



超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

MAX14978

概述

MAX14978高性能无源模拟开关可理想用于在一个源端和两个负载端之间(反之亦然)切换高速USB和超高速USB数据。器件可用于超高速USB端口有限的台式计算机和笔记本电脑应用。器件包括两组模拟开关,一组用于USB低速、全速和高速信号,第二组用于USB超高速信号。器件采用+3.3V单电源供电。

器件在所有速率下都具有极低的插入损耗,所有I/O引脚均具有±6kV人体模式(HBM) ESD保护。此外,低速/全速/高速COM_端口还具有±15kV HBM和±8kV IEC 61000-4-2接触放电ESD保护。

器件采用小尺寸、3.5mm × 9.0mm、42引脚TQFN封装,工作在-40°C至+85°C扩展级温度范围。

应用

台式PC

笔记本PC

工业USB开关

特性

- ◆ 设计用于超高速USB应用:
支持低速/全速/高速(1.5/12/480Mbps)工作
支持超高速(5.0Gbps)工作
- ◆ 优异的回波损耗和插入损耗特性,
支持超高速模拟开关工作
- ◆ 低静态电流: 36μA (典型值)
- ◆ 保留所有链路训练(超高速)
- ◆ LVCMOS控制($1.4V \leq V_{IH} \leq 3.6V$)
- ◆ 采用+3.3V单电源供电
- ◆ 小尺寸、3.5mm × 9.0mm、42引脚TQFN封装

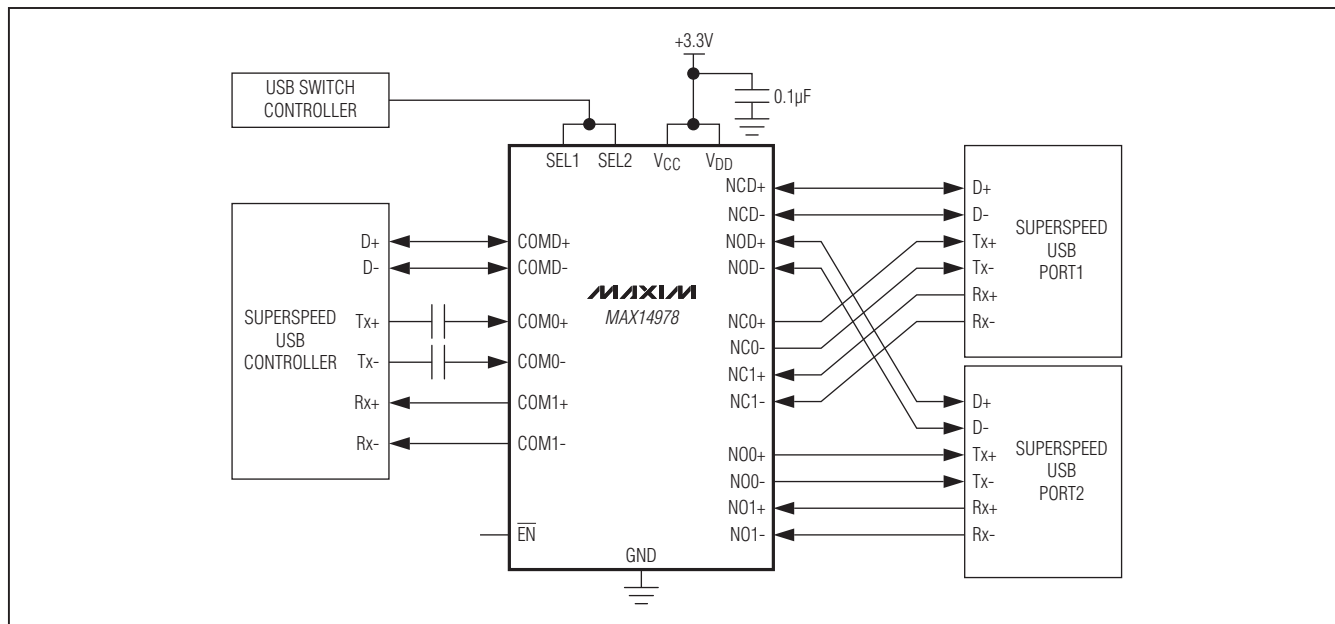
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX14978ETO+	-40°C to +85°C	42 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

典型工作电路



超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(All voltages referenced to GND, unless otherwise noted.)

VCC	-0.3V to +6.0V
VDD	-0.3V to +4.0V
SEL1, EN, COMD_, NOD_, NCD_ (Note 1)	-0.3V to (VCC + 0.3V)
SEL2, COM0_, COM1_, NC0_, NC1_, NO0_, NO1_ (Note 1)	-0.3V to (VDD + 0.3V)
ICOM0_ - NO0_I, ICOM0_ - NC0_I, ICOM0_ - NO1_I, ICOM0_ - NC1_I (Note 1)	0 to +2.0V
Continuous Current (COM0_, COM1_ to NO0_, NO1_, NC0_, NC1_)	±70mA

Peak Current (COM0_, COM1_ to NO0_, NO1_, NC0_, NC1_) (pulsed at 1ms, 10% duty cycle)	±70mA
Continuous Current into Any Terminal	±30mA
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C) TQFN (derate 35.7mW/°C above +70°C)	2857mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Note 1: Signals on SEL_, NO_, NC_, or COM_ exceeding VCC, VDD, or VGND are clamped by internal diodes. Limit forward-diode current to maximum current rating.

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 = +3.0V to +5.5V, VDD = +3.0V to +3.6V, TA = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = VDD = +3.3V, TA = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Power-Supply Range	VCC		3.0		5.5	V
	VDD		3.0		3.6	
Supply Current	ICC	VSEL1 = 0V or VCC, VEN = 0V VCC = 3.0V		0.6	1.5	μA
	IDD	VSEL2 = 0V or VDD VDD = 3.3V			60	
Shutdown Supply Current, ICC	ISHDN	Hi-Speed USB switches, switch disabled (VEN = VCC)		0.1		μA
Increase in Supply Current, ICC, with VSEL1, VEN Voltage		Hi-Speed USB switches, 0V ≤ VSEL1 ≤ VIL or VIH ≤ VSEL1 ≤ VCC or 0V ≤ VEN ≤ VIL or VIH ≤ VEN ≤ VCC			1	μA
Analog-Signal Range	VCOM_, VNO_, VNC_	Hi-Speed USB switches, VEN = 0V (Note 3)	0		VCC	V
		SuperSpeed USB switches	-0.1		VDD - 1.2	
Fault-Protection Trip Threshold	VFP	Hi-Speed USB switches, COMD_ only, TA = +25°C	VCC + 0.6	VCC + 0.8	VCC + 1	V
On-Resistance	RON	Hi-Speed USB switches, VCOMD_ = 0V to VCC		5	10	Ω
		Hi-Speed USB switches, VCC = 3.0V, VCOMD_ = 3.6V		5.5		
		SuperSpeed USB switches, VDD = 3.0V, ICOM_ = 15mA, VNO_ = VNC_ = 0V, 1.8V		7		

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

MAX14978

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, V_{DD} = +3.0V to +3.6V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = V_{DD} = +3.3V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
On-Resistance Match Between Channels	ΔR_{ON}	Hi-Speed USB switches, V _{CC} = 3.0V, V _{COMD_} = 2.0V (Notes 4, 5)			0.1	1	Ω
		SuperSpeed USB switches, V _{DD} = 3.0V, I _{COM_} = 15mA, V _{NO_} or V _{NC_} = 0V (Notes 4, 5)			0.6	2	
On-Resistance Match Between Pairs of Same Channels	ΔR_{ON}	SuperSpeed USB switches, V _{DD} = 3.0V, I _{COM_} = 15mA, V _{NO_} or V _{NC_} = 0V (Notes 4, 5)			0.1	1	Ω
On-Resistance Flatness	R _{FLAT}	Hi-Speed USB switches, V _{CC} = 3.0V, V _{COMD_} = 0V to V _{CC} (Note 6)			0.1		Ω
		SuperSpeed USB switches, V _{DD} = 3.0V, I _{COM_} = 15mA, V _{NO_} or V _{NC_} = 0V (Notes 5, 6)			0.06	2	
Off-Leakage Current	I _{COM(OFF)}	Hi-Speed USB switches, V _{CC} = 5.5V, V _{COMD_} = 0V or 5.5V, V _{NOD_} , V _{NCD_} = 5.5V or 0V		-250		+250	nA
		SuperSpeed USB switches, V _{DD} = 3.6V, V _{COM_} = 0V, 1.8V; V _{NO_} or V _{NC_} = 1.8V, 0V		-1		+1	μ A
On-Leakage Current	I _{COM(ON)}	Hi-Speed USB switches, V _{CC} = 5.5V, V _{COMD_} = 0V or 5.5V, V _{NOD_} , V _{NCD_} = unconnected		-250		+250	nA
		SuperSpeed USB switches, V _{DD} = 3.6V, V _{COM_} = 0V, 1.8V; V _{NO_} or V _{NC_} = V _{COM_} or unconnected		-1		+1	μ A
AC PERFORMANCE							
On-Channel -3dB Bandwidth	BW	Hi-Speed USB switches, R _L = R _S = 50 Ω , signal = 0dBm			950		MHz
On-Loss	G _{LOSS}	SuperSpeed USB switches, R _L = R _S = 50 Ω , unbalanced	1MHz < f < 100MHz		-0.5		dB
			500MHz < f < 1.25GHz		-1.4		
Off-Isolation	V _{ISO}	Hi-Speed USB switches, V _{NOD_} , V _{NCD_} = 0dBm, R _L = R _S = 50 Ω , Figure 1	f = 10MHz		-48		dB
			f = 250MHz		-20		
			f = 500MHz		-17		
		SuperSpeed USB switches, signal = 0dBm, R _S = R _L = 50 Ω	f = 10MHz		-56		
			f = 1.25GHz		-26		

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +3.0V to +5.5V, VDD = +3.0V to +3.6V, TA = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = VDD = +3.3V, TA = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Crosstalk (Note 7)	VCT	Hi-Speed USB switches, VNOD_, VNCD_ = 0dBm, RL = RS = 50Ω, Figure 1	f = 10MHz	-73		dB
			f = 250MHz	-54		
			f = 500MHz	-33		
		SuperSpeed USB switches, crosstalk between any two pairs, RS = RL = 50Ω, unbalanced, Figure 1	f = 50MHz	-53		
			f = 1.25GHz	-32		
Signaling Data Rate	BR	SuperSpeed USB switches, RS = RL = 50Ω		5.0		Gbps
LOGIC INPUT						
Input Logic-High	VIH		1.4			V
Input Logic-Low	VIL				0.5	V
Input Leakage Current	IIN	Hi-Speed USB switches	-250		+250	nA
		SuperSpeed USB switches, VSEL2 = 0V or VDD	-1		+1	μA
Input Logic Hysteresis	VHYST	SuperSpeed USB switches		100		mV
DYNAMIC PERFORMANCE						
Turn-On Time	tON	Hi-Speed USB switches, VNOD_ or VNCD_ = 1.5V, RL = 300Ω, CL = 35pF, VEN = VCC to 0V, Figure 2		20	100	μs
		SuperSpeed USB switches, VNO_ or VNC_ = 1.0V, RL = 50Ω, Figure 2		90	250	ns
Turn-Off Time	tOFF	VNOD_ or VNCD_ = 1.5V, RL = 300Ω, CL = 35pF, VEN = 0V to VCC, Figure 2		1	5	μs
		SuperSpeed USB switches, VNO_ or VNC_ = 1.0V, RL = 50Ω, Figure 2		10	50	ns
Propagation Delay	tPLH, tPHL	Hi-Speed USB switches, RL = RS = 50Ω, Figure 3		100		ps
		SuperSpeed USB switches, RL = RS = 50Ω		50		
Output Skew Between Switches	tSK	Hi-Speed USB switches, skew between switch 1 and 2, RL = RS = 50Ω, Figure 3		40		ps
Output Skew Between Pairs	tSK1	SuperSpeed USB switches, RS = RL = 50Ω, unbalanced; skew between any two pairs, Figure 3		50		ps
Output Skew Between Same Pair	tSK2	SuperSpeed USB switches, RS = RL = 50Ω, unbalanced; skew between two lines on same pair, Figure 3		10		ps
Fault-Protection Response Time	tFP	Hi-Speed USB switches, VCOMD_ = 0V to 5V step, RL = RS = 50Ω, VCC = 3.3V, Figure 4	0.5		5.0	μs

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

MAX14978

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, V_{DD} = +3.0V to +3.6V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = V_{DD} = +3.3V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Fault-Protection Recovery Time	t _{FPR}	Hi-Speed USB switches, V _{COMD_} = 5V to 0V step, R _L = R _S = 50Ω, V _{CC} = 3.3V, Figure 4			100	μs
NO_ or NC_ Off-Capacitance	C _{NO(OFF)} or C _{NC(OFF)}	Hi-Speed USB switches, f = 1MHz, Figure 5		2		pF
		SuperSpeed USB switches, Figure 5		1		
COM_ Off-Capacitance	C _{COM(OFF)}	Hi-Speed USB switches, f = 1MHz, Figure 5		5.5		pF
		Hi-Speed USB switches, f = 240MHz, Figure 5		4.8		
COM_ On-Capacitance	C _{COM(ON)}	Hi-Speed USB switches, f = 1MHz, Figure 5		6.5		pF
		Hi-Speed USB switches, f = 240MHz, Figure 5		5.5		
		SuperSpeed USB switches, Figure 5		2		
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	Hi-Speed USB switches, V _{COMD_} = 1V _{P-P} , V _{BIAS} = 1V, R _L = R _S = 50Ω, f = 20Hz to 20kHz		0.03		%
ESD PROTECTION						
COMD+, COMD-		Human Body Model		±15		kV
		IEC 61000-4-2 Air Gap Discharge		±15		
		IEC 61000-4-2 Contact Discharge		±8		
COM0_, COM1_		Human Body Model		±6		kV
All Pins		Human Body Model		±2		kV

Note 2: All devices are 100% production tested at T_A = +25°C. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 3: The switch turns off for voltages above V_{FP}, protecting downstream circuits in case of a fault condition.

Note 4: ΔRON(MAX) = |RON(CH1) - RON(CH2)|.

Note 5: Guaranteed by design. Not production tested.

Note 6: Flatness is defined as the difference between the maximum and minimum value of on-resistance, as measured over specified analog-signal ranges.

Note 7: Between any two switches.

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

测试电路/时序图

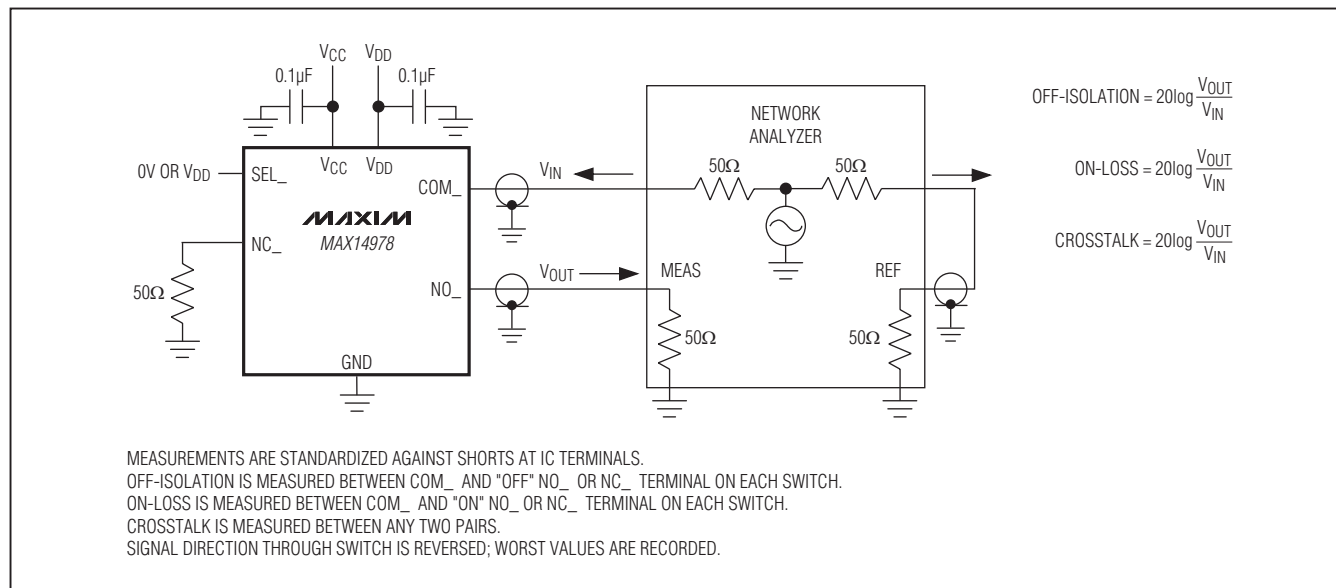


图1. 关断隔离、导通损耗和串扰

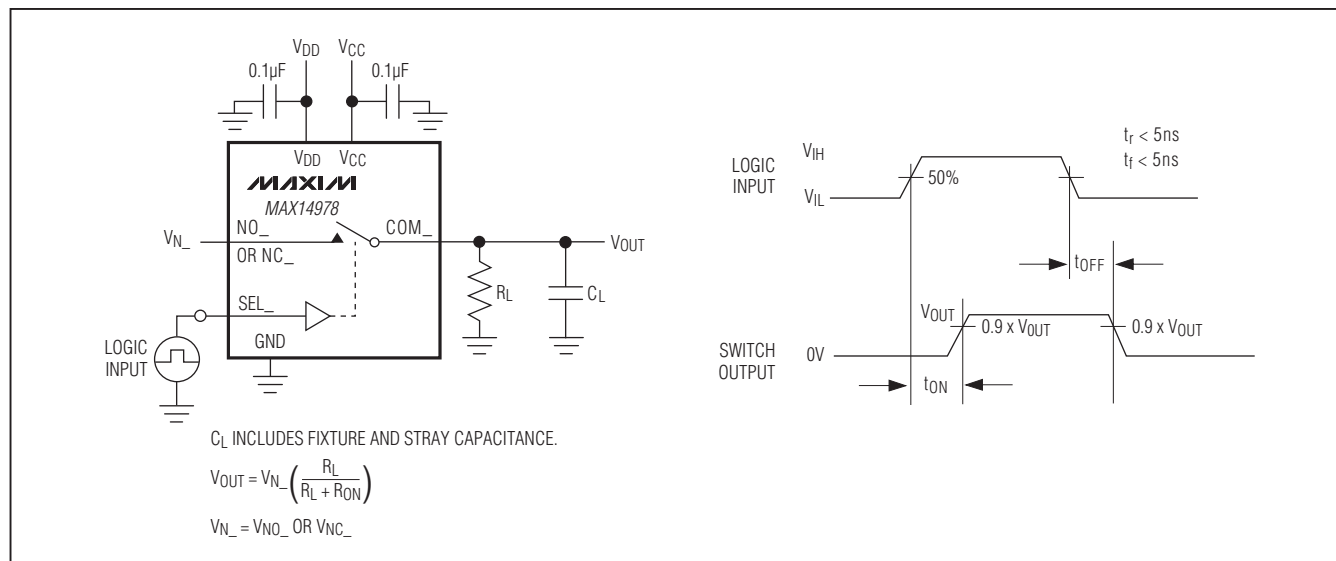


图2. 开关时间

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

测试电路/时序图(续)

MAX14978

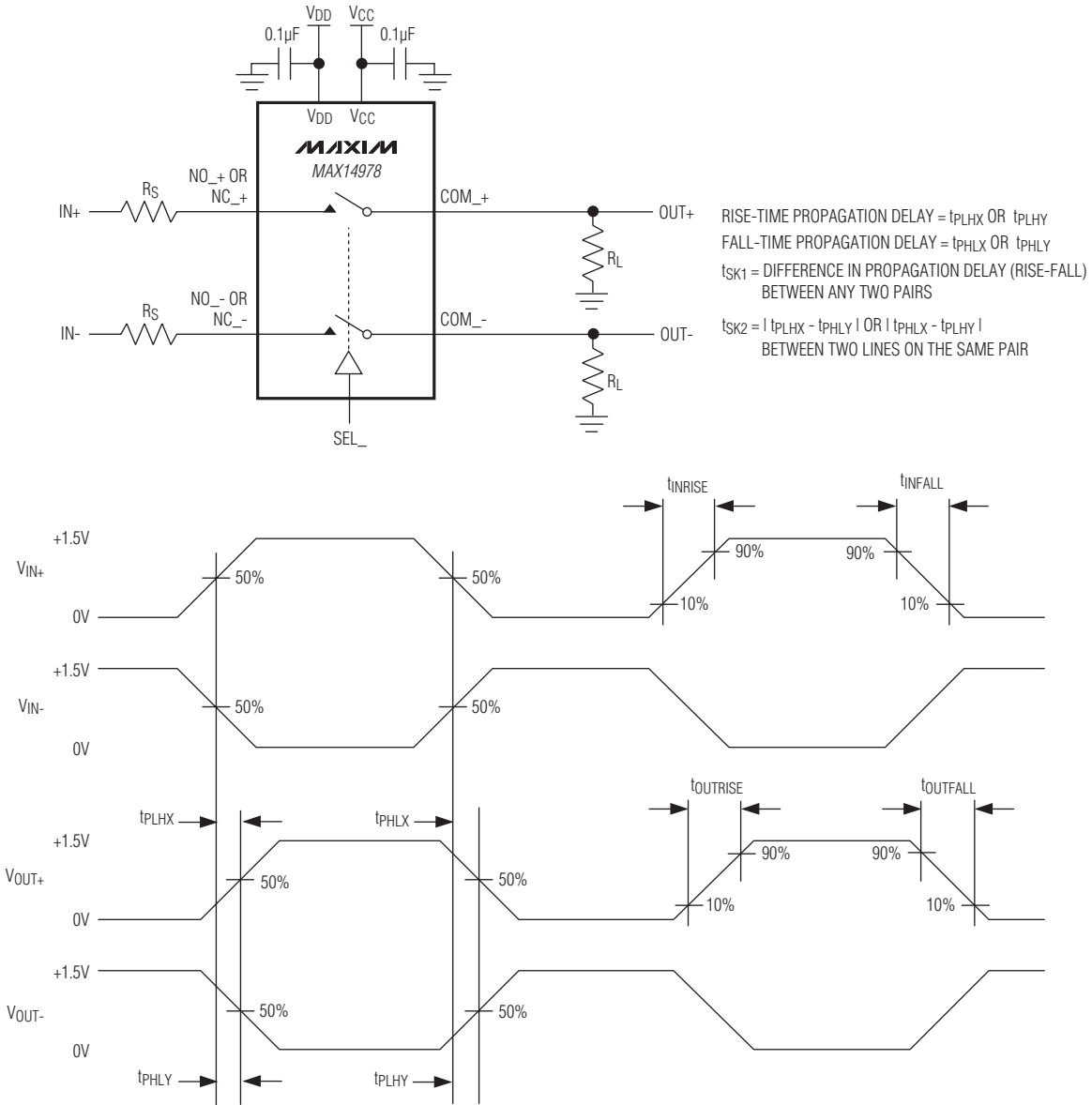


图3. 传输延迟、输出偏差

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

测试电路/时序图(续)

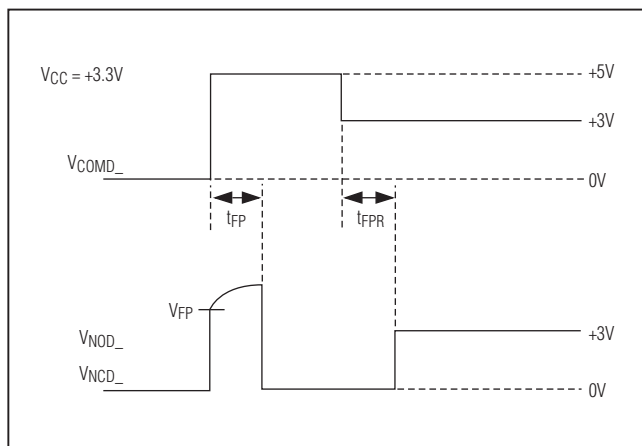


图4. 故障保护响应/恢复时间

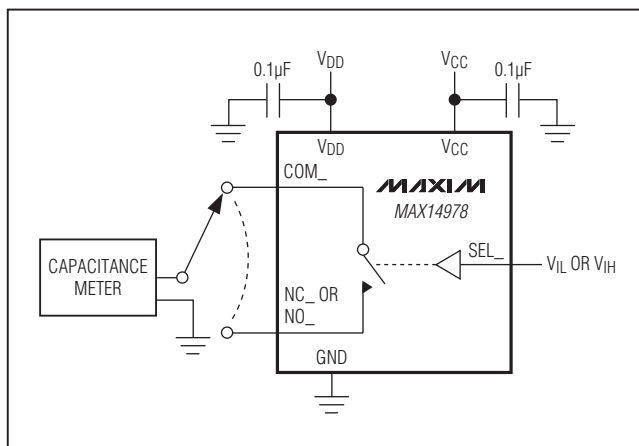
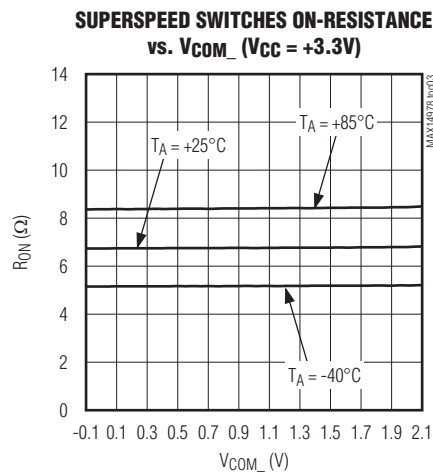
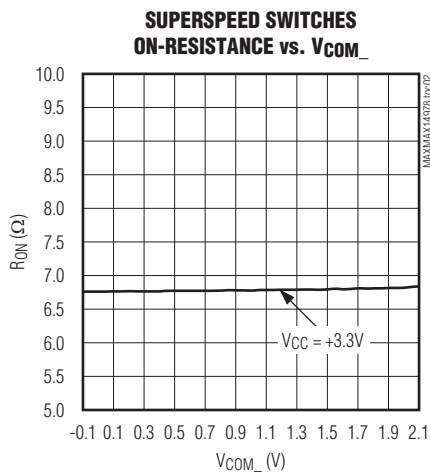
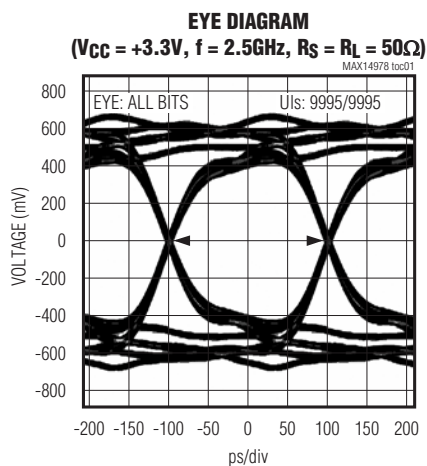


图5. 通道断开/导通电容

典型工作特性

(VCC = VDD = 3.3V, TA = +25°C, unless otherwise noted.)

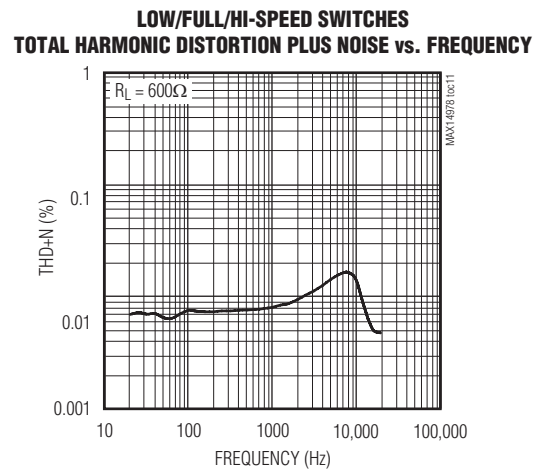
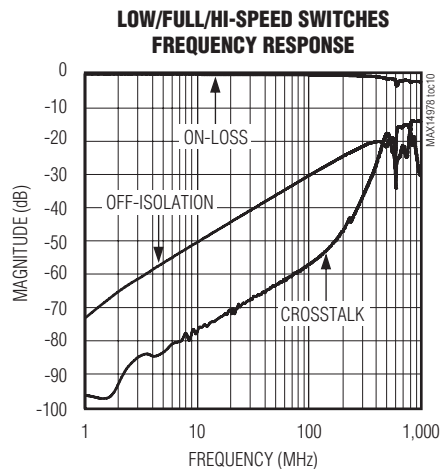
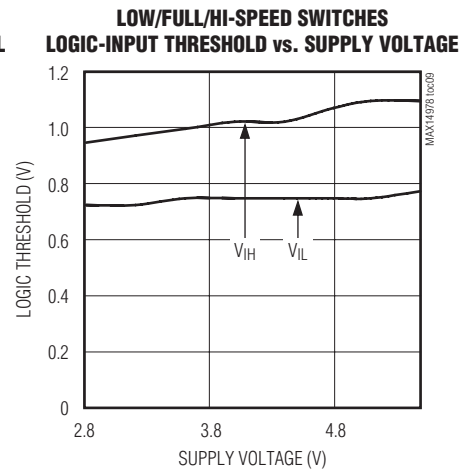
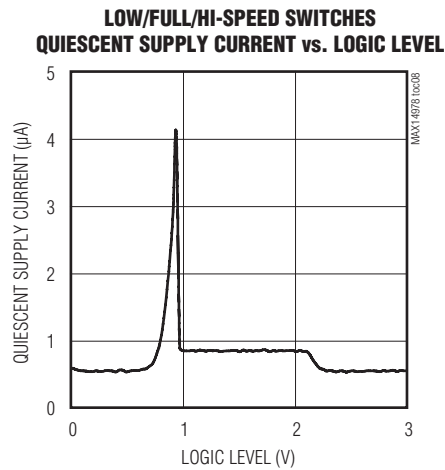
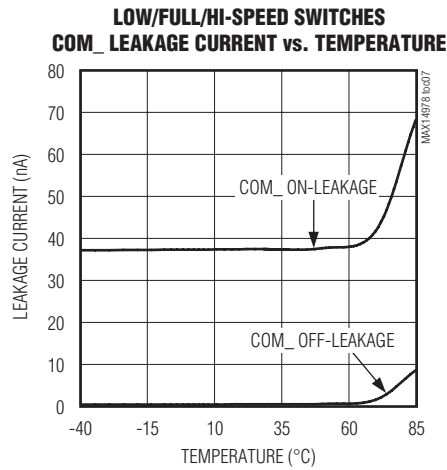
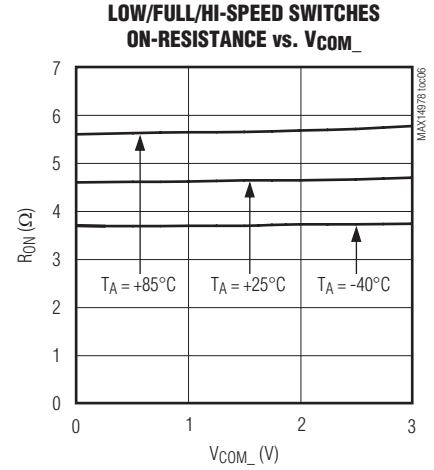
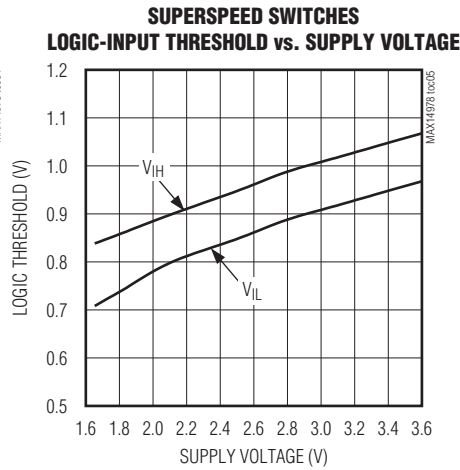
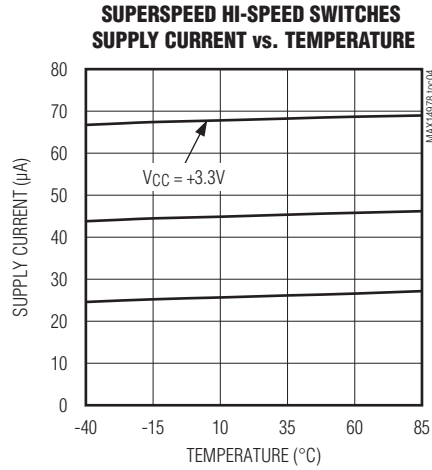


超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

典型工作特性(续)

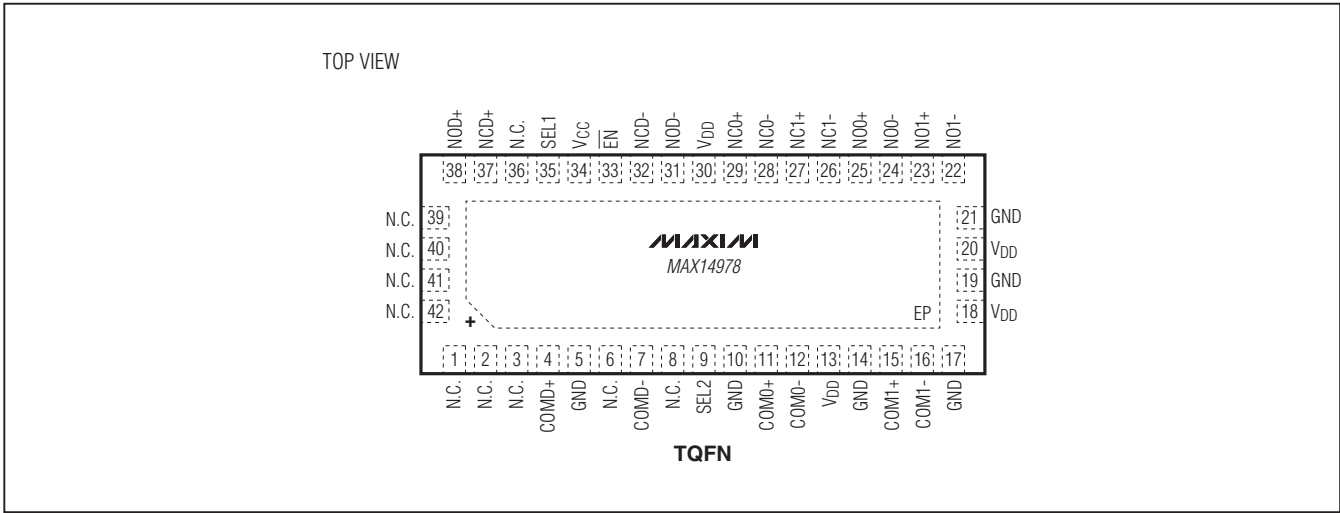
($V_{CC} = V_{DD} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX14978



超高速USB无源开关
(低速/全速/高速/超高速)

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能
1, 2, 3, 6, 8, 36, 39-42	N.C.	无连接，内部没有连接。
4	COMD+	高速USB模拟开关，D+公共端。
5, 10, 14, 17, 19, 21	GND	地。
7	COMD-	高速USB模拟开关，D-公共端。
9	SEL2	超高速USB模拟开关的数字控制输入。
11	COM0+	超高速USB模拟开关0，正公共端。
12	COM0-	超高速USB模拟开关0，负公共端。
13, 18, 20, 30	VDD	超高速USB模拟开关的正电源输入。通过0.1μF陶瓷电容将VDD旁路至GND，电容应尽可能靠近器件放置。
15	COM1+	超高速USB模拟开关1，正公共端。
16	COM1-	超高速USB模拟开关1，负公共端。
22	NO1-	超高速USB模拟开关1，负常开端。
23	NO1+	超高速USB模拟开关1，正常开端。
24	NO0-	超高速USB模拟开关0，负常开端。
25	NO0+	超高速USB模拟开关0，正常开端。
26	NC1-	超高速USB模拟开关1，负常闭端。
27	NC1+	超高速USB模拟开关1，正常闭端。
28	NC0-	超高速USB模拟开关0，负常闭端。
29	NC0+	超高速USB模拟开关0，正常闭端。
31	NOD-	高速USB模拟开关，D-常开端。
32	NCD-	高速USB模拟开关，D-常闭端。

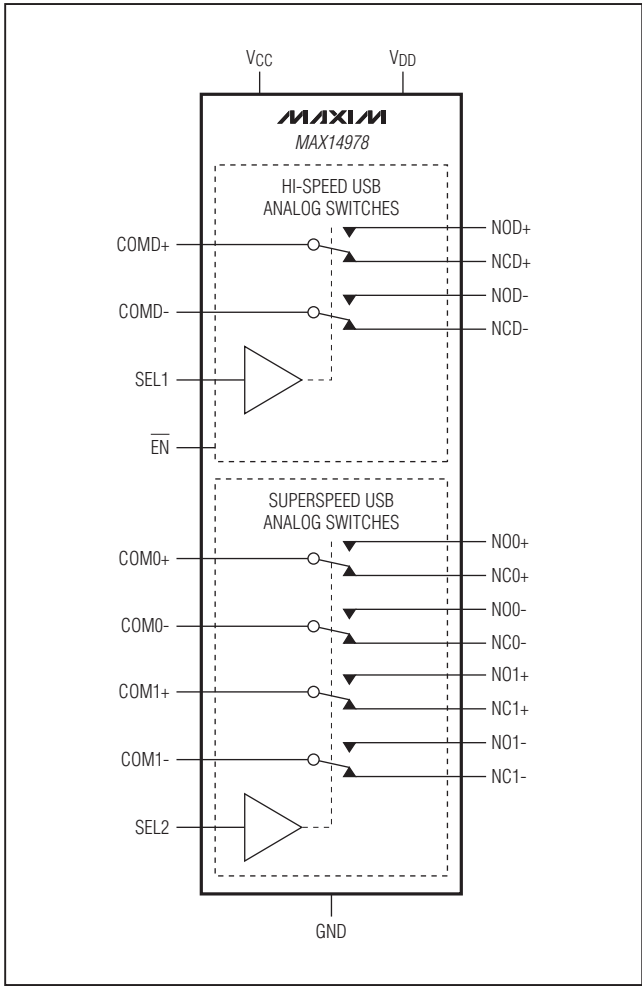
超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

MAX14978

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
33	$\overline{\text{EN}}$	高速USB模拟开关的低电平有效使能输入。驱动 $\overline{\text{EN}}$ 至高电平时，高速USB开关处于高阻态。正常工作模式下，驱动 $\overline{\text{EN}}$ 为低电平。
34	VCC	高速USB模拟开关的正电源输入。通过0.1 μF 陶瓷电容将VCC旁路至GND，电容应尽可能靠近器件放置。
35	SEL1	高速USB模拟开关的数字控制输入。
37	NCD+	高速USB模拟开关，D+常闭端。
38	NOD+	高速USB模拟开关，D+常开端。
—	EP	裸焊盘。EP内部连接至GND，将EP连接至大面积地层以改善散热。不要将EP作为电气连接点。

功能框图/真值表



HI-SPEED USB SWITCHES				
$\overline{\text{EN}}$	SEL1	NOD_	NCD_	COMD_
0	0	OFF	ON	—
0	1	ON	OFF	—
1	X	OFF	OFF	HIGH-Z

SUPERSPEED USB SWITCHES		
SEL2	NO_	NC_
0	OFF	ON
1	ON	OFF

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

详细说明

MAX14978可理想用于超高速USB和低速/全速/高速(1.5/12/480Mbps) USB开关应用。器件较低的 V_{IH} 门限可接受低至1.4V的逻辑电平。器件的高速USB模拟开关采用电荷泵驱动的n沟道架构，静态电流仅为36 μ A(典型值)。器件具有两路数字控制输入(SEL₁)，可独立切换高速USB和超高速USB信号通路。

数字控制输入(SEL₁、SEL₂)

器件具有两路数字控制输入(SEL₁、SEL₂)，用于选择COM₁和NO₁或NC₁通道之间的信号通路。满摆幅驱动SEL₁和SEL₂可使功耗降至最低。参见功能框图/真值表。

模拟信号电平

器件的开关可双向工作，NO₁、NC₁和COM₁既可作为输入也可作为输出。

高速USB开关采用电荷泵驱动的n沟道架构，允许开关通过超出 V_{CC} (最高可达过压故障保护门限)的模拟信号，从而允许通过超过 V_{CC} 的USB信号，满足USB的电平要求。

超高速USB开关的COM₂、NO₂和NC₂通道可接受-0.1V至($V_{DD} - 1.2V$)范围的信号。COM₂通道的信号切换至NO₂+或NC₂+通道，COM₂-通道的信号切换至NO₂-或NC₂-通道。

过压故障保护

器件的COMD₁端具有过压故障保护。故障保护功能可在开关短路至USB VBUS电压时避免损坏开关，还可在发生电压故障时保护开关和USB收发器。当COMD₁的电压超出故障保护门限(V_{FP})时，COMD₁、NCD₁和NOD₁处于高阻态。

使能输入

器件为高速USB模拟开关提供关断模式，可将 V_{CC} 静态电流降至0.1 μ A(典型值)，并将COMD+和COMD-置于高阻态。驱动 $\overline{EN}$ 为高电平，将高速USB模拟开关置于关断模式；正常工作条件下，驱动 $\overline{EN}$ 为低电平。

应用信息

USB开关

器件的模拟开关完全符合USB 2.0和USB 3.0规范。这些开关具有较低的导通电阻和导通电容，使其非常适合高性能开关应用。器件可理想用于切换USB数据线以及在多个USB主机或设备之间进行切换。器件的高速USB模拟开关还具有过压故障保护，在开关短路至高速USB应用中出现的USB VBUS电压时，能够保护系统避免损坏。

增强型ESD保护

与Maxim的其它器件一样，该器件的所有引脚都提供ESD保护电路，能够在器件操作和装配过程中出现静电放电时提供有效保护。COMD+和COMD-引脚上具有额外的静电保护能力。Maxim的工程师已经研发出先进的架构以保护这些引脚，使其能够承受高达 $\pm 15kV$ 的ESD冲击而不会损坏。ESD保护结构在正常工作以及器件断电时都可承受较高的ESD冲击。受到ESD冲击后，器件能够继续工作而不会闭锁。

器件在以下条件下进行了保护测试：

- $\pm 15kV$ ，人体模式
- $\pm 15kV$ ，IEC 61000-4-2气隙放电方法
- $\pm 8kV$ ，IEC 61000-4-2接触放电方法

注：这种高性能ESD保护仅适用于高速USB开关部分，超高速USB开关具有额定 $\pm 6kV$ 的HBM ESD保护。

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

ESD测试条件

ESD性能取决于多种条件，如需包括测试条件、测试方法和测试结果在内的可靠性报告，请与Maxim联系。

人体模式

图6a所示为人体模式，图6b所示为对低阻放电时产生的电流波形。该模型包括一个100pF电容，先将其充电至所要求的ESD电压，然后通过1.5kΩ电阻向被测器件放电。

IEC 61000-4-2

使用人体模式与IEC 61000-4-2进行测试的主要区别在于IEC 61000-4-2测试的峰值电流更高，这是由于IEC 61000-4-2 ESD测试模型(图7a)具有更小的串联电阻。因

此，IEC 61000-4-2测试的ESD耐受电压通常低于使用人体模式测试的结果。图7b所示为±8kV IEC 61000-4-2 4级ESD接触放电测试的电流波形。

气隙放电测试中使用充电探针靠近器件，接触放电测试是在探针加电前将探针与器件接触。

布局

高速开关需要合理的布局和设计步骤，以实现最佳性能。确保阻抗受控的PCB引线尽可能短或遵循超高速USB规范的要求进行布局。尽可能将电源旁路电容靠近器件放置，推荐使用多个旁路电容。可能的话，将所有接地端和裸焊盘连接至大面积地层。

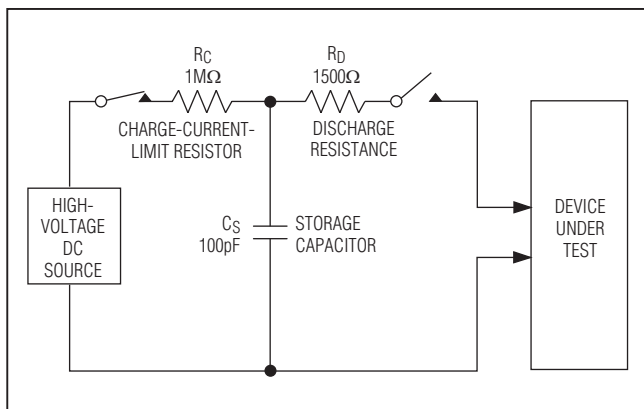


图6a. 人体模式ESD测试模型

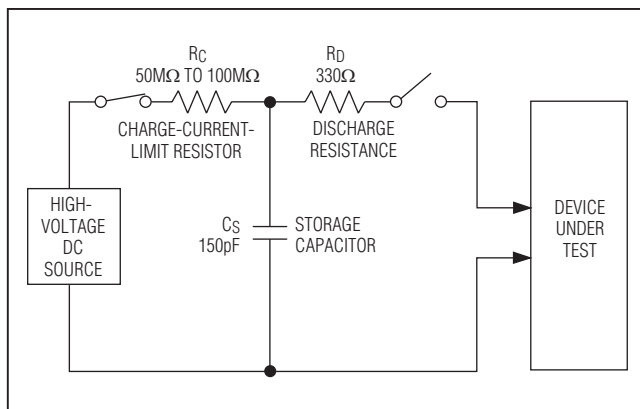


图7a. IEC 61000-4-2 ESD测试模型

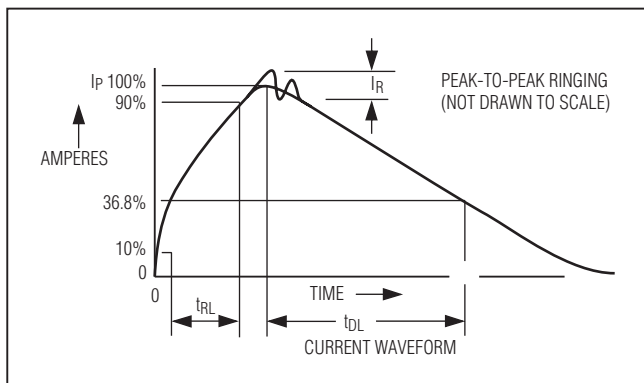


图6b. 人体模式电流波形

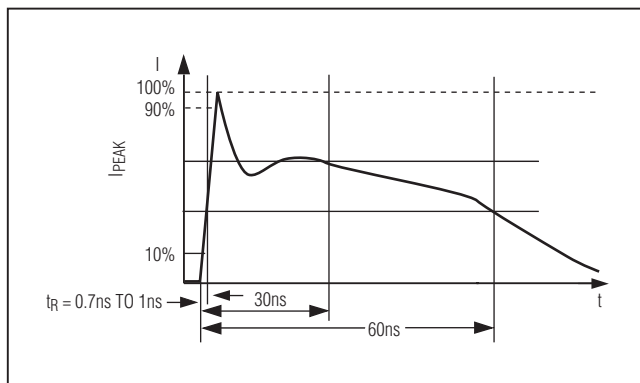


图7b. IEC 61000-4-2 ESD测试的电流波形

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

供电顺序

警告：不要超过器件的极限参数，一旦超出表中所列的极限参数将可能导致器件永久性损坏。

对于所有CMOS器件，推荐使用正确的供电顺序。总是在加载模拟信号之前先加载V_{CC}和V_{DD}，尤其是在模拟信号没有限流的情况下。

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	外形编号	焊盘布局编号
42 TQFN-EP	T423590M+1	21-0181	90-0079

超高速USB无源开关 (低速/全速/高速/超高速)

MAX14978

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	9/10	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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 15