

Captouch控制器AD7147/AD7148布局布线指南

作者: Susan Pratt

简介

本应用笔记提供布局布线指南, 协助用户完成AD7147和AD7148 CapTouch™控制器的传感器设计, 包括如下内容: 传感器结构和PCB堆叠; 通用布局布线指南; EMI和ESD敏感设计指南; 以及将传感器集成到最终设计的一些诀窍。

AD7147和AD7148是用于单电极传感器的电容-数字转换器(CDC)。AD7147为13路电容输入器件, AD7148则为8路输入器件。AD7147设计用于电容传感器, 以实现按钮、滚动条、滚轮和触摸板等功能。AD7148则用于按钮、滚动条和滚轮。

适用于传感器结构的材料

任何标准PCB材料都适合电容传感器设计, 因而传感器可以采用工业标准技术制造。表1所示为传感器板和走线材料示例。

表1. 适合制造传感器的材料

传感器板	传感器
FR4(及类似材料)	铜
柔性材料(FPC或聚酰胺)	铜
PET(塑料)	氧化钢锡(ITO)/银/碳
玻璃	ITO

传感器PCB堆叠

传感器应位于PCB的顶层。各传感器通过CIN输入引脚连接到AD7147或AD7148。在传感器和PCB所有层上的传感器走线周围放置一个AC_{SHIELD}层。

推荐使用表2中的堆叠, 以确保PCB上其它信号中的噪声不会交叉耦合到传感器。表3中的堆叠只能在以下情况下使用: PCB上有足够的空间可用, 确保传感器或传感器走线下方不会出现交叉布线。

表2. 传感器PCB 4层堆叠

层	传感器
1(顶层)	安置传感器电极, 布设CIN连接走线, 用2 mm的AC _{SHIELD} 层包围起来。在板边沿周围放置一个接地层以提供ESD保护。
2	在传感器和传感器走线下方放置一个AC _{SHIELD} 层(镜像第1层中的AC _{SHIELD} 和接地层); 传感器或AC _{SHIELD} 下方不要进行数字信号布线。
3	安置串行接口, 布设其它信号线; 镜像第1层中的AC _{SHIELD} 和接地层。
4(底部)	在此层安置IC、串行接口并布设其它信号线; 镜像第1层中的AC _{SHIELD} 和接地层。

表3. 传感器PCB 2层堆叠

层	传感器
1(顶层)	安置传感器电极, 用2 mm的AC _{SHIELD} 层包围起来; 在板边沿周围放置一个接地层以提供ESD保护。
2	安置IC、布设CIN连接走线, 用2 mm的AC _{SHIELD} 层包围传感器走线。将串行接口、其它信号线和其它元件置于此处, 并用一个延伸到板边沿的接地层包围起来(镜像第1层的AC _{SHIELD} 和接地层)。

布局布线指南

下列原则适用于所有传感器布局布线：

- 推荐走线宽度为0.2 mm。
- 走线之间的最小间隙为0.15 mm。
- AD7147或AD7148与传感器之间的最大推荐距离为10 cm。任何将传感器连接到AD7147或AD7148的 C_{IN} 输入的走线都应当用 AC_{SHIELD} 屏蔽起来。
- 在传感器和PCB所有层上的传感器走线周围放置一个 AC_{SHIELD} 层。传感器和传感器走线周围的 AC_{SHIELD} 层至少应为1 mm(布局布线示例见图1至图4)。
- 将接地层放置在串行接口和PCB的所有其它非传感器区域周围。 AC_{SHIELD} 层与接地层之间的距离可以是0.2 mm或0.4 mm，具体取决于制造容差(参见图1和图2)。
- 进行AD7147或AD7148布局时， AC_{SHIELD} 层应放置在 C_{IN} 走线和引脚周围，接地层则应放置在串行接口和其它数字引脚周围(参见图3和图4)。
- 后续PCB层应镜像 AC_{SHIELD} 和接地层。
- 切勿将开关信号直接布设在传感器电极或进出传感器的走线下方。
- 如果传感器PCB上没有空间可用在传感器周围布线，可以将 AC_{SHIELD} 层直接放在传感器层下方。后续层的布线可以在传感器区域下方，只要其间有一个 AC_{SHIELD} 层即可。
- 勿将悬空走线布设在传感器走线旁边。利用一个100 nF电容将LED信号接地，确保LED走线不悬空。
- 串行接口信号的布线应尽可能远离传感器。

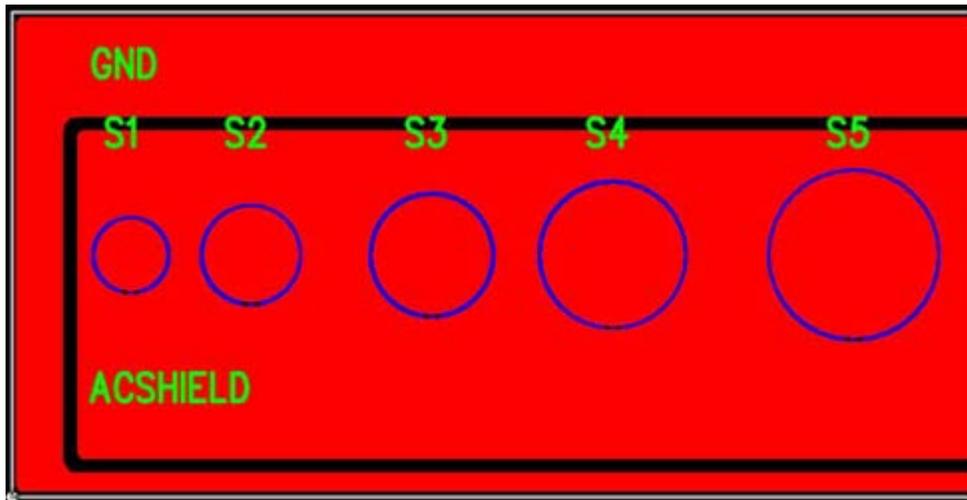


图1. 传感器布局示例(顶层)

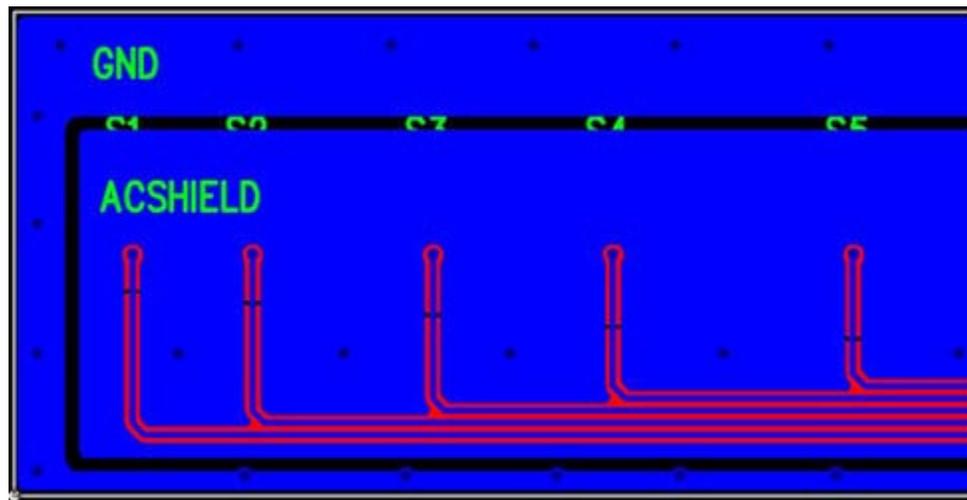


图2. 传感器布局示例(底层)

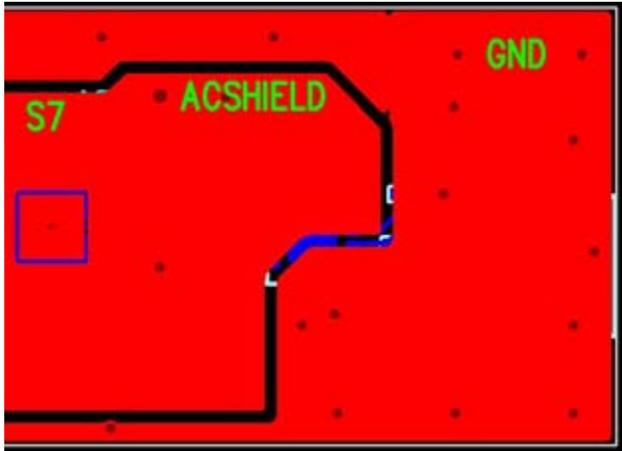


图3. AD7147或AD7148布局示例(顶层)

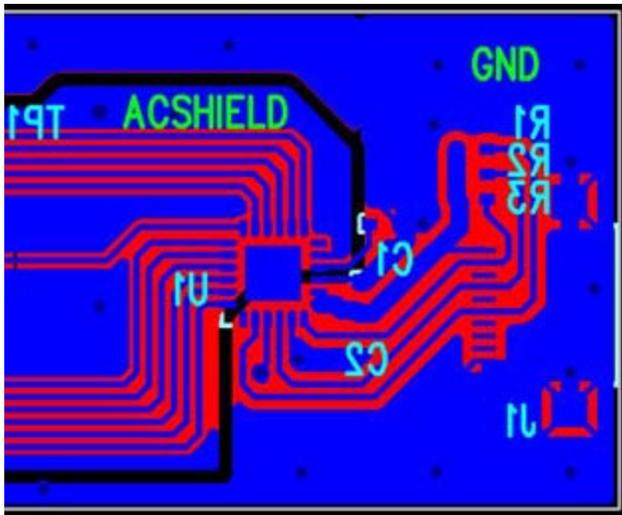


图4. AD7147或AD7148布局示例(底层)

LED和其它元件

可以将LED和其它元件放在传感器所在的PCB上。对于LED，由于开关时LED的电容会发生变化，因此从LED控制走线到传感器走线的寄生电容可能会提高或降低。为确保这不会影响传感器的操作，LDE走线上应放置一个100 nF接地电容。

传感器PCB上放置的其它元件可能具有悬空走线，即未必总是驱动到 V_{CC} 或GND的走线。为确保这些悬空走线不会影响传感器，任何悬空走线上都应放置一个100 nF接地电容。

EMI和ESD敏感设计

对于需要关注EMI问题的设计，从传感器到AD7147或AD7148的走线长度应保持最短。如果走线短于EMI信号的波长，噪声就不会耦合到传感器。

可以利用保护器件来防止EMI/ESD影响传感器。例如，可以使用Semtech RClamp3304P或类似器件来保护AD7147的CIN输入。之所以推荐使用这款器件，是因为它的结电容非常低(<1 pF)，不会影响传感器电容。AC_{SHIELD}引脚也应当使用这款器件来保护。

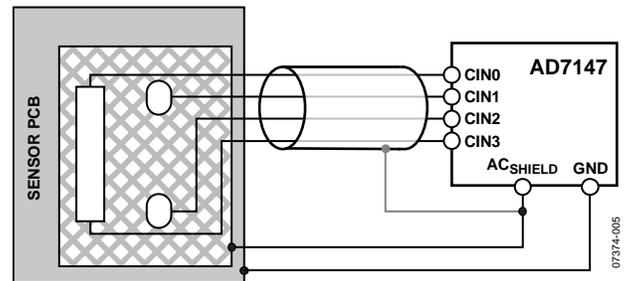
V_{CC} 和 V_{DRIVE} 电源引脚上应放置On Semiconductor® ESD9X3.3 ST5G-D二极管或类似器件，以保护这些引脚不受ESD脉冲期间的高瞬态尖峰影响。此二极管的结电容非常高，不适合用在C_{IN}引脚上，只能用在电源引脚上。

除了使用ESD保护器件以外，建议在传感器和传感器到AD7147或AD7148的走线周围放置一个2 mm宽的AC_{SHIELD}层。此区域外部应放置一个接地层并延伸到板边沿，确保ESD脉冲沿着电阻最小的路径入地，而不是经过AC_{SHIELD}或C_{IN}走线。图1至图4中的布局示例显示应将接地层和AC_{SHIELD}层放置在传感器PCB上的何处。

AD7147或AD7148放在不同于传感器的PCB上

AD7147或AD7148无需与传感器处在同一PCB上。例如，可以将AD7147或AD7148放在母板上，而将传感器放在器件的用户输入表面附近。

从IC到传感器的走线必须有严密的屏蔽保护，防止噪声影响操作。AD7147或AD7148的AC_{SHIELD}输出应布设在传感器走线周围，如图5所示。

图5. 用于屏蔽CIN连接的AC_{SHIELD}

常见布局布线错误

信号交叠引起的噪声

来自数字接口或其它开关信号的噪声可能会耦合到传感器。产生这种噪声的原因可能是布局布线不当。切勿将串行接口或其它数字开关信号布设在传感器或传感器走线下方，或者直接与之并行。

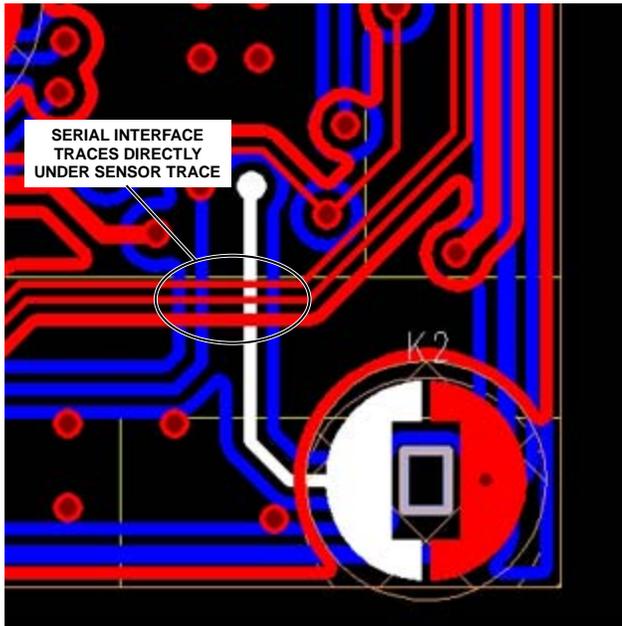


图6. 布局布线不当的实例

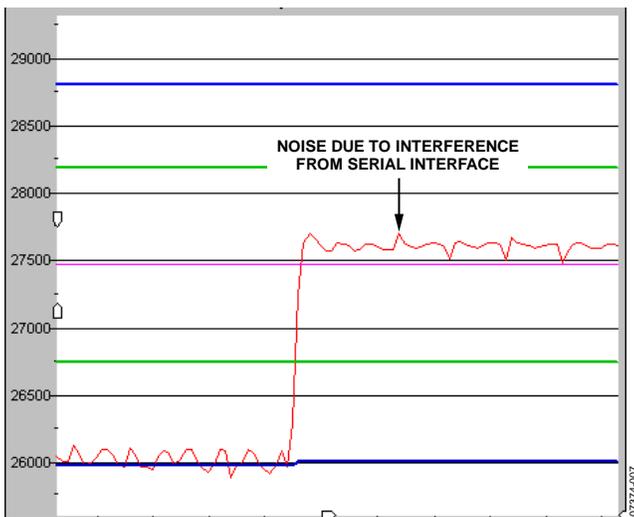


图7. 布局布线不当导致传感器受噪声干扰

传感器集成

强烈建议传感器PCB与终端产品的封盖之间不要留有气隙。气隙会显著降低电场强度，进而降低电场将信号从传感器电极通过覆盖的电介质材料容性耦合到触摸表面的能力。这将导致传感器响应不良，可能影响传感器操作的可靠性和鲁棒性。

应将传感器PCB安装在终端产品覆盖材料的下方，建议使用3M™ Adhesive Transfer Tape 467MP(双面胶带)。传感器可以在顶多5 mm厚的覆盖层下正常工作。推荐厚度为1 mm至2 mm。如果被金属覆盖，则传感器无法工作。

对于具有金属机壳的器件，传感器区域周围的0.2 mm范围不得出现金属。传感器PCB周围5 cm范围内的任何金属都必须接地。靠近传感器的悬空金属会影响传感器的操作。AD7147或AD7148所在PCB的后方也应存在一个禁区。该禁区应足够大，确保IC上没有压力，并且PCB上的走线不会短接在一起。