

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器，工作在扩展级温度范围

概述

MAX14975双通道超高速USB 3.0均衡器/转接驱动器采用可编程输入均衡和输出去加重，有效降低确定性抖动以及电路板、电缆对信号恢复造成的损耗，有助于对超高速USB 3.0关键元件的布局进行优化，并可使用较长的电路板走线或电缆。器件具有高级电源管理功能，带有接收侦测，完全支持USB 3.0低频周期信号(LFPS)。

器件采用小尺寸24引脚(4.0mm x 4.0mm) TQFN封装，顺畅的引脚排列可实现最佳布局，占用最小的电路板空间。器件工作在-40°C至+85°C扩展级温度范围。

应用

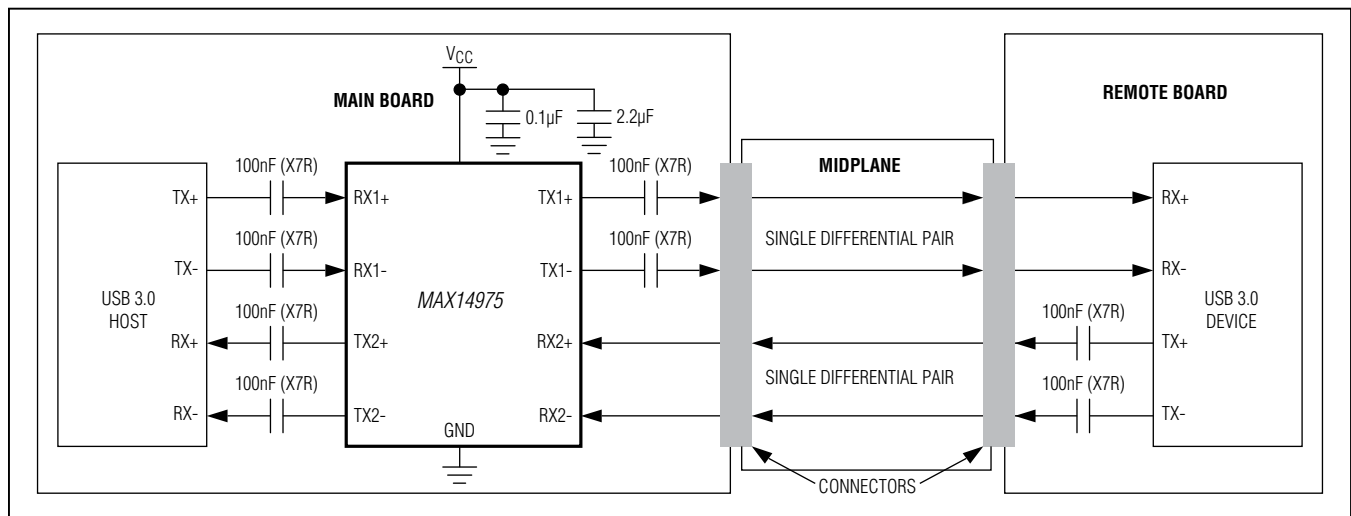
工业/嵌入式PC
计算机模块
载板
测试设备
机架服务器工业PC
医疗装置

优势和特性

- ◆ 先进的省电休眠模式
 - ◇ 待机状态: < 1mW (典型值)
 - ◇ 接收侦测状态: 23mW (典型值)
 - ◇ 动态关断状态: 82.5mW (典型值)
 - ◇ 有效工作状态: 304mW (典型值)
- ◆ 用于补偿通道损耗的高性能方案
 - ◇ 三级输入均衡，高达10dB
 - ◇ 六级输出去加重，高达4dB
 - ◇ 可补偿长达30in的通道损耗，确定性抖动: 12ps_{P-P} (最大); 随机抖动: 1ps_{RMS} (最大)
 - ◇ 2.5GHz下具有10dB (典型值)回波损耗
- ◆ 可靠工作在恶劣环境
 - ◇ 工业级工作温度范围: -40°C至+85°C
 - ◇ 所有引脚提供±8kV人体模式(HBM) ESD保护
 - ◇ 顺畅的引脚排列(4.0mm x 4.0mm, 24引脚), TQFN封装，防振动/冲击

订购信息在数据资料的最后给出。

典型工作电路



MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND.)

V_{CC} -0.3V to +4.0V
All Other Pins (Note 1) -0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Continuous Current RX_+ , RX_- , TX_+ , TX_- $\pm 30mA$
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$)
TQFN (derate 27.8mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$) 2222.2mW

Operating Temperature Range $-40^\circ C$ to $+85^\circ C$
Junction Temperature Range $-40^\circ C$ to $+150^\circ C$
Storage Temperature Range $-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ C$
Soldering Temperature (reflow) $+260^\circ C$

Note 1: All I/O pins are clamped by internal diodes.

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 2)

TQFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) $36^\circ C/W$
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) $3^\circ C/W$

Note 2: 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

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC PERFORMANCE						
Power-Supply Range	V_{CC}		3.0	3.3	3.6	V
Operating Supply Current	I_{CC}	ENRXD = 1, data rate = 5.0Gbps, D10.2 pattern, $DE_- = V_{CC}$, $OS_- = GND$		92	125	mA
		ENRXD = 1, CM = 0, no output termination		7	10	
		Dynamic power-down mode, ENRXD = 1, CM = 0, with output termination, no input signal		25	32	
Standby Supply Current	I_{STBY}	ENRXD = 0			600	μA
Differential Input Impedance	$Z_{RX-DC-DIFF}$	DC	72		120	Ω
Differential Output Impedance	$Z_{TX-DC-DIFF}$	DC	72		120	Ω
Single-Ended High Input Impedance	$Z_{RX-SE-HIGH}$	No output termination, CM = 0 (Note 4)	25	50		k Ω
Common-Mode Input Impedance	$Z_{RX-DC-CM}$	(Note 4)	18		30	Ω
Common-Mode Output Impedance	$Z_{TX-DC-CM}$	(Note 5)	18		30	Ω
Common-Mode Input Voltage	$V_{RX-DC-CM}$	(Note 4)		0		V
Common-Mode Output Voltage	$V_{TX-DC-CM}$	(Note 4)		2.75		V
Active LFPS Common-Mode Delta	$\Delta V_{LFPS-CM}$	Active LFPS squelched and not squelched			50	mV

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
AC PERFORMANCE (Note 6)						
Redriver-Operation Differential Input Signal Range	$V_{RX-DIFF-PP}$	USB 3.0 data	150		1200	mV _{P-P}
LFPS Detect Threshold	$V_{LFPS-DIFF-PP}$	USB 3.0 LFPS pattern	100		300	mV
Differential Input Return Loss	$RL_{RX-DIFF}$	$50MHz \leq f < 1250MHz$	13	18		dB
		$1250MHz \leq f < 2500MHz$	8	12		
Differential Output Return Loss	$RL_{TX-DIFF}$	$50MHz \leq f < 1250MHz$	13	16		dB
		$1250MHz \leq f < 2500MHz$	8	10		
Common-Mode Input Return Loss	RL_{RX-CM}	$50MHz \leq f < 2500MHz$	11	13		dB
Common-Mode Output Return Loss	RL_{TX-CM}	$50MHz \leq f < 2500MHz$	10	13		dB
Differential Output Amplitude (Transition Bit), Figure 1	$V_{TX-DIFF-TB-PP}$	$OS_+ = 0, DE_+ = 0$		1120		mV _{P-P}
		$OS_+ = 0, DE_+ = N.C.$		940		
		$OS_+ = 0, DE_+ = 1$		1210		
		$OS_+ = 1 \text{ or } N.C., DE_+ = 0$		1180		
		$OS_+ = 1 \text{ or } N.C., DE_+ = N.C.$		1010		
		$OS_+ = 1 \text{ or } N.C., DE_+ = 1$		1270		
Differential Output Amplitude (Nontransition Bit), Figure 1	$V_{TX-DIFF-NTB-PP}$	$DE_+ = N.C.$		640		mV _{P-P}
		$DE_+ = 0$		840		
		$DE_+ = 1$		940		
LFPS Idle Differential Output Voltage	$V_{LFPS-IDLE-DIFF-PP}$	Highpass filter to remove DC offset			30	mV
Voltage Change to Allow Receiver Detect	V_{DETECT}	Positive voltage to sense receiver termination		500		mV
Deterministic Jitter	$t_{TX-DJ-DD}$	K28.5 pattern, data rate = 5.0Gbps, $EQ_+ = \text{not connected}$			12	ps _{P-P}
Random Jitter	$t_{TX-RJ-DD}$	D10.2 pattern, data rate = 5.0Gbps, $EQ_+ = \text{not connected}$			1	ps _{RMS}
Rise/Fall Time	$t_{TX-RISE-FALL}$	(Note 7)	40			ps
Differential Propagation Delay	t_{PD}	Propagation delay input to output at 50%		250		ps
LFPS Idle Entry Delay	$t_{IDLE-ENTRY}$	USB 3.0 LFPS pattern, active state		4	7	ns
LFPS Idle Exit Delay	$t_{IDLE-EXIT}$	USB 3.0 LFPS pattern, active state		4	6	ns
		USB 3.0 LFPS pattern, dynamic power-down state		15.6	22.5	

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CONTROL LOGIC						
Input Logic-High	V_{IH}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_	1.5			V
Input Logic-Low	V_{IL}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_			0.5	V
Input Logic Hysteresis	V_{HYST}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_		0.075		V
ESD PROTECTION						
HBM ESD Protection		Human Body Model		± 8		kV

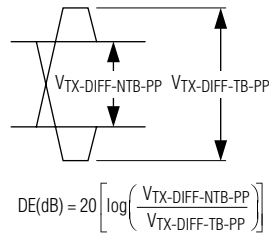
Note 3: All parts are production tested at $T_A = +25^\circ C$, $+85^\circ C$.

Note 4: Measured with respect to ground.

Note 5: Measured with respect to V_{CC} .

Note 6: Guaranteed by design, unless otherwise noted.

Note 7: Rise and fall times are measured using 20% and 80% levels.



$$DE(dB) = 20 \left[\log \left(\frac{V_{TX-DIFF-NTB-PP}}{V_{TX-DIFF-TB-PP}} \right) \right]$$

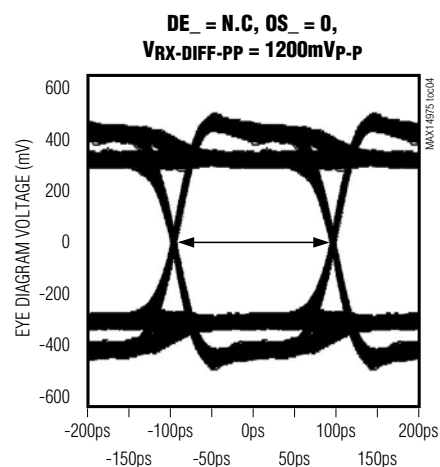
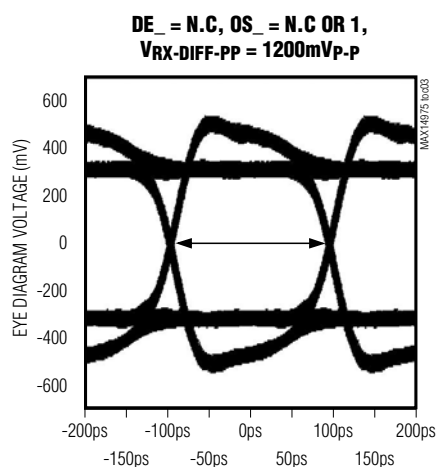
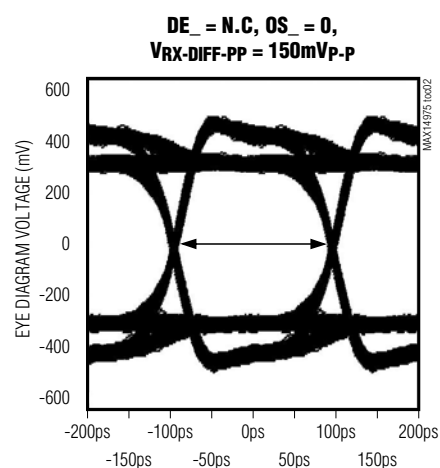
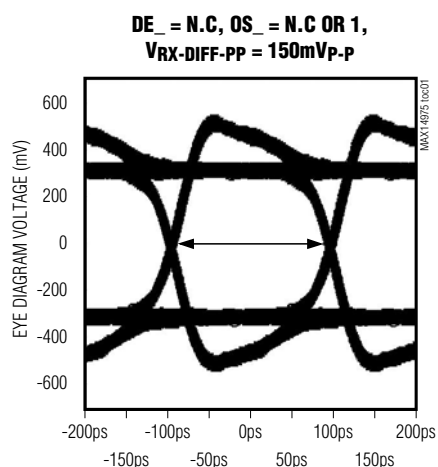
图 1. 输出去加重示意图

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

典型工作特性

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $EQ_- = N.C.$, using 5Gbps $\pm K28.5$ pattern, unless otherwise noted.)

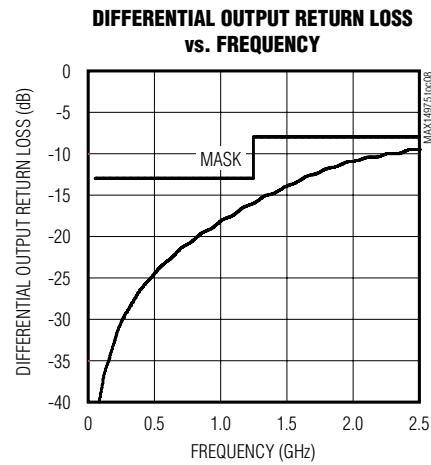
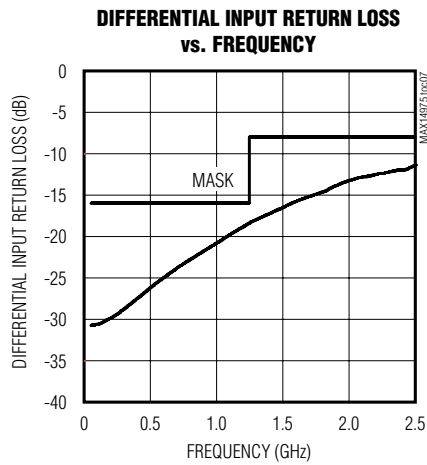
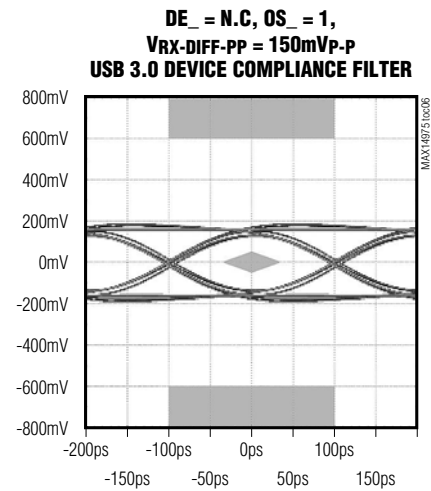
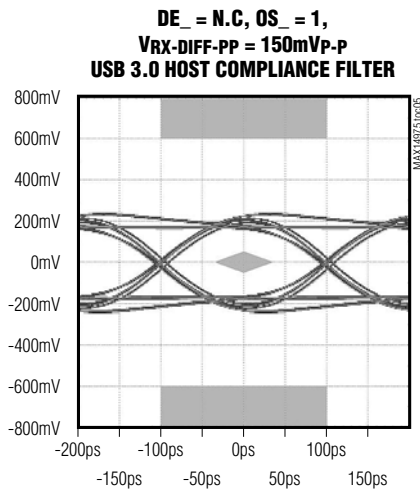


MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

典型工作特性(续)

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, $EQ_- = N.C.$, using 5Gbps $\pm K28.5$ pattern, unless otherwise noted.)

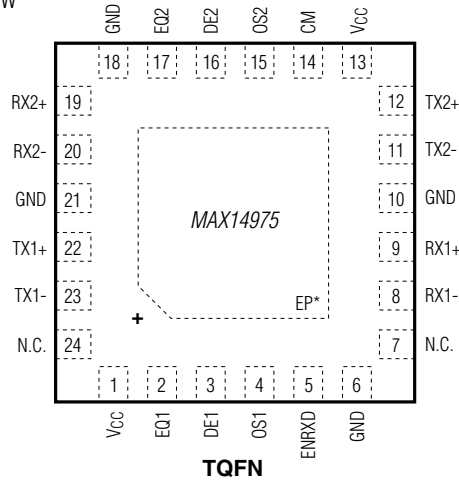


MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

引脚配置

TOP VIEW



*CONNECT EXPOSED PAD (EP) TO GND.

引脚说明

引脚	名称	功能
1, 13	V _{CC}	电源输入，利用0.1μF和2.2μF低ESR、并联电容将V _{CC} 旁路至GND，电容尽量靠近器件放置。
2	EQ1	三态输入均衡控制，通道1。EQ1保持浮空时，器件处于默认状态。
3	DE1	三态位跳变/非跳变输出幅度控制，通道1。将DE1接V _{CC} ，为默认状态。
4	OS1	二态位跳变输出幅度控制，通道1。将OS1接GND，为默认状态。
5	ENRXD	高电平有效使能。将ENRXD驱动为高电平或保持浮空，器件处于常规工作。将ENRXD驱动为低电平时，器件进入待机状态；ENRXD通过400kΩ (典型值)电阻上拉至V _{CC} 。
6, 10, 18, 21	GND	地。
7, 24	N.C.	无连接，无内部连接。
8	RX1-	通道1反相输入，以低ESR 100nF电容交流耦合RX1-。
9	RX1+	通道1同相输入，以低ESR 100nF电容交流耦合RX1+。
11	TX2-	通道2反相输出，以低ESR 100nF电容交流耦合TX1-。
12	TX2+	通道2同相输出，以低ESR 100nF电容交流耦合TX1+。
14	CM	高电平有效模式控制，CM驱动为高电平时，强制器件保持有效工作状态；将CM驱动为低电平或浮空时，器件处于常规工作状态。CM通过内部400kΩ (典型值)电阻下拉至GND。

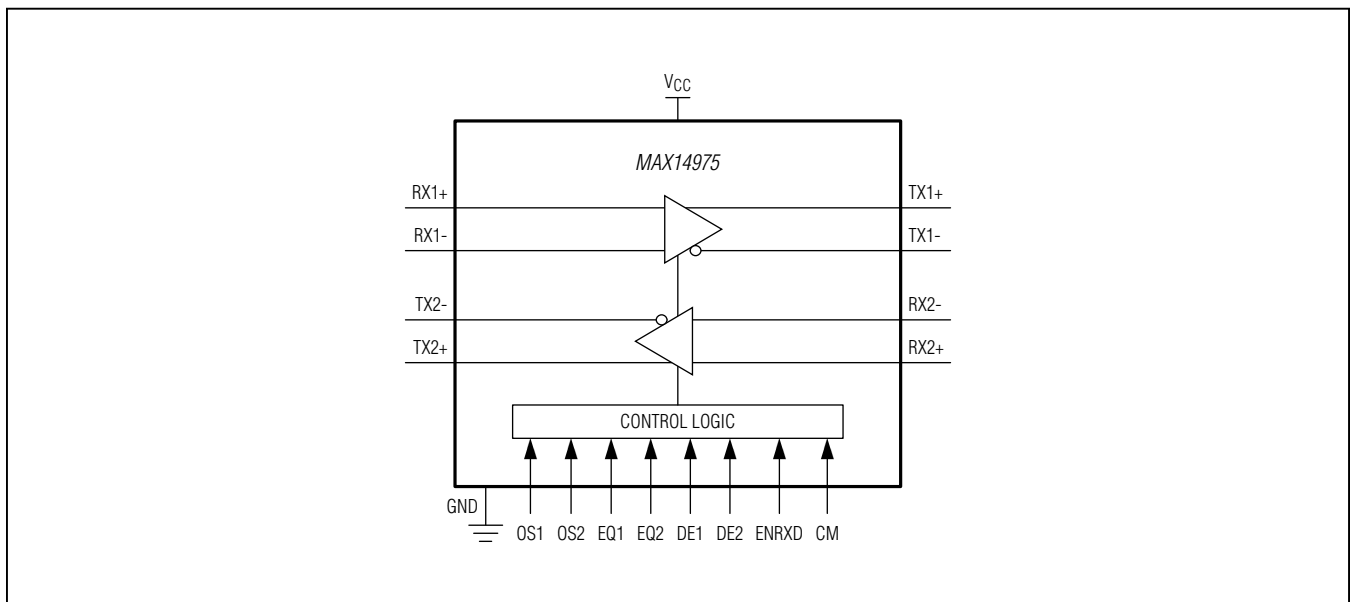
MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
15	OS2	二态位跳变输出幅度控制，通道2。将OS2接GND，为默认状态。
16	DE2	三态位跳变/非跳变输出幅度控制，通道2。将DE2接V _{CC} ，为默认状态。
17	EQ2	三态输入均衡控制，通道2。EQ2保持浮空时，为默认状态。
19	RX2+	通道2同相输入，以低ESR 100nF 电容交流耦合RX2+。
20	RX2-	通道2反相输入，以低ESR 100nF 电容交流耦合RX2-。
22	TX1+	通道1同相输出，以低ESR 100nF 电容交流耦合TX1+。
23	TX1-	通道1反相输出，以低ESR 100nF 电容交流耦合TX1-。
—	EP	裸焊盘，内部连接至GND。连接至大面积接地区域以改善散热，不要将其作为电气接点。

Functional Diagram



MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器，工作在扩展级温度范围

详细说明

MAX14975具有两个完全相同的驱动器，支持完整的超高速USB 3.0链路。利用每个通道的可编程均衡和去加重电路获得最佳的超高速收发器电路板布局，提供灵活的前端、后端和侧面超高速端口布局。器件具有高级电源管理功能，带有接收器侦测功能，支持USB 3.0低频周期信号(LFPS)。

可编程输入均衡

通道1的输入均衡由EQ1控制，通道2的输入均衡由EQ2控制。EQ1和EQ2两个引脚各有三级均衡设置，可灵活补偿各种电路板输入引线、连接器或电缆损耗(表1)。EQ_三态输入将低于VIH和高于VIL的电压作为高阻。例如，如果要求高阻态，则可将EQ_置为1V或保持浮空。

可编程输出去加重

通道1输出位跳变幅度由OS1和DE1引脚控制，非跳变幅度由DE1引脚控制。通道2输出位跳变幅度由OS2和DE2引脚控制，非跳变幅度由DE2引脚控制。两个通道分别提供

6种输出去加重状态，可灵活补偿各路输出的电路板走线、连接器或电缆损耗(表2、表3和表4)。DE_三态输入将低于VIH和高于VIL的电压作为高阻。例如，如果需要高阻态，可将DE_设置为1V或保持浮空。

支持LFPS

器件通过检测输入端的空闲状态并禁止相应输出，防止由于转接驱动产生的噪声，完全支持USB 3.0 LFPS。差分输入LFPS信号下降至100mV_{P-P}门限以下时，器件禁止输出。输入出现高于300mV_{P-P} (典型值)的差分LFPS信号时，器件打开相应输出并转接驱动信号。工作状态下，器件进入LFPS空闲状态的时间为4ns (典型值)，退出时间为4ns (典型值)。

高级电源管理

待机状态

将ENRXD驱动为低电平时，器件置于低功耗待机模式。待机模式下，输入处于共模高阻态，器件功耗低于1mW (典型值)。进入待机状态的时间为2μs (典型值)，退出时间为50μs (典型值)。

表1. 典型输入均衡

EQ_	EQUALIZATION (dB)
N.C.*	0
0	6
1	10

*无连接。

表2. 位跳变输出幅度(参见 [Electrical Characteristics](#) 表)

OS_	AMPLITUDE (mV _{P-P})
N.C.*, 1	1010 to 1270
0	940 to 1210

*无连接。

表3. 非跳变输出幅度

DE_	AMPLITUDE (mV _{P-P})
N.C.*	640
0	840
1	940

*无连接。

表4. 输出去加重

CONTROL LOGIC	OS_ = 0 (dB)	OS_ = 1, N.C.* (dB)
DE_ = 0	-2.5	-3.0
DE_ = N.C.	-3.3	-3.9
DE_ = 1	-2.2	-2.7

*无连接。

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器，工作在扩展级温度范围

接收器检测

器件的每个通道都具有独立的接收器检测功能。初始上电时，如果ENRXD为高电平，启动接收器检测功能。如果器件处于已上电状态，在ENRXD的上升沿启动接收器检测。接收器检测期间，器件保持23mW (典型值)低功耗模式，输出和输入处于共模高阻态。每12ms (典型值)重复进行一次接收器检测，直到检测到接收器。必须在两个通道均检测到接收器，才会退出接收检测状态。

动态关断

已检测到接收器且输入没有信号时，器件进入动态关断状态。在输入端检测到信号时，器件退出该状态。器件在动态关断状态下的功耗小于82.5mW (典型值)。30μs空闲检测之后，器件进入动态关断。如果在12ms (典型值)以上的时间内未检测到信号，器件进入接收器检测状态。

工作状态

已检测到接收器且存在输入信号时，器件自动进入工作状态。如表5所示，通过设置CM = 1，可强制器件进入工作状态。器件在该状态下的功耗小于304mW (典型值)。

USB 3.0兼容模式

MAX14975兼容于USB 3.0工作，强制器件保持有效工作状态。器件转接驱动信号，测试发送器的电压和定时参数，使其符合USB 3.0规范要求。将ENRXD驱动为高电平或保持浮空，并将CM驱动为高电平，则激活USB 3.0兼容模式。将ENRXD驱动为高电平或保持浮空，并将CM驱动为低电

平或保持浮空，则为常规工作模式(表5)。兼容模式下(CM = 1)，禁用接收器检测和动态关断，器件始终保持有效工作状态，支持LFPS。

应用信息

布局

电路板布局和设计对器件性能的影响非常明显。采用良好的高频设计技术，包括尽可能降低接地电感，采用阻抗受控的数据信号传输线等。电容须尽量靠近VCC安装。VCC必须始终连接到电源。

裸焊盘封装

裸焊盘、24引脚、TQFN封装，为IC散热提供了极低的热阻通路。器件上的裸焊盘必须焊接至PCB接地区域，以充分散热，获取最佳的电气性能。关于裸焊盘封装的更多信息，请参考应用笔记862: HFAN-08.1: Thermal Considerations of QFN and Other Exposed-Paddle Packages。

供电顺序

注意：请勿超出绝对最大额定值，如果工作条件超出器件的额定值，将会造成器件永久损坏。

建议对所有器件按照正确的排序上电，任何情况下，首先施加GND和VCC，然后再加信号，尤其是在信号没有限流的情况下。

表5. 数字控制真值表

ENRXD	CM	DESCRIPTION
0	0	Power-down
0	1	Power-down
1 or N.C.*	0 or N.C.*	Normal operation
1 or N.C.*	1	Compliance mode (active)

* 无连接。

订购信息

器件	温度范围	引脚-封装
MAX14975ETG+	-40°C至+85°C	24 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

芯片信息

封装信息

PROCESS: BiCMOS

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	外形编号	焊盘布局编号
24 TQFN-EP	T2444+3	21-0139	90-0021

MAX14975

高可靠性、双通道USB 3.0均衡器/转接驱动器， 工作在扩展级温度范围

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	11/12	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。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-10 00

12

© 2013 Maxim Integrated

Maxim标志和Maxim Integrated是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。