



# TK18

## 硬件应用手册

本文件适用于 TK18 系列产品

Revision 1.0  
Oct. 2014

ENE RESERVES THE RIGHT TO AMEND THIS DOCUMENT WITHOUT NOTICE AT ANY TIME. ENE ASSUMES NO RESPONSIBILITY FOR ANY ERRORS APPEAR IN THE DOCUMENT, AND ENE DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY, RELATING TO SALE AND/OR USE OF ENE PRODUCTS INCLUDING LIABILITY OR WARRANTIES RELATING TO FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR

#### **Headquarters**

4F-1, No.9, Prosperity Rd.,

Science-based Industrial Park,

Hsinchu City, Taiwan, R.O.C

TEL: 886-3-6662888

FAX: 886-3-6662999

### 改版记录

版别	改版内容	改版日期
1.0	初版	2014/10

## 目录

1. 操作模式 .....	1
1.1 主机模式的硬件沟通 .....	1
1.2 非主机模式的硬件配置 .....	3
1.3 烧录硬件配置 .....	3
2. 电源供应 .....	4
2.1 内部电源 部电内嵌式的 LDO .....	4
2.2 系统电源供给 - VCC .....	4
2.3 电源供应范围及质量 .....	5
3. 基本 PCB 设计 .....	6
3.1 布局 .....	6
3.2 多层的 PCB 堆栈 .....	7
3.3 电源/接地 设计 .....	7
3.4 线路布局 .....	8
3.5 CEXT .....	11
3.6 按键的传感器焊盘及贯穿孔 .....	12
3.7 LED 的照明 .....	13
3.8 CS 测试 (传导灵敏度) .....	14
联络资讯 .....	15

## 1. 操作模式

ENE 传感按键内嵌 MCU 及 flash 的 TK18 产品可以在两种不同模式下操作.

主机模式是藉由数位接口例如 I2C/UART, 或编程的 GPIO 用来与主机 MCU 沟通. 详细设定应该与韧件设定配置.

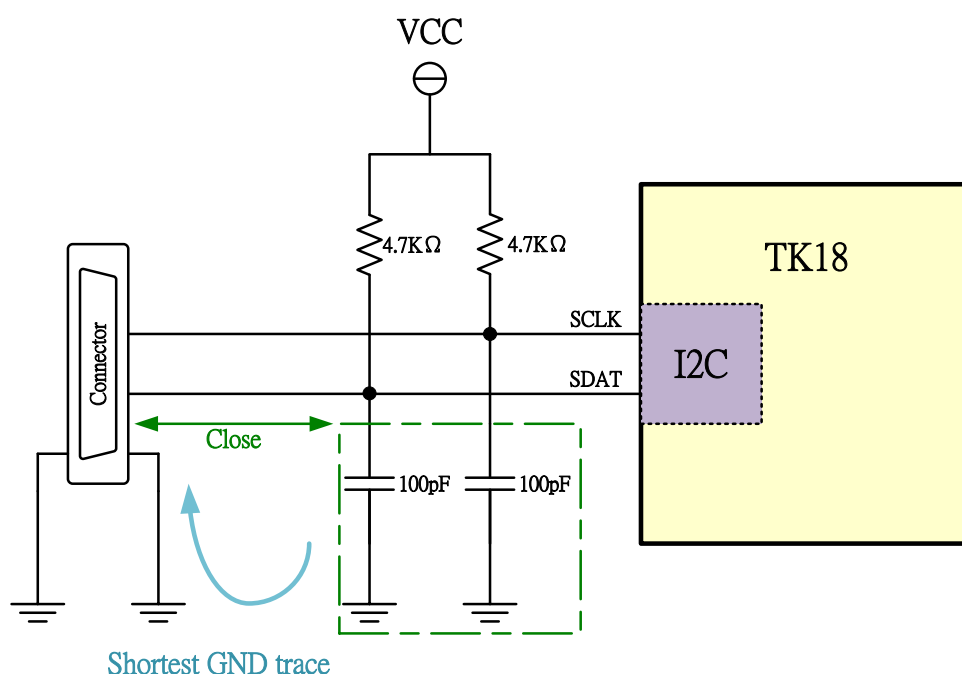
非主机模式是用来便利在某些内嵌式应用, 没有中央 MCU, 的操作. TK180 产品系列可以是内嵌式的中央控制器.

P/N	Host Interface	Non-Host Mode
TK18	I2C/UART/GPIO	Supported

### 1.1 主机模式的硬件沟通

**I2C 界面:** 当使用 I2C 作为主机接口时, SCLK/SDAT 需要  $4.7K\Omega$  上拉电阻以适应适当的电子特性. 在不同的应用和信号负荷上可能会有微小的差异. 使用者可以使用设计在 PCB 上的外部上拉电阻. 此外, TK18 系列产品也提供内部  $4.7K\Omega$  或  $40K\Omega$  上拉电阻给这两个接脚. 使用时可以自由调整.

外部使用小于 100 pF 的去偶电容, 可用来减少电源噪声和数据处理噪声(Noise). 去偶电容放置应靠近与主机端连接的接头(Connector), 接地回路应尽量短, 直接回流到 Connector 端的地(GND).



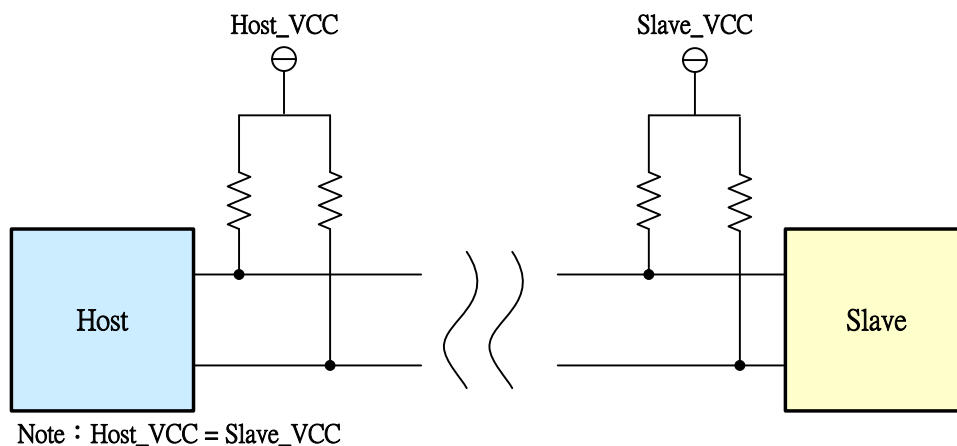
I2C 與主機連接可支援 200KHz 以下速度.

**请注意:** 主機端與 IC 端的 I2C 上拉电阻需要使用相同上拉電位.

### UART:

TK18 可以经由软件设定使用任意 GPIO 当成 UART TX 或 RX 接脚. 并由软件设定需要的波特率.

**请注意:** 主机端與 IC 端的 UART 上拉电阻需要使用相同上拉電位.

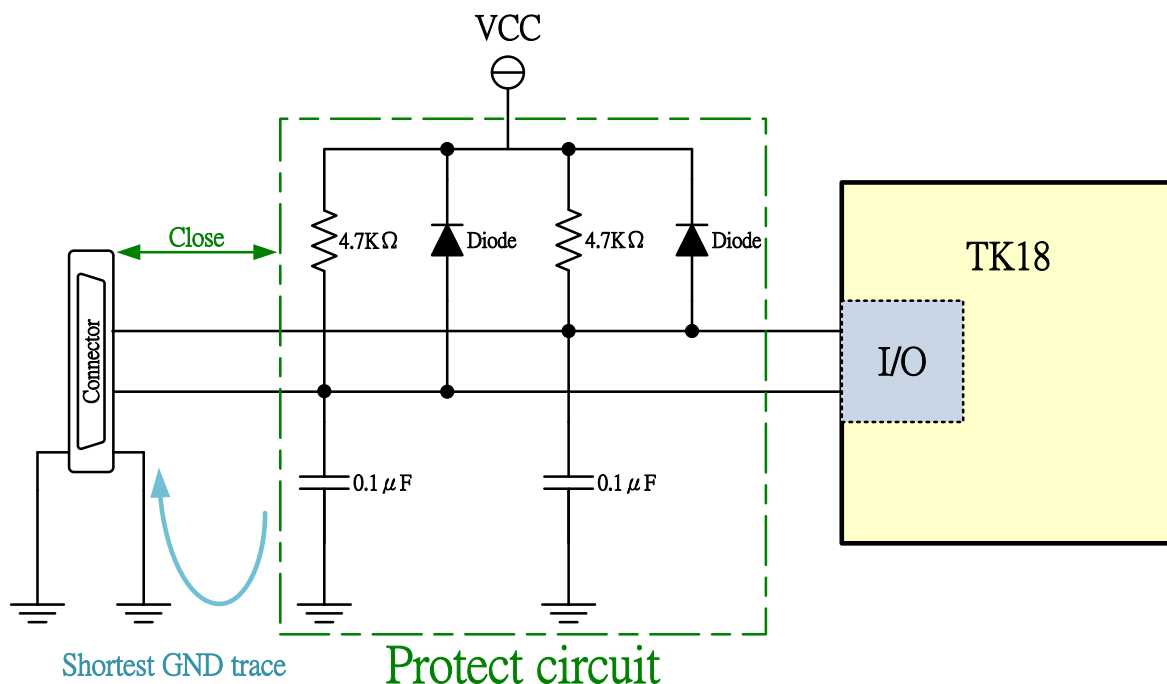


### I/O 端口:

使用 TK18 的任一 I/O 端口和主机或电源板沟通时, 需要加上保护电路. 保护电路需放在靠近 Connector 端口. 若是电容距离 connector 太远则会失去保护效果, 将 EFT 干扰带入.

TK18 需要两个 I/O 接到电源板将 EFT 4KV 能量宣泄, 以保护内部的模拟传感器侦测线路及元器件, 一 100Ohm 串联电阻, 4.7K 上拉电阻及 0.1uF 下地电容构成保护电路. **0.1uF 下地电容是绝不可少的**, 如下图. 二极管为加强 EFT 能量宣泄的组件.

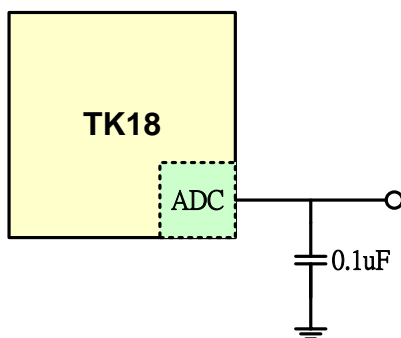
**请注意:** 下地电容的地回流到电源板路径必须愈短愈好.



### ADC:

内嵌 10-bit ADC 提供主机 MCU 外部电压及温度状态, ADC 数值可经由 I2C 或是 UART 读回主机.

**请注意:** ADC 输入需要增加 0.1uF 电容过滤噪声, 如果噪声过大需要外接低通滤波器(LPF).



## 1.2 非主机模式的硬件配置

TK18 产品系列, 非主机模式也用于:

1. 节省主机 MCU 芯片
2. 控制 MCU FW 编程与费用
3. 节省 PCB & PCBA
4. 普遍而言节省金钱成本与时间成本.

## 1.3 烧录硬件配置

TK18 产品系列内嵌 MCU 及 flash, 需要进行 flash 烧录, 烧录 flash 时须透过 ISP(ICLK & IDAT) 进行 flash 烧录. 烧录 flash 硬件工具及烧录软件, 请联络 ENE 技术支持进行索取.

## 2. 电源供应

电源供应稳定性对触控模拟设计而言是关键因素. 系统设计者在开始设计之前必须考虑到电源质量. 长期的电源供应水平位移变化, 可以由内部基线补偿程序进行补偿. VCC 上瞬时的位移或尖峰讯号, 则可以由 ENE 卓越的 HW 与 FW 设计补足.

### 2.1 内部电源 部电内嵌式的 LDO

#### LDO\_1.8V

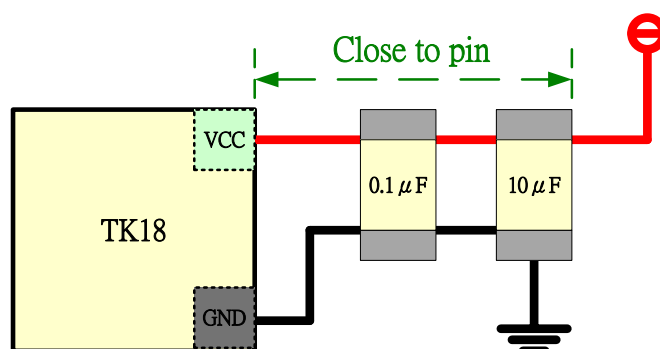
在 TK18, 内部 1.8V LDO 为内部逻辑模块提供稳定的电源来源. 禁止输出 1.8V 电源去驱动其他电路.

内部 1.8V LDO 操作需要一个 4.7uF 的 X7R 陶瓷表面贴装器具 (SMD) 或電解電容的穩壓电容器.

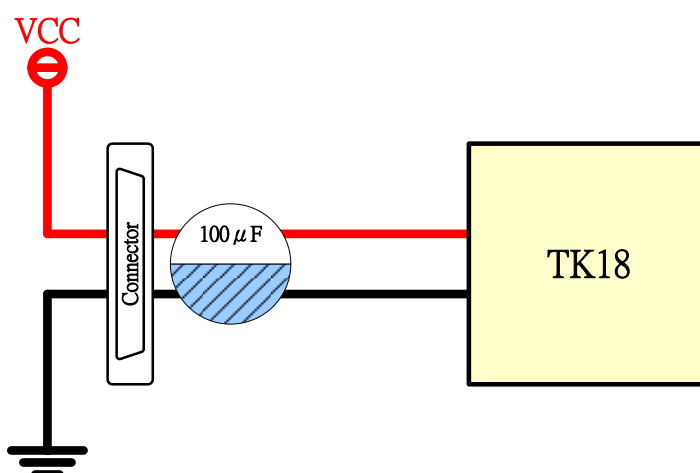
### 2.2 系统电源供给 - VCC

#### VCC

在 TK18, 一对低 ESR 及 ESI X7R 陶瓷表面贴装器具 (SMD) 0.1uF 电容器并联一个 X7R or X5R 陶瓷表面贴装器具 (SMD 或電解電容) 10uF 电容器 应该尽可能摆放在靠近 VCC 與 GND 接脚.



**请注意:** 请为 EFT +4KV 测试标准, 在电源供应连接器输入点, 加一个旁路电容. 一个 100uF 电容器对 TK18 运作而言是足够的.



### 2.3 电源供应范围及质量

在 TK18, 电源供应范围介于 **3.0V~5.5V**. 然而, 并不表示 3.0V ~ 5V 的变化是可以接受的. 正常扫描运作, 电源供应建议应用于 **3.0V~3.6V** 或 **4.5V~5.5V** 电压范围.

虽然 TK18 能够维持瞬间电压变化及不同频率的电源噪声, 请注意电压噪声水平必须在 **±100mV** 以下. 任何不稳定的影响或脉冲噪声应用到 VCC 将会严重影响传感按键行为.

可以的话, 请使用有良好 PSRR 的外部 LDO, 并将其尽可能放置在靠近 TK18 处.



### 3. 基本 PCB 设计

在典型的 TK18 应用中，电容式传感器可以由走线及 PCB 上不同形状的传感器焊盘构成。以下章节将指出如何设计及使用 ENE TK18 芯片的 PCB 之指导方针。

请注意任何噪声组件，像是交换器，变压器等，石英震荡器，必须尽可能放置于远离 ENE 芯片，传感按键焊盘，及传感器线路。其他金属基座或数字讯号也会造成电容串扰以致影响性能。

#### 3.1 布局

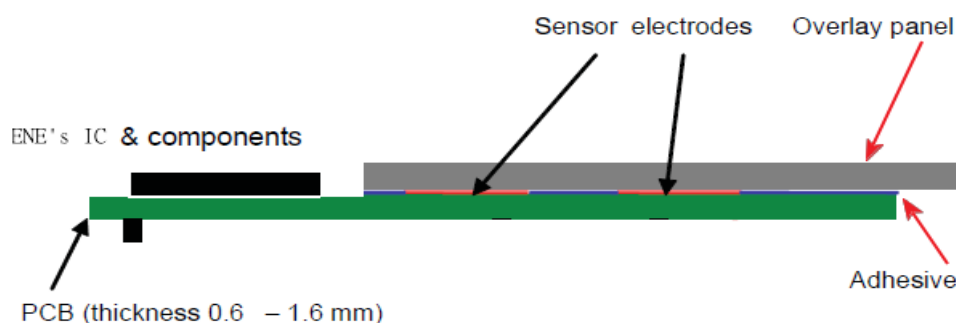
组件：

建议将传感按键放置在顶层或底层，无论其他组件如何放置。

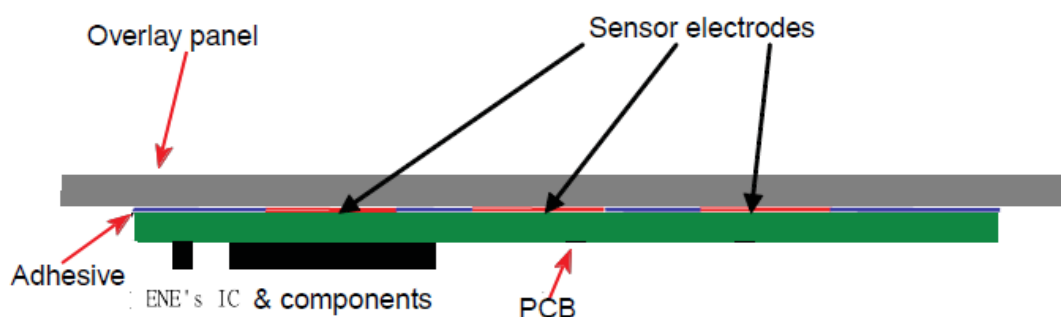
传感器焊盘：

传感器电极或按键焊盘必须放置在顶层以极大化传感距离。

ENE 传感按键控制器及焊盘在同一面：



ENE 传感按键控制器及焊盘在不同面：



### 3.2 多层的 PCB 堆栈

ENE 传感按键控制器使用的标准 FR4 PCB 厚度为 1.0mm。其他厚度，例如 0.6~1.6mm，对 ENE 控制器而言亦是可接受的。

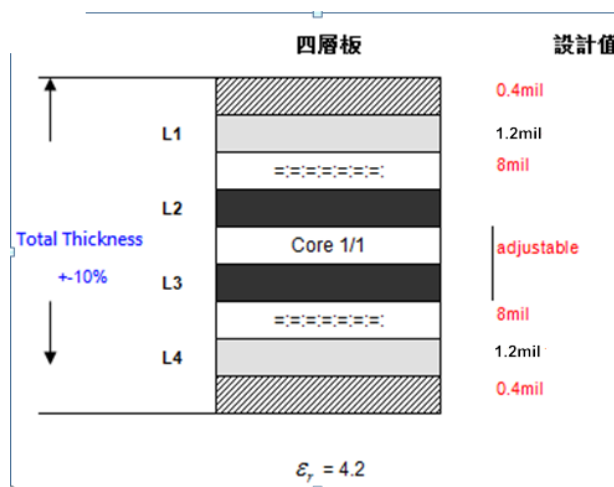
#### 2 层 PCB

当使用 2 层 PCB 时，传感器线路可以在顶层及底层走线。在顶层及底层网状铺铜。

如果顶层使用屏蔽层，传感器线路请在底层走线及在底层铺铜。

#### 4 层 PCB

当使用多层 PCB 时，例如 4 层，一般 PCB 堆栈建议如下。



- 顶层 (L1): 只有传感按键焊盘及网状铺铜或屏蔽层
- 第二层 (L2): 只有传感器线路
- 第三层 (L3): 逻辑总线, LED 线路及部分电源/接地线路
- 底层 (L4): 电源/接地线路, 网状铺铜及组件

### 3.3 电源/接地 设计

电源及接地设计的质量是电容式触摸产品成功的关键。请注意以下描述并务必遵守设计规则。

#### 铺地铜:

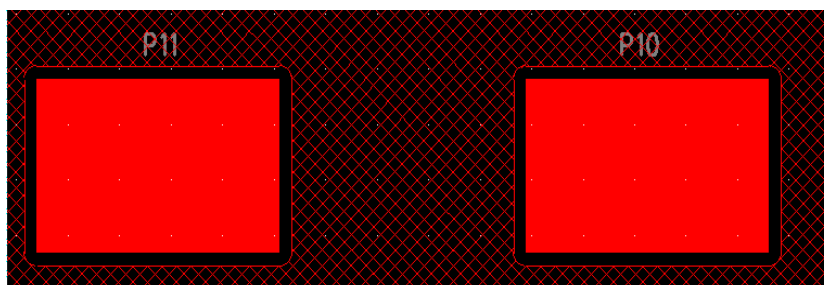
如果屏蔽层没有被应用，PCB 的顶层及底层都需要铺地铜。将铺地铜应用到传感按键焊盘或线路将会增加抗扰度，以提升传感按键的灵敏度。

根据 ENE 在传感按键设计领域的卓越经验，我们定义铺地铜到走线宽度为 5mil，线距为 20mil，格点距为 20mil，顶层及底层都有。传感按键到铺地铜的间隙为 20~40mil。可以提供良好的 SNR 及抗 RF 噪声干扰。

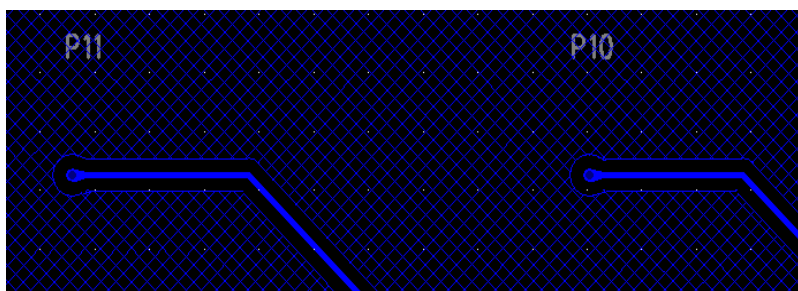
由于 PCB 厂的策略，线宽必须设定为 10 mil 或更大。铺地铜的线宽设定为 10 mil，线距为 20 mil，格点距为 40 以满足限制。

请参考以下顶层（传感器端）及底层（线路端）的图示。

顶层的铺地铜（传感器端）：



底层的铺地铜（线路端）：



### 3.4 线路布局

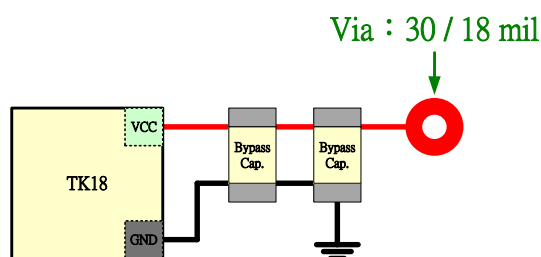
请务必遵守一般 PCB 线路布局规则及知识。例如，直角走线会对 EMI 造成麻烦。使用 45 度转角走线较佳。

**VCC/GND 线路及电源供应贯穿孔：**

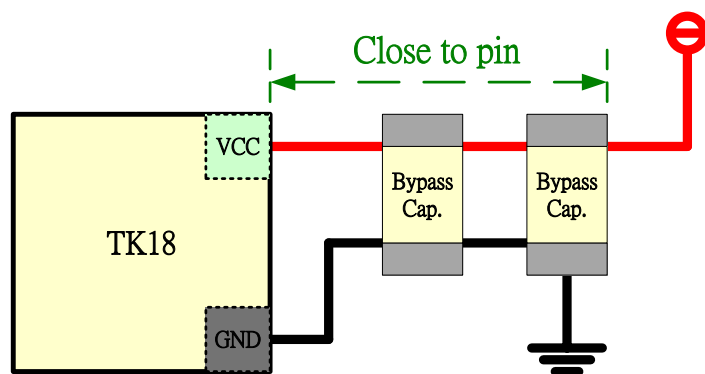
VCC/GND 建议使用 **25~30mil** PCB 线宽以减少会影响触摸感性能的等效电阻和电感。

电源供应的贯穿孔应该加到去偶电容。建议如下图示摆放以提供适当的去偶能力。电源来源的噪声会被去偶经由电容器到接地及流回电源来源。VCC/GND 使用的贯穿孔尺寸建议为 **30/18mil** 以减少贯穿孔结构的等效电感。

**TK18 VCC 贯穿孔洞及线路：**



**请注意：** VCC 到 TK18 之间的走线需要经过各个滤波电容，不得分支到电容，意即电容需放在有效走线路径上，滤波电容应该尽可能摆放在靠近 VCC 接脚。

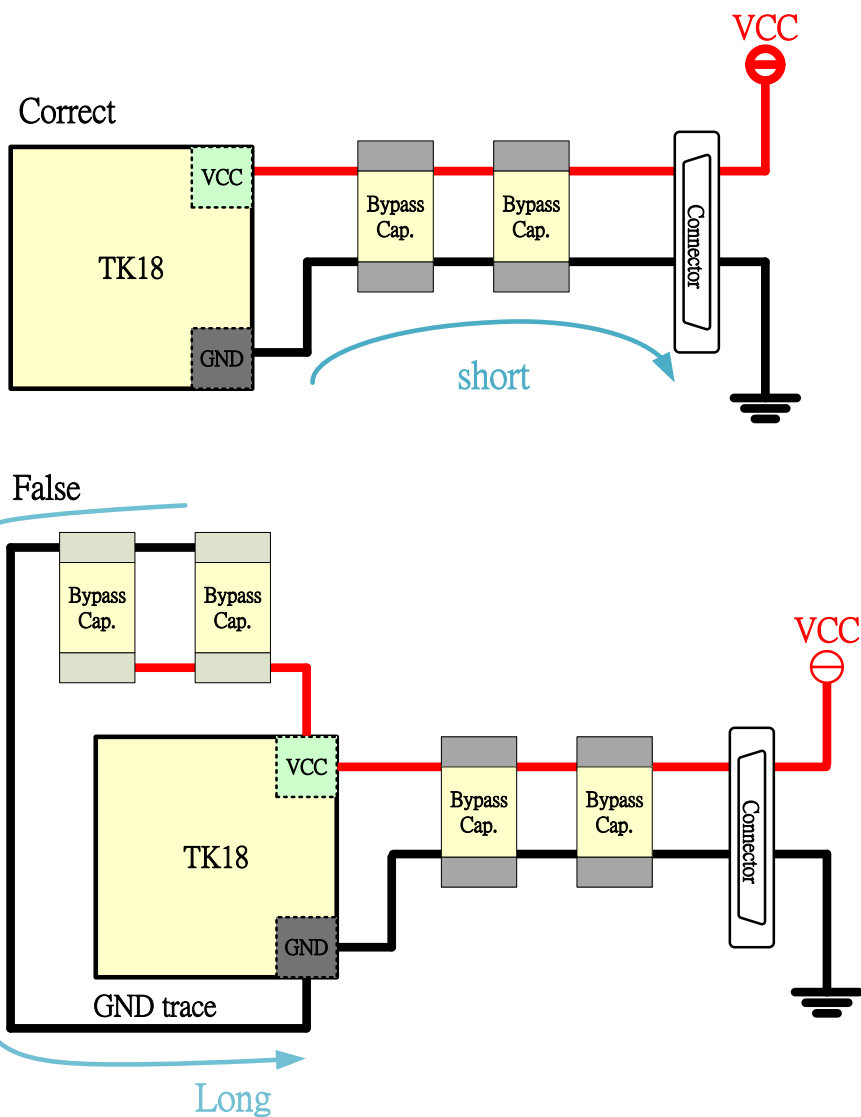


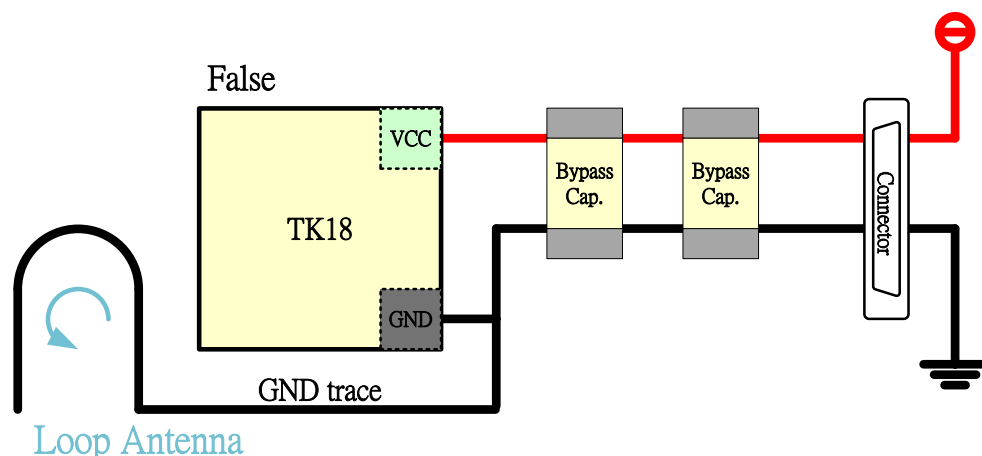
### 内部 LDO 旁路电容器线路

内部 LDO 旁路电容器建议使用 10~20mil 宽的 PCB 线路以提供稳定的电源.

### IC 的地回流路径

TK18 的地回流路径, 需经过 VCC/CLDO18 滤波电容的接地点. 在流回电源 connector 端口时的走线需尽量短, 避免过多的绕线. 也要避免成为”Loop Antenna”.





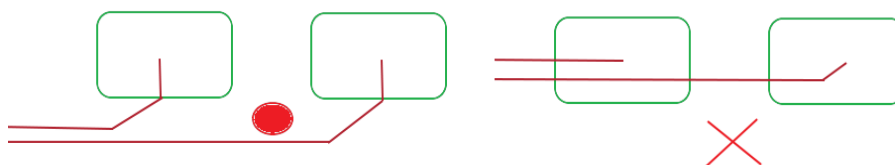
### 传感器按键线路

在2层的PCB设计中, 建议使用 **5~10mil** 宽的线路来设计传感器. 线路彼此间的间距建议为两倍的线宽 (建议为 **10~20mil**) 以避免干扰.

有比较长的传感器线路, 寄生电容会比较大. 传感器线路的最大长度必须少于 **150mm**. 传感器线路则建议要尽可能地短.

另外一个注意事项: 建议不要在传感器焊盘上布置任何线路. 重迭的区域会因串扰造成严重的副作用.

### 良好的与不良的传感器线路走线图

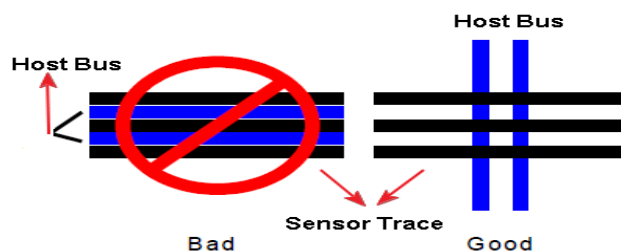


### 介于主机及传感控制器间的数字讯号线路

数字讯号是与主机间的通信线路. 与其他触摸传感线路相比, 切换的频率比较高. 时钟及数据接口建议以 **5~10mil** 宽的线路来设计数字讯号线路. 时钟及其他讯号 (电源, 数据, 控制, 传感器线路) 间的间距建议至少为两倍线宽 (应该为 **10~20mil**).

禁止将这些数字讯号线路与传感器线路平行走线. 平行的结构会造成很大的串扰. 如果不能避免数字讯号线路靠近传感器线路走线, 建议交错部分采 **90度** 直角走线, 以减少串扰作用.

### 不良的及良好的主机总线及传感器线路走线:

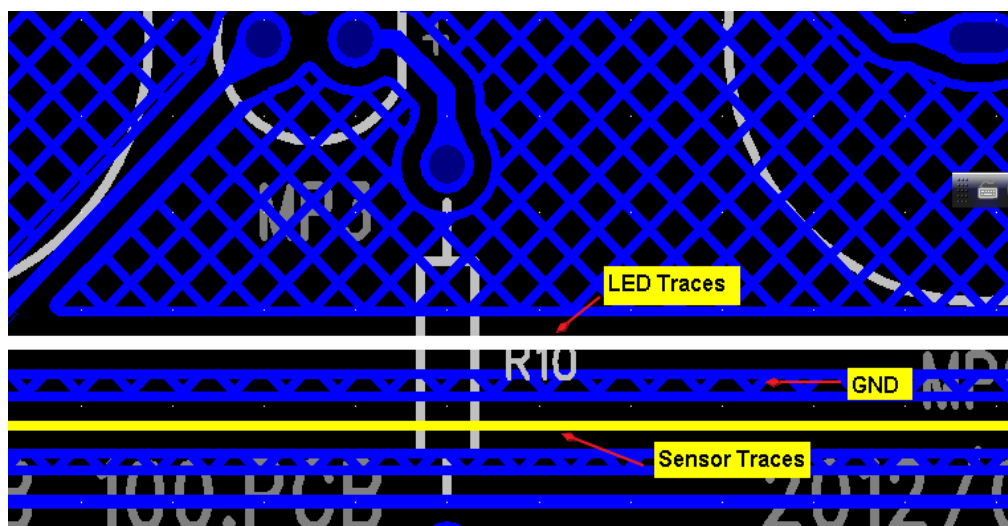


### LED 线路及传感器线路

请注意务必禁止将 LED 的控制线路与传感器线路平行走线。请在 LED 控制线路及传感器线路间插入铺地铜, LED 和传感器线路之间若不插入铺地铜, 距离建议至少 50mil

**请注意:** 插入的地线不可只有一边接地, 否则会形成单极天线(Uni Polar Antenna), 在 EFT 干扰时会影响整体效能.

### LED 线路及传感器线路之间的接地:



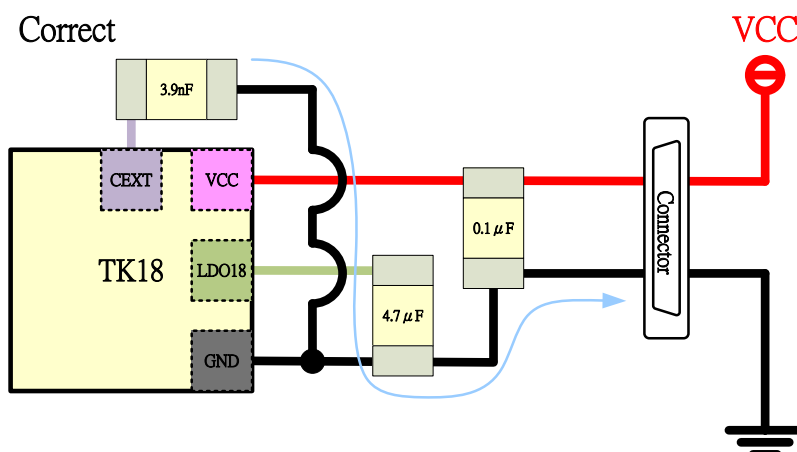
**请注意:** LED 的控制线路如果与传感器线路垂直交越, 不得使用 SMT (表面贴片)组件, 以避免垂直交越的距离太近, 造成 EFT 干扰时的按键误触发或意外状况. 需使用另面跳线方式, 以保证 LED 控制线路和传感器线路保持在板厚(1.6mm)的距离.

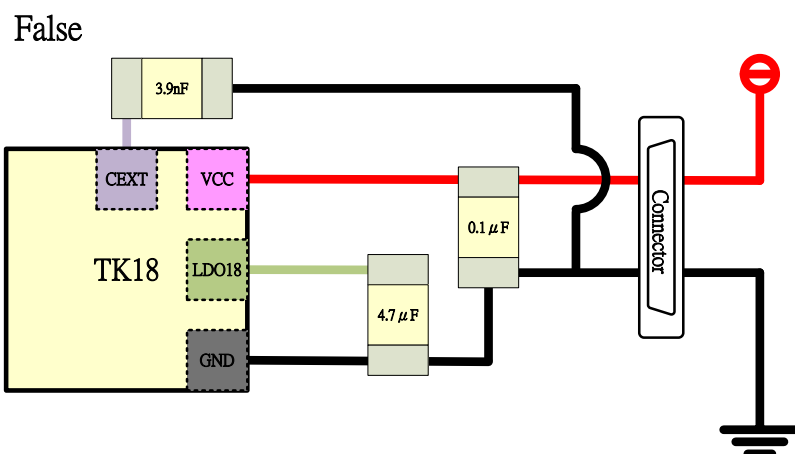
### 3.5 Cext

Cext 是外部的电容用来电荷移转相关的操作. 电荷移转操作平衡是触摸传感操作最重要的技术. 建议将这组件放置于触摸传感控制器附近, 尽可能地近, 至少 10mil 线宽到接地.

在 TK18 Cext 默认的建议值为 3.9nF(使用 X7R 陶瓷贴片).

**请注意:** Cext 电容的接地需要以最短路径接回 VCC 滤波电容 0.1uF 及 LDO18 滤波电容 4.7uF 的接地接脚, 再回流到 Power/GND 的输入端口. LDO18 电容的 GND 也需要流经 VCC 电容的 GND.





### 3.6 按键的传感器焊盘及贯穿孔

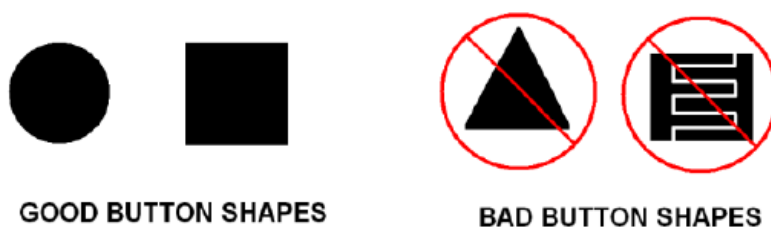
一个按键事件是由焊盘布局所触发。布局模式会影响按键事件的质量。按键事件的质量则决定最后的系统性能。以下描述会包含使用 ENE 触摸传感控制器产品的最佳实践。

#### 按键尺寸及形状

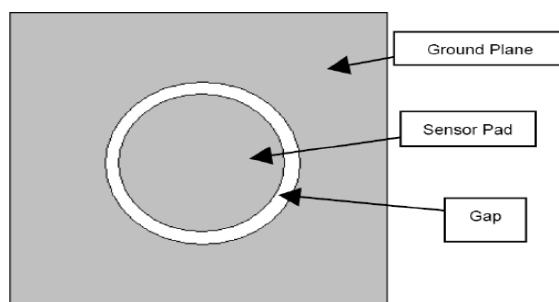
ENE 传感按键建议的设计形状为实心圆及矩形。请参考以下左边图示。一般的建议设计为 **10mmx10mm 正方形**, **8mmx12mm 长方形**, **11mm 直径的实心圆**。

然而, 在按键应用上不推荐使用三角形或太复杂的形状。请参考以下右边图示。

#### 良好的及不良的按键形状



#### 实心圆按键设计



如上图所示, 典型的实心圆按键, 一个圆形的缝隙用于分隔铺地铜与按键。

在直径大于 15mm 的大焊盘应用中, 藉由扩大焊盘区域来增加灵敏度是无效的。在固定的 PCB 尺寸, 过大的焊盘相对地会减少每个焊盘间的缝隙, 并造成更高的风险产生串扰, 及从邻近焊盘引起的

错误触发.

在直径小于 5mm 的小焊盘应用中, 感应电容的影响会减少, 以致影响灵敏度.

#### 按键设计间距

当使用实心圆按键设计时, 建议预留等同直径的空间. 至于矩形按键设计, 建议在邻近的传感器焊盘之间预留节距: (传感器焊盘 X 轴的长度) + 10mm. 非常受限的节距应该至少是 2.5mm, 或是实心圆设计的半径.

#### 传感按键焊盘及铺地铜之间的间隙

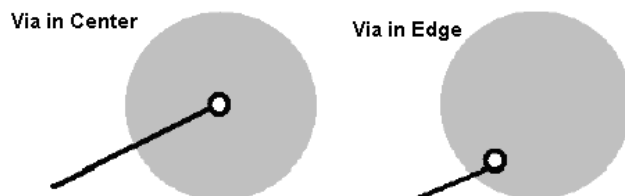
铺地铜到每个传感按键焊盘之间建议预留 20mil (0.5mm) 间隙.

#### 贯穿孔

在 TK18 应用中, 在没有任何贯穿孔下, 建议用最小线路长度去布置传感器线路. 如果贯穿孔洞是不能避免的, 请预留最多两个贯穿孔洞.

贯穿孔洞可以放在传感按键焊盘内任何地方. 请参考以下图示: 贯穿孔放置在中心将会形成对称的物理特性. 贯穿孔放置在边缘将会形成较短的线路长度. 权衡线路设计并微调贯穿孔布局.

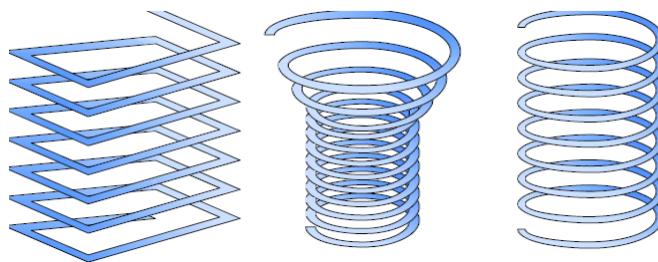
#### 按键上贯穿孔的位置



#### 特殊结构按键 (非 PCB)

在家电应用上, 某些结构会要求触摸盖与传感器焊盘之间有较长的空间 (>5mm 规格). 可以透过弹簧来移转感应电荷以克服物理限制.

建议使用直径>10mm 及高度>5mm 的弹簧以获得较佳的 SNR. 一些典型的弹簧形状如下图示: 不同的弹簧形状



### 3.7 LED 的照明

在某些按键应用, LEDs 是用来指示触发事件.



LED 孔径大于 PCB LED 孔径尺寸, 建议预留机械覆盖物 1.2~1.3 倍. LED 灯将会有较佳的发散角度.

PCB 上建议预留 1.2~1.3 倍孔径给 LED, 大于 LED 的物理尺寸. LED 孔应该放置在传感器焊盘的中间.

### 3.8 CS 测试 (传导灵敏度)

ENE 发展出一种方式, 容易通过 CS 10V 的标准 A 的测试, 我们可以使用 ENE 发行的软件包呼叫应用函数及合适的串行接口电阻来达成.

#### 扫描接口的串行电阻值

假设使用弹簧做为传感器,  $10K\Omega$  到  $20K\Omega$  的串行电阻则适合提供扫描接口使用. 假设使用 PCB 传感器焊盘当作传感器, 则建议使用  $5.1K\Omega$  到  $10K\Omega$  的串行电阻. 扫描接口的串行电阻能提供良好的对电源及 RF 噪声抵抗能力. 也能在 CS 测试时对抗讯号下降.

#### 讯号强度及 Delta 值

调整扫描接口的 delta 值为大约讯号强度的 40 ~ 50% 是 CS 测试的快捷方式.

### 联络资讯

- 公司总部  
新竹市科学园区展业一路 9 号 4F-1  
TEL: +886-3-6662888      FAX: +886-3-6662999
- 台北业务办公室  
新北市新店市宝桥路 88 号 4F  
TEL: +886-2-89111525      FAX: +886-2-89111523
- 昆山业务办公室  
昆山市伟业路 18 号现代广场 A 座 1620 室  
TEL: +86-512-50315768      FAX: +86-512-50315798
- 深圳业务办公室  
深圳市福田区天安数码城创新科技广场二期 625 室  
TEL: +86-755-82507658      FAX: +86-755-82507532