

应用笔记:

**HFAN-3.2.0**

Rev 0; 09/04

---

---

## 提高 PIN-TIA ROSA 的噪声抑制能力

---

---

MAXIM 高频/光纤通信组



*Maxim Integrated Products*

## 提高 PIN-TIA ROSA 的噪声抑制能力

对于一个成功的光收发器设计，必需能够实现光接收器组件 (ROSA) 和外部噪声源 (包括发射器) 之间的良好屏蔽。本应用笔记在研究 ROSA 各组成部分如何拾取噪声的基础上，阐述应怎样在 TO 管座中放置和装配电子元件，实现优化噪声抑制性能的目的。

### 1 ROSA 组件实例

图 1 是晶体管外形 (TO) 封装 PIN-TIA ROSA 的顶视图。一个光电二极管 (本例中为 PD-PIN) 安装在贴片电容 (CFILT) 上面，电容底部金属层由导电环氧树脂或共晶连接在 TO 管座上。光电二极管的有源区位于 TO 轴线上。一个跨阻放大器 (TIA) 置于 TO 管座的两个数据输出引脚 (OUT+ 和 OUT-) 之间。TIA 输入由 W2 键合在光电二极管正极触点上，而光电二极管偏置通过 W1 连接 TIA FILT 焊盘与电容 CFILT 顶部金属层 (同时也是光电二极管的阴极触点) 实现。地焊盘、输出焊盘分别通过 W5, W6 以及 W7 键合在 TO 管座和输出引脚上。TIA VCC 焊盘由 W3A 键合在管座的 VCC 引脚上。另一个贴片电容 (CVCC)，作为电源滤波网络的一部分，由 W4 连接在管座的 VCC 引脚上。

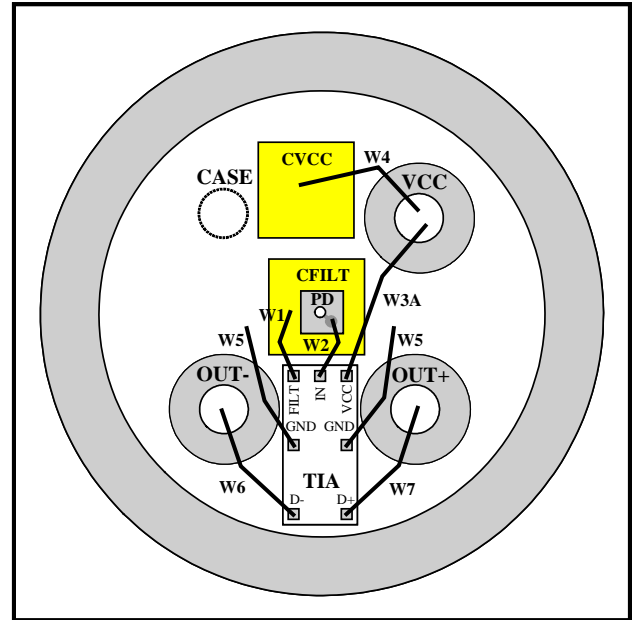


图 1: PIN-TIA ROSA 装配的顶视图 (实例)

图 2 是 TIA 和 ROSA 组件的简化等效电路。由焊线  $W_n$  引起的寄生电感以  $L_n$  ( $n = 1$  至  $7$ ) 表示。L3B 将在本应用笔记的后面章节中介绍。ROSA 与外面的接口包括电源引脚 (VCC)、数据输出引脚 (OUT+ 和 OUT-)，以及连接到模块电路板地上的管壳引脚 (CASE)。

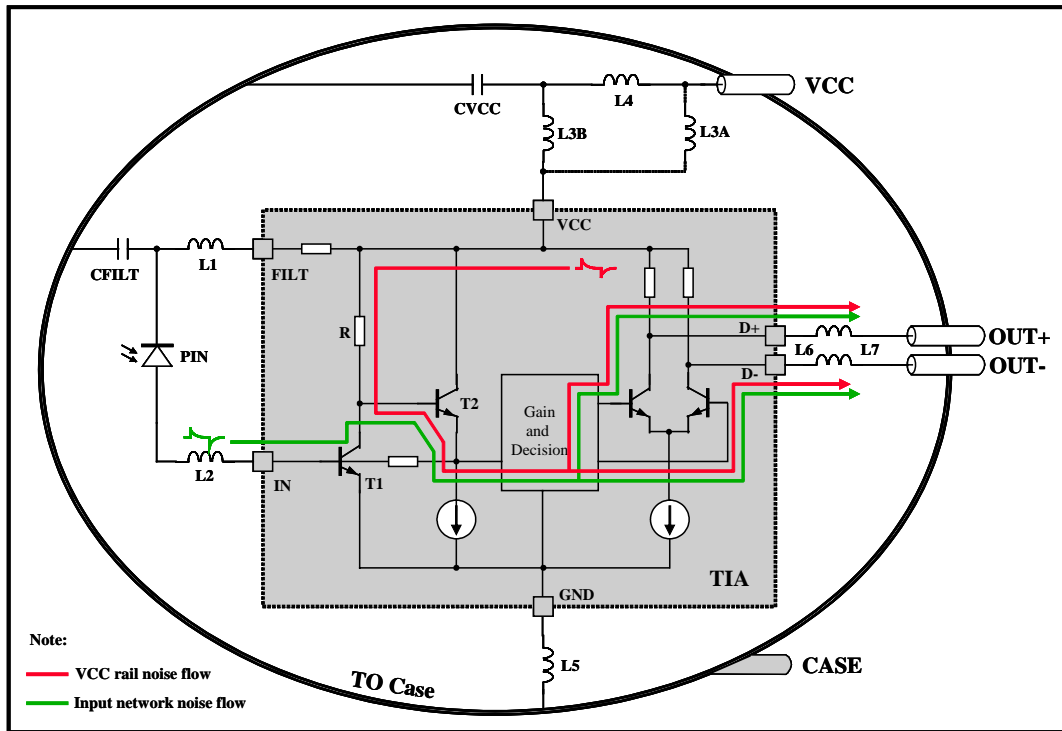


图 2: TIA 和 ROSA 组件的简化等效电路

## 2 噪声原因和性能优化

一般来讲，外部噪声源以两种方式影响 ROSA 输出：

- A) 耦合到 TIA 输入中，和信号一起以同样的方式被放大。

由输入焊线 (W2)、光电二极管和滤波器电容结构组成的 TIA 输入网络拾取的噪声，将被 TIA 前端晶体管 T1 和 T2 放大。然后与光电流承载的信号以同样的方式经过增益级和差分输出。这条噪声通道在图 2 中以“Input network noise flow”标出。

- B) TIA 电源噪声将通过放大器链路传播、放大。

电源噪声通过偏置电阻 (R) 加在 TIA 前端晶体管 (T2) 基极上，并以相似的方式加到其他增益级，作为全部输出信号的一部分传送到差分输出端。

两个参数可以衡量外部噪声对 ROSA 的性能影响：电源噪声抑制和共模-差模转换。

### 2.1 电源噪声抑制

VCC 引脚是外部噪声进入 ROSA 的一条通道。一方面，VCC 噪声能够从 VCC 焊线 (W4 和 W3A) 直接或间接的耦合到 TIA 输入焊线 (W2) 上。另一方面，它也会通过 VCC 焊线 (本例中的 L3A) 传送到 TIA 电源线上。具有良好电源噪声抑制能力的 ROSA 在同样 VCC 引脚噪声情况下，输出受到影响较小。

以下措施可用来优化电源噪声抑制性能:

#### A) 选择恰当电源滤波网络

先将 TO 管座的 VCC 引脚连接至滤波电容 CVCC, 然后再连至 TIA 的 VCC 焊盘 (如图 3 所示), 要比电容和 TIA VCC 焊盘都连在管座的 VCC 引脚上 (图 1) 更加有效。本例中, 焊线 W3A (L3A) 被 W3B (L3B) 替代, 构成图 2 所示的 L-C-L 电源滤波网络。

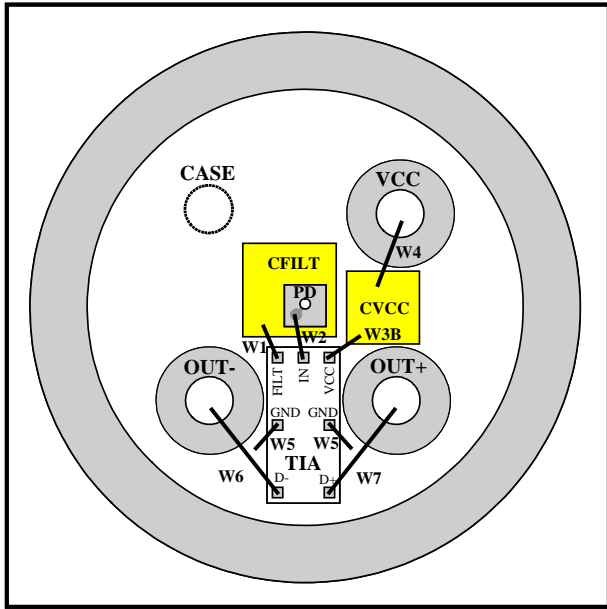


图 3: 改进 ROSA 组件的顶视图

#### B) 减小 VCC 引脚噪声辐射

尽量缩短 W4 的长度有利于减小从 VCC 引脚到其他 TIA 电路的噪声耦合。这就要求将电容 CVCC 靠近 VCC 引脚放置, 在 CVCC 上面选择与 VCC 引脚尽量近的位置放置 W4, 并选择最短的焊线长度。高频特性较好的电容对电源滤波也同样重要。

#### C) 减小对 TIA 输入的耦合

将与 VCC 相关的焊线 (W3B 和 W4) 同 TIA 输入焊线 (W2) 分开, 敏感焊线互相垂直放置是减小串扰的关键。很明显, 图 3 中 W3B 和 W2 耦合要比图 1 中 W3A 和 W2 耦合小得多。

TIA 输入焊线 (W2) 的长度也应通过相对 TO 管座中心偏移滤波电容 (CFILT) 位置来减小, 但仍要保证光电二极管有源区的中心位置。输入焊线 (W2) 的长度也应尽可能的短。

#### D) 优化电源滤波网络的效率

TIA 电源滤波网络 (W3B) 的电感会严重影响对耦合进 TIA 电源噪声的抑制效率。将 CVCC 电容与 TIA 的 VCC 焊盘尽量靠近、选择一个靠近 TIA 的焊线放置点以及缩短焊线长度等措施都非常必要。图 3 应能提供比图 1 更好的 TIA 电源滤波。

## 2.2 共模-差模转换

外部噪声源也可通过输出引脚 (OUT+ 和 OUT-) 影响 ROSA 的性能。输出引脚上的噪声能够影响 TIA 电源。也可以直接或间接的由焊线耦合进 TIA, 经过放大并由 ROSA 差分输出。以下是能抑制共模-差模转换加入噪声的几个措施:

#### A) 减小输出引脚辐射

恰当放置 TIA 并减小输出焊线 (W6 和 W7) 的长度可以限制噪声对 ROSA 组件的直接辐射。

#### B) 减小对 TIA 输入的耦合

输出焊线上的噪声能够直接或间接的耦合进 TIA 输入网络。尽量将输出焊线 (W6 和 W7) 和输入焊线 (W2) 分离, 布置关键焊线时应互相垂直放置。

应重视任何从输出到输入的间接耦合。图 1 中, 输出焊线 (W6 和 W7) 上的噪声能够耦合到地焊线 (W5) 上, 然后进一步耦合到 TIA 输入焊线 (W2) 上。同时, 耦合到地线上的噪声能够被 TIA 地拾取, 加到 T1 基极-集电极结上, 等于增加了 TIA 输入噪声。解决方法是将地焊线 (W5) 和输出焊线 (W6 和 W7) 垂直放置, 并减小它们的长度。

### C) 优化电源滤波网络的效率

有效电源滤波网络通过降低共模-差模转换来减小加到 TIA 电源上的噪声。可采用前面章节中介绍的类似技术。

## 3 结论

本应用笔记分析了外部噪声源是如何影响 ROSA 性能的，提出了改进 ROSA 组件的建议。正确放置 ROSA 各元件位置、减小焊线长度、减小关键焊线间的耦合等措施非常重要。按照这些措施构建 ROSA 将提高其对外部噪声源 (包括发射器和接收器之间串扰) 的抑制能力。