

带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

概述

MAX3744/MAX3745 互阻放大器为通信速率高达 2.7Gbps 的系统提供紧凑的低功耗解决方案。此类芯片在 2.1GHz 带宽 (BW) 时, 具有 330nA 折算至输入端的噪声, 以及 0.85pF 的输入电容。此类器件还具有大于 2mA_{P-P} 的交流输入过载能力。

两款器件均工作于 +3.3V 单电源, 功耗为 93mW。MAX3744/MAX3745 提供紧凑的 30-mil x 50-mil 裸片, 且无需外部补偿电容。通过片内连接到 V_{CC} 的 580Ω 电阻为光电二极管的正向偏置提供节省空间的滤波器连接方式。这些特性使其易于装配在包含光电二极管的 TO-46 或 TO-56 接收头内。

MAX3744 和 MAX3748A 接收器芯片组采用 Maxim 专有的接口技术, 提供一路 RSSI 输出。MAX3744 前置放大器、MAX3748A 后置放大器和 DS1858/DS1859 SFP 控制器满足所有的 SFF-8472 数字诊断要求。

应用

高达 2.7Gbps 的 SFF/SFP 光接收器
小尺寸可插拔 (SFP) 光接收器

* 专利申请中

特性

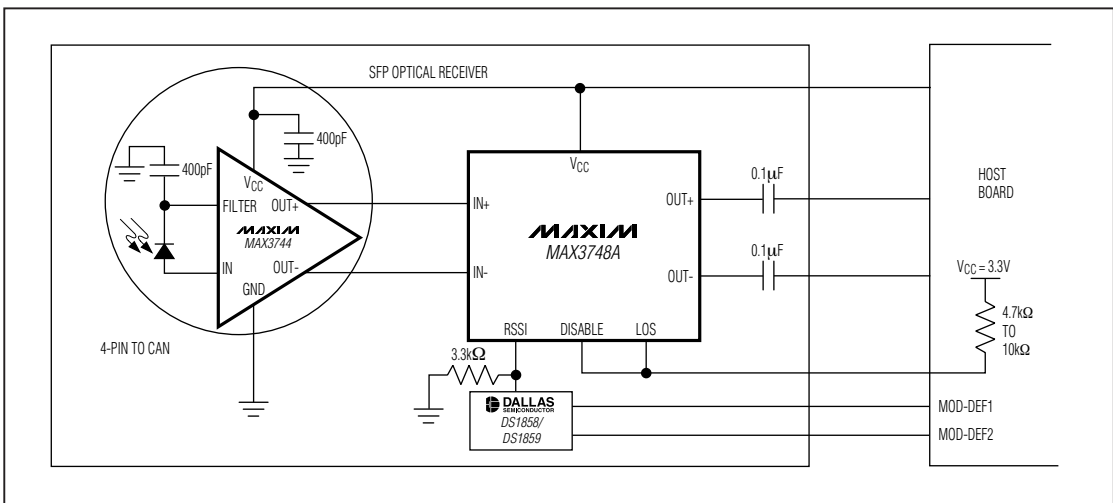
- ◆ 高达 2.7Gbps (NRZ) 的数据速率
- ◆ 在 4 引脚 TO46 接收头中提供 RSSI 输出 (MAX3744)
- ◆ 对于 < 100μA_{P-P} 的输入电流, 具有 10ps 峰值系统抖动
- ◆ 在 2.1GHz 带宽时, 折算至输入端噪声 300nA_{RMS}
- ◆ +3.3V 供电时, 电源电流 28mA
- ◆ 2GHz 的小信号带宽
- ◆ 2.0mA_{P-P} 的交流过载能力
- ◆ 裸片尺寸: 30mils x 50mils

订购信息

| PART | TEMP RANGE | PIN-PACKAGE |
|------------|----------------|-------------|
| MAX3744E/D | -40°C to +85°C | Dice** |
| MAX3745E/D | -40°C to +85°C | Dice** |

**Dice are guaranteed to operate from -40°C to +85°C, but are tested only at T_A = +25°C.

典型应用电路



帶 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| | | | |
|---|----------------|---|-----------------|
| Power-Supply Voltage (V_{CC}) | -0.5V to +6.0V | Continuous Input Current (FILTER) | -8mA to +8mA |
| Continuous CML Output Current (OUT+, OUT-) | -25mA to +25mA | Operating Junction Temperature Range (T_J) | -55°C to +150°C |
| Continuous Input Current (IN) | -4mA to +4mA | Storage Ambient Temperature Range (T_{STG}) | -55°C to +150°C |
| | | Die Attach Temperature | +400°C |

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.97V$ to $+3.63V$ and $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$, source capacitance (C_{IN}) = 0.85pF, and $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|----------|--|------------------------|-----|-----|------------|
| Supply Current | I_{CC} | Including CML output current ($I_{IN} = 0$) | | 28 | 41 | mA |
| Input Bias Voltage | | | | | 1.0 | V |
| Input Overload | | (Note 3) | 2 | | | mAp-p |
| Input-Referred Noise | I_N | $C_{IN} = 0.85pF$, BW = 933MHz | | 206 | | nARMS |
| | | $C_{IN} = 0.85pF$, BW = 2.1GHz | | 330 | 430 | |
| | | $C_{IN} = 0.85pF$, BW = 18GHz | | | 620 | |
| | | $C_{IN} = 0.85pF$, BW = 933MHz | | 206 | | |
| | | $C_{IN} = 0.6pF$, BW = 2.1GHz | | 300 | 380 | |
| | | $C_{IN} = 0.6pF$, BW = 18GHz | | | 550 | |
| Differential Transimpedance | | Differential output, $I_{IN} = 40\mu A_{AVE}$ | 2.8 | 3.5 | 4.5 | k Ω |
| Small-Signal Bandwidth (Note 3) | BW | -3dB, $C_{IN} = 0.6pF$ | 1.8 | 2 | | GHz |
| | | -3dB, $C_{IN} = 0.85pF$ | 1.6 | 1.8 | | |
| Low-Frequency Cutoff | | -3dB, input current = $20\mu A_{AVE}$ (Note 3) | | | 30 | kHz |
| Deterministic Jitter (Notes 3, 5) | DJ | $100\mu Ap-p < \text{input} \leq 2mAp-p$ | 2.1Gbps, K28.5 pattern | 14 | 31 | pSP-P |
| | | | 2.7Gbps, 231-1 pattern | 24 | | |
| | | $10\mu Ap-p < \text{input} \leq 100\mu Ap-p$ | 2.1Gbps, K28.5 pattern | 10 | 16 | |
| | | | 2.7Gbps, 231-1 pattern | 20 | | |
| Filter Resistance | | | 510 | 580 | 690 | Ω |
| Differential Output Resistance (OUT+, OUT-) | | | 85 | 100 | 115 | Ω |
| Maximum Differential Output Voltage | V_{OD} | Input $> 50\mu A_{AVE}$, output termination 50 Ω to V_{CC} (output in limited state) | 220 | 280 | 400 | mVp-p |

帶 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +2.97V$ to $+3.63V$ and $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$, source capacitance (C_{IN}) = $0.85pF$, and $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|------------|---|-----------------------|-----|------|-------|
| Single-Ended Output Common-Mode Minimum Level (MAX3744) | | Relative to V_{CC} , $I_{IN} = 1mA_{AVE}$ | 540 | 490 | | mV |
| Output Data Transition Time | | Input > $200\mu A_{P-P}$ 20% to 80% rise/fall time (Note 3) | | 80 | 140 | ps |
| Differential Output Return Loss | | Frequency $\leq 1GHz$ | | 17 | | dB |
| | | 1GHz < frequency $\leq 2GHz$ | | 10 | | |
| Power-Supply Noise Rejection | PSNR | $I_{IN} = 0$ (Note 6) | $f < 1MHz$ | 46 | | dB |
| | | | $1MHz \leq f < 10MHz$ | 34 | | |
| RSSI Gain (MAX3744) | A_{RSSI} | (Note 7) | | 21 | | A/A |
| RSSI Gain Stability (MAX3744) | | $10\log(A_{RSSI}/A_{RSSI-NOM})$ where $A_{RSSI-NOM} = A_{RSSI}$ at $3.3V$, $+25^{\circ}C$ (Note 3) | | | 0.24 | dB |

Note 1: Die parameters are production tested at room temperature only, but are guaranteed by design and characterization from $-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$.

Note 2: Source capacitance represents the total capacitance at the IN pad during characterization of the noise and bandwidth parameters.

Note 3: Guaranteed by design and characterization.

Note 4: Input-referred noise is:

$$\left(\frac{\text{RMS output noise}}{\text{Gain at } f = 100MHz} \right)$$

Note 5: Deterministic jitter is the sum of pulse-width distortion (PWD) and pattern-dependent jitter (PDJ).

Note 6: Power-supply noise rejection $PSNR = -20\log(\Delta V_{OUT} / \Delta V_{CC})$, where ΔV_{OUT} is the differential output voltage and ΔV_{CC} is the noise on V_{CC} .

Note 7:

$$A_{RSSI} = \frac{I_{OUT_CM}(I_{IN} = 400\mu A) - I_{OUT_CM}(I_{IN} = 0\mu A)}{400\mu A}$$

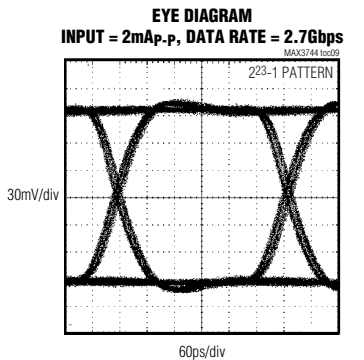
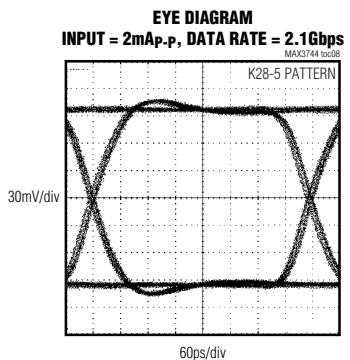
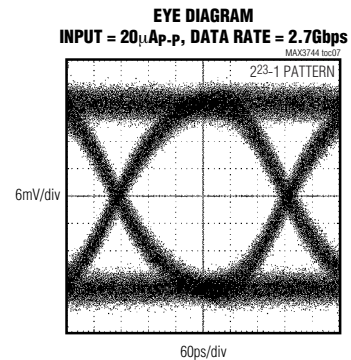
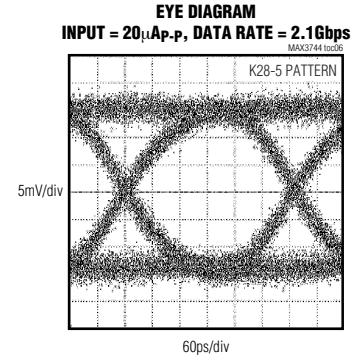
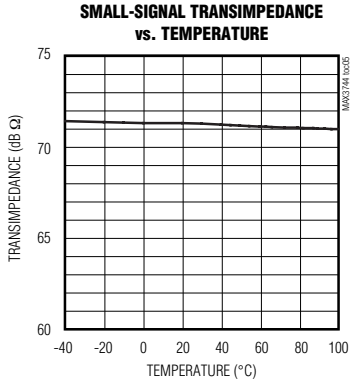
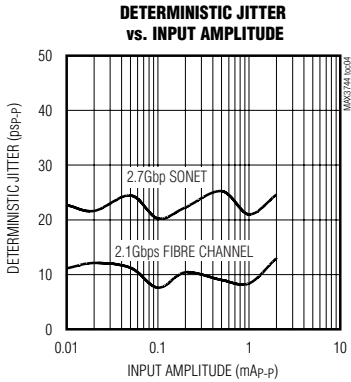
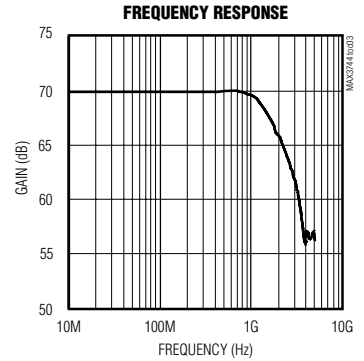
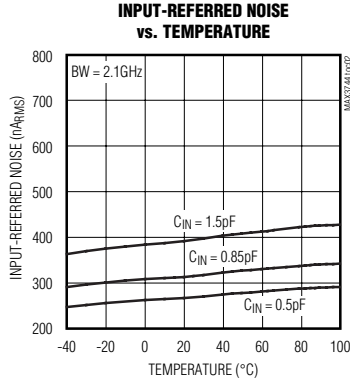
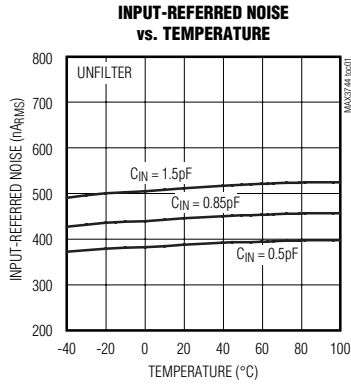
$$\text{where } I_{OUT_CM} = \frac{I_{OUT+} + I_{OUT-}}{2}$$

RSSI range is from $I_{IN} = 6\mu A$ to $500\mu A$

帶 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

典型工作特性

($V_{CC} = +3.3V$, $C_{IN} = 0.85pF$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

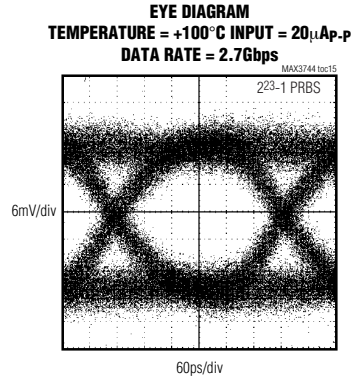
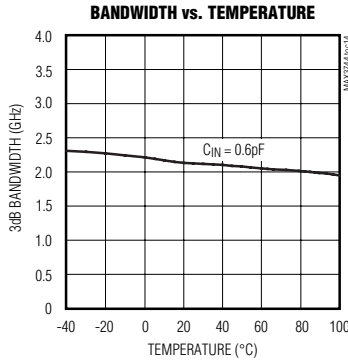
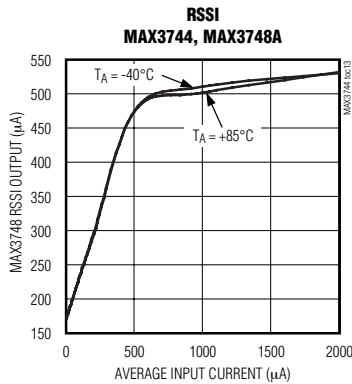
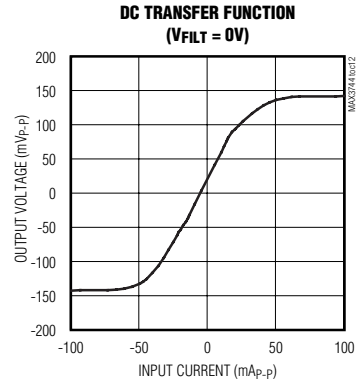
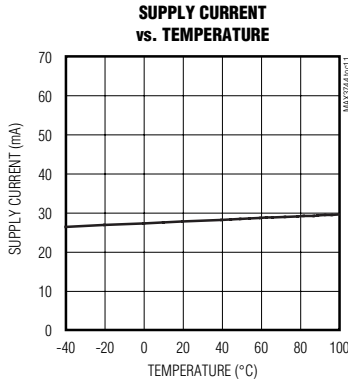
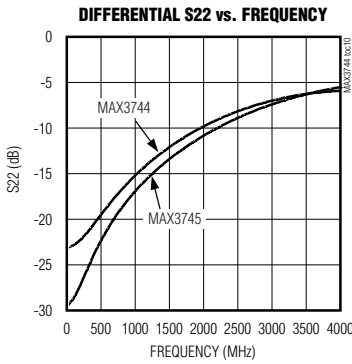


带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

典型工作特性 (续)

($V_{CC} = +3.3V$, $C_{IN} = 0.85pF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX3744/MAX3745



带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

引脚说明

| MAX3744/ MAX3745 绑定焊盘 | 名称 | 功能 |
|-----------------------------|-----------------|--|
| 1, 3 | V _{CC} | 电源电压 |
| 2, 7 | N.C. | 无连接 |
| 4 | IN | TIA 输入。来自光电二极管的信号电流流入此引脚。 |
| 5 | FILTER | 连接到 V _{CC} 的片内 580Ω 电阻为光电二极管提供偏置电压。接地时，此引脚将禁止直流消除放大器，以允许测试从 IN 到 OUT+ 和 OUT- 的直流通路。 |
| 6, 10 | GND | 电源地 |
| 8 | OUT- | 反相数据输出。流入 IN 的电流引起 OUT- 端的电压降低。对 MAX3744 而言，OUT+ 和 OUT- 之间的共模电压比例于平均输入电流。 |
| 9 | OUT+ | 同相数据输出。流入 IN 的电流引起 OUT+ 端的电压升高。对 MAX3744 而言，OUT+ 和 OUT- 之间的共模电压比例于平均输入电流。 |

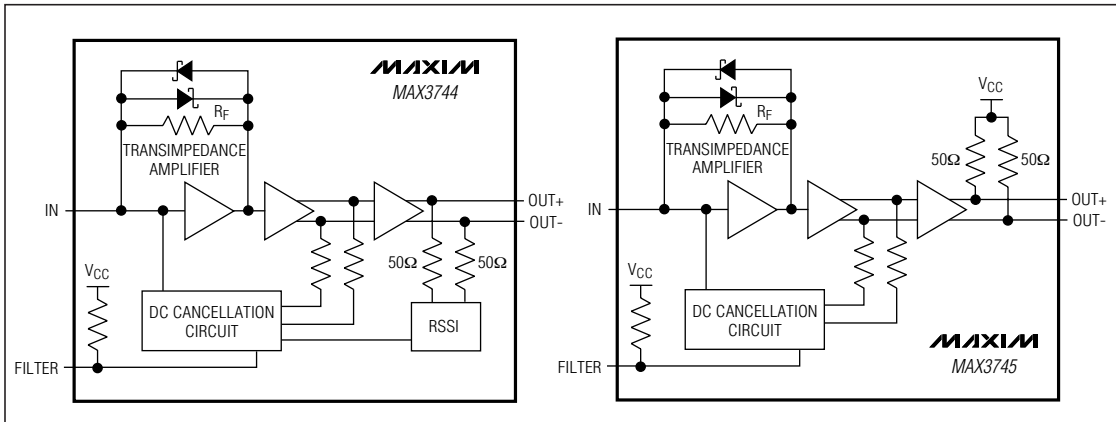


图 1. 功能图

详细描述

MAX3744/MAX3745 是为速率高达 2.7Gbps 的 SFF/SFP 收发器模块设计的互阻放大器。其功能如图 1 所示。MAX3744/MAX3745 由一级互阻放大器、一级电压放大器、一路输出缓冲器和一个直流反馈的消除电路组成。MAX3744 还包括一个接收信号强度指示器 (RSSI)。为了在标准的 4 引脚 TO 接收头中提供此信号输出，将 RSSI 电平以差分数据输出引脚的共模电压方式输出。

互阻放大器级

输入端的信号电流流入高增益放大器的求和节点，通过 R_F 电阻的并联反馈将此电流转化为电压。两只背靠背的肖特基二极管与反馈电阻并联，以便在大输入电流时钳位输出信号，如图 2 所示。

带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

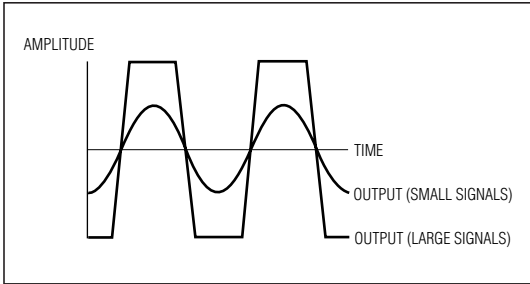


图2. MAX3744/MAX3745 限幅输出

电压放大器

电压放大器提供增益并将单端输入转换为差分输出。

直流消除电路

直流消除电路利用低频反馈消除输入信号(图3)的直流成分。此特性使输入信号处于互阻放大器线性范围的中心,因此,降低了大输入信号带来的脉宽失真。直流消除电路采用内部补偿,因此无需外部电容。

输出缓冲器

输出缓冲器提供反向终端匹配的电压输出。此缓冲器为驱动OUT+和OUT-间的100Ω差分负载而设计。MAX3744必须直流耦合到MAX3748A。见图4和图5。

为达到最佳的电源噪声抑制,MAX3745应该端接一个与其匹配的负载。若要求单端输出,未用输出端应该端接50Ω电阻至V_{CC}。MAX3745不能驱动直流耦合的50Ω接地负载;但是,此器件可驱动兼容的50Ω CML输入。

信号强度指示器

MAX3744能够产生一个与光电二极管平均电流成比例的信号。此信号是加到数据输出OUT+和OUT-的共模电压。此信号与MAX3748A配合使用,提供一个对地参考的RSSI电压。

应用信息

信号强度指示器

SFF-8472数字诊断规范要求监视输入接收功率。通过测量光电二极管的平均直流电流,MAX3748A和MAX3744接收器芯片组能够完成对平均接收功率的监测。

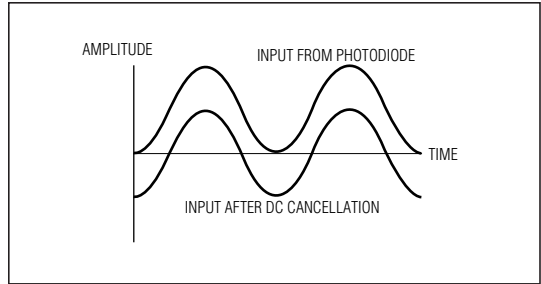


图3. 输入端的直流消除效应

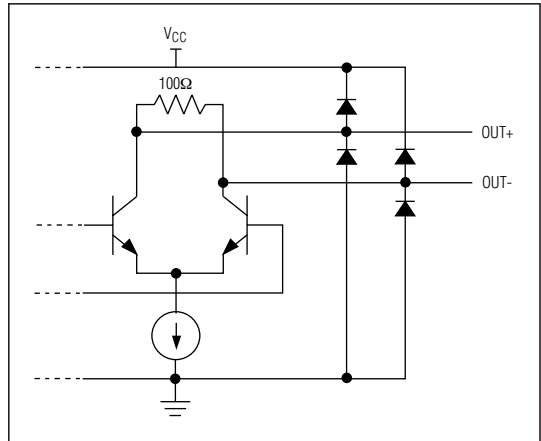


图4. MAX3744 的等效输出电路

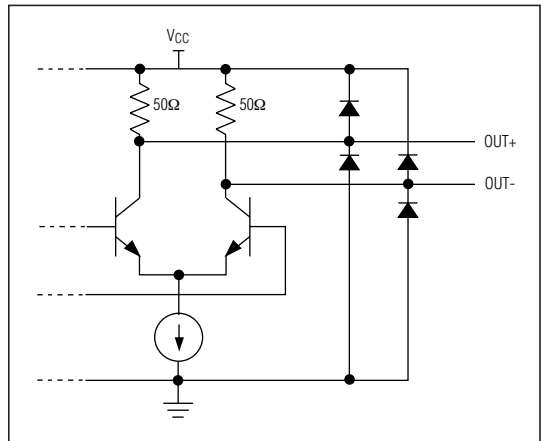


图5. MAX3745 的等效输出电路

带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744 前置放大器测量光电二极管的平均电流，并以共模电压方式输出此信息。MAX3748A RSSI 检测电路测量输入信号 IN+ 和 IN- 的共模直流电平，提供光电二极管电流的对地参考电压输出。这种方式的优点是允许将 TIA 封装成低成本、常规的 4 引脚 TO-46 接收头。

MAX3748A 的 RSSI 输出连接到 DS1858/DS1859 SFP 控制器的模拟输入通道，以便将模拟信息转换成 16 位字。DS1858/DS1859 通过一个 2 线接口为光接收器的主板提供所接收的光功率信息。DS1859 允许功率接收监视器的内部校准。

MAX3744 和 MAX3748A 经过了优化，在光电二极管平均输入电流 $6\mu\text{A}$ 至 $500\mu\text{A}$ 范围内，可达到优于 2.5dB 的 RSSI 稳定性。为达到最佳精度，Maxim 建议在所要求的低端 ($6\mu\text{A}$) 和高端 ($500\mu\text{A}$) 范围内进行接收功率校准。

光功率关系

MAX3744/MAX3745 的许多参数与输入信号幅度有关。在与光接收器一起工作时，输入有时候采用平均光功率和消光比的形式来表示。图 6 和表 1 表明了这种关系，有助于在应用 MAX3744/MAX3745 设计时将光功率转换为输入信号。(参考应用笔记 HFAN-3.0.0: Accurately Estimating Optical Receiver Sensitivity.)

表 1、光功率关系

| PARAMETER | SYMBOL | RELATION |
|-------------------------|-----------|--|
| Average power | P_{AVG} | $P_{AVG} = (P_0 + P_1) / 2$ |
| Extinction ratio | r_e | $r_e = P_1 / P_0$ |
| Optical power of a 1 | P_1 | $P_1 = 2P_{AVG}(r_e) / (r_e + 1)$ |
| Optical power of a zero | P_0 | $P_0 = 2P_{AVG} / (r_e + 1)$ |
| Signal amplitude | P_{IN} | $P_{IN} = P_1 - P_0; P_{IN} = 2P_{AVG}(r_e - 1) / (r_e + 1)$ |

Note: Assuming 50% average duty cycle and mark density.

光灵敏度的计算

MAX3744/MAX3745 折算至输入端 RMS 噪声电流 (IN) 通常决定了接收器的灵敏度。为获得 $1E-12$ 的系统误码率 (BER)，信噪比必须总是大于 14.1。用平均光功率来表示输入灵敏度，可由下式估计得到：

$$\text{灵敏度} = 10\log\left(\frac{14.1 \times I_N(r_e + 1)}{2\rho(r_e - 1)}1000\right)\text{dBm}$$

其中， ρ 为 A/W 内的光电二极管敏感度， I_N 为放大器中的 RMS 电流。

输入光功率过载

在满足系统抖动规范的情况下，MAX3744/MAX3745 所能接受的最大输入，即过载值。光功率过载可用平均功率的方式来估计，如下所示：

$$\text{过载} = 10\log\left(\frac{2m_{RMS}(r_e + 1)}{2\rho(r_e - 1)}1000\right)\text{dBm}$$

光功率线性范围

MAX3744/MAX3745 具有高增益，输入信号超过 $50\mu\text{A}_{P-P}$ 时将限制输出。MAX3744/MAX3745 工作的线性范围 (10% 线性度) 不超过：

$$\text{线性范围} = 10\log\left(\frac{50\mu\text{A}_{RMS}(r_e + 1)}{2\rho(r_e - 1)}1000\right)\text{dBm}$$

带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

布板考虑因素

IN 焊盘上的容性将对噪声特性和带宽有负面影响，因此，应该尽可能地减小焊盘上的容性，并选择低容性的光电二极管。采用芯片和金属线工艺来装配裸片形式的 MAX3744/MAX3745，从而提供了尽可能高的性能。图 7 所示为 MAX3744/MAX3745 的 TO 接收头的建议布局图。为达到指定的带宽要求，滤波器电容的放置要尽可能地减小光电二极管的接地环路。OUT+ 和 OUT- 绑定线长度也应该尽可能短，以满足带宽要求。需要特别注意，应该保证 IN 引脚上的 ESD 电压不要超过 500V

光电二极管过滤器

光电二极管阴极上的电源电压噪声将产生电流 $I = C_{PD} \Delta V / \Delta t$ ，此电流将降低接收器灵敏度 (C_{PD} 为光电二极管电容)。MAX3744/MAX3745 的滤波电阻，结合一个外部电容，可用于降低该噪声 (参见典型应用电路)。

电源噪声电压产生的电流将在 C_{FILTER} 和 C_{PD} 之间分配。与电源噪声有关的输入噪声电流为 (假定滤波器电容远远大于光电二极管电容)：

$$I_{NOISE} = (V_{NOISE})(C_{PD}) / (R_{FILTER})(C_{FILTER})$$

若已知容许的噪声量，则可轻松选取滤波器电容：

$$C_{FILTER} = (V_{NOISE})(C_{PD}) / (R_{FILTER})(I_{NOISE})$$

例如，最大噪声电压 = 100mV_{P-P}， $C_{PD} = 0.85\text{pF}$ ， $R_{FILTER} = 600\Omega$ 且 I_{NOISE} 选择为 350nA

$$C_{FILTER} = (100\text{mV})(0.85\text{pF}) / (600\Omega)(350\text{nA}) = 405\text{pF}$$

引线绑定

为达到高电流密度和可靠工作，MAX3744/MAX3745 采用金作金属化处理。应该仅采用金线连接裸片，且采用球形绑定技术。典型的裸片厚度为 14mils (0.4mm)。

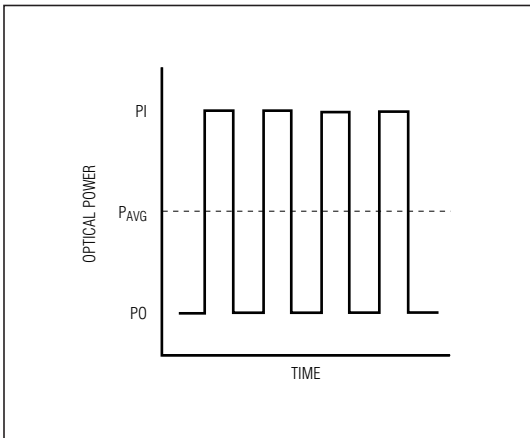


图6. 光功率关系

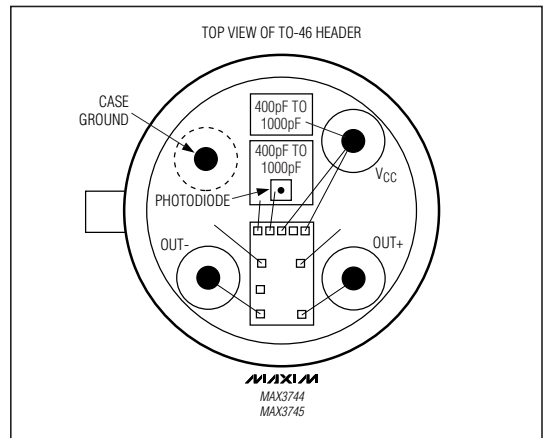
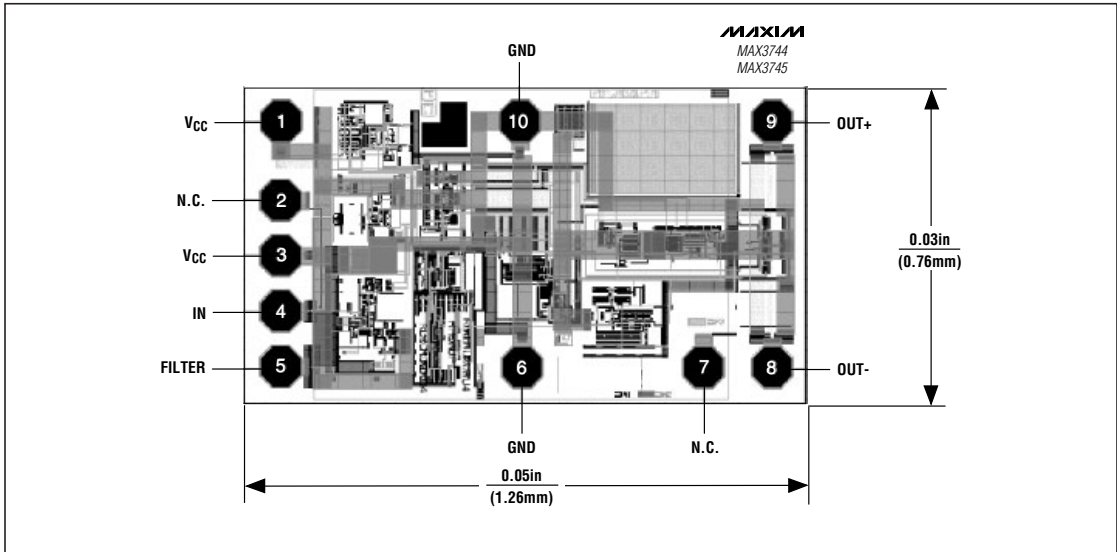


图7. 用于 TO-46 接收头的建议布局

带 RSSI 的 2.7Gbps SFP 互阻放大器

芯片拓扑图



焊盘坐标

| PAD | COORDINATES (μm) | |
|-----|------------------|-------|
| | X | Y |
| 1 | 1.4 | 495.6 |
| 2 | 0 | 336 |
| 3 | 0 | 224 |
| 4 | 0 | 112 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 494.2 | -1.4 |
| 7 | 865.2 | -1.4 |
| 8 | 1005.2 | -1.4 |
| 9 | 1005.2 | 495.6 |
| 10 | 490 | 495.6 |

芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 301
 PROCESS: SiGe Bipolar
 SUBSTRATE: ISOLATED
 DIE THICKNESS: 0.014in ±0.001in

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

10 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600