

# MC11 MC12 FAQ

## 一、电容芯片 MC11 (差分电容原理) 常见问题

### (一) 硬件结构问题

#### 1. Q: 如何提高 LDM 变化量?

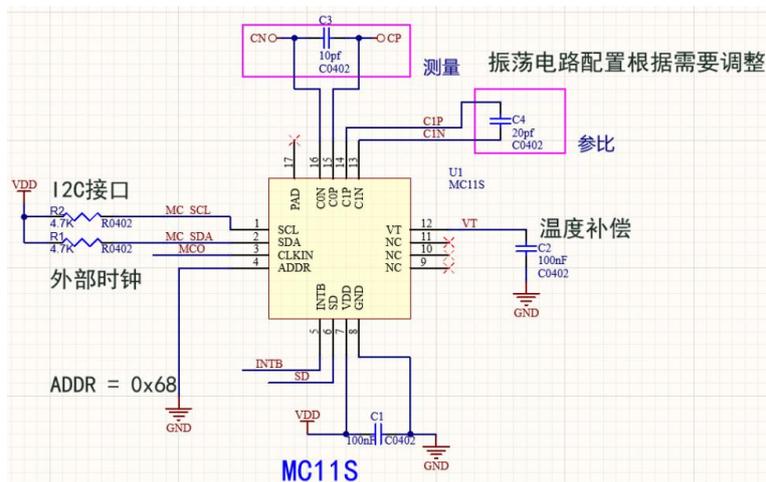
A: 有以下两种方式:

- ①提高驱动电流, 最终振荡频率不要超过 20MHZ;
- ②同时减少测量通道的并联电容以及参考通道的参考电容, 调整后, 需要满足以下条件。

MC11S 的检测是通过测量电极的检测与参比通道的固定电容相比较来实现。以参比通道的固定电容为中心值, 电极的变化最好控制在下面所示之间, 超过这个范围电容数值的误差会增大。

**参比电容 x50% ~ ~ 参比电容 x150%**

测量通道通常并联一个电容, 此电容一般为参比电容的一半, 如需调整检测范围, 调整两个通道的并联电容即可 (结合驱动电流)。



#### 2. Q: LDM 模组出现电容跳变怎么解决?

- A: ①过长的连线, 尝试缩短电极连线长度;
- ②传感器金属外壳引入的干扰, 尝试外壳接地, 薄膜也接地;
- ③电源线加磁环磁珠。

## (二) 系统配置问题

**1.Q: 关于驱动电流不同, 且分频系数不同的情况下, 两通道的值以及比值都不同, 针对不同应用场景, 驱动电流和分频系数该如何选择?**

A: 首先, 为了确保在较宽的温度范围内工作, 建议  $f_{IN}$  与  $f_{REF}$  的关系如下:

$$f_{IN} < \frac{f_{REF}}{4}$$

具体的驱动电流选择需要结合实际应用判断, 而分频系数需要基于实际测得频率根据上图公式做修改。

$$T_{set} = SCNT * 16 / f_{REF} \quad T_{cnt} = RCNT / f_{REF}$$

**①Q: fin\_div 分频小一点频率也会小一点吗?**

A: 不会, fin\_div 代表分频系数, 只能对振荡电路的频率进行分频操作。在被测电容不变的情况下, 影响频率大小的只有驱动电流;

**②Q:为什么测到的两个通道的输出频率为 1.7Mhz 和 3.2Mhz 左右, 是如何计算的?**

A: 因为在模组测量通道接了 10pf 固定电容, 参考通道接了 22pf 的固定电容, 如果检测时测试通道还外接了电极, 在驱动电流固定的情况下, 电容越大, 频率越小。知道 DATA、RCNT、FCLK 的情况下, 可根据公式  $fin\_div * DATA / F_{sensor} = RCNT / F_{clk}$  反算出  $F_{sensor}$  值, 即为通道输出频率。

**③Q: 如果比值的变化范围不在修正系数 Coef fix 表格内的范围, 该怎么办?**

A: 首先修改参比电容的值, 让参比电容的数值尽可能接近被测电容, 计算的数值比较准确, 如果应用中电容变化范围特别大, 还是超过表格范围, 那么高于上限, 就用上限对应的系数, 低于下限就用下限的系数。

## 二、电容芯片 MC12 (对地电容原理) 常见问题

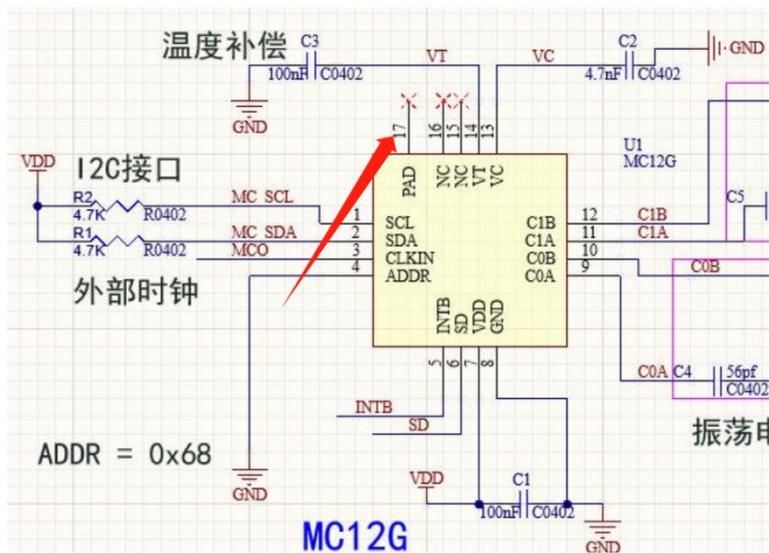
### (一) 硬件结构问题

#### 1. Q: LSP 模组测试时数据抖动怎么办?

A: ①绕磁环或加磁珠

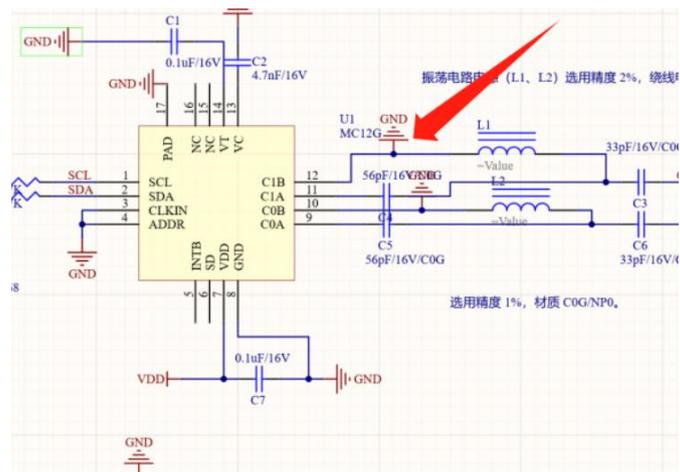
②加屏蔽层

#### 2. Q: 应用手册给出的原理图中, 17 脚是做什么的?



A: 该引脚连接芯片导热焊盘, 可悬空或接地。

#### 3. Q: C0B 和 C1B 是否可以接地?



A: 这两个引脚在芯片内部已经接地了, 建议外部不用再额外接地。

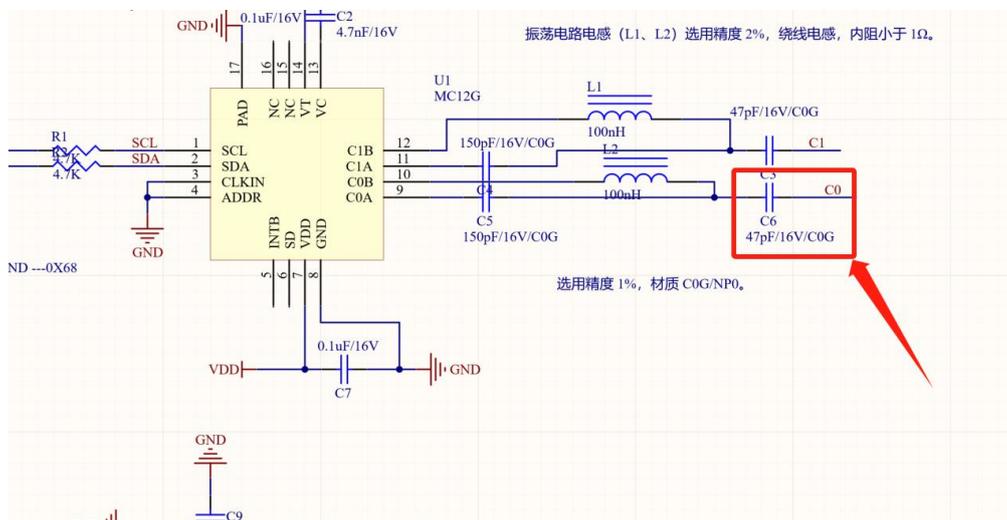
**4. Q: 测单通道的话，另一通道如何处理？**

A: 另一通道如果做参比使用的话，也要有电感和电容形成 LC 谐振，如果不需要做参比，可以悬空。如果精度要求高，建议最好加上另外一个通路作为参比，可以抵消一部分温度影响和电路干扰。

**5. Q: 其中一路通道做参比的话，固定电容可以随便选吗？**

A: 固定参比电容最好选用和测量通道频率相近的对应容值。

**6. Q: 下方原理图中，C0 通道旁边串联的电容 C6 的作用是什么？**



A: 这个是负载串联电容，如果被测电容过大，通过这个电容做串联减小，被测电容不大可以 0Ω 连接。

**7. Q: 电感有推荐吗？**

A: 绕线电感如果有空间，建议使用 0805 封装的，建议电感选用精度高一点，比如 2% 精度使用效果比较好。

**8. Q: 因为实际应用通道数只用一个，MC12T 已经有两通道已经够用了吧？**

A: 这个需根据实际情况来看，如果实际应用变化量很大并且对精度要求不高的话（例如只是一个电容开关），那 MC12T 其实就够用了。如果说本身的变化量不大，那用 MC12T

的话，精度跟稳定性可能会对判断造成影响，那还是建议用 12G，搭配一个高精度高稳定性的外部时钟。

**9. Q: MC12G 芯片 3.3v 供电和 5v 供电对其测量的精度有无影响?**

A: 不影响的。

**10. Q: 板上晶振用的是有源还是无源?**

A: 我们用的是无源晶振。

**11. Q: PCB 走线有什么建议?**

A: ①MC12G 的 VDD 线最好再加粗一点;

②VT 的滤波电容最好放在 MCU 的 adc 端;

③芯片引脚到电极的接线要短且粗。

**12. Q: 如果想增加屏蔽, 有哪些注意事项?**

A: 屏蔽层最好使用网格处理, 网格 4mm, 电极与背面屏蔽最好别距离太近, 板厚建议使用 1.6mm。

**(二) 系统配置问题**

**1. Q: 负温度系数电压怎么用的, 可以用于温度补偿吗?**

A: 这个 VT 反应的是温度变化, VT 跟温度的变化趋势负相关, 即温度越高, VT 越低, 可以用来做温度补偿。

**2. Q: VT 这个脚是输入还是输出的?**

A: 是输出。

### 6.3.8. 温度测量

MC12G、MC12T 提供一个负温度系数的电压  $V_T$ ，输出到 **VT** 引脚，用于大致评估温度。 $V_T$  电压的测量需要使用外部 ADC 进行采样，常规内置于 MCU 的 10-bit 精度 ADC 即可满足需要。按如下公式，通过 MCU 计算，得到温度值  $T$ 。

$$T = K \cdot V_T + T_c$$

其中 **VT** 是 ADC 测到的电压值，单位为 mV；K 是温度系数，默认数值为  $-560.0^\circ\text{C}/\text{V}$ ； $T_c$  是温度修正值，默认数值为  $386.3^\circ\text{C}$ 。用户也可以选择自己校准 K 和  $T_c$  两个参数。

**3. Q: 无源晶振挂单片机上，单片机输出一个时钟给 MC12，无源的温漂肯定会对震荡频率有一定影响，这个对 12G 的精度以及稳定性是否产生影响？**

A: 温漂通过温度补偿解决，温漂解决后就不会有影响。

**4. Q: 我们开发板用的 MC12G，实际产品上用 MC12T，SOP8 封装的，原理上外围设计一致，会产生影响吗？**

A: MC12T 只能使用芯片内部计数时钟，会对精度有一些影响，用外部晶振的精度会高一些。

**5. Q: 单片机输出给 MC12G 的 CLINK 引脚的频率有什么要求吗？**

A: ①外部计数时钟的频率满足下图条件：

外部时钟						
$f_{\text{CLKIN}}$	外部时钟频率	$T = -55^\circ\text{C}$ to $125^\circ\text{C}$	0.1		50	MHz
$\text{CLKIN}_{\text{DUTY}}$	外部时钟占空比		40%		60%	
$V_{\text{CLKIN\_HI}}$	外部时钟高阈值		$0.7 \cdot V_{\text{DD}}$			V
$V_{\text{CLKIN\_LO}}$	外部时钟低阈值				$0.3 \cdot V_{\text{DD}}$	V

备注 1: 测量峰值电流，表示当配置为单次转换和连续转换模式时转换期间的电流。

②选用外部时钟的话，分频后的频率尽量满足下图条件：

### 6.3.1. 时钟系统

根据 MC12G、MC12T 系统框图，Fclk、Fin 和 Fref 是三个重要的时钟信号。根据寄存器配置，Fclk 可以选择内部时钟或者外部时钟(MC12T 只能选择内部时钟)。参考时钟 Fref 由 Fclk 分频后得到。对于高精度应用，建议选择具备高精度和高稳定度的外部时钟，内部时钟更适用于低成本和精度要求适中的应用。被测信号时钟 Fin 由传感器谐振信号 Fsensor 经过分频后得到。为了确保测量结果正确，Fref 和 Fin 的时钟频率需要满足以下条件：

$$f_{INx} < \frac{f_{REFx}}{2.5}$$

在实际应用时， $f_{REFx}/f_{INx}$  的比例值越接近 2.5，测量的有效分辨率越大，最高有效位数为 15bit。下表是时钟配置相关寄存器定义。

③外部时钟的分频可以通过下图中这两个寄存器的值来调整：

表 6.3.1 时钟配置寄存器定义

通道	时钟	寄存器及地址	位	说明
0,1	Fclk	CFG, 0x1F	REF_CLK_SEL	b0: 选择内部时钟 b1: 选择外部时钟
0	Fref0	FREF_DIV_CH0, 0x12	CH0_FREF_DIV[7:0]	b00000000-b11111111: 对应数值 1 到 256 $f_{REF0} = f_{CLK} / (CH0\_FREF\_DIV+1)$
1	Fref1	FREF_DIV_CH1, 0x14	CH1_FREF_DIV[7:0]	b00000000-b11111111: 对应数值 1 到 256 $f_{REF1} = f_{CLK} / (CH1\_FREF\_DIV+1)$
0	Fin0	FIN_DIV_CH0, 0x11	CH0_FIN_DIV[3:0]	b0000-b0111: 对应数值 1 到 7 b1000-b1111: 对应数值 8 $f_{IN0} = f_{SENSOR0} / 2^{CH0\_FIN\_DIV}$
1	Fin1	FIN_DIV_CH1, 0x13	CH1_FIN_DIV[3:0]	b0000-b0111: 对应数值 1 到 7 b1000-b1111: 对应数值 8 $f_{IN1} = f_{SENSOR1} / 2^{CH1\_FIN\_DIV}$