



1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

MAX3946

概述

MAX3946是+3.3V、多速率、低功耗激光二极管驱动器，设计用于以太网和光纤通道传输系统，数据速率高达11.3Gbps。该器件优化用于驱动带有25Ω柔性电路的差分发送器光学组件(TOSA)。独特的输出级设计能够支持不匹配的TOSA，提供宽松的裕量限制并降低系统功耗。

器件采用内部电缆端接，可接收差分CML兼容信号，能够以20ps (20%至80%)的边沿速率为5Ω至25Ω外部差分负载提供高达80mA的激光器调制电流。器件采用对称输出级设计，输出级提供内部背向端接。采用宽带、全差分信号通路有助于减小确定性抖动。可使能均衡模块补偿SFP+连接器的损耗。集成偏置电路提供高达80mA的可编程激光器偏置电流。利用DISABLE引脚可禁止激光器偏置发生器和激光器调制器。

3线数字接口减少了引脚数量，无需外部元件即可调整输入均衡、脉宽、Tx极性、Tx去加重、调制电流以及偏置电流。MAX3946采用4mm x 4mm、24引脚TQFN封装。

应用

4x/8x FC SFP+光收发器
10GFC SFP+光收发器
10GBASE-LR SFP+光收发器
10GBASE-LRM SFP+光收发器
OC192-SR XFP/SFP+光收发器

特性

- ◆ < 1W的SFP+模块功耗仅为225mW
- ◆ 使能不匹配FP/DFB TOSA可将功耗降低多达100mW
- ◆ 支持SFF-8431 SFP+ MSA和SFF-8472数字诊断
- ◆ 3.3V供电时($I_{MOD} = 40mA$ 、 $I_{BIAS} = 60mA$ ，假定25Ω TOSA)，功耗为225mW
- ◆ +3.3V单电源供电
- ◆ 工作速率高达11.3Gbps (NRZ)
- ◆ 可编程调制电流：10mA至100mA (5Ω负载)
- ◆ 可编程偏置电流：5mA至80mA
- ◆ 可编程输入均衡
- ◆ 可编程输出加重
- ◆ TOUT+和TOUT-带有25Ω输出背向端接
- ◆ 不匹配差分负载(5Ω)下，DJ为7psp-p
- ◆ 不匹配差分负载(25Ω)下，DJ为5psp-p
- ◆ 50Ω差分负载下，DJ为5psp-p
- ◆ 可编程脉冲宽度
- ◆ 20ps边沿过渡时间
- ◆ 偏置电流监测器
- ◆ 集成视觉安全保护
- ◆ 3线数字接口
- ◆ -40°C至+95°C工作温度范围

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX3946ETG+	-40°C to +85°C	24 TQFN-EP*

注：器件设计工作在-40°C至+95°C环境温度范围(T_A)，最高在+85°C条件下进行测试。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

VCC, VCCT, VCCD -0.3V to +4.0V
 Current Into TOUT+ and TOUT- +100mA
 Current Into TIN+ and TIN- -20mA to +20mA
 Voltage Range at TIN+, TIN-,
 DISABLE, SDA, SCL, CSEL, FAULT,
 BMAX, BMON, and BIAS -0.3V to (VCC + 0.3V)
 Voltage Range at BIAS -0.3V to VCC
 Voltage Range at TOUT+ and TOUT- (VCC - 1.3V) to (VCC + 1.3V)

Current into BIAS +130mA
 Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)
 24-Pin TQFN (derate 27.8mW/°C above +70°C) 2222mW
 Storage Temperature Range -55°C to +150°C
 Die Attach Temperature +400°C
 Lead Temperature (soldering, 10s) +300°C
 Soldering Temperature (reflow) +260°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

(VCC = +2.85V to +3.63V, TA = -40°C to +85°C, and Figure 1. Guaranteed by design and characterization from TA = -40°C to +95°C. Typical values are at VCC = +3.3V, IBIAS = 60mA, IMOD = 40mA, 25Ω differential output load, and TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Power-Supply Current	ICC	Excludes output current through the external pullup inductors (Note 2)	68	90		mA
Power-Supply Voltage	VCC		2.85	3.63		V
Power-Supply Noise		DC to 10MHz		100	mVp-P	
		10MHz to 20MHz		10		
POWER-ON RESET						
VCC for Enable High			2.55	2.75		V
VCC for Enable Low			2.3	2.45		V
DATA INPUT SPECIFICATION						
Input Data Rate			1	10	11.3	Gbps
Differential Input Voltage	VIN	TXEQ_EN = high, launch amplitude into FR4 transmission line ≤ 5.5in	0.19		0.7	VP-P
		TXEQ_EN = low	0.15		1.0	
Differential Input Resistance	RIN		75	100	125	Ω
Differential Input Return Loss	SDD11	Part powered on, f ≤ 10GHz		12		dB
Common-Mode Input Return Loss	SCC11	Part powered on, 1GHz ≤ f ≤ 10GHz		10		dB
BIAS GENERATOR						
Maximum Bias Current	IBIASMAX	Current into BIAS pin, DISABLE = low, and TX_EN = high	80			mA
Minimum Bias Current	IBIASMIN	Current into BIAS pin, DISABLE = low, and TX_EN = high			5	mA
Bias-Off Current	IBIAS-OFF	Current into BIAS pin, DISABLE = high or TX_EN = low or SET_IBIAS[8:0] = H0x00; BIAS pin voltage at VCC			100	μA

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器， 容许激光器阻抗失配

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +2.85V to +3.63V, TA = -40°C to +85°C, and Figure 1. Guaranteed by design and characterization from TA = -40°C to +95°C. Typical values are at VCC = +3.3V, IBIAS = 60mA, IMOD = 40mA, 25Ω differential output load, and TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Bias Current DAC Stability		5mA ≤ IBIAS ≤ 80mA, VBIAS = VCC - 1.5V (Notes 1, 3)		1	3	%
Instantaneous Compliance Voltage at BIAS	VBIAS		0.9	1.5	2.1	V
BMON Current Gain	GBMON	GBMON = IBMON/IBIAS, external resistor to ground defines voltage	9	10	11	mA/A
Compliance Voltage at BMON			0		1.8	V
BMON Current Gain Stability		5mA ≤ IBIAS ≤ 80mA (Notes 1, 3)		1.2	4	%
LASER MODULATOR						
TOUT+ and TOUT- Instantaneous Output Compliance Voltage			VCC - 1.0		VCC + 1.0	V
Maximum Modulation Current	IMODMAX	Current into external 25Ω differential termination, output common-mode voltage = VCC	80			mA _{p-p}
		Current into external 50Ω differential termination, output common-mode voltage = VCC	60			
Minimum Modulation Current	IMODMIN				10	mA _{p-p}
Differential Output Resistance	2 x ROUT			50		Ω
Modulation-Off Maximum Current	IMOD-OFF	Current between TOUT+ and TOUT- when DISABLE = high or TX_EN = low or SET_IMOD[8:0] = H0x00			100	μA
Modulation Current DAC Stability		10mA ≤ IMOD ≤ 80mA (Notes 1, 3)		1.5	3	%
Modulation Current Edge Speed (Note 1)	tr, tf	20% to 80%, 20mA ≤ IMOD ≤ 80mA		22	30	ps
		20% to 80%, 10mA ≤ IMOD ≤ 80mA, TXDE_MD[1:0] = 3d		22	30	
Deterministic Jitter (Notes 1, 4)	DJ	10mA ≤ IMOD ≤ 60mA, 11.3Gbps, output differential load = 50Ω		5	12	pSP-P
		10mA ≤ IMOD ≤ 80mA, 11.3Gbps, output differential load = 25Ω		5	12	
		10mA ≤ IMOD ≤ 80mA, 11.3Gbps, output differential load = 5Ω		7		
		10mA ≤ IMOD ≤ 60mA, 10.7Gbps, output differential load = 50Ω (K28.5 pattern)		5	10.5	
Random Jitter	RJ	10mA ≤ IMOD ≤ 80mA, output differential load = 25Ω (Note 1)		0.19	0.55	ps _{RMS}
Differential Output Return Loss	SDD22	Part powered on, f ≤ 5GHz		8		dB
		Part powered on, f ≤ 10GHz		6		

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +2.85V to +3.63V, TA = -40°C to +85°C, and Figure 1. Guaranteed by design and characterization from TA = -40°C to +95°C. Typical values are at VCC = +3.3V, IBIAS = 60mA, IMOD = 40mA, 25Ω differential output load, and TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SAFETY FEATURES						
Threshold Voltage at BMAX	V _{BMAX}	FAULT always occurs for V _{BMAX} ≥ 1.3V, FAULT never occurs for V _{BMAX} < 1.1V (Note 1, Figure 1)	1.1	1.2	1.3	V
Threshold Voltage at BIAS	V _{BIAS}	FAULT never occurs for V _{BIAS} ≥ 0.57V, FAULT always occurs for V _{BIAS} < 0.44V	0.44	0.48	0.57	V
Threshold Voltage at BMON	V _{BMON}	Warning always occurs for V _{BMON} ≥ VCC - 0.5V, warning never occurs for V _{BMON} < VCC - 0.7V	VCC - 0.7	VCC - 0.6	VCC - 0.5	V
SFP TIMING REQUIREMENTS						
DISABLE Assert Time	t _{OFF}	Time from rising edge of DISABLE input signal to I _{BIAS} < I _{BIAS-OFF} and I _{MOD} < I _{MOD-OFF}		0.05	1	μs
DISABLE Negate Time	t _{ON}	Time from falling edge of DISABLE to I _{BIAS} and I _{MOD} at 90% of steady state		0.5	5	μs
FAULT Reset Time of Power-On Time	t _{INIT}	Time from power-on or negation of FAULT using DISABLE		50	200	μs
FAULT Reset Time	t _{FAULT}	Time from fault to FAULT on, C _{FAULT} ≤ 20pF, R _{FAULT} = 4.7kΩ		0.5	2	μs
DISABLE to Reset		Time DISABLE must be held high to reset FAULT	0.5			μs
BIAS CURRENT DAC						
Full-Scale Current	I _{BIAS-FS}	SET_IBIAS[8:1] = HxFF	80	100		mA
LSB Size				190		μA
Integral Nonlinearity	INL	5mA ≤ I _{BIAS} ≤ 80mA		±0.5		%FS
Differential Nonlinearity	DNL	5mA ≤ I _{BIAS} ≤ 80mA, guaranteed monotonic at 8-bit resolution SET_IBIAS[8:1]		±0.5		LSB
MODULATION CURRENT DAC (25Ω DIFFERENTIAL LOAD)						
Full-Scale Current	I _{MOD-FS}	SET_IMOD[8:1] = HxFF	80	105		mA
LSB Size				200		μA
Integral Nonlinearity	INL	10mA ≤ I _{MOD} ≤ 80mA		±1		%FS
Differential Nonlinearity	DNL	10mA ≤ I _{MOD} ≤ 80mA, guaranteed monotonic at 9-bit resolution SET_IMOD[8:0]		±0.5		LSB
CONTROL I/O SPECIFICATIONS						
DISABLE Input Current	I _{IH}				12	μA
	I _{IL}	Depends on pullup resistance		500	800	
DISABLE Input High Voltage	V _{IH}		1.8		VCC	V
DISABLE Input Low Voltage	V _{IL}		0		0.8	V

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器， 容许激光器阻抗失配

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +2.85V to +3.63V, TA = -40°C to +85°C, and Figure 1. Guaranteed by design and characterization from TA = -40°C to +95°C. Typical values are at VCC = +3.3V, IBIAS = 60mA, IMOD = 40mA, 25Ω differential output load, and TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DISABLE Input Resistance	RPULL	Internal pullup resistor	4.7	7.5	10	kΩ
3-WIRE DIGITAL I/O SPECIFICATIONS (SDA, SCL, CSEL)						
Input High Voltage	VIH		2.0		VCC	V
Input Low Voltage	VIL				0.8	V
Input Hysteresis	VHYST			80		mV
Input Leakage Current	IIL, IIH	VIN = 0V or VCC, internal pullup or pull-down is 75kΩ typical			150	μA
Output High Voltage	VOH	External pullup is (4.7kΩ to 10kΩ) to VCC	VCC - 0.5			V
Output Low Voltage	VOL	External pullup is (4.7kΩ to 10kΩ) to VCC			0.4	V
3-WIRE DIGITAL INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS (Figure 5)						
SCL Clock Frequency	fSCL			400	1000	kHz
SCL Pulse-Width High	tCH		0.5			μs
SCL Pulse-Width Low	tCL		0.5			μs
SDA Setup Time	tDS			100		ns
SDA Hold Time	tDH			100		ns
SCL Rise to SDA Propagation Time	tD			5		ns
CSEL Pulse-Width Low	tCSW		500			ns
CSEL Leading Time Before the First SCL Edge	tL			500		ns
CSEL Trailing Time After the Last SCL Edge	tT			500		ns
SDA, SCL Load	CB	Total bus capacitance on one line with 4.7kΩ pullup to VCC			20	pF

Note 1: Guaranteed by design and characterization (TA = -40°C to +95°C).

Note 2: BIAS is connected to 2.0V. TOUT+/TOUT- are connected through pullup inductors to a separate supply that is equal to VCC.

$$I_{CC} = 4.92 + 0.0383 \times I_{BIAS} + 0.3692 \times I_{MOD}$$

Note 3: Stability is defined as $[(I_{\text{measured}}) - (I_{\text{reference}})] / (I_{\text{reference}})$ over the listed current range, temperature, and VCC = VCCREF ±5%. VCCREF = 3.0V to 3.45V. Reference current measured at VCCREF, TA = +25°C.

Note 4: Measured with K28.5 data pattern at 10.7Gbps and with a (2⁷ - 1 PRBS + 72 zeros + 2⁷ - 1 PRBS (inverted) + 72 ones) pattern at 11.3Gbps.

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

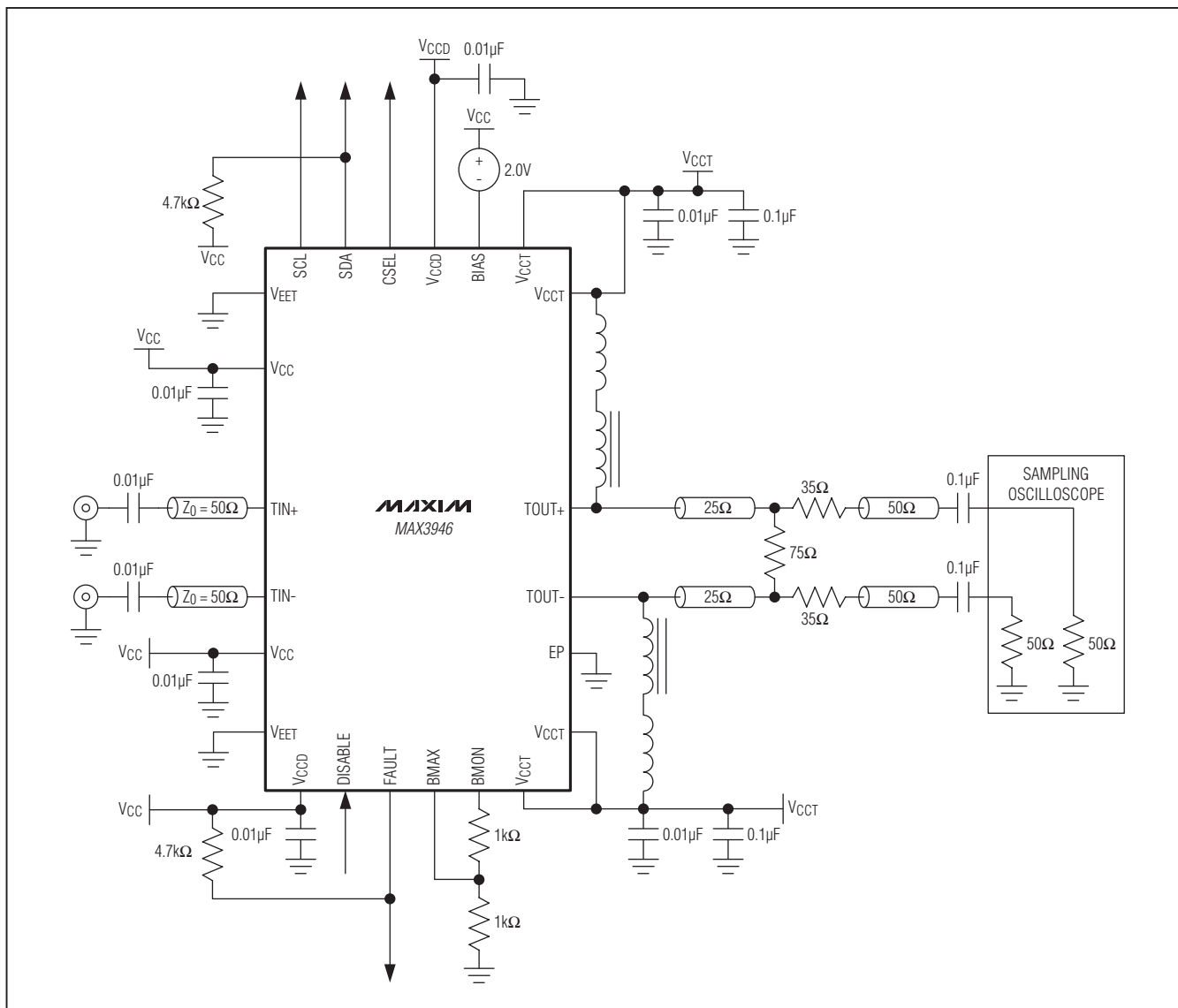


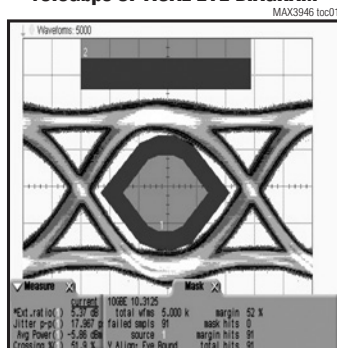
图1. 交流测试装置

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

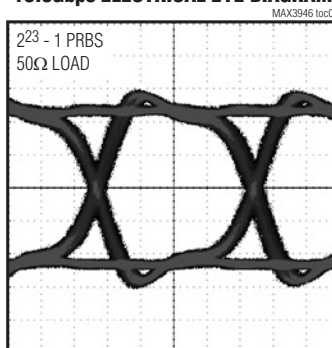
典型工作特性

(VCC = +3.3V, T_A = +25°C, data pattern = 2⁷ - 1 PRBS + 72 zeros + 2⁷ - 1 PRBS (inverted) + 72 ones, unless otherwise noted.)

10.3Gbps OPTICAL EYE DIAGRAM

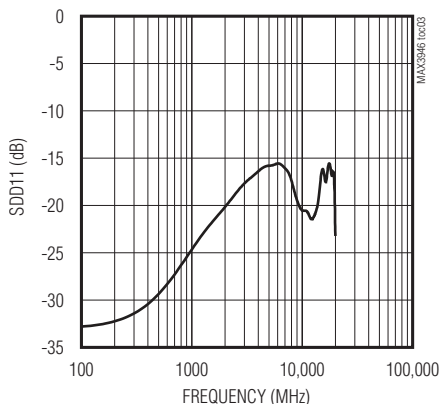


10.3Gbps ELECTRICAL EYE DIAGRAM

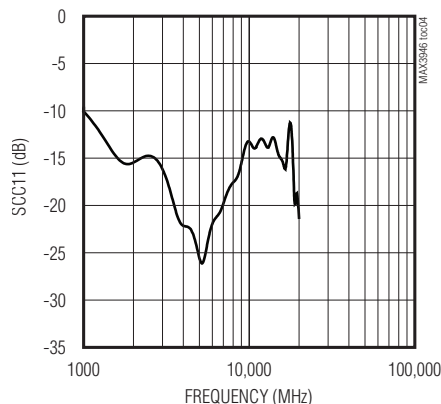


20ps/div

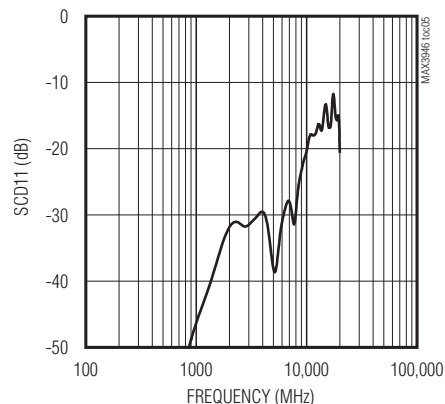
INPUT DIFFERENTIAL RETURN LOSS vs. FREQUENCY



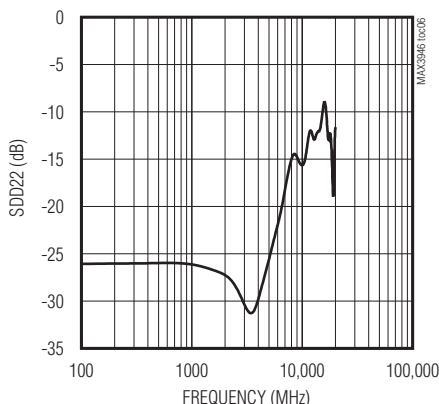
INPUT COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



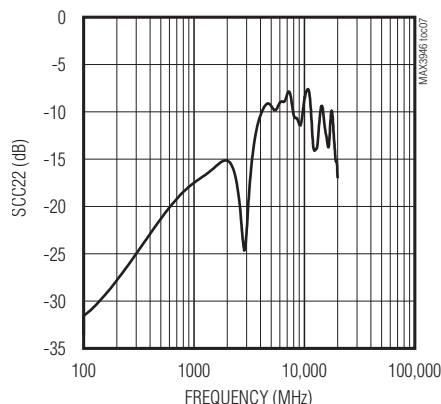
INPUT DIFFERENTIAL TO COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



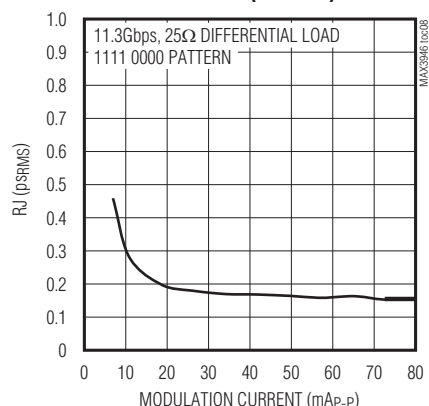
OUTPUT DIFFERENTIAL RETURN LOSS vs. FREQUENCY



OUTPUT COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



RANDOM JITTER vs. MODULATION CURRENT (AT LOAD)

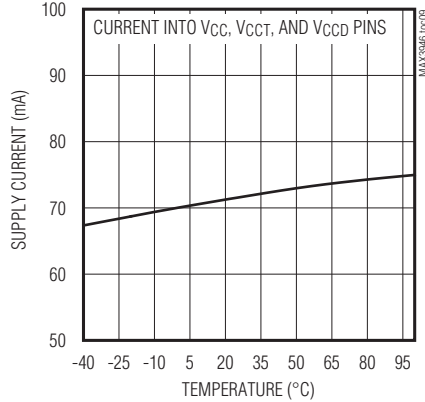


1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

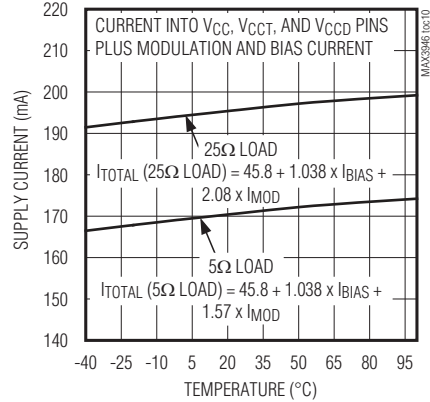
典型工作特性(续)

($V_{CC} = +3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, data pattern = $2^7 - 1$ PRBS + 72 zeros + $2^7 - 1$ PRBS (inverted) + 72 ones, unless otherwise noted.)

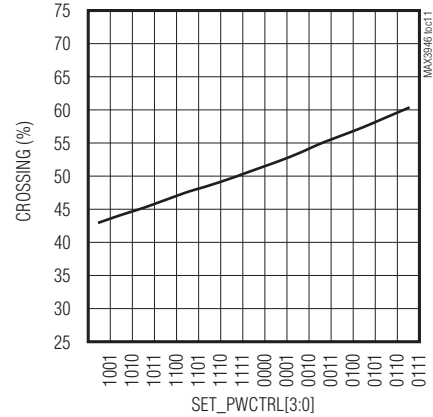
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE
($I_{MOD} = 40mA_{P-P}$, $I_{BIAS} = 60mA$)



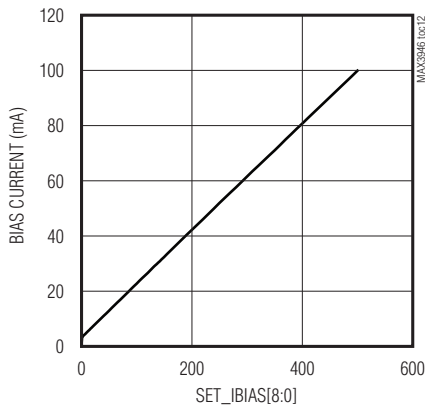
TOTAL CURRENT vs. TEMPERATURE
(I_{MOD} AT LOAD = $40mA_{P-P}$, $I_{BIAS} = 60mA$)



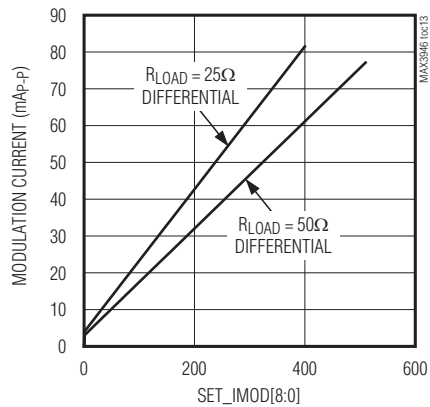
EYE CROSSING PERCENT vs. SET_PWCTRL



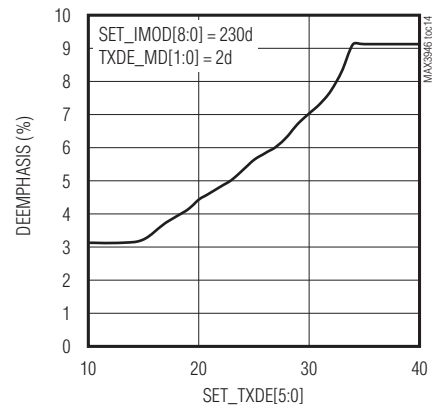
BIAS CURRENT vs. DAC SETTING



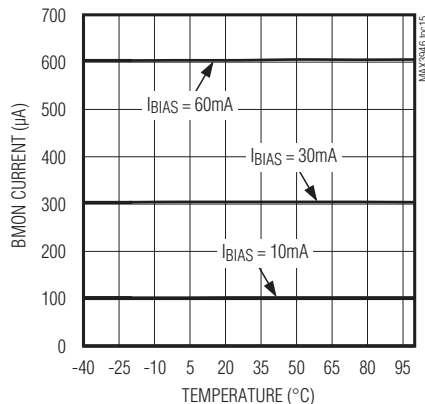
MODULATION CURRENT (AT LOAD) vs. DAC SETTING



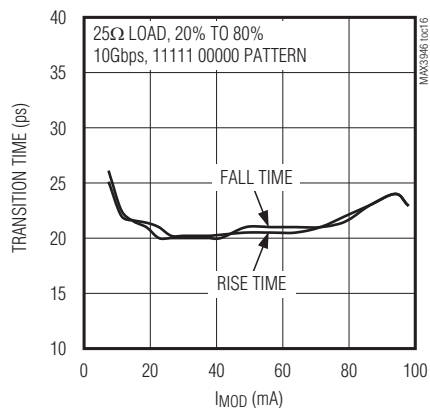
MODULATION CURRENT DEEMPHASIS vs. MANUAL DEEMPHASIS SETTING



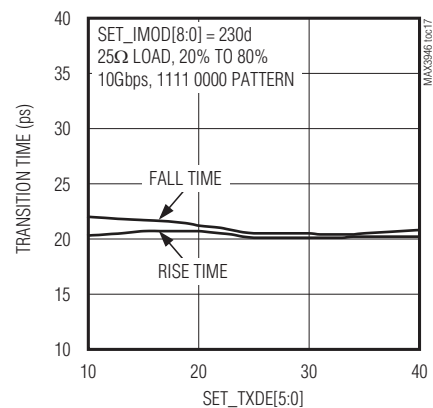
BIAS MONITOR CURRENT vs. TEMPERATURE



TRANSITION TIME vs. MODULATION CURRENT



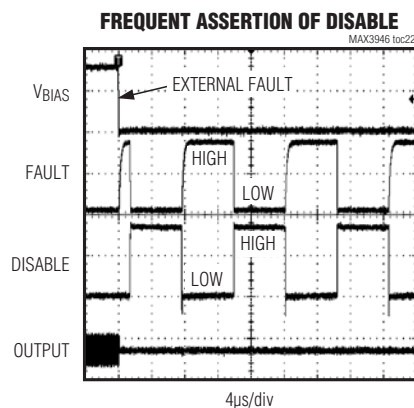
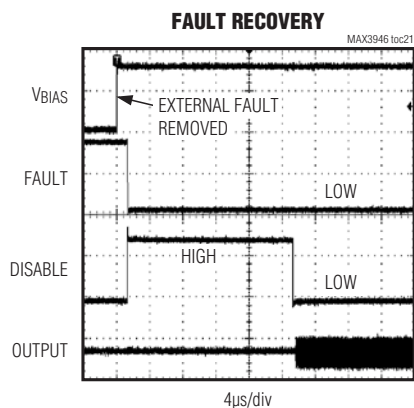
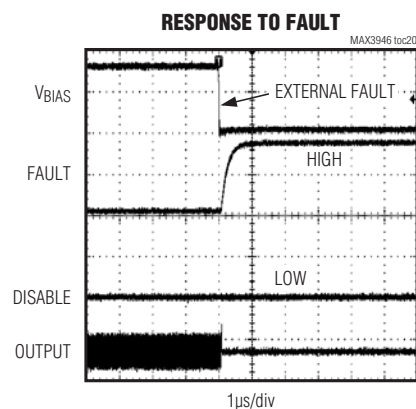
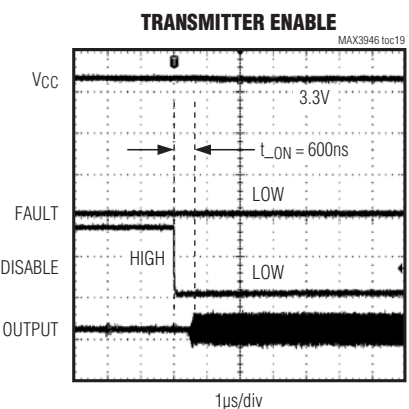
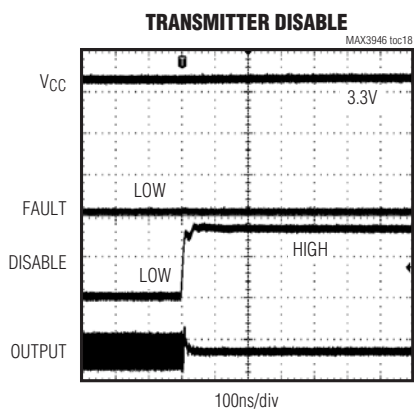
TRANSITION TIME vs. DEEMPHASIS SETTING



1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

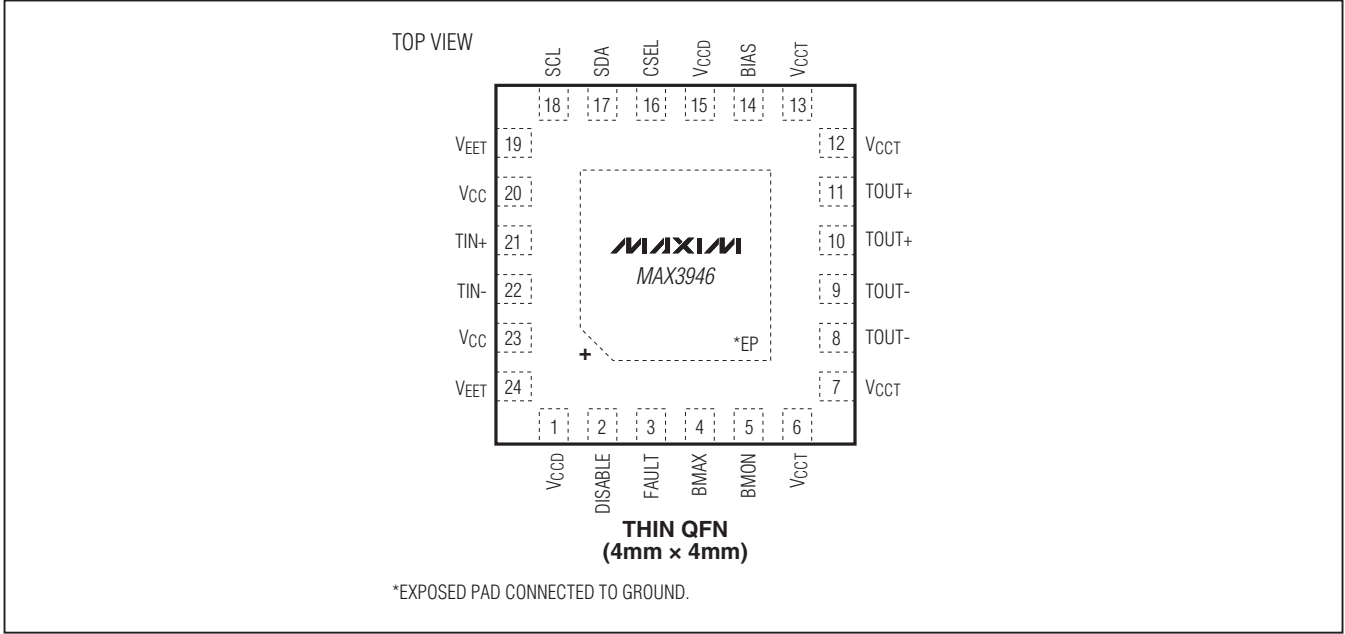
典型工作特性(续)

($V_{CC} = +3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, data pattern = $2^7 - 1$ PRBS + 72 zeros + $2^7 - 1$ PRBS (inverted) + 72 ones, unless otherwise noted.)



1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能
1, 15	VCCD	电源，为数字电路供电。
2	DISABLE	禁用输入，CMOS输入。设置为逻辑低电平时正常工作；设置为逻辑高电平或开路时禁止产生调制电流和偏置电流。通过内部7.5kΩ电阻上拉至VCCD。
3	FAULT	故障指示输出，漏极开路。逻辑高电平表示发生故障，即使在故障条件清除后，FAULT仍保持高电平。故障条件清除后，通过触发DISABLE引脚清除故障锁定，使其变为低电平。FAULT应通过4.7kΩ至10kΩ电阻上拉至VCC。
4	BMAX	模拟激光器偏置电流限制。采用连接在BMON、BMAX和地之间的电阻分压器设置所允许的最大激光器偏置电流限制。BMAX端的电压在内部与1.2V带隙基准电压进行比较。
5	BMON	偏置电流监测器输出。从该引脚流出的电流在外部电阻上产生以地为参考的电压，该电压与激光器偏置电流成正比。该引脚源出的电流通常为BIAS引脚电流的1/100。
6, 7, 12, 13	VCCT	电源，为输出电路供电。
8, 9	TOUT-	反相调制电流输出，通过内部25Ω电阻上拉至VCCT。
10, 11	TOUT+	同相调制电流输出，通过内部25Ω电阻上拉至VCCT。
14	BIAS	激光器偏置电流连接端。
16	CSEL	片选输入，CMOS电平。将CSEL设置为逻辑高电平将启动一次工作过程；将CSEL设置为逻辑低电平则终止工作过程，并复位控制状态机。通过内部75kΩ电阻下拉至地。
17	SDA	串行数据双向输入，CMOS电平；开漏输出。该引脚具有一个75kΩ内部上拉电阻，但需要一个4.7kΩ至10kΩ的外部上拉电阻(防止数据线发生冲突)。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
18	SCL	串行时钟输入，CMOS电平。该引脚具有一个75kΩ内部下拉电阻。
19, 24	VEET	地。
20, 23	VCC	电源，为核心电路供电。
21	TIN+	同相数据输入。
22	TIN-	反相数据输入。
—	EP	裸焊盘，地。必须焊接至电路板地，以保证散热和电气性能(请参考裸焊盘封装和散热考虑部分)。

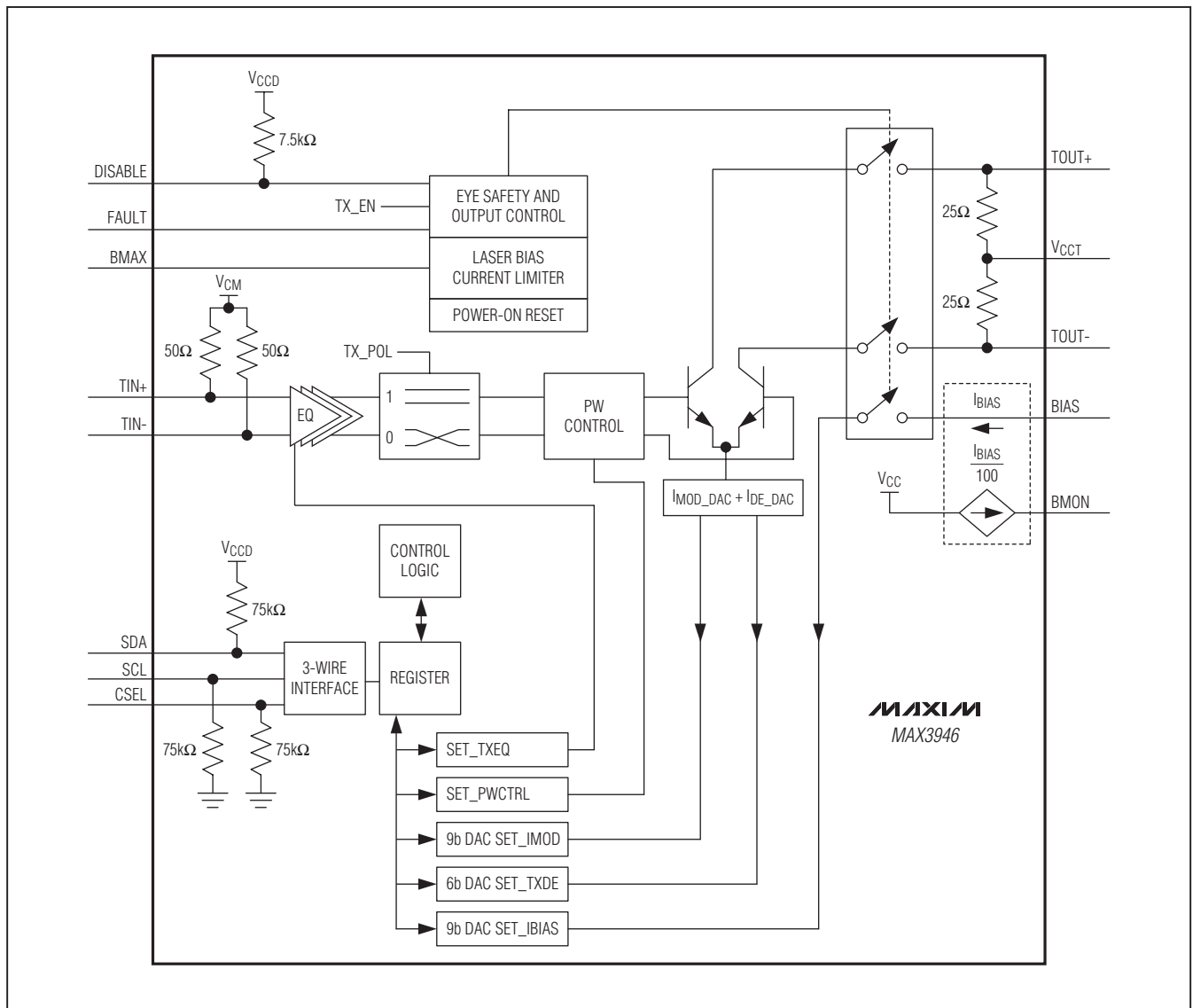


图2. 功能框图

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

详细说明

MAX3946 SFP+激光驱动器设计用于驱动1Gbps至11.3Gbps的5Ω至50Ω激光器。器件包含带可编程均衡的输入缓冲器、脉宽调节电路、偏置电流和调制电流DAC、带可编程去加重的输出驱动器、上电复位电路、偏置监测器、激光器电流限制器和视觉保护电路。3线数字接口用于控制发送器的功能。控制该器件功能的寄存器包括TXCTRL、SET_IMOD、SET_IBIAS、IMODMAX、IBIASMAX、MODINC、BIASINC、SET_TXEQ、SET_PWCTRL和SET_TXDE。

带可编程均衡的输入缓冲器

输入在内部进行偏置，并通过50Ω电阻端接至共模电压。第一级放大电路具有可编程均衡器，用于补偿SFP连接器等引起的高频损耗。均衡功能由SET_TXEQ寄存器和TXEQ_EN位TXCTRL[3] (表1)控制，TXCTRL寄存器中的TX_POL位控制TOUT+和TOUT-相对于TIN+和TIN-的极性，SET_PWCTRL寄存器控制输出眼图的交叉点(表5)，状态指示位(TXED)监测是否存在交流输入信号。

偏置电流DAC

器件的偏置电流优化用于向5Ω至50Ω激光器负载提供高达80mA的偏置电流，分辨率为200μA。偏置电流由SET_IBIAS、IBIASMAX和BIASINC寄存器通过3线数字接口控制。为使激光器正常工作，激光器偏置电流可由9位SET_IBIAS DAC设置。高8位由SET_IBIAS[8:1]寄存器设置，常用于

POR后的初始化过程。POR后，SET_IBIAS的LSB (第0位)初始化为0，并可利用BIASINC寄存器刷新。IBIASMAX寄存器应编程设置为要求的最大偏置电流值(最高96mA)，以保护激光器。IBIASMAX寄存器将限制最大的SET_IBIAS[8:1] DAC编码。

初始化后，SET_IBIAS DAC寄存器的值应由BIASINC寄存器刷新，以优化工作时间，增强激光器的保护能力。BIASINC寄存器为8位寄存器，前5位以二进制补码格式储存递增信息，递增值范围从-8至+7 LSB。如果SET_IBIAS[8:1]的更新值超过IBIASMAX[7:0]，IBIASERR报警标识置位，而SET_IBIAS[8:0]保持不变。

调制电流DAC

器件的调制电流优化用于向5Ω至25Ω差分激光器负载提供高达80mA的调制电流(50Ω激光器负载时调制电流为60mA)，分辨率为300μA至200μA。调制电流由SET_IMOD、IMODMAX、MODINC和SET_TXDE寄存器通过3线数字接口控制。

为使激光器正常工作，激光器调制电流可由9位SET_IMOD DAC设置。高8位由SET_IMOD[8:1]寄存器设置，常用于POR后的初始化过程。POR后，SET_IMOD的LSB (第0位)初始化为0，并可利用MODINC寄存器刷新。IMODMAX寄存器应编程设置为要求的最大调制电流值(最高96mA)，以保护激光器。IMODMAX寄存器将限制最大的SET_IMOD[8:1] DAC编码。

表1. 输入均衡控制的寄存器设置

TXCTRL[3] TXEQ_EN	SET_TXEQ[2:1]		DESCRIPTION
0	X	X	150mVp-p to 1000mVp-p differential input amplitude (default setting)
1	0	0	Optimized for 1in to 4in FR4, 190mVp-p to 450mVp-p differential launch amplitude from source
1	0	1	Optimized for 4in to 6in FR4, 190mVp-p to 450mVp-p differential launch amplitude from source
1	1	0	Optimized for 1in to 4in FR4, 450mVp-p to 700mVp-p differential launch amplitude from source
1	1	1	Optimized for 4in to 6in FR4, 450mVp-p to 700mVp-p differential launch amplitude from source

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

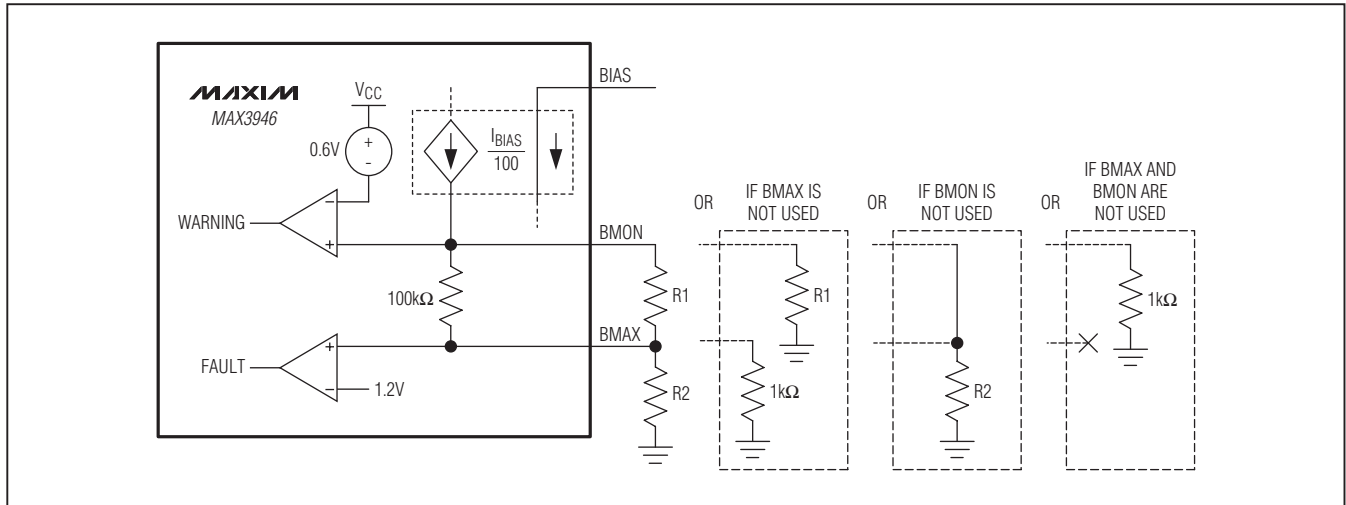


图3. BMON和BMAX电路

初始化后, SET_IMOD DAC寄存器的值应由MODINC寄存器刷新, 以优化工作时间, 增强激光器的保护能力。MODINC寄存器为8位寄存器, 前5位以二进制补码的格式储存递增信息, 递增值范围从-8至+7 LSB。如果SET_IMOD[8:1]的更新值超过IMODMAX[7:0], IMODERR报警标识置位, 而SET_IMOD[8:0]保持不变。

流入激光器的调制电流实际上是SET_IMOD寄存器生成的电流与SET_TXDE寄存器的电流之差。

输出驱动器

输出驱动器优化用于5Ω至50Ω差分负载。输出级还具有可编程去加重功能，去加重幅值可设置为调制电流的百分比。去加重功能受控于TXDE_MD[1]、TXDE_MD[0]位(TXCTRL[5:4])和SET_TXDE[5:0]。

上电复位(POR)

上电复位确保激光器在电源电压达到规定门限(2.75V)之前处于关闭状态。POR后，偏置电流和调制电流以受控速率缓慢爬升，以避免过冲。POR情况下，所有寄存器均复位至默认值。

BMON和BMAX功能

BMON引脚输出的电流通常为BIAS引脚电流的1/100。BMON对地的总电阻值决定电压增益的大小。当BMAX电压大于1.2V时，BMAX引脚内部的比较器将锁存故障状态。BMAX电压检测引脚通过电阻分压连接至BMON引脚和地。BMON电压的满量程范围为 $1.2V \times (R1/R2 + 1)$ (图3)，模拟偏置电流限制由 $(1.2V/R2) \times 100$ 决定。

视觉保护和输出控制电路

视觉保护和输出控制电路包括一个禁用引脚(DISABLE)和禁用位(TX_EN)，以及故障指示器和监测器(图4)。器件的故障可分为两类：硬故障和软故障。硬故障触发FAULT引脚，并禁止对激光器的输出；软故障的工作方式更像一种报警，并不禁用输出。两种类型的故障均存储在TXSTAT1和TXSTAT2寄存器。

FAULT引脚为锁存输出，可通过触发DISABLE引脚清除锁存状态。触发DISABLE引脚还会清零TXSTAT1和TXSTAT2寄存器。单点故障可能是对V_{CC}或地短路，表2所示为不同单点故障下的电路响应。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

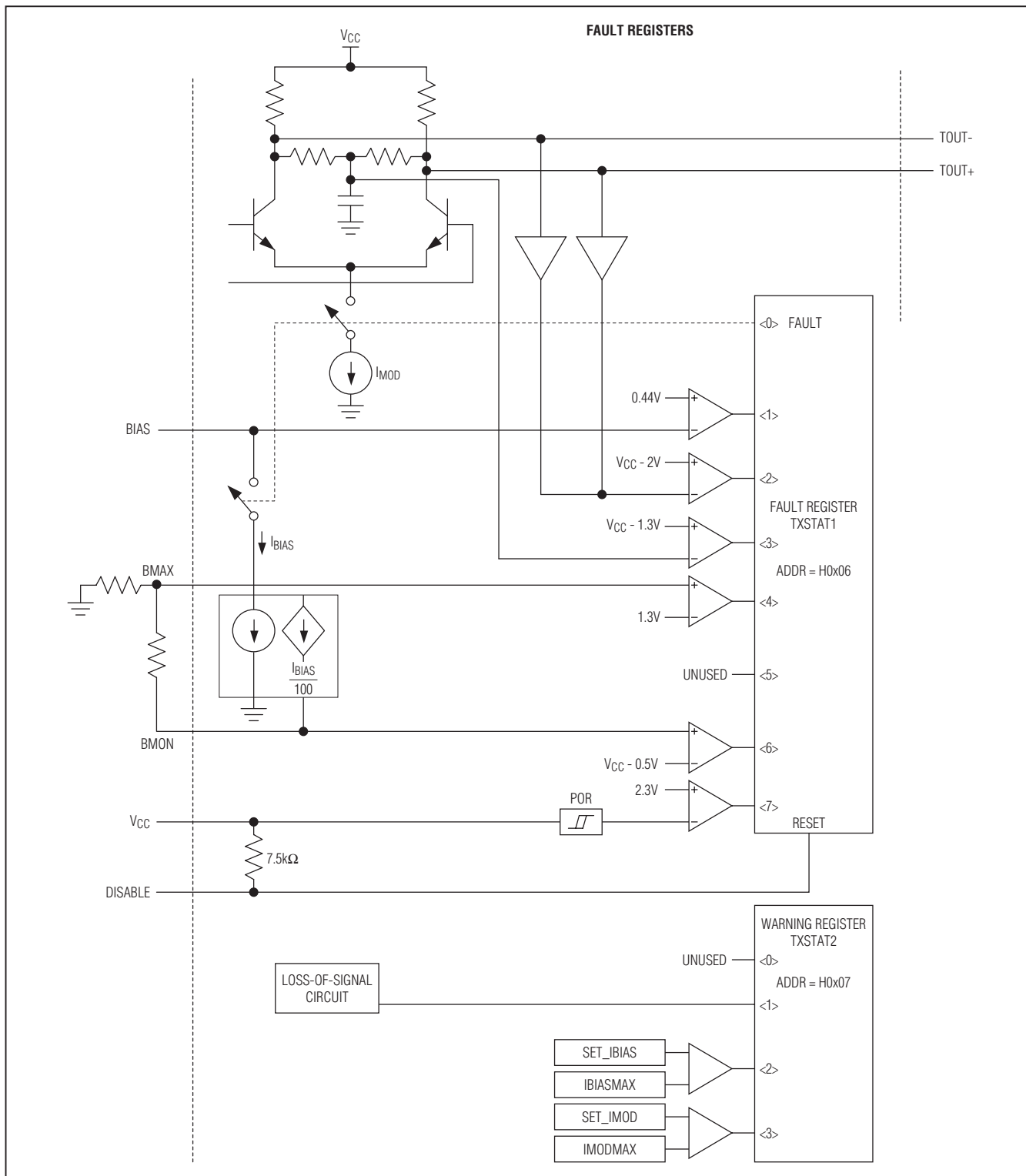


图4. 视觉保护电路

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器， 容许激光器阻抗失配

表2. 单点故障的电路响应

PIN	NAME	SHORT TO VCC	SHORT TO GROUND	OPEN
1	VCCD	Normal	Disabled—HARD FAULT	Normal (Note 3)—Redundant path
2	DISABLE	Disabled	Normal (Note 1). Can only be disabled by other means.	Disabled
3	FAULT	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)
4	BMAX	Disabled—HARD FAULT	Normal (Note 1)	Disabled—HARD FAULT
5	BMON	Disabled—HARD FAULT	Normal (Note 1)	Disabled—HARD FAULT
6	VCCT	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
7	VCCT	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
8	TOUT-	IMOD is reduced	Disabled—HARD FAULT	IMOD is reduced
9	TOUT-	IMOD is reduced	Disabled—HARD FAULT	IMOD is reduced
10	TOUT+	IMOD is reduced	Disabled—HARD FAULT	IMOD is reduced
11	TOUT+	IMOD is reduced	Disabled—HARD FAULT	IMOD is reduced
12	VCCT	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
13	VCCT	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
14	BIAS	IBIAS is on—No fault	Disabled—HARD FAULT	Disabled—HARD FAULT
15	VCCD	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
16	CSEL	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)
17	SDA	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)
18	SCL	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)	Normal (Note 1)
19	VEET	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal	Normal (Note 3)—Redundant path
20	VCC	Normal	Disabled—HARD FAULT (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
21	TIN+	SOFT FAULT	SOFT FAULT	Normal (Note 1)
22	TIN-	SOFT FAULT	SOFT FAULT	Normal (Note 1)
23	VCC	Normal	Disabled—HARD FAULT (external supply shorted) (Note 2)	Normal (Note 3)—Redundant path
24	VEET	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 2)	Normal	Normal (Note 3)—Redundant path

注1: 正常—不影响激光器功率。

注2: 假设电源短路电流主要位于电路板上(本器件之外)，主电源由于短路损坏。

注3: 功能正常，但性能会受影响。

警告: 有些引脚短路至VCC或对地短路会超出Absolute Maximum Ratings规定的范围。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

3线接口

该器件采用专有的3线数字接口，由外部控制器产生时钟。3线接口由SDA双向数据线、SCL时钟信号输入和CSEL片选输入(高电平有效)组成。外部主控制器通过使能CSEL引脚启动一次数据传输。主控制器在CSEL引脚置高后开始产生时钟信号，所有的数据传输均为最高有效位(MSB)在前。

协议

每次操作包括16位传输(15位地址/数据，1位RWN)。总线主控制器向SCL发出16个时钟周期，所有操作向该器件传输8位数据，RWN位决定是读操作还是写操作，请参考表3。

寄存器地址

该器件具有13个可编程寄存器，表4列出了寄存器及其地址。

写模式(RWN = 0)

主控制器在SCL上共产生16个时钟周期，主控制器在时钟下降沿向SDA线上共输出16位数据(MSB在前)。主控制器通过将CSEL置0终止传输，图5所示为接口时序。

读模式(RWN = 1)

主控制器在SCL上产生16个时钟周期，主控制器在时钟下降沿向SDA线上共输出8位数据(MSB在前)。发送RWN位后释放SDA，从器件在时钟的上升沿输出8位数据(MSB在前)。主控制器通过将CSEL置0终止传输，图5所示为接口时序。

模式控制

常规模式下允许对MODINC和BIASINC以外的所有寄存器执行只读命令。常规模式下可以更新MODINC和BIASINC寄存器，这种操作可以将通过3线接口控制的激光器刷新速率提高2倍。常规模式为默认模式。

设置模式允许主控制器向状态寄存器(TXSTAT1、TXSTAT2)以外的所有寄存器写入不受限制的数据。为进入设置模式，MODECTRL寄存器(地址 = H0x0E)必须设置为H0x12。在MODECTRL寄存器置为H0x12后，随后的操作不再受限。在下一操作完成之后，自动退出设置模式。如果需要多次不受限设置，则必须重复这一过程。

表3. 数字通信字结构

BIT															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Register Address							RWN	Data that is written or read							

表4. 寄存器说明和地址

ADDRESS	NAME	FUNCTION
H0x05	TXCTRL	Transmitter Control Register
H0x06	TXSTAT1	Transmitter Status Register 1
H0x07	TXSTAT2	Transmitter Status Register 2
H0x08	SET_IBIAS	Bias Current Setting Register
H0x09	SET_IMOD	Modulation Current Setting Register
H0x0A	IMODMAX	Maximum Modulation Current Setting Register
H0x0B	IBIASMAX	Maximum Bias Current Setting Register
H0x0C	MODINC	Modulation Current Increment Setting Register
H0x0D	BIASINC	Bias Current Increment Setting Register
H0x0E	MODECTRL	Mode Control Register
H0x0F	SET_PWCTRL	Pulse-Width Control Register
H0x10	SET_TXDE	Deemphasis Control Register
H0x11	SET_TXEQ	Equalization Control Register

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

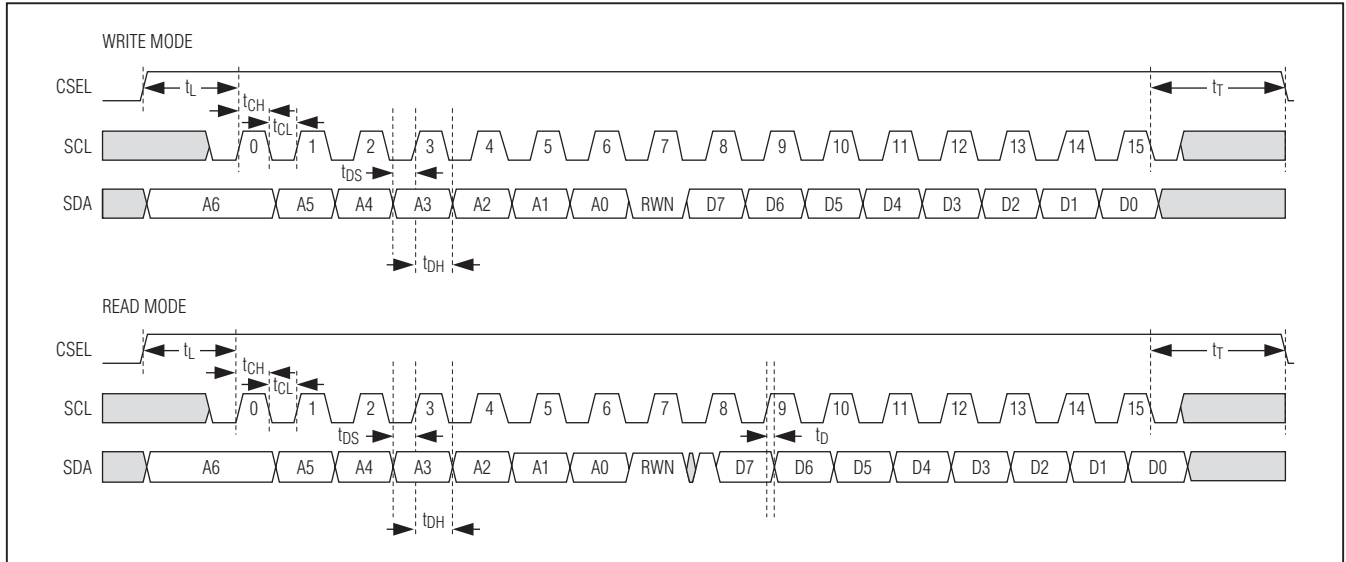


图5. 3线数字接口时序

发送器控制寄存器(TXCTRL)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	X	X	TXDE_MD[1]	TXDE_MD[0]	TXEQ_EN	SOFTRES	TX_POL	TX_EN	H0x05
Default Value	X	X	0	0	0	0	1	1	

第5位和第4位：TXDE_MD[1:0]。控制发送输出的去加重电路模式。

- 00 = 去加重幅度固定为调制幅度的6.25%
- 01 = 去加重幅度固定为调制幅度的3.125%
- 10 = 去加重幅度由SET_TXDE寄存器设置
- 11 = 去加重幅度设置为最大值(约为9%)

第3位：TXEQ_EN。使能或禁止输入均衡电路。

- 0 = 禁用
- 1 = 使能

第2位：SOFTRES。将所有寄存器复位到其默认值。

- 0 = 正常
- 1 = 复位

第1位：TX_POL。控制信号通路的极性。

- 0 = 反相
- 1 = 正常

第0位：TX_EN。使能或禁用输出电路。

- 0 = 禁用
- 1 = 使能

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

发送器状态寄存器1 (TXSTAT1)

Bit #	7 (STICKY)	6 (STICKY)	5 (STICKY)	4 (STICKY)	3 (STICKY)	2 (STICKY)	1 (STICKY)	0 (STICKY)	ADDRESS
Name	FST[7]	FST[6]	X	FST[4]	FST[3]	FST[2]	FST[1]	TX_FAULT	H0x06
Default Value	X	X	X	X	X	X	X	X	

第7位：FST[7]。当V_{CCT}电源电压低于2.3V时，POR电路报告故障。一旦V_{CCT}电源电压高于2.75V，POR将所有寄存器复位到其默认值，并清除故障状态。

第6位：FST[6]。当BMON电压高于V_{CC} - 0.5V时，报告一次软故障。

第4位：FST[4]。当BMAX电压高于1.3V时，报告一次硬故障。

第3位：FST[3]。当V_{TOUT±}的共模电压低于V_{CC} - 1.3V时，报告一次软故障。

第2位：FST[2]。当V_{TOUT±}电压低于V_{CC} - 0.8V时，报告一次硬故障。

第1位：FST[1]。当BIAS电压低于0.44V时，报告一次硬故障。

第0位：TX_FAULT。FST[7:6]至FST[4:1]中FAULT信号的拷贝，POR将FST复位至0。

发送器状态寄存器2 (TXSTAT2)

Bit #	7	6	5	4	3 (STICKY)	2 (STICKY)	1 (STICKY)	0 (STICKY)	ADDRESS
Name	X	X	X	X	IMODERR	IBIASERR	TXED	X	H0x07
Default Value	X	X	X	X	X	X	X	X	

第3位：IMODERR。试图将SET_IMOD[8:1]设置为高于IMODMAX[7:0]，将触发一次IMODERR报警(请参考设置调制电流部分)。

第2位：IBIASERR。试图将SET_IBIAS[8:1]设置为高于IBIASMAX[7:0]，将触发一次IBIASERR报警(请参考设置偏置电流部分)。

第1位：TXED。表示发送器输入没有交流信号。

偏置电流设置寄存器(SET_IBIAS)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	SET_IBIAS [8] (MSB)	SET_IBIAS [7]	SET_IBIAS [6]	SET_IBIAS [5]	SET_IBIAS [4]	SET_IBIAS [3]	SET_IBIAS [2]	SET_IBIAS [1]	H0x08
Default Value	0	0	0	0	0	0	0	1	

第7位至第0位：SET_IBIAS[8:1]。偏置电流DAC共受9位数据控制。SET_IBIAS[8:1]位用于设置从0至510位之间偏置电流的偶数值。LSB (SET_IBIAS[0])受BIASINC寄存器控制，用来设置SET_IBIAS[8:0]中的奇数值。对SET_IBIAS[8:1]直接进行写操作将复位LSB。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

调制电流设置寄存器(SET_IMOD)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	SET_IMOD [8] (MSB)	SET_IMOD [7]	SET_IMOD [6]	SET_IMOD [5]	SET_IMOD [4]	SET_IMOD [3]	SET_IMOD [2]	SET_IMOD [1]	H0x09
Default Value	0	0	0	0	0	1	0	0	

第7位至第0位：SET_IMOD[8:1]。调制电流DAC共受9位数据控制。SET_IMOD[8:1]位用于设置从0至510位之间调制电流的偶数值。LSB (SET_IMOD[0])受MODINC寄存器控制，用来设置SET_IMOD[8:0]中的奇数值。对SET_IMOD[8:1]直接进行写操作将复位LSB。

最大调制电流设置寄存器(IMODMAX)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	IMODMAX [7] (MSB)	IMODMAX [6]	IMODMAX [5]	IMODMAX [4]	IMODMAX [3]	IMODMAX [2]	IMODMAX [1]	IMODMAX [0] (LSB)	H0x0A
Default Value	0	0	1	0	0	0	0	0	

第7位至第0位：IMODMAX[7:0]。IMODMAX寄存器为8位寄存器，用于限制最大调制电流。连续比较IMODMAX[7:0]与SET_IMOD[8:1]。试图将SET_IMOD[8:1]设置为高于IMODMAX[7:0]的操作将被忽略，并触发一次IMODERR报警。

最大偏置电流设置寄存器(IBIASMAX)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	IBIASMAX [7] (MSB)	IBIASMAX [6]	IBIASMAX [5]	IBIASMAX [4]	IBIASMAX [3]	IBIASMAX [2]	IBIASMAX [1]	IBIASMAX [0] (LSB)	H0x0B
Default Value	0	0	1	0	0	0	0	0	

第7位至第0位：IBIASMAX[7:0]。IBIASMAX寄存器为8位寄存器，用于限制最大偏置电流。连续比较IBIASMAX[7:0]与SET_IBIAS[8:1]。试图将SET_IBIAS[8:1]设置为高于IBIASMAX[7:0]的操作将被忽略，并触发一次IBIASERR报警。

调制电流递增设置寄存器(MODINC)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	SET_IMOD [0] (LSB)	X	X	MODINC [4] (MSB)	MODINC [3]	MODINC [2]	MODINC [1]	MODINC [0] (LSB)	H0x0C
Default Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

第7位：SET_IMOD[0]。该位是SET_IMOD[8:0]位的LSB，仅可利用MODINC[4:0]进行更新。

第4位至第0位：MODINC[4:0]。这些位用于递增或递减调制电流。写入时，SET_IMOD[8:0]位被更新。MODINC[4:0]为二进制补码。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

偏置电流递增设置寄存器(BIASINC)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	SET_IBIAS [0] (LSB)	X	X	BIASINC [4] (MSB)	BIASINC [3]	BIASINC [2]	BIASINC [1]	BIASINC [0] (LSB)	H0x0D
Default Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

第7位：SET_IBIAS[0]。该位是SET_IBIAS[8:0]位的LSB，仅可利用BIASINC[4:0]进行更新。

第4位至第0位：BIASINC[4:0]。这些位用于递增或递减偏置电流。写入时，SET_IBIAS[8:0]位被更新。BIASINC[4:0]为二进制补码。

模式控制寄存器(MODECTRL)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	MODECTRL [7] (MSB)	MODECTRL [6]	MODECTRL [5]	MODECTRL [4]	MODECTRL [3]	MODECTRL [2]	MODECTRL [1]	MODECTRL [0] (LSB)	H0x0E
Default Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

第7位至第0位：MODECTRL[7:0]。MODECTRL 寄存器允许用户在常规模式和设置模式之间进行转换。将该寄存器置为H0x12时为设置模式。MODECTRL 必须在每次写操作之前更新。MODINC和BIASINC除外，它们可在常规模式下更新。

脉宽控制寄存器(SET_PWCTRL)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	X	X	X	X	SET_PWCTRL [3] (MSB)	SET_PWCTRL [2]	SET_PWCTRL [1]	SET_PWCTRL [0] (LSB)	H0x0F
Default Value	X	X	X	X	0	0	0	0	

第3位至第0位：SET_PWCTRL[3:0]。这是一个4位寄存器，通过调节脉冲宽度控制眼图交叉点。

去加重控制寄存器(SET_TXDE)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	X	X	SET_TXDE [5] (MSB)	SET_TXDE [4]	SET_TXDE [3]	SET_TXDE [2]	SET_TXDE [1]	SET_TXDE [0] (LSB)	H0x10
Default Value	X	X	0	0	0	0	0	1	

第5位至第0位：SET_TXDE[5:0]。这是一个6位寄存器，用于控制发送器输出的去加重幅度。在计算总调制电流时，必须考虑去加重幅度。去加重设置为调制电流的百分比。

均衡控制寄存器(SET_TXEQ)

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0	ADDRESS
Name	X	X	X	X	X	SET_TXEQ [2]	SET_TXEQ [1]	X	H0x11
Default Value	X	X	X	X	X	0	0	X	

第2位至第1位：SET_TXEQ[2:1]。这两位用于控制发送器输入的均衡幅度。更多信息请参见表1。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

设计步骤

设置偏置电流

- 1) $IBIAS_{MAX}[7:0] = \text{Maximum_Bias_Current_Value}$
 - 2) $SET_IBIAS_i[8:1] = \text{Initial_Bias_Current_Value}$
 注：利用 $SET_IBIAS[8:0]$ DAC值计算总的偏置电流。 $SET_IBIAS[8:1]$ 位可手动写入， $SET_IBIAS[0]$ 只能利用 $BIASINC$ 寄存器更新。
 - 采用APC环路时，建议使用 $BIASINC$ 寄存器，可保证偏置电流更新速率最快。
 - 3) $BIASINC_i[4:0] = \text{New_Increment_Value}$
 - 4) 如果： $(SET_IBIAS_i[8:1] \leq IBIAS_{MAX}[7:0])$ ，
 则： $(SET_IBIAS_i[8:0] = SET_IBIAS_{i-1}[8:0] + BIASINC_i[4:0])$
 - 5) 否则： $(SET_IBIAS_i[8:0] = SET_IBIAS_{i-1}[8:0])$
- 总偏置电流计算如下：
- 6) $I_{BIAS} = [SET_IBIAS_i[8:0] + 16] \times 200\mu A$

设置调制电流

- 1) $IMOD_{MAX}[7:0] = \text{Maximum_Modulation_Current_Value}$
 - 2) $SET_IMOD_i[8:1] = \text{Initial_Modulation_Current_Value} \times 1.06$
 注：利用 $SET_IMOD[8:0]$ DAC值和 SET_TXDE 寄存器值计算激光器的总调制电流。 $SET_IMOD[8:1]$ 位可手动写入， $SET_IMOD[0]$ 只能利用 $MODINC$ 寄存器刷新。
 - 当采用调制补偿时，建议使用 $MODINC$ 寄存器，可保证调制电流的刷新速度最快。
 - 3) $MODINC_i[4:0] = \text{New_Increment_Value}$
 - 4) 如果： $(SET_IMOD_i[8:1] \leq IMOD_{MAX}[7:0])$ ，
 则： $(SET_IMOD_i[8:0] = SET_IMOD_{i-1}[8:0] + MODINC_i[4:0])$
 - 5) 否则： $(SET_IMOD_i[8:0] = SET_IMOD_{i-1}[8:0])$
- 下式给出了采用差分方式驱动激光器时的调制电流(峰峰值)。 R_{EXTD} 是激光器差分负载阻抗与附加的串联电阻之和。
- 6a) $TXDE_MD[1:0] = 00$ ，则

$$I_{MOD} = \left[\begin{array}{l} 0.3mA(SET_IMOD[8:0] + 16) \\ -0.15mA(SET_IMOD[8:3] + 2) \end{array} \right] \times \frac{50\Omega}{50\Omega + R_{LD}}$$

- 6b) $TXDE_MD[1:0] = 01$ ，则

$$I_{MOD} = \left[\begin{array}{l} 0.3mA(SET_IMOD[8:0] + 16) \\ -0.15mA(SET_IMOD[8:4] + 1) \end{array} \right] \times \frac{50\Omega}{50\Omega + R_{LD}}$$

- 6c) $TXDE_MD[1:0] = 10$ ，则 $SET_TXDE[5:0]$ 可以设置为 $\geq SET_IMOD[8:4]$ 的任意值，并且

$$I_{MOD} = \left[\begin{array}{l} 0.3mA(SET_IMOD[8:0] + 16) \\ -0.15mA(SET_TXDE[5:0] + 1) \end{array} \right] \times \frac{50\Omega}{50\Omega + R_{LD}}$$

$SET_TXDE[5:0]$ 增大时，去加重电流增大，整体的调制电流峰峰值减小。当 $SET_TXDE[5:0] = 0.2 \times (SET_IMOD[8:0] + 16) - 1$ 时，上述变化情况出现饱和，进一步增大 $SET_TXDE[5:0]$ 不会使去加重电流增大。

- 6d) $TXDE_MD[1:0] = 11$ ，则

$$I_{MOD} = 0.9 \times \left[0.3mA(SET_IMOD[8:0] + 16) \right] \times \frac{50\Omega}{50\Omega + R_{LD}}$$

注：当 $TXDE_MD[1:0] = 10$ 且用户置位 SET_TXDE 寄存器时，允许的去加重最小值为3%，最大值为10%，由MAX3946内部设定。

设置发送器输出去加重

- 1) $TXDE_MD[1:0] = \text{Transmit_Deemphasis_Mode}$
- 2) $SET_TXDE[5:0] = \text{Transmit_Deemphasis_Value}$ 。如果 $TXDE_MD[1:0] = 00$ 、 01 或 11 ， SET_TXDE 的值由器件自动设定，无需输入 SET_TXDE 的数值。

对于 $\text{Transmit_Deemphasis_Mode}$ ：

- 00 = 去加重幅度固定为调制幅度的6% (器件控制 SET_TXDE 的值)，默认设置
- 01 = 去加重幅度固定为调制幅度的3% (器件控制 SET_TXDE 的值)
- 10 = 去加重幅度由 SET_TXDE 寄存器设置
- 11 = 去加重幅度设置为最大值(约为9%) (器件控制 SET_TXDE 的值)

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

设置脉宽控制

Tx输出的眼图交叉点可利用SET_PWCTRL寄存器进行调整，表5列出了相关设置。数字符号规定了脉宽偏移方向，

编码1111对应于差分输出的平衡状态。脉宽偏移量可围绕平衡状态双向调节(请参见典型工作特性部分)。

应用信息

激光器安全和IEC 825

单独使用MAX3946激光驱动器不能保证发送器设计完全符合IEC 825标准，必须考虑整体发送电路和元件选择。每个用户必须确定具体应用的容错等级，了解Maxim产品并非专门设计用于或授权用于外科移植手术以及生命支持、维持系统的器件，或其它任何可能因为Maxim器件失效而导致人员伤亡的应用。

表5. SET_PWCTRL的眼图交叉点设置

SET_PWCTRL[3:0]	PWD	SET_PWCTRL[3:0]	PWD
1000	-7	0111	8
1001	-6	0110	7
1010	-5	0101	6
1011	-4	0100	5
1100	-3	0011	4
1101	-2	0010	3
1110	-1	0001	2
1111	0	0000	1

表6. 寄存器总结

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Transmitter Control Register Address = H0x05	TXCTRL	R	RW	5	TXDE_MD[1]	0	MSB deemphasis mode
		R	RW	4	TXDE_MD[0]	0	LSB deemphasis mode
		R	RW	3	TXEQ_EN	0	Input equalization 0: disabled, 1: enabled
		R	RW	2	SOFTRES	0	Global digital reset
		R	RW	1	TX_POL	1	Tx polarity 0: inverse, 1: normal
		R	RW	0	TX_EN	1	Tx control 0: disabled, 1: enabled
Transmitter Status Register 1 Address = H0x06	TXSTAT1	R	R	7 (sticky)	FST[7]	X	TX_POR→TX_VCC low-limit violation
		R	R	6 (sticky)	FST[6]	X	BMON open/shorted to VCC
		R	R	4 (sticky)	FST[4]	X	BMAX current exceeded or open/short to ground
		R	R	3 (sticky)	FST[3]	X	VTOUT± common-mode low-limit
		R	R	2 (sticky)	FST[2]	X	VTOUT± low-limit violation
		R	R	1 (sticky)	FST[1]	X	BIAS open or shorted to ground
		R	R	0 (sticky)	TX_FAULT	X	Copy of FAULT signal in case POR bits 6 to 1 reset to 0

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器， 容许激光器阻抗失配

MAX3946

表6. 寄存器总结(续)

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Transmitter Status Register 2 Address = H0x07	TXSTAT2	R	R	3 (sticky)	IMODERR	X	Warning increment result > IMODMAX
		R	R	2 (sticky)	IBIASERR	X	Warning increment result > IBIASMAX
		R	R	1 (sticky)	TXED	X	Tx edge detection
Bias Current Setting Register Address = H0x08	SET_IBIAS	R	RW	7	SET_IBIAS[8]	0	MSB bias DAC
		R	RW	6	SET_IBIAS[7]	0	
		R	RW	5	SET_IBIAS[6]	0	
		R	RW	4	SET_IBIAS[5]	0	
		R	RW	3	SET_IBIAS[4]	0	
		R	RW	2	SET_IBIAS[3]	0	
		R	RW	1	SET_IBIAS[2]	0	
		R	RW	0	SET_IBIAS[1]	1	
		Accessible through REG_ADDR = H0x0D		7	SET_IBIAS[0]	0	LSB bias DAC
Modulation Current Setting Register Address = H0x09	SET_IMOD	R	RW	7	SET_IMOD[8]	0	MSB modulation DAC
		R	RW	6	SET_IMOD[7]	0	
		R	RW	5	SET_IMOD[6]	0	
		R	RW	4	SET_IMOD[5]	0	
		R	RW	3	SET_IMOD[4]	0	
		R	RW	2	SET_IMOD[3]	1	
		R	RW	1	SET_IMOD[2]	0	
		R	RW	0	SET_IMOD[1]	0	
		Accessible through REG_ADDR = H0x0C		7	SET_IMOD[0]	0	LSB modulation DAC
Maximum Modulation Current Setting Register Address = H0x0A	IMODMAX	R	RW	7	IMODMAX[7]	0	MSB modulation limit
		R	RW	6	IMODMAX[6]	0	
		R	RW	5	IMODMAX[5]	1	
		R	RW	4	IMODMAX[4]	0	
		R	RW	3	IMODMAX[3]	0	
		R	RW	2	IMODMAX[2]	0	
		R	RW	1	IMODMAX[1]	0	
		R	RW	0	IMODMAX[0]	0	LSB modulation limit
Maximum Bias Current Setting Register Address = H0x0B	IBIASMAX	R	RW	7	IBIASMAX[7]	0	MSB bias limit
		R	RW	6	IBIASMAX[6]	0	
		R	RW	5	IBIASMAX[5]	1	
		R	RW	4	IBIASMAX[4]	0	
		R	RW	3	IBIASMAX[3]	0	
		R	RW	2	IBIASMAX[2]	0	
		R	RW	1	IBIASMAX[1]	0	
		R	RW	0	IBIASMAX[0]	0	LSB bias limit

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

表6. 寄存器总结(续)

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Modulation Current Increment Setting Register Address = H0x0C	MODINC	R	R	7	SET_IMOD[0]	0	LSB of SET_IMOD DAC register address = H0x09
		RW	RW	4	MODINC[4]	0	MSB MOD DAC two's complement
		RW	RW	3	MODINC[3]	0	
		RW	RW	2	MODINC[2]	0	
		RW	RW	1	MODINC[1]	0	
		RW	RW	0	MODINC[0]	0	LSB MOD DAC two's complement
Bias Current Increment Setting Register Address = H0x0D	BIASINC	R	R	7	SET_IBIAS[0]	0	LSB of SET_IBIAS DAC register address = H0x08
		RW	RW	4	BIASINC[4]	0	MSB bias DAC two's complement
		RW	RW	3	BIASINC[3]	0	
		RW	RW	2	BIASINC[2]	0	
		RW	RW	1	BIASINC[1]	0	
		RW	RW	0	BIASINC[0]	0	LSB bias DAC two's complement
Mode Control Register Address = H0x0E	MODECTRL	RW	RW	7	MODECTRL[7]	0	MSB mode control
		RW	RW	6	MODECTRL[6]	0	
		RW	RW	5	MODECTRL[5]	0	
		RW	RW	4	MODECTRL[4]	0	
		RW	RW	3	MODECTRL[3]	0	
		RW	RW	2	MODECTRL[2]	0	
		RW	RW	1	MODECTRL[1]	0	
		RW	RW	0	MODECTRL[0]	0	LSB mode control
Pulse-Width Control Register Address = H0x0F	SET_PWCTRL	R	RW	3	SET_PWCTRL[3]	0	MSB Tx pulse-width control
		R	RW	2	SET_PWCTRL[2]	0	
		R	RW	1	SET_PWCTRL[1]	0	
		R	RW	0	SET_PWCTRL[0]	0	LSB Tx pulse-width control
Deemphasis Control Register Address = H0x10	SET_TXDE	R	RW	5	SET_TXDE[5]	0	MSB Tx deemphasis
		R	RW	4	SET_TXDE[4]	0	
		R	RW	3	SET_TXDE[3]	0	
		R	RW	2	SET_TXDE[2]	0	
		R	RW	1	SET_TXDE[1]	0	
		R	RW	0	SET_TXDE[0]	1	LSB Tx deemphasis
Equalization Control Register Address = H0x11	SET_TXEQ	R	RW	2	SET_TXEQ[2]	0	Tx equalization
		R	RW	1	SET_TXEQ[1]	0	

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

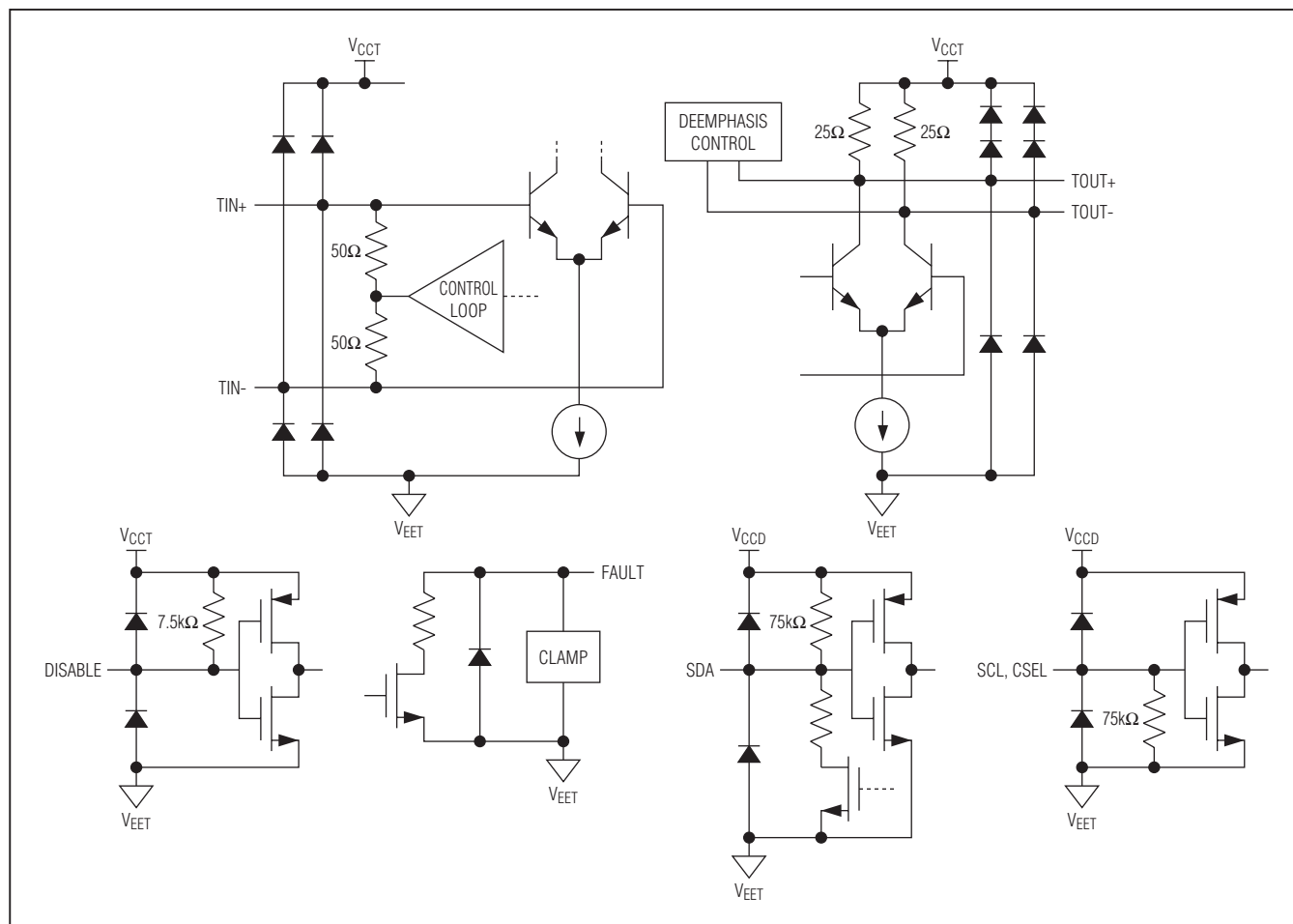


图6. I/O简化结构图

布局考虑

数据输入和输出是器件最关键的信号通道，应仔细布局以最大程度地减少连接器与IC之间传输线的不连续性。以下是获得最佳IC性能的一些建议：

- 数据输入应直接连接在电缆连接器与IC之间，避免分支。
- 连接至激光器的数据传输线应尽可能短，并具有50Ω（差分）或25Ω（单端）特征阻抗。
- 高速I/O下方应布设连续的地平面。
- 地回路过孔应尽量靠近IC和输入/输出接口放置，以实现返回至IC和激光器的电流通路。
- 确保IC传输线具有100Ω差分阻抗。
- 采用良好的高频布线工艺以及具有连续地平面的多层电路板，将EMI和串扰降至最小。

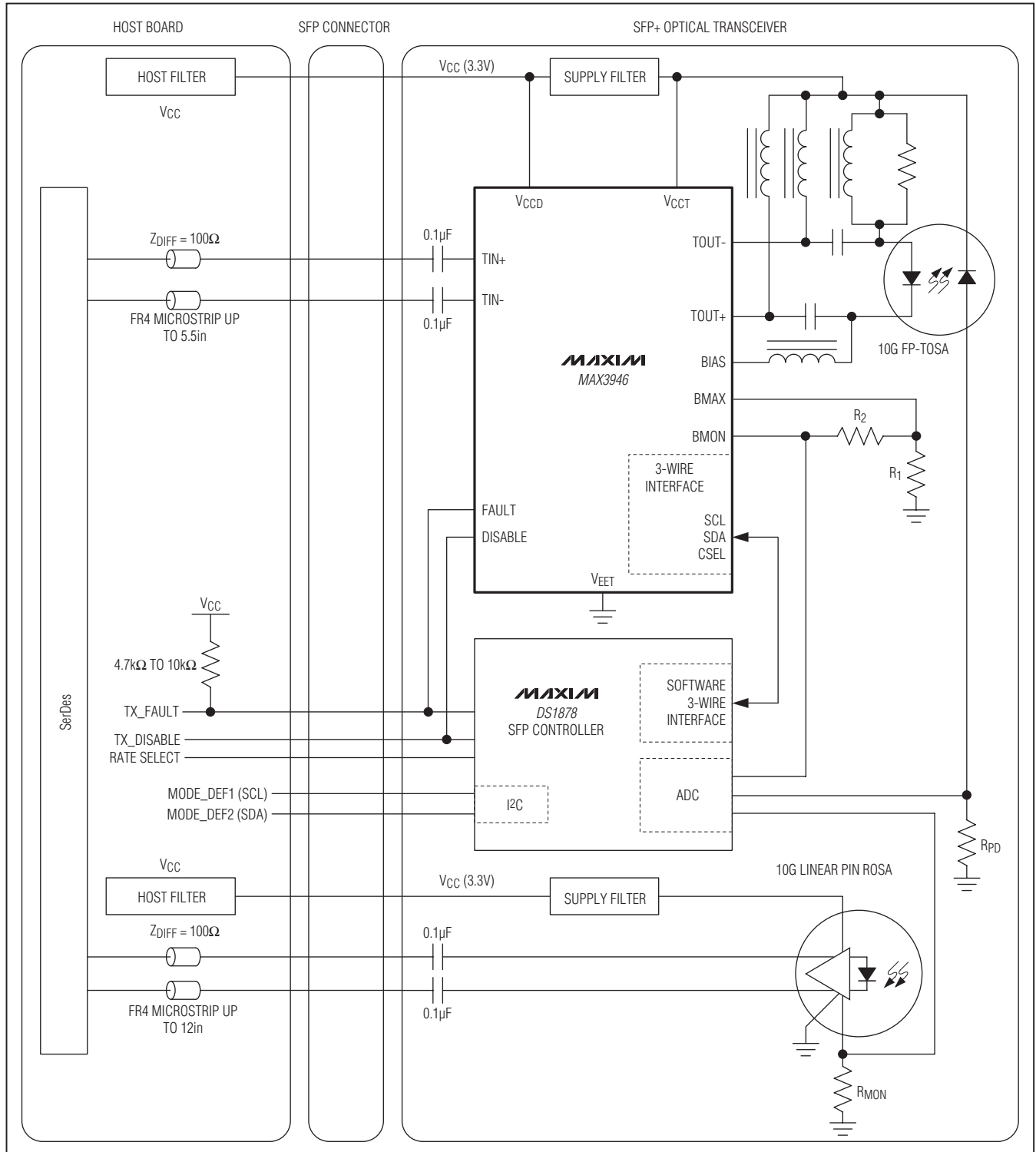
更多信息，请参见MAX3946评估板(MAX3946EVKIT)原理图和每层电路板布局图。

裸焊盘封装和散热考虑

24引脚TQFN封装的裸焊盘为IC提供了一条低热阻的散热通道。该焊盘也是IC的电气地，必须焊接到电路板地，以保证散热和电气性能。更多信息请参考应用笔记862：HFAN-08.1: Thermal Considerations of QFN and Other Exposed-Paddle Packages。

1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器， 容许激光器阻抗失配

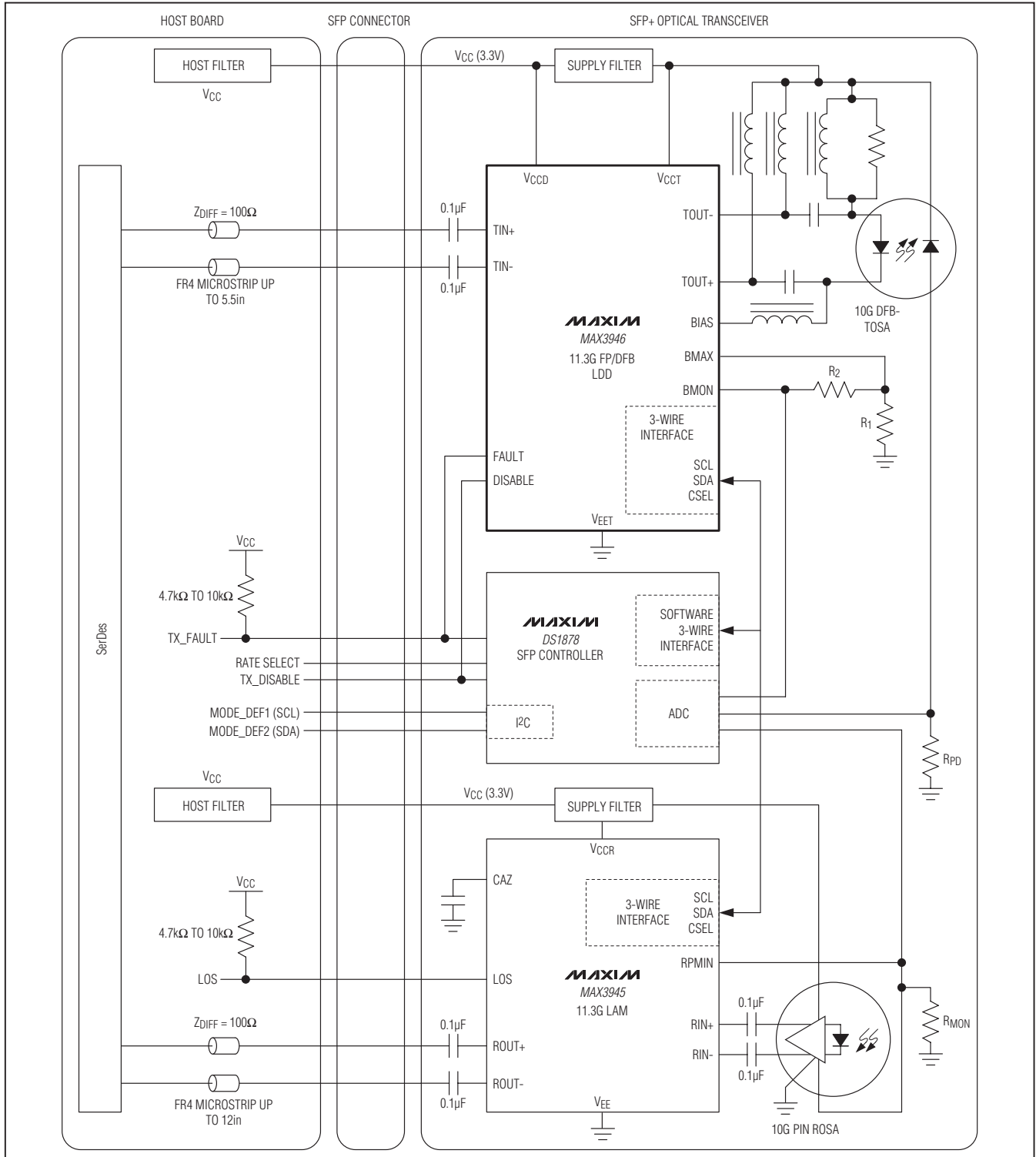
10GBASE-LRM典型应用电路



1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

10GBASE-LR典型应用电路

MAX3946



1.0625Gbps至11.3Gbps、SFP+激光器驱动器，容许激光器阻抗失配

芯片信息

PROCESS: SiGe BiPOLAR

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	文档编号
24 TQFN-EP	T2444+3	21-0139

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码 100083
免费电话: 800 810 0310
电话: 010-6211 5199
传真: 010-6211 5299

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。

28 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2010 Maxim Integrated Products

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