

提供输出复用的四通道 复用跨阻放大器

特点

- -3dB 带宽: 220MHz, 带 2pF 输入电容
- 单端输出
- 74kΩ 跨阻增益
- 输入电流噪声密度: $4.8\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ (200MHz 时, 2pF)
- 积分输入电流噪声: 64nA_{RMS} (200MHz 范围, 2pF)
- 线性输入范围: $0\mu\text{A}$ 至 $30\mu\text{A}$
- 过载电流 $> \pm 400\text{mA}$ 峰值
- 快速过载恢复: 12ns, 1mA
- 快速通道切换: $< 50\text{ns}$
- 5V 单电源
- 功耗: 4 通道 200mW
- 输出摆幅: $2V_{\text{p-p}}$ (100Ω 负载)
- 4mm × 4mm、24 引脚 QFN 封装
- 通过输出 MUX 可组合多个 4 通道器件来创建 4、8、12、16、24、32 通道解决方案

应用

- 激光雷达接收器
- 工业成像

所有注册商标和商标均属各自所有人所有。

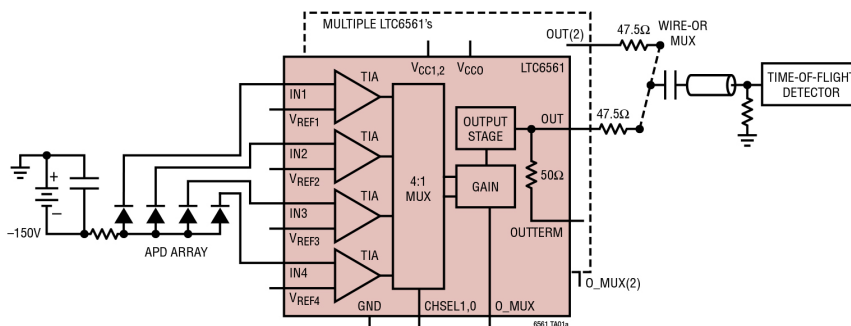
说明

LTC[®]6561 是一款 220MHz 带宽的低噪声、四通道跨阻放大器 (TIA)。LTC6561 多通道跨阻放大器具有低噪声、高跨阻和低功耗特性, 是使用雪崩光电二极管 (APD) 的激光雷达接收器的理想选择。该放大器具有 74kΩ 跨阻增益和 $30\mu\text{A}$ 线性输入电流范围。使用总电容为 2pF 的 APD 输入电路时, 输入电流噪声密度为 $4.5\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ (200MHz)。电容更低时, 噪声和带宽会进一步改善。该器件仅需 5V 单电源, 功耗仅为 200mW。利用内部 4:1 MUX 和 LTC6561 的输出 MUX, 多个 4 通道 LTC6561 器件可以组合在一起, 直接与 8、12、16 和 32 通道 APD 阵列连接。LTC6561 的快速过载恢复和快速通道切换功能使其非常适合用于具有多个 APD 的激光雷达接收器。在 100Ω 负载下, 其单端输出摆幅可达 $2V_{\text{p-p}}$ 。同时, 其低阻抗运放式输出可以驱动后部端接的 50Ω 电缆。

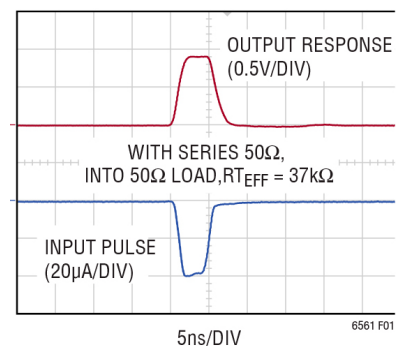
LTC6561 采用紧凑型 4mm × 4mm 24 引脚无铅 QFN 封装, 带有裸露焊盘以实现热管理和低电感。

典型应用

直流耦合输入驱动带后部端接电缆的
时间-数字转换器的典型应用



过载区边缘的脉冲响应
(40μA)



绝对最大额定值

(注释 1)

总电源电压 (V_{CC1} 、 V_{CC2} 、 V_{CC0} 至 GND)5.5V

电压 (CHSEL0、CHSEL1、

O_MUX)-0.3V 至 5.5V

放大器基准电流 (V_{REF1} 、 V_{REF2} 、

V_{REF3} 、 V_{REF4}) ±10mA

放大器基准电压 (V_{REF1} 、 V_{REF2} 、

V_{REF3} 、 V_{REF4})-0.3V 至 3.5V

放大器输入电流 (IN1、IN2、

IN3、IN4)±400mA RMS ±2A 瞬态 (10ns)

放大器输出电流 (OUT、OUTTERM) ... +80mA

工作温度范围

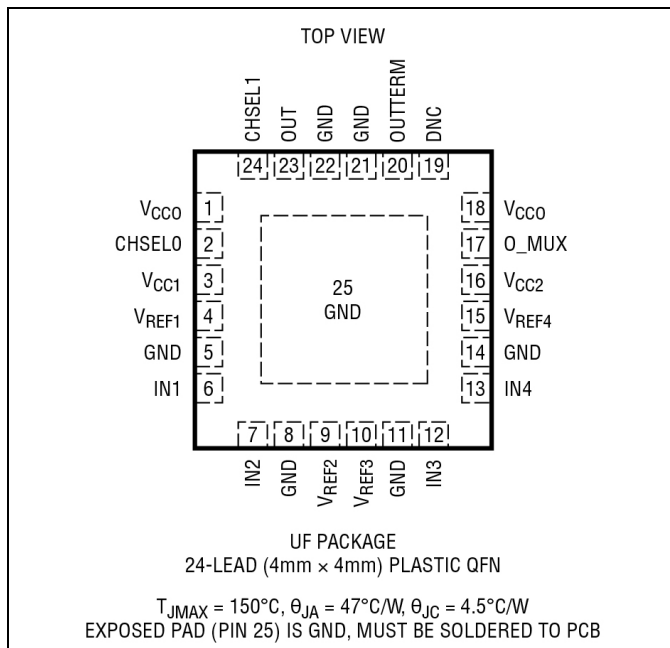
LTC6561I (注释 2) -40°C 至 85°C

LTC6561H (注释 3) -40°C 至 125°C

存储温度范围 -65°C 至 150°C

结温 150°C

引脚配置



订购信息

| 管装 | 卷带和卷盘 | 器件标识* | 封装说明 | 温度范围 |
|----------------|------------------|-------|--------------------------|---------------|
| LTC6561IUF#PBF | LTC6561IUF#TRPBF | 6561 | 24 引脚 (4mm × 4mm) 塑料 QFN | -40°C 至 85°C |
| LTC6561HUF#PBF | LTC6561HUF#TRPBF | 6561 | 24 引脚 (4mm × 4mm) 塑料 QFN | -40°C 至 125°C |

关于具有更宽额定工作温度范围的器件，请咨询 ADI 公司市场部门。*温度等级通过运输容器上的标签识别。

卷带和卷盘规格。某些封装以 500 单元卷盘形式通过指定销售渠道提供，其带有 #TRMPBF 后缀。

交流电气特性

●表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{CC1,2} = V_{CC0} = 5\text{V}$ ， $O_MUX = 0\text{V}$ ， $GND = 0\text{V}$ ， $Z_{LOAD} = 100\Omega$ 。输出为交流耦合。输出从 OUT 引脚获取。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|-------------|---|------------|-----|-----------|------------------------------|
| BW | -3dB 带宽 | $200\text{mV}_{P-P,OUT}$ 且 $C_{IN,TOT} = 2\text{pF}$ | | 220 | | MHz |
| R_T | 小信号跨阻 | $I_{IN} < 2\mu\text{A}_{P-P}$ | 63 47.7 | 74 | 85 101 | k Ω |
| R_{IN} | 输入阻抗 | $f = 100\text{kHz}$ | | 236 | | Ω |
| R_{OUT} | 输出阻抗 | $f = 100\text{kHz}$ | | 3 | | Ω |
| I_n | 输入电流噪声密度 | $f = 100\text{MHz}$, $C_{IN,TOT} = 2\text{pF}$ | | 4.3 | | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | | $f = 200\text{MHz}$, $C_{IN,TOT} = 2\text{pF}$ | | 4.8 | | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | 积分输入电流噪声 | $f = 0.1\text{MHz}$ 至 100MHz , $C_{IN,TOT} = 2\text{pF}$ | | 43 | | nA_{RMS} |
| | | $f = 0.1\text{MHz}$ 至 200MHz , $C_{IN,TOT} = 2\text{pF}$ | | 64 | | nA_{RMS} |
| | 相邻通道隔离 | $f = 100\text{MHz}$ | | -45 | | dB |
| | 非相邻通道隔离 | $f = 100\text{MHz}$ | | -65 | | dB |
| $t_{RECOVER}$ | 过载恢复时间 | 输入脉冲 = 1mA | | 12 | | ns |
| t_{SWITCH} | 频道切换时间 | 直流耦合输入 | | 50 | | ns |
| t_{OMUX_SWITCH} | 输出 MUX 切换时间 | 直流耦合输入 | | 50 | | ns |

直流电气特性 ●表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{CC1,2} = V_{CC0} = 5\text{V}$ ， $O_MUX = 0\text{V}$ ， $GND = 0\text{V}$ ， $Z_{LOAD} = 100\Omega$ 。输出为交流耦合。输出从 OUT 引脚获取。

| 符号 | 参数 | 条件 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|------|------|------|---------------|
| IN1、2、3、4 引脚和 $V_{REF1,2,3,4}$ 引脚 | | | | | | | |
| V_{IN} | 输入偏置电压 | 活动通道 | ● | 1.43 | 1.55 | 1.64 | V |
| | | 非活动通道 | ● | 1.25 | | 1.76 | V |
| V_{REF} | 输入基准电压 | 活动通道 | | 0.78 | 0.93 | 1.38 | V |
| | | 非活动通道 | | 0.70 | | 1.53 | V |
| 失调 | $V_{IN} - V_{REF}$ | 活动通道 | | -12 | | 12 | mV |
| | | 非活动通道 | | -741 | | -116 | mV |
| OUT 引脚 | | | | | | | |
| V_{OUT} | 输出默认电压 | $O_MUX = 0\text{V}$ | ● | 0.83 | 1.10 | 1.47 | V |
| | | $O_MUX = 3.3\text{V}$ ，独立器件 | ● | 0.79 | | 1.67 | V |
| | | | ● | 0.32 | 0.60 | 0.88 | V |
| | | | ● | 0.28 | | 0.92 | V |
| OVR | 输出电压范围 | I_{IN} 电流范围 = 0 至 $-50\mu\text{A}$ | ● | 1.22 | 1.90 | 2.58 | V_{P-P} |
| | | | | 0.98 | | 2.80 | V_{P-P} |
| OUTTERM | 可选输出的内部串联电阻 | | | 44 | 56 | 70.8 | Ω |
| CHSEL0、CHSEL1、O_MUX 引脚，带内部下拉电阻 | | | | | | | |
| V_{IL} | | | ● | | | 0.7 | V |
| V_{IH} | | | ● | 1.5 | | | V |
| I_{IL} | 引脚电压 = 0.7V | | ● | 16.9 | 20.7 | 26.0 | μA |
| | | | ● | 15.4 | | 28.0 | μA |
| I_{IH} | 引脚电压 = 1.5V | | ● | 37 | 47 | 57 | μA |
| | | | ● | 34 | | 62 | μA |
| C_{IN} | 输入电容 | | | | 1.5 | | pF |
| R_{IN} | 输入电阻 | | | 22 | 29 | 35 | k Ω |
| | | | ● | 21 | | 37 | k Ω |
| 电源 | | | | | | | |
| V_S | 工作电源电压 | | | 4.75 | 5 | 5.25 | V |
| $I_{CC1,2}$ | 输入电源电流 | V_{CC1} 和 V_{CC2} 内部相连 | | 29.0 | 36.3 | 44.0 | mA |
| | | | ● | 26.8 | | 45.8 | mA |
| I_{CC0} | 输出电源电流 | 两个 V_{CC0} 引脚内部相连 | | 1.8 | 2.3 | 2.8 | mA |
| | | | ● | 1.7 | | 2.9 | mA |
| I_S | 总电源电流 ($I_{S(V_{CC1,2})} + I_{S(V_{CC0})}$) | | ● | 30.8 | 38.6 | 46.8 | mA |
| | | | ● | 28.5 | | 48.7 | mA |
| $PSRR(V_{CC1,2})$ | 输入电源抑制比 | $V_{CC1,2} = 4.75\text{V}$ 至 5.25V ， $V_{CC0} = 5\text{V}$ | ● | 21 | 25 | | dB |
| | | | ● | 15 | | | dB |
| $PSRR(V_{CC0})$ | 输出电源抑制比 | $V_{CC0} = 4.75\text{V}$ 至 5.25V ， $V_{CC1,2} = 5\text{V}$ | ● | 34 | 40 | | dB |
| | | | ● | 33 | | | dB |

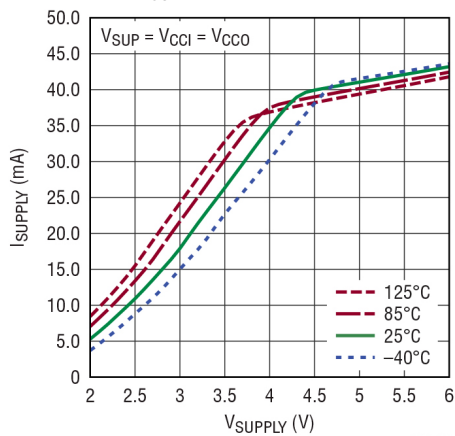
注释 1: 注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。在任何绝对最大额定值条件下长期工作会影响器件的可靠性和使用寿命。

注释 2: LTC6561I 保证满足 -40°C 至 85°C 温度范围内的额定性能要求。

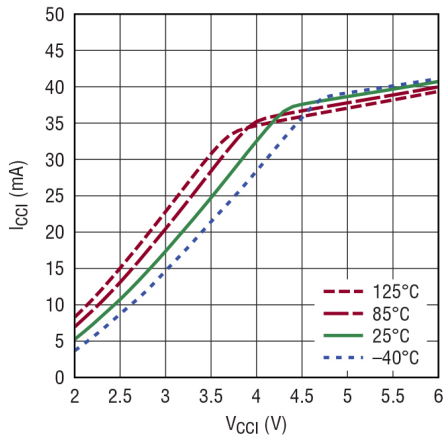
注释 3: LTC6561H 保证满足 -40°C 至 125°C 温度范围内的额定性能要求。

典型性能参数

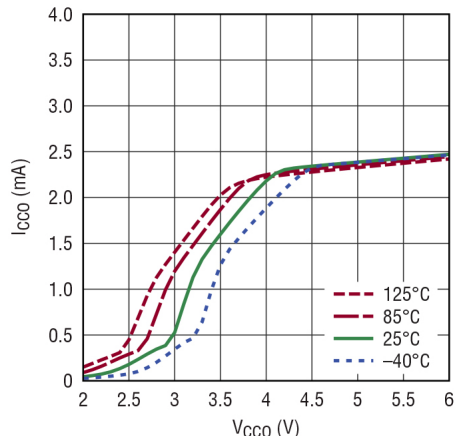
不同温度下 I_{SUPPLY} 与 V_{SUPPLY} 的关系



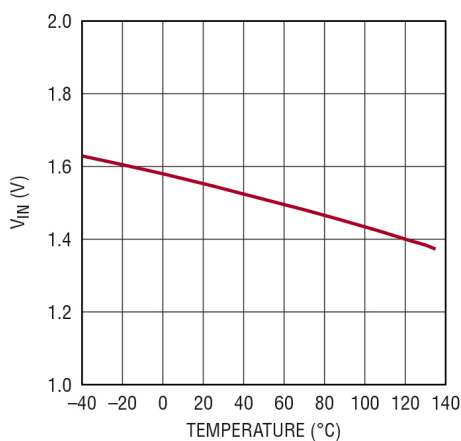
不同温度下 I_{CCI} 与 V_{CCI} 的关系



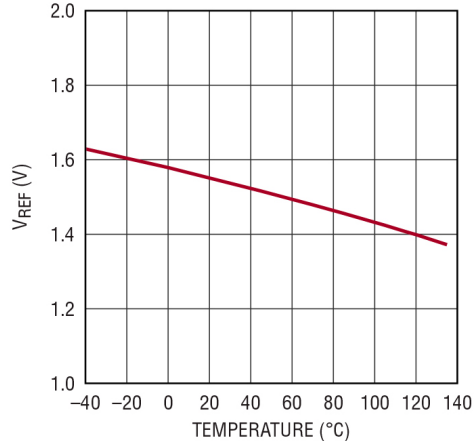
不同温度下 I_{CCO} 与 V_{CCO} 的关系



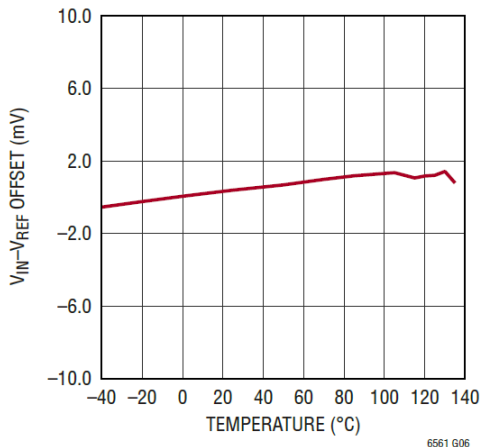
V_{IN} 与温度的关系



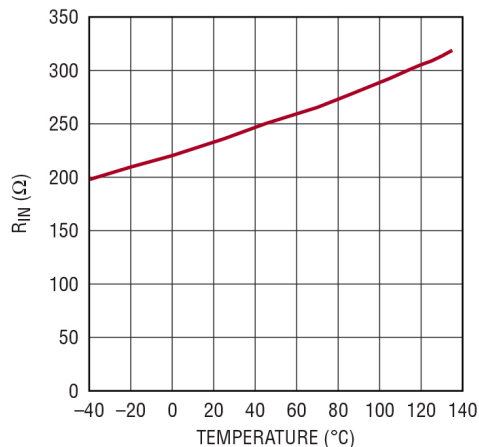
V_{REF} 与温度的关系



$V_{IN}-V_{REF}$ 失调与温度的关系

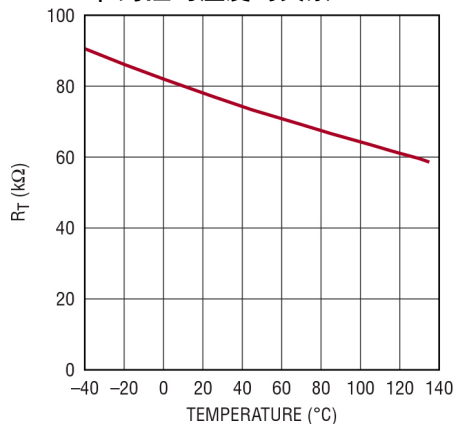


R_{IN} 与温度的关系

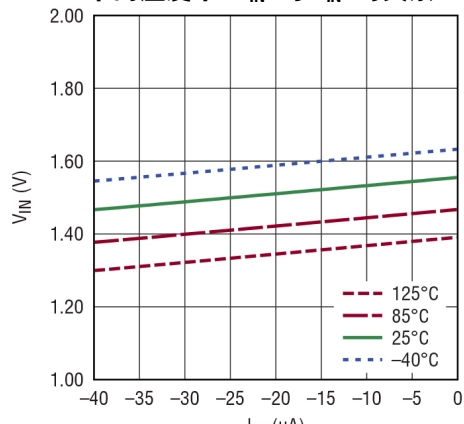


典型性能参数

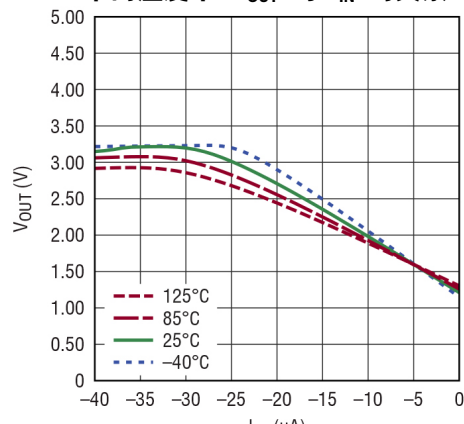
R_T 跨阻与温度的关系



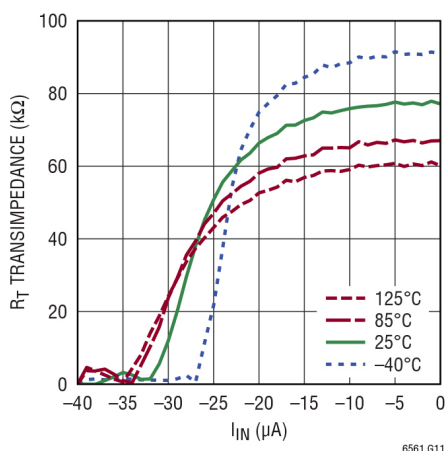
不同温度下 V_{IN} 与 I_{IN} 的关系



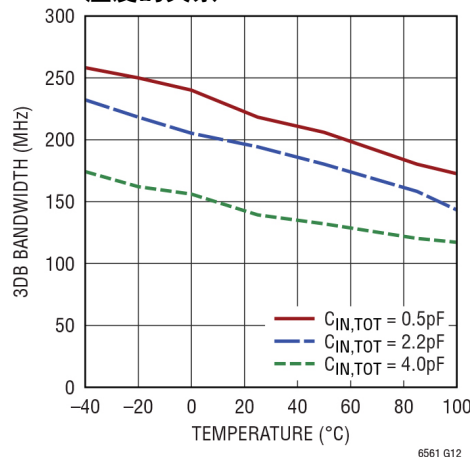
不同温度下 V_{OUT} 与 I_{IN} 的关系



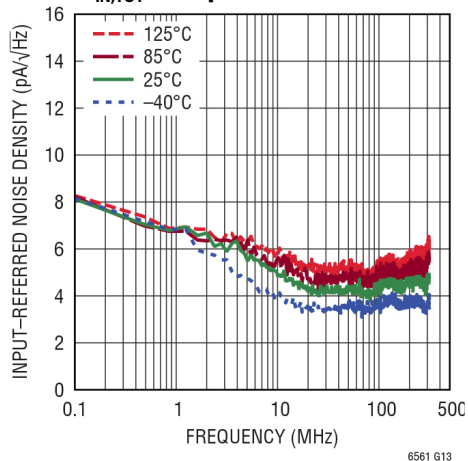
不同温度下 R_T 跨阻与 I_{IN} 的关系



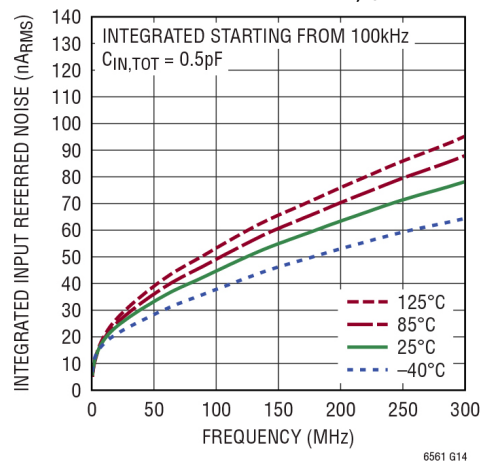
不同 $C_{IN,TOT}$ 下 3dB 带宽与温度的关系



折合到输入端的噪声密度, $C_{IN,TOT} = 0.5pF$

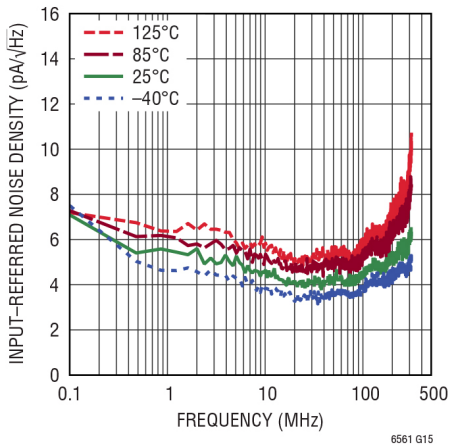


不同温度下折合到输入端的积分噪声与带宽的关系, $C_{IN,TOT} = 0.5pF$

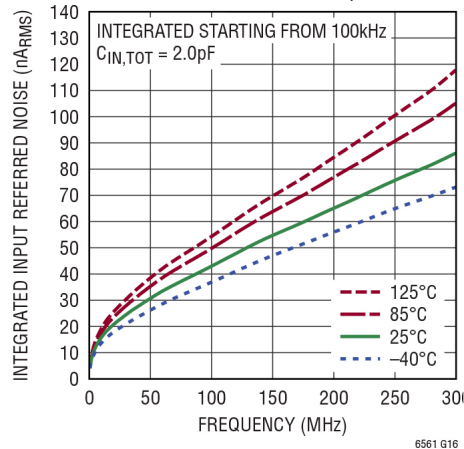


典型性能参数

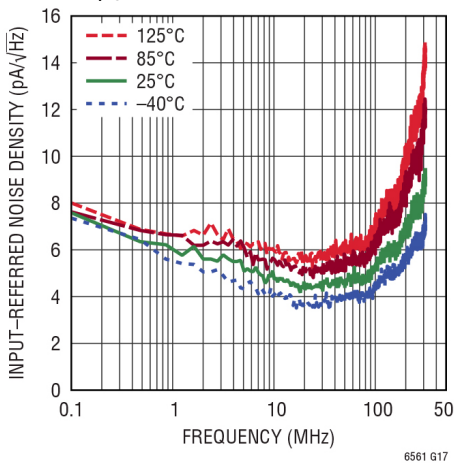
折合到输入端的噪声密度,
 $C_{IN,TOT} = 2.0pF$



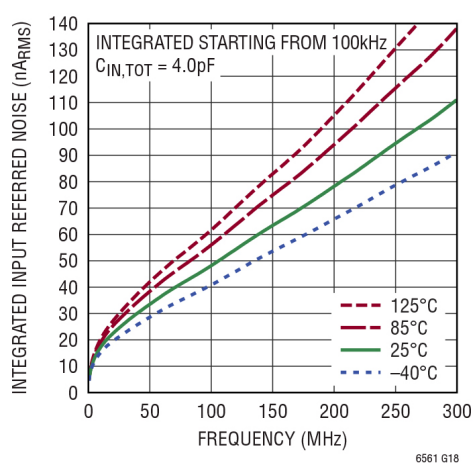
不同温度下折合到输入端的积分
噪声与带宽的关系, $C_{IN,TOT} = 2.0pF$



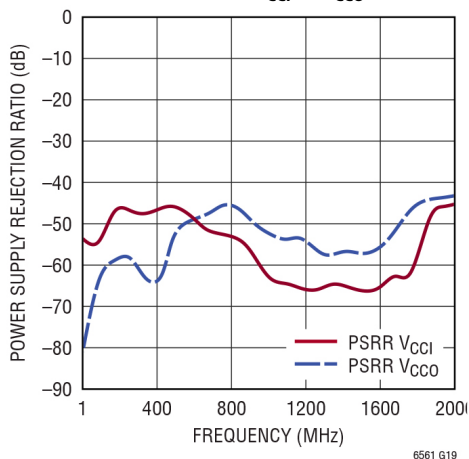
折合到输入端的噪声密度,
 $C_{IN,TOT} = 4.0pF$



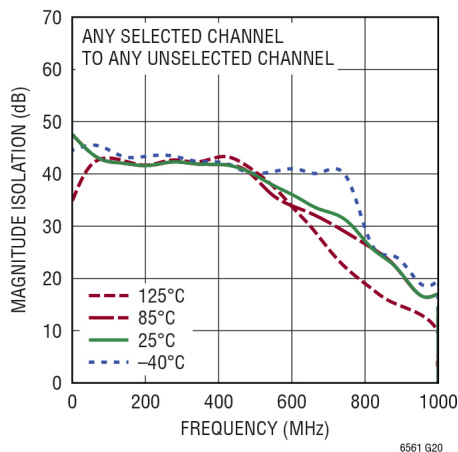
不同温度下折合到输入端的积分
噪声与带宽的关系, $C_{IN,TOT} = 4.0pF$



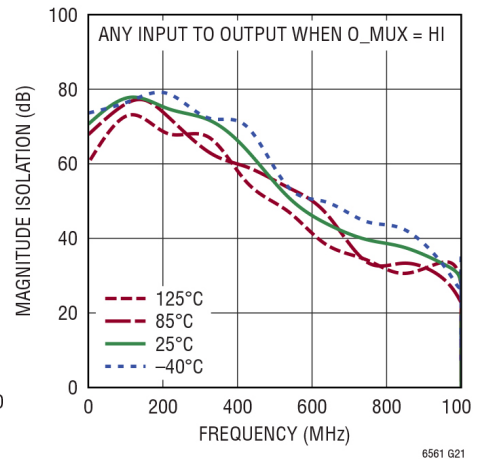
PSRR 输出到 V_{CC1} 、 V_{CC0}



不同温度下通道间隔离与频率的
关系

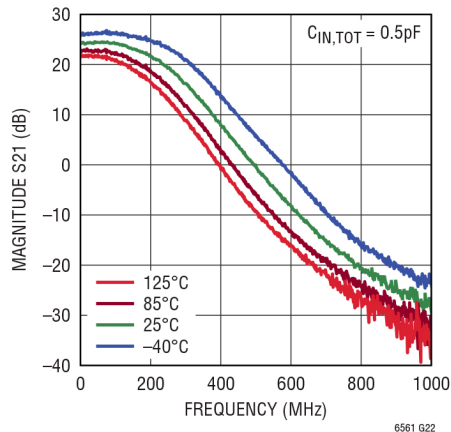


不同温度下 O_MUX 隔离与频率
的关系

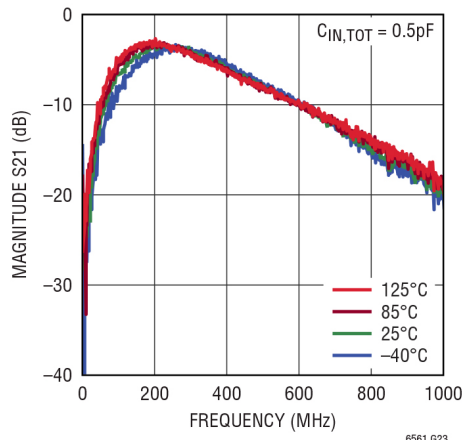


典型性能参数

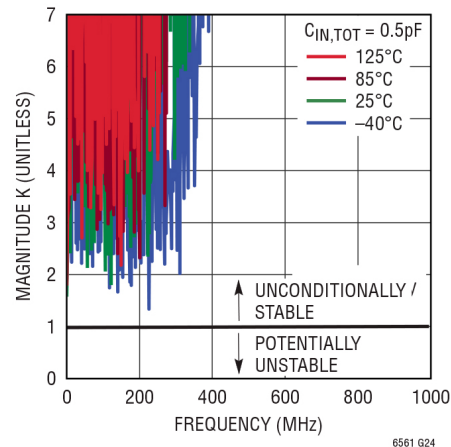
不同温度下 S21 (增益) 与频率的关系



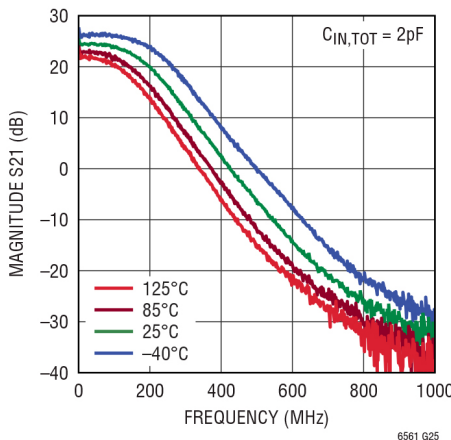
不同温度下 S22 与频率的关系



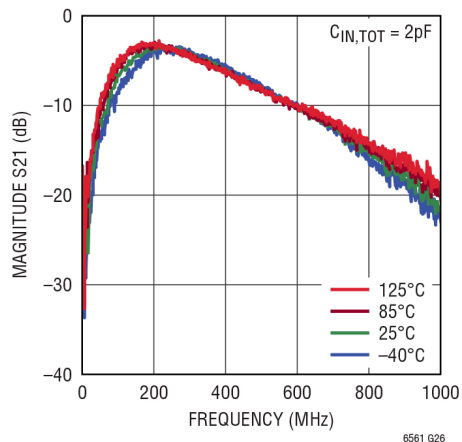
不同温度下稳定因子 K 与频率的关系



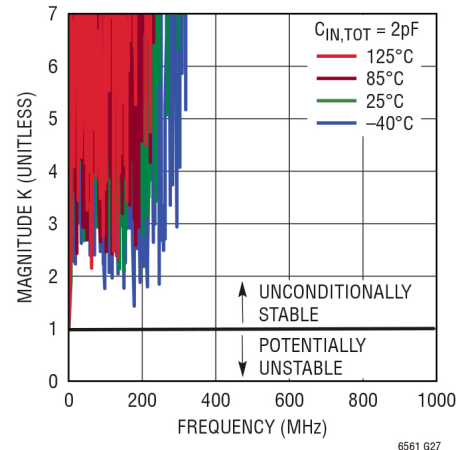
不同温度下 S21 (增益) 与频率的关系



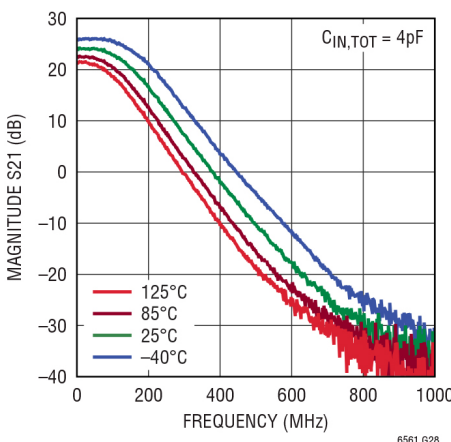
不同温度下 S22 与频率的关系



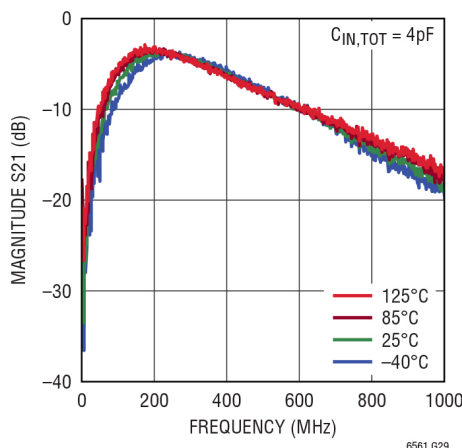
不同温度下稳定因子 K 与频率的关系



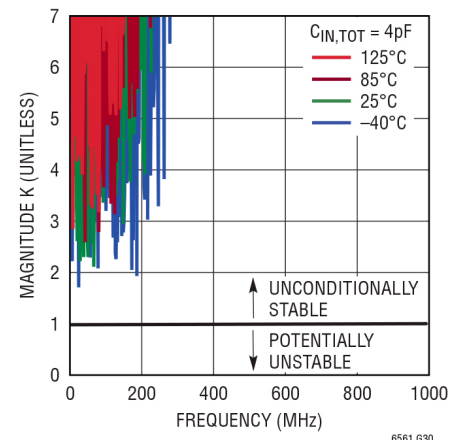
不同温度下 S21 (增益) 与频率的关系



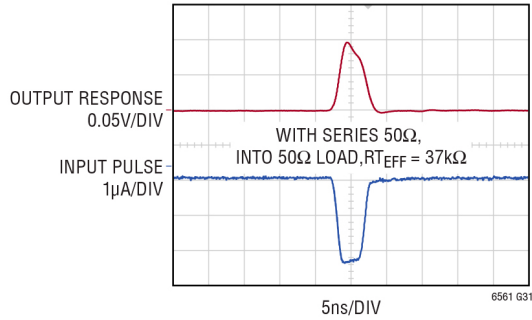
不同温度下 S22 与频率的关系



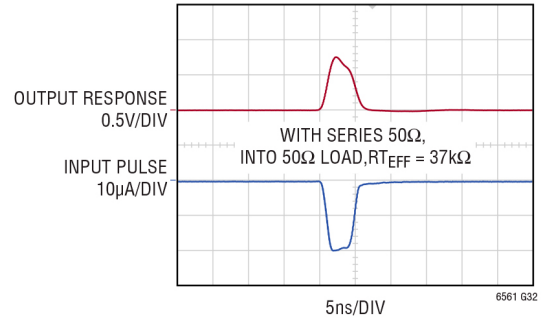
不同温度下稳定因子 K 与频率的关系



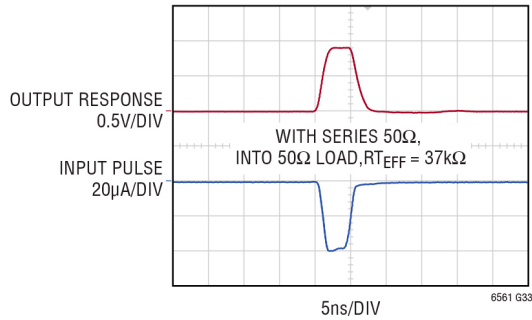
脉冲响应线性范围 (2.5 μ A)



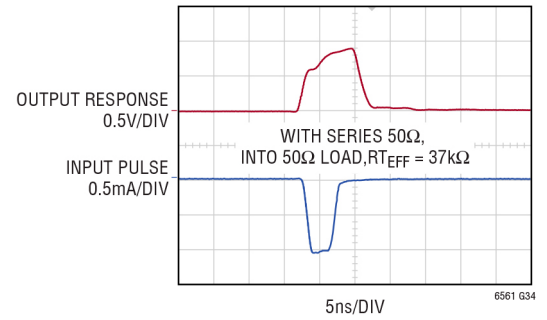
脉冲响应线性范围 (20 μ A)



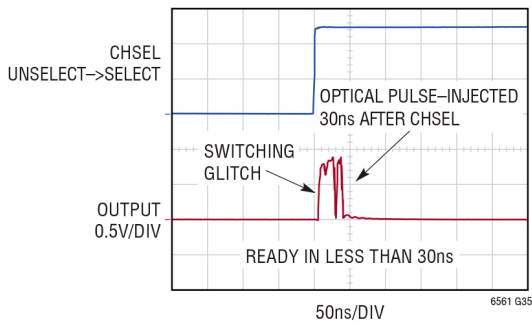
脉冲响应过载区域 (40 μ A)



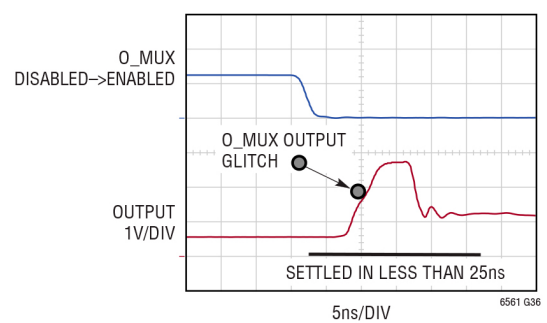
脉冲响应过载区域 (1mA)



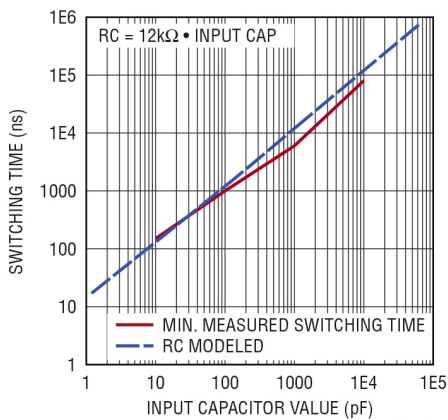
通道选择切换时间, 直流耦合输入



O_MUX 切换时间, 直流耦合输入

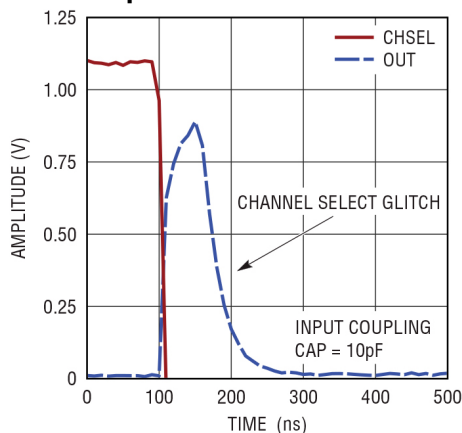


交流耦合输入的 O_MUX 和通道切换时间



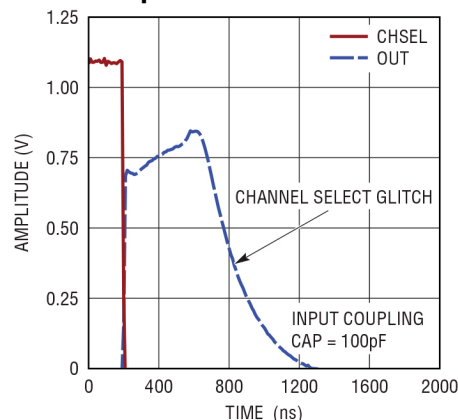
6561 G37

通道切换毛刺, 交流耦合输入, 10pF



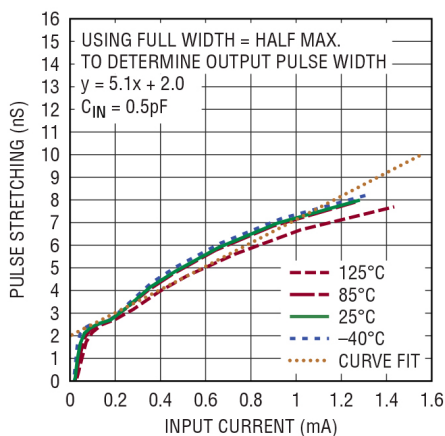
6561 G39

通道切换毛刺, 交流耦合输入, 100pF



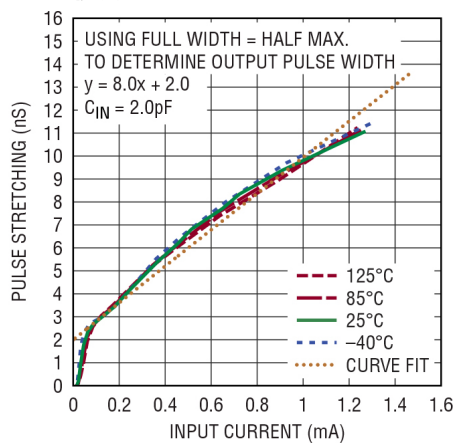
6561 G39

脉冲展宽, $C_{IN} = 0.5pF$, 使用 FWHM



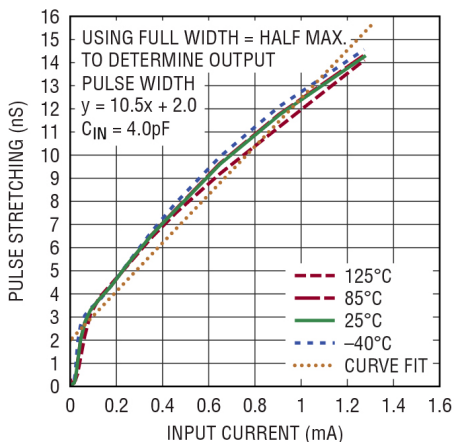
6561 G40

脉冲展宽, $C_{IN} = 2.0pF$, 使用 FWHM



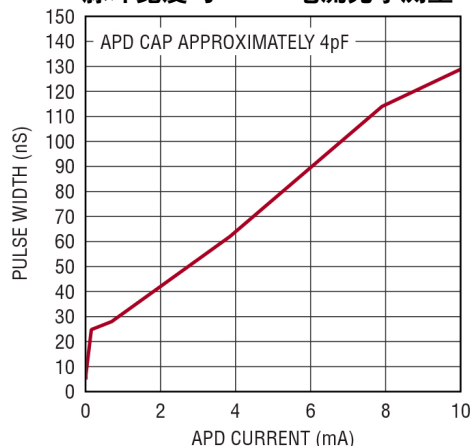
6561 G41

脉冲展宽, $C_{IN} = 4.0pF$, 使用 FWHM



6561 G42

脉冲宽度与 APD 电流光学测量



6561 G43

引脚功能

V_{CC0} (引脚 1、18): 输出级的正电源。通常为 5V。对于单电源供电, V_{CC0} 可以与 V_{CC1} 或 V_{CC2} 相连。应在 V_{CC0} 与地之间尽可能靠近放置 1000pF 和 0.1μF 旁路电容。两个 V_{CC0} 引脚内部相连。

CHSEL0 (引脚 2): 通道选择的 LSB。CMOS 输入。CHSEL0 引脚具有 29kΩ 内部下拉电阻。默认值为 0V。

V_{CC1}、V_{CC2} (引脚 3、16): 正电源。通常为 5V。应在 V_{CC1,2} 与地之间尽可能靠近放置 1000pF 和 0.1μF 旁路电容。V_{CC1} (引脚 3) 和 V_{CC2} (引脚 16) 内部相连。

V_{REF1}、V_{REF2}、V_{REF3}、V_{REF4} (引脚 4、9、10、15): 跨阻放大器通道 1、2、3、4 的基准电压引脚。此引脚设置每个跨阻放大器的输入电压。V_{REF} 引脚具有约 1.4k 的戴维宁等效电阻, 可通过外部电压过驱。如果没有电压施加到 V_{REF}, 则在 5V 电源下, 它会浮动到大约 1.55V 的默认电压。应使用至少 0.1μF 的高质量陶瓷旁路电容旁路每个 V_{REF} 引脚。旁路电容应靠近其 V_{REF} 引脚。

GND (引脚 5、8、11、14、21、22, 裸露焊盘引脚 25): 负电源。一般接地。所有 GND 引脚和裸露焊盘必须连接到相同电压。裸露焊盘 (引脚 25) 应有多个过孔连接到下方接地层, 以实现低电感和良好的热传递。

IN1、IN2、IN3、IN4 (引脚 6、7、12、13): 跨阻放大器通道 1、2、3、4 的输入引脚。此引脚内部偏置为 1.55V。有关具体建议, 请参阅“应用”部分。

O_MUX (引脚 17): 输出 MUX 是控制输出复用功能的数字输入。该引脚用于将多个 LTC6561 在输出端组合使用。当 O_MUX 为低电平时, 输出使能。当 O_MUX 为高电平时, 所有 4 个输入与输出解耦。其默认值为 0V。除非第二个 LTC6561 在输出端直流耦合, 否则该 MUX 引脚无效。关于如何通过 O_MUX 来利用多个 LTC6561 扩展通道数, 请参阅“应用”部分。O_MUX 引脚具有 29kΩ 内部下拉电阻。

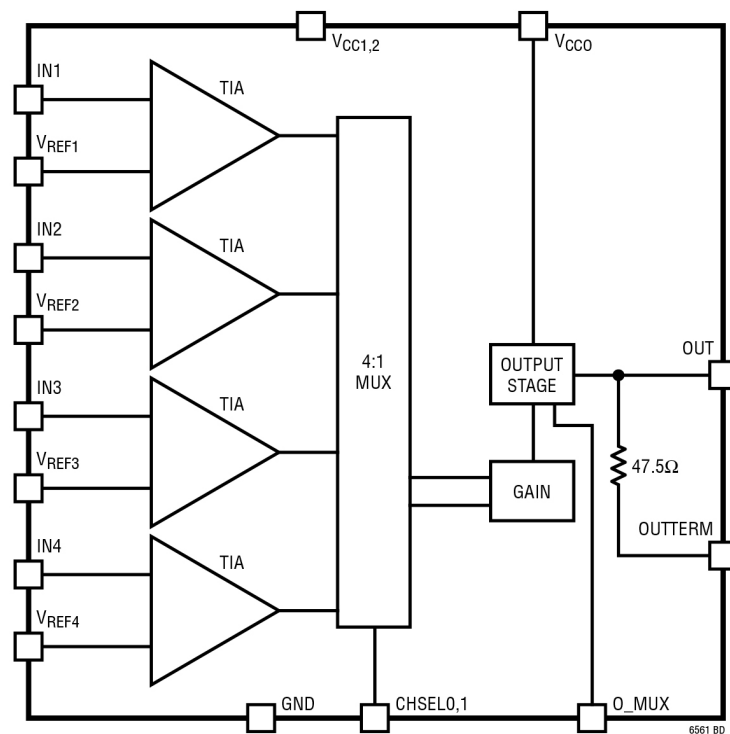
DNC (引脚 19): 不连接。请勿连接。

OUTTERM (引脚 20): TIA 输出, 内部串联 50Ω 电阻。

OUT (引脚 23): TIA 输出, 无内部串联 50Ω 电阻。

CHSEL1 (引脚 24): 通道选择的 MSB。CMOS 输入。CHSEL1 引脚具有 29kΩ 内部下拉电阻。默认值为 0V。

框图



操作

LTC6561 是一款四通道跨阻放大器 (TIA)，集成一个 4:1 多路复用器。每个跨阻放大器将输入电流转换为输出电压。集成多路复用器可简化系统设计，同时节省空间和功耗。此外，通过输出多路复用器功能 (O_MUX) 可以组合使用多个 4 通道 LTC6561 器件。很容易将 8 个、12 个、16 个或 32 个输入通道复用为单路输出。

在典型的激光雷达应用中，LTC6561 放大 APD 的输出电流。APD 偏置到击穿附近以实现高电流增益。在强光照射下，APD 会传导大电流，常常超过 1A。LTC6561 能够在如此大的过载电流中安然无恙并迅速恢复。在恢复期间，任何 TIA 都不受后续脉冲的影响。LTC6561 可在不到 12ns 的时间内从 1mA 饱和事件中恢复，不会反相，从而最大限度地减少这种形式的数据丢失。当输入电流水平超出线性范围时，输出脉冲宽度将变宽。但是，恢复时间仍为数十纳秒 (ns)。关于脉冲展宽与输入电流的关系，请参见图 7b 和图 8a。

LTC6561 内部有多个级。第一级是跨阻放大器。第二电压增益级通向最终输出缓冲器，可将 $2V_{P-P}$ 摆幅的信号驱动至 100Ω 负载。

为提高激光雷达的空间分辨率，常常以阵列形式部署许多 APD。为实现最大带宽，每个 APD 像素必须具有专用 TIA，因为增加 C_{IN} 会减少带宽。LTC6561 复用功能支持紧凑的多通道设计，无需外部多路复用器。多个 LTC6561 可以与 APD 阵列配合使用，从而最大限度地减少走线电容和解决方案尺寸。

通道选择

| CHSEL1 | CHSEL0 | O_MUX | 活动通道 |
|--------|--------|-------|------|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 0 | 0 | 3 |
| 1 | 1 | 0 | 4 |
| X | X | 1 | 高阻态 |

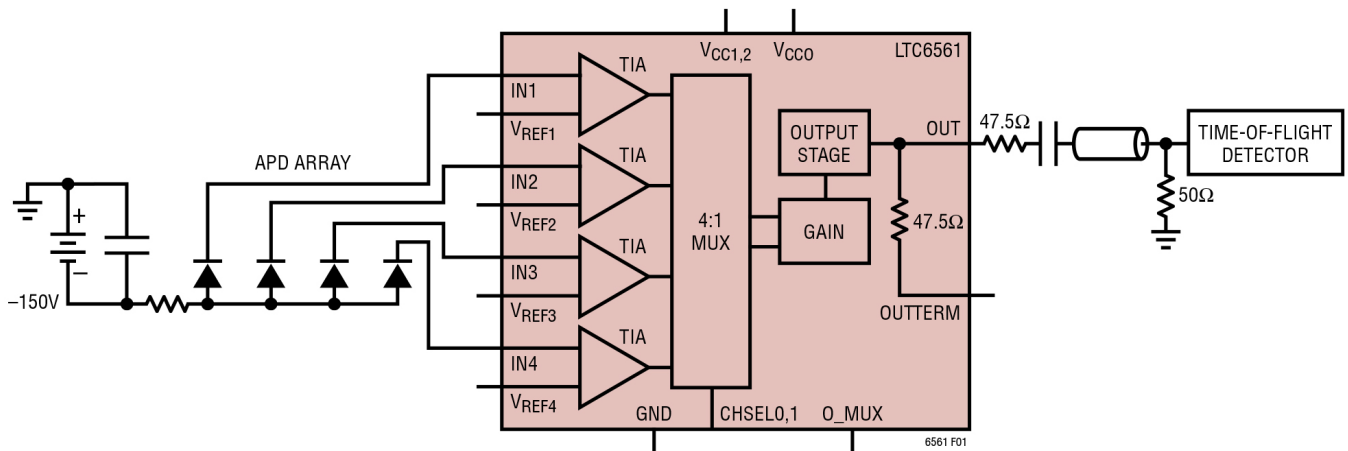


图 1. 直流耦合输入驱动带后部端接电缆的 TDC 的典型应用

应用信息

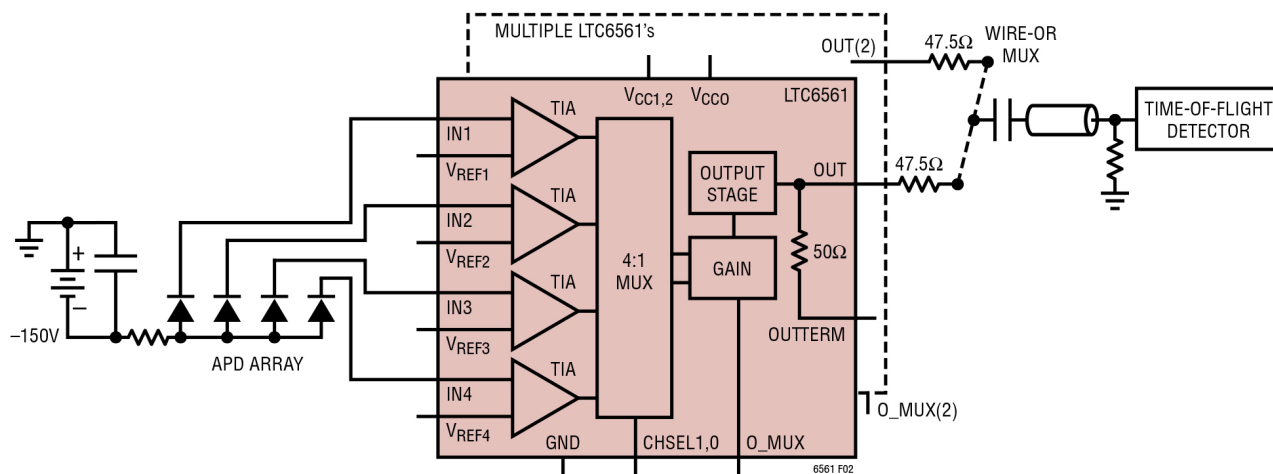


图 2. 复用输出的典型应用

PCB 布局布线

LTC6561 的输入 ($V_{CC1,2}$) 和输出 (V_{CC0}) 均有独立的电源引脚。 V_{CC1} (引脚 3) 和 V_{CC2} (引脚 16) 内部相连。 V_{CC0} 引脚 (引脚 1 和 18) 同样内部相连。提供重复电源引脚的目的是简化布局。一组电源引脚应通过 1000pF 和 0.1 μ F 电容旁路至地。为实现最佳工作性能，输出和输入电源应设置为相同的电压。

LTC6561 的每个 V_{REF} 引脚内置小型旁路电容，其连接在相应引脚和地之间以确保输入噪声很低。为使输入噪声尽可能低，各 TIA 的 V_{REF} 引脚应通过高质量 1000pF 陶瓷电容旁路至地。该旁路电容应靠近各 V_{REF} 引脚并远离输入引脚，以免意外耦合到输出。

输出考虑

LTC6561 的输出级是低阻抗驱动器。使用 OUT 引脚时，必须增加一个 47.5 Ω 串联电阻以匹配 50 Ω 传输线路和设备。如果使用 OUTTERM 引脚，47.5 Ω 电阻已内置，无需外部元件。一次只能使用其中一个输出。在单端输出端，休止电压约为 1.0V。加载 100 Ω 或更高负载时，输

出可以摆动到 3V。这相当于 2V_{P-P} 摆幅。如果负载为 50 Ω ，则只能实现 1V_{P-P} 摆幅，因为在串联输出电阻上电压会下降一半。输出必须用 400 Ω 以下的低阻抗负载端接。如果直接在高阻抗示波器中测量输出，输出下降沿会失真，因为 LTC6561 的灌电流能力有限。监视输出时，务必将示波器的输入端设置为 50 Ω 。

输入考虑——交流或直流耦合

APD 到 TIA 的输入耦合是一个关键设计方面，有许多因素需要权衡。直流耦合输入最简单，需要的元件最少，将 APD 直接耦合到 TIA 即可。在直流情况下，切换时间很快 (<50nS)，饱和和恢复时间最短。然而，直流耦合可能造成 APD 暗电流和环境光部分泄漏。这些直流分量可能降低 TIA 的动态范围。使用直流电流抵消方法可以恢复 TIA 的动态范围，即在 TIA 输入端注入电流来抵消 APD 的直流电流分量。TIA 的输入必须采取措施，因为电流注入也会注入噪声。

交流耦合输入情况会阻止所有直流输入，保留 TIA 的全部动态范围。参见图 3。

应用信息

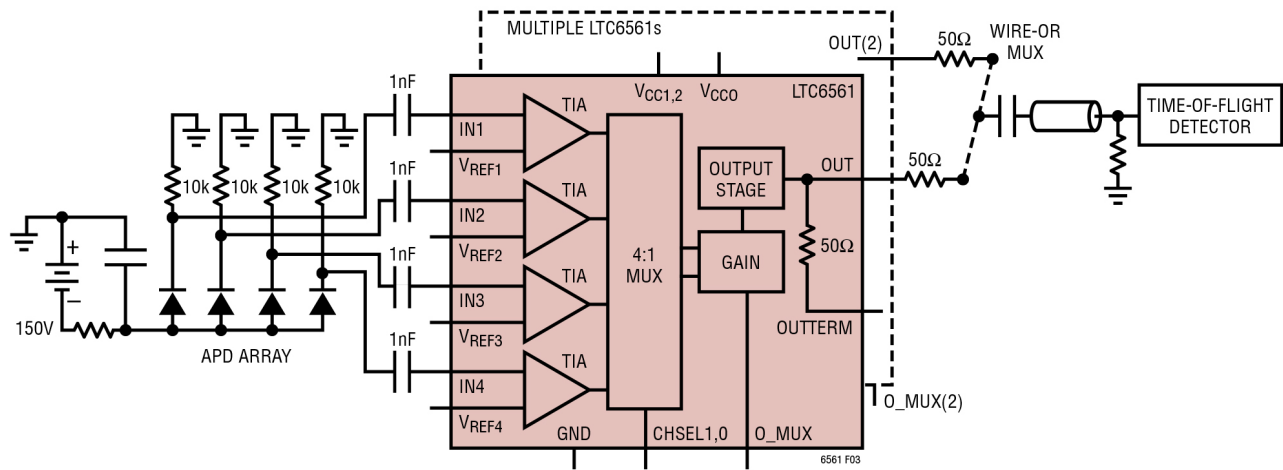


图 3. 复用输出的典型应用

但是，交流耦合电容的选择会影响切换时间。使用 CHSEL 或 O_MUX 控制将通道从非活动状态切换为活动状态时，输出端将出现毛刺。（见图5和图6）在毛刺稳定之前，TIA 将无法提供所需的输入脉冲。毛刺建立时间取决于交流耦合电容值。必须仔细考量交流耦合电容的值。图 4 显示了切换时间与耦合电容的关系。

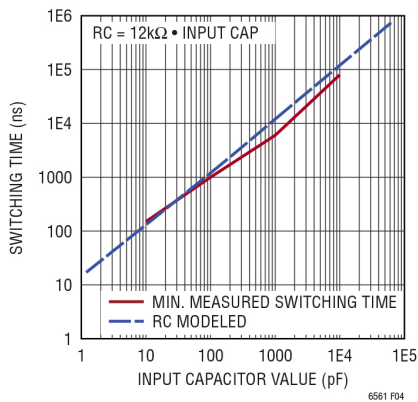


图 4. 交流切换时间

为使动态范围最大化，LTC6561 的输入仅限于负电流脉冲（电流流出 LTC6561）。当使用负偏置 APD 时，TIA 输入可以交流或直流耦合到 APD 阴极。

当使用正偏置 APD 时，输入必须以交流耦合方式从 APD 阳极取得。

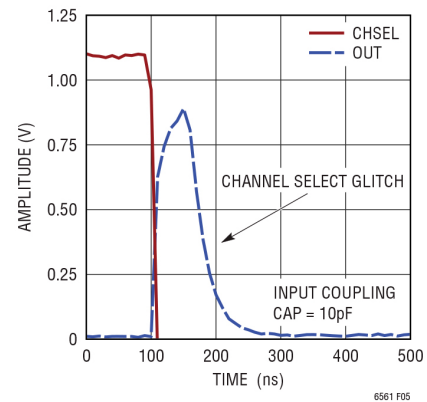


图 5. 切换毛刺 10pF

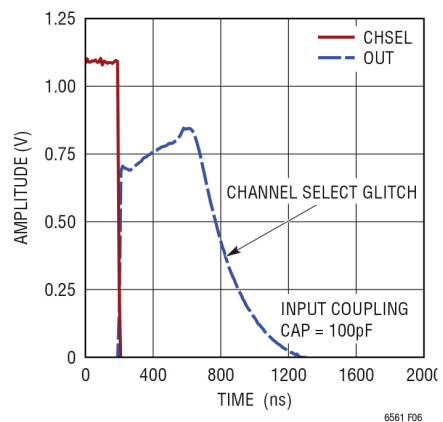


图 6. 切换毛刺 100pF

应用信息

将 APD 耦合到 TIA 至关重要（无论直接直流耦合还是交流耦合），建议使用 10pF 至 100pF 的小型交流耦合电容。

通道选择

LTC6561 有四个 TIA 输入。活动通道通过两个通道选择位 CHSEL0 和 CHSEL1 来选择。选择一个通道时，其直流输入电压约为 1.5V；取消选择时，其输入电压降至 0.9V。重新选择的通道要等到其交流耦合电容充电至 1.5V 之后才会激活，导致切换时间变慢。使用较大交流耦合电容时，切换时间可能延长到 μs 范围。采用直流耦合时，LTC6561 切换通道的时间不到 50ns。非活动通道与活动通道之间的隔离度超过 45dB，以防止串扰。相邻通道输入线路之间必须有接地隔离，以使通道间耦合最小，这点至关重要。

输出复用

输出 MUX (O_MUX) 需要至少一个其他 LTC6561 器件才能以主/从关系工作。为了复用多个 LTC6561，这些器件的输出端需要共享一个直流连接。任何时候都必须选择一个 LTC6561 输出，即将其 O_MUX 引脚设置为低电平。要禁用其余输出，须将其他 O_MUX 引脚驱动为高电平。选择的 LTC6561 会有效掌控其他器件。建议在串联 40-50 Ω 电阻之后将输出直流耦合，这样将能限制未选择输出的反射。所有时候都必须选择至少一个 LTC6561 输出。

在默认模式下，O_MUX 为低电平，故 LTC6561 输出使能。显然，如果只有一个 LTC6561，那么将 O_MUX 引脚设置为高电平不会发生复用，但输出将与所有输入隔离。

输入电容

与大多数 TIA 一样，输出脉冲的带宽和上升时间与输入电容有着密切的关系。要接收窄脉冲，建议使用低电容 APD 传感器。同样，输入端的走线电容和寄生焊盘电容应尽可能小。所有 LTC6561 曲线都涉及 $C_{\text{IN,TOT}}$ ，其为总输入电容，

包括 APD 传感器、走线布线和寄生电容。LTC6561 的复用功能允许短路输入耦合到各个 APD，从而为 APD 阵列提供更紧凑的解决方案。

即使在强过驱条件下，每个 TIA 输入的内部保护电路也能保护 LTC6561。外部保护二极管会增加总输入电容并延缓上升时间，大多数应用电路不需要外部保护二极管。输出上升时间可以使用以下关系根据放大器带宽来估算：

$$\text{上升时间} = \frac{0.35}{\text{BW}}$$

ADP 偏置

适当的 APD 偏置是产生高保真输出并保护 APD 和 TIA 的关键。如前所述，负偏置 APD 会提供最低输入电容，并允许 APD 直流耦合到 TIA。为使光学增益保持稳定，应对 APD 偏置进行温度补偿。需要串联淬灭电阻来限制最大电流，从而保护 APD 和 TIA 免受损坏。典型 APD 偏置网络的例子如图 9 所示。从负偏置输入开始，两个大尺寸 10kW 电阻可以消耗最大脉冲功率。这些电容通过 1nF 电容去耦。向 APD 方向移动，第二个较小的淬灭电阻 50 Ω 通过两个 0.047 μF 电容去耦。这个较小的淬灭电阻用于抑制光输入大脉冲引起的振铃，尤其是在高压摆率情况下。APD 偏置电压可能高于 200V，因此所有电容都必须有高电压额定值。

大幅改善 LTC6561 的动态范围

LTC6561 的 30 μA 线性输入范围相当可观，不过仍能大幅改善输入电流精确测量的范围。测量范围可从 30 μA 增加到至少 3mA，电流测量范围提高 100 倍！当输入电流超出线性范围时，输出脉冲幅度会饱和。在饱和状态下，脉冲宽度以可预测的方式变宽。脉冲展宽与输入电容相关，但幸运的是，其对温度不敏感。

应用信息

使用 FT2563 评估板可演示此行为。该评估板使用 2k 串联电阻将电压脉冲转换为电流脉冲，因为很难获得快速电流脉冲发生器。输入用 50Ω 电阻端接，以便使用电压源在 TIA 输入端产生已知量的电流脉冲。扫描 2.8μA 至 3mA 的 TIA 脉冲输入电流，可以看到当电流超过 30μA 饱和点时，输出脉冲宽度增大（图 7b）。

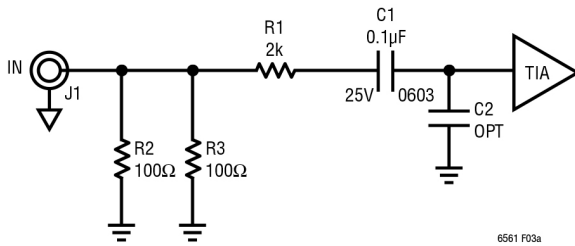


图 7a.

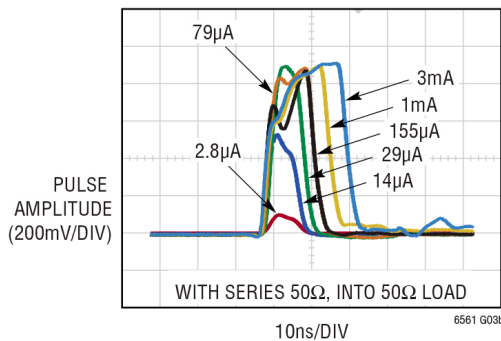
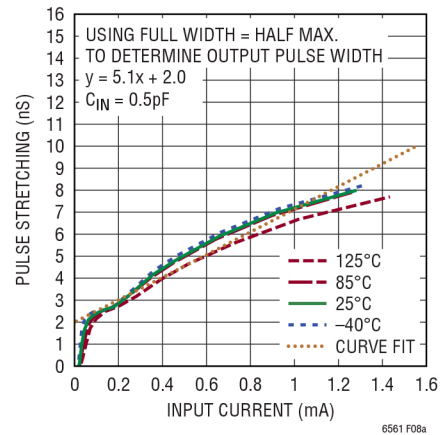
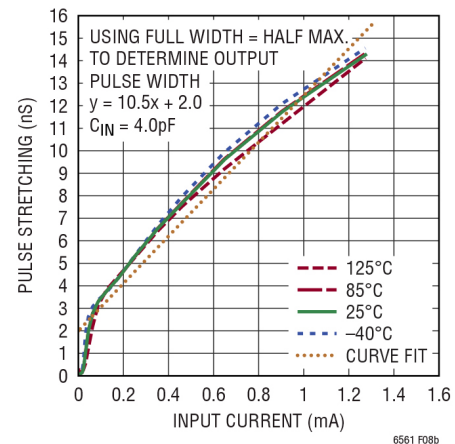


图 7b. 不同输入电流下的输出脉冲

当绘制脉冲展宽图（输出响应宽度 - 输入脉冲宽度）时，我们看到展宽与输入电流成线性比例关系。在 30μA 饱和点以下，脉冲展宽降至零。这里使用了简单的 FWHM（全脉宽最大值的一半）标准来建立脉冲宽度。脉冲宽度在最大摆幅的一半（通常约为 0.45V）时截取。假设通过 ADC 精确捕获脉冲形状，那么可以使用更复杂的算法来获得更高的精度。C_{IN} = 0.5pF 时，脉冲展宽与输入电流的关系曲线如图 8a 所示。图 8b 显示了输入电容为 4pF 时的脉冲展宽。

图 8a. 脉冲展宽, C_{IN} = 0.5pF, 使用 FWHM图 8b. 脉冲展宽, C_{IN} = 4pF, 使用 FWHM

使用光学激励展示出同样的脉冲展宽。独立测量光脉冲撞击 APD 所产生的电流是非常困难的。任何测量器件都有寄生效应，会影响实际的脉冲输入。参考图 9。在为 APD 馈电的串联电阻 R48 两端使用一个巴伦，我们便可独立确定中等激光输入功率下流入 TIA 的 APD 电流。同样，当绘制该 APD 电流与脉冲展宽的曲线时，我们发现在中照度下二者几乎呈线性关系。

应用信息

脉冲宽度与 APD 电流光学测量

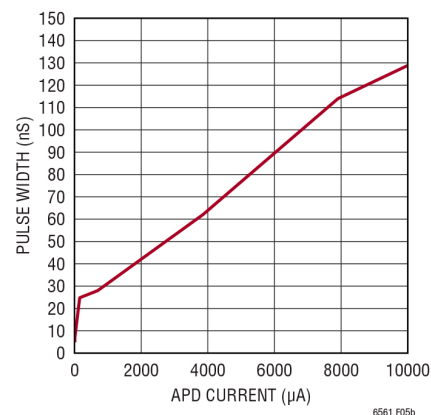
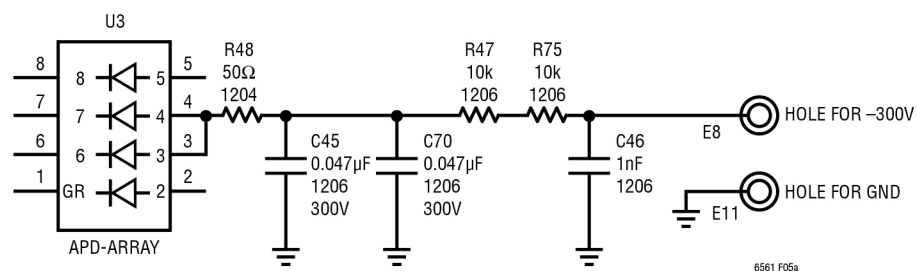


图 9. 典型 APD 偏置电路

使用校准的激光源，我们发现即使在 50 瓦的极高激光功率水平下，脉冲展宽仍会持续！在高照度水平下，该关系不再表现为完美的线性关系，但测量这些高功率水平是可能的。当然，任何系统都应进行光输入功率与脉冲展宽的校准，因为光学增益与 APD 反向偏置、温度、APD 选择密切相关。

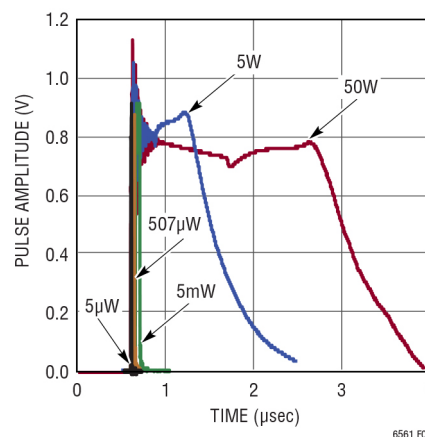
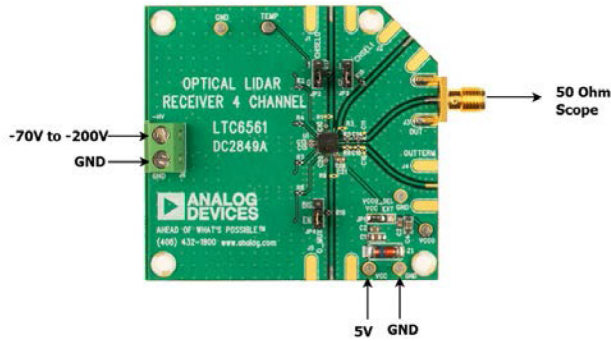


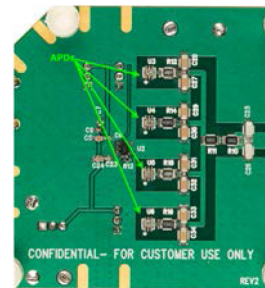
图 10. 脉冲宽度与输入高功率光学

应用信息

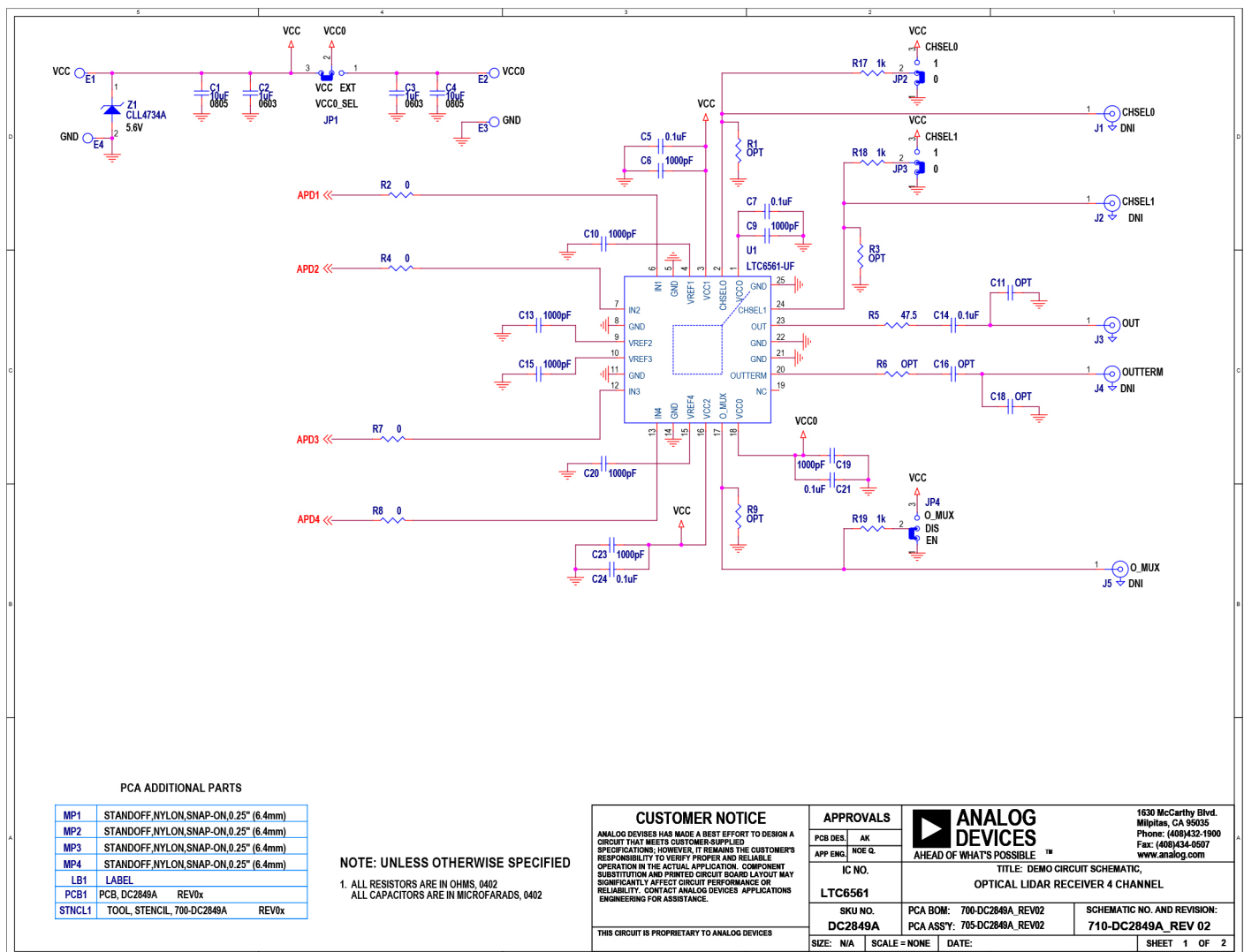
用于光学评估的 DC2849 4 通道演示电路



DC2849 正面

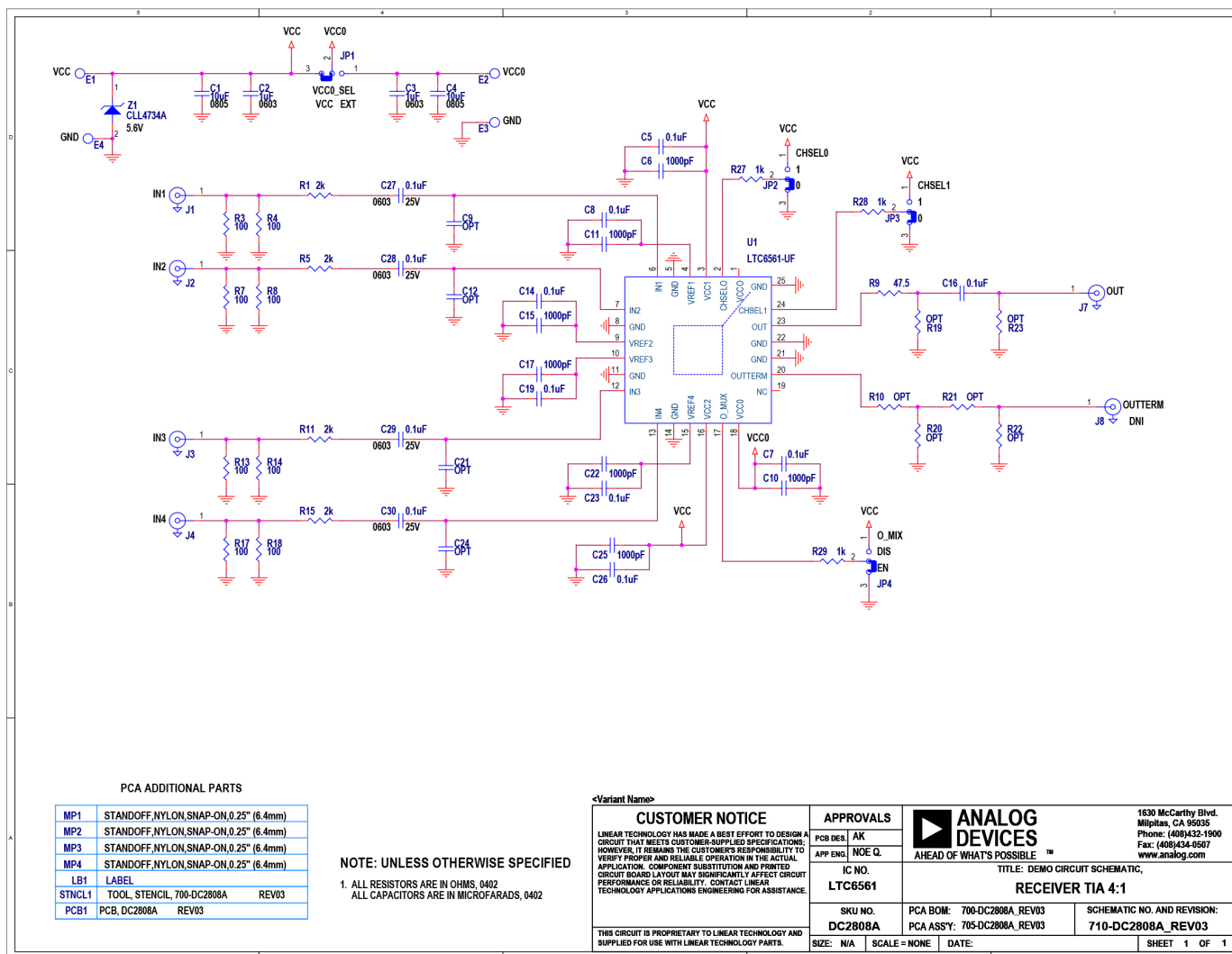
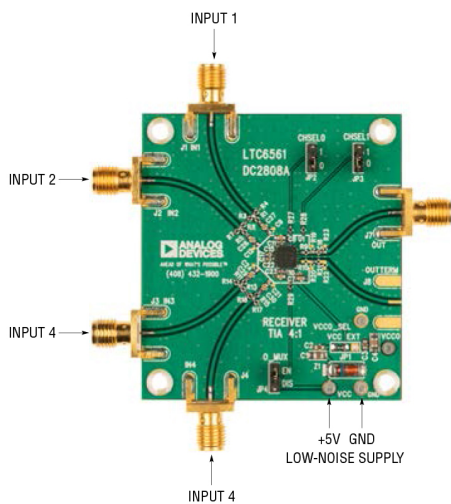


DC2849 背面



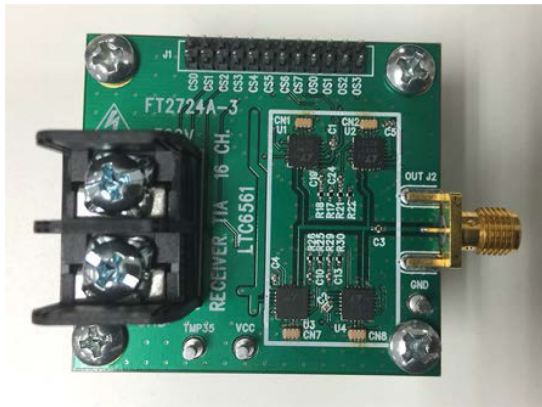
应用信息

用于电气评估的 DC2808 4 通道演示电路

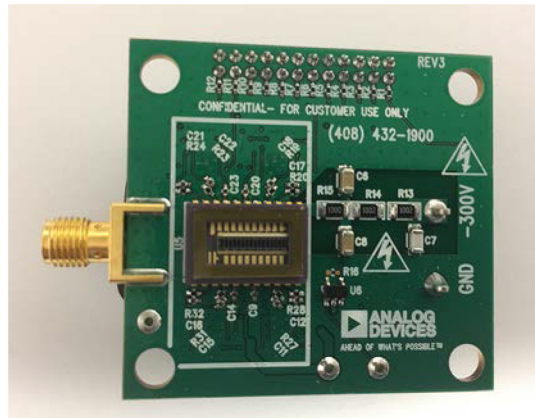


应用信息

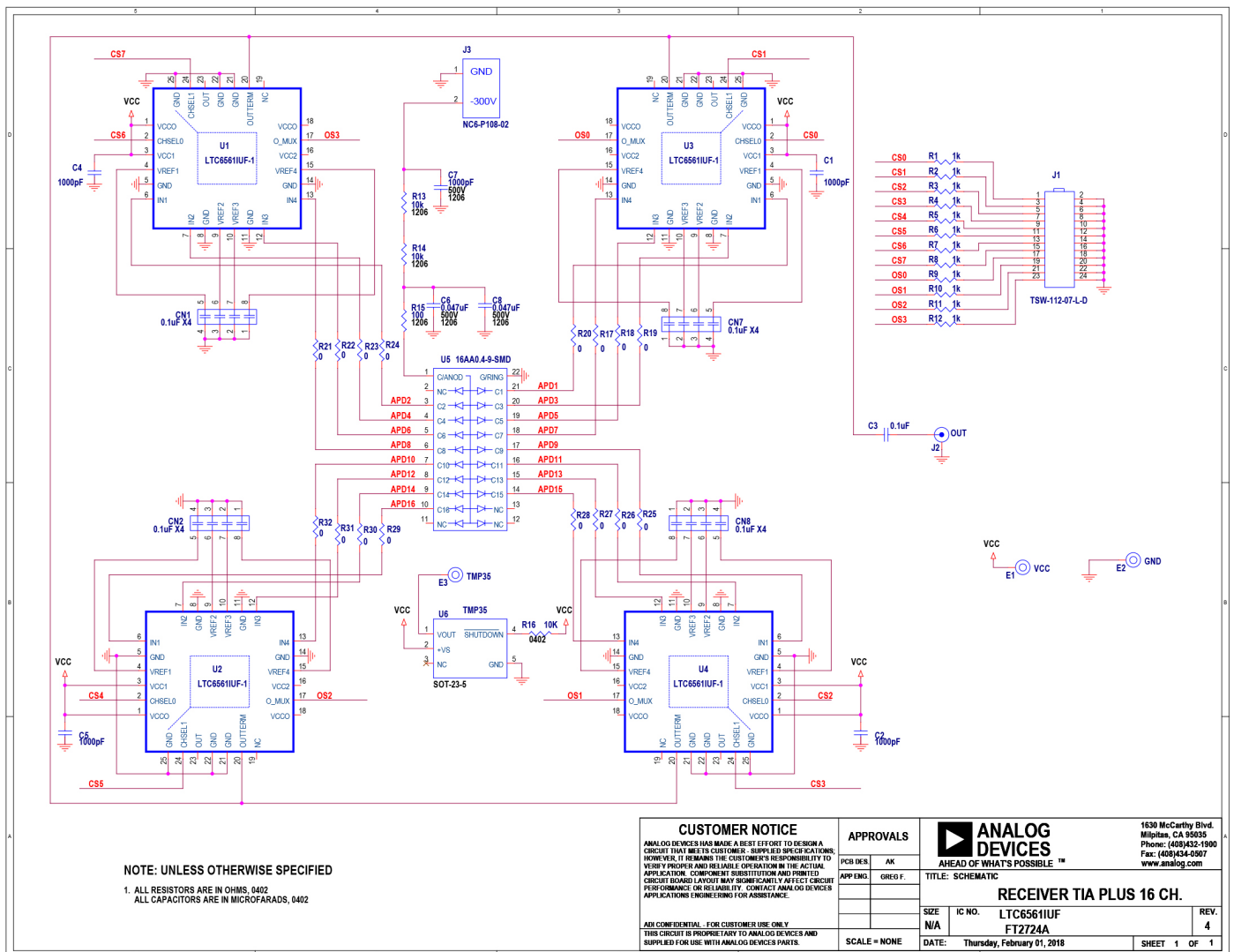
用于光学或电气评估的 FT2724 16 通道演示电路



FT2724 正面

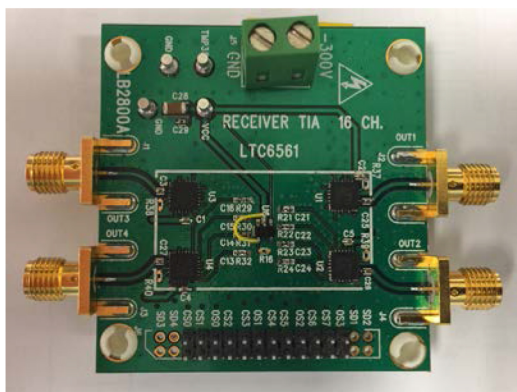


FT2724 背面

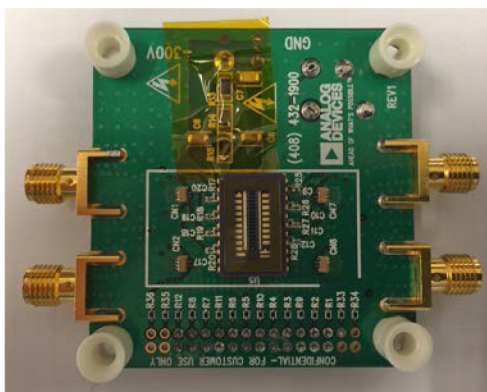


应用信息

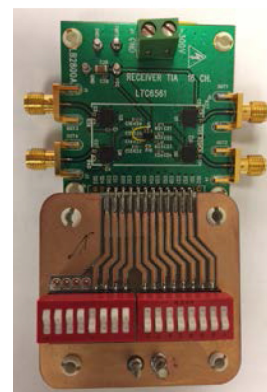
用于光学评估的 LB2800 16:4 通道演示电路



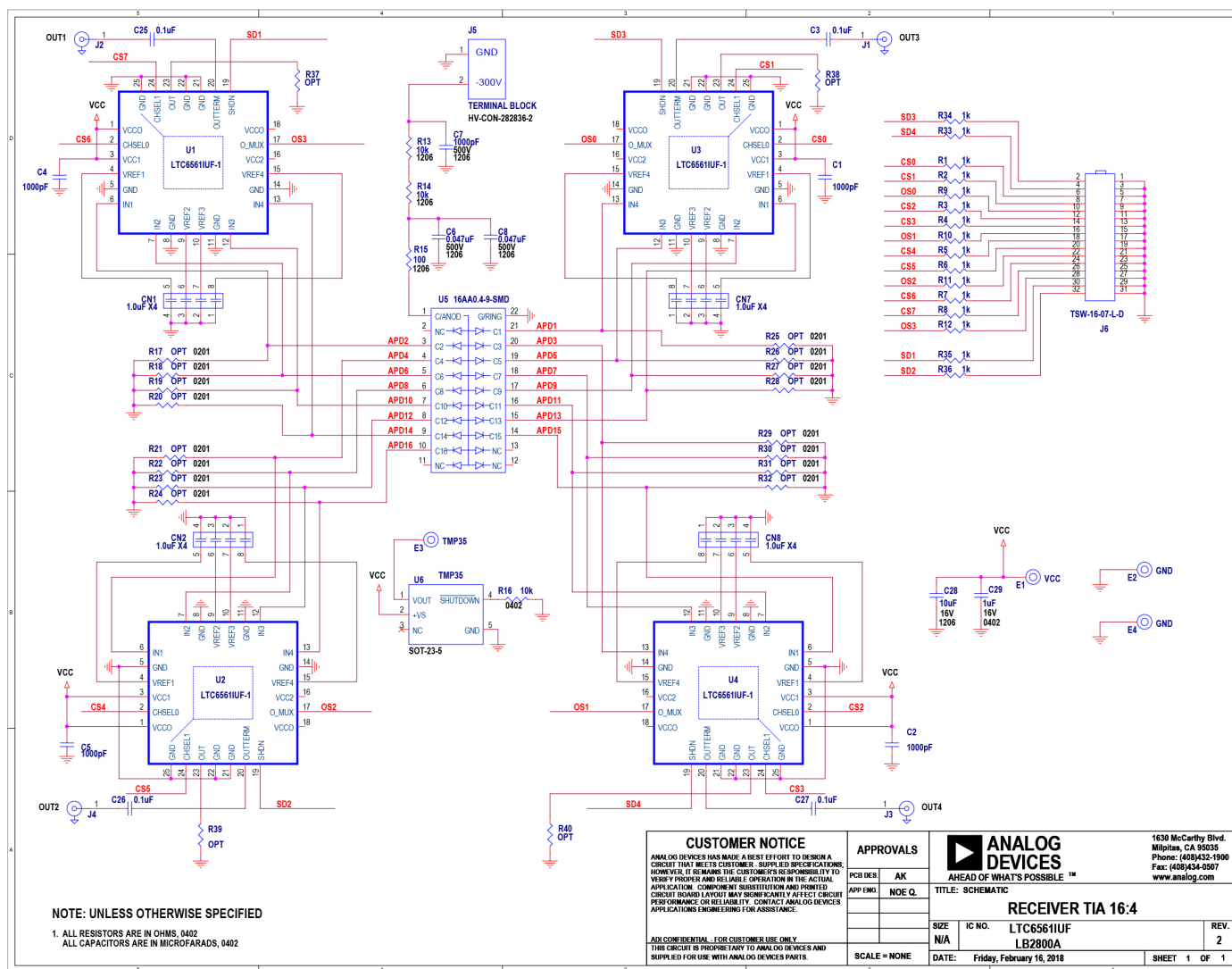
LB2800 正面



LB2800 背面

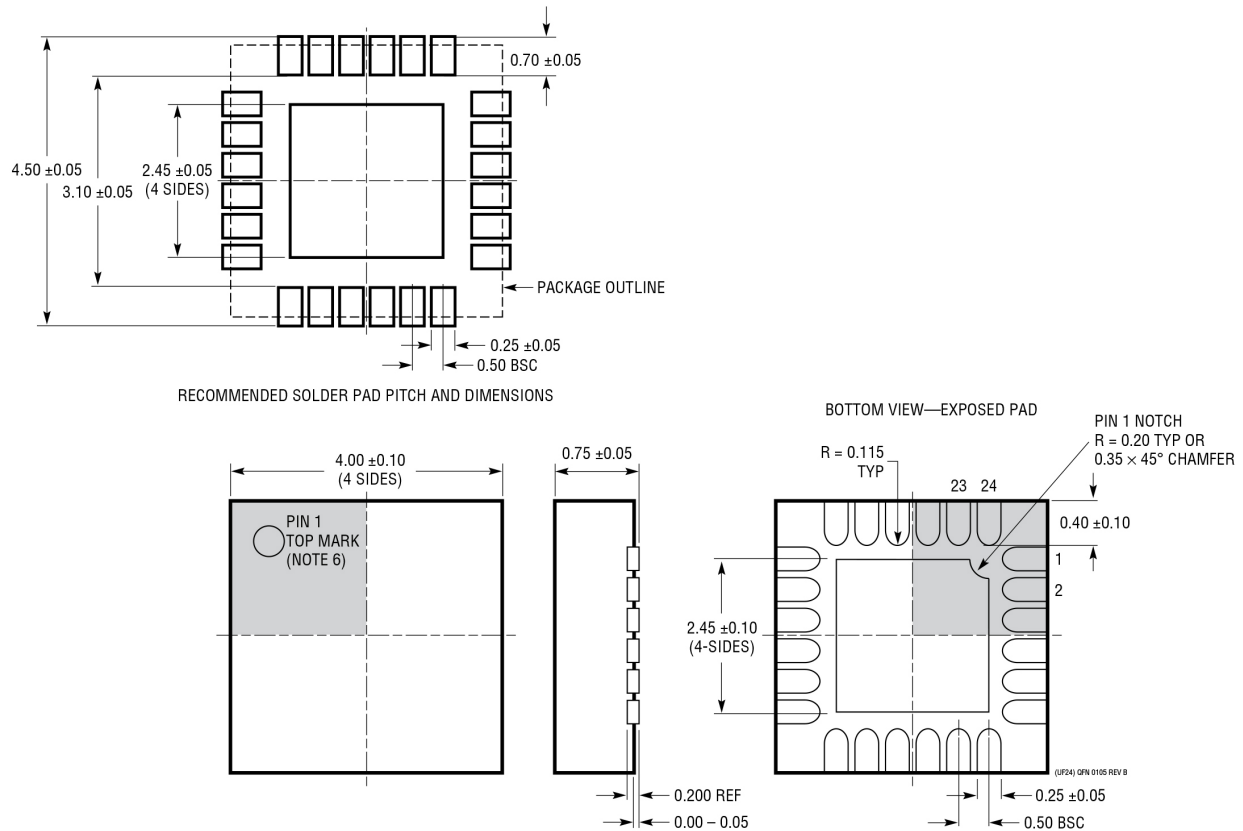


带开关板的 FT2724



封装说明

UF 封装
24 引脚塑料 QFN (4mm × 4mm)
 (参考 LTC DWG # 05-08-1697 Rev B)



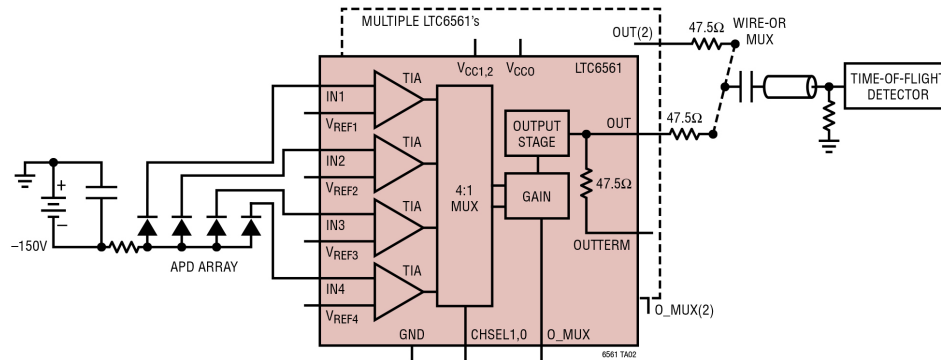
- NOTE:
1. DRAWING PROPOSED TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-220 VARIATION (WGGD-X)—TO BE APPROVED
 2. DRAWING NOT TO SCALE
 3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE, IF PRESENT
 5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
 6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

修订历史

| 修订版 | 日期 | 说明 | 页码 |
|-----|-------|--------------------------|--------|
| A | 09/18 | 修改“说明” 修改“绝对最大额定值” | 1 2 |
| B | 11/18 | 增加 H 级选项 (-40°C 至 125°C) | 全部 |

典型应用

复用输出的典型应用



相关器件

| 产品型号 | 说明 | 备注 |
|---|--|---|
| LTC6560 | 单通道 220MHz 74k TIA | LTC6561 的单通道版本 |
| LTC6268 | 500MHz 超低偏置电流 FET 输入运算放大器 | GBW = 500MHz, -3dB BW = 350MHz, Ib = ±3fA |
| LTC6268-10 | 4GHz 超低偏置电流 FET 输入运算放大器 | LTC6268 的去补偿版本, GBW = 4GHz |
| LTC6244 | 双通道 50MHz、低噪声、轨到轨 CMOS 运算放大器 | GBW = 50MHz, Ib = 1pA |
| LTC6240/LTC6241/LTC6242 | 单/双/四通道 18MHz、低噪声、轨到轨输出 CMOS 运算放大器 | GBW = 18MHz, Ib = 0.2pA, 0.1Hz-10Hz 噪声 550nV _{p-p} |
| LTC6409 | 10GHz 带宽、1.1nV/√Hz 差分放大器/ADC 驱动器 | GBW = 10GHz, en = 1.1nV/√Hz |
| ADA4939-1 | 超低失真差分 ADC 驱动器 | 压摆率: 6800V/μs |
| AD9694 | 四通道 14 位、500Msps、1.2V/2.5V ADC | JESD204B |
| AD9695-625 | 14 位、1300Msps/625Msps、JESD204B、双通道 ADC | JESD204B |
| HMCAD1511 | 高速多模 8 位 GSPS ADC | 串行 LVDS |