



# 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

## 概述

## 特性

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)下,折算至输入端的噪声为300nA,具有0.85pF的输入电容。此类器件还具有大于2mA<sub>P-P</sub>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30mil x 50mil裸片,且无需外部补偿电容。通过片内连接到V<sub>CC</sub>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。

- ◆ 高达2.7Gbps (NRZ)的数据速率
- ◆ 在4引脚TO-46接收头中提供RSSI输出 (MAX3744)
- ◆ 对于<100μA<sub>P-P</sub>的输入电流,具有10ps<sub>P-P</sub>峰值系统抖动
- ◆ 在2.1GHz带宽下,折算至输入端噪声300nA<sub>RMS</sub>
- ◆ +3.3V供电时,电源电流28mA
- ◆ 2GHz的小信号带宽
- ◆ 2.0mA<sub>P-P</sub>的交流过载能力
- ◆ 裸片尺寸: 30mil x 50mil

## 应用

## 订购信息

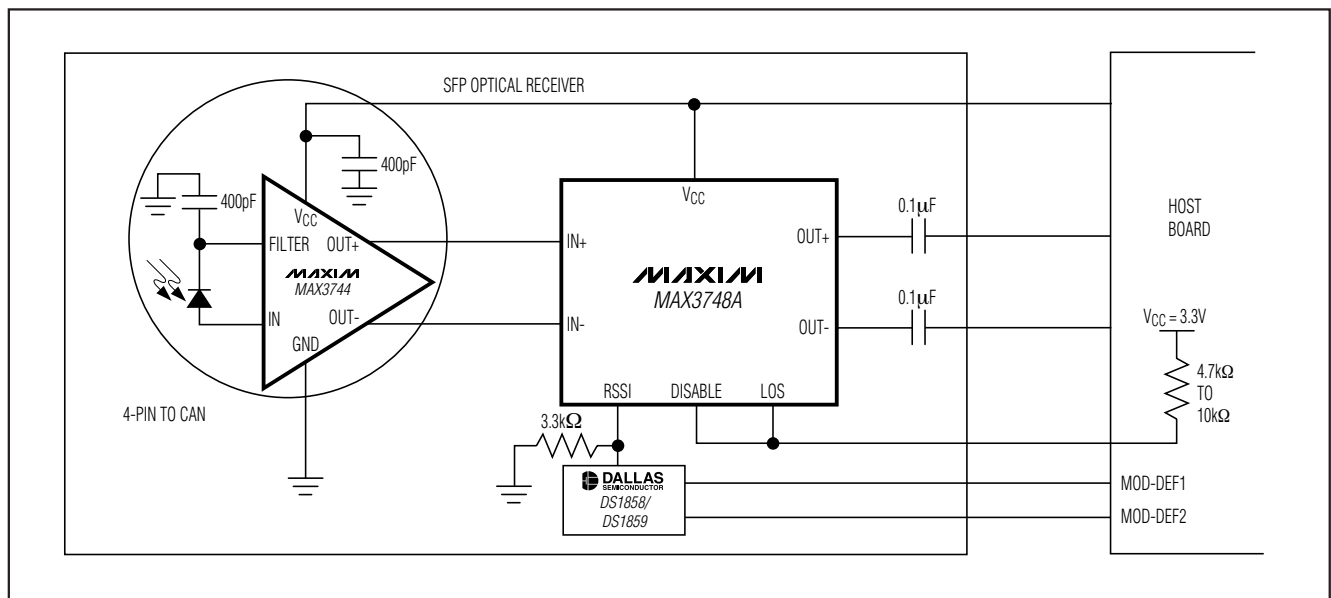
高达2.7Gbps的SFF/SFP光接收器  
小尺寸可插拔(SFP)光接收器

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

\* 专利申请中

\*\* 裸片设计工作在-40°C至+85°C温度范围内,但仅在T<sub>A</sub> = +25°C时进行了测试,保证指标。

## 典型应用电路



# 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power-Supply Voltage (V <sub>CC</sub> ).....	-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 <sub>J</sub> ) .....	-55°C to +150°C
Continuous Input Current (I <sub>N</sub> ).....	-4mA to +4mA	Storage Ambient Temperature Range (T <sub>STG</sub> ) .....	-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<sub>CC</sub> = +2.97V to +3.63V and T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C. Typical values are at V<sub>CC</sub> = +3.3V, source capacitance (C<sub>IN</sub>) = 0.85pF, and T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	I <sub>CC</sub>	Including CML output current (I <sub>IN</sub> = 0)		28	41	mA
Input Bias Voltage					1.0	V
Input Overload		(Note 3)	2			mAp-p
Input-Referred Noise	I <sub>N</sub>	C <sub>IN</sub> = 0.85pF, BW = 933MHz		206		nARMS
		C <sub>IN</sub> = 0.85pF, BW = 2.1GHz		330	430	
		C <sub>IN</sub> = 0.85pF, BW = 18GHz			620	
		C <sub>IN</sub> = 0.85pF, BW = 933MHz		206		
		C <sub>IN</sub> = 0.6pF, BW = 2.1GHz		300	380	
		C <sub>IN</sub> = 0.6pF, BW = 18GHz			550	
Differential Transimpedance		Differential output, I <sub>IN</sub> = 40μA <sub>AVE</sub>	2.8	3.5	4.5	kΩ
Small-Signal Bandwidth (Note 3)	BW	-3dB, C <sub>IN</sub> = 0.6pF	1.8	2		GHz
		-3dB, C <sub>IN</sub> = 0.85pF	1.6	1.8		
Low-Frequency Cutoff		-3dB, input current = 20μA <sub>AVE</sub> (Note 3)			30	kHz
Deterministic Jitter (Notes 3, 5)	DJ	100μAp-p < input ≤ 2mAp-p	2.1Gbps, K28.5 pattern	14	31	pSP-P
			2.7Gbps, 231-1 pattern	24		
		10μAp-p < input ≤ 100μAp-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 <sub>OD</sub>	Input > 50μA <sub>AVE</sub> , output termination 50Ω to V <sub>CC</sub> (output in limited state)	220	280	400	mVp-p

## 带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
		$1GHz < \text{frequency} \leq 2GHz$		10		
Power-Supply Noise Rejection	PSNR	$I_{IN} = 0$ (Note 6)	$f < 1MHz$	46		dB
			$1MHz \leq f < 10MHz$	34		
RSSI Gain (MAX3744)	ARSSI	(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  $\Delta V_{OUT}$  is the differential output voltage and  $\Delta V_{CC}$  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  $500\mu A$

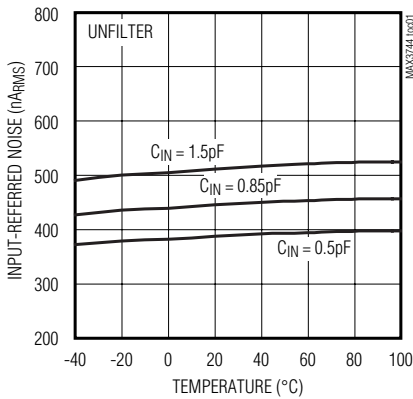
# 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

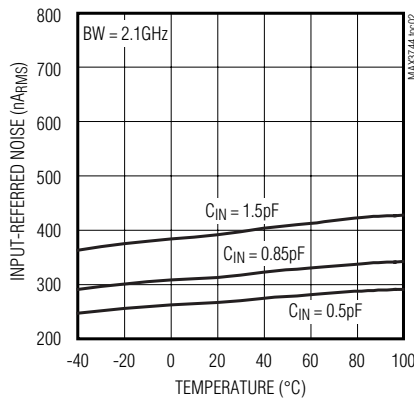
典型工作特性

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

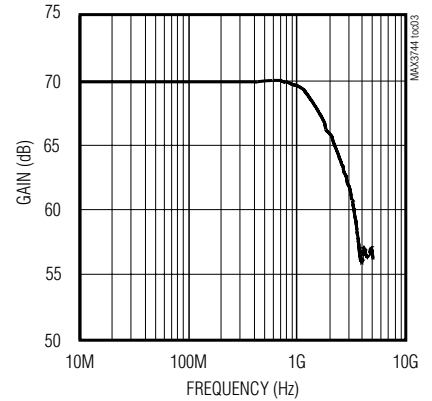
**INPUT-REFERRED NOISE vs. TEMPERATURE**



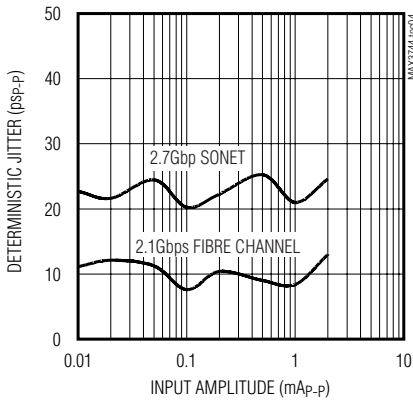
**INPUT-REFERRED NOISE vs. TEMPERATURE**



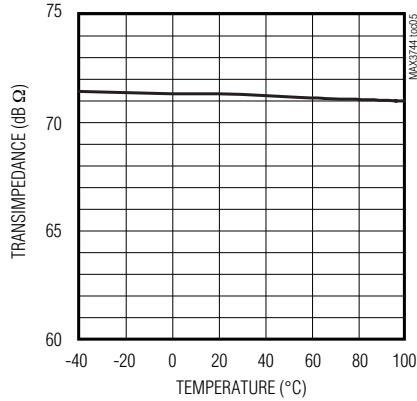
**FREQUENCY RESPONSE**



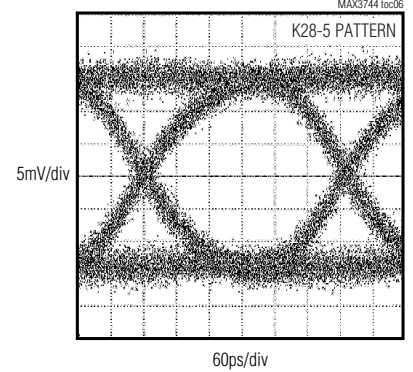
**DETERMINISTIC JITTER vs. INPUT AMPLITUDE**



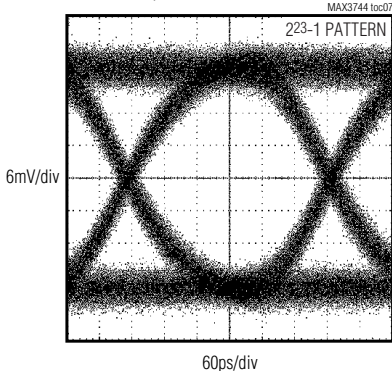
**SMALL-SIGNAL TRANSIMPEDANCE vs. TEMPERATURE**



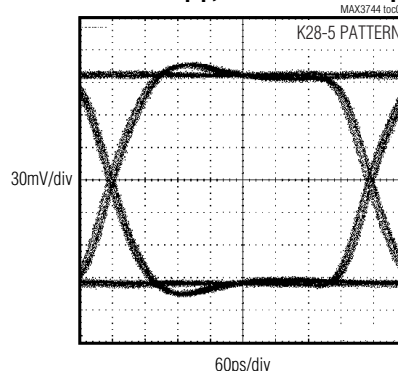
**EYE DIAGRAM**  
INPUT = 20 $\mu$ A<sub>p-p</sub>, DATA RATE = 2.1Gbps



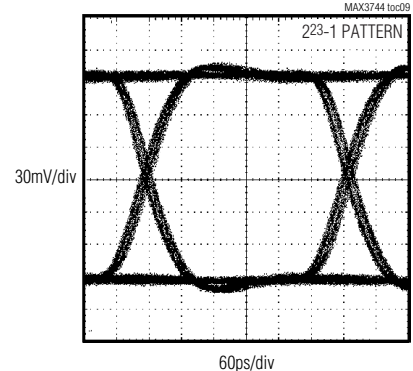
**EYE DIAGRAM**  
INPUT = 20 $\mu$ A<sub>p-p</sub>, DATA RATE = 2.7Gbps



**EYE DIAGRAM**  
INPUT = 2mA<sub>p-p</sub>, DATA RATE = 2.1Gbps



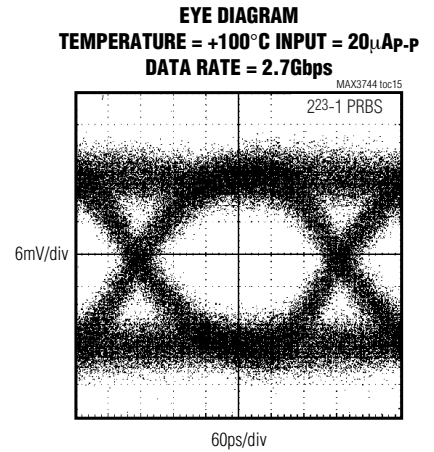
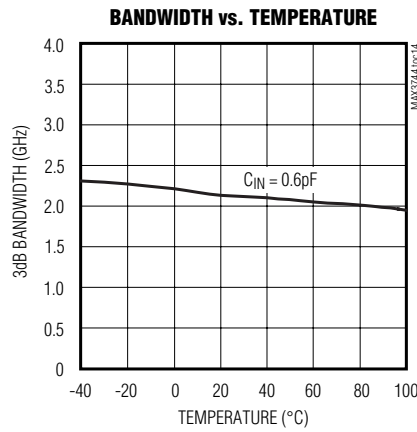
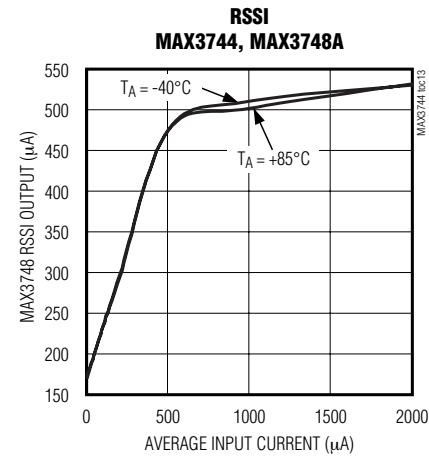
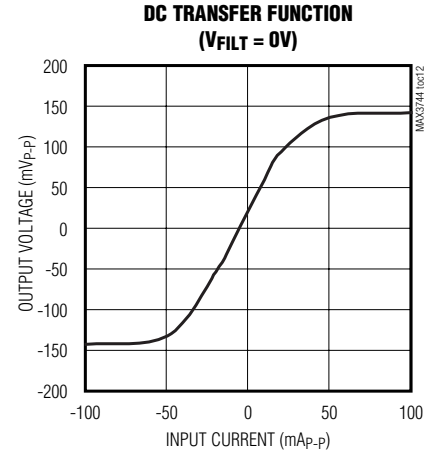
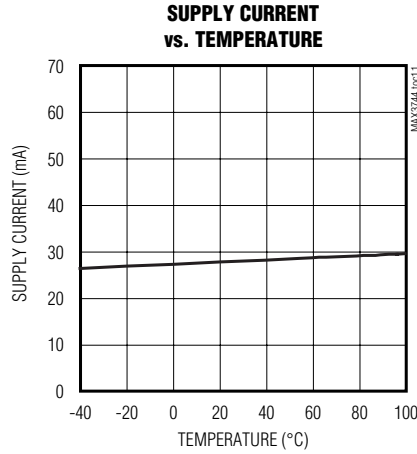
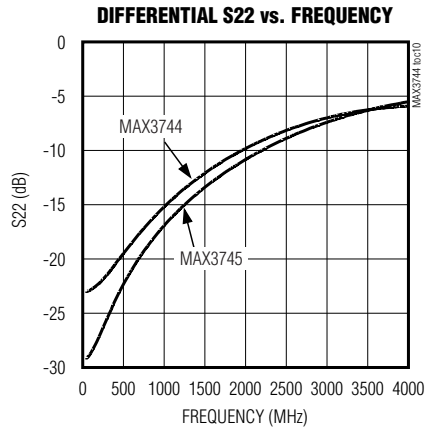
**EYE DIAGRAM**  
INPUT = 2mA<sub>p-p</sub>, DATA RATE = 2.7Gbps



# 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.)



# 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

引脚说明

MAX3744/ MAX3745 绑定焊盘	名称	功能
1, 3	V <sub>CC</sub>	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 <sub>CC</sub> 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。

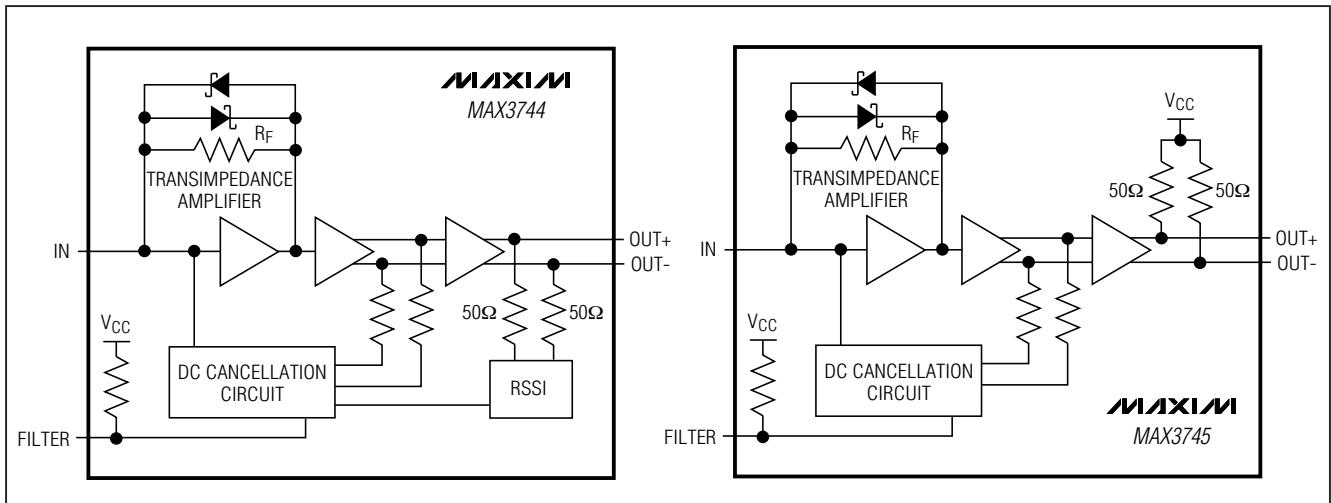


图1. 功能框图

## 详细说明

MAX3744/MAX3745是为速率高达2.7Gbps的SFP/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消直流电路组成。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，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

输入端的信号电流流入高增益放大器的求和节点，通过R<sub>F</sub>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

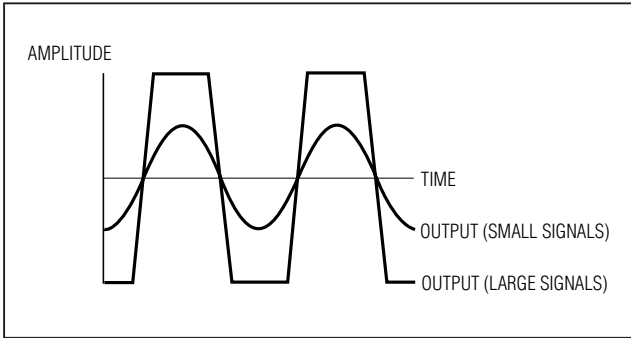


图2. MAX3744/MAX3745 限幅输出

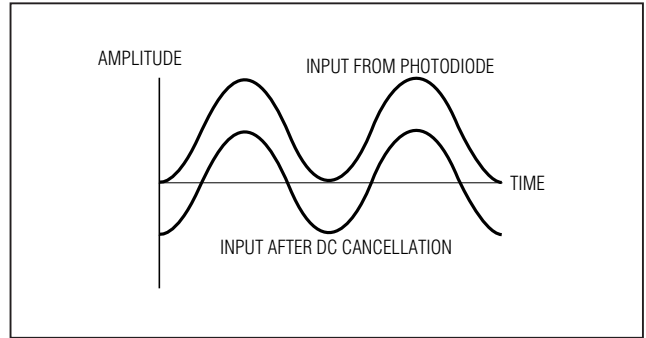


图3. 输入端的消直流效应

### 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。

### 消直流电路

消直流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。消直流电路采用内部补偿，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<sub>CC</sub>。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。

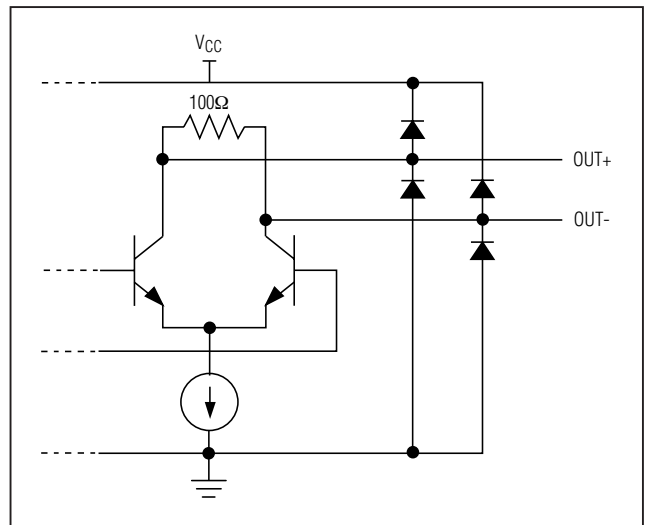


图4. MAX3744 的等效输出电路

### 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，提供一个以地为参考的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。

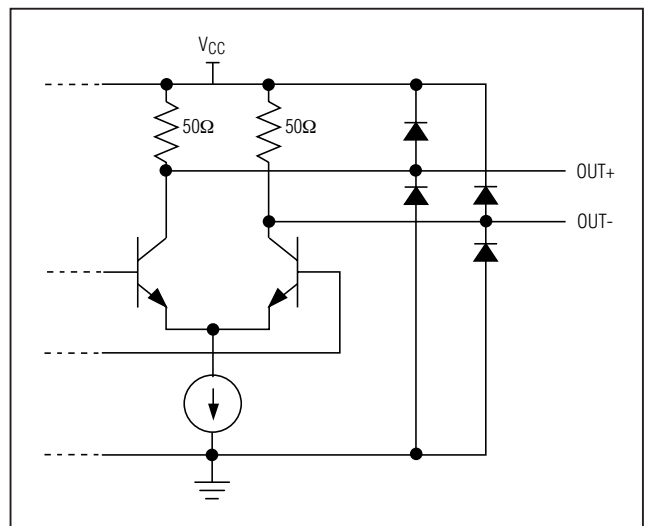


图5. MAX3745 的等效输出电路

## 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

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接收功率监视器提供内部校准。

MAX3744和MAX3748A经过了优化，在光电二极管平均输入电流6μA至500μA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(6μA)和高端(500μA)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MAX3744/MAX3745设计时将光功率转换为输入信号。(参考应用笔记HFAN-03.0.0: *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	$P_{IN}$	$P_{IN} = P_1 - P_0; P_{IN} = 2P_{AVG}(r_e - 1) / (r_e + 1)$

注：假设平均占空比和符号密度为50%。

### 光灵敏度的计算

MAX3744/MAX3745折算至输入端的RMS噪声电流( $I_N$ )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，可由下式估算：

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

其中， $\rho$ 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：

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

### 光功率线性范围

MAX3744/MAX3745具有高增益，输入信号超过50μA<sub>P-P</sub>时将限制输出。MAX3744/MAX3745工作的线性范围(10%线性度)不超过：

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



## 带RSSI的2.7Gbps SFP互阻放大器

MAX3744/MAX3745

### 布板考虑

IN焊盘上的电容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电容，并选择低电容的光电二极管。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。

### 光电二极管滤波器

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，可用来降低该噪声(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<sub>P-P</sub>， $C_{PD} = 0.85\text{pF}$ ， $R_{FILTER} = 600\Omega$ 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14mil (0.4mm)。

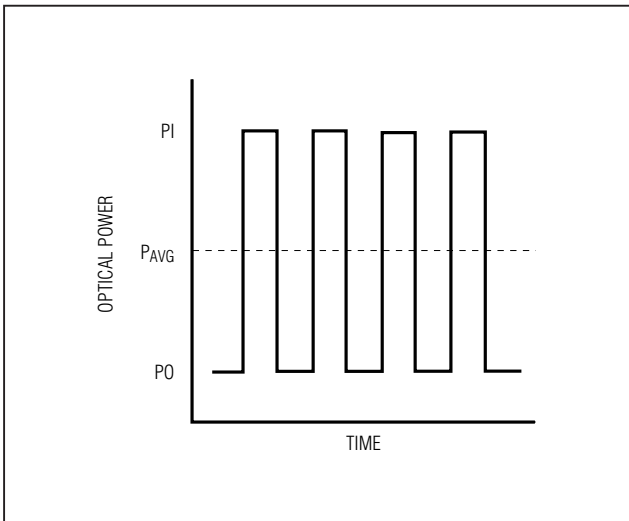


图6. 光功率关系

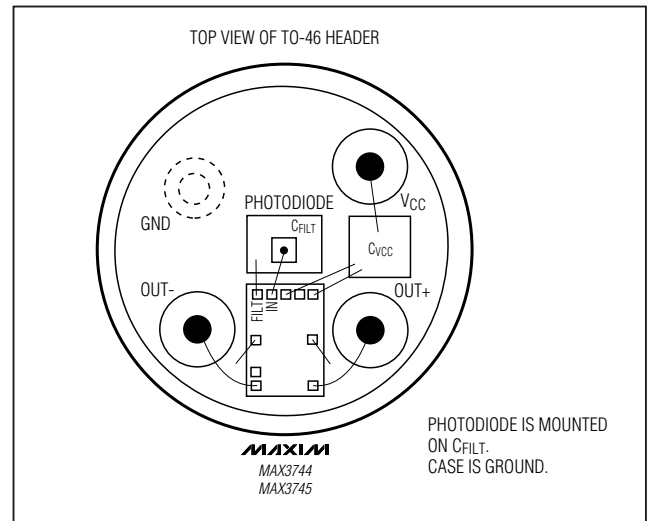
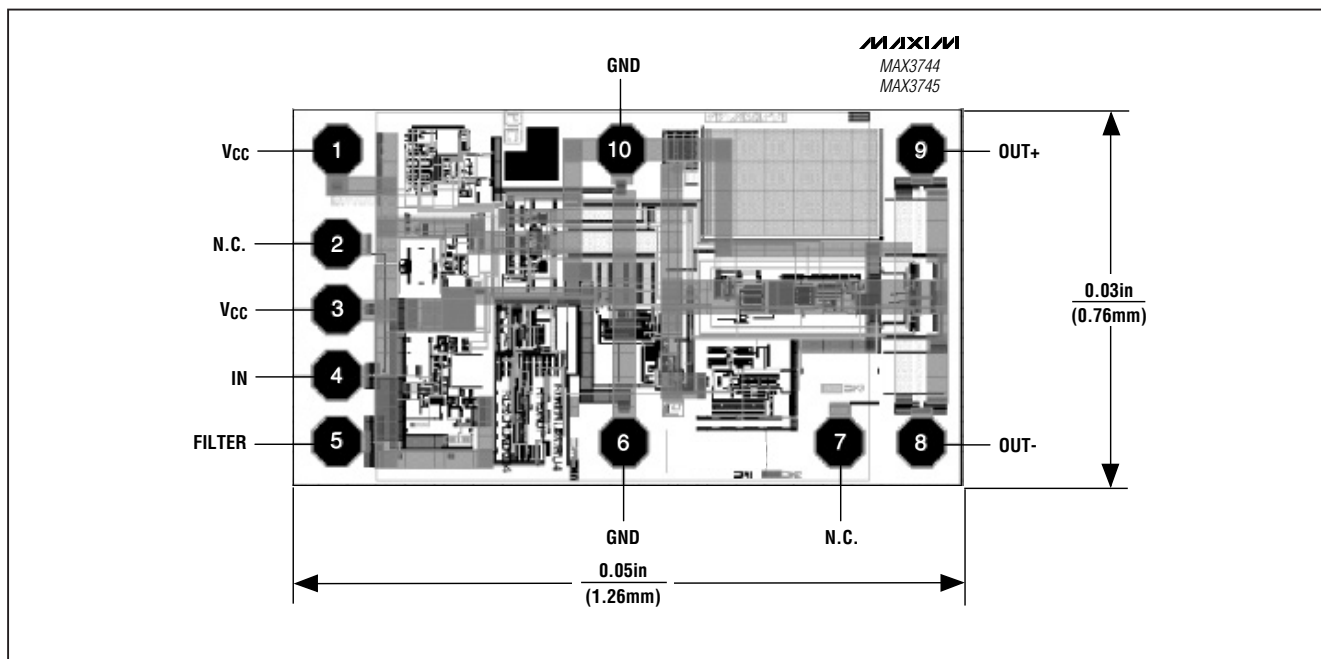


图7. 用于TO-46接收头的建议布局

# 带RSSI的2.7Gbps SFP 互阻放大器

MAX3744/MAX3745

芯片拓扑图



焊盘坐标

PAD	COORDINATES (μm) X	COORDINATES (μm) 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

© 2005 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。

项目开发 芯片解密 零件配单 TEL:15013652265 QQ:38537442