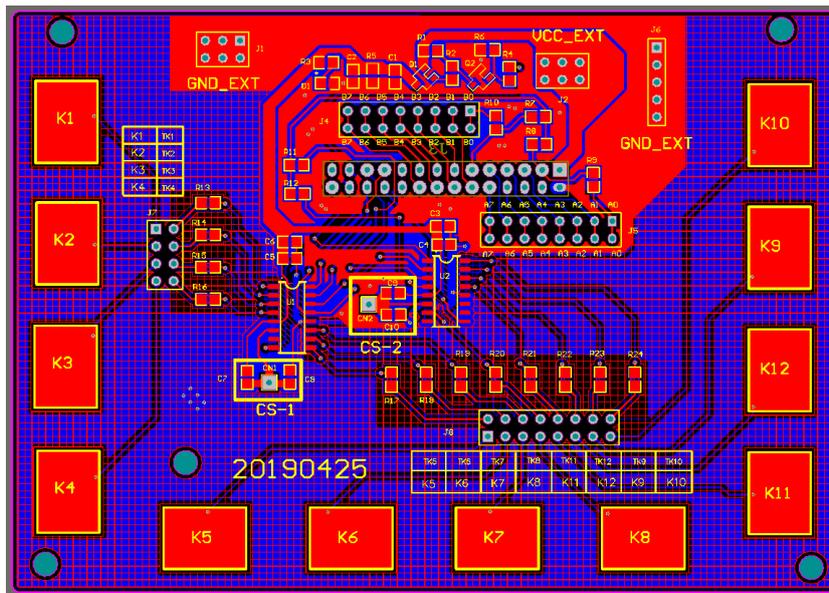


图十：电源电容滤波电路

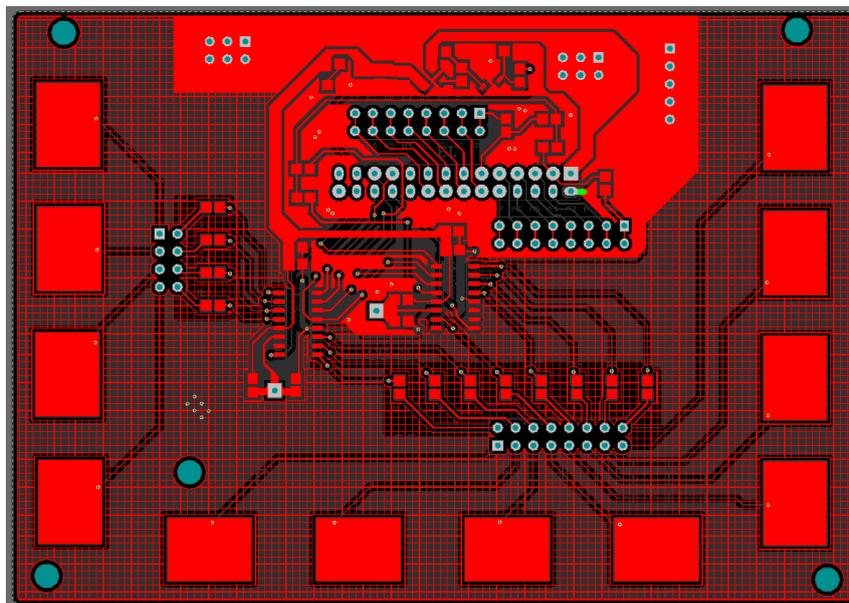
10. 阻焊油（绿油）

感应盘（sense element）铜箔应敷绿油，减低露铜，避免因为氧化造成触摸灵敏度受影响。

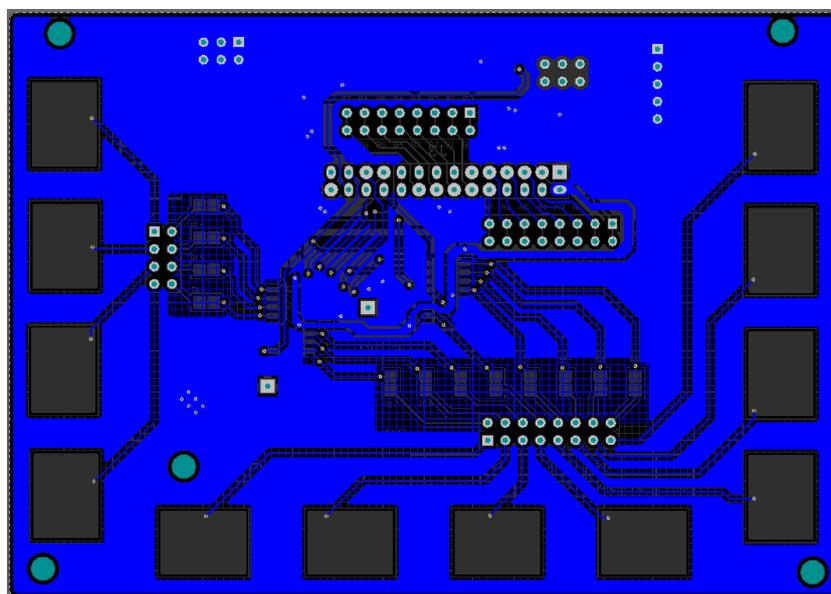
11. 触摸感应按键板 PCB 实例



图十一：ICE_Touchkit_2.0C-PCB 全局视图

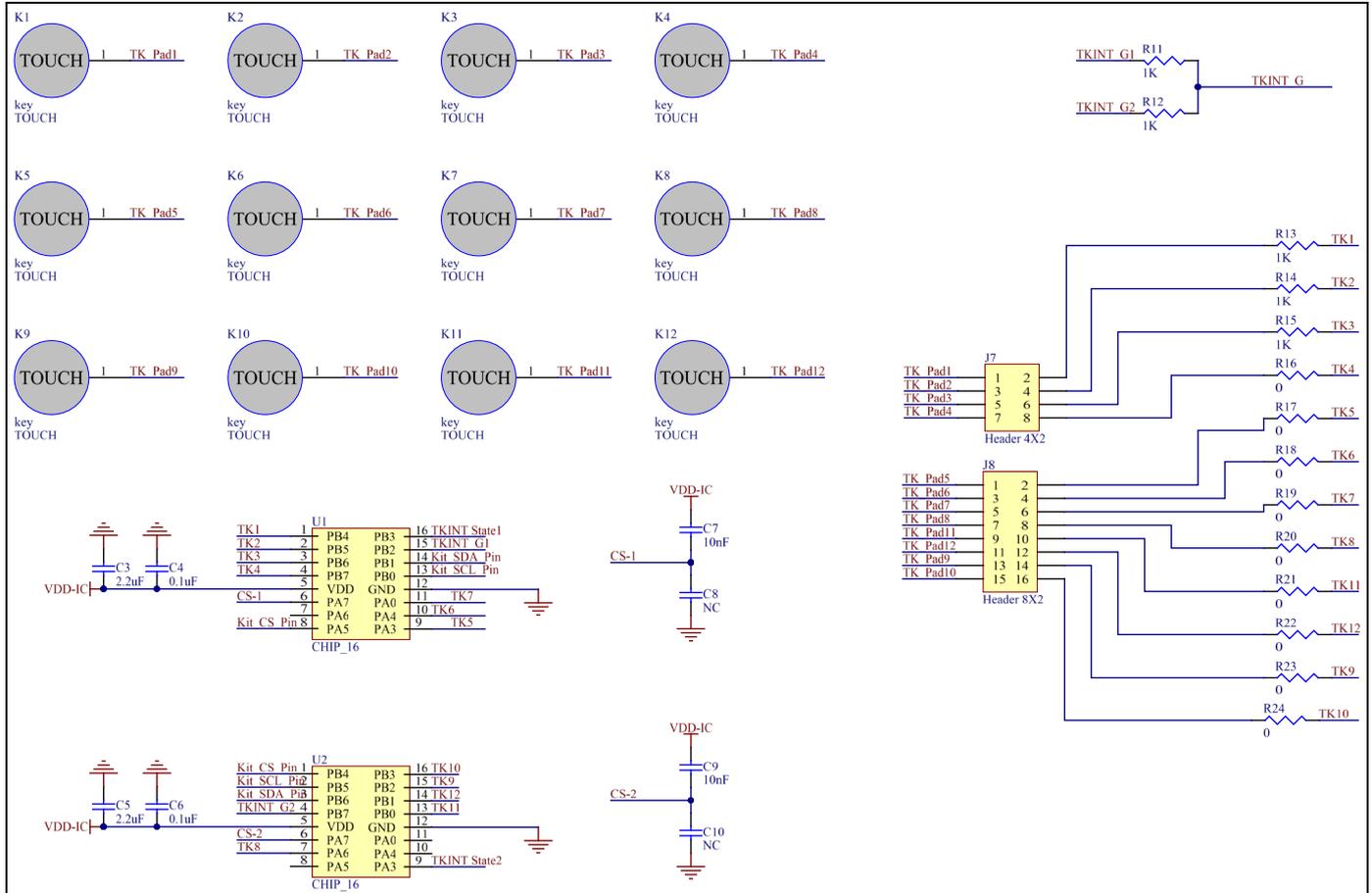


图十二: ICE_Touchkit_2.0C-PCB 顶层视图 (空白处铺网格地)

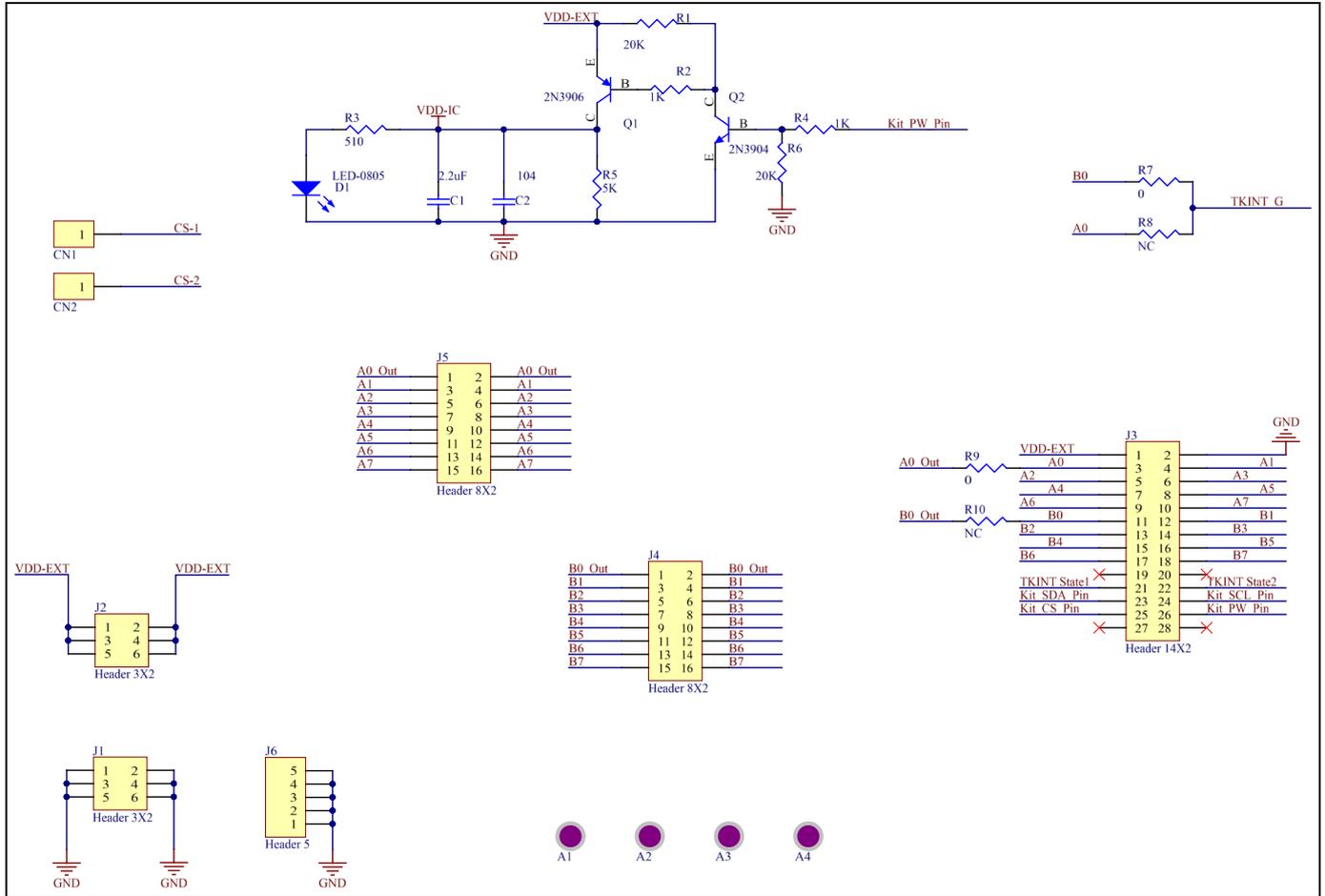


图十三: ICE_Touchkit_2.0C-PCB 底层视图 (空白处铺全铜地)

附件：ICE_Touchkit 原理图



图十四：ICE_Touchkit 原理图 1/2



图十五: ICE_Touchkit 原理图 2/2