

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

概述

MAX3949是3.3V、多速率、低功耗激光二极管驱动器，设计用于以太网、光纤通道和SONET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)。输出级的独特设计允许使用不匹配的TOSA。

器件采用片上端接，可接收差分交流耦合信号，能够以20ps (20%至80%)的边沿速率为5Ω外部差分负载提供高达85mA的激光器调制电流。器件采用宽带差分信号通路设计，输出端集成背向端接电阻。可启用输入均衡电路，补偿SFP+主机连接器的损耗。集成偏置电路提供高达105mA的可编程激光器偏置电流。可通过单个引脚禁用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、极性、输出去加重、调制和偏置电流。器件采用3mm x 3mm、16引脚TQFN封装，-40°C至+95°C扩展级温度范围。

优势和特性

- ◆ 低功耗
- ◆ 节省电路板面积
 - ◇ 小尺寸3mm x 3mm封装
- ◆ 设计灵活性
 - ◇ 可编程调制电流，高达85mA (5Ω负载)
 - ◇ 可编程偏置电流，高达105mA
 - ◇ 可编程输入均衡和输出去加重
- ◆ 安全性
 - ◇ 支持SFF-8431 SFP+ MSA和SFF-8472数字诊断
 - ◇ 集成视觉保护功能，可屏蔽故障
 - ◇ 偏置电流监测器

应用

10GBASE-LR SFP+光收发器
10GBASE-LRM SFP+光收发器
OC192-SR SFP+ SDH/SONET收发器

[订购信息](#)在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maximintegrated.com/MAX3949.related。

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。
有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maximintegrated.com。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, V_{CCT} -0.3V to +4.0V
 $|V_{CC} - V_{CCT}|$ < 0.5V
 Voltage Range at TIN+, TIN-, DISABLE,
 SDA, SCL, CSEL, VSEL, FAULT, and BMON.....-0.3V to V_{CC}
 Voltage Range at
 TOUTA, TOUTC ($V_{CCT} - 1.3V$) to ($V_{CCT} + 1.3V$)
 Current Range into TIN+ and TIN-..... -20mA to +20mA
 Current Range into BIAS.....0mA to +120mA

Voltage Range at BIAS 0.4V to 2.5V
 Current into TOUTC and TOUTA +150mA
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 TQFN (derate 20.8mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$)..... 1666.7mW
 Storage Temperature Range..... -55°C to $+150^\circ\text{C}$
 Die Attach Temperature $+400^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$
 Soldering Temperature (reflow) $+260^\circ\text{C}$

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.

PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

TQFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) 48°C/W

Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) 10°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = V_{CCT} = 2.95V$ to $3.63V$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+95^\circ\text{C}$; typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $I_{BIAS} = 60mA$, $I_{DMOD} = 40mA$, and 14Ω single-ended electrical output load, unless otherwise noted. See Figure 1 for electrical setup.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Power-Supply Current	I_{CC}	Excludes output current through the external pullup inductors (Note 3)		55	70	mA
Power-Supply Voltage	V_{CCT}, V_{CC}		2.95		3.63	V
POWER-ON RESET						
V_{CC} for Enable High				2.55	2.75	V
V_{CC} for Enable Low			2.3	2.45		V
DATA INPUT SPECIFICATION						
Input Data Rate			1	10.3	11.3	Gbps
Differential Input Voltage	V_{IN}	Launch amplitude into FR4 transmission line $\leq 12in$, SET_TXEQ[1:0] = 01b, SET_TXEQ[1:0] = 11b	0.2		0.8	V_{P-P}
		SET_TXEQ[1:0] = 01b, SET_TXEQ[1:0] = 11b, outside of optimized range	0.15		1.0	
		SET_TXEQ[1:0] = 00b	0.15		1.0	
Common-Mode Input Voltage	V_{CM}			2.15		V
Differential Input Resistance	R_{IN}		75	100	125	Ω

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = V_{CCT} = 2.95V$ to $3.63V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$; typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $I_{BIAS} = 60mA$, $I_{DMOD} = 40mA$, and 14Ω single-ended electrical output load, unless otherwise noted. See [Figure 1](#) for electrical setup.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Input S-Parameters (Note 4)	SCD11	$0.1\text{GHz} \leq f \leq 11.3\text{GHz}$		-30		dB
	SDD11	$f \leq 4.1\text{GHz}$		-19		
		$4.1\text{GHz} \leq f \leq 11.3\text{GHz}$		-16		
	SCC11	$1\text{GHz} \leq f \leq 11.3\text{GHz}$, $Z_{\text{CM_SOURCE}} = 25\Omega$		-13		
BIAS CURRENT GENERATOR (Figure 3)						
Maximum BIAS DAC Current	I_{BIASMAX}	Current into BIAS pin	85	105		mA
Minimum BIAS DAC Current	I_{BIASMIN}	Current into BIAS pin			5	mA
BIAS-Off Current	$I_{\text{BIAS-OFF}}$				0.1	mA
BIAS DAC LSB Size				200		μA
BIAS DAC Integral Nonlinearity	INL	$5\text{mA} \leq I_{\text{BIAS}} \leq 85\text{mA}$		± 0.5		%FS
BIAS DAC Differential Nonlinearity	DNL	Guaranteed monotonic at 8-bit resolution, SET_IBIAS[8:1]		± 0.5		LSB
BIAS Current DAC Stability		$5\text{mA} \leq I_{\text{BIAS}} \leq 85\text{mA}$, $V_{\text{BIAS}} = 1.5\text{V}$ (Notes 5, 6)		1	4	%
BIAS Compliance Voltage			0.9	1.5	2.1	V
BMON Current Gain	G_{BMON}	$G_{\text{BMON}} = I_{\text{BMON}}/I_{\text{BIAS}}$, external resistor to GND defines voltage	8.5	9.6	11.8	mA/A
BMON Current Gain Stability		$5\text{mA} \leq I_{\text{BIAS}} \leq 85\text{mA}$, $V_{\text{BIAS}} = 1.5\text{V}$ (Notes 5, 6)		1.5	5	%
Compliance Voltage at BMON			0		1.8	V
LASER MODULATOR (Note 7)						
Maximum Laser Modulation Current	I_{DMODMAX}	Current into TOUTC pin, 5Ω laser load, 6.25% deemphasis	85			$\text{mA}_{\text{P-P}}$
Minimum Laser Modulation Current	I_{DMODMIN}	Current into TOUTC pin, 5Ω laser load, 6.25% deemphasis			10	$\text{mA}_{\text{P-P}}$
Modulation-Off Laser Current	$I_{\text{DMOD-OFF}}$	Current into TOUTC pin			0.1	mA
Modulation DAC Full-Scale Current	$I_{\text{MOD-FS}}$		99.7	130		mA
Modulation DAC LSB Size				247		μA
Modulation DAC Integral Nonlinearity	INL			± 1		%FS
Modulation DAC Differential Nonlinearity	DNL	Guaranteed monotonic at 8-bit resolution, SET_IMOD[8:1]		± 0.5		LSB
TOUTA and TOUTC Instantaneous Output Compliance Voltage		With external inductive pullup to V_{CCT}	$V_{\text{CCT}} - 1$		$V_{\text{CCT}} + 1$	V

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = V_{CCT} = 2.95V$ to $3.63V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$; typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $I_{BIAS} = 60mA$, $LD_{MOD} = 40mA$, and 14Ω single-ended electrical output load, unless otherwise noted. See [Figure 1](#) for electrical setup.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Modulation Output Termination	R _{OUT}		19	25	31	Ω
Modulation Current DAC Stability		10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA, V _{BIAS} = 1.5V (Notes 5, 6)		1.5	4	%
Modulation Current Rise/Fall Time	t _R , t _F	20% to 80%, 10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA (Note 5)		22	36	ps
Deterministic Jitter (Note 5)	DJ	10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA, 8.5Gbps with K28.5 pattern		4		psp-p
		10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA, 10.3125Gbps (Note 8)		6	12	
		10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA, 11.3Gbps (Note 8)		8	13	
Random Jitter	RJ	10mA ≤ LD _{MOD} ≤ 85mA (Note 5)		0.19	0.55	psRMS
Differential S-Parameters (Note 4)	SCC22	0.1GHz ≤ f ≤ 4.1GHz, Z _{CM_SOURCE} = 12.5Ω		-10		dB
		4.1GHz < f ≤ 11.3GHz, Z _{CM_SOURCE} = 12.5Ω		-5		
	SDD22	0.1GHz< f ≤ 11.3GHz, Z _{DIFF_SOURCE} = 50Ω		-13		
SAFETY FEATURES						
Threshold Voltage at BIAS		Fault never occurs for V _{BIAS} ≥ 0.55V, fault always occurs for V _{BIAS} < 0.35V	0.35		0.55	V
Threshold Voltage at TOUTC		Fault never occurs for V _{TOUTC} ≥ V _{CCT} - 1.45, fault always occurs for V _{TOUTC} < V _{CCT} - 1.88	V _{CCT} - 1.88		V _{CCT} - 1.45	V
Threshold Voltage at TOUTA		Fault never occurs for V _{TOUTA} ≥ V _{CCT} - 1.45V, fault always occurs for V _{TOUTA} < V _{CCT} - 1.88V	V _{CCT} - 1.88		V _{CCT} - 1.45	V
Threshold Voltage at V _{CCT}		Fault never occurs for V _{CCT} ≥ V _{CC} - 0.27V, fault always occurs for V _{CCT} < V _{CC} - 0.6V	V _{CC} - 0.6		V _{CC} - 0.27	V

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = V_{CCT} = 2.95V$ to $3.63V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$; typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $I_{BIAS} = 60mA$, $LD_{MOD} = 40mA$, and 14Ω single-ended electrical output load, unless otherwise noted. See [Figure 1](#) for electrical setup.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TIMING REQUIREMENTS (Notes 5, 7)						
Initialization Time	t_{INIT}	$I_{BIAS} = 25mA$, $LD_{MOD} = 65mA$, bias and modulation DAC are both 0h, time from TX_EN = high to I_{BIAS} and LD_{MOD} at 90% of steady state		12		μs
DISABLE Assert Time	t_{OFF}	Time from rising edge of DISABLE input signal to I_{BIAS} and LD_{MOD} at 10% of steady state (Note 5)		3		μs
DISABLE Negate Time	t_{ON}	Time from falling edge of DISABLE to I_{BIAS} and LD_{MOD} at 90% of steady state (Note 5)		12		μs
FAULT Reset Time	$t_{RECOVER}$	Time from negation of latched fault using DISABLE to I_{BIAS} and LD_{MOD} at 90% of steady state		12		μs
FAULT Assert Time	t_{FAULT}	Time from fault to FAULT = high, $C_{FAULT} \leq 20pF$, $R_{FAULT} = 4.7k\Omega$		0.7	3	μs
DISABLE to Reset Time		Time DISABLE must be held high to reset fault	4			μs
DIGITAL I/O SPECIFICATIONS (SDA, SCL, CSEL, FAULT, DISABLE)						
Input High Voltage	V_{IH}		1.8		V_{CC}	V
Input Low Voltage	V_{IL}		0		0.8	V
Input Hysteresis	V_{HYST}			80		mV
Input Capacitance	C_{IN}				5	pF
DISABLE Input Resistance	R_{PULL}	Internal pullup resistor	4.7	7.5	10	$k\Omega$
Input Leakage Current (DISABLE)	I_{IH}	Input connected to V_{CC}			10	μA
	I_{IL}	Input connected to GND		440	775	
Input Leakage Current (SDA)	I_{IH}	Input connected to V_{CC}	-2		+2	μA
	I_{IL}	Input connected to GND, internal pullup is $75k\Omega$ typical	35		75	
Input Leakage Current (SCL, CSEL)	I_{IH}	Input connected to V_{CC} , internal pulldown is $75k\Omega$ typical	35		75	μA
	I_{IL}	Input connected to GND	-2		+2	
Output High Voltage (SDA, FAULT)	V_{OH}	External pullup is ($4.7k\Omega$ to $10k\Omega$) to V_{CC}	$V_{CC} - 0.1$			V
Output Low Voltage (SDA, FAULT)	V_{OL}	External pullup is ($4.7k\Omega$ to $10k\Omega$) to V_{CC}			0.4	V

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = V_{CCT} = 2.95V$ to $3.63V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$; typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $I_{BIAS} = 60mA$, $LD_{MOD} = 40mA$, and 14Ω single-ended electrical output load, unless otherwise noted. See [Figure 1](#) for electrical setup.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
3-WIRE DIGITAL INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS (Figure 5)						
SCL Clock Frequency	f_{SCL}			400	1000	kHz
SCL Pulse-Width High	t_{CH}		500			ns
SCL Pulse-Width Low	t_{CL}		500			ns
SDA Setup Time	t_{DS}			100		ns
SDA Hold Time	t_{DH}			100		ns
SCL Rise to SDA Propagation Time	t_D			5		ns
CSEL Pulse-Width Low	t_{CSW}		500			ns
CSEL Leading Time Before the First SCL Edge	t_L			500		ns
CSEL Trailing Time After the Last SCL Edge	t_T			500		ns
SDA, SCL Load	C_B	Total bus capacitance on one line with $4.7k\Omega$ pullup to V_{CC}			20	pF
VSEL FOUR-LEVEL DIGITAL INPUT (Table 2)						
Input Voltage High		3-wire address, ADDR[6:5] = 11b	$5/6V_{CC} + 0.2$		V_{CC}	V
Input Voltage Mid-High		3-wire address, ADDR[6:5] = 10b	$3/6V_{CC} + 0.2$	$2/3 \times V_{CC}$	$5/6V_{CC} - 0.2$	V
Input Voltage Mid-Low		3-wire address, ADDR[6:5] = 01b	$1/6V_{CC} + 0.2$	$1/3 \times V_{CC}$	$3/6V_{CC} - 0.2$	V
Input Voltage Low		3-wire address, ADDR[6:5] = 00b	0		$1/6V_{CC} - 0.2$	V

Note 2: Specifications at $T_A = -40^{\circ}C$ and $+95^{\circ}C$ are guaranteed by design and characterization.

Note 3: BIAS is connected to 1.9V. TOUTA and TOUTC are connected to V_{CCT} through pullup inductors.

Note 4: Measured with Agilent 8720ES + ATN-U112A and series RC (39Ω and $0.3pF$) between TOUTC and TOUTA ([Figure 1](#)).

Note 5: Guaranteed by design and characterization.

Note 6: Stability is defined as $[(I_{MEASURED}) - (I_{REFERENCE})]/(I_{REFERENCE})$ over the listed current/temperature range and $V_{CCT} = V_{CC} = V_{CCREF} \pm 5\%$, $V_{CCREF} = 3.3V$. Reference current measured at V_{CCREF} and $T_{REF} = +25^{\circ}C$.

Note 7: $LD_{MOD} = I_{MOD} \times (1 - DE) \times 50/(50 + R)$, where LD_{MOD} is the effective laser modulation current, I_{MOD} is the modulation DAC current, DE is the deemphasis percentage, and R is the differential laser load resistance. Example: For $R\Omega = 5$ and $DE = 6.25\%$, $LD_{MOD} = 0.852 \times I_{MOD}$.

Note 8: Equivalent $2^{23} - 1$ PRBS pattern = $2^7 - 1$ PRBS + 72 zeros + $2^7 - 1$ PRBS + 72 ones.

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

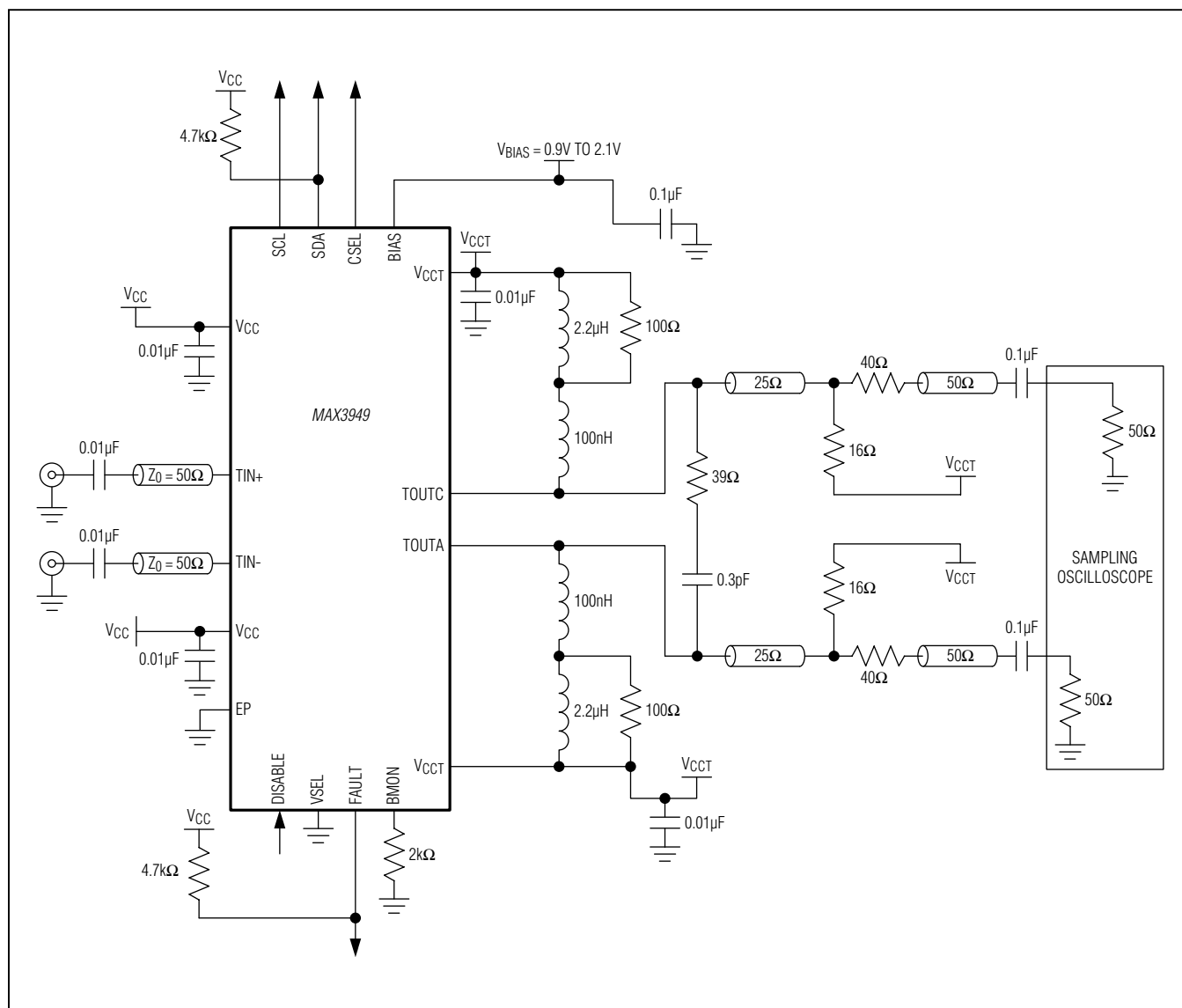


图1. 交流测试装置

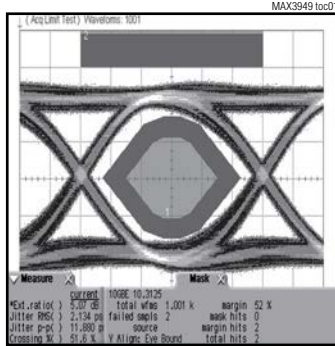
MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

典型工作特性

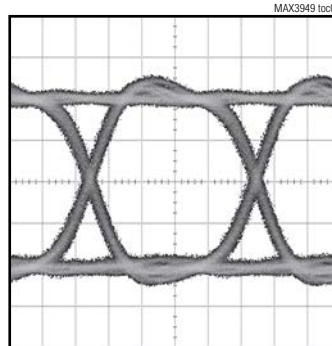
(Typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, data pattern = $2^7 - 1$ PRBS + 72 zeros + $2^7 - 1$ PRBS (inverted) + 72 ones, unless otherwise noted.)

10.3Gbps OPTICAL EYE DIAGRAM



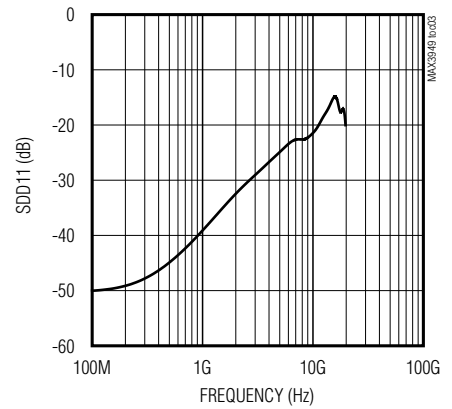
16ps/div

10Gbps ELECTRICAL EYE DIAGRAM

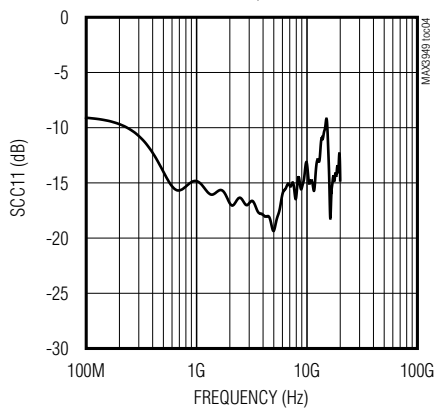


20ps/div

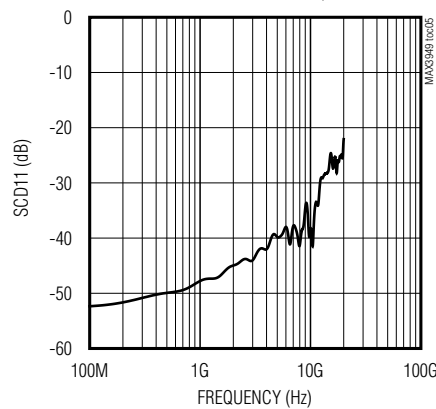
INPUT DIFFERENTIAL RETURN LOSS vs. FREQUENCY



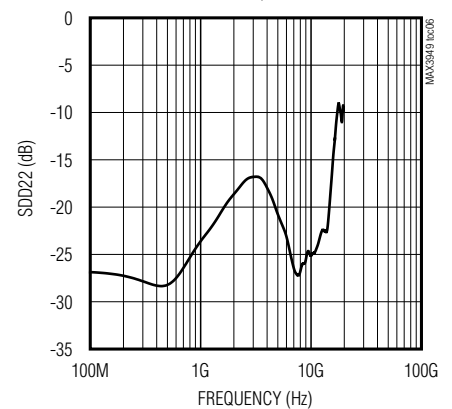
INPUT COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



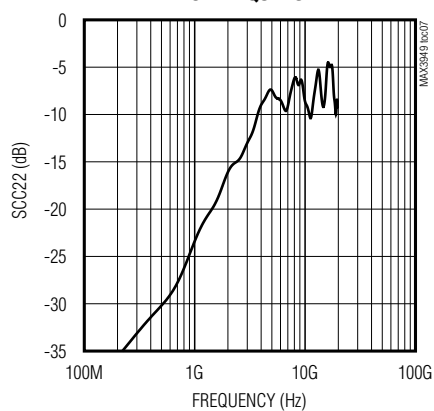
INPUT DIFFERENTIAL TO COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



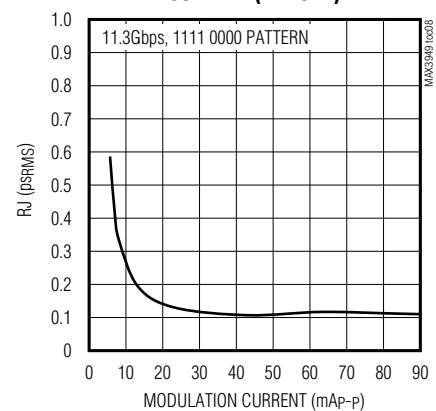
OUTPUT DIFFERENTIAL RETURN LOSS vs. FREQUENCY



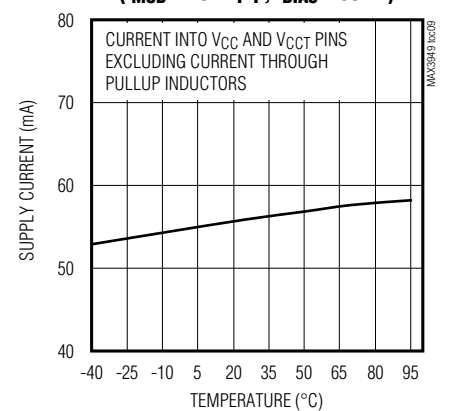
OUTPUT COMMON-MODE RETURN LOSS vs. FREQUENCY



RANDOM JITTER vs. MODULATION CURRENT (AT LOAD)



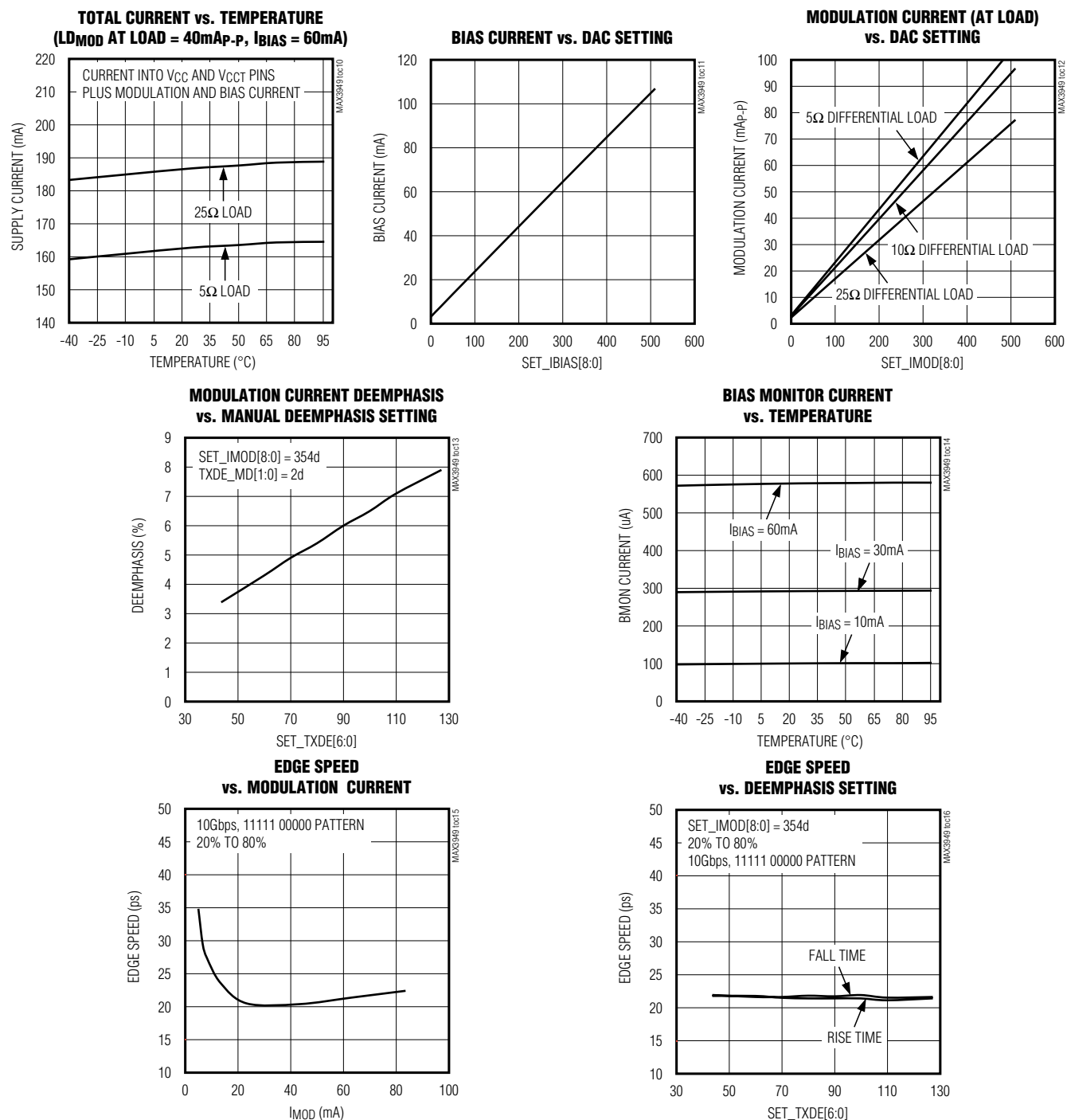
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE ($I_{MOD} = 40mA_{P-P}$, $I_{BIAS} = 60mA$)



11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

典型工作特性(续)

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

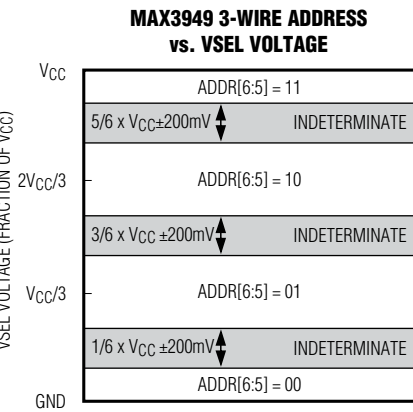
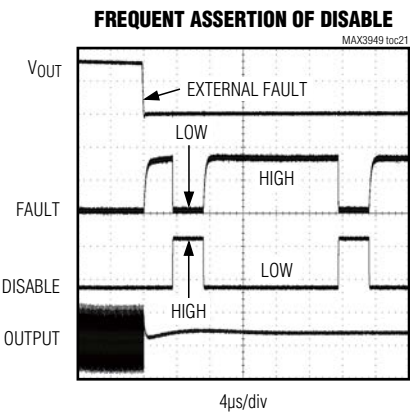
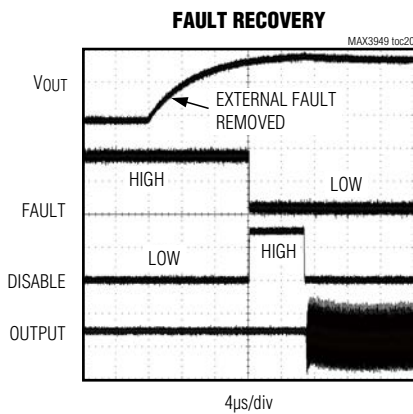
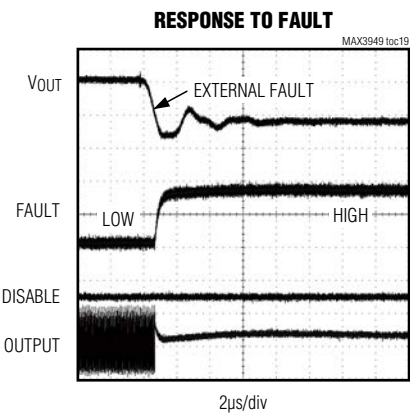
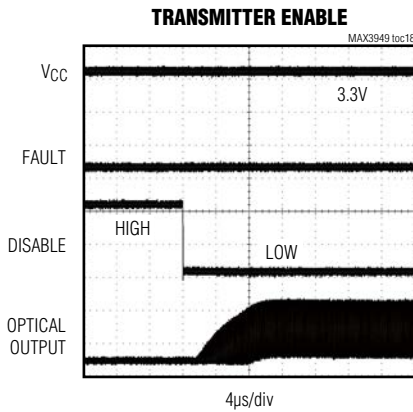
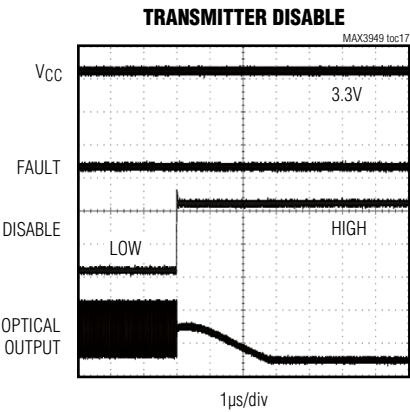


MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

典型工作特性(续)

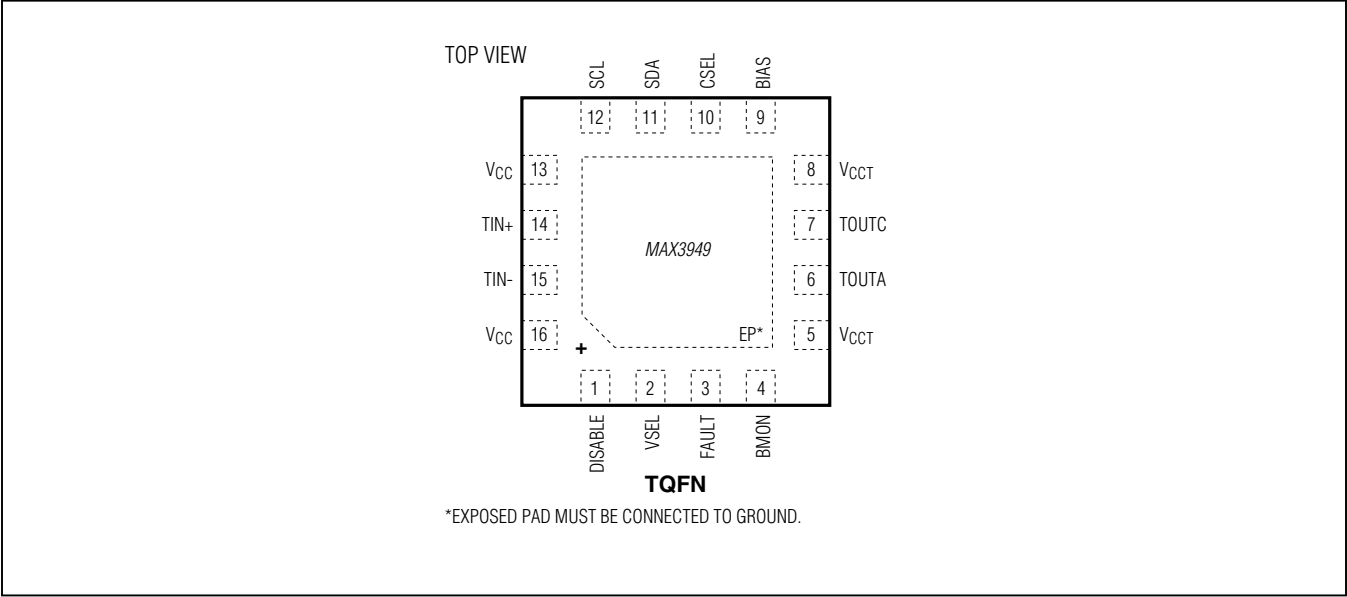
(Typical values are at $V_{CC} = V_{CCT} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, data pattern = $2^7 - 1$ PRBS + 72 zeros + $2^7 - 1$ PRBS (inverted) + 72 ones, unless otherwise noted.)



MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能	等效电路
1	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V _{CC} 。	
2	VSEL	用于SPI器件地址检测的4电平输入。连接至V _{CC} 时，将ADDR[6:5]设置为11b；连接至V _{CC} × 2/3时，将ADDR[6:5]设置为10b；连接至V _{CC} /3时，将ADDR[6:5]设置为01b；连接至GND时，将ADDR[6:5]设置为00b。	

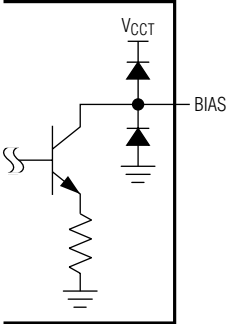
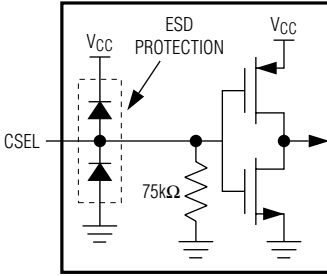
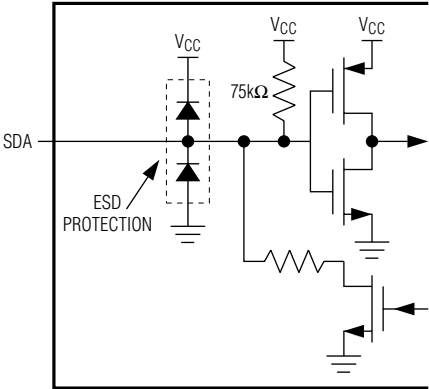
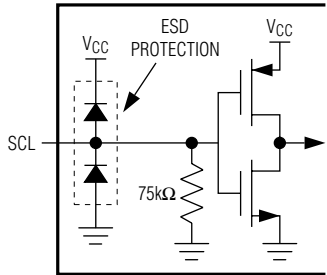
11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能	等效电路
3	FAULT	故障指示输出，漏极开路输出。逻辑高电平，表示已经检测到故障条件。即使在故障条件清除的情况下，仍可保持高电平。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。应通过4.7kΩ至10kΩ电阻上拉至V _{CC} 。	
4	BMON	模拟激光器偏置电流监测器输出，该引脚电流在外部电阻上产生以地为参考的电压，该电压与BIAS引脚电流成正比。该引脚源出的电流通常为BIAS引脚电流的1/104。	
5,8	V _{CCT}	电源，为输出电路供电。	—
6	TOUTA	激光二极管调制电流反相输出，将该引脚连接至激光二极管的阳极。	
7	TOUTC	激光二极管调制电流同相输出，将该引脚连接至激光二极管的阴极。	

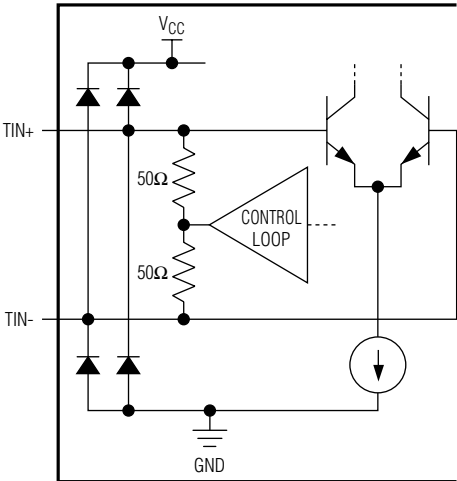
11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能	等效电路
9	BIAS	电流回路和激光器BIAS电流组合输出。	
10	CSEL	片选CMOS输入。将CSEL设置为逻辑高电平，将启动一次3线命令传输。将CSEL置为逻辑低电平，则终止接口通信并复位控制状态机。在内部由75kΩ电阻下拉至GND。	
11	SDA	双向串行数据CMOS输入/开漏输出。该引脚具有75kΩ内部上拉电阻，但需要4.7kΩ至10kΩ的外部上拉电阻上拉至V_{CC}，以确保正常工作。	
12	SCL	串行时钟CMOS输入。该引脚具有内部75kΩ下拉电阻连接，拉至GND。	

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能	等效电路
13, 16	V _{CC}	电源。为核心模拟和数字电路供电。	—
14	TIN+	同相数据输入，输入具有内部50Ω匹配电阻。	
15	TIN-	反相数据输入，输入具有内部50Ω匹配电阻。	
—	EP	裸焊盘(地)，这是MAX3949上的唯一电气地，必须焊接到电路板地，以保证散热和电气性能(参见裸焊盘封装部分)。	—

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

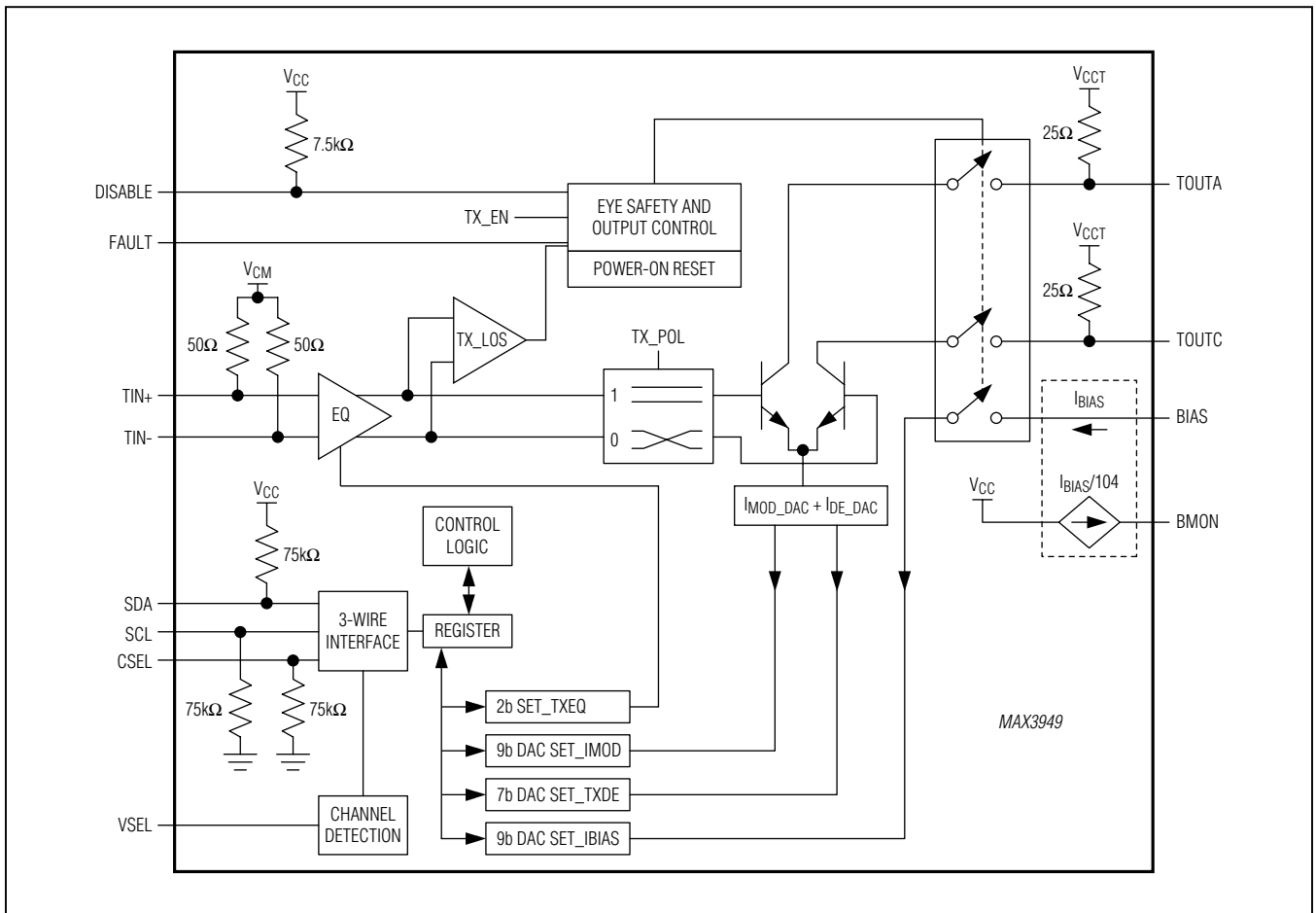


图2. 功能框图

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

详细说明

MAX3949 SFP+/QSFP+激光驱动器设计用于驱动1Gbps至11.3Gbps的5Ω至10Ω TOSA。器件包括带可编程均衡的输入缓冲器、偏置和调制电流DAC、带有可调节加重输出的输出驱动器、上电复位电路、偏置电流监测器、可编程3线地址，以及带有可屏蔽故障监测器的视觉保护电路。通过3线数字接口控制这些功能。

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+/QSFP+主机连接器等引起的高频损耗。均衡由SET_TXEQ寄存器控制(表1)。TXCTRL寄存器中的TX_POL用于控制TOUTA和TOUTC相对于TIN+和TIN-的极性。状态标识位(TXSTA1位5)监测是否存在交流输入信号。

表1. 输入均衡控制寄存器设置

SET_TXEQ[1:0]		BOOST AT 5.16GHz (dB)
0	0	1
0	1	3
1	1	5.5

偏置电流DAC

器件的偏置电路经过优化设计，可为激光二极管提供高达105mA的偏置电流，分辨率为200μA (图3)。偏置DAC电流由3线数字接口通过SET_IBIAS[8:0]、IBIASMAX[7:0]和BIASINC[4:0]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寄存器设置。高8位由SET_IBIAS[8:1]寄存器设置，常用于上电复位(POR)后的初始化过程。POR后，SET_IBIAS(BIASINC[7])的LSB (第0位)初始化为0，并可利用BIASINC寄存器刷新。IBIASMAX寄存器限制最大的SET_IBIAS[8:1] DAC编码。

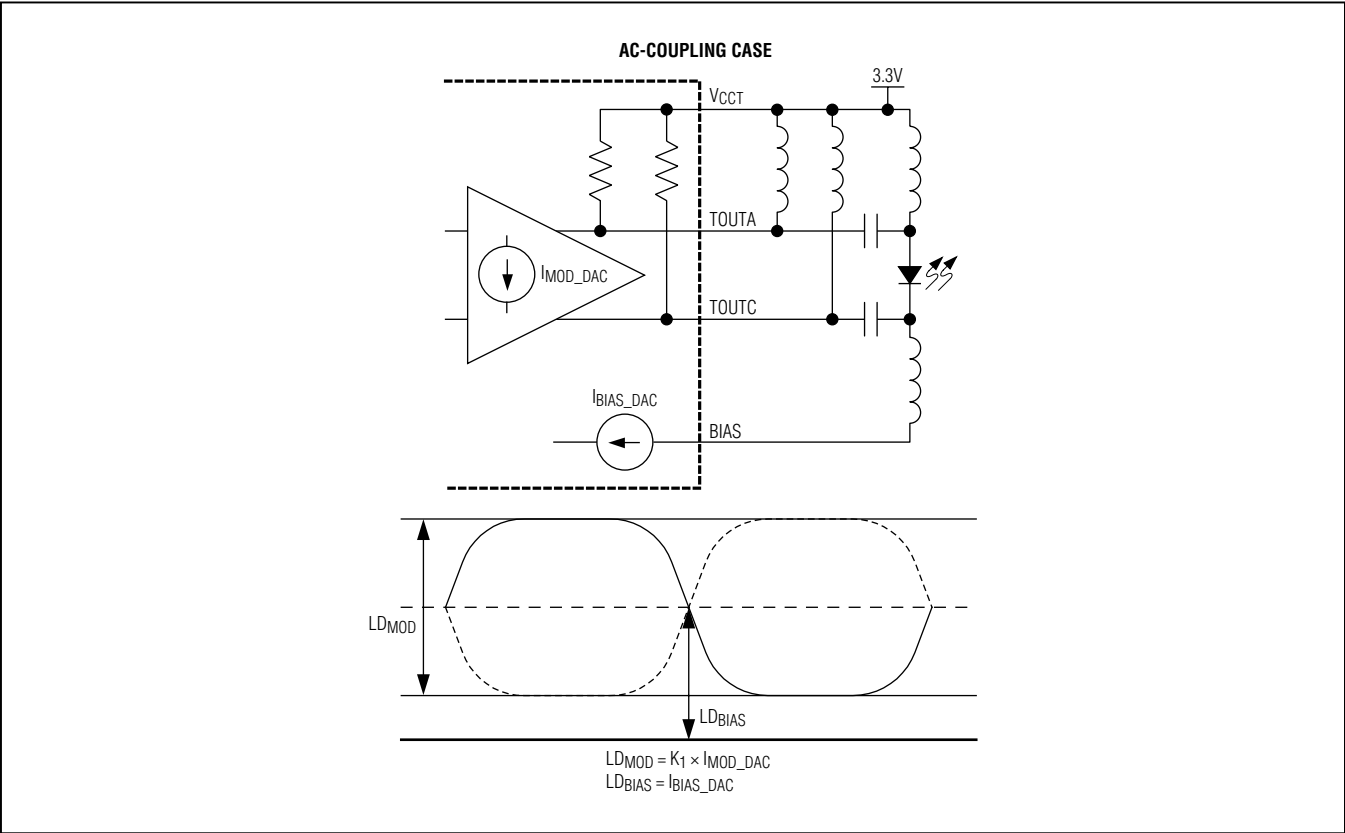


图3. 交流耦合情况

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

初始化后，[SET_IBIAS](#) DAC寄存器的数值应由[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。[BIASINC](#)的前5位以二进制补码格式储存递增信息。递增值范围从-16至+15 LSB。如果[SET_IBIAS](#)[8:1]的更新值超过[BIASMAX](#)[7:0]，[IBIASERR](#)报警标识置位，将[SET_IBIAS](#)[8:1]设置为[BIASMAX](#)[7:0]。

调制电流DAC

MAX3949的调制电路经过优化设计，可为5Ω激光器负载提供高达85mA的调制电流，分辨率为210μA。调制电流由3线数字接口通过[SET_IMOD](#)[8:1]、[IMODMAX](#)[7:0]、[MODINC](#)[7:0]和[SET_TXDE](#)寄存器控制。

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](#) ([MODINC](#)[7])的LSB(第0位)初始化为0，并可利用[MODINC](#)寄存器刷新。[IMODMAX](#)寄存器将限制最大的[SET_IMOD](#)[8:1] DAC编码。

初始化后，[SET_IMOD](#) DAC寄存器的数值应由[MODINC](#) [4:0]位刷新，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。[MODINC](#)的前5位以二进制补码格式储存递增信息。递增值范围从-16至+15 LSB。如果[SET_IMOD](#)[8:1]的更新值超过[IMODMAX](#)[7:0]，[IMODERR](#)报警标识置位，将[SET_IMOD](#)[8:1]设置为[IMODMAX](#)[7:0]。

激光器接收到的有效调制电流实际上是[SET_IMOD](#)[8:0]寄存器产生的DAC电流(I_{MOD})、去加重设置(DE)和差分激光负载(R)的组合。按下式计算：

$$LD_{MOD} = I_{MOD} \times 50 \times (1 - DE)/(50 + R)$$

输出驱动器

该器件优化用于驱动带有25Ω柔性电路的TOSA。输出级的独特设计允许直流耦合至不匹配TOSA，激光二极管阻抗范围为5Ω至10Ω。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[TXCTRL](#)[4:3]和[SET_TXDE](#)寄存器。

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。上电复位后，TX_EN为0，偏置电流和调制电流DAC默认设置在较小的码值。POR后，所有寄存器均复位至默认值。

BMON功能

BMON引脚的输出电流通常为BIAS引脚电流的1/104，BMON对地的总电阻用于设置电压。

VSEL功能

VSEL引脚为模拟输入，设置MAX3949的3线地址。该引脚可设置为V_{CC}、V_{CC} × 2/3、V_{CC}/3或GND (表2)，从而允许多达4片的MAX3949工作在同一个3线总线，各自拥有自身地址。

表2. 3线地址选择

VSEL	ADDR[6:5]
V _{CC}	11b
V _{CC} × 2/3	10b
V _{CC} /3	01b
GND	00b

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)和使能位(TX_EN)，以及故障指示器和检测器(图4)。故障条件将FAULT引脚触发为高电平，并置位[TXSTAT1](#)寄存器的对应位。MAX3949的故障分为两类：硬故障和软故障。硬故障可屏蔽，触发FAULT引脚(跳变为高电平)报警，禁止输出，储存在[TXSTAT1](#)寄存器中。软故障只作为报警指示，不禁止输出，储存在[TXSTAT2](#)寄存器。

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

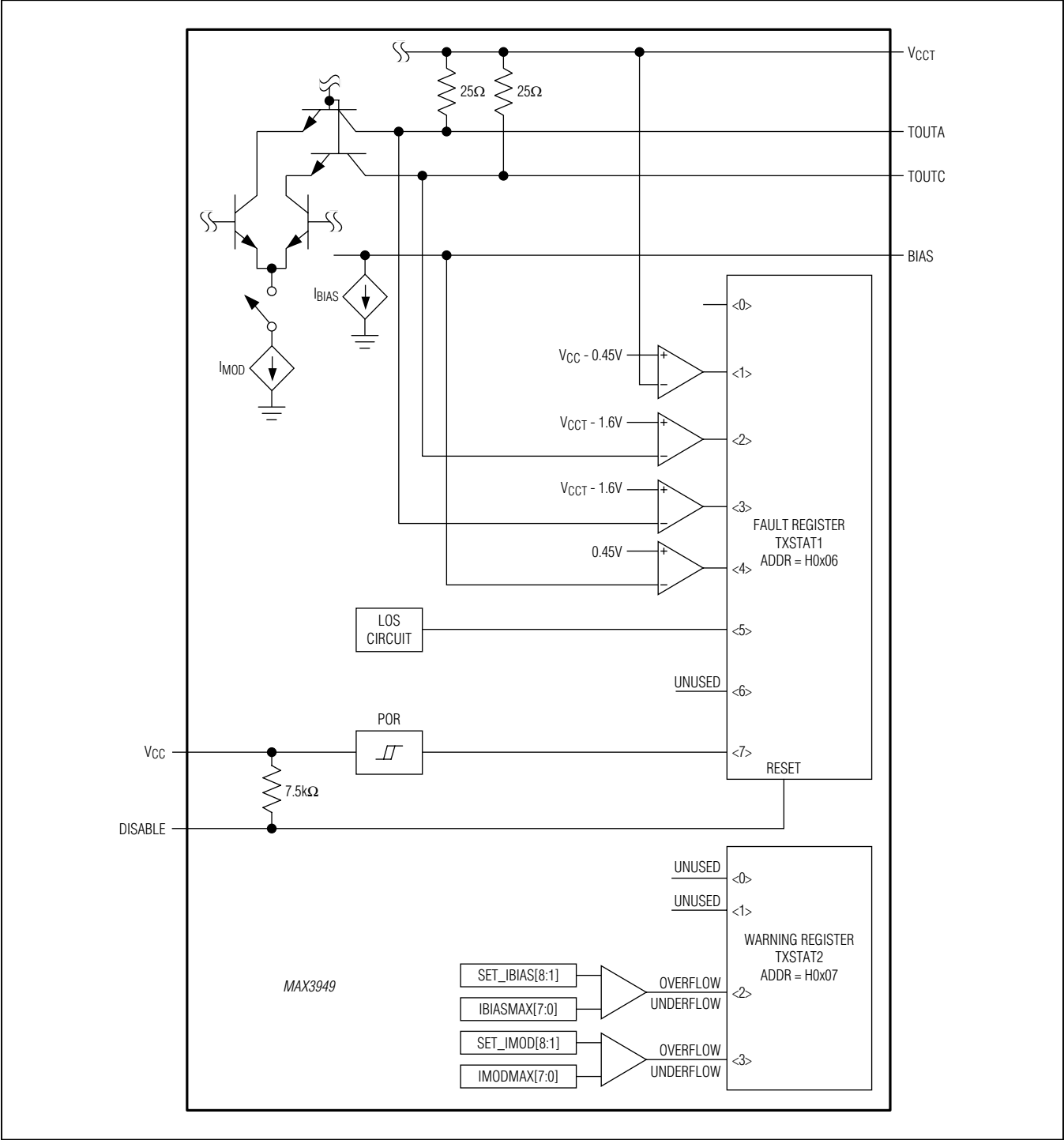


图4. 视觉保护电路

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

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3所示为不同单点故障时的电路响应。

表3. 数字通信字结构

PIN	NAME	SHORT TO V _{CC}	SHORT TO GND	OPEN
1	DISABLE	Disabled	Normal (Note 1). Can only be disabled by other means.	Disabled
2	VSEL	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)
3	FAULT	Normal (Note 2)	Normal (Note 1)	Normal (Note 2)
4	BMON	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)
5, 8	V _{CCT}	Normal	Disabled—Fault (external supply shorted) (Note 3)	Redundant path (Note 4)
6	TOUTA	Laser modulation current is reduced	Disabled (hard fault)	Laser modulation current is reduced or disabled (hard fault)
7	TOUTC	Laser modulation current is reduced or off	Disabled (hard fault)	Laser modulation current is reduced or disabled (hard fault)
9	BIAS	I _{BIAS} is on, but not delivered to the laser; no fault	Disabled (hard fault)	Disabled (hard fault)
10	CSEL	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)
11	SDA	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)
12	SCL	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)	Normal (Note 2)
13, 16	V _{CC}	Normal	Disabled—Hard fault (external supply shorted) (Note 3)	Redundant path (Note 4)
14	TIN+	Disabled (hard fault)	Disabled (hard fault)	Normal (Note 2) or disabled (hard fault)
15	TIN-	Disabled (hard fault)	Disabled (hard fault)	Normal (Note 2) or disabled (hard fault)

注1：常规工作——不影响激光器功率。

注2：引脚功能可能受影响，将影响激光器功率/性能。

注3：假设电源短路电流主要位于电路板上(器件外部)，且主电源由于短路损坏。

注4：功能正常，但性能会受影响。

警告：有些引脚短路至V_{CC}或对地短路会超出Absolute Maximum Ratings规定的额定限制范围。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

3线接口

MAX3949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MAX3949传输8位数据。RWN位决定是读操作还是写操作(表5)。

寄存器地址

MAX3949具有13个可编程寄存器，表6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(高位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。

表4. 广播模式寄存器初始化序列

ADDRESS	NAME
H0x0F	FMSK
H0x10	SET_TXDE
H0x11	SET_TXEQ
H0x0A	IMODMAX
H0x0B	IBIASMAX
H0x08	SET_IBIAS
H0x09	SET_IMOD
H0x05	TXCTRL

表5. 数字通信字结构

BIT															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADDR[6:0]							RWN	DATA[7:0]							

读模式(RWN = 1)

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8位数据(高位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(高位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

常规模式下允许对所有寄存器执行只读命令。常规模式期间，只有MODINC和BIASINC寄存器可更新。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 = H0x0F)必须设置为12h。MODECTRL寄存器置为12h后，随后的操作不再受限。完成操作之后，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。

广播模式则忽略地址选择位(ADDR[6:5])，能够同时向总线上的所有MAX3949进行写操作，快速配置多片MAX3949 IC。

广播模式下，能够以表4所列的任意地址开始执行块写操作。通过将CSEL引脚保持为高电平，延长SPI周期，实现数据块写操作。寄存器地址按照表4所列顺序自动递增，并从TXCTRL回绕至FMSK。一旦CSEL引脚置于低电平，则结束数据块写操作。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

表6. 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	FMSK	Fault Mask Register
H0x10	SET_TXDE	Transmitter Deemphasis Control Register
H0x11	SET_TXEQ	Transmitter Equalization Control Register

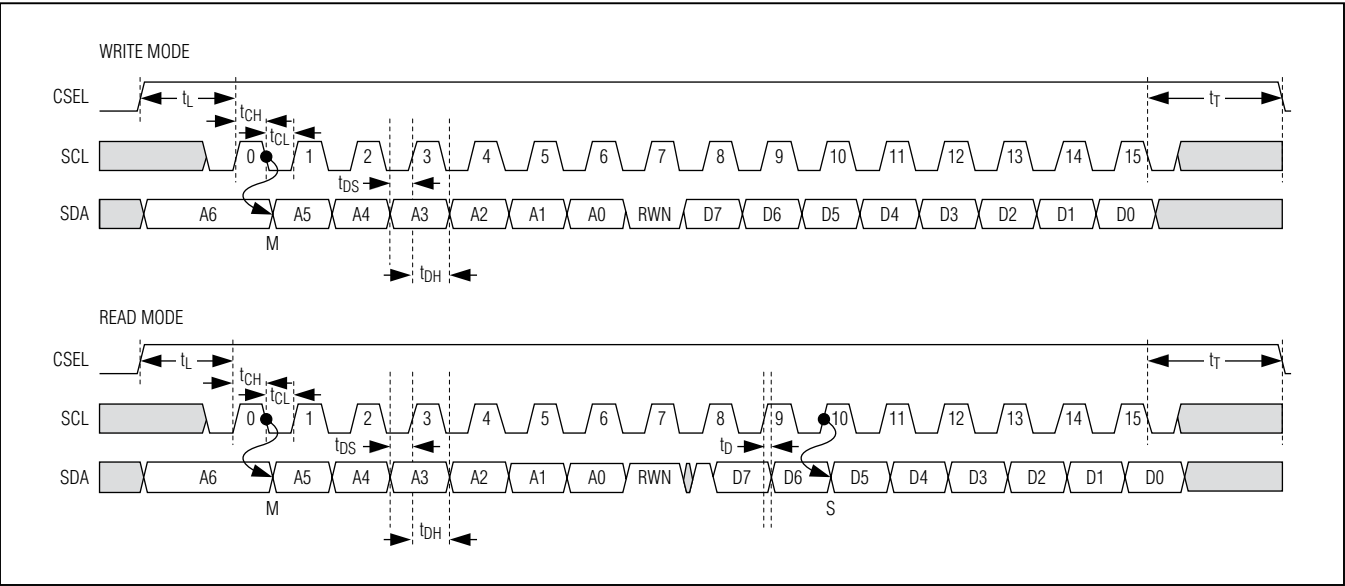


图5 .3线数字接口

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

寄存器说明

发送器控制寄存器(TXCTRL)，地址：H0x05

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	RESERVED	RESERVED	RESERVED	TXDE_MD[1]	TXDE_MD[0]	SOFTRES	TX_POL	TX_EN
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	0	0	0	0	1	0

TXCTRL 寄存器设置器件的工作。

位	名称	说明
D[7:5]	RESERVED	保留位。这些位的默认状态为0，以写操作访问寄存器时，这些位必须保持为0。
D[4:3]	TXDE_MD	控制发送输出加重电路的模式。 00 = 去加重幅度固定为调制幅度的6% 01 = 去加重幅度固定为调制幅度的3% 10 = 去加重幅度由SET_TXDE寄存器设置(3%至9%) 11 = 去加重幅度设置为最大值，约9%
D2	SOFTRES	将全部寄存器复位为其默认值(通过写SOFTRES将寄存器复位为其默认值期间，TXCTRL[1:0]必须为10b)。 0 = 常规工作 1 = 复位
D1	TX_POL	控制发送信号通路的极性。 0 = 反相 1 = 常规工作
D0	TX_EN	使能或禁用发送电路。 0 = 禁用 1 = 使能

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

发送器状态寄存器1 (TXSTAT1), 地址: H0x06

Bit	D7 (STICKY)	D6 (STICKY)	D5 (STICKY)	D4 (STICKY)	D3 (STICKY)	D2 (STICKY)	D1 (STICKY)	D0 (STICKY)
Bit Name	FST[7]	FST[6]	FST[5]	FST[4]	FST[3]	FST[2]	FST[1]	FST[0]
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R
POR State	1	X	X	X	X	X	X	X
Reset Upon Read	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

TXSTAT1寄存器为器件状态寄存器。

位	名称	说明
D7	FST[7]	V _{CC} 电源电压低于2.3V时, POR电路报告故障, 不能进行SPI通信。一旦V _{CC} 电源电压高于2.75V, POR将所有寄存器复位至其默认值, 并清除故障状态。
D6	FST[6]	保留。
D5	FST[5]	表示输入上信号低或无交流信号, 报告硬故障(除非屏蔽)。
D4	FST[4]	表示BIAS开路或短路至GND条件, 门限为0.45V。
D3	FST[3]	表示TOUTA开路或短路至GND条件, 门限 = V _{CCT} - 1.6V, 报告硬故障(除非屏蔽)。
D2	FST[2]	表示TOUTC开路或短路至GND条件, 门限 = V _{CCT} - 1.6V, 报告硬故障(除非屏蔽)。
D1	FST[1]	表示V _{CCT} 开路或短路至GND条件, 门限(V _{CCT}) = V _{CC} - 0.45V, 报告硬故障(除非屏蔽)。
D0	FST[0]	FAULT信号复制。

发送器状态寄存器2 (TXSTAT2), 地址: H0x07

Bit	D7	D6	D5	D4	D3 (STICKY)	D2 (STICKY)	D1	D0
Bit Name	X	X	X	X	IMODERR	IBIASERR	X	X
Read/Write	X	X	X	X	R	R	X	X
POR State	X	X	X	X	0	0	X	X
Reset Upon Read	X	X	X	X	Yes	Yes	X	X

TXSTAT2寄存器为器件状态寄存器。

位	名称	说明
D3	IMODERR	调制电流上溢(递增时)或下溢(递减时)错误。 结果 > IMODMAX, 发生上溢。上溢条件下, SET_IMOD[8:1] = IMODMAX[7:0]。 结果 < 0, 发生下溢。下溢条件下, SET_IMOD[8:0] = 0。
D2	IBIASERR	偏置电流上溢(递增时)或下溢(递减时)错误。 如果结果 > IBIASMAX, 发生上溢。上溢条件下, SET_IBIAS[8:1] = IBIASMAX[7:0]。 如果结果 < 0, 发生下溢。下溢条件下, SET_IBIAS[8:0] = 0。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

偏置电流设置寄存器(SET_IBIAS), 地址: H0x08

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	SET_IBIAS[8]	SET_IBIAS[7]	SET_IBIAS[6]	SET_IBIAS[5]	SET_IBIAS[4]	SET_IBIAS[3]	SET_IBIAS[2]	SET_IBIAS[1]
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	0	0	0	0	0	1

SET_IBIAS寄存器设置激光器偏置电流DAC。

位	名称	说明
D[7:0]	SET_IBIAS[8:1]	偏流DAC共受9位控制。SET_IBIAS[8:1]位用于设置从0至510位之间的偏置电流偶数值。LSB(SET_IBIAS[0])位受BIASINC寄存器控制, 用于设置SET_IBIAS[8:0]偏置电流奇数值。任何直接写SET_IBIAS[8:1]的操作将复位LSB。

调制电流设置寄存器(SET_IMOD), 地址: H0x09

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	SET_IMOD[8]	SET_IMOD[7]	SET_IMOD[6]	SET_IMOD[5]	SET_IMOD[4]	SET_IMOD[3]	SET_IMOD[2]	SET_IMOD[1]
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	0	0	0	1	0	0

SET_IMOD寄存器设置激光器调制电流DAC。

位	名称	说明
D[7:0]	SET_IMOD[8:1]	调制电流DAC共受9位控制, SET_IMOD[8:1]位用于设置从0至510位之间的偏置电流偶数值。LSB (SET_IMOD[0])位受MODINC寄存器控制, 用于设置SET_IMOD[8:0]偏置电流奇数值。任何直接写入SET_IMOD[8:1]的操作都将复位LSB。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

最大调制电流设置寄存器(IMODMAX), 地址: H0x0A

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	IMODMAX[7]	IMODMAX[6]	IMODMAX[5]	IMODMAX[4]	IMODMAX[3]	IMODMAX[2]	IMODMAX[1]	IMODMAX[0]
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	1	0	0	0	0	0

IMODMAX寄存器设置调制电流上限。

位	名称	说明
D[7:0]	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]。

最大偏置电流设置寄存器(IBIASMAX), 地址: H0x0B

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	IBIASMAX[7]	IBIASMAX[6]	IBIASMAX[5]	IBIASMAX[4]	IBIASMAX[3]	IBIASMAX[2]	IBIASMAX[1]	IBIASMAX[0]
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	1	0	0	0	0	0

IBIASMAX寄存器设置偏置电流上限。

位	名称	说明
D[7:0]	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]。

调制电流递增设置寄存器(MODINC), 地址: H0x0C

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	SET_IMOD[0]	X	X	MODINC[4]	MODINC[3]	MODINC[2]	MODINC[1]	MODINC[0]
Read/Write	R	X	X	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	X	X	0	0	0	0	0

MODINC寄存器递增/递减SET_IMOD寄存器。

位	名称	说明
D7	SET_IMOD[0]	SET_IMOD寄存器的LSB。
D[4:0]	MODINC	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。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

偏置电流递增设置寄存器(BIASINC), 地址: H0x0D

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	SET_IBIAS[0]	X	X	BIASINC[4]	BIASINC[3]	BIASINC[2]	BIASINC[1]	BIASINC[0]
Read/Write	R	X	X	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	X	X	0	0	0	0	0

BIASINC寄存器递增/递减SET_IBIAS寄存器。

位	名称	说明
D7	SET_IBIAS[0]	SET_IBIAS寄存器的LSB。
D[4:0]	BIASINC	这些位用于递增或递减调制电流，写入时，更新SET_IBIAS[8:0]位。BIASINC[4:0]为二进制补码。

模式控制寄存器(MODECTRL), 地址: H0x0E

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	MODECTRL[7]	MODECTRL[6]	MODECTRL[5]	MODECTRL[4]	MODECTRL[3]	MODECTRL[2]	MODECTRL[1]	MODECTRL[0]
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	0	0	0	0	0	0	0	0
Reset Upon Read	Yes*	Yes*	Yes*	Yes*	Yes*	Yes*	Yes*	Yes*

* 所有三种模式下，在下一个3线操作时复位为0h。

MODECTRL寄存器设置MAX3949的3线控制工作模式。

位	名称	说明
D[7:0]	MODECTRL[7:0]	MODECTRL寄存器方便用户在常规和设置模式之间切换。将该寄存器设置为12h时，器件处于设置模式。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。 00h: 常规模式 12h: 设置模式 C9h: 广播模式

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

故障屏蔽寄存器(FMSK), 地址: H0x0F

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	X	RESERVED	FMSK[5]	FMSK[4]	FMSK[3]	FMSK[2]	FMSK[1]	FMSK[0]
Read/Write	X	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	X	1	1	0	0	0	0	0
Reset Upon Read	X	No	No	No	No	No	No	No

FMSK寄存器为故障电路设置屏蔽。

位	名称	说明
D6	RESERVED	保留。任何工作情况下, 该位必须为逻辑1。
D5	FMSK[5]	输入LOS FAULT条件屏蔽。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽
D4	FMSK[4]	BIAS开路或短路至GND故障条件屏蔽。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽
D3	FMSK[3]	TOUTA开路或短路至GND故障条件屏蔽。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽
D2	FMSK[2]	TOUTC开路或短路至GND故障条件屏蔽。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽
D1	FMSK[1]	VCCT开路或短路至GND故障条件屏蔽。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽
D0	FMSK[0]	屏蔽FAULT锁存信号, 该信号控制输出级的开/关。 0 = 不屏蔽 1 = 屏蔽 FMSK[0] = 1时, 输出级操作与FAULT条件无关, 仅受DISABLE引脚和TX_EN位控制。屏蔽该位不影响故障状态位的正常报警, 以及出发FAULT引脚报警。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

发送器去加重控制寄存器(SET_TXDE), 地址: H0x10

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	X	SET_TXDE[6]	SET_TXDE[5]	SET_TXDE[4]	SET_TXDE[3]	SET_TXDE[2]	SET_TXDE[1]	SET_TXDE[0]
Read/Write	X	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR State	X	0	0	0	0	0	1	0

SET_TXDE寄存器设置TXDE_MD[1:0]为10b时的发送器去加重幅度。

位	名称	说明
D[6:0]	SET_TXDE[6:0]	这是一个7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，必须考虑去加重总和。去加重设置为调制电流的百分比。

发送器均衡控制寄存器(SET_TXEQ), 地址: H0x11

Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Bit Name	X	X	X	X	X	X	SET_TXEQ[1]	SET_TXEQ[0]
Read/Write	X	X	X	X	X	X	R/W	R/W
POR State	X	X	X	X	X	X	0	0

SET_TXEQ寄存器设置发送器输入的均衡幅度。

位	名称	说明
D[1:0]	SET_TXEQ	这是一个2位寄存器，控制发送器输入的均衡幅度，更多信息请参考表1。

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

设计步骤

设置调制电流

1) **IMODMAX**[7:0] = Maximum_Modulation_Current_Value

2) **SET_IMOD**_n[8:0] = Present_Modulation_Current_Value

注：**SET_IMOD**[8:1]位可手动写入。**SET_IMOD**[0]只能利用**MODINC**寄存器刷新。

采用调制电流温度补偿时，建议使用**MODINC**寄存器，可保证调制电流的刷新速度最快。

3) **MODINC**_n[4:0] = New_Increment_Value

写**MODINC**_n[4:0]时，器件执行以下操作：

如果：(SET_IMOD_n[8:1] ≤ IMODMAX[7:0])，则：
(SET_IMOD_n[8:0] = SET_IMOD_{n-1}[8:0] + MODINC_n[4:0])
否则：(SET_IMOD_n[8:1] = IMODMAX[7:0])

可利用下式计算调制DAC电流：

$$\text{IMOD DAC Current} = I_{\text{MOD}} = (16 + \text{SET_IMOD}[8:0]) \times 247\mu\text{A}$$

差分方式驱动时，激光器接收到的净调制电流(峰-峰值)可利用下式计算：

$$\text{LDMOD} = I_{\text{MOD}} \times (1 - \text{DE}) \times 50 / (50 + R)$$

式中，R为激光器的差分负载阻抗加附加串联电阻，DE为由TX_DEMD[1:0]位控制的去加重因子。

4) **TXCTRL**[4:3] = 00，DE = 0.0625 (约6%去加重情况)。该模式下，器件计算并设置SET_TXDE[6:0] = SET_IMOD[8:2]。不可通过外部写操作访问SET_TXDE。

5) **TXCTRL**[4:3] = 00，DE = 0.03125 (约3%去加重情况)。该模式下，器件计算并设置SET_TXDE[6:0] = SET_IMOD[8:3]。不可通过外部写操作访问SET_TXDE。

6) **TXCTRL**[4:3] = 00，可通过外部将SET_TXDE设置为 ≥ SET_IMOD[8:3]的任意值：

$$I_{\text{DE}} = (2 + \text{SET_TXDE}[6:0]) \times 61.8\mu\text{A}$$

此时，DE = IDE/IMOD。DE因子的值从接近0.03开始，随着SET_TXDE[6:0]值的增大，可达到高达0.09。一旦DE比值接近0.09，IDE饱和，SET_TXDE[6:0]值继续增大也不会改变IDE太多。

7) **TXCTRL**[4:3] = 11，DE = 0.09 (约9%去加重情况)。该模式下，器件计算并设置SET_TXDE[6:0] = 127。不可通过外部写操作访问SET_TXDE。

设置偏置电流

1) **BIASMAX**[7:0] = Maximum_Bias_Current_Value

2) **SET_IBIAS**_n[8:0] = Present_Bias_Current_Value

注：**SET_IBIAS**[8:1]位可手动写入，**SET_IBIAS**[0]只能利用BIASINC寄存器更新。

采用激光器偏置电流温度补偿时，建议使用**BIASINC**寄存器，可保证调制电流的刷新速度最快。

3) **BIASINC**_n[4:0] = New_Increment_Value

写**BIASINC**_n[4:0]时，器件执行以下操作：

如果：(SET_IBIAS_n[8:1] ≤ BIASMAX[7:0])

则：(SET_IBIAS_n[8:0] = SET_IBIAS_{n-1}[8:0] + BIASINC_n[4:0])

否则：(SET_IBIAS_n[8:1] = BIASMAX[7:0])

可利用下式计算偏置DAC电流：

$$\text{BIAS DAC Current} = I_{\text{BIAS}} = (16 + \text{SET_IBIAS}[8:0]) \times 200\mu\text{A}$$

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

应用信息

激光器安全和IEC 825

单独使用MAX3949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产品并非设计用于或授权用于外科移植手术，以及生命支持和维持系统的器件，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7. 寄存器汇总表

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Transmitter Control Register Address = H0x05	TXCTRL	R	R/W	7	Reserved	0	Must be kept at 0
		R	R/W	6	Reserved	0	Must be kept at 0
		R	R/W	5	Reserved	0	Must be kept at 0
		R	R/W	4	TXDE_MD[1]	0	Tx deemphasis control
		R	R/W	3	TXDE_MD[0]	0	Tx deemphasis control
		R	R/W	2	SOFTRES	0	Global digital reset
		R	R/W	1	TX_POL	1	Tx polarity 0: inverse, 1: normal
		R	R/W	0	TX_EN	0	Tx control 0: disable, 1: enable
Transmitter Status Register 1 Address = H0x06	TXSTAT1	R	R	7 (sticky)	FST[7]	1	POR→V _{CC} low-limit violation
		R	R	6 (sticky)	FST[6]	X	Reserved
		R	R	5 (sticky)	FST[5]	X	Low or no AC signal at input
		R	R	4 (sticky)	FST[4]	X	BIAS open or shorted to GND
		R	R	3 (sticky)	FST[3]	X	TOUTA open or shorted to GND
		R	R	2 (sticky)	FST[2]	X	TOUTC open or shorted to GND
		R	R	1 (sticky)	FST[1]	X	V _{CCT} open or shorted to GND
		R	R	0 (sticky)	FST[0]	X	Copy of FAULT signal

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

表7. 寄存器汇总表(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	0	Modulation current overflow (on increment) or underflow (on decrement) error. Overflow occurs if result > IMODMAX. Underflow occurs if result < 0.
		R	R	2 (sticky)	IBIASERR	0	Bias current overflow (on increment) or underflow (on decrement) error. Overflow occurs if result > IBIASMAX. Underflow occurs if result < 0.
Bias Current Setting Register Address = H0x08	SET_IBIAS	R	R/W	7	SET_IBIAS[8]	0	MSB Bias DAC
		R	R/W	6	SET_IBIAS[7]	0	
		R	R/W	5	SET_IBIAS[6]	0	
		R	R/W	4	SET_IBIAS[5]	0	
		R	R/W	3	SET_IBIAS[4]	0	
		R	R/W	2	SET_IBIAS[3]	0	
		R	R/W	1	SET_IBIAS[2]	0	
Modulation Current Setting Register Address = H0x09	SET_IMOD	R	R/W	7	SET_IMOD[8]	0	MSB modulation DAC
		R	R/W	6	SET_IMOD[7]	0	
		R	R/W	5	SET_IMOD[6]	0	
		R	R/W	4	SET_IMOD[5]	0	
		R	R/W	3	SET_IMOD[4]	0	
		R	R/W	2	SET_IMOD[3]	1	
		R	R/W	1	SET_IMOD[2]	0	
Maximum Modulation Current Setting Register Address = H0x0A	IMODMAX	R	R/W	7	IMODMAX[7]	0	MSB modulation limit
		R	R/W	6	IMODMAX[6]	0	
		R	R/W	5	IMODMAX[5]	1	
		R	R/W	4	IMODMAX[4]	0	
		R	R/W	3	IMODMAX[3]	0	
		R	R/W	2	IMODMAX[2]	0	
		R	R/W	1	IMODMAX[1]	0	
		R	R/W	0	IMODMAX[0]	0	LSB modulation limit

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

表7. 寄存器汇总表(续)

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Maximum Bias DAC Current Setting Register Address = H0x0B	IBIASMAX	R	R/W	7	IBIASMAX[7]	0	MSB Bias DAC limit
		R	R/W	6	IBIASMAX[6]	0	
		R	R/W	5	IBIASMAX[5]	1	
		R	R/W	4	IBIASMAX[4]	0	
		R	R/W	3	IBIASMAX[3]	0	
		R	R/W	2	IBIASMAX[2]	0	
		R	R/W	1	IBIASMAX[1]	0	
		R	R/W	0	IBIASMAX[0]	0	LSB Bias DAC limit
Modulation Current Increment Setting Register Address = H0x0C	MODINC	R	R	7	SET_IMOD[0]	0	LSB of SET_IMOD DAC register address = H0x09
		R/W	R/W	4	MODINC[4]	0	MSB MOD DAC two's complement
		R/W	R/W	3	MODINC[3]	0	
		R/W	R/W	2	MODINC[2]	0	
		R/W	R/W	1	MODINC[1]	0	
		R/W	R/W	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
		R/W	R/W	4	BIASINC[4]	0	MSB Bias DAC two's complement increment/ decrement
		R/W	R/W	3	BIASINC[3]	0	
		R/W	R/W	2	BIASINC[2]	0	
		R/W	R/W	1	BIASINC[1]	0	
		R/W	R/W	0	BIASINC[0]	0	LSB Bias DAC two's complement increment/ decrement
Mode Control Register Address = H0x0E	MODECTRL	R/W	R/W	7	MODECTRL[7]	0	MSB mode control
		R/W	R/W	6	MODECTRL[6]	0	
		R/W	R/W	5	MODECTRL[5]	0	
		R/W	R/W	4	MODECTRL[4]	0	
		R/W	R/W	3	MODECTRL[3]	0	
		R/W	R/W	2	MODECTRL[2]	0	
		R/W	R/W	1	MODECTRL[1]	0	
		R/W	R/W	0	MODECTRL[0]	0	LSB mode control

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

表7. 寄存器汇总表(续)

REGISTER FUNCTION/ ADDRESS	REGISTER NAME	NORMAL MODE	SETUP MODE	BIT NUMBER/ TYPE	BIT NAME	DEFAULT VALUE	NOTES
Fault Mask Register Address = H0x0F	FMSK	R	R/W	6	RESERVED	1	Must be kept at logic 1
		R	R/W	5	FMSK[5]	1	MSB Tx fault mask
		R	R/W	4	FMSK[4]	0	
		R	R/W	3	FMSK[3]	0	
		R	R/W	2	FMSK[2]	0	
		R	R/W	1	FMSK[1]	0	
Transmitter Deemphasis Control Register Address = H0x10	SET_TXDE	R	R/W	6	SET_TXDE[6]	0	MSB Tx deemphasis
		R	R/W	5	SET_TXDE[5]	0	
		R	R/W	4	SET_TXDE[4]	0	
		R	R/W	3	SET_TXDE[3]	0	
		R	R/W	2	SET_TXDE[2]	0	
		R	R/W	1	SET_TXDE[1]	1	
Transmitter Equalization Control Register Address = H0x11	SET_TXEQ	R	R/W	1	SET_TXEQ[1]	0	Tx equalization control
		R	R/W	0	SET_TXEQ[0]	0	Tx equalization control

布局考虑

数据输入和输出是MAX3949最关键的信号通道，应仔细布局以最大程度地减少这些传输线的不连续性。以下是获得最佳IC性能的一些建议：

- 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，使EMI和串扰降至最小。
- 数据输入应直接连接在电缆连接器与IC之间，避免分叉。
- 确保IC传输线具有100Ω差分阻抗。
- 连接至激光器的数据传输线应尽可能短，并必须具有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/输出口放置，以实现返回至IC和激光器的电流通路。

更多信息，请参见MAX3949评估板原理图和每层电路板布局图。

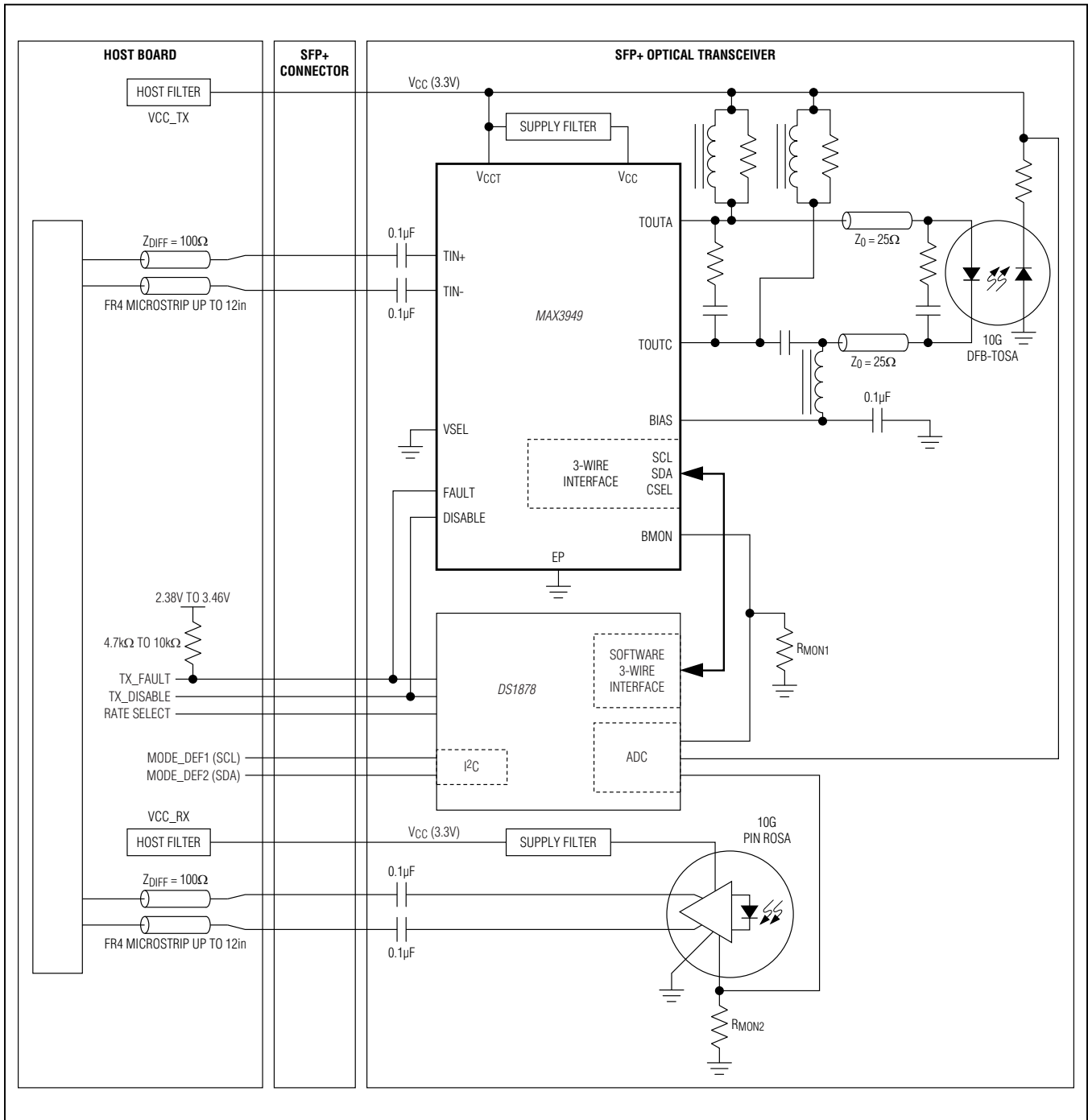
裸焊盘封装和散热考虑

16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MAX3949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: Application Note 862: HFAN-08.1: Thermal Considerations for QFN and Other Exposed-Paddle Packages](#)。

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

典型应用电路



11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

The schematic diagram illustrates a four-channel receiver system. On the left, four identical receiver channels are shown, each consisting of a differential input stage with MD (Master Drive) and DFB (Differential Feedback) components, followed by a MAX3949 transceiver. Each MAX3949 has two input pins (VCCT, TOUTA) and two output pins (TOUTC, BIAS). The outputs of the four MAX3949s are connected to a central DS4830 serializer/deserializer. The DS4830 has four input pins (SCL, SDA, CSEL) and four output pins (VSEL, SCL, SDA, CSEL). The output pins are connected to a 13-BIT ADC, which is also connected to a BIAS MONITOR and an RSSI MONITOR. The BIAS MONITOR and RSSI MONITOR are connected to the 13-BIT ADC via a series of resistors (R1, R2, R3) and a common ground. The BIAS MONITOR is also connected to the SCL pin of the DS4830. The RSSI MONITOR is connected to the SDA pin of the DS4830. The 13-BIT ADC is connected to the SCL and SDA pins of the DS4830. The BIAS MONITOR and RSSI MONITOR are connected to the 13-BIT ADC via a series of resistors (R1, R2, R3) and a common ground. The BIAS MONITOR is also connected to the SCL pin of the DS4830. The RSSI MONITOR is connected to the SDA pin of the DS4830. The 13-BIT ADC is connected to the SCL and SDA pins of the DS4830. The BIAS MONITOR and RSSI MONITOR are connected to the 13-BIT ADC via a series of resistors (R1, R2, R3) and a common ground. The BIAS MONITOR is also connected to the SCL pin of the DS4830. The RSSI MONITOR is connected to the SDA pin of the DS4830. The 13-BIT ADC is connected to the SCL and SDA pins of the DS4830.

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

订购信息

型号	温度范围	引脚-封装
MAX3949ETE+	-40°C to +85°C	16 TQFN-EP*

注：器件设计工作于-40°C至+95°C环境温度范围(TA)，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。
*裸焊盘。

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询china.maximintegrated.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	焊盘布局编号
16 TQFN-EP	T1633+5	21-0136	90-0032

芯片信息

PROCESS: SiGe BiPOLAR

MAX3949

11.3Gbps、低功耗、交流耦合激光驱动器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	6/12	最初版本。	—

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。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。