MC1081&MCP1081&MCP1085 应用指南

MC1081

MC1081 系列芯片（MC1081S、MC1081L、MC1081A 等）是一款高集成度、多通道、宽量程的数字电容传感芯片。芯片直接与测量电极板相连，通过振荡频率的变化，感知电容的变化。激励频率在 0.1~30MHz 范围内可配置，测量频率测量输出为 16bit 数字信号，对应的电容最高分辨率为 1fF。芯片支持多种工作模式，可以**测量包括单端电容、双端浮空电容模式。**芯片内部集成了 16bit 高精度的数字温度传感器，可用于需要温度补偿及其它温度复合传感的场景。芯片采用全数字化设计，通过 I2C 接口配置各种功能和读取数据，支持最高 1Mbps 的通讯速率。

电容式传感通过电场激励下被测物质的微小电容变化，可实现对不同物质的介电检测，是一种非接触、高分辨率、高速度、低功耗、低成本的感知方法。和国内外同类产品相比，**MC1081 系列芯片最多可同时测量 10 路单端电容，或者 5 路双端电容。**电容激励频率调节范围大、幅度可配置，电容测量的工作模式多样且配置灵活，工作电压范围宽，外围电路简单、适用性强。芯片可广泛用于非接触介电检测、液位测量、触摸控制、接近感知、水浸传感、干湿度检测、含水率分析等各种场景。

其中，

MC1081S，QFN16 封装，支持 10 路单端、5 路双端电容检测。

MC1081L，DFN8 封装，支持 4 路单端，2 路双端电容检测，地址固定为 0x71。

MC1081A，TSSOP16 封装，车规级芯片，满足 AEC-Q100Grade 0 标准，支持 10 路单端、5 路双端电容检测。

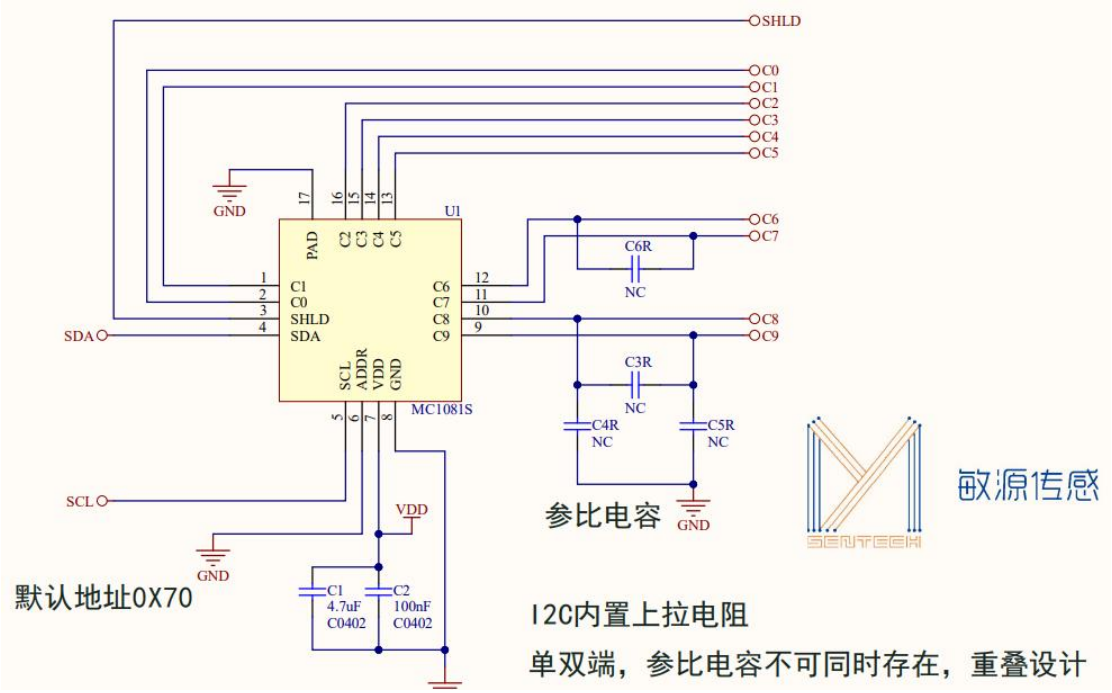
MCP1081S

MCP1081S 是敏源传感推出的新一代电容传感微处理器 SOC 芯片，集成了十通道、多模式、宽频电容模拟前端传感电路、微处理器、存储及丰富的 I/O 接口。为了解决各行业电容感知的嵌入式处理，SOC 芯片集成了 **Arm® Cortex®-M0** 内核的微处理器，可实现各种感知算法的边缘计算，将原始测量的振荡频率数值，转换成电容值及液位、含水率、位移、接近距离、等具体物理量。芯片内置了 **16KB Flash 存储器及 2KB SRAM**，可让开发者编写应用软件，并存储传感校准及应用数据。芯片同时集成了 ADC、高级定时器、通用定时器、16 位基本定时器等硬件资源以及 USART、SPI 和 I2C 等接口。

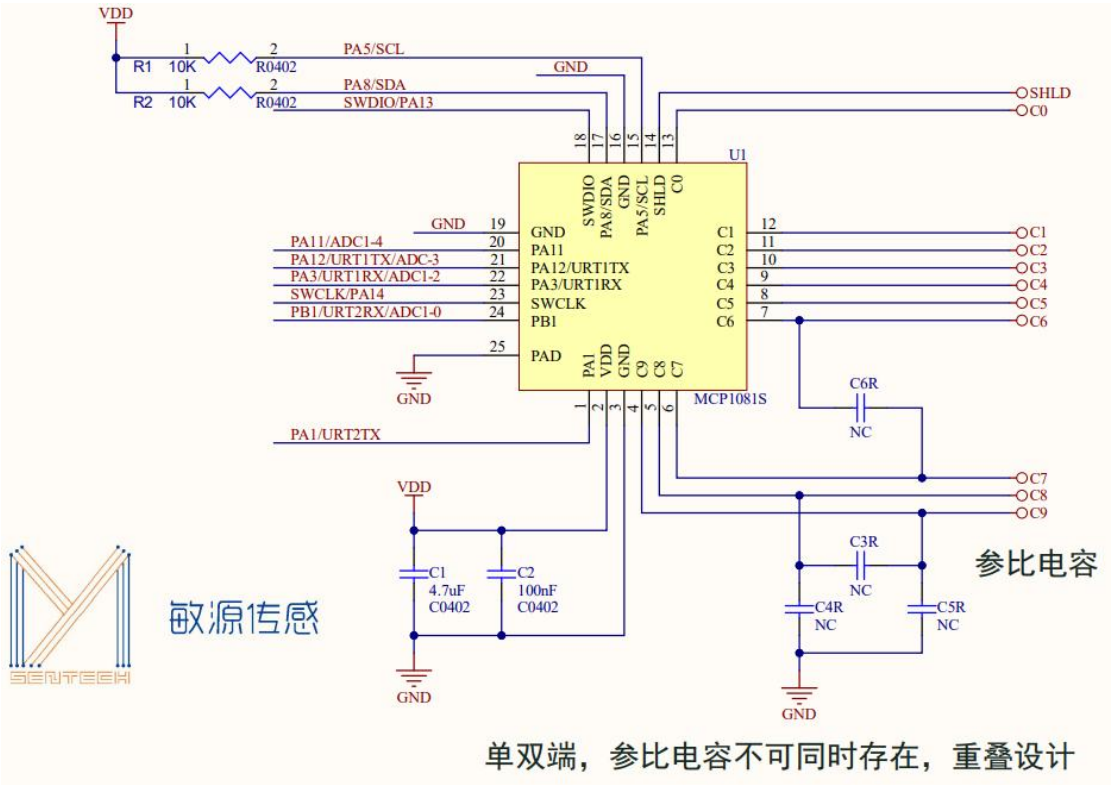
MCP1085S

MCP1085S 是敏源传感推出的新一代电容传感微处理器 SOC 芯片，集成了十通道、多模式、宽频电容模拟前端传感电路、微处理器、存储及丰富的 I/O 接口。为了解决各行业电容感知的嵌入式处理，SOC 芯片集成了 **Arm® Cortex®-M0+**内核的微处理器，可实现各种感知算法的边缘计算，将原始测量的振荡频率数值，转换成电容值及液位、含水率、位移、接近距离、等具体物理量。芯片内置了 **64KB Flash、1KB Data FLASH 及 4KB SRAM**，可让开发者编写应用软件，并存储传感校准及应用数据。芯片同时集成了 ADC、高级定时器、通用定时器、16 位基本定时器等硬件资源以及 USART、SPI 和 I2C 等接口。

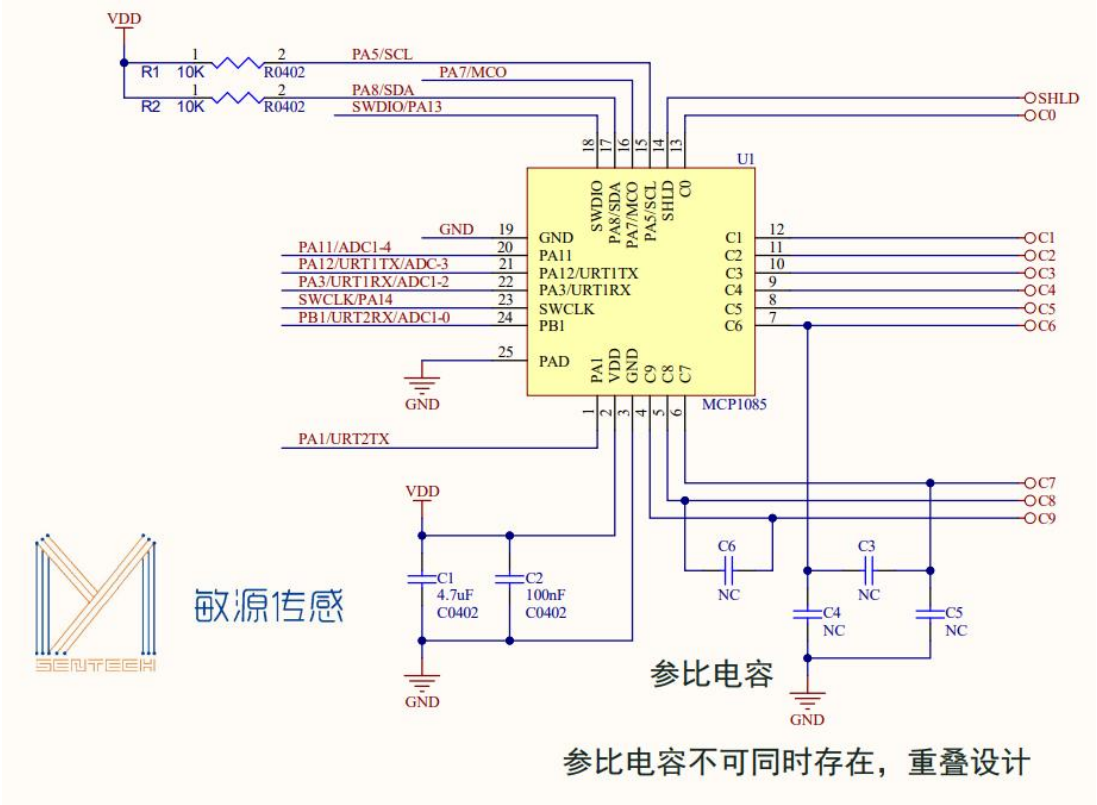
MC1081 设计原理图



MCP1081 设计原理图



MCP1085 设计原理图



电路设计

参考最小电路原理图设计电路，请注意以下几点：

**靠近 VDD 和 GND 引脚的滤波电容是必须的，至少有一个≥4.7uF 和一个 100nF 电容。

**连接至 VDD 和 GND 的走线尽量粗，建议≥0.4mm，接近引脚可为 0.25mm。

**MC1081 的 I2C 接口内置上拉电阻（10K），芯片附近无需外置上拉电阻。

**不使用的电容通道悬空即可。

**有多余电容测量通道的情况下，建议设计预留外部参比电容，两路为佳。

**MCP1081&MCP1085 的 GND 引脚，建议多点充分接地。

**芯片及周围电路器件区域，PCB 正反面，可以整体覆铜铺地。

**如有背面抗干扰设计需求，可在 PCB 背面铺设网格屏蔽。详见屏蔽设计。

电极及走线设计

**电极采用覆铜设计，无需裸铜，电极面不要有走线和穿孔。

**电极走线尽量画在无电极区域，可以在电极之间，除非电极线多或者无法避让，再画在电极背面，电极背面走线则需 PCB 板厚≥1.0mm。

**电极走线线径：0.15~0.5mm，以越长越粗的逻辑，调整线径，常规建议 0.25mm。

**电极走线间距：0.3~1.0mm，以线径越粗间距越大的逻辑，调整间距，常规建议 0.5mm。

**电极走线和电极在同一面时，走线和电极的间距需大于 0.3mm，理论上越大越好。

**电极走线和 GND 覆铜在同一面时，走线和 GND 覆铜的间距需大于 0.3mm，理论上越大越好。

**电极背面的器件越少，寄生电容越小，更有利于测量，器件尽量放在无电极区域。若无法避免，则遵循器件和走线侵占越小面积为佳的逻辑设计。

****FPC 设计需要着重注意，电极背面不要有任何走线和元器件。**

参比电容说明

**C4R 是单端工作模式下，通道 8 连接的电容，C5R 是单端工作模式下，通道 9 连接的电容。C4R 和 C5R 可以仅存在一个通道作为参比，亦可以呈现倍数关系（通常 2 倍）同时存在作为参比。

**C3R 是双端工作模式下，通道 4（DCH4）连接的电容。C6R 是双端工作模式下，通道 3（DCH3）连接的电容。C3R 和 C6R 可以仅存在一个通道作为参比，亦可以呈现倍数关系（通常 2 倍）同时存在作为参比。

**双路参比电容，通过电容计算方法 4（详见 MC1081 手册 6.3.7 章节），会消除电路上的部分寄生电容，更有效地应对电压不稳、温度变化大的情况。

**参比电容的数值需要配合电极电容（空载，无被测物情况）选取，即电容数值和电极电容数值接近。

电极电容 ≈ 参比电容的 80%--120%之间

C3R、C4R、C5R、C6R：选取 **C0G/NP0 材质 1%精度**的电容，范围在 **0~1000pF。**

C3R/C6R 与 C4R/C5R 不同模式下不可共存。

参比电容的应用方法请参考 MC1081 产品手册 6.3.7 和 6.3.8 章节。

单双端说明

单端：单端对地检测应用。多用于穿透较厚，给予电极面积小的情景。

电极接法：十个通道（C0~C9）分别接不同的检测电极。

双端：双端浮空检测应用。多用于精度要求高，连续液位需求的情景。

电极接法：五个通道（C0+C1\C2+C3\C4+C5\C6+C7\C8+C9）呈对组合分别接检测电极。

注：具体应用请查看 MC1081 产品手册第 9 章节。

应用设计说明

MC1081&MCP1081&MCP1085 的应用设计思路：
1、分析实际应用的设备结构，以更大面积和更小穿透为宗旨，寻找合适的电极布置区域。

2、使用 MCSK+MC1081PCB 或 MCP1081EVK 或 MCP1085EVK 等开发板，以铜箔布置电极，快速评估效果。亦可使用敏源现有的一些标准模组评估，比如 LLS 液位开关、MER

电子水尺等。

3、选取合适的工作模式（单端、双端），在 0.1 – 30MHz 频率区间内，根据不同的应用选择合适的检测频率。因为被测物不同、结构不同，大多数情况需要做一定的遍历，寻找最合适的检测频率。不同参数配置，需要进行不同的分频设置，寻找最大变化量和分辨率。参看下面的**设计调试流程**说明。

4、参考原理图和电路设计说明，配合结构针对性设计（敏源可提供完整的设计支持）。

电容计算

焊接外部参比电容（选取一路或两路通道连接高精度电容）或使用芯片内部参比电容（20pF），通过计算公式，从寄存器 DATA 数值解算出频率和电容，获取电容的变化（实际应用亦可直接通过寄存器 Data 数值作为判断信息）。

被测电容越接近参比电容，电容数据精度越高。

注：计算公式请查看 MC1081 产品手册 6.3.7 和 6.3.8 章节。

驱动电流和振幅

振幅和频率负相关 = 振幅越大，频率越低

驱动电流和频率正相关 = 驱动电流越大，频率越高

建议驱动电流设置为 100uA，振幅设置为 1.2V 作为初始配置使用，根据测量通道的数值，调整寻找最佳的变化量，且控制频率在 0.1~30MHz 之间。

分频 FIN_DIV

测量通道振荡频率的分频设置，该参数用于对测量通道的频率进行分频，保证分频后的频率≤系统时钟（19.2MHz）/4，同时大于 100kHz。在满足以上条件的基础上，分频倍数越大，采样时间越长，寄存器原始计数值 DATA 越大。此设置不会改变测量通道的频率，分频只是为了保证系统时钟可以正常采样。

分频系数确认流程：

FIN_DIV 配置为最大 64 分频 --> 读当前配置下的已开启通道频率值 Fsensor(若开启多个通道，取最大频率)-->计算最小分频倍数 div_min = Fsensor*4/19.2-->FIN_DIV 选取大于等于 div_min 的数值

周期 CNT_CFG

测量通道分频后频率的计数周期，不影响测量通道频率，该数值越大，测量周期越长，寄存器数值越大。若读取到的寄存器原始计数值 DATA 为 65535 或读取到溢出标志位，证明当前配置下的实际计数值超出 16bit，需要降低 CNT_CFG，若读取到的 DATA 数值过小(<5000)，需要调高 CNT_CFG。

注：DATA 值过小时，优先对 CNT_CFG 的数值进行调整，若 CNT_CFG 的数值已达上限 255，DATA 数值依旧偏低，增大 FIN_DIV 的分频倍数也可以使 DATA 数值增加，但需要保证分

频后的频率大于 100kHz。

设计调试流程

1、适合结构的电极设计，选取适配的工作模式（单端、双端）

2、单端和双端均以振幅 1.2V、驱动电流 100uA 为起始配置，分频为 FIN_DIV=16，FREF_DIV=1，周期为 CNT_CEG=0x1F

3、读取空载的 DATA 并计算出频率，从而调整分频 FIN_DIV 和周期 CNT_CEG，寻求最合适的 DATA 数值，通常建议 DATA 数值在 10000-25000 之间。

4、若检测效果不佳（空载、满载变化量小），通过调整振幅和驱动电路，改变频率。通常建议先调整驱动电流，再调整振幅。

5、改变频率后，需要重新调整分频和周期，寻找最合适的 DATA 数值。

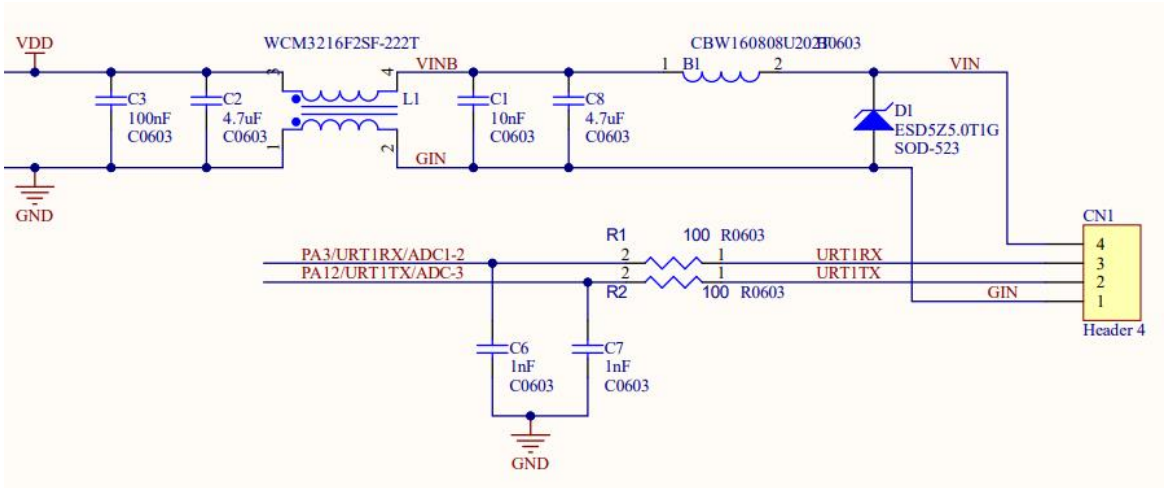
6、循环 4、5 步骤，获取最大的 DATA 变化量，实现最佳测量效果。

注：可以通过参比电容计算出实际电容用于分析，实际测量中直接使用 DATA 分析亦可。

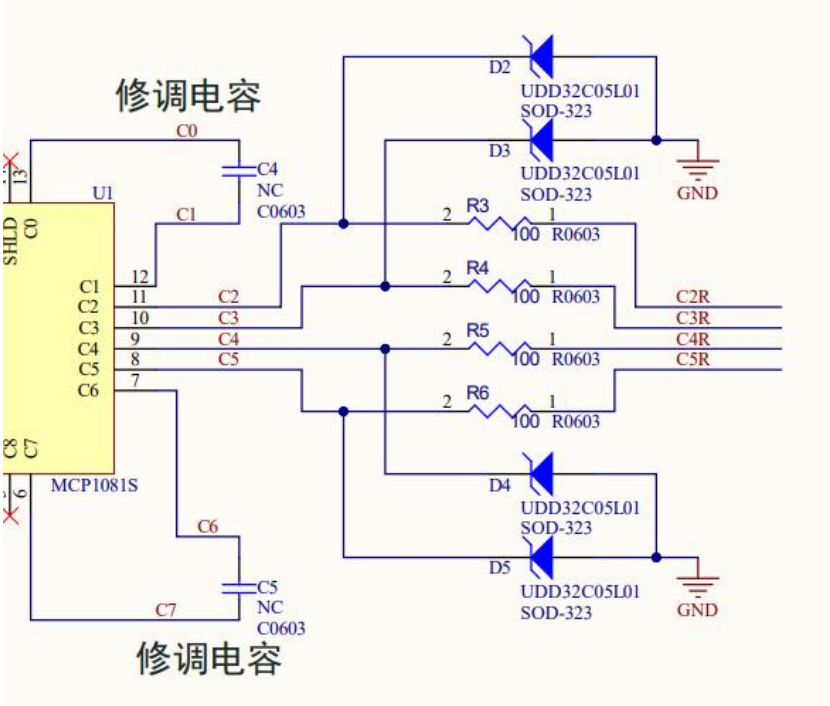
注：液位应用，通过在算法中使用通道比值关系，可以抵消一些环境因素影响。

EMC

电路设计上可考虑如下设计（以 UART 接口设计为例）：



在接口和 MC1081、MCP1081、MCP1085 芯片之间的电源通路，增加滤波网络。



在电容检测通道，增加串联电阻（100~300Ω）和 ESD 防静电管（Cj 小于 1pF）。

校准

测量需要校准，校准分为零点校准和两点校准，校准可在生产过程中通过治具完成。

零点校准，是指传感器贴合在设备壳体上读取空气中的数据作为零点，多用于**液位开关**或**分档液位**。

两点校准，是指传感器贴合在设备壳体上读取无被测物空载和被测物满载两个状态的数据作为两个分析点，线性拟合液位，多用于**连续液位**。

电极形态说明

电极设计形态主要分为四种：探针类、同心管类、平面类、管类:

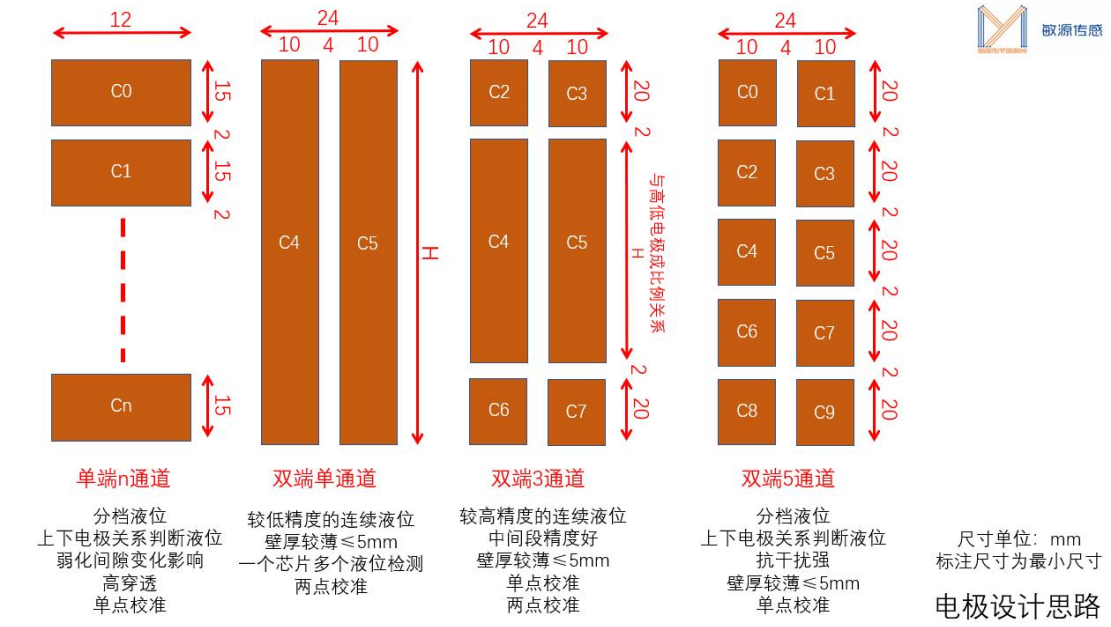
探针类：主要是单端对地的检测应用。

同心管类：主要是双端的检测应用。

平面类：分为对平面、共平面、角度平面，主要以 PCB、FPC、金属片、导电布等平面形态为主，可单端检测也可双端检测。

管类：大型管材（M50 以上），可将金属环作为检测电极，可单端检测也可双端检测。

以共平面的液位检测为例，电极设计思路较多，介绍一些设计思路以供参考：



**单端 n 通道：分档液位检测，电极面积一致，主要应用于结构可布置电极面积小，需要穿透较厚壁厚、存在较大空气间隙的应用，液位通过上下相邻电极的相互关系判断液位，可以适当弱化间隙变化的影响，仅进行零点校准即可检测。

电极的尺寸最小 12x15mm，越大越好，保持电极面积一致或呈倍数关系。

**双端单通道：较低精度的连续液位检测，主要应用于壁厚较薄，空气间隙小且固定，一颗芯片检测多个液位的应用，需要进行两点校准拟合液位。

双端电极的一侧电极 10x15mm，越大越好，保持电极面积一致。最小间距通常建议 3-5mm，根据实际穿透壁厚可以微调，以越厚越宽为参考。

**双端 3 通道：较高进度的连续液位检测，液位通过三段电极的相互关系，通过算法判断液位，仅进行零点校准可实现检测。两点校准精度更高。上下两对电极，亦可当作满溢报警和即空报警的判断依据。

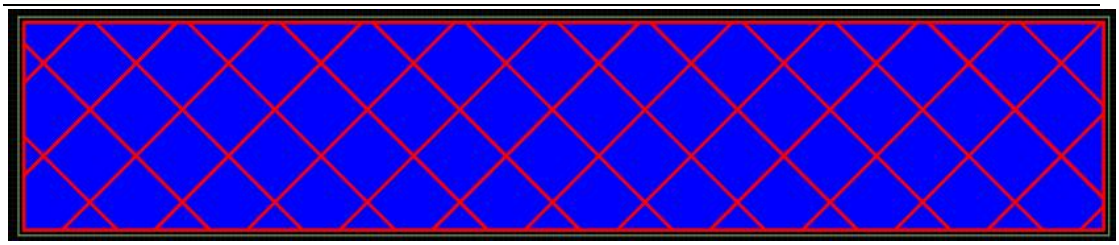
**双端 5 通道：分档液位检测，电极面积一致，液位通过上下相邻电极的相互关系判断液位，抗干扰能力更强，仅进行零点校准即可检测。

GND 屏蔽设计

如果环境干扰较大，且主要来自背面，可以增加网格 GND 屏蔽。网格线宽≥0.2mm，网格宽≥6mm，网格相对稀疏可以减小寄生电容。

屏蔽和检测电极需要拉开一定距离≥1mm，距离越近寄生越大，最远不超过 10mm。

屏蔽网络的面积需要大于或等于电极面积，距离越远则同步过大屏蔽网络的面积。



有源屏蔽

MC1081&MCP1081&MCP1085 提供了有源屏蔽（Active Shielding）功能，可消除周边寄生电容的影响，建议使用有源屏蔽时，频率控制在 500KHz 一下，通过 SHLD 端口接到屏蔽网络。网格屏蔽需要比较密集，电极尺寸小时，网格线宽 0.3mm，格宽 2mm；电极尺寸大时，网格线宽 1mm，格宽 4mm。

