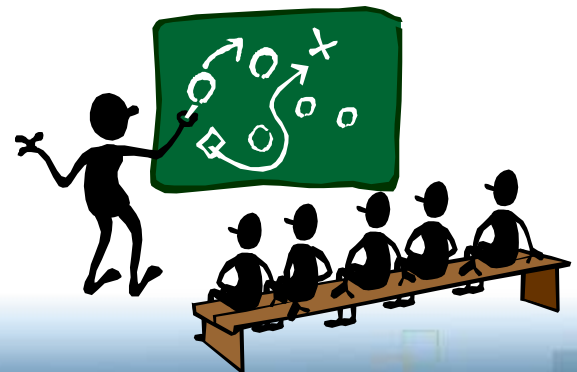


C14L13 PCT

投射式电容触摸传感

课程安排

- **mTouch™技术组合**
按键、滑条和接近式电容感应
3D手势跟踪与识别
触摸传感应用中的噪声处理
- 投射式电容触摸硬件
- **Microchip PCAP算法**
- 评估和调节
- 总结



mTouch™技术组合

按键、滑条和接近式
电容感应



X-Y坐标触摸传感控制器
(电容式)



3D手势跟踪与识别



mTouch™技术组合

按键、滑条和接近式感应

以独特的用户界面替代机械开关

- 按键和滑条
 - 键盘
 - 显示屏上的透明按键
 - 金属表面电容触摸
- 接近式感应



mTouch™ 技术组合

X-Y坐标触摸传感

通过完整的X-Y坐标报告功能提供鼠标般触摸输入

- 投射电容式 (PCap)
 - 透明触摸屏覆盖
 - 不透明触摸板
 - PCB或FCB
- 模拟电阻式
 - 4线、5线或8线



mTouch™ 技术组合

3D手势跟踪与识别

通过手势控制实现与应用的自由空间互动

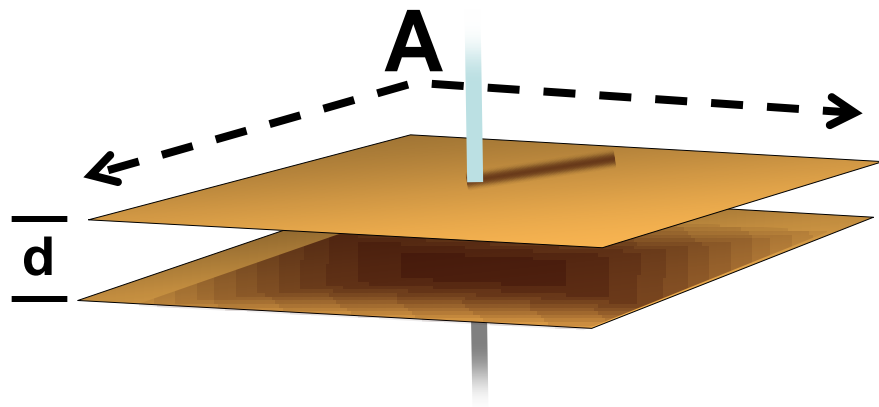


the next generation
of user interface
is at hand 

按键、滑条和接近式感应 电容触摸

电容传感工作原理

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$



C

电容 (F)

ϵ_0

真空介电常数 (8.854 pF/m)

ϵ_r

相对介电常数 (无量纲)

A

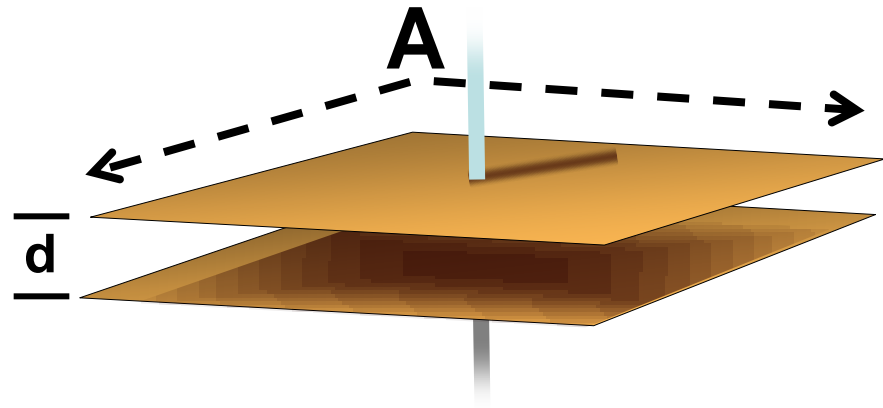
两平行板重叠的面积 (m²)

d

两平行板之间的距离 (m)

电容传感工作原理

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$



材料

空气

聚乙烯

聚苯乙烯

玻璃

FR-4

水（人体）

ϵ_r

~1

2.25

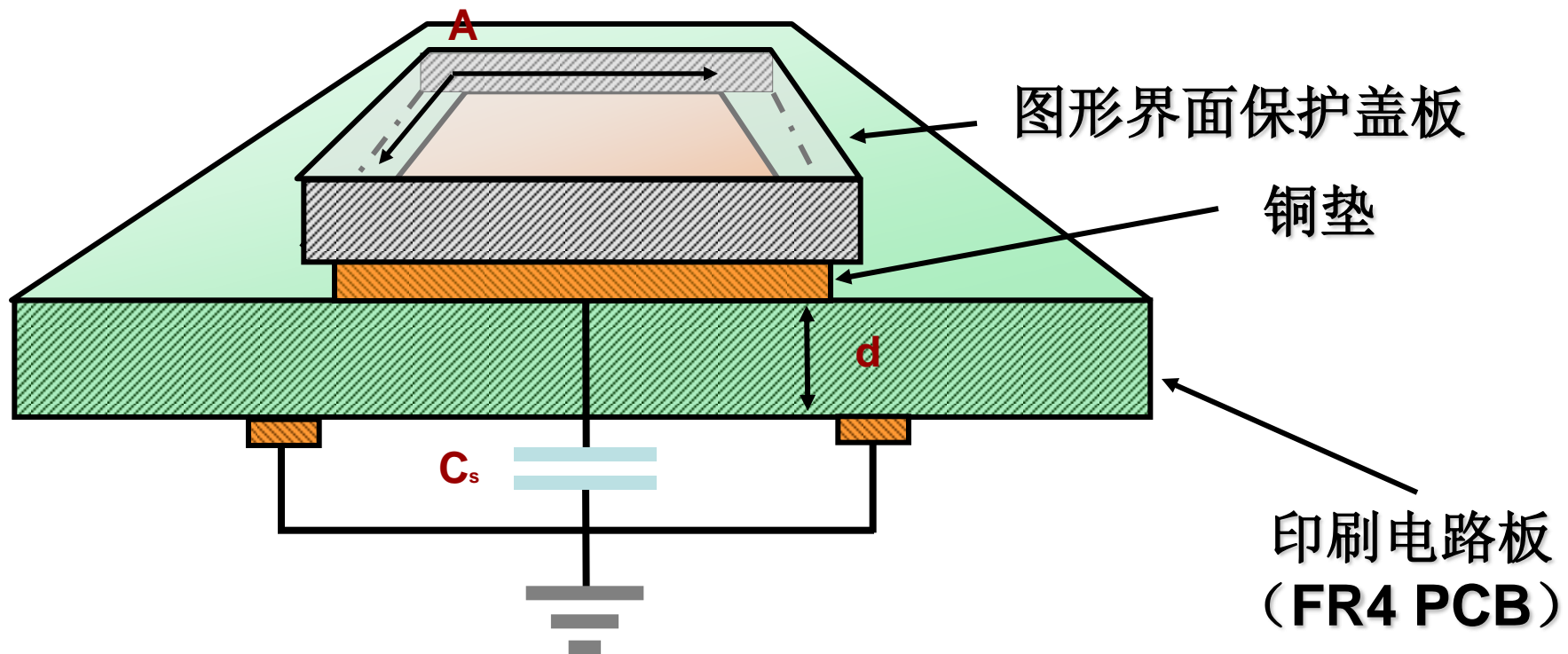
2.4 – 2.7

4 – 10

4.8

80

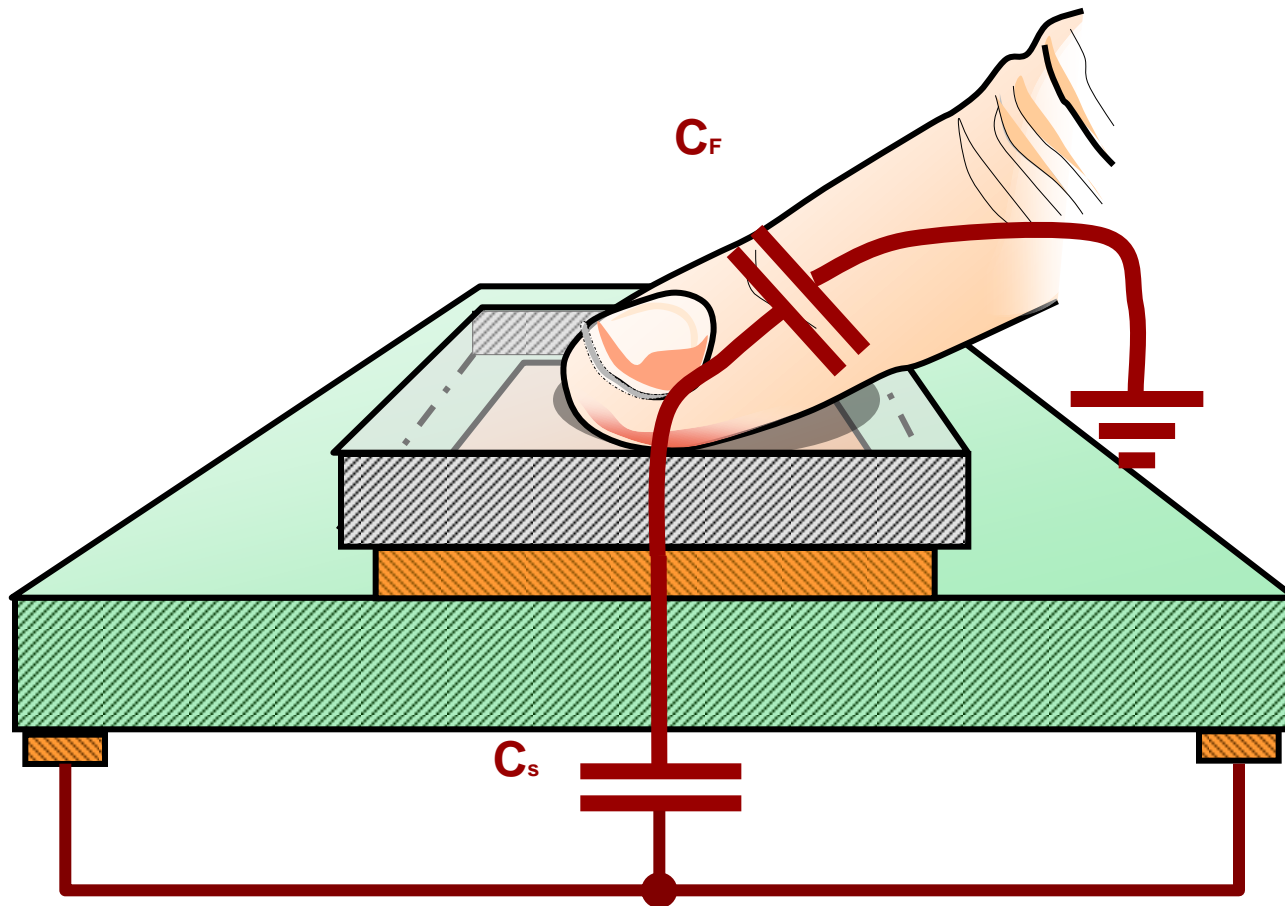
mTouch™ 技术 按键和滑条传感器



mTouch™ 技术

按键和滑条工作原理

手指触摸时产生一个并联电容



C_s = 传感器基本电容

1. 电容分压器（CVD）：AN1478

- 仅使用片上模数转换器（ADC）
- 参照ADC电容计算外部电容
- 高抗干扰性和低辐射性能

2. 充电时间测量单元（CTMU）：AN1250

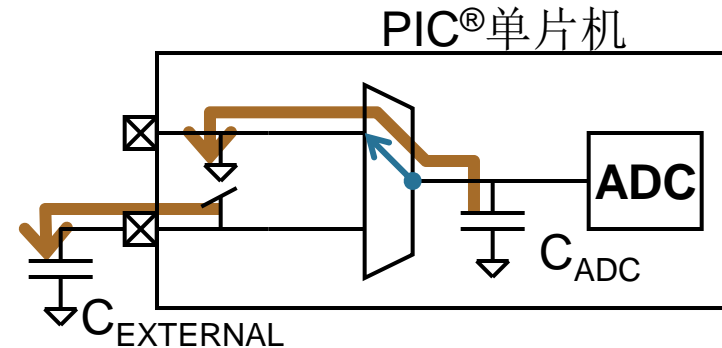
- 高速而灵活的模拟外设；按键扫描时间 $\leq 4 \mu\text{s}$
- 测量电容的相对变化和绝对变化
- 使用片上可调高精度电流源
- 可与ADC结合使用

所有上述方法均不需要任何外部组件
降低了**BOM**成本

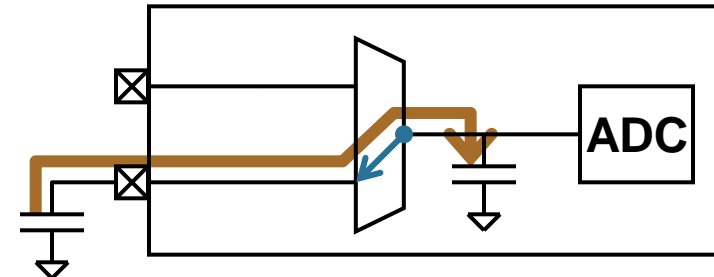
mTouch™ 解决方案分析

CVD 采样方法

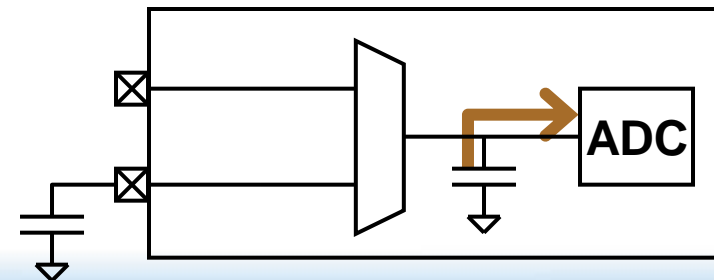
反向充电



连接电容
噪声敏感性
125 ns – 5 μs

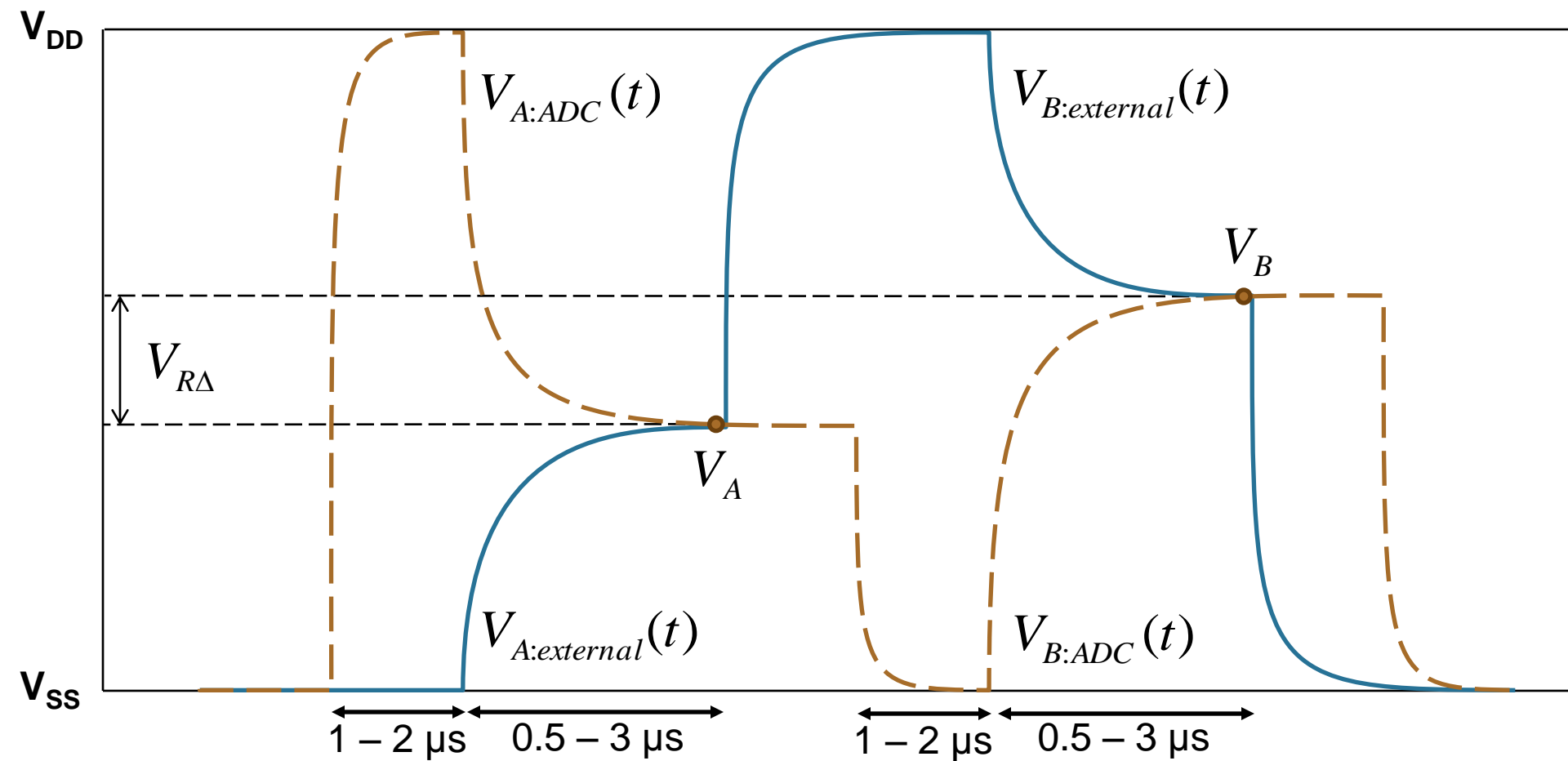


执行转换



mTouch™ 解决方案分析

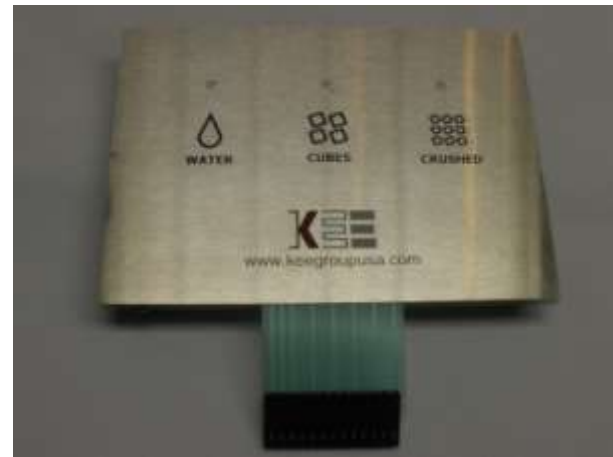
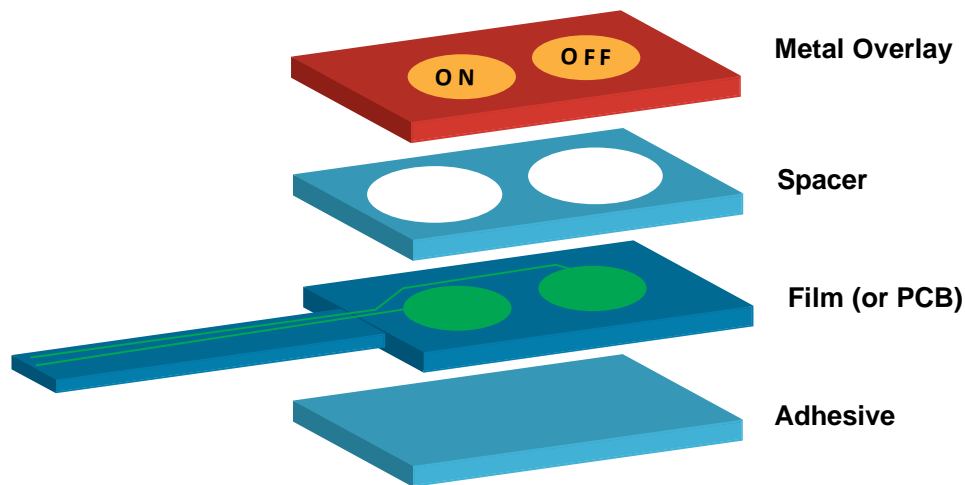
CVD 波形特性



内部 外部

金属表面电容触摸

Metal Over Capacitive



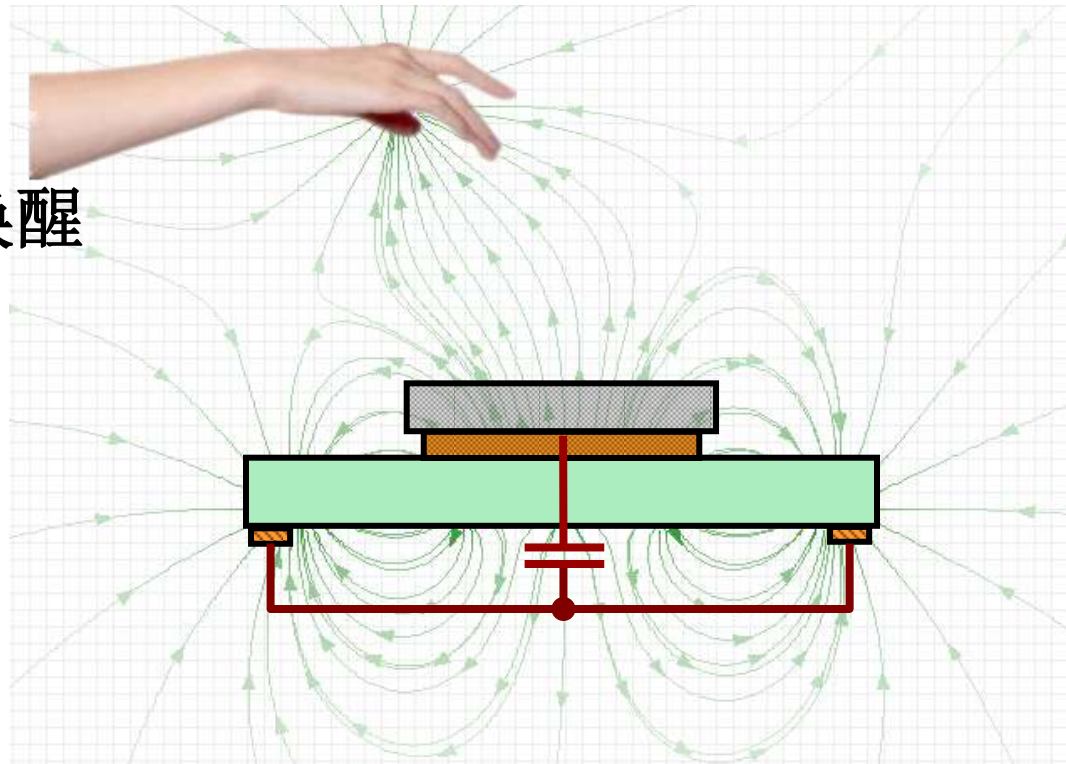
电容传感器焊盘支持金属目标

- 环境密封
- 低成本
- 可使用手写笔或透过手套触摸
- 通过改进现有产品和技术可轻松延长产品寿命
- 防水、抗噪声且不受环境条件影响
- 需要按压力度，因此支持盲文凸点

mTouch™ 触摸传感解决方案

接近式触摸

- 无触点互动
- 将器件从低功耗模式唤醒
- 兼容**SAR**应用



接近式触摸电容检测

- 小型低成本**PIC® MCU**
 - SOT23、2x3DFN和MSOP（PIC10F/PIC12F）
 - 无需外部元件
- 高信噪比（**SNR**）
 - 最远检测距离为25 cm
 - 先进的噪声处理和滤波技术
- 超低功耗（低至**5 μ A**）
 - 可调节采样频率
 - XLP PIC单片机
- 灵活、可编程及可定制

mTouch™ 传感解决方案

按键和滑条

实现

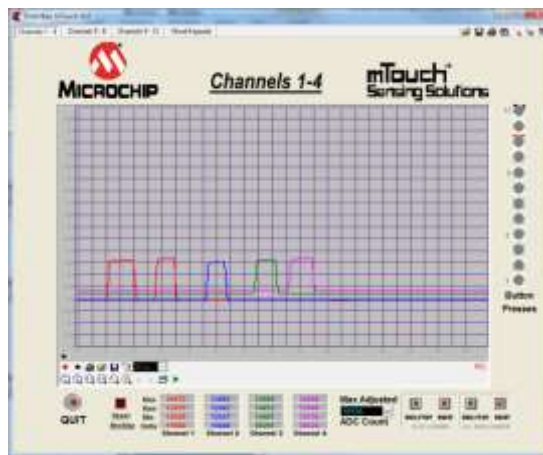
- **Microchip应用库中包含的软件包**
 - 源代码
 - 演示项目
 - 调试GUI
 - 可从Microchip网站（www.microchip.com/mla）获取
 - 定期更新
- **提供大量应用笔记**
 - CVD和CTMU基础知识
 - 金属表面电容触摸设计
 - 接近式感应
- **大大缩短开发时间!**

mTouch™ 传感解决方案

按键和滑动条实现

另外:

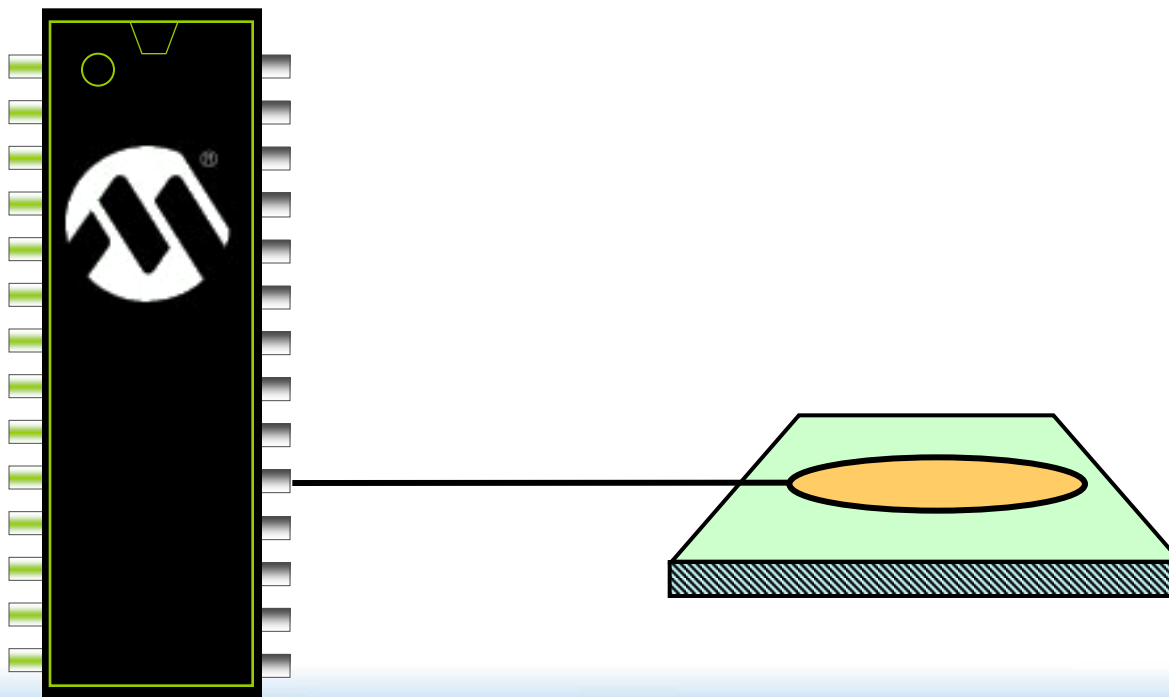
- 传感器检测范围小
- 可切换模式
- **GUI**和通信
 - 无需重新编程即可更改配置
 - 支持UART、I²C™和SPI



基于mTouch™技术的应用固件

- 高可配置性和灵活性
- 只需**PIC®**单片机中的**ADC**模块
- 无需任何额外组件

PIC®单片机



mTouch™ 技术按键和滑动条 控制器组合

系统集成

MCU超过
250片

GP、USB、以太网和CAN

PIC32
最多16个电容触摸通道

32-512 KB闪存
64 – 121个引脚
80 MHz

GP和CAN

PIC24H
最多32个电容触摸通道

12 – 256 KB闪存
18 – 100个引脚
40 MIPS

GP、USB和图形

PIC24F
最多24个电容触摸通道

4 – 256 KB闪存
14 – 100个引脚
16 MIPS

GP、USB和LCD

PIC18
最多24个电容触摸通道

16 – 128 KB闪存
18 – 80个引脚
12-16 MIPS

GP和LCD

PIC16
最多32个电容触摸通道

7 – 20 KB闪存
14 – 44个引脚
8 MIPS

通用
(GP)

PIC10/12
最多4个电容触摸通道

0.75 - 2 KB闪存
6 – 8个引脚
8 MHz

性能

mTouch™ 电容触摸 评估工具包

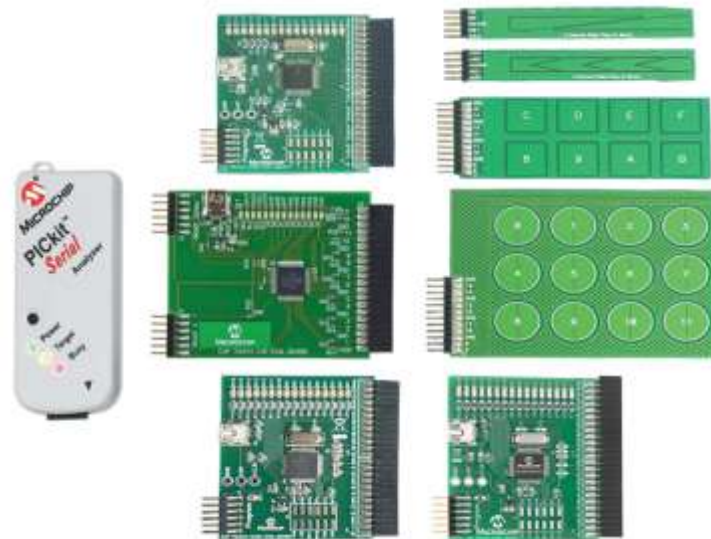
● 评估工具包:

- 4个母板
 - PIC16F1937 8位MCU
 - PIC18F46J50 8位MCU
 - PIC24FJ64GB106 16位MCU
 - PIC32MX795F512H 32位MCU
- 4个电容触摸子板
 - 2通道滑动条
 - 4通道滑动条
 - 8按键直接板
 - 12按键矩阵
- PICkit™ 串行分析器
 - 编程和调试

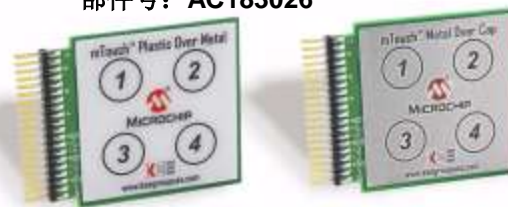
● 金属表面电容触摸配件工具包:

- 4按键不锈钢板
- 4按键塑料板

增强型mTouch™电容触摸评估工具包
部件号: DM183026-2



金属表面电容触摸附件工具包
部件号: AC183026



Metal Over Cap Accessory Kit
(Part # AC183026)

按键、滑动条和接近式触摸 整体解决方案

- 基于寄存器的独立触摸IC
 - 通过寄存器完成配置
 - 无需重新编译软件或更改闪存
- 内置智能校准
- 与LED驱动器集成
- 快速上市



产品命名约定

CAP1188

RightTouch®器件 代 LED输出数 电容传感器数

第一代: **CAP10xx**
首次开发。未广泛发布

第二代: **CAP11xx**

目前业界采用最多

第三代: **CAP12xx**

由Microchip HMID完成

示例和例外

CAP1188: 8个LED, 8个传感器

CAP1128: 2个LED, 8个传感器

CAP1203: 0个LED, 3个传感器

CAP1114和CAP1214
均为**CAP11xx**系列器件
11个LED, 14个传感器

采用哪个方案进行设计？



- 无固件经验
- 无系统集成价值
- 器件成本最低
- 不关注低功耗
- 仅需要触摸功能
- 3到14个通道
- 简单/基础实现

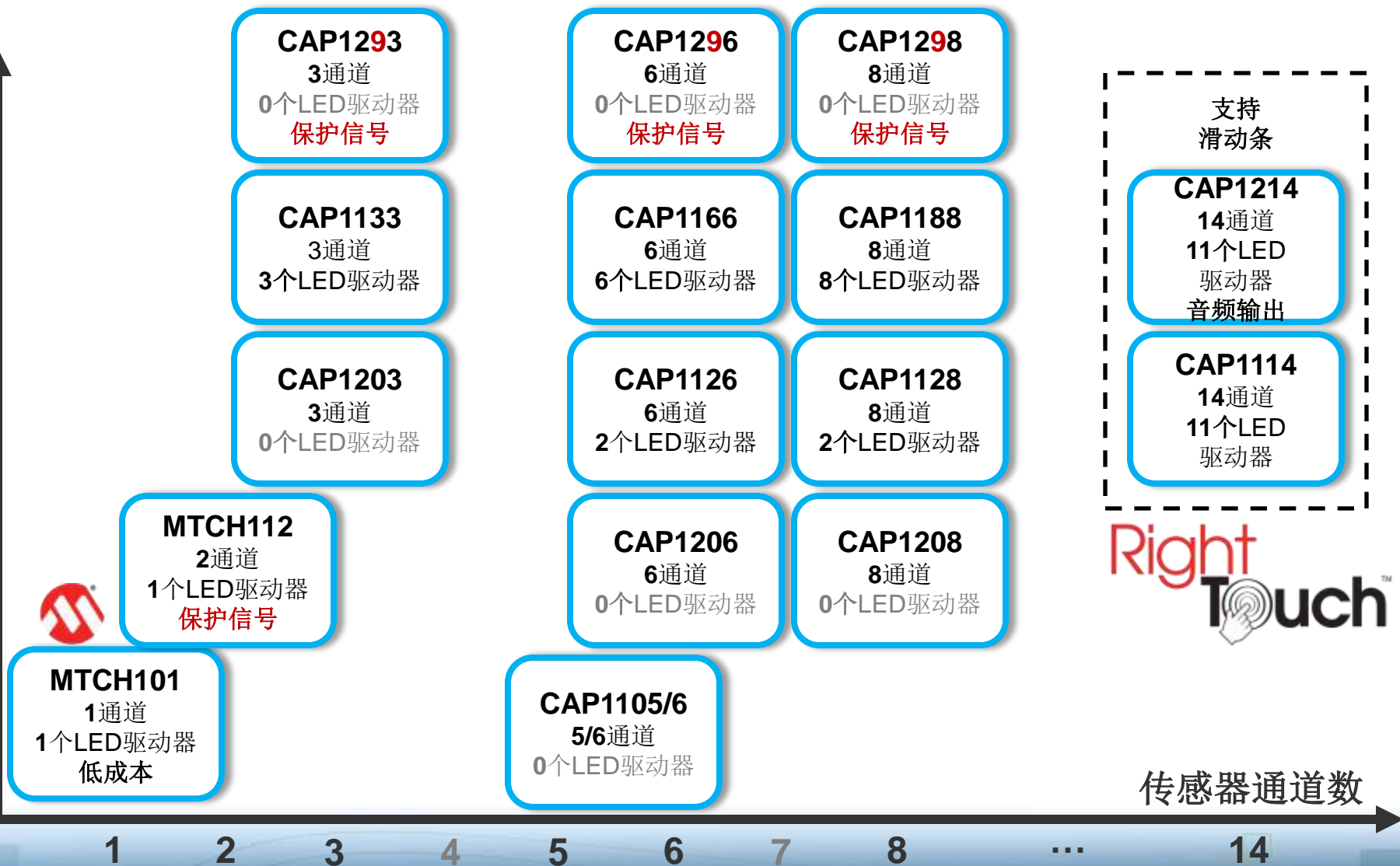


- 固件经验
- 可灵活集成其他功能
- 系统成本最低
- 关注低功耗
- 按键数较多
- 需要定制

整体产品概览

按钮/滑动条/接近式触摸

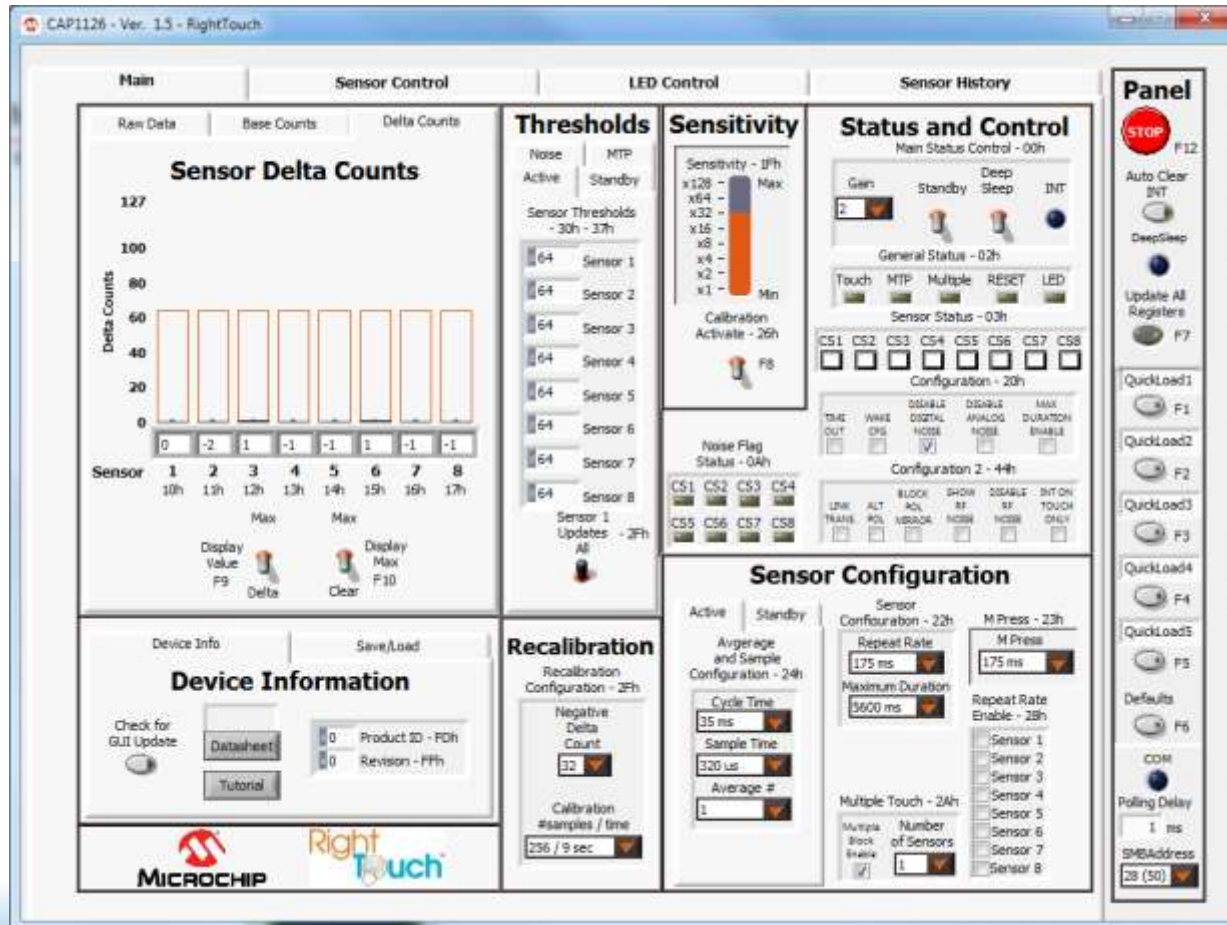
灵活定制



Right Touch™

按键、滑动条和接近式触摸 整体解决方案

- 调试GUI



3D手势跟踪和识别

GestIC[®]技术的优势

直观和自然



采用隐马尔可夫模型的

自由空间**手势识别**

和片上**x/y/z** 手位置跟踪

最高的
手势识别率



接近时唤醒



x/y/z手位置跟踪



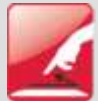
弹指手势



画圈手势






























































单点触摸手势



符号手势

GestIC®技术的优势

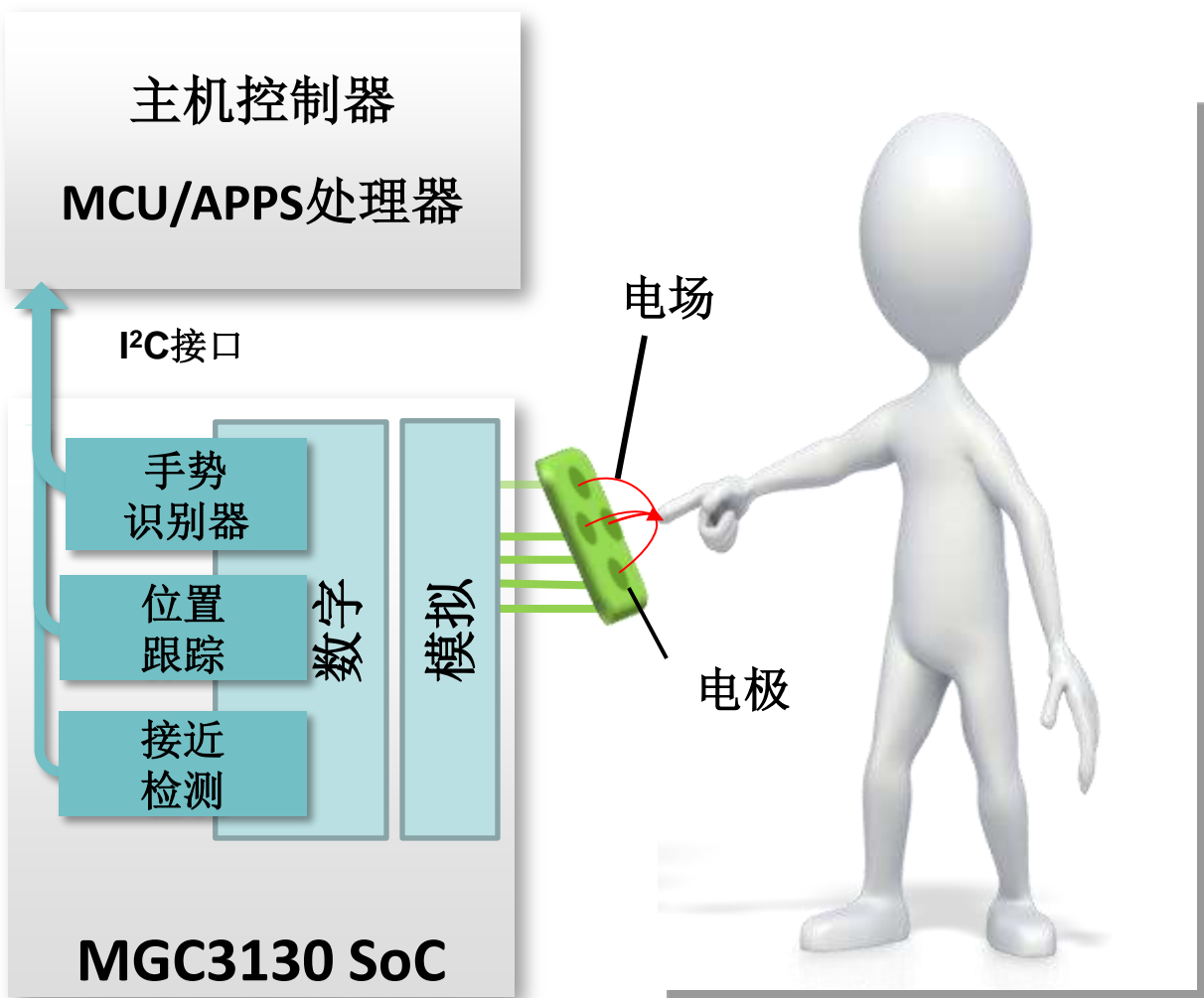
		E-Field Electrodes	Optical 2D Built in Camera	Optical TOF Special Camera	Infrared IR LED + Prox	Ultrasound Speaker & Rx	Cap. Sensing Electrodes
基本规范	Range (in cm)	0-15	20-100	50-400	5-300	5-20	0-0.05
	Resolution	High (200 dot/cm)	Medium	High	High	Medium	Medium
	Real-time update rates	Yes (300pos/s)	No (50f/sec)	Yes	Yes	Yes	Yes
	Power in sleep / monitoring (uW)	30 / 85	> 500 ?	> 500 ?	?	?	?
	Power in full operation (in W)	0.06 W	> 1.0	> 2.2	< 0.1	TBD	< 0.1
设计特性	Invisible, scratch-resistant						
	Resistant to lighting changes						
	Resistant to ambient sound						
	Touch sense capability					TBD	
	Multi gesture differentiation						
	Gesture Applications						
	Full surface coverage (blind spots)						
	Close range sensing capability						
市场	Glide-over-Surface market						
	Glide-over-Display market						
	System cost of ownership	Low	Low	High	Low	TBD	Low
\$							

GestIC®技术的优势



- 70-130 kHz频率范围——无RF干扰
- 150 dpi鼠标般分辨率
- 不受环境影响

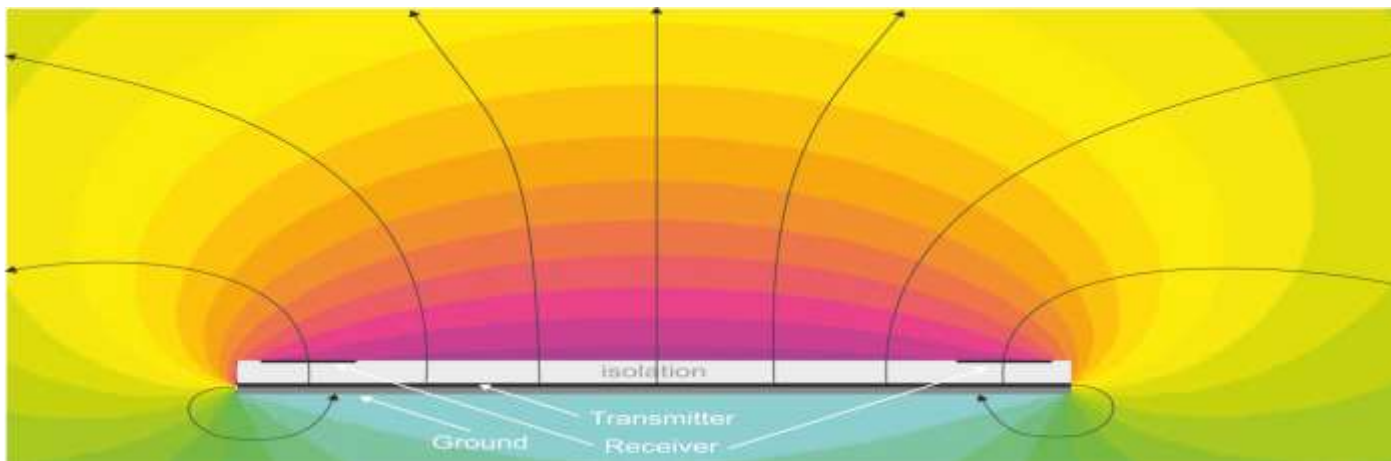
GestIC[®]技术：简介



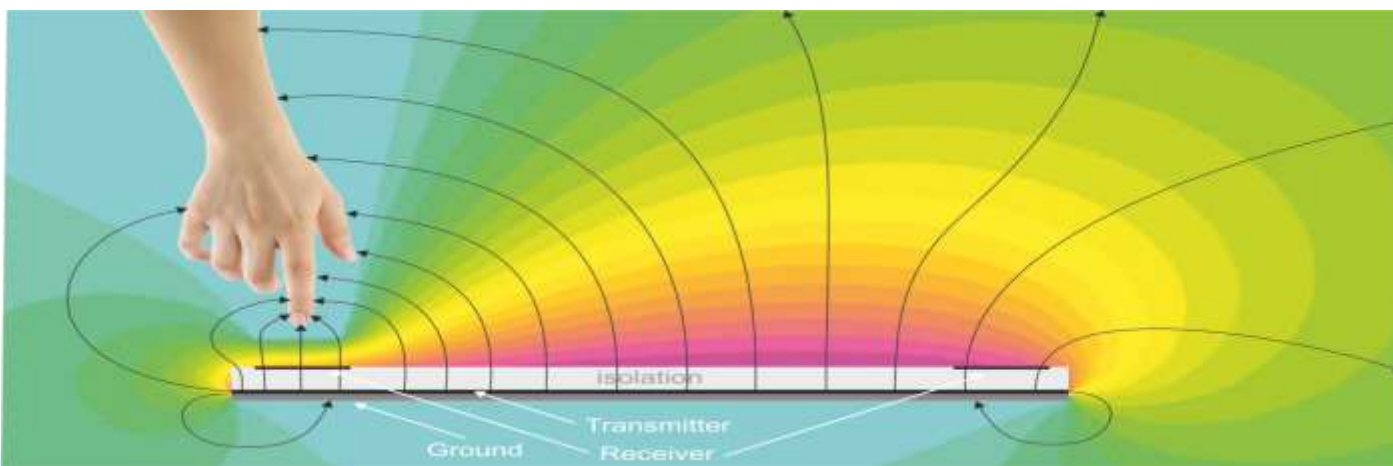
- 运用电近场传感
- 电极检测用户操作
- **GestIC**技术将信号处理为位置和手势
- 主机使用手势数据控制用户界面

GestIC[®]技术：全球首款电场 “触摸”输入

未干扰电场



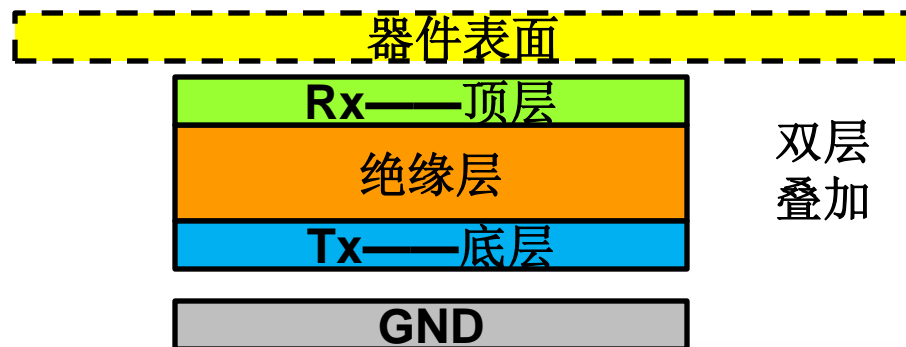
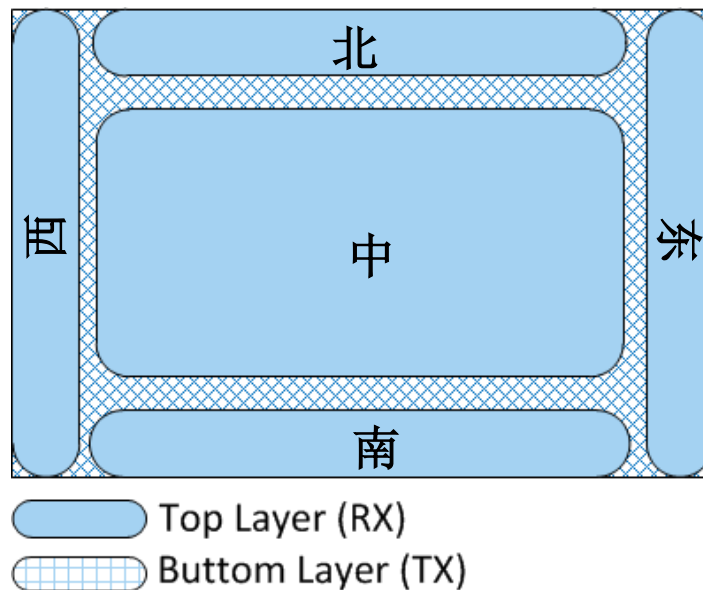
手干扰电场



GestIC®技术：不可见输入

表面下的电极

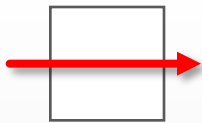
- 框架形电极
 - 1个发送电极Tx
 - 4-5个接收电极Rx
- 双层叠加
- 可选GND层



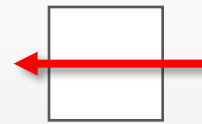
GestIC®技术的手势



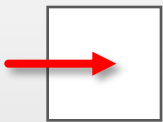
8x弹指手势 (Hillstar)



前进



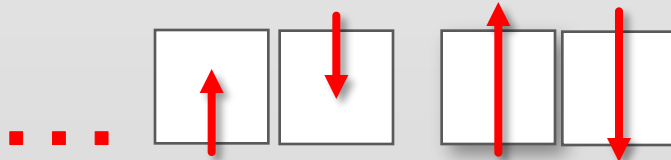
后退



打开



关闭



2x画圈手势 (Hillstar)



选择



取消选择



符号手势 (即将实现)



是



否



等待

键盘手势示例

鼠标悬停、
光标控制缩放



单击事件



挥手切换内容



滚动!音量、页面等



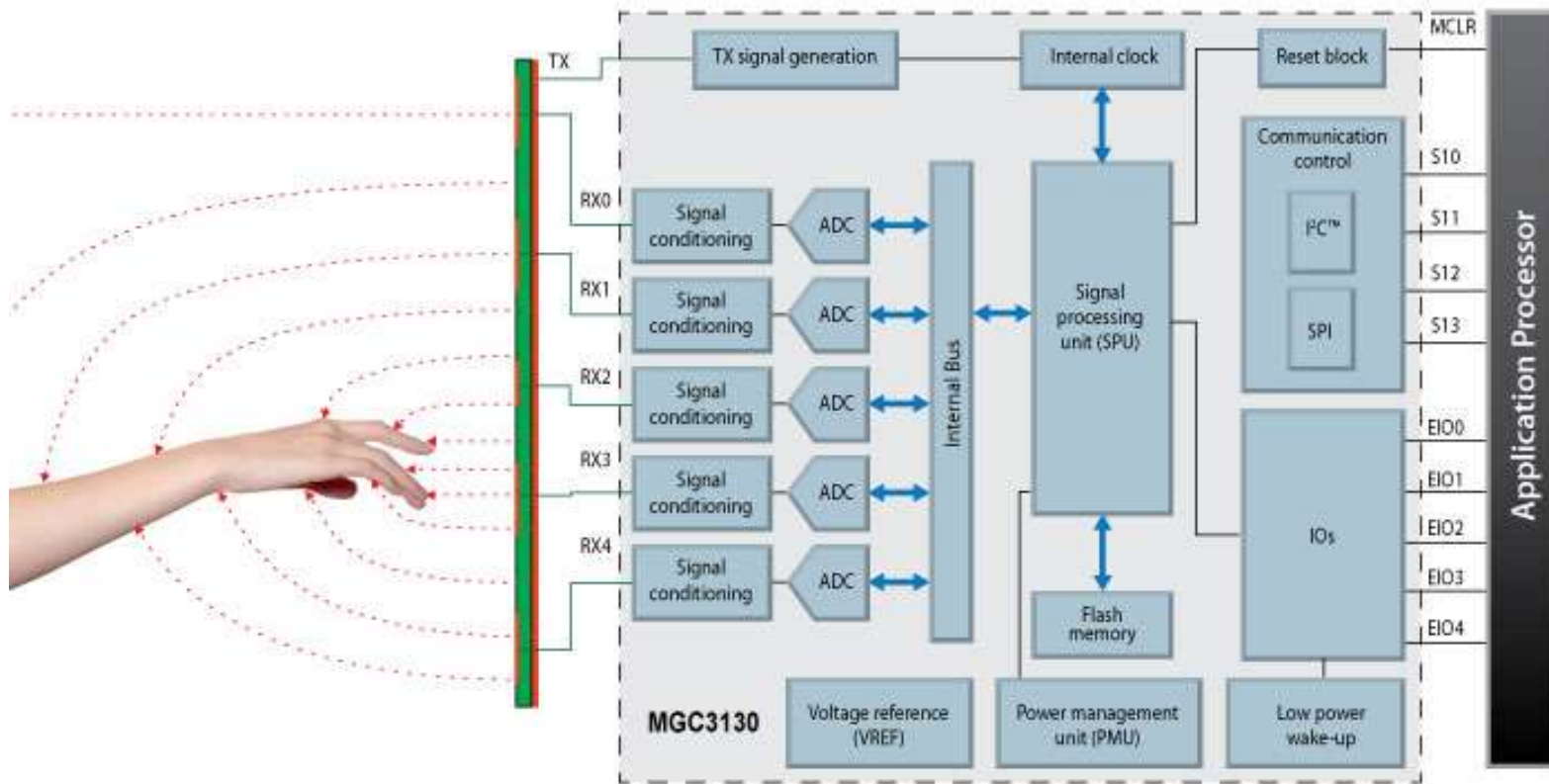
拖放



接近时唤醒
自动按键背光

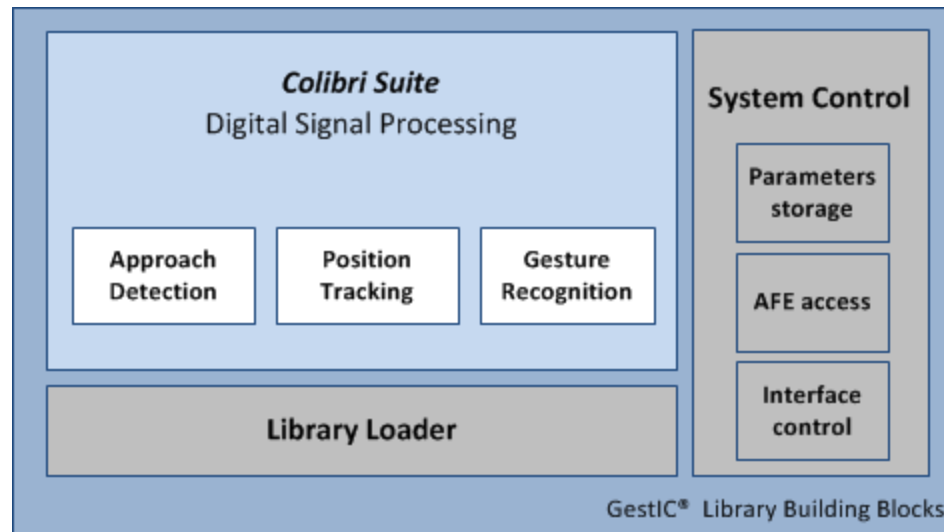


MGC3130——框图



GestIC®技术库

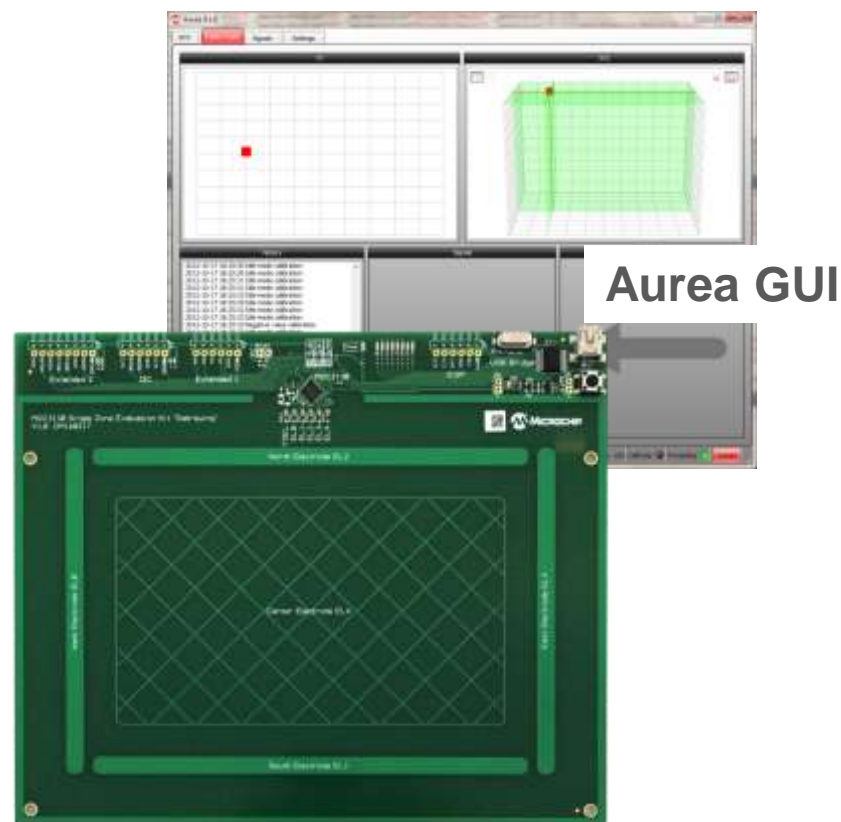
- MGC3130 SPU的操作码
- 预编程在芯片闪存中
- 可配置、可更新



MGC3130 单区评估工具包 “Sabrewing” (DM160217)

带预置7” PCB电极的评估工具包

- **USB / I²C™ 连接**
- **Windows® 7 OS**
- **Microchip Aurea GUI**
 -  **Colibri Suite**
 - 实时控制功能



触摸传感应用中的噪声处理



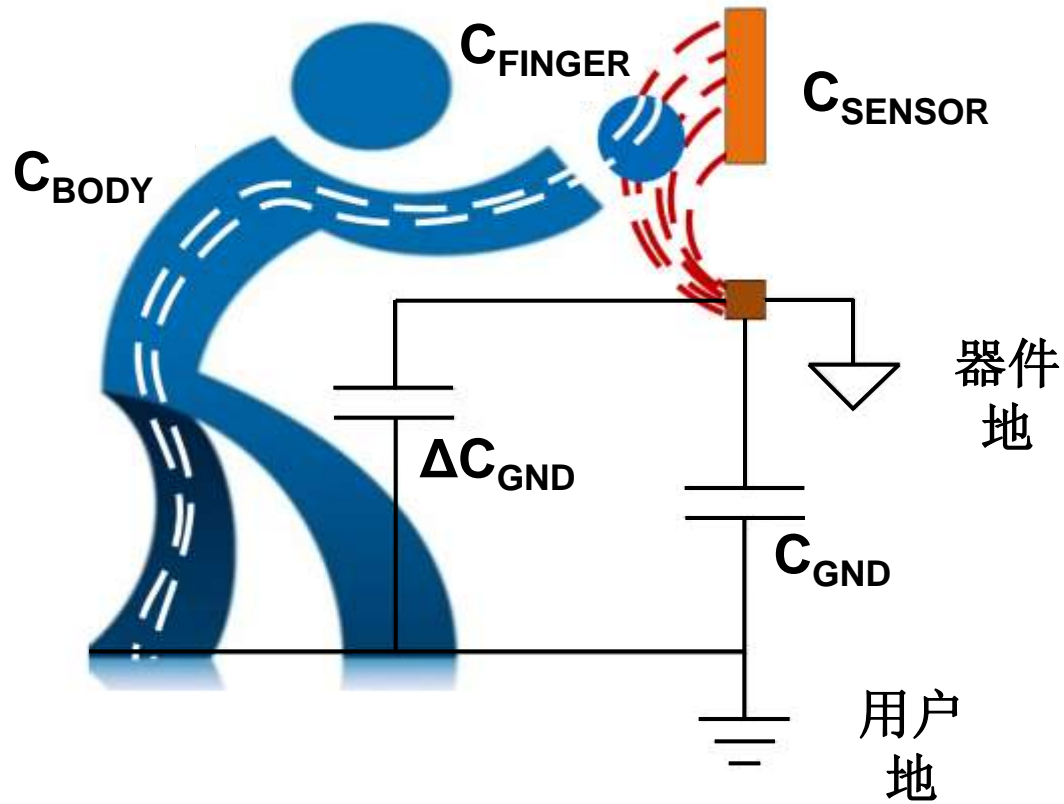
- **硬件**

- 接地方案
- 布局建议
- 先进技术
 - 保护驱动
 - 金属表面电容

- **噪声**

- 电气噪声
- 软件技术
- 机械噪声

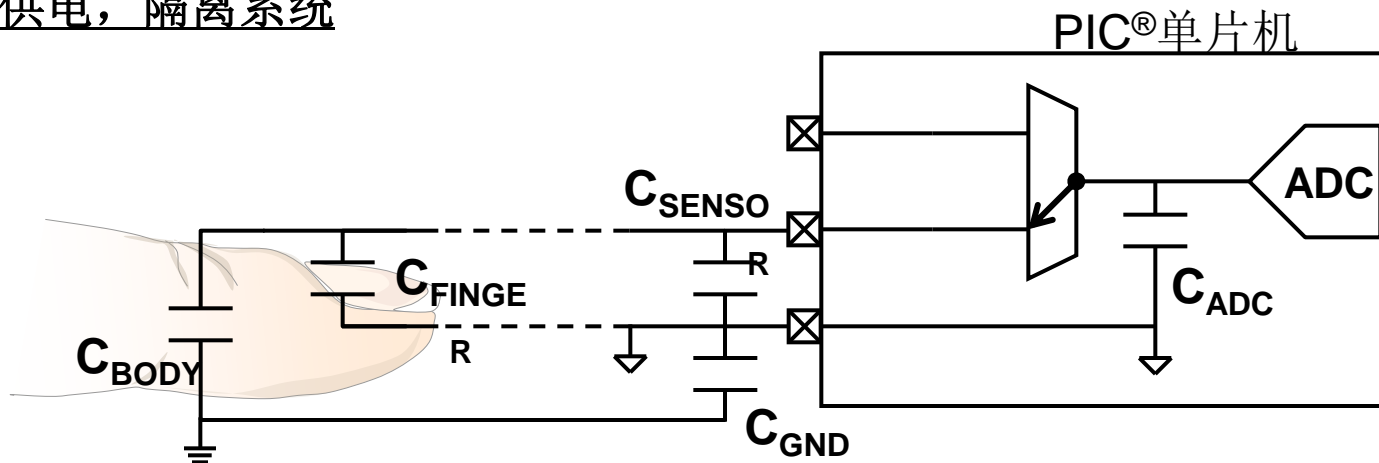
先进mTouch™ 解决方案分析 接地模型



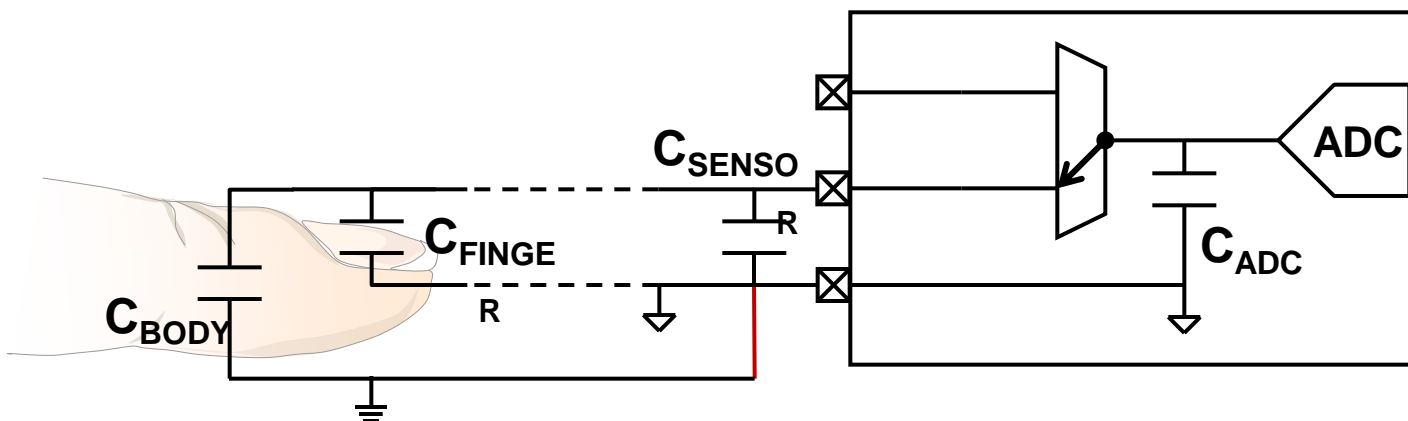
先进mTouch™ 解决方案分析

接地模型

电池供电，隔离系统

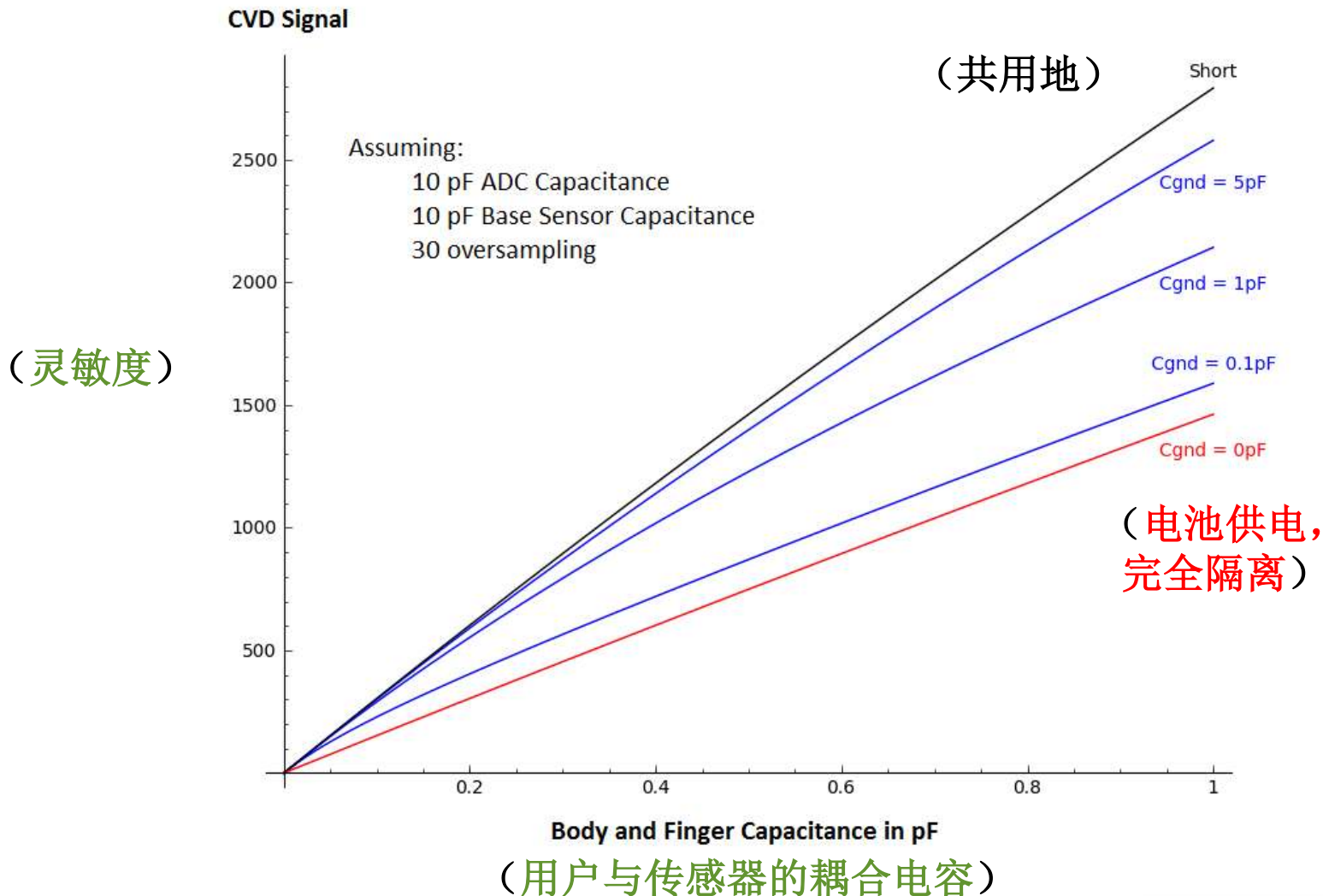


连接电源，共用地



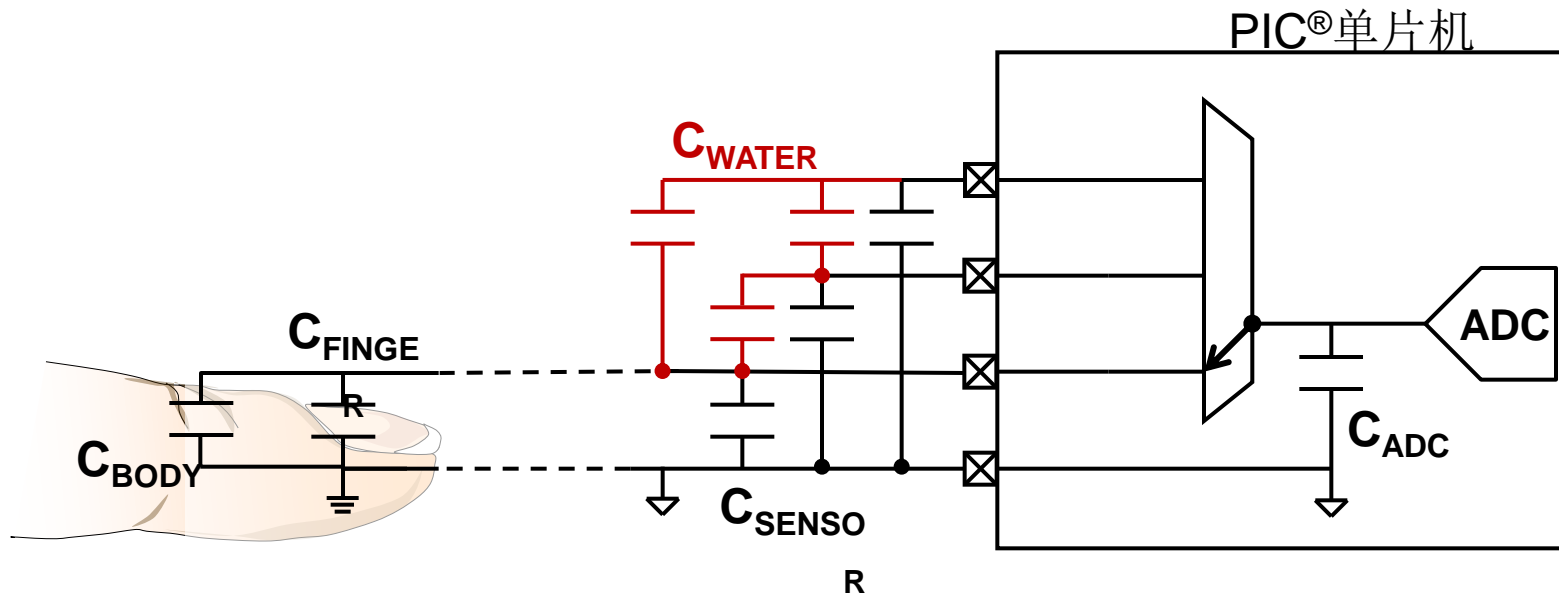
先进CVD分析

接地模型



假设：人体耦合电容 = 手指耦合电容

先进CVD分析 水

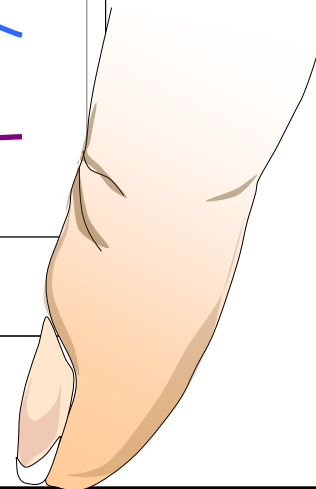
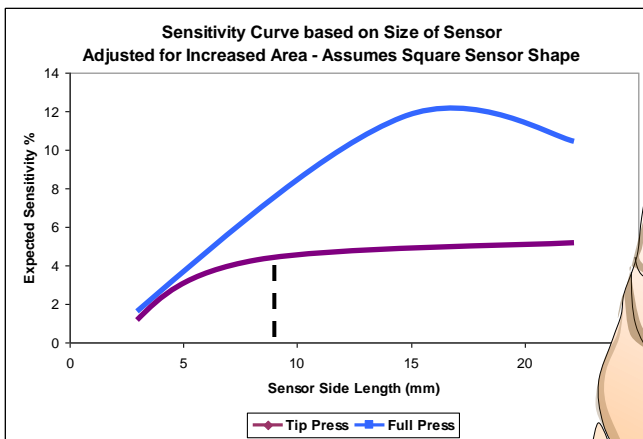
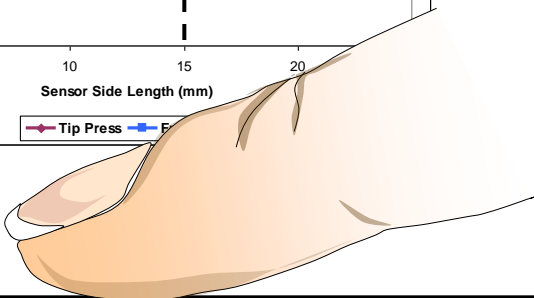
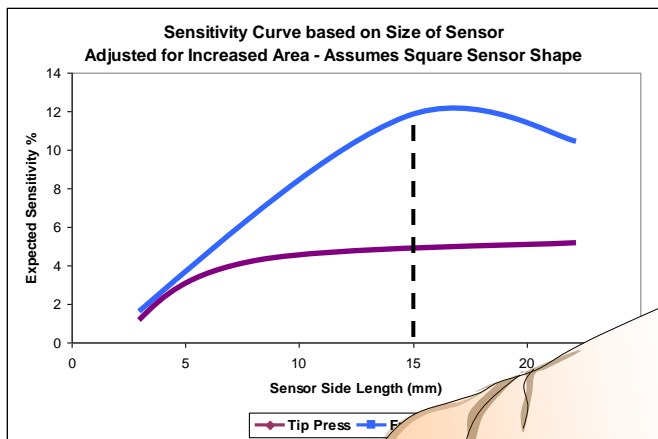


水耦合电容 \gg 手指耦合电容

硬件设计

传感器设计注意事项

传感器理想大小 = 手指按压面积

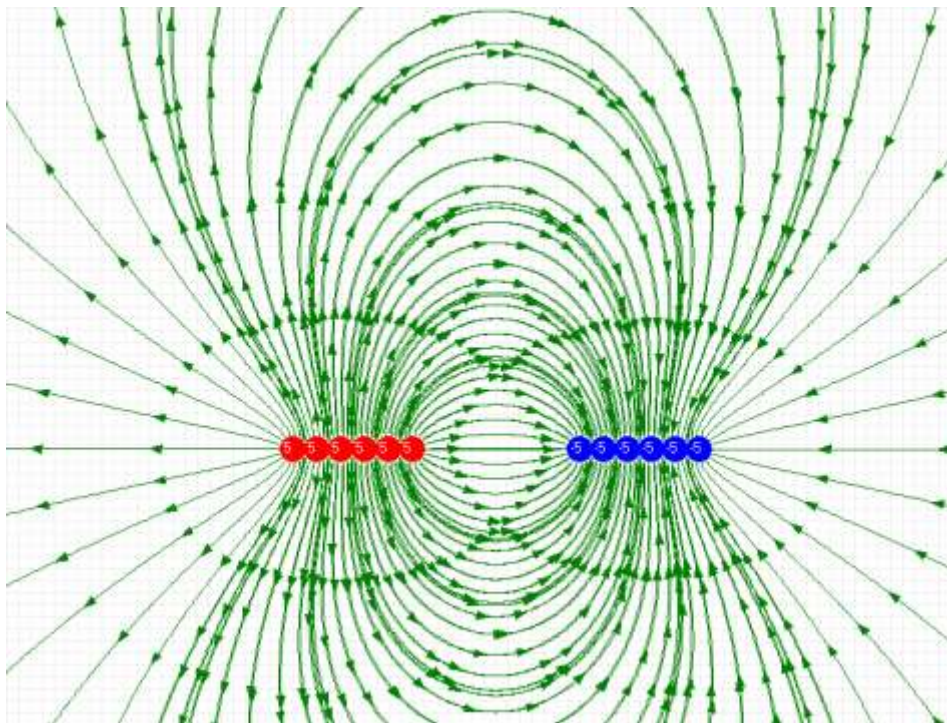


!如此设计!

硬件设计

传感器设计注意事项

尽可能隔离传感器。

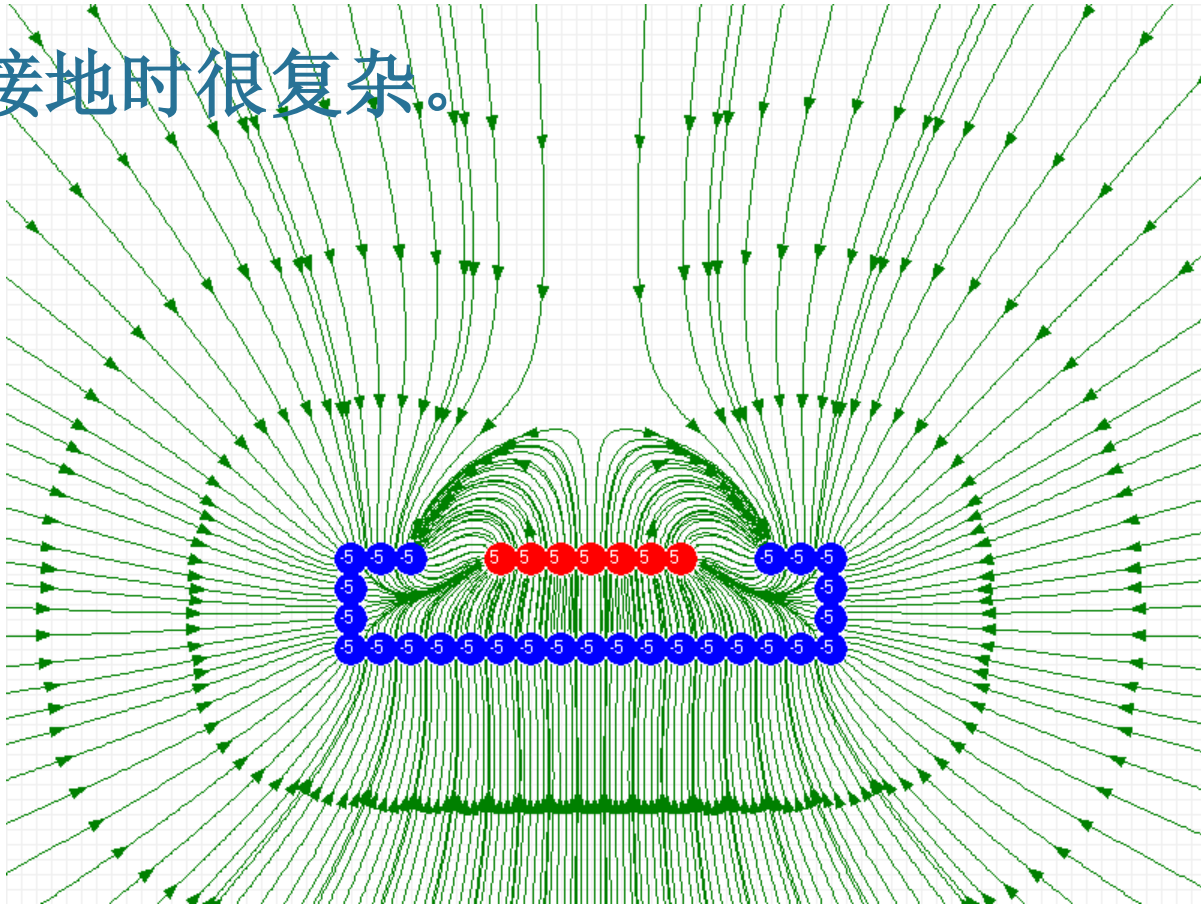


原因 (#2)：减少不必要的传感器间耦合电容

硬件设计

PCB设计注意事项

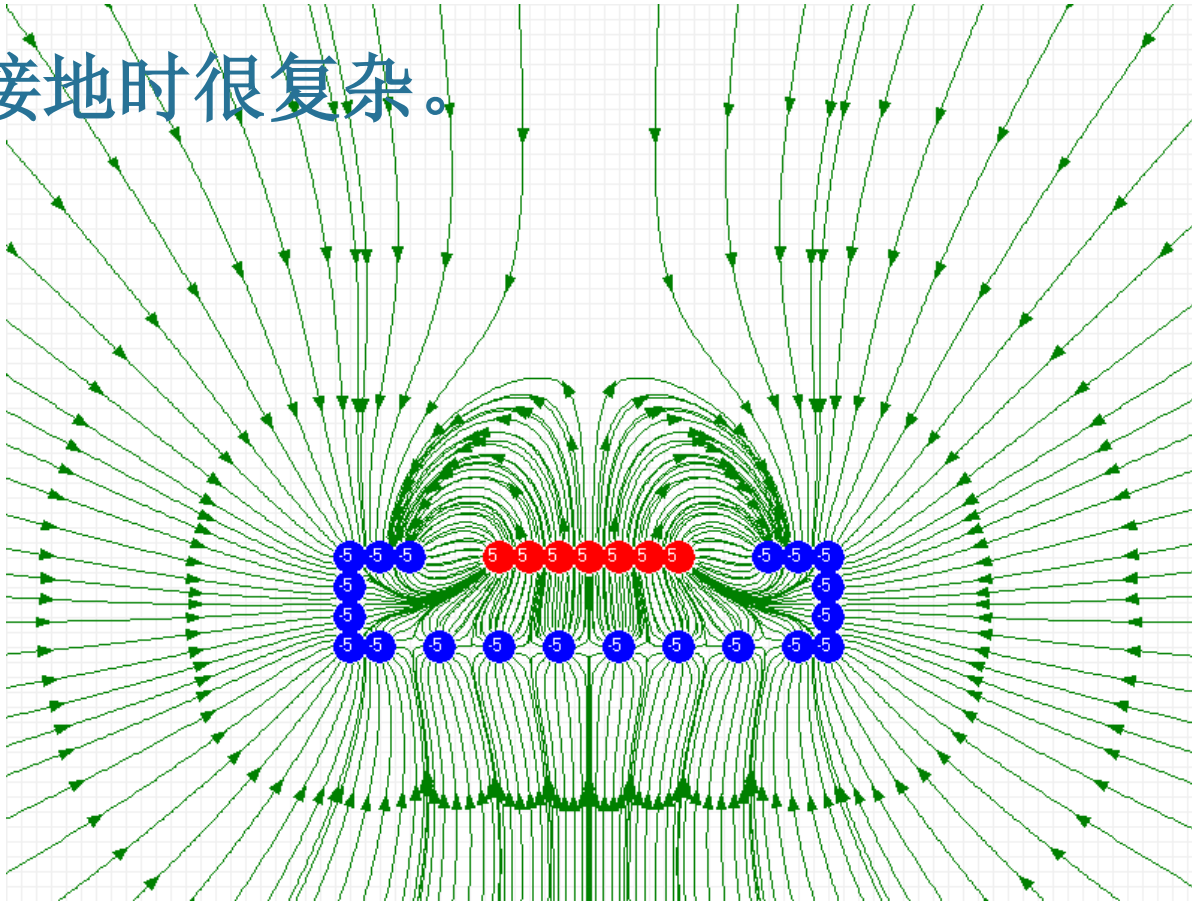
接地时很复杂。



硬件设计

PCB设计注意事项

接地时很复杂。



先进的硬件技术 保护驱动

低阻抗波形镜像

用途:

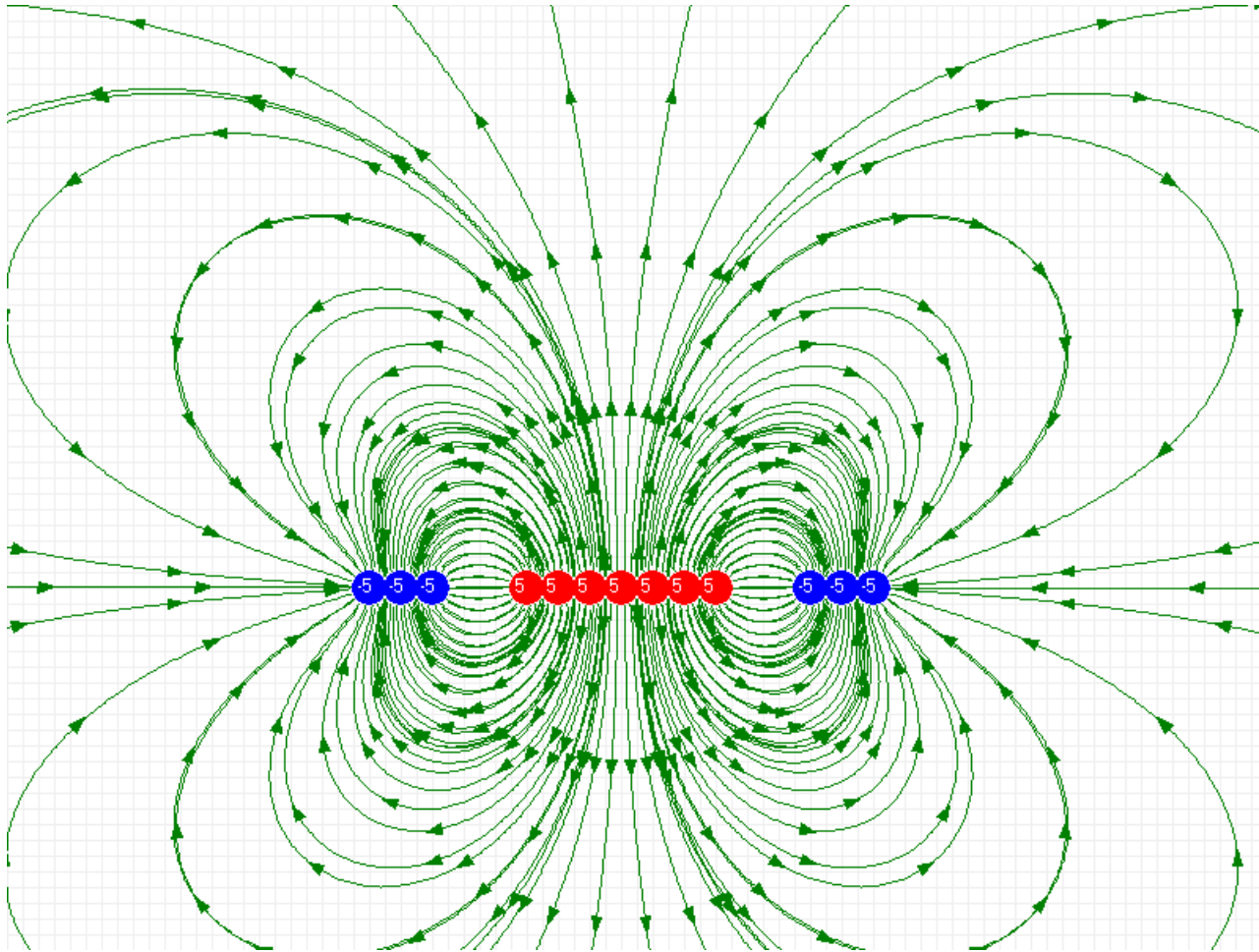
- 为了降低传感器的基本电容
- 为了塑造传感器的电场线

方法:

- 硬件运放（昂贵）
- DACOUT引脚
- I/O引脚
- RightTouch® CAP129x系列

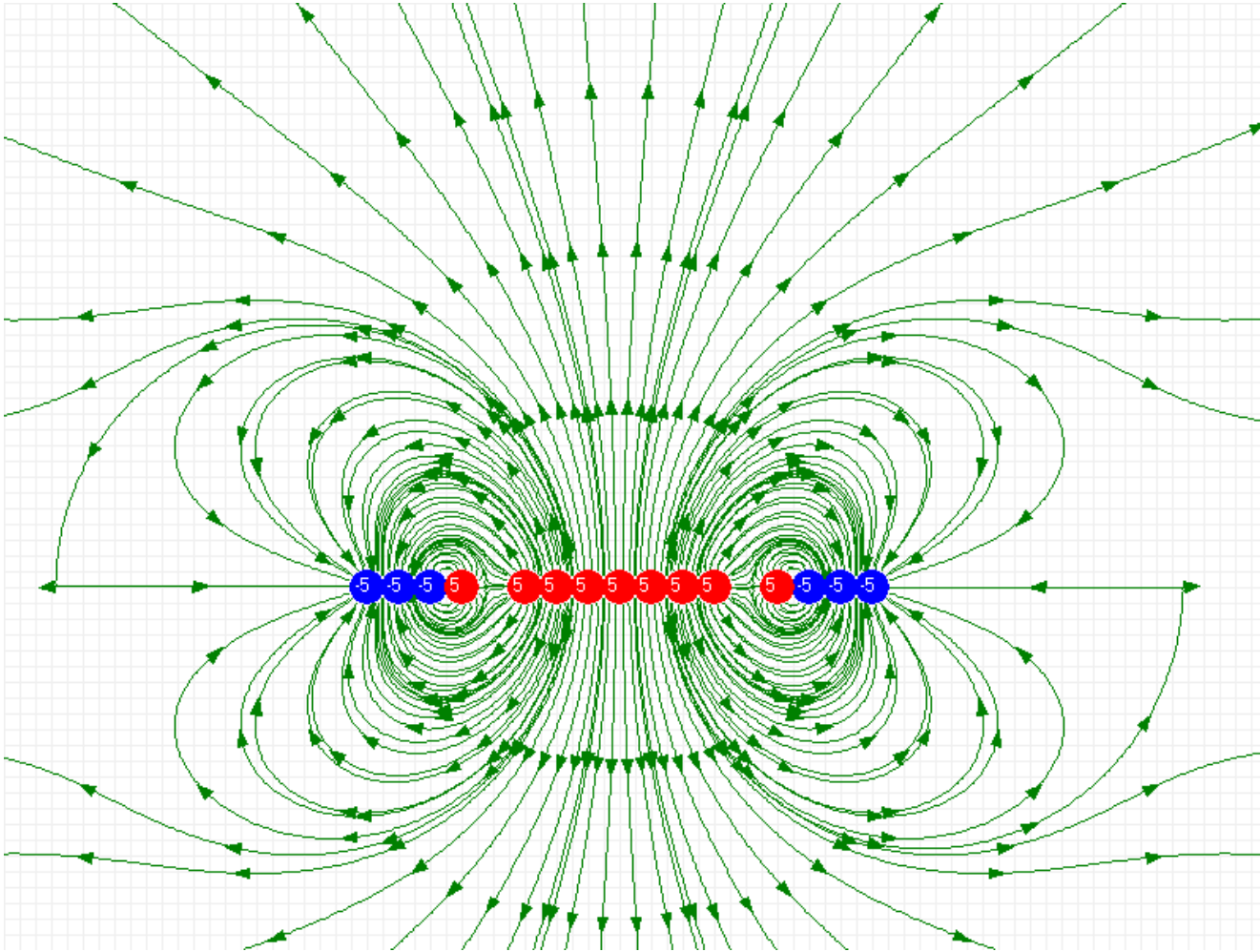
硬件设计

PCB设计注意事项



硬件设计

PCB设计注意事项



走线较长意味着...

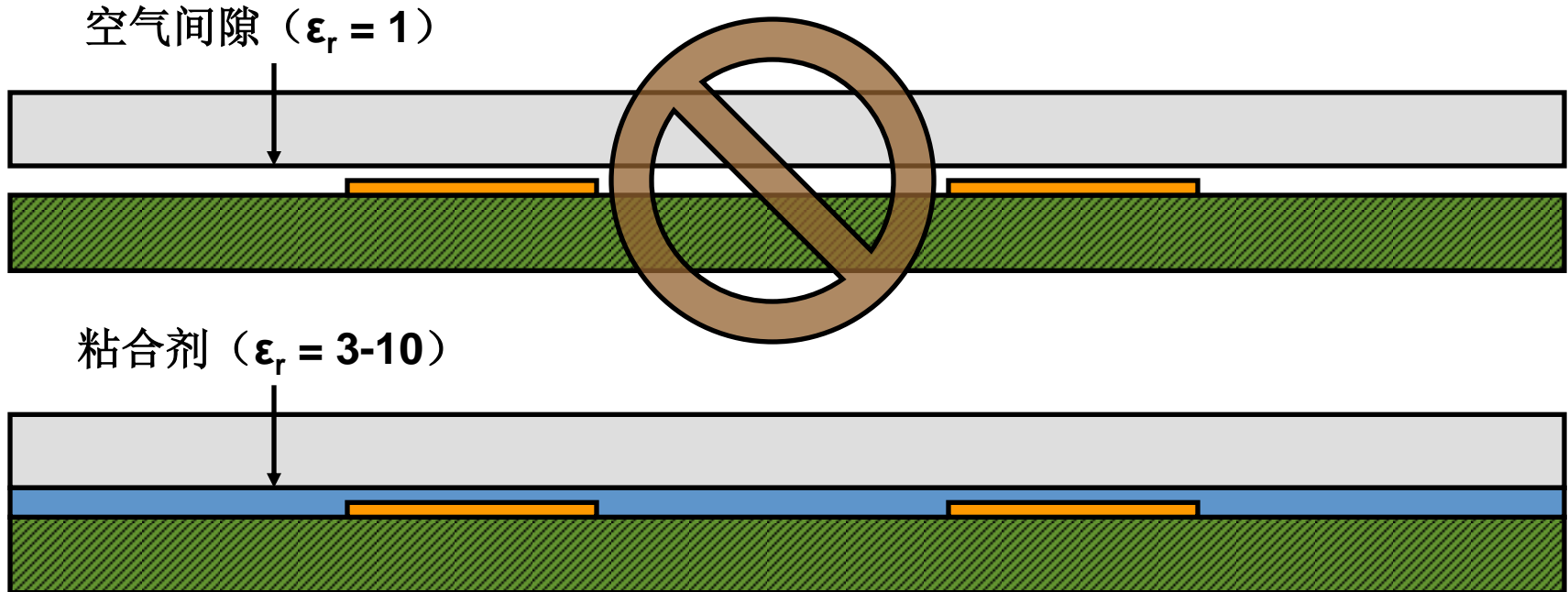


C_{BASE}増大
(灵敏度降低)

硬件设计

粘合剂注意事项

始终使用合适的粘合剂

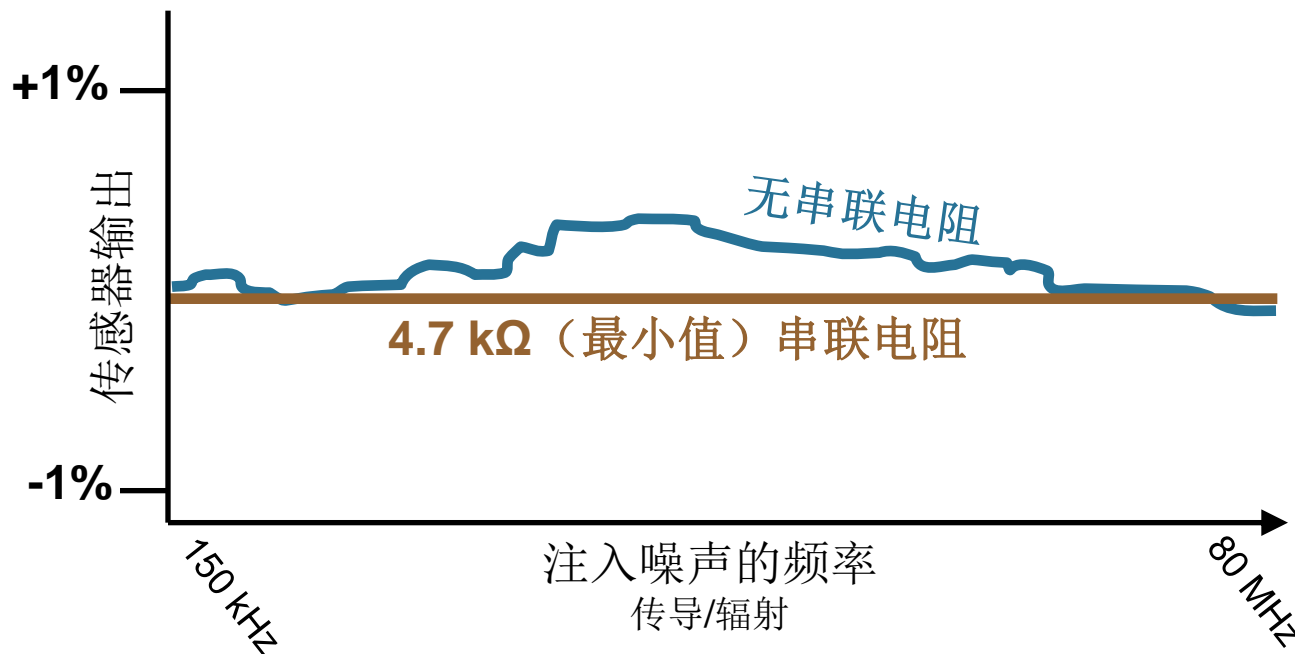


空气间隙会降低灵敏度 (C_{FINGER} 和 C_{BODY}) **3-10倍!**

硬件设计

PCB设计注意事项

每个传感器上放置一个串联电阻
RightTouch®: 串联电阻最大值 = 200Ω

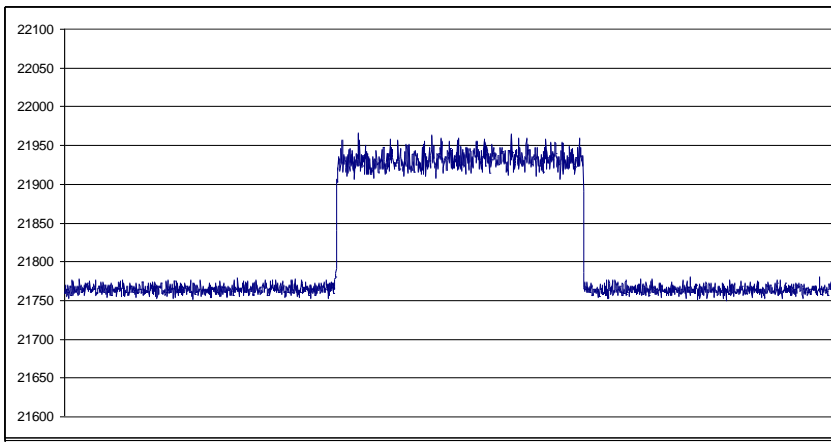
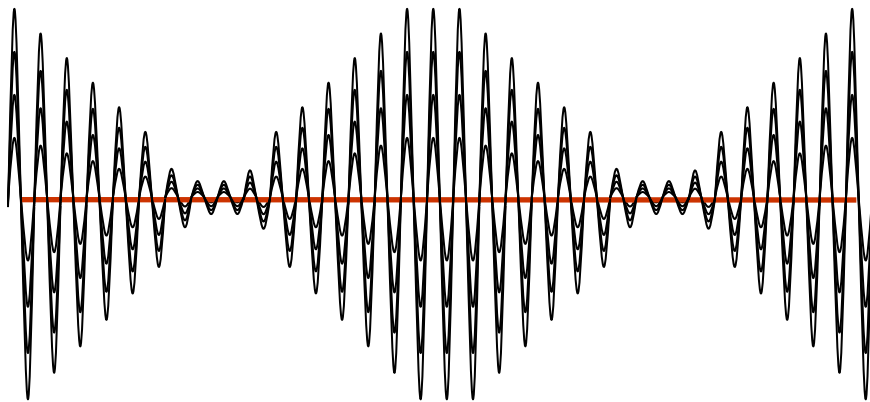


硬件设计

PCB设计注意事项

警告

如果注入噪声对ESD二极管进行了整流，
CVD 行为将翻转。

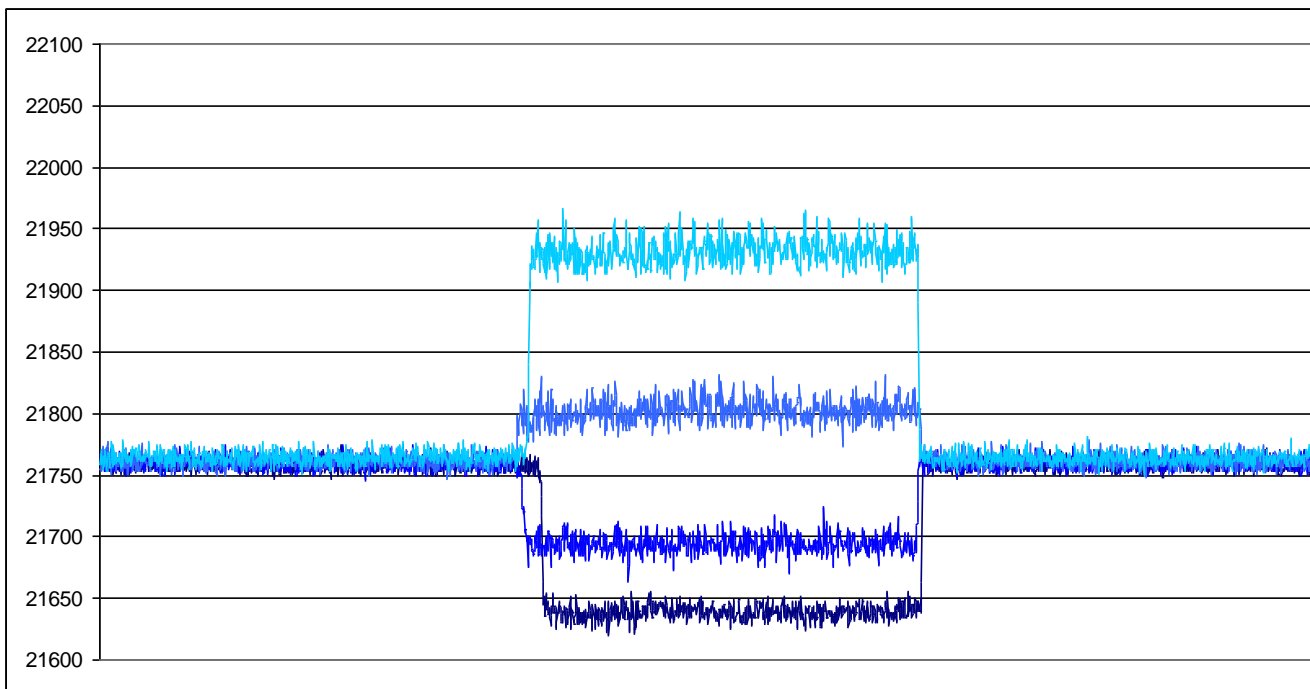


硬件设计

PCB设计注意事项

警告

如果注入噪声对ESD二极管进行了整流，
CVD 行为将翻转。

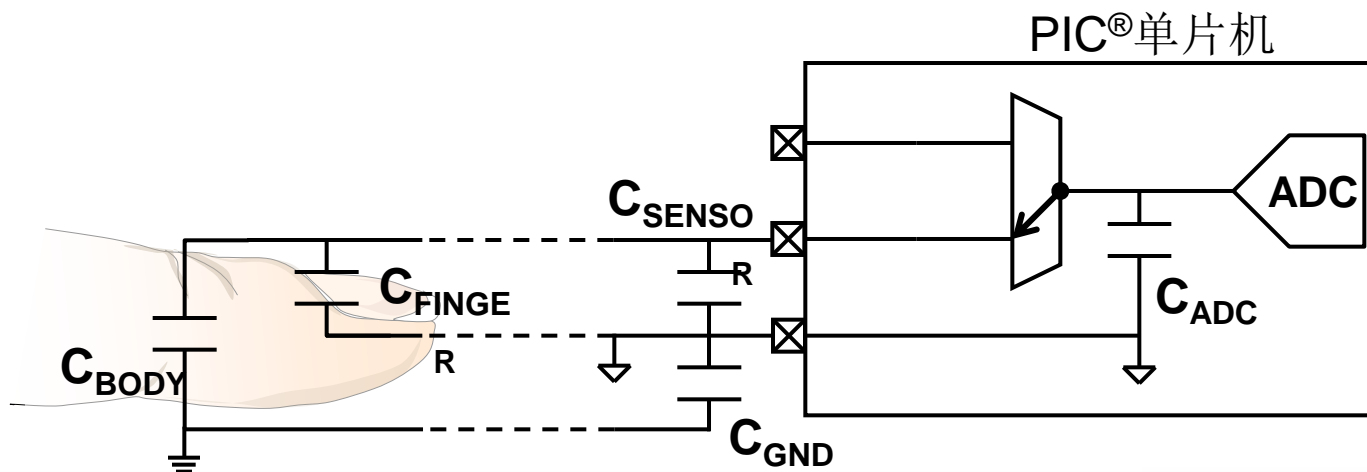


硬件设计

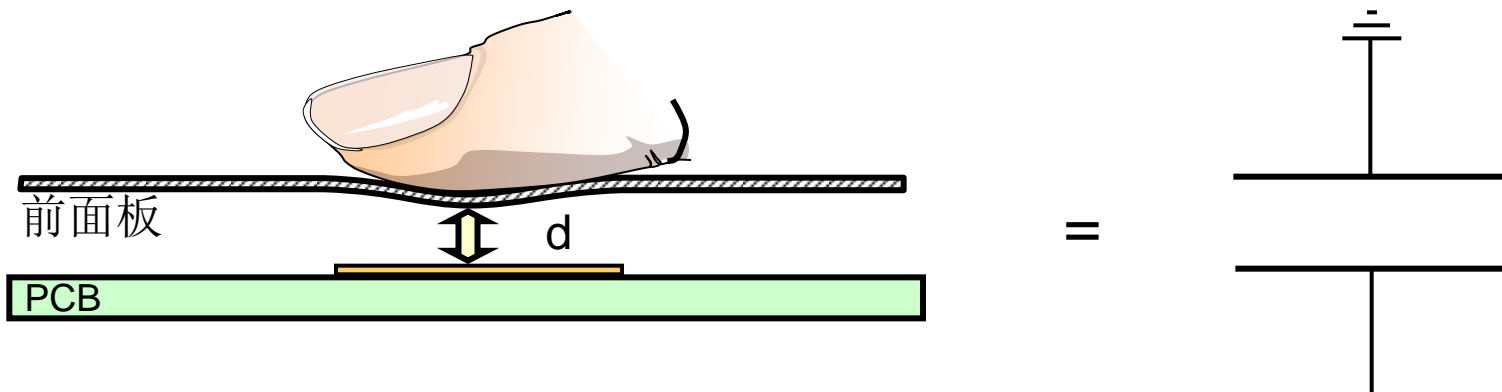
PCB设计注意事项

接地时很复杂。

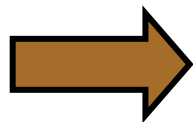
- 增大 C_{SENSOR}
- 增大用户与电路板地的耦合电容
- 形成电场线



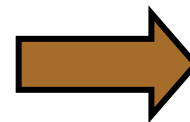
金属表面电容



用户按压
前面板

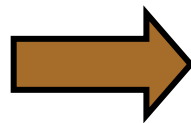


面板发生形变
(微米)



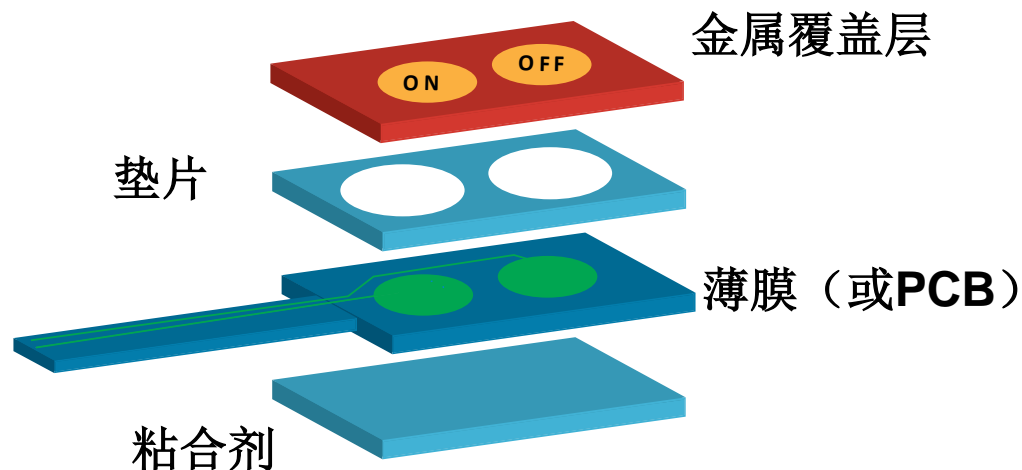
极板间的
距离减小

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$



系统检测到
电容变化

金属表面电容 设计概述

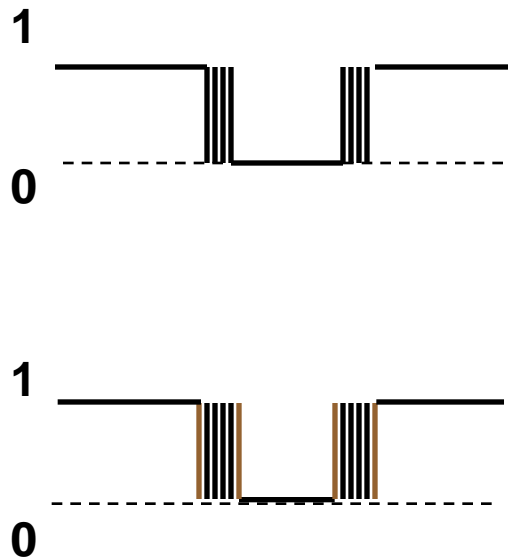


- **金属或金属箔塑料目标（覆盖层）**
支持放在电容传感器焊盘上
- **垫片**
提供**目标**和**传感器**之间的间隙
- **传感器**
印在薄膜上/ 蚀刻在PCB上
连接到ADC

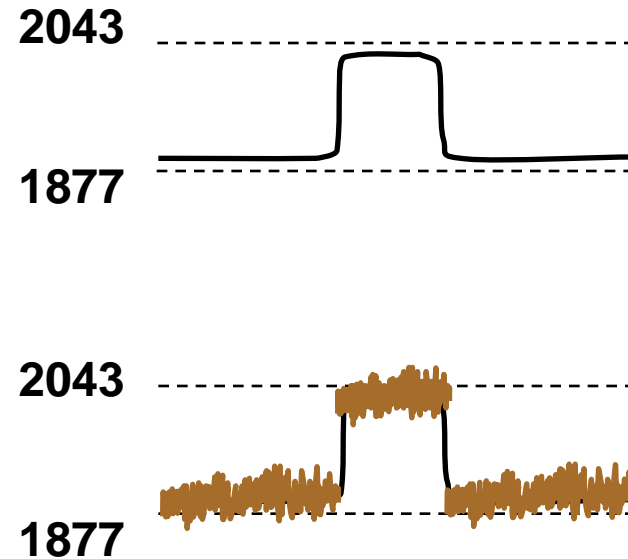
噪声

按钮与传感器

按钮

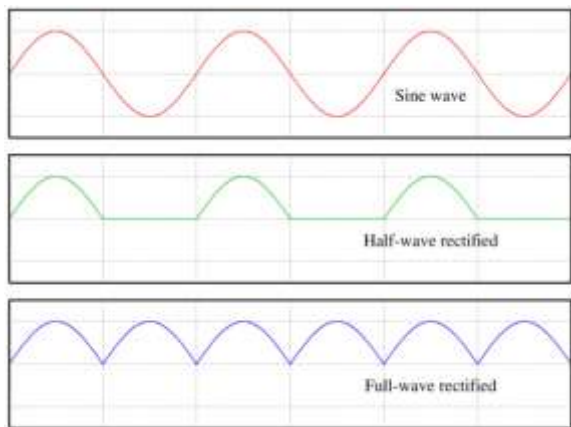


电容传感器



噪声

主要噪声源



带噪声的电源

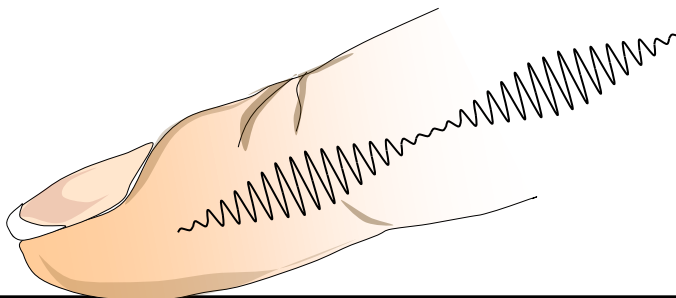


噪声

电容触摸噪声行为

传导噪声

工业标准:: IEC 61000-4-6

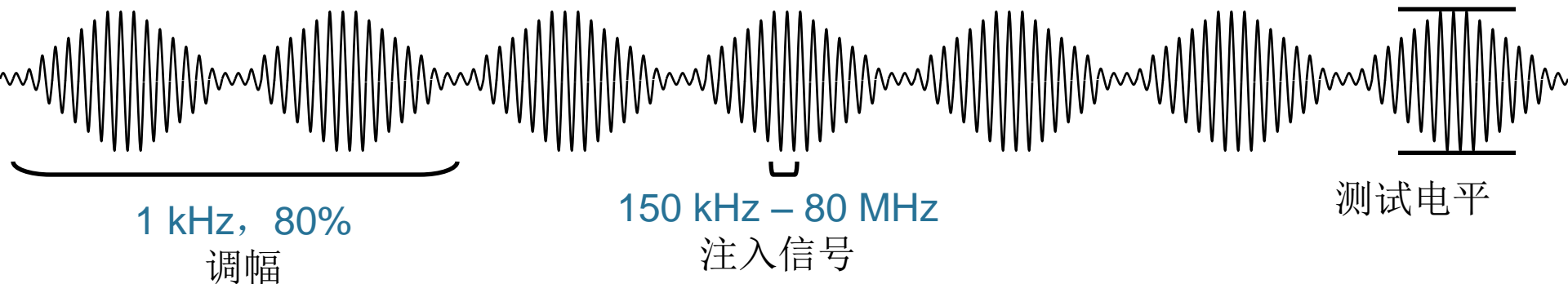


噪声

电容触摸噪声行为

传导噪声

工业标准:: **IEC 61000-4-6**

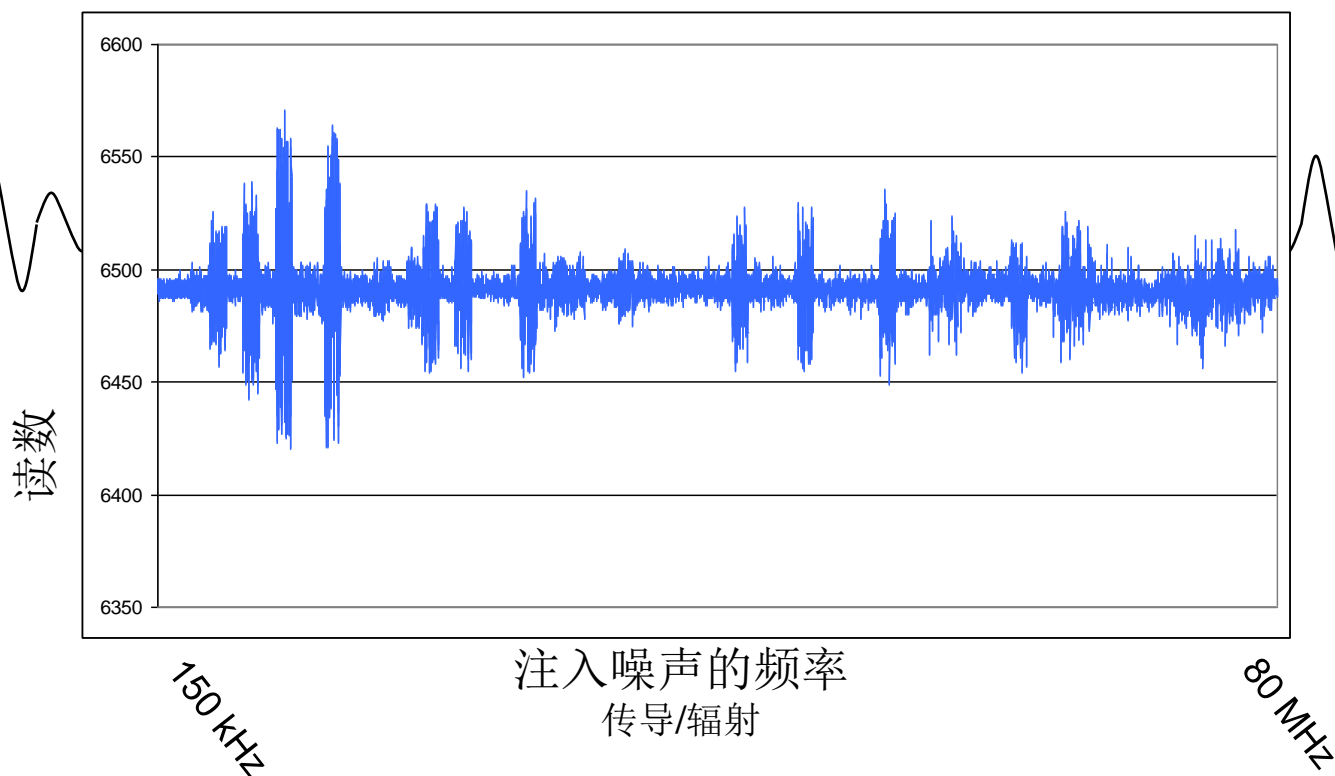


- 第1级 :: $1 V_{\text{rms}}$:: 低辐射环境
- 第2级 :: $3 V_{\text{rms}}$:: 商业环境
- 第3级 :: $10 V_{\text{rms}}$:: 工业环境
- 第X级 :: (开放) :: 自定义

噪声

电容触摸噪声行为

基于电压的采集传导噪声
工业标准 :: IEC 61000-4-6



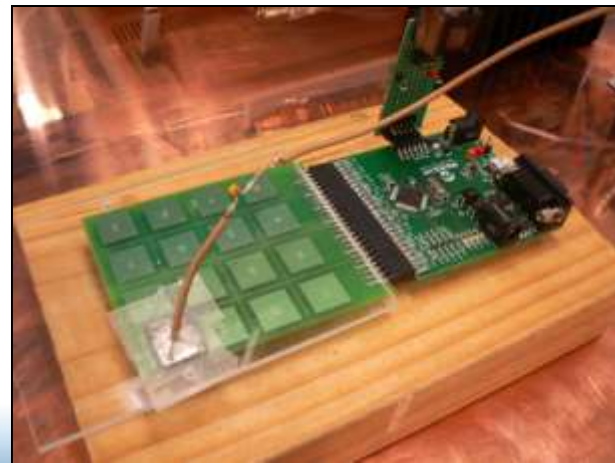
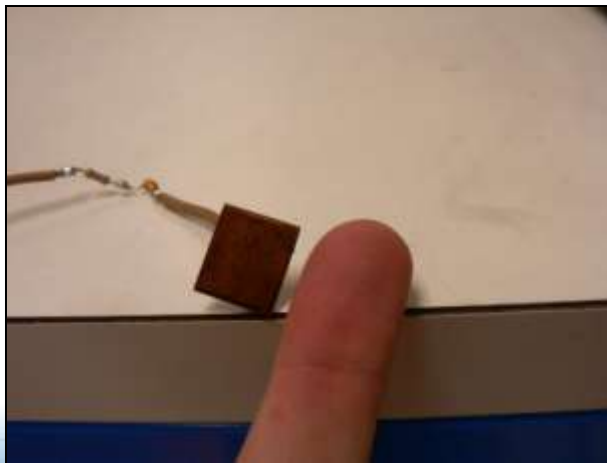
噪声

电容触摸噪声行为

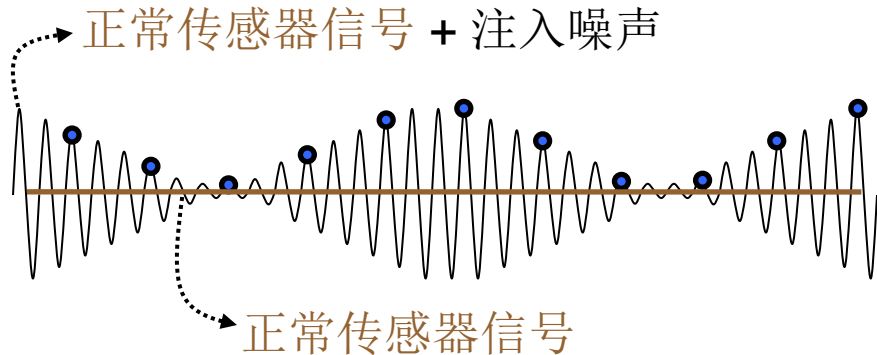
模拟手指的触摸

用于创建一个可重复的手指按压

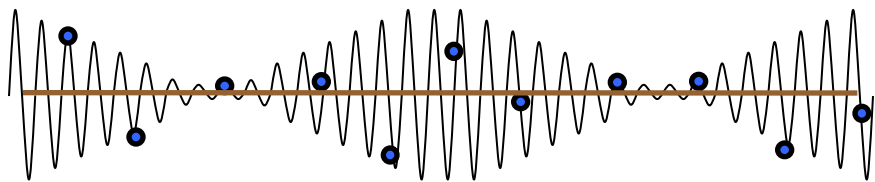
- 不要直接连接到地
- **Microchip**使用...
 - 1.6 k Ω 电阻与220 pF电容串联
 - 长度约1 m



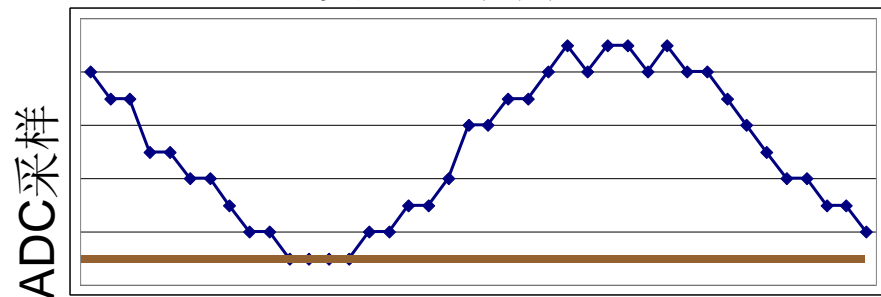
抖动采样速率 避免谐波频率



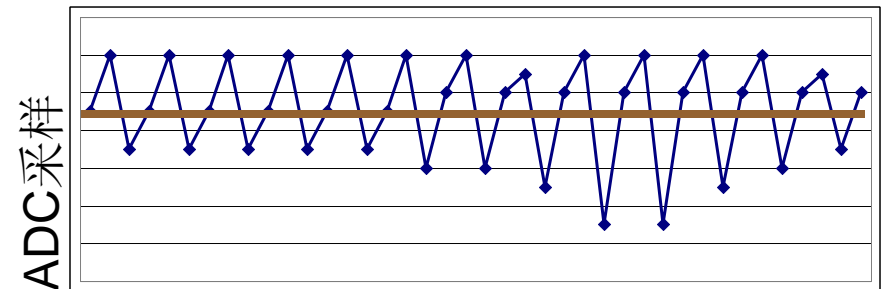
抖动采样速率



“实际”示例



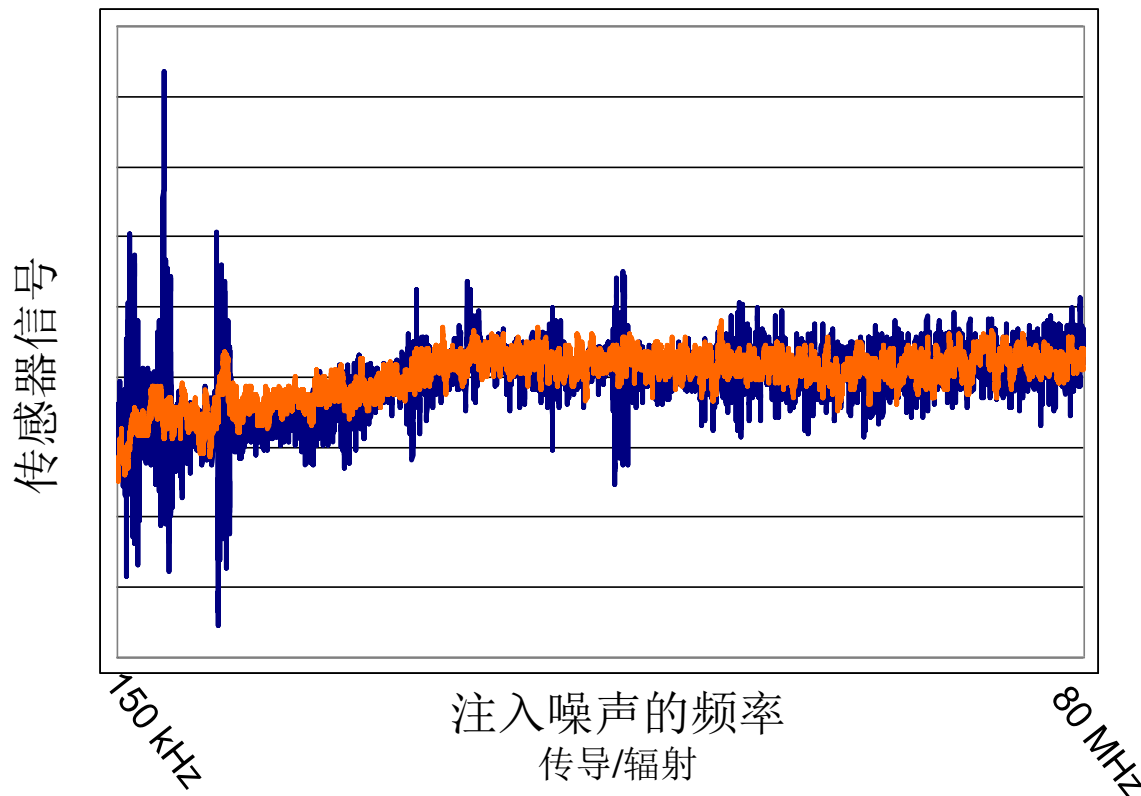
“实际”示例



抽取滤波器 抑制脉冲噪声

```
if (newReading > decimatedValue)
{
    decimatedValue++;
}
else if (newReading < decimatedValue)
{
    decimatedValue--;
}
```

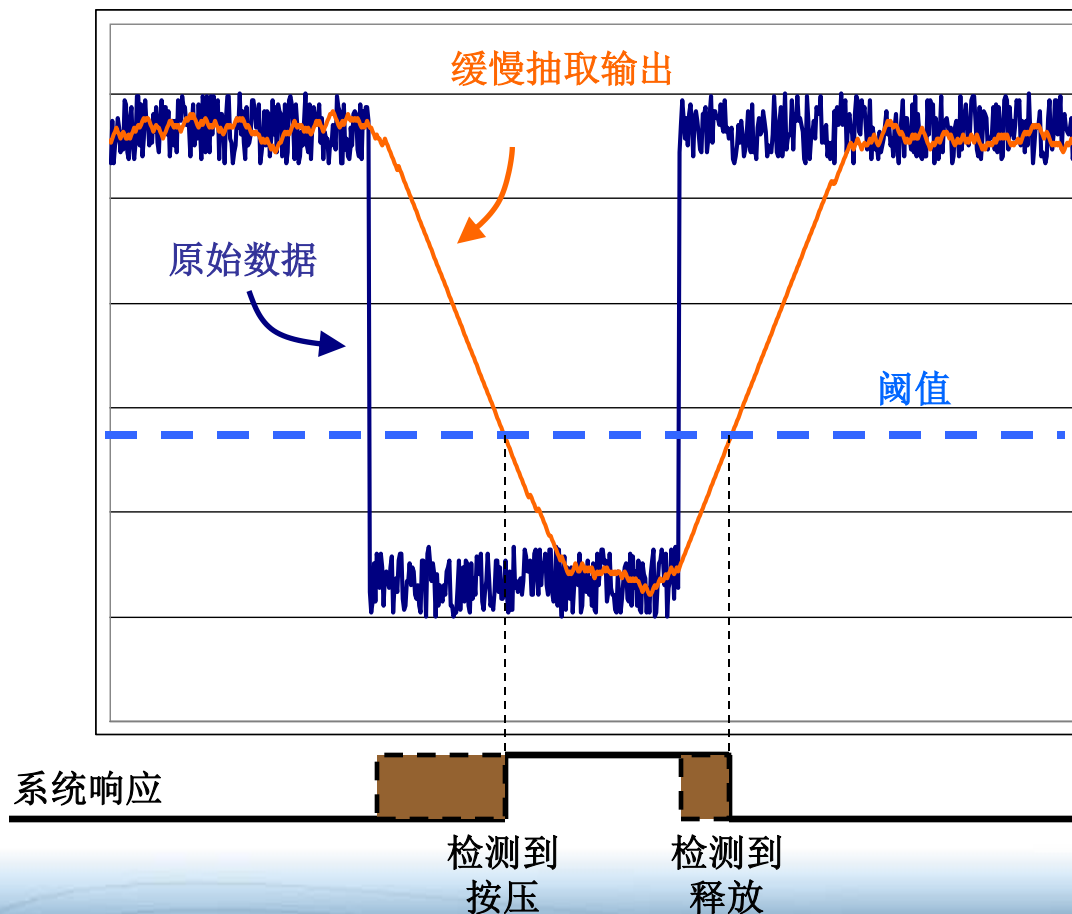
抽取滤波器 抑制脉冲噪声



原始读数输出

抽取输出

抽取滤波器 抑制脉冲噪声

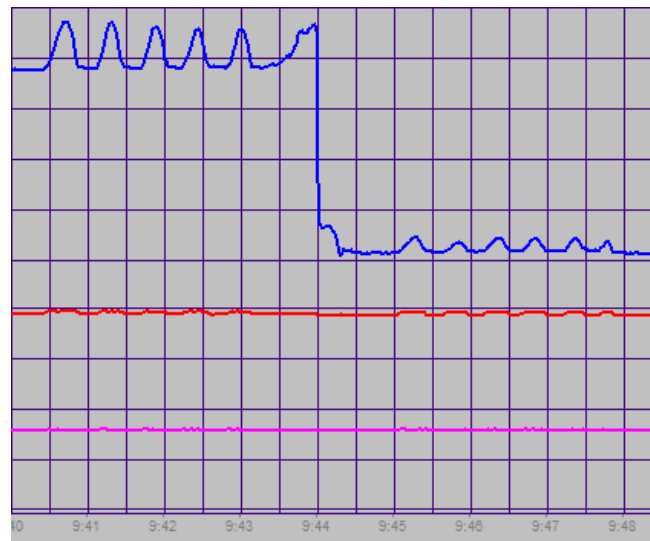
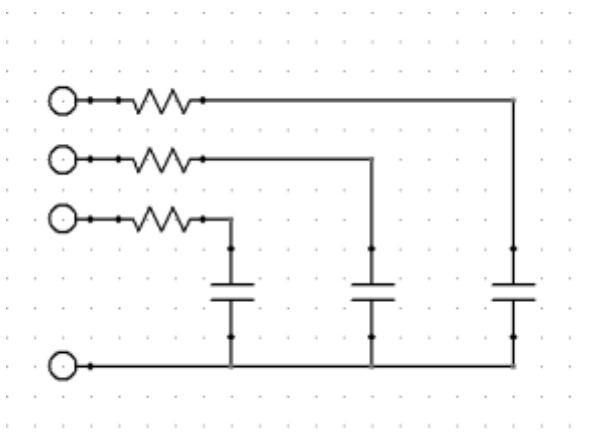


金属表面电容触摸的噪声

线路阻抗

- 线路阻抗

- 串扰太大
- 波形上升/下降时间长
- 低灵敏度

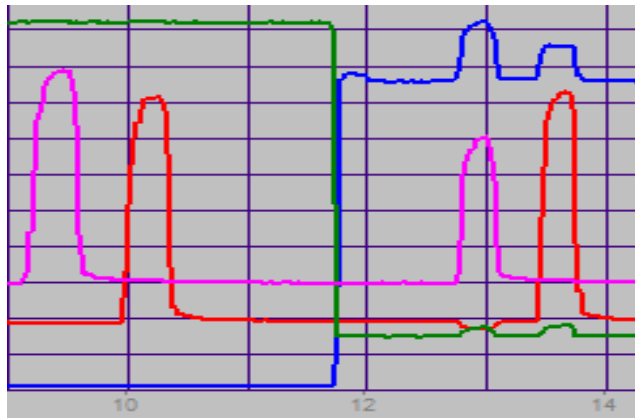


- 修正：导电银浆走线和线宽
(电阻率为 $0.010 \Omega/\text{mil}^2$)

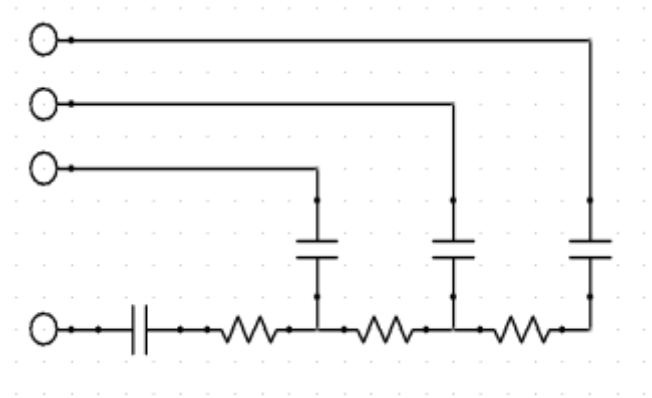
金属表面电容触摸的噪声

电容耦合目标

- 目标阻抗
 - 串扰太大
 - 低灵敏度
 - 对共模噪声敏感



- 修正：
 - 使用导电胶将目标接地
 - 使用银墨连接目标焊盘



金属表面电容触摸的噪声 粘合问题

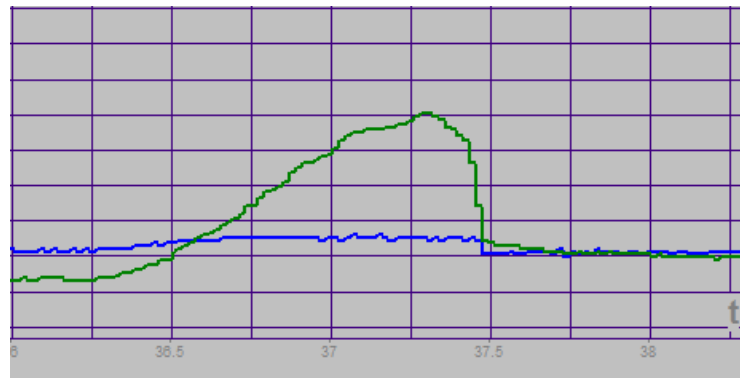
- 模拟电噪声问题
 - 高度灵敏
 - 可变灵敏度
 - 神秘出现和消失

金属表面电容触摸的噪声

粘合释放

- **问题：**

- 无法释放
- 阈值变化
- 串扰



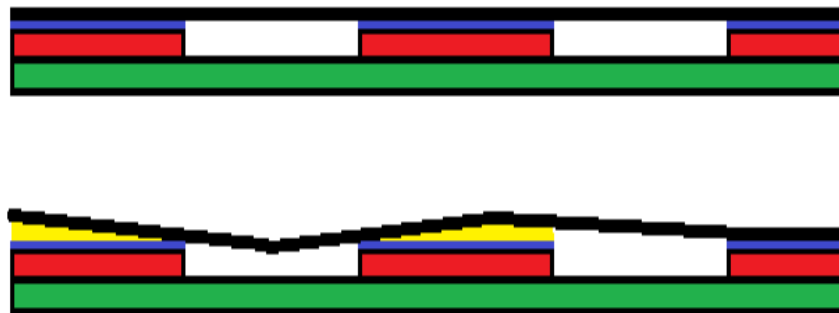
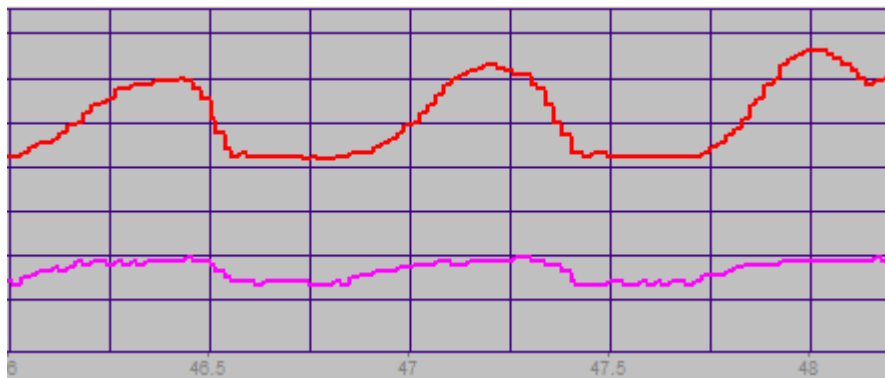
- **粘合剂脱落**
并重新粘合



- **修正：** 查看粘合剂使用说明，了解正确的设置过程

金属表面电容触摸的噪声

“波动”问题



- 问题：
 - 串扰太大
 - 相邻按钮上的负电容
 - 相邻按钮的伪按压
 - 阈值变化
 - 无法释放

金属表面电容触摸的噪声

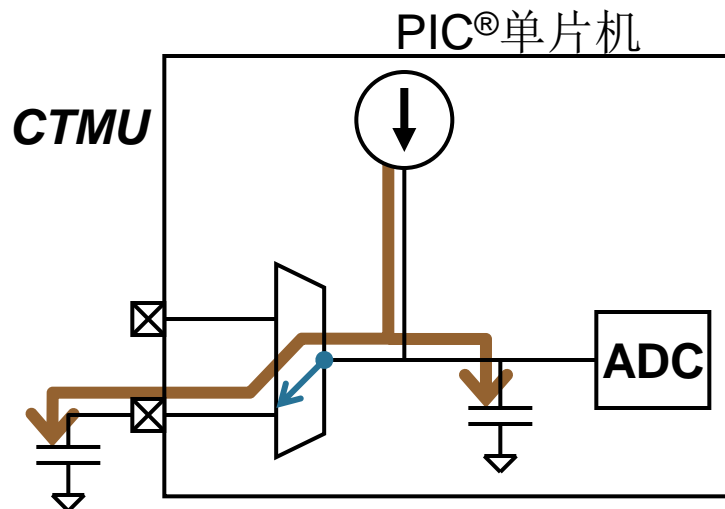
“波动”修正

- **问题：**

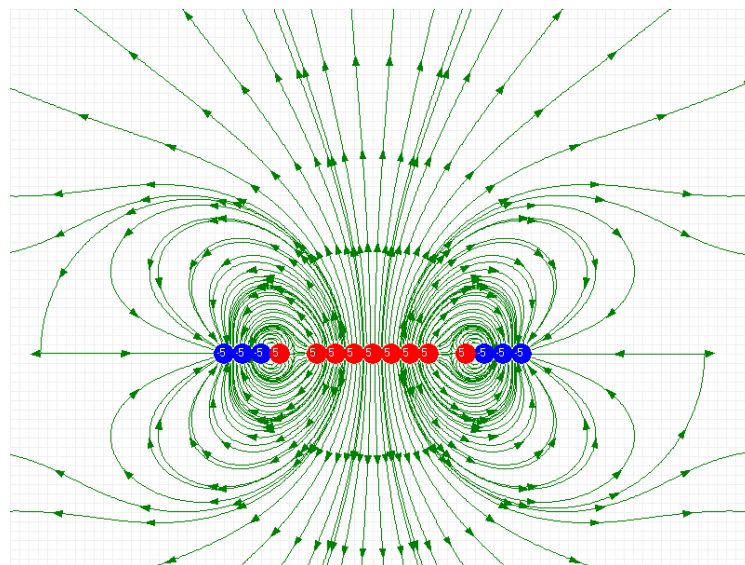
受到被按压按键的拉力导致相邻按键弹起

- **修正：**

- 查看粘合剂使用说明，了解正确的设置过程
- 使用强粘合剂
- 拉大按键的间距
- 在金属表面电容上方使用塑料

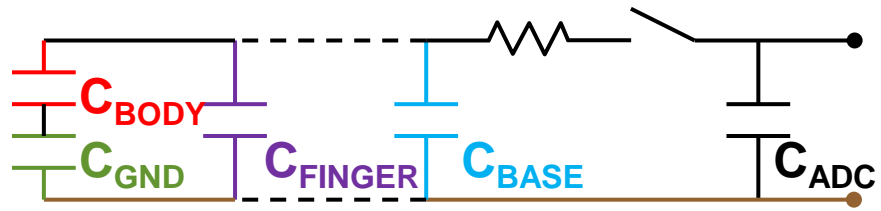


- ### 默认采集行为
-
- 读数
- 噪声频率



小结 硬件设计

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$



硬件设计注意事项:

1. 传感器理想大小为手指按压区域的面积 (**15 x 15 mm**)
2. 尽可能隔离传感器 (**2-3 x** 表面)
3. 保持表面尽可能薄 (**< 3 mm**)
4. 选择高介电常数的表面材料
5. 保持传感器走线细而短
6. 始终使用合适的粘合剂
7. 在每个传感器线路上放置一个串联电阻 (最小值**4.7 kΩ**)
8. 接地时很复杂!

CTMU和**RightTouch®**: 相互 **CVD**: 消除

小结

金属表面电容触摸设计

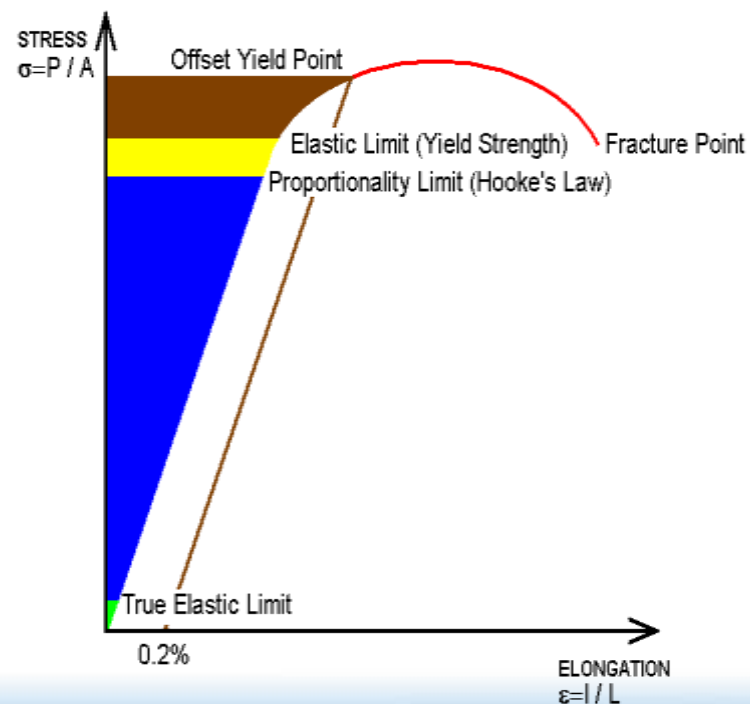
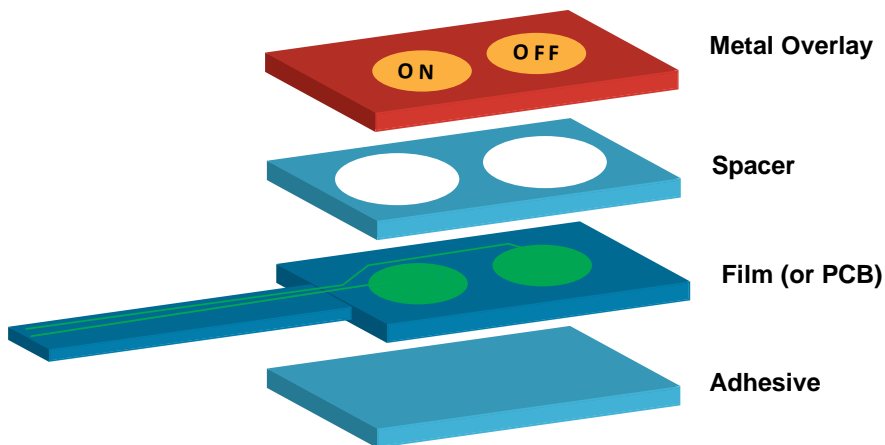


噪声:

机械噪声:

电噪声:

粘合剂不合适
阻抗问题

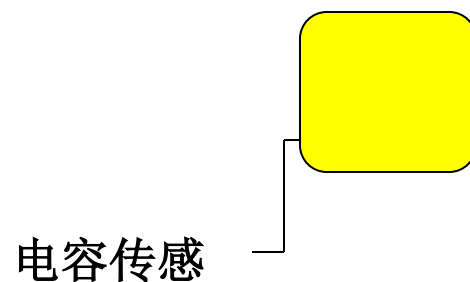


投射式电容触摸（PCAP）

Flynn.Yin@microchip.com

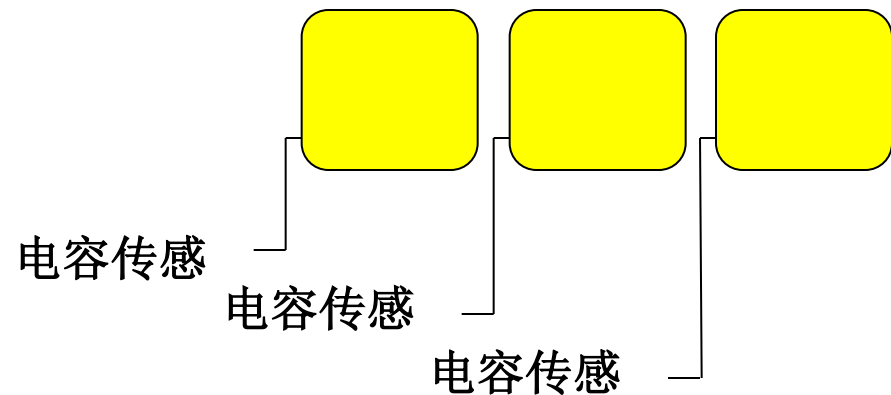
电容传感按钮

使用电容传感技术测量
表面的电容。



电容传感滑动条

使用多个紧挨着的电容传感按键，
使用相对信号强度确定位置。

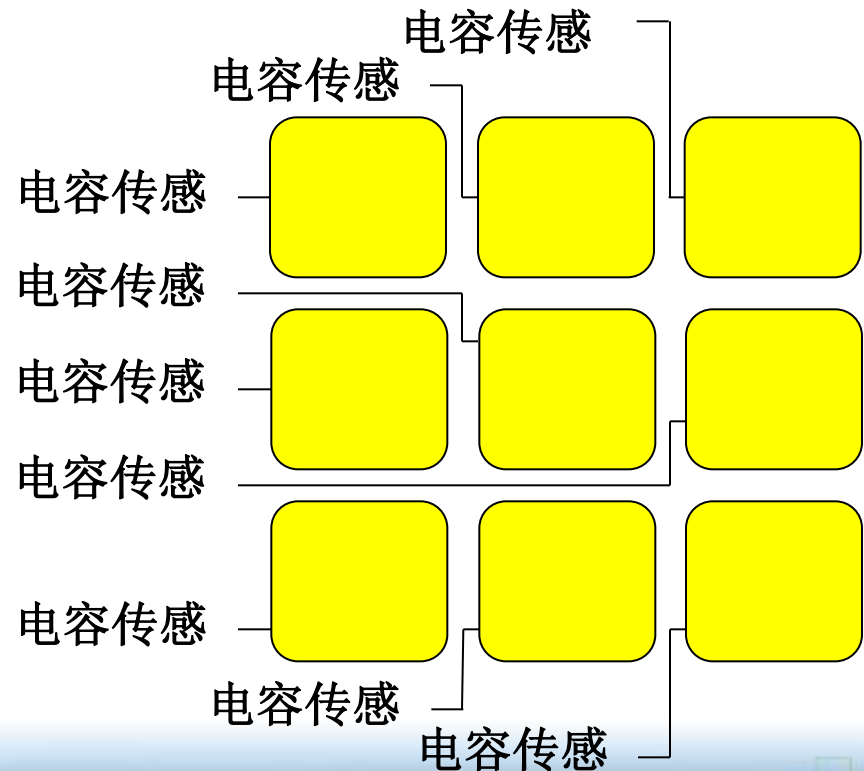


电容传感X-Y传感器

使用一个电容传感按键网格来确定对两个坐标轴的分散采样？

问题：

- 每个节点的走线
- 通道太多
- 扩展性差



较好的电容传感X-Y

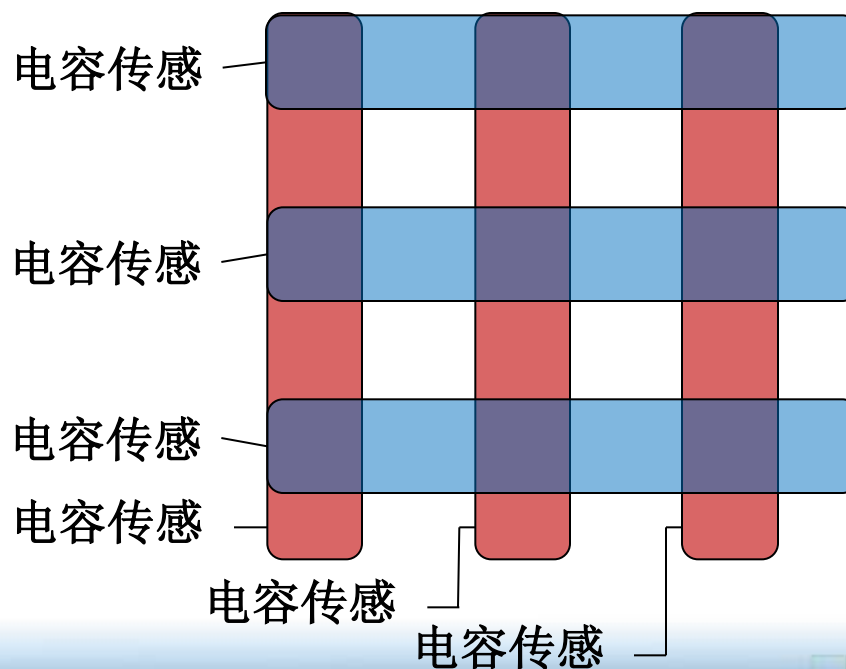
使用重叠传感条来确定两轴上的位置。

优点:

- + 更少的通道
- + 扩展性佳

问题

- 2+ 层
- 重叠面积

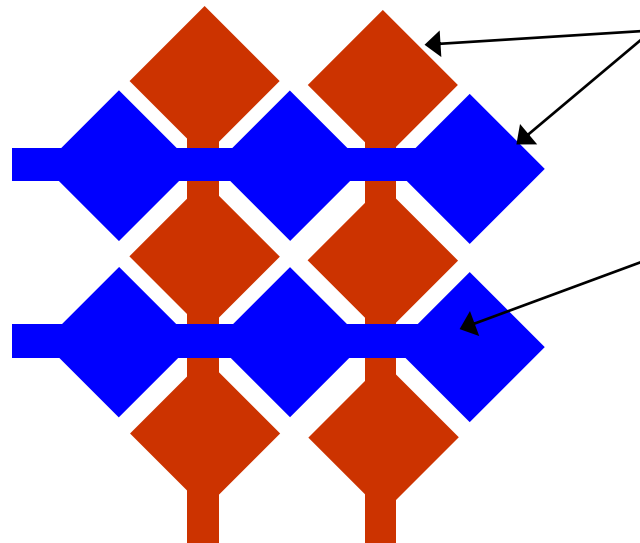


菱形模式

使触摸时接触到的每轴电极表面最大。

优点：
+ 重叠较小

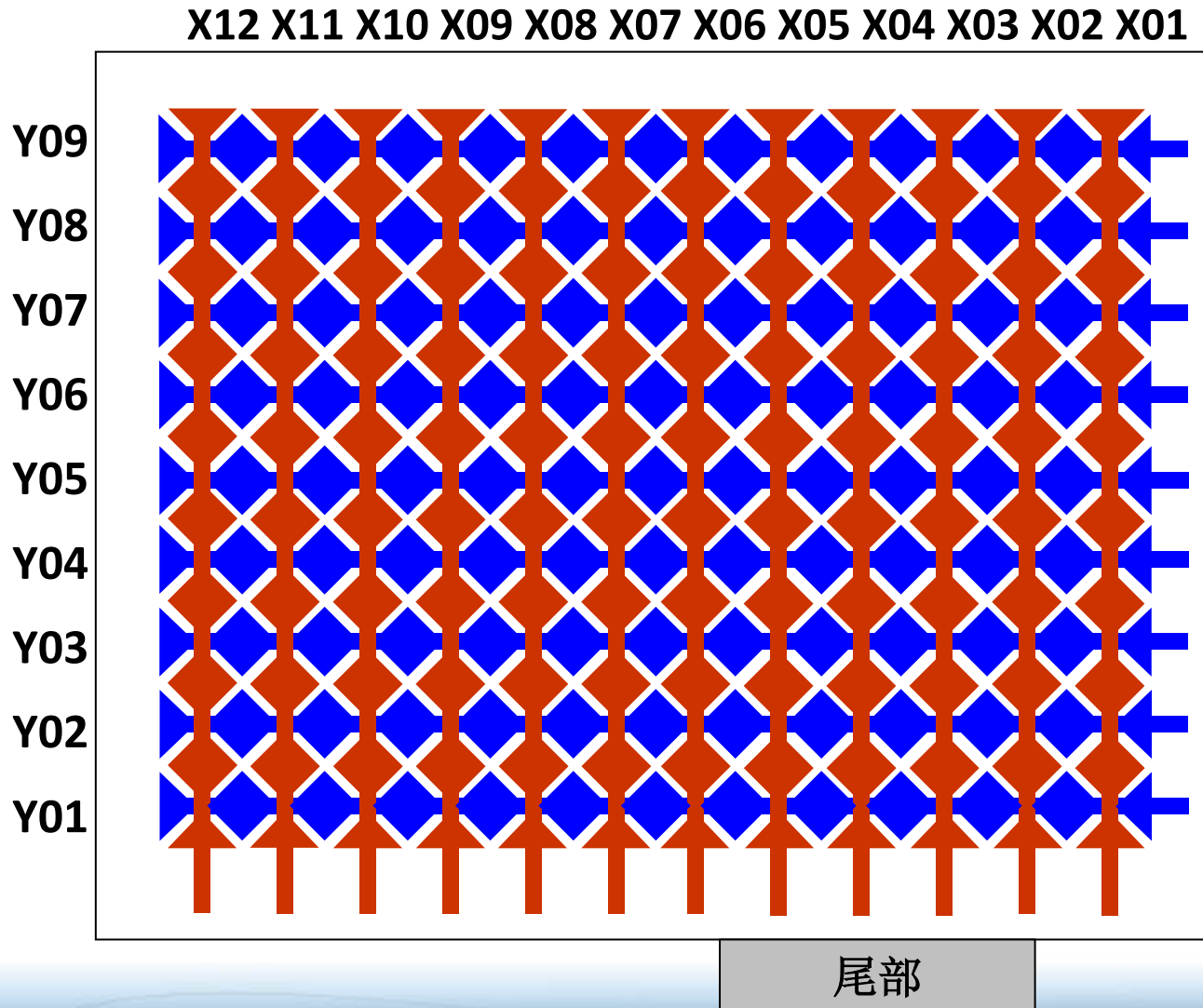
问题：
- 2+层
- 重叠区域中信号较小



层菱形交织

层电极交叉处的
颈部

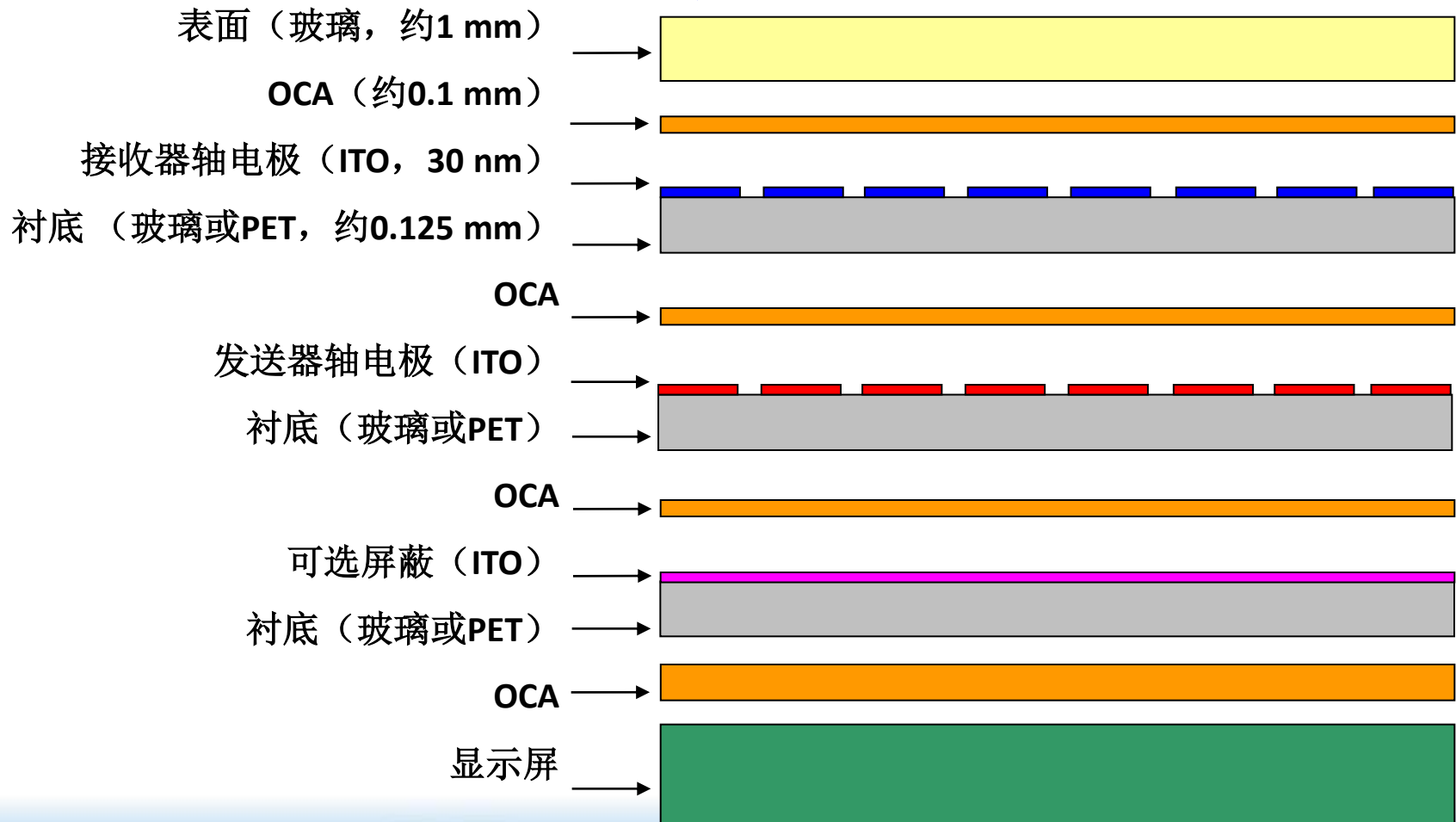
菱形模式



投射式电容传感器

横截面

传感器横截面图














PCAP硬件DM320016

- “触摸屏演示板”
- 使用单个PIC® MCU实现图形和触摸
- 本质上是一个MTCH6301
- 休眠
- 单个触摸手势
- 双触点绘图



mTouch™ 技术 MTCH6301 特性

- 多触点 （最多10个触点）
- 自电容/互电容信号采集
- 内置噪声检测与滤波
- 单触点和双触点绘线
- 手势检测和报告

	Tap (Click)		Tap & Hold
	Double Tap (Double Click)		
	Swipe Down		Swipe Down and Hold
	Swipe Up		Swipe Up and Hold
	Swipe Right		Swipe Right and Hold
	Swipe Left		Swipe Left and Hold

PCB传感器参考设计

分隔传感器



列/行长度不均匀



无信号区



拉伸以适应维度



无边缘



形状不规则



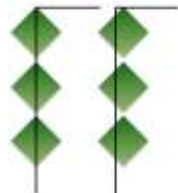
部分填充



最少设置为3X3



非标准边缘



电极位于背面



圆形传感器



2层与4层PCB



投射式电容算法

内核算法

- 电容传感
 - 自电容
 - 互电容
- 基线
- 滤波
- 触摸识别
- 触摸跟踪
- 手势检测



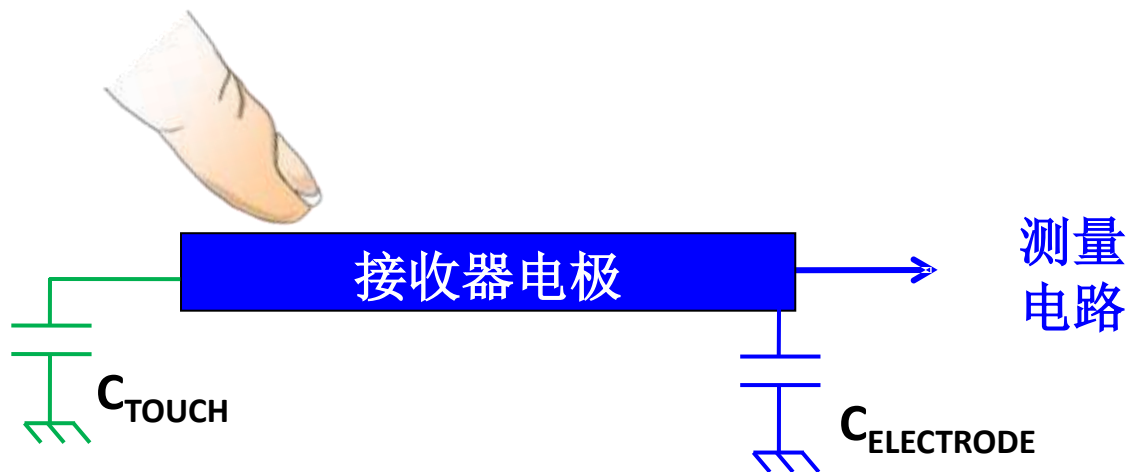
自电容

- 工作方式与mTouch™解决方案按钮和滑动条相同

可使用**CVD**和**CTMU**等

自电容

- 电极的自电容为测量电路相对于电路地的容性负载。



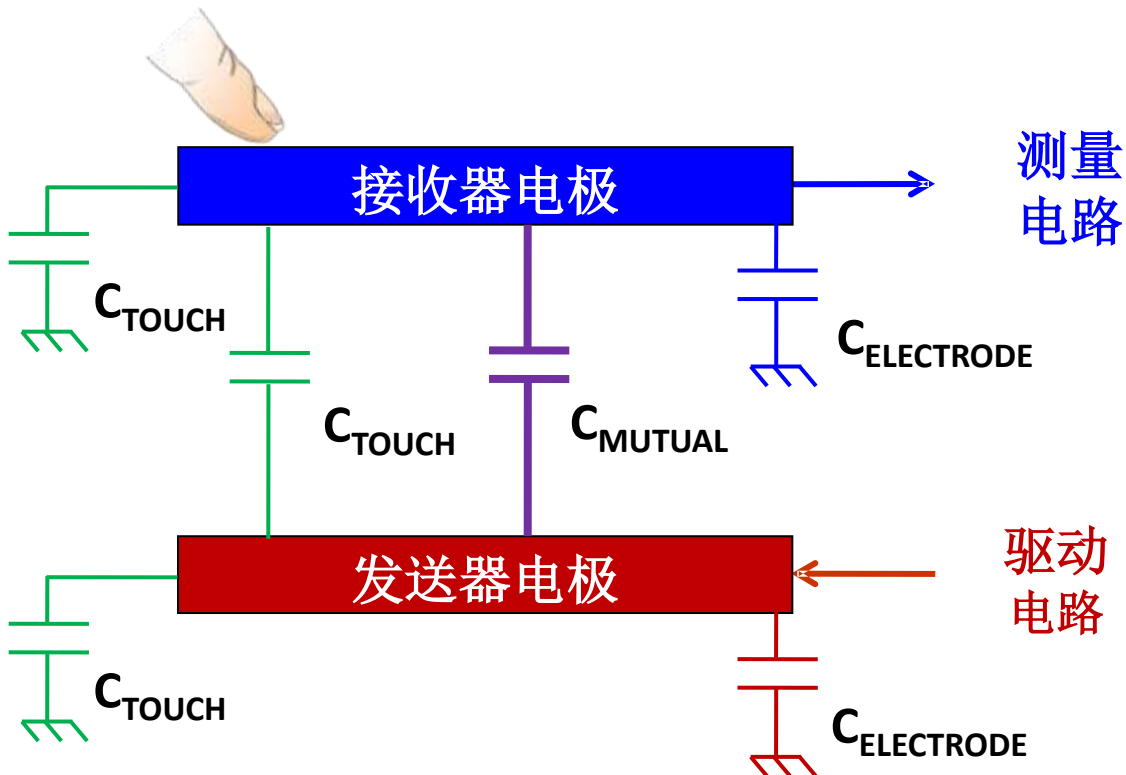
- 可测量任一X或Y电极的自电容。
- 可确定触摸的是哪个X和Y电极。
- 无法关联多点触摸的 (X,Y) 位置。

互电容

- 工作方式与mTouch™解决方案按钮和滑动条相同
- 可使用CVD和CTMU等
- 重要添加：测量期间的“激励”（发送）。

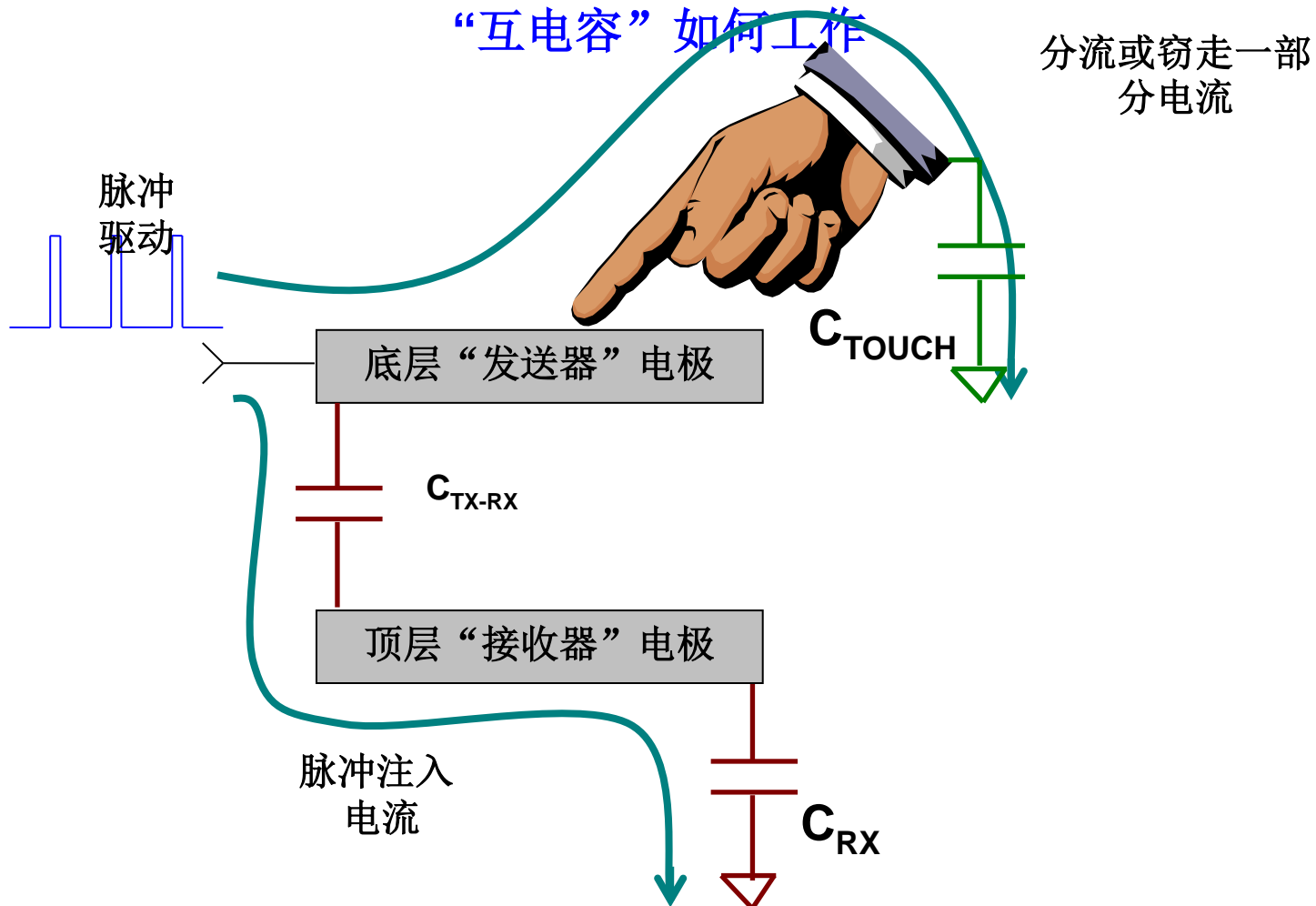
互电容

- 互电容为发送器电极和接收器电极之间的耦合电容。



- 可关联多点触摸的 (X,Y) 位置。

互电容



电容

- 寄生和 Δ 触摸
- 取决于传感器和系统



项	电容
电极寄生	100 pF
强电极触摸	0.5至1.0 pF
弱电极触摸	0.05 pF

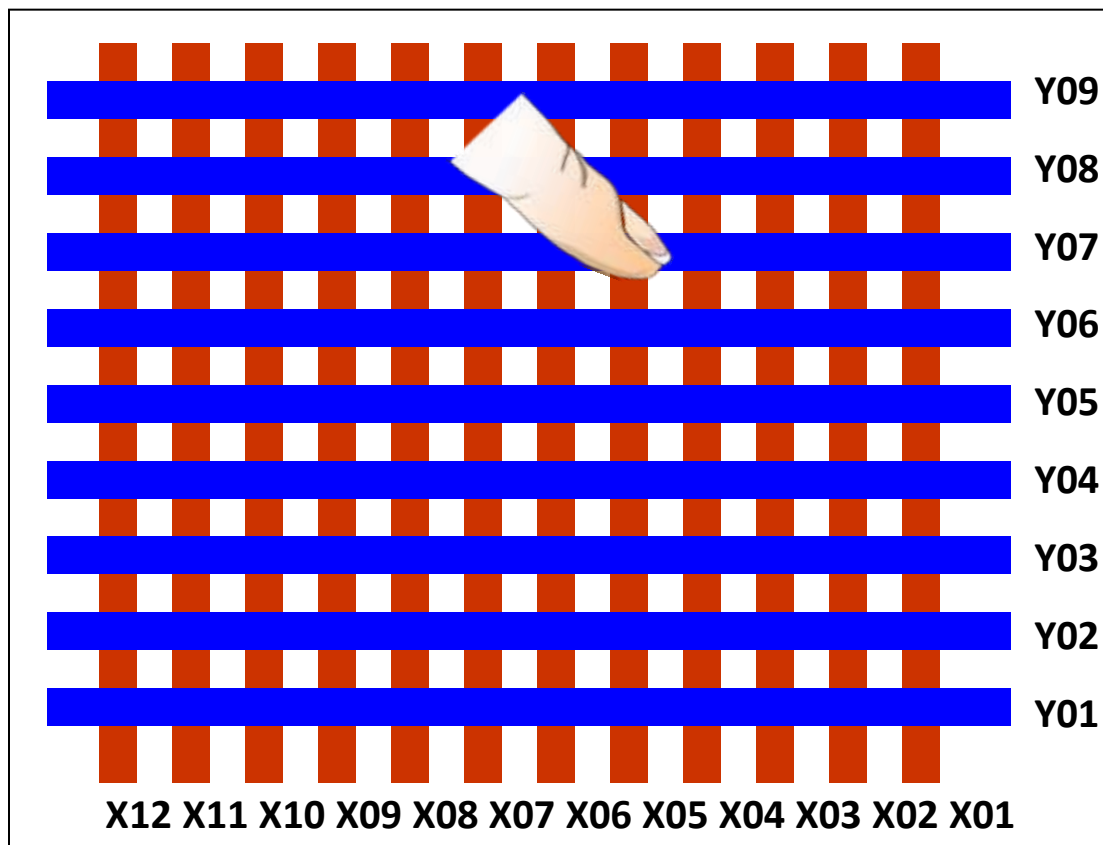
扫描传感器

- 结合使用自电容和互电容测量
- 提高性能



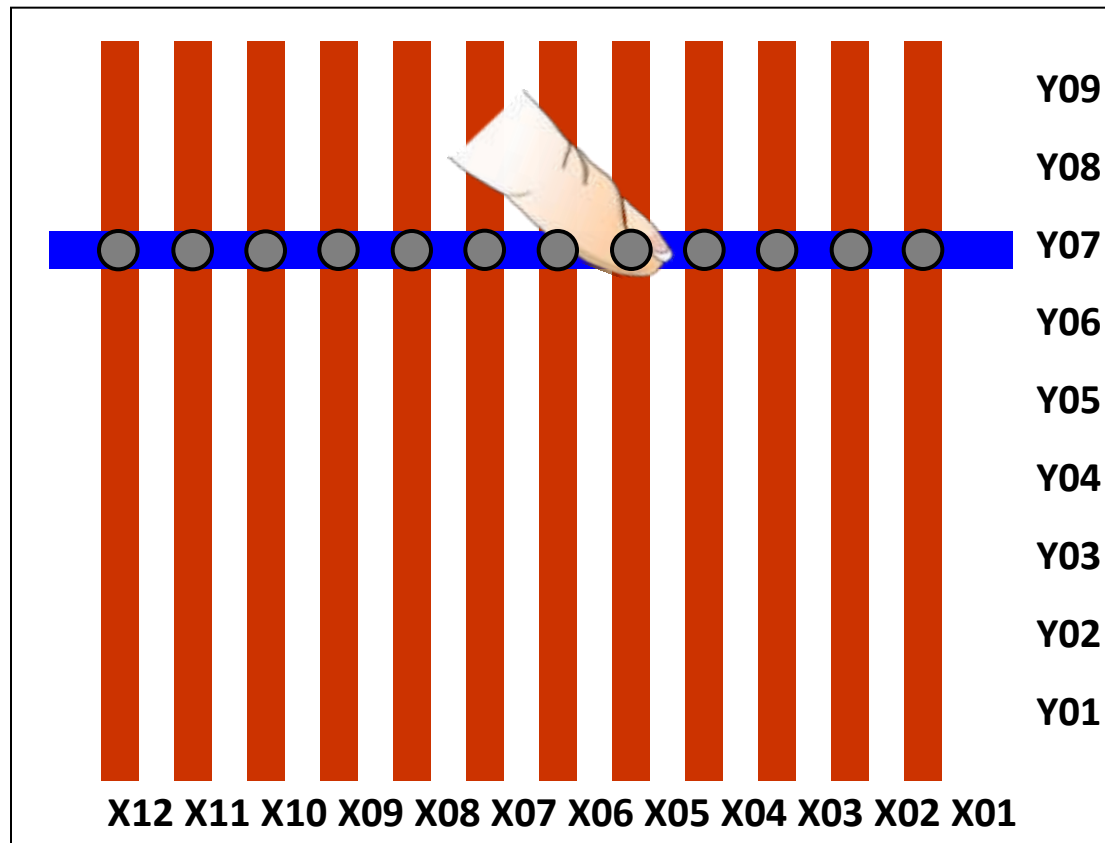
自电容扫描示例

- 扫描所有接收器上的自电容来确定触点



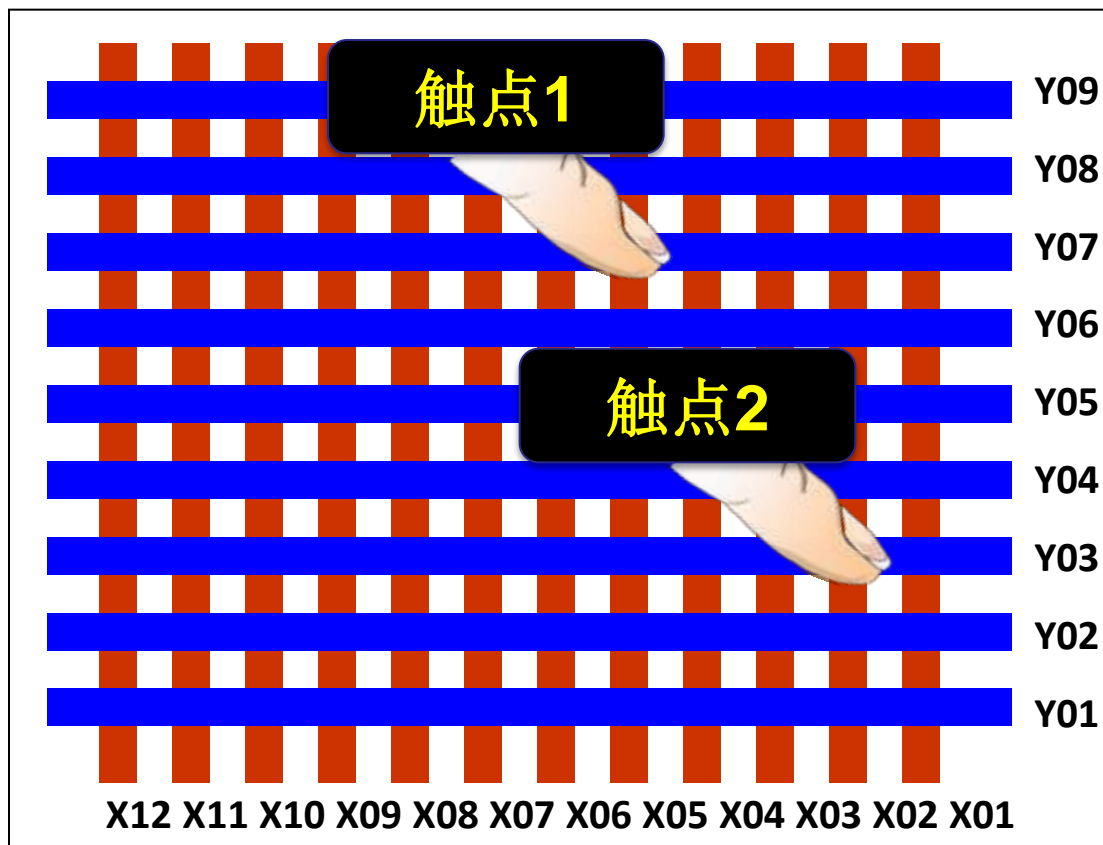
互电容扫描示例

- 一个接收器（Y07）和每个发送器之间的互电容



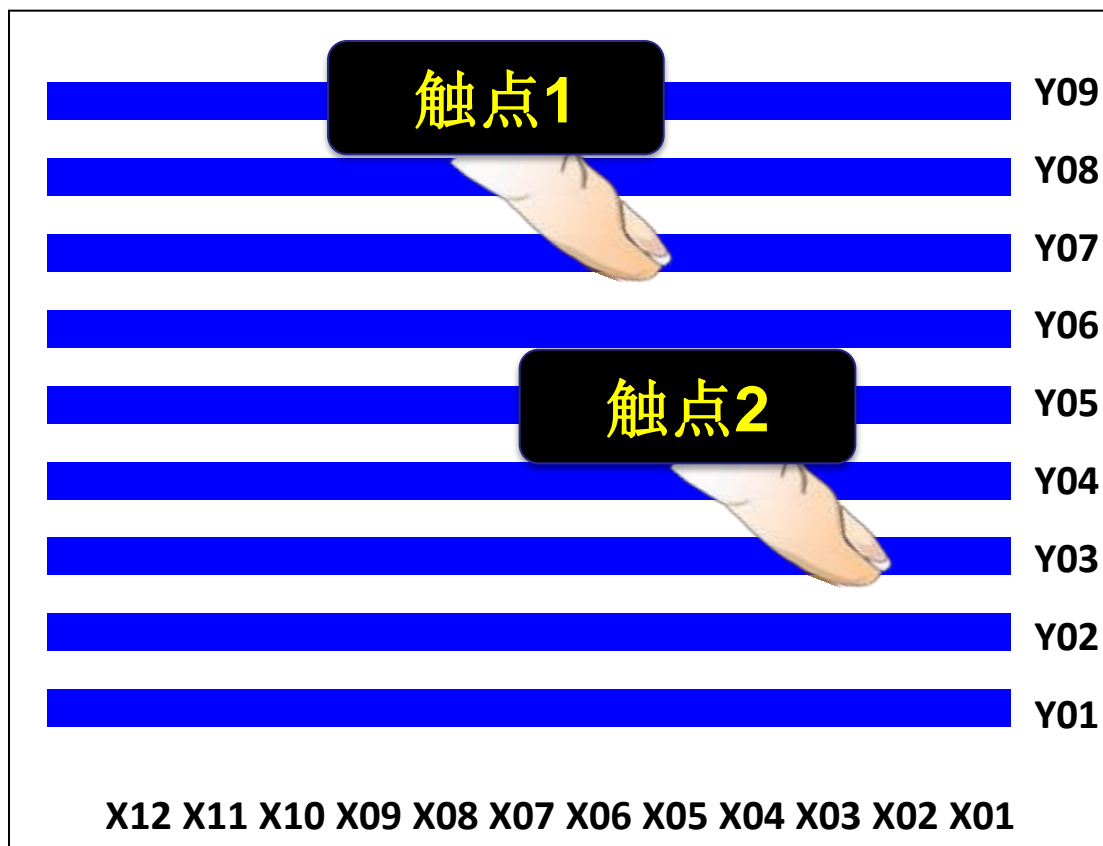
双触点示例

- 如下所示为两个瞬时触摸



双触点示例——自电容

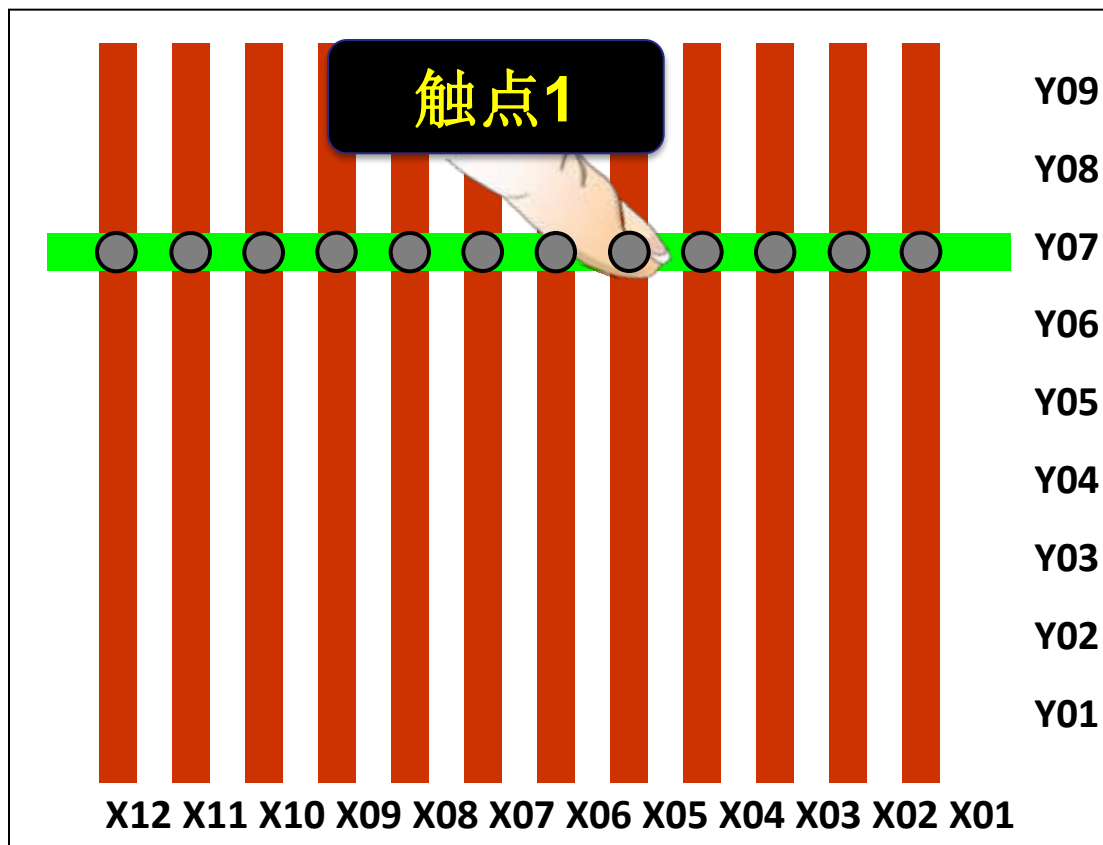
- 扫描所有接收器上的自电容来识别Y03和Y07



双触点示例——互电容

位置1

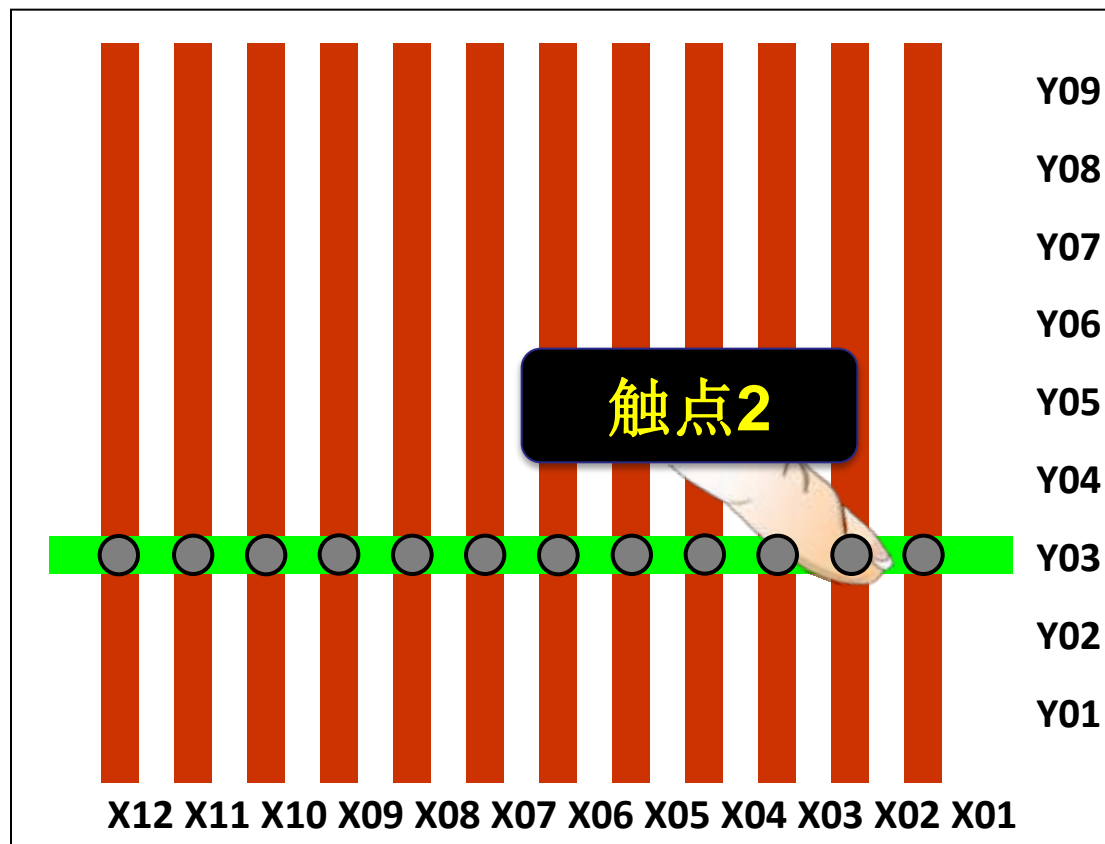
- 每个发送器和Y07接收器之间的互电容
 - 将(X05, Y07)识别为触点1



双触点示例——互电容

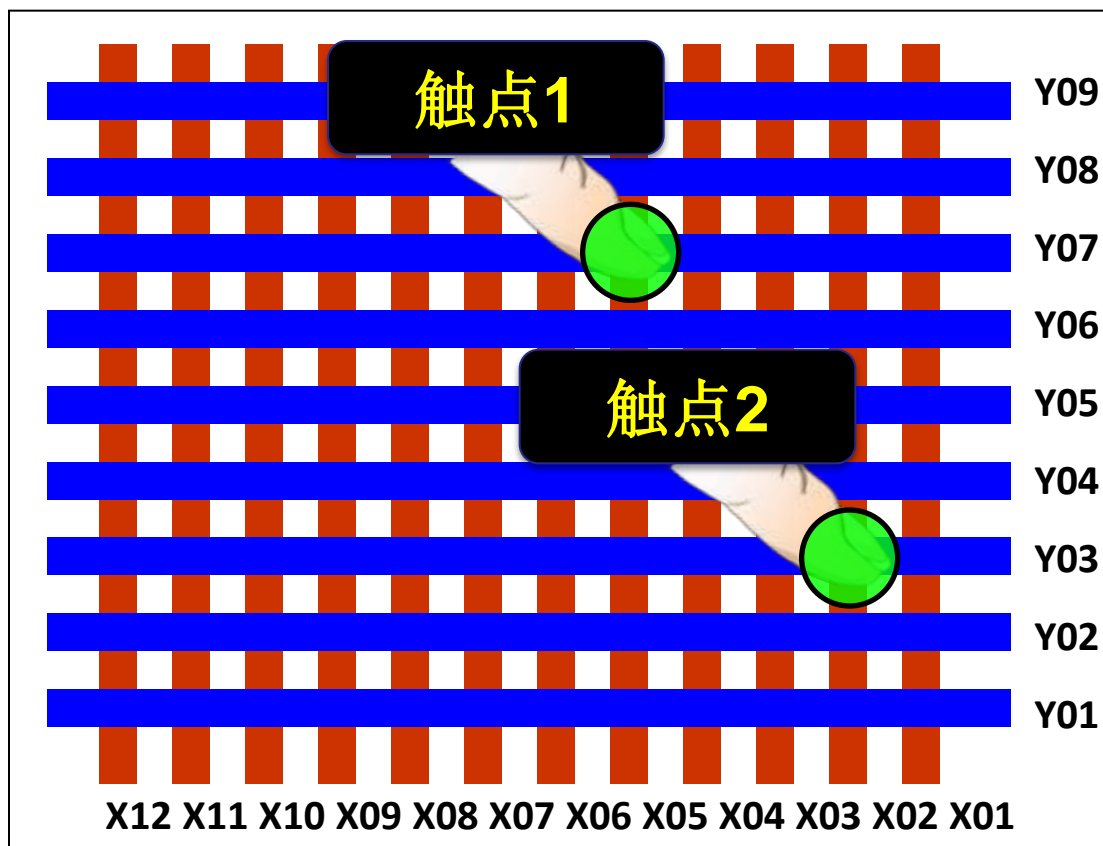
位置2

- 每个发送器和Y03接收器之间的互电容
 - 将(X02, Y03)识别为触点2



双触点示例——报告两个触点

- 报告触点位于 (X05,Y07)和(X02,Y03)



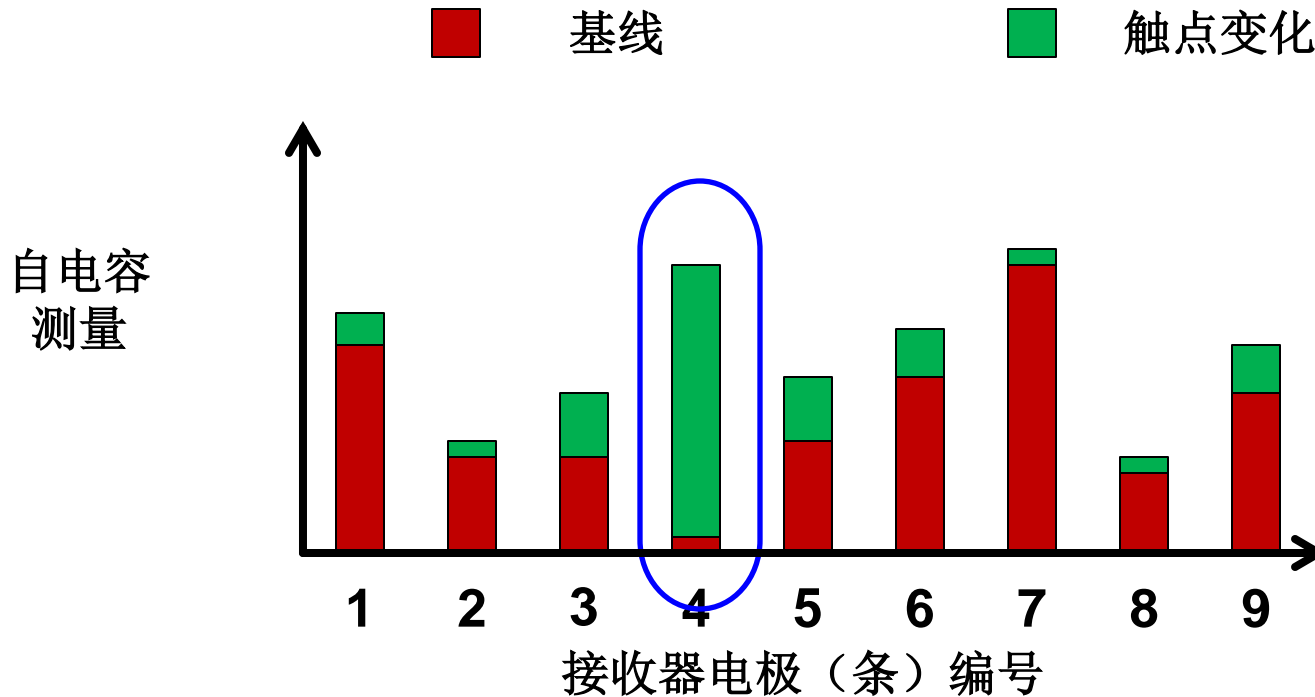
电容传感问题

- 对于大量传感器，互电容可能比较费时
- 不同区域的传感器将采用不同的测量

基线标准化

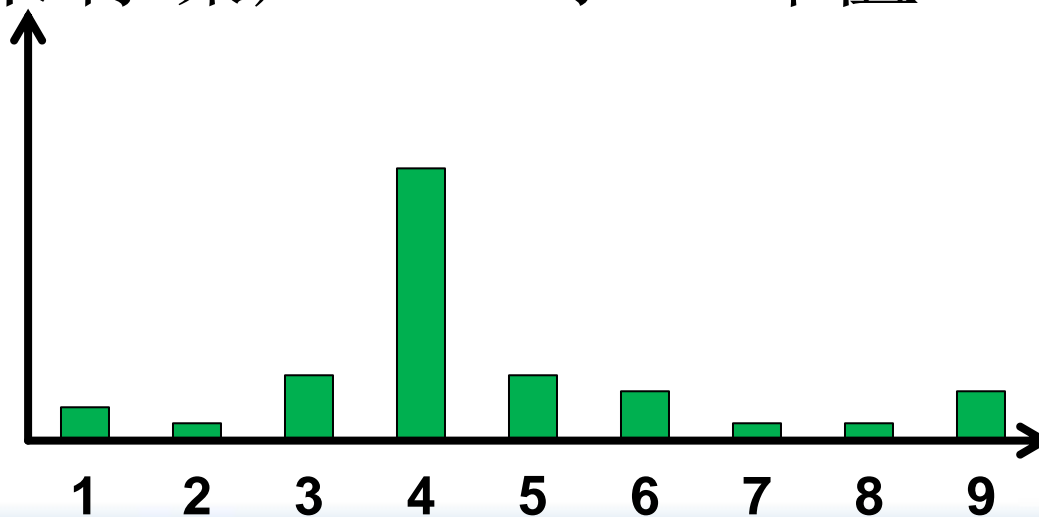
- 由于触摸系统电容变化不可控制，通过以下方法来确定触点：
根据“无触摸”基线确定电容变化
- 提供相对值，而不是绝对值。
- 无触摸时，会定期重取传感器的基线图像。
- 每个接收器自电容和每个接收器/发送器节点互电容均需要基线值。

基线和触点测量



触点识别

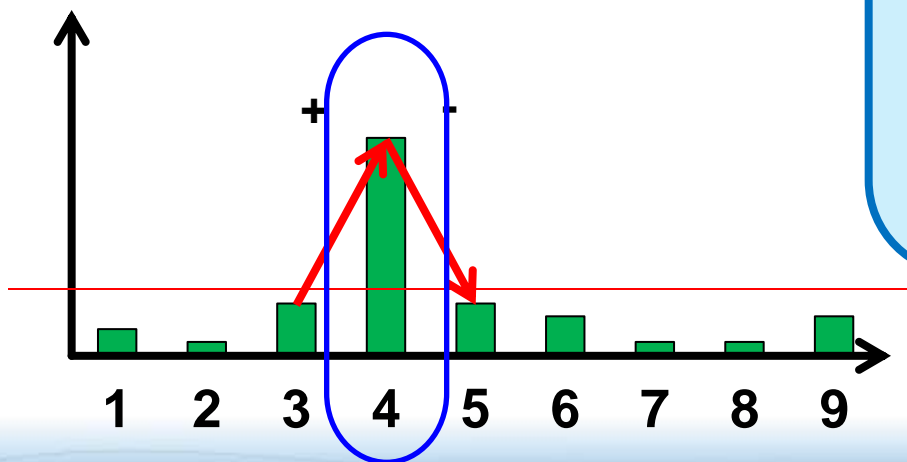
- 选择最高峰？
 - 如果有两个或更多激活操作呢？
- 检测斜率？
 - 如果有噪声（“小”峰值）呢？



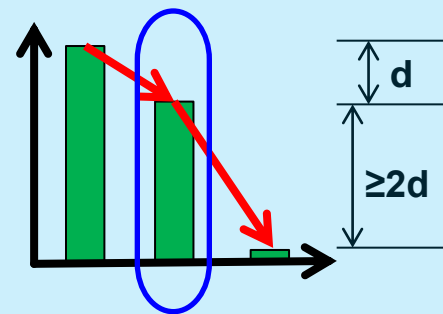
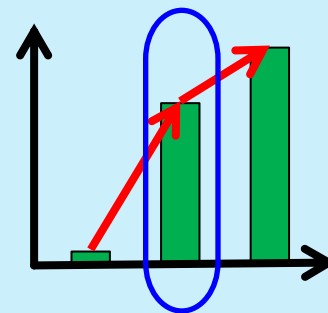
触点识别

- 基本阈值
- 检测斜率

触点阈值



其他“峰值”

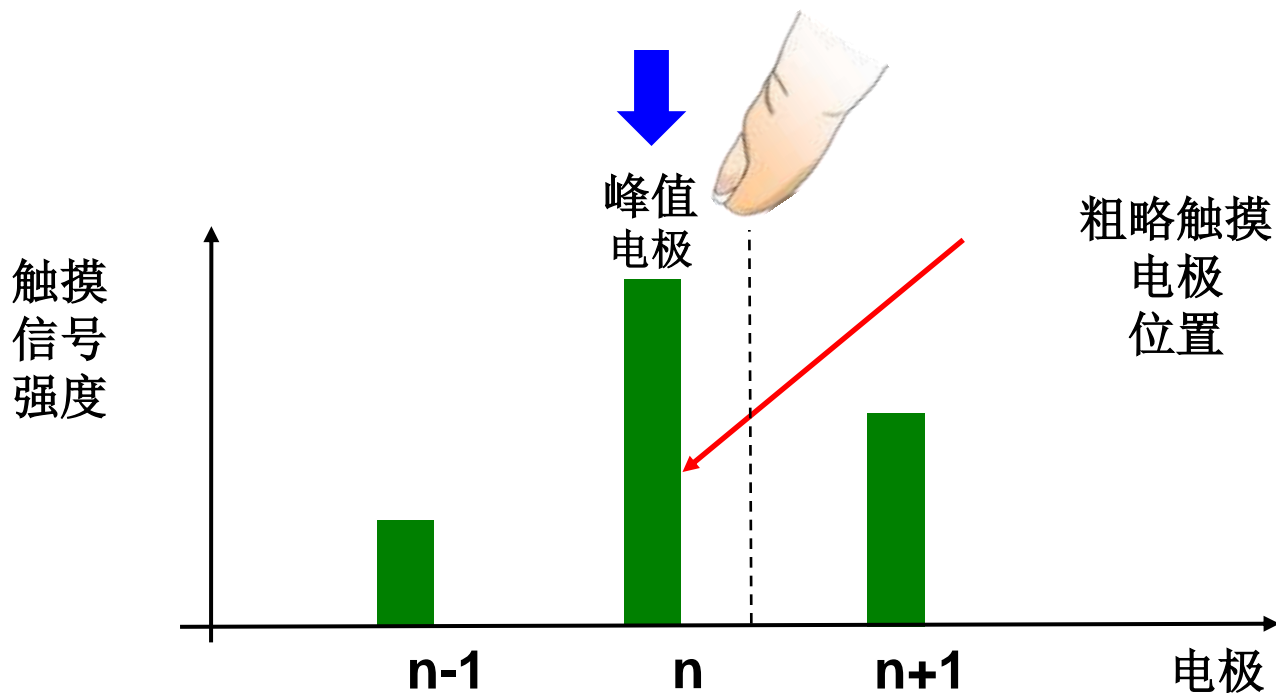


触点确认!

- “确定”所有潜在峰值，我们即可确认所有潜在触摸节点。
- 当前触点分辨率为粗略的X和Y电极/条间距（如**12x9**）

分辨率——粗略

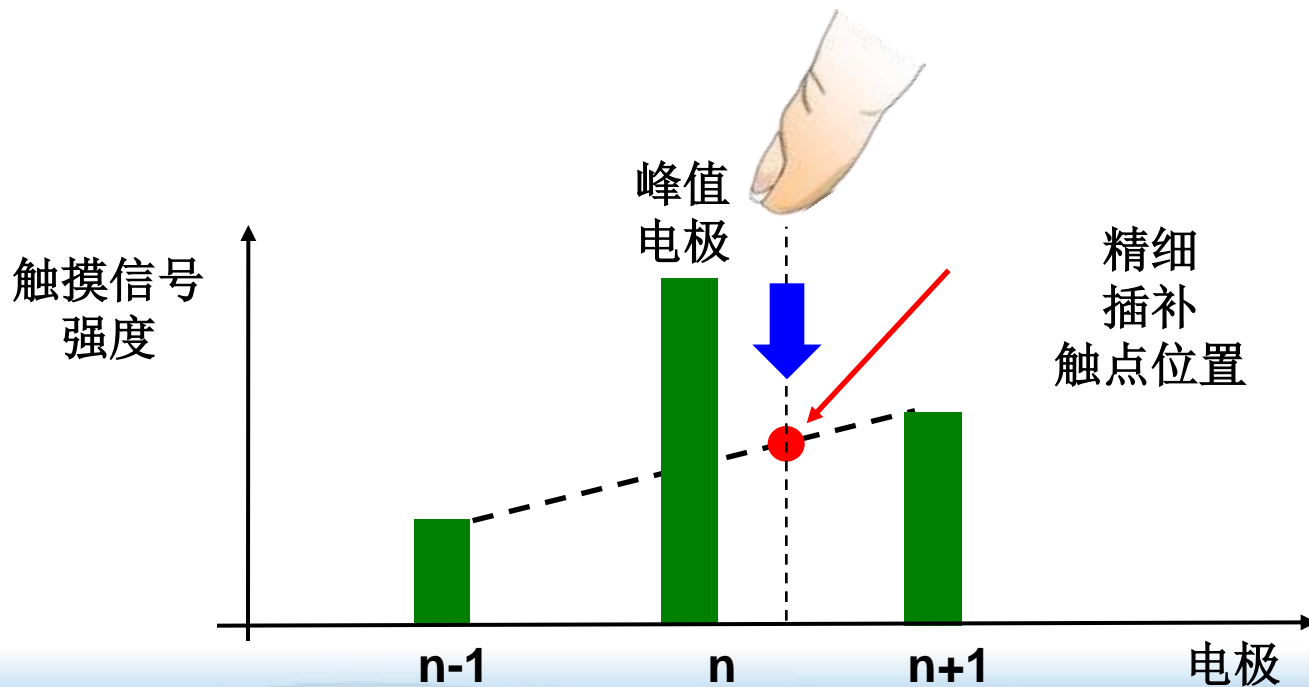
- 粗略触点位置识别信号变化最大的X和Y电极。
- 提供等于电极间距的触点位置分辨率。



分辨率——插补

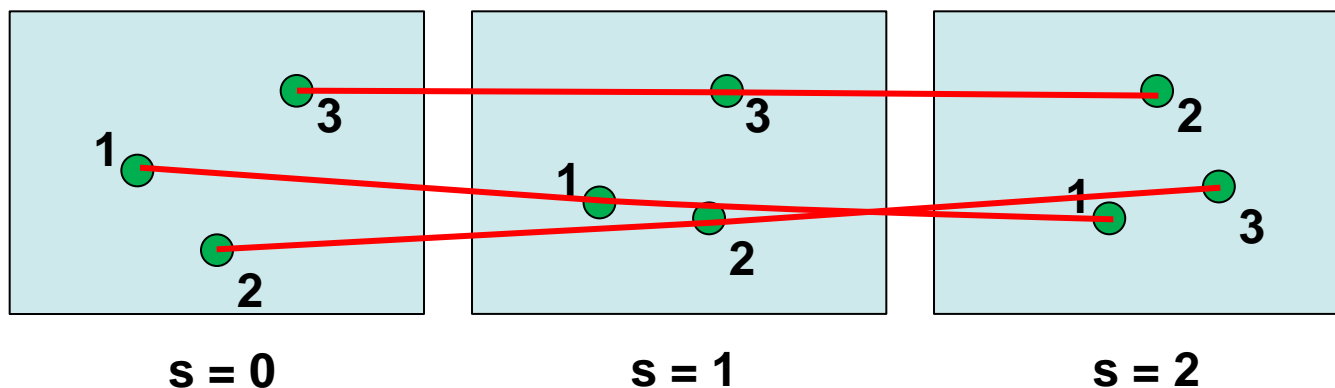
通过在电极之间插补信号来提高分辨率。

- 1) 粗略触点位置确定为峰值信号电极。
- 2) 测量峰值电极的相邻电极
- 3) 偏移 = $\text{间距} / 2 * (\text{侧边最大值} - \text{侧边最小值}) / (\text{峰值} - \text{侧边最小值})$
- 4) 当前设计在相邻电极之间产生**128**个计数。



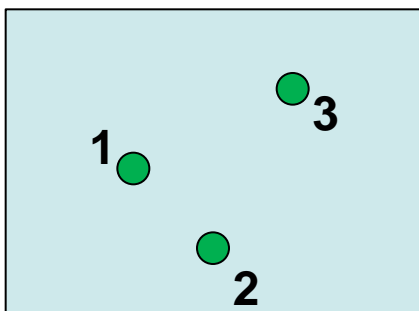
触摸跟踪

- 每次采样识别一次触摸
- 在采样之间进行跟踪

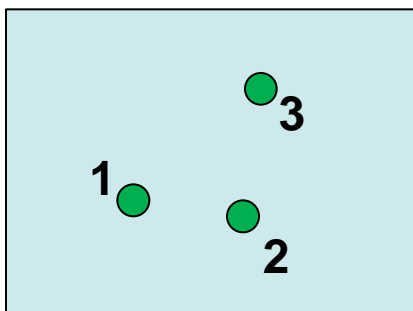


触摸跟踪

- 每次采样识别一次触摸
- 在采样之间进行跟踪

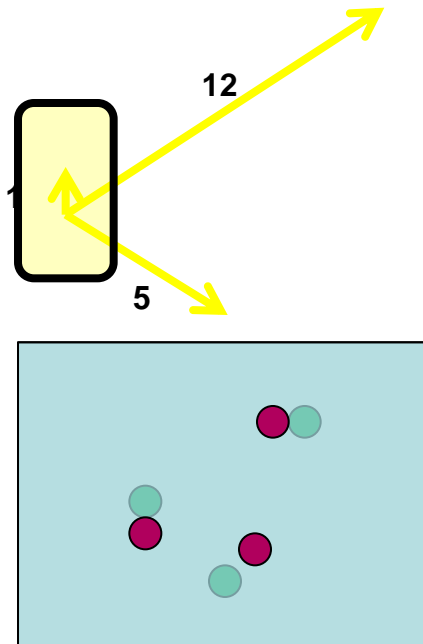


s = 0



s = 1

触摸跟踪



触摸跟踪（续）

- 基本跟踪：识别触点 $t=0$ 和 $t=1$ 之间的距离——最短距离为最佳匹配
- 更先进：矢量跟踪
- 更快采样 = 更准确的跟踪

配置触摸屏演示板

1. 触动TPD背面上的Dev/Demo开关
2. 将TPD连接到PICKit™ 串行分析器（通过 UART <-> USB固件修改）
3. 启动投射式电容配置实用程序（PCU）

什么是手势？

- 与任何其他触摸或手势没有区别
- 使用 *现场* 数据来确定手势

支持手势

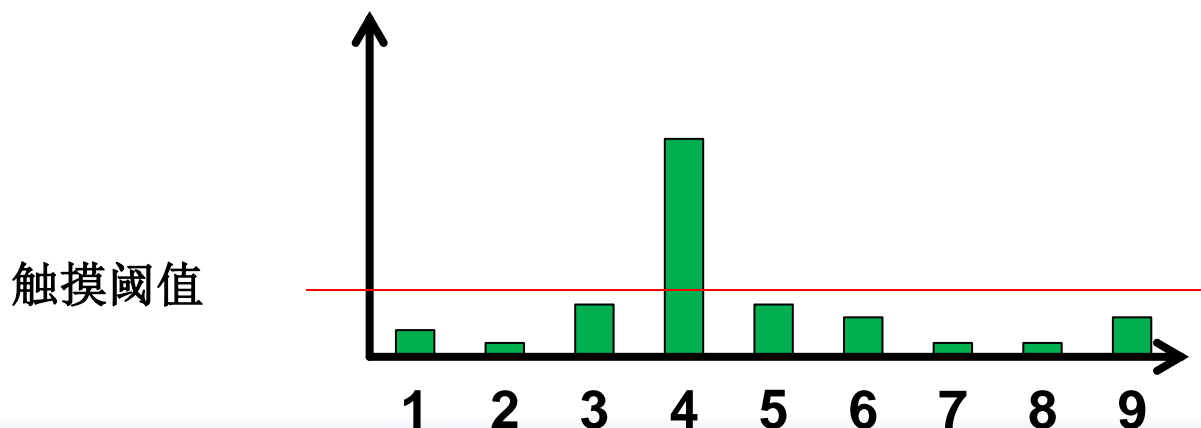
- 基本单触点手势：
 - 单击
 - 单击并按住
 - 双击
 - 滑动
 - 滑动并按住

滤波

- 集成
- 触摸检测
- 坐标

触摸检测滤波器

- 仅接受超过阈值的测量
- 如果测量低于阈值，则忽略

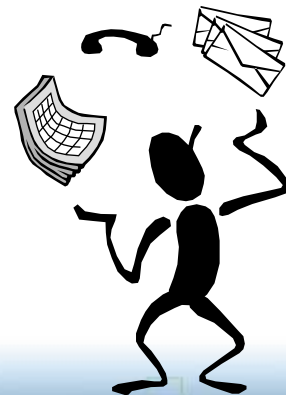


坐标滤波器

- 取多个相邻坐标的平均值
- 基于坐标差异更改坐标数
 - 变化大 – 快速移动 – 4个坐标平均值
 - 变化小 – 缓慢移动 – 16个坐标平均值
- 大滤波器可消除“抖动”

内核PCAP要求

- 高速电容传感
- **GPIO**引脚用于发送线路
- 电容传感引脚用于接收线路
- **RAM**用于基线存储和处理

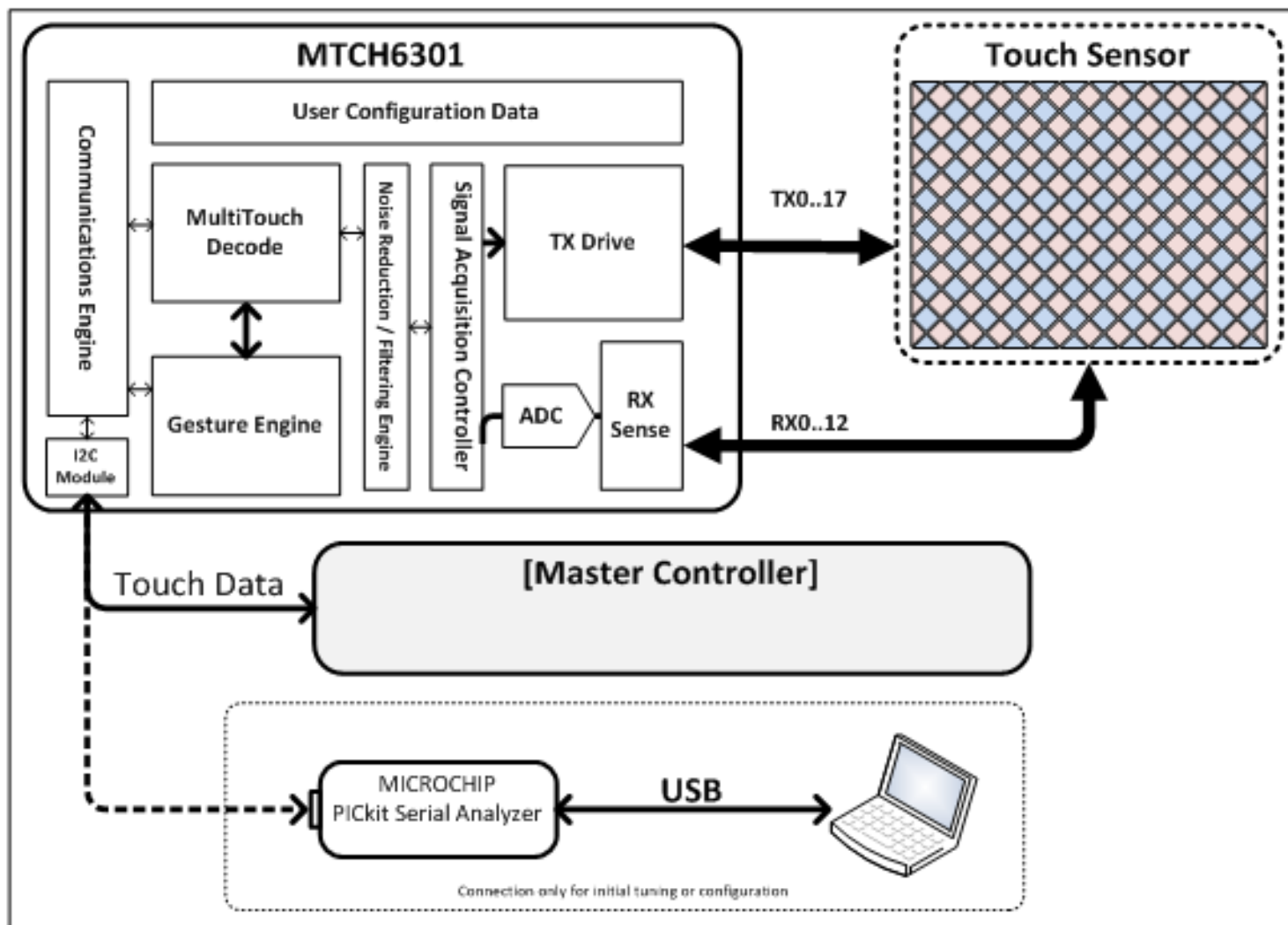


mTouch™ 技术

MTCH6301 Pcap 控制器

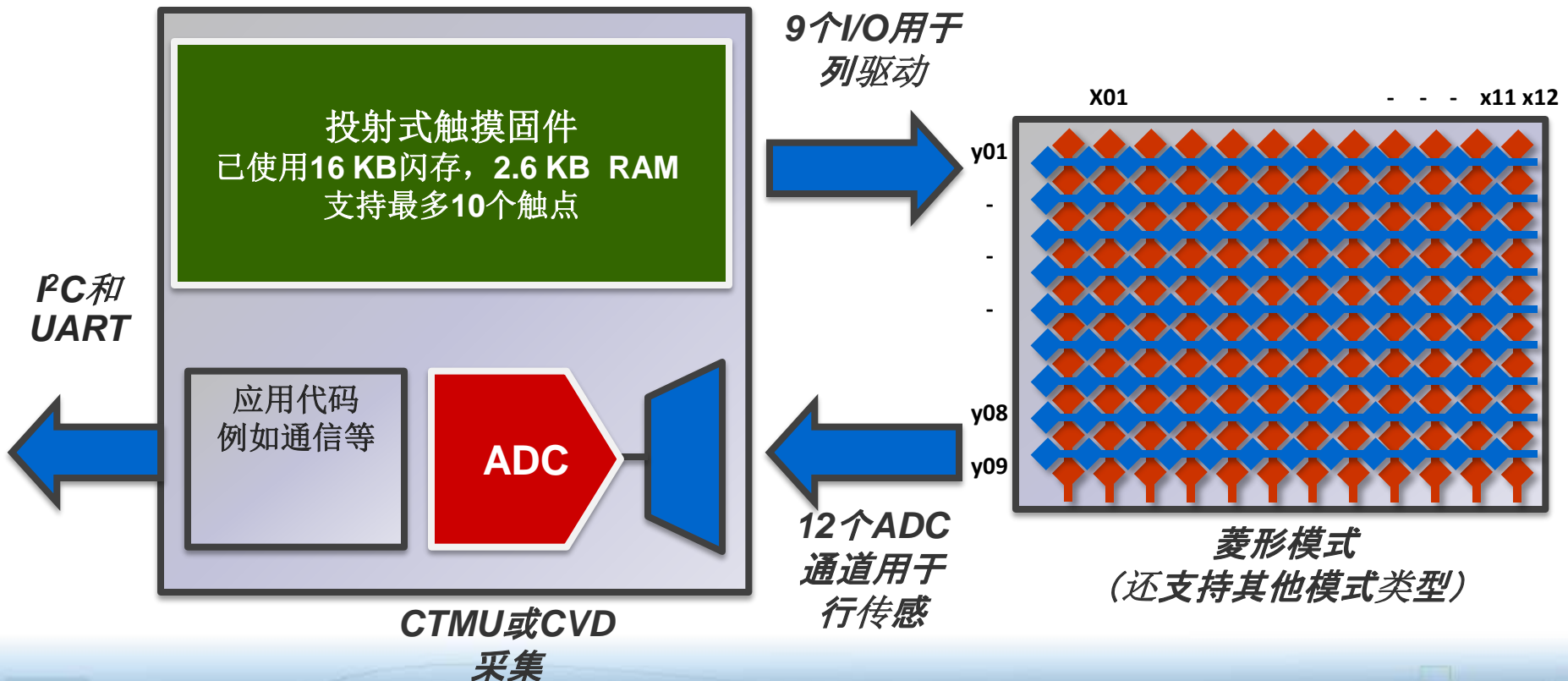
- 整体式的投射式电容触摸控制器，可实现XY多点触摸和手势
- 支持快速、低成本集成多点触摸和手势识别功能，构造丰富的用户界面
- 大小可缩放解决方案：1.5”至4.3”
- 支持具有3 mm塑料和5 mm玻璃盖板层的PCB、FPC、薄膜和玻璃传感器
- 目前提供44引脚QFN和TQFP封装
 - MTCH6301-I/PT和MTCH6301-I/ML

MTCH6301框图



投射式电容 实现示例

- 无需任何外部组件
- 将过滤后的有效触点位置发送到主机
- 主机无需额外进行数据处理



哪些PIC® MCU已被采用？

- **PIC16以后的任何器件**
- 我们已在以下器件上进行了开发：
 - PIC16F1937
 - PIC16F707
- PIC18F46K22
- PIC24FJ64GB004
- PIC24FJ64GB106
- PIC32MX120F032D

mTouch™ 技术Pcap 代码灵活性

- **mTouch技术Pcap免版税源代码用于进一步项目定制**
 - 单触点——更快的报告速率
 - 低功耗
 - 小的触摸板或触摸屏
 - 定制“触摸”输出

调节

- 按固件处理数据的顺序调节?
- 自电容
- 互电容

如何评估?

传感器评估

- 多种可行方法
 - 触摸性能
 - 噪声性能
- 标准测试
 - 单触点
 - 双触点





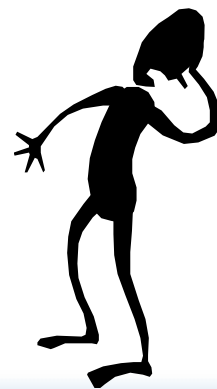
评估和调节

速度

- “签名捕捉” ——100 pps
- Microsoft推荐——50 pps/触点
- 100 pps = 发送每个X/Y坐标需要10 ms
- 传感、滤波和发送

常见问题

- 误激活
- 未激活
- 异常
- 停止信号
- 跳跃
- 锯齿 / 阶梯式步进
- 校准误差



单触点测试

- 触摸稳定性测试（触摸并按住）
- 垂直线绘图
- 水平线绘图
- 对角线绘图
- 单击测试

多触点测试

- 查看触点之间的交互
- “半月形” 或画圈测试
- 接近测试

调节

- 按固件处理数据的顺序调节
 - 1. 自电容
 - 2. 互电容
 - 3. 触摸处理
- 还具有“自动调节”功能

自电容调节

- 通常寻求约**10:1**的信噪比。
- 转至自电容诊断，监视值以获得理想噪声。
- 自电容阈值应约为最大噪声的**10**倍。
- 自电容阈值典型值约为**30-50**。

互电容阈值调节

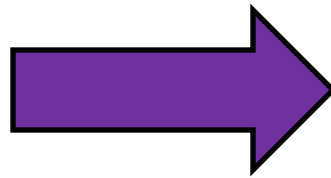
- 通常寻求约**10:1**的**SNR**。
- 转至互电容诊断，监视值以获得理想噪声。
- 互电容阈值应约为最大噪声的**10**倍。
- 互电容阈值典型值约为**40-80**。

调节触摸处理

- 通常不需要调节。
- 可调整最大激活数和滤波参数。

功耗低中之最...

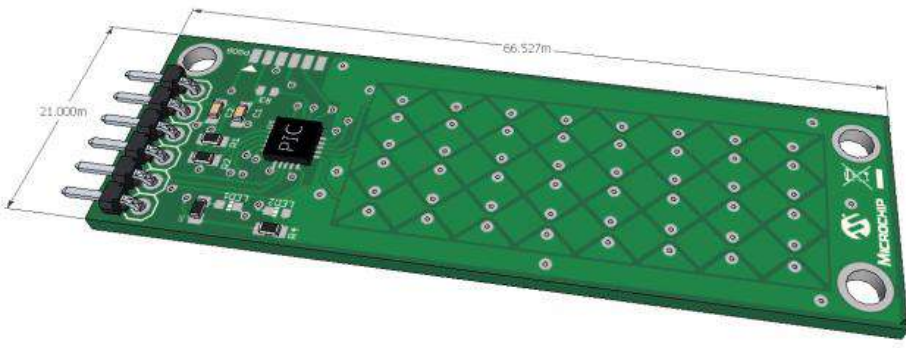
低功耗



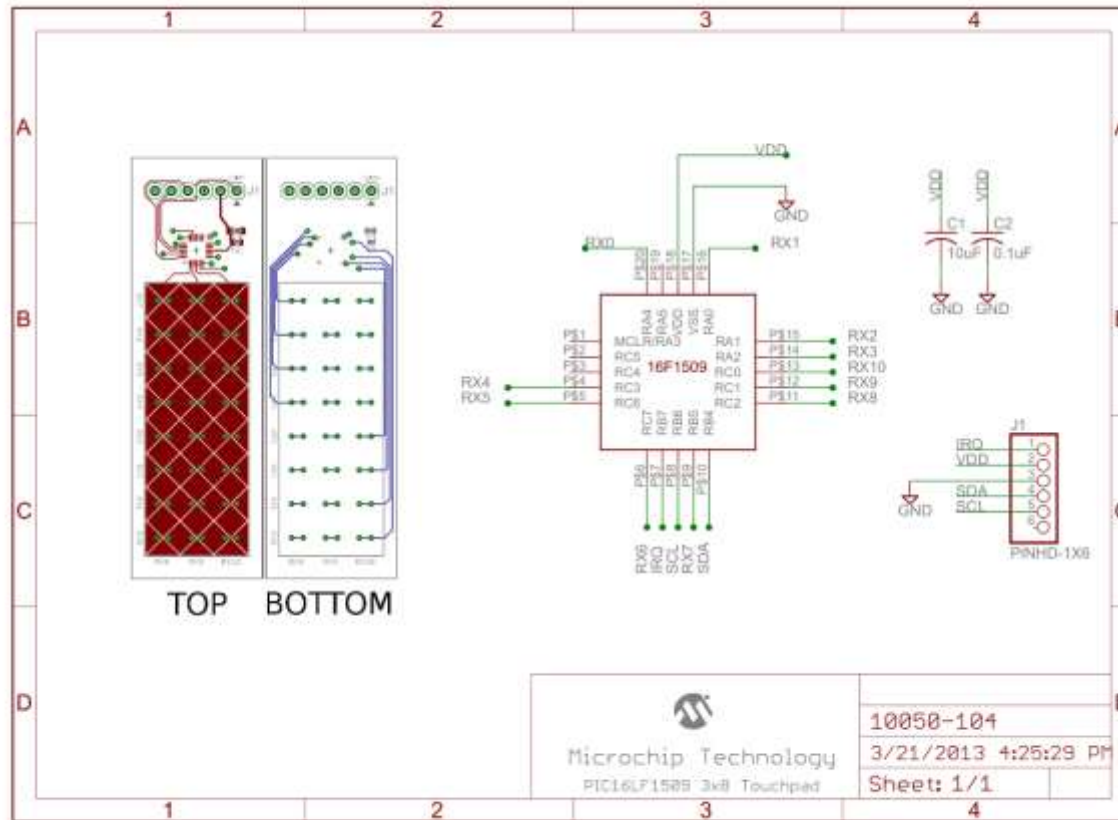
最大化延长电池寿命!

PIC16 + 免版税源代码 =

- 工作电流低于100 μA
- 空闲电流低于15 μA
- 单触点
- 手势（还可针对硬件输出进行修改）
- 50 pps
- 384 x 1024分辨率



低功耗 触摸板示例



- 简单设计——少量元件，2层电路板
- 提供参考设计原理图、BOM和Gerber

mTouch™ 投射式 电容开发工具包

免版税源代码解决方案——低成本——低功耗

演示和开发工具



MTCH6301触摸板演示板（部件编号为**DM320016**）

特性和规范

- 整体式Pcap MTCH6301控制器，采用3.5”菱形模式不透明触摸屏
- 手势
- 单触点和双触点绘图
- 最多同时发生7个激活操作



PIC32 GUI PCap 4.3”开发工具（部件编号为**DM320015**）

- 整体式Pcap MTCH6301控制器，采用4.3”菱形模式透明传感器
- 最多3个激活操作
- 使用Microchip图形库

总结

- 今天我们探讨了：
 - mTouch™技术组合
 - 投射式电容触摸工作方式
 - Microchip的投射式电容触摸解决方案
 - Microchip采用MTCH6301的PCAP解决方案的基本调节和特性



法律声明

软件:

Microchip软件仅允许用于Microchip产品。此外，Microchip软件的使用受软件附带的版权声明、免责声明以及任何授权许可的限制，无论这些内容是在安装各个程序时阐明还是在头文件或文本文件中公告。

尽管有上述限制，但Microchip和第三方提供的软件的某些组件仍可能被“开源”软件许可覆盖，其中包括要求分发者提供软件源代码的许可。在开源软件许可要求的范围内，许可条款将起主导作用。

注意事项和免责声明:

这些材料和随附信息（例如，包括任何软件以及对第三方公司和第三方网站的引用）仅供参考，并且按“现状”提供。Microchip对第三方公司做出的声明或第三方可能提供的材料或信息不承担任何责任。

MICROCHIP不承担任何形式的保证，无论是明示的、暗示的或法定的，包括有关无侵权性、适销性和特定用途的暗示保证。在任何情况下，对于与MICROCHIP或其他第三方提供的材料或随附信息有关的任何直接或间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，MICROCHIP概不承担任何责任，即使MICROCHIP已被告知可能发生损害或损害可以预见。

商标:

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³²徽标、rfPIC、SST、SST徽标、SuperFlash和UNI/O均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MTP、SEEVAL和The Embedded Control Solutions Company均为Microchip Technology Incorporated在美国的注册商标。

Silicon Storage Technology是Microchip Technology Inc.在除美国外的其他国家或地区的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、InCircuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、SQL、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA和Z-Scale均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP是Microchip Technology Incorporated在美国的服务标记。

GestIC和ULPP是Microchip Technology Inc的子公司Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG在除美国外的其他国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。