

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

概述

MAX3301E/MAX3302E完全集成的USB On-the-Go (OTG)收发器与电荷泵使PDA、蜂窝电话和数码相机等移动设备能够与USB外设直接连接,无需PC主机。采用MAX3301E/MAX3302E和一个嵌入式USB主机,就可直接与诸如打印机或外部硬盘驱动器这样的外设连接。

MAX3301E/MAX3302E集成了一个USB OTG收发器、一个 V_{BUS} 电荷泵、一个线性稳压器和一个兼容I²C的2线串行接口。内部电平转换器使MAX3301E/MAX3302E能够与采用+1.65V至+3.6V逻辑电源电压的器件连接。MAX3301E/MAX3302E内部符合OTG要求的电荷泵工作在+3V至+4.5V的输入电源,可产生符合OTG要求的 V_{BUS} 输出,输出电流大于8mA。

USB OTG要求+5V的 V_{BUS} 电平,但是高集成度的数字器件通常不能提供或承受这种电平,MAX3301E/MAX3302E将使这些器件拥有USB OTG通信能力。该器件支持USB OTG会话请求协议(SRP)和主机协商协议(HNP)。

MAX3301E/MAX3302E为 V_{BUS} 、ID_IN、D+和D-端提供了内置的±15kV静电放电(ESD)保护。MAX3301E/MAX3302E采用25焊球的晶片级封装(UCSP™)、25焊球WLP封装、28引脚TQFN封装和32引脚的TQFN封装,工作在-40°C至+85°C的扩展温度范围内。

选型指南

PART	POWER-UP STATE†	I ² C ADDRESSES FOR SPECIAL-FUNCTION REGISTER 2
MAX3301E	Shutdown (sdwn = 1, bit 0 of special-function register 2)	16h, 17h
MAX3302E	Operating (sdwn = 1, bit 0 of special-function register 2)	10h, 11h, and 16h, 17h

†MAX3301E上电时处于最低功耗状态,MAX3302E上电时可以选择工作在VP_VM USB模式。

应用

移动电话

数码相机

PDA

MP3播放器

特性

- ◆ 兼容于USB 2.0的全速/低速OTG收发器
- ◆ USB On-the-Go、嵌入式主机或外设的理想选择
- ◆ ID_IN、 V_{BUS} 、D+和D-端具有±15kV ESD保护
- ◆ 用于 V_{BUS} 信号的电荷泵最低可工作于3V
- ◆ 内部 V_{BUS} 与ID比较器
- ◆ 用于主机/外设功能的内部可切换上拉、下拉电阻
- ◆ 通过I²C总线接口访问命令和状态寄存器
- ◆ 线性稳压器为内部电路和D+/D-上拉电阻提供电源
- ◆ 支持SRP和HNP

订购信息

PART	PACKAGE SIZE (mm)	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX3301EEBA-T	2.5 x 2.5	25 UCSP†	B25-1
MAX3301EETJ	5 x 5	32 TQFN-EP**	T3255-4
MAX3302EEBA-T*	2.5 x 2.5	25 UCSP†	B25-1
MAX3302EETI	4 x 4	28 TQFN-EP**	T2844-1
MAX3302EEWA+T	2.54 x 2.54	25 WLP	W252A2-1

注: 所有器件规定工作在-40°C至+85°C范围。

†UCSP焊球分布为5 x 5阵列, UCSP封装尺寸为2.5mm x 2.5mm x 0.62mm。要求焊接温度曲线符合Absolute Maximum Ratings部分的规定。UCSP的可靠性与用户的组装工艺、电路板材和环境密切相关。更详细的信息请参考本数据资料中UCSP应用信息部分。

*未来产品——供货状况请与工厂联系。

**EP = 裸焊盘。

T = 卷带包装。

+表示无铅封装。

引脚配置在数据资料的最后给出。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

All voltages are referenced to GND.

VCC, VL	-0.3V to +6V
TRM (regulator off or supplied by VBUS)	..-0.3V to (VBUS + 0.3V)
TRM (regulator supplied by VCC)	-0.3V to (VCC + 0.3V)
D+, D- (transmitter tri-stated)	-0.3V to +6V
D+, D- (transmitter functional)	-0.3V to (VCC + 0.3V)
VBUS	-0.3V to +6V
ID_IN, SCL, SDA	-0.3V to +6V
INT, SPD, RESET, ADD, OE/INT, RCV, VP, VM, SUS, DAT_VP, SE0_VM	-0.3V to (VL + 0.3V)
C+	-0.3V to (VBUS + 0.3V)
C-	-0.3V to (VCC + 0.3V)
Short-Circuit Duration, VBUS to GND	Continuous

Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)

25-Bump WLP (derate 12.2mW/°C above +70°C)	976mW
25-Bump UCSP (derate 12.2mW/°C above +70°C)	976mW
32-Pin TQFN (5mm x 5mm x 0.8mm) (derate 21.3mW/°C above +70°C)	1702mW
28-Pin TQFN (4mm x 4mm x 0.8mm) (derate 20.8mW/°C above +70°C)	1666mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Bump Reflow Temperature (Note 1)	
Infrared (15s)	+200°C
Vapor Phase (20s)	+215°C

Note 1: The UCSP package is constructed using a unique set of packaging techniques that impose a limit on the thermal profile the device can be exposed to during board-level solder attach and rework. This limit permits only the use of the solder profiles recommended in the industry-standard specification, JEDEC 020A, paragraph 7.6, Table 3 for IR/VPR and convection reflow. Preheating is required. Hand or wave soldering is not allowed.

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.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = +3V to +4.5V, VL = +1.65V to +3.6V, C_{FLYING} = 100nF, CV_{BUS} = 1μF, ESR_{CVBUS} = 0.1Ω (max), TA = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at VCC = +3.7V, VL = +2.5V, TA = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	VCC		3.0		4.5	V
TRM Output Voltage	VTRM		3.0		3.6	V
Logic Supply Voltage	VL		1.65		3.60	V
VL Supply Current	IVL	I2C interface in steady state			5	μA
VCC Operating Supply Current	ICC	USB normal mode, CL = 50pF, device switching at full speed			10	mA
VCC Supply Current During Full-Speed Idle		VVBUS_DRV = 1, IVBUS = 0		1.4	2	mA
		VVBUS_DRV = 0, D+ = high, D- = low		0.5	0.8	
VCC Shutdown Supply Current	ICC(SHDN)			3.5	10	μA
VCC Interrupt Shutdown Supply Current	ICC(ISHDN)	ID_IN unconnected or high		20	30	μA
VCC Suspend Supply Current		USB suspend mode, ID_IN unconnected or high		170	500	μA
LOGIC I/O						
RCV, DAT_VP, SE0_VM, INT, OE/INT, VP, VM Output High Voltage	VOH	IOUT = 1mA (sourcing)	VL - 0.4			V
RCV, DAT_VP, SE0_VM, INT, OE/INT, VP, VM Output Low Voltage	VOL	IOUT = 1mA (sinking)			0.4	V
OE/INT, SPD, SUS, RESET, DAT_VP, SE0_VM Input High Voltage	VIH		2/3 x VL			V

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3V to +4.5V, V_L = +1.65V to +3.6V, C_{FLYING} = 100nF, C_{VBUS} = 1μF, ESR_{CVBUS} = 0.1Ω (max), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.7V, V_L = +2.5V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS	
OE/INT, SPD, SUS, RESET DAT_VP, SE0_VM Input Low Voltage	V _{IL}			0.4			V	
ADD Input High Voltage	V _{IHA}			2/3 x V _L			V	
ADD Input Low Voltage	V _{ILA}			1/3 x V _L			V	
Input Leakage Current				±1			µA	
TRANSCEIVER SPECIFICATIONS								
Differential Receiver Input Sensitivity		V _{D+} - V _{D-}		0.2			V	
Differential Receiver Common- Mode Voltage				0.8			2.5 V	
Single-Ended Receiver Input Low Voltage	V _{ILD}	D+, D-		0.8			V	
Single-Ended Receiver Input High Voltage	V _{IHD}	D+, D-		2.0			V	
Single-Ended Receiver Hysteresis				0.2			V	
Single-Ended Output Low Voltage	V _{OLD}	D+, D-, R _L = 1.5kΩ from D+ or D- to 3.6V		0.3			V	
Single-Ended Output High Voltage	V _{OHD}	D+, D-, R _L = 15kΩ from D+ or D- to GND		2.8			3.6 V	
Off-State Leakage Current		D+, D-		±1			µA	
Driver Output Impedance		D+, D-, not including R _{EXT}	Low steady-state drive	2			13	Ω
			High steady-state drive	2			13	
ESD PROTECTION (V _{BUS} , ID_IN, D+, D-)								
Human Body Model				±15			kV	
IEC 61000-4-2 Air-Gap Discharge				±10			kV	
IEC 61000-4-2 Contact Discharge				±6			kV	
THERMAL SHUTDOWN								
Thermal Shutdown Low-to-High				+160			°C	
Thermal Shutdown High-to-Low				+150			°C	
CHARGE-PUMP SPECIFICATIONS (vbus_drv = 1)								
V _{BUS} Output Voltage	V _{BUS}	3V < V _{CC} < 4.5V, C _{VBUS} = 10µF, I _{VBUS} = 8mA		4.80			5.25 V	
V _{BUS} Output Current	I _{VBUS}			8			mA	
V _{BUS} Output Ripple		I _{VBUS} = 8mA, C _{VBUS} = 10µF		100			mV	

USB On-the-Go收发器与电荷泵

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3V$ to $+4.5V$, $V_L = +1.65V$ to $+3.6V$, $C_{FLYING} = 100nF$, $C_{VBUS} = 1\mu F$, $ESR_{CVBUS} = 0.1\Omega$ (max), $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.7V$, $V_L = +2.5V$, $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Switching Frequency	f_{SW}			390		kHz
V _{BUS} Leakage Voltage		$V_{VBUS_DRV} = 0$			0.2	V
V _{BUS} Rise Time		$C_{VBUS} = 10\mu F$, $I_{VBUS} = 8mA$, measured from 0 to $+4.4V$			100	ms
V _{BUS} Pulldown Resistance		$V_{VBUS_DISCHRG} = 1$, $V_{VBUS_DRV} = 0$, $V_{VBUS_CHRG} = 0$	3.8	5	6.5	k Ω
V _{BUS} Pullup Resistance		$V_{VBUS_CHRG} = 1$, $V_{VBUS_DRV} = 0$, $V_{VBUS_DISCHRG} = 0$	650	930	1250	Ω
V _{BUS} Input Impedance	Z_{INVBUS}	$V_{VBUS_DISCHRG} = 0$, $V_{VBUS_DRV} = 0$, $V_{VBUS_CHRG} = 0$	40	70	100	k Ω
COMPARATOR SPECIFICATIONS						
V _{BUS} Valid Comparator Threshold	$V_{TH-VBUS}$		4.4	4.6	4.8	V
V _{BUS} Valid Comparator Hysteresis	$V_{HYS-VBUS}$			50		mV
Session-Valid Comparator Threshold	$V_{TH-SESS_VLD}$		0.8	1.4	2.0	V
Session-End Comparator Threshold	$V_{TH-SESS_END}$		0.2	0.5	0.8	V
dp _{hi} Comparator Threshold			0.8	1.3	2.0	V
dm _{hi} Comparator Threshold			0.8	1.3	2.0	V
cr _{int} Pulse Width				750		ns
cr _{int} Comparator Threshold			0.4	0.5	0.6	V
ID_IN SPECIFICATIONS						
ID_IN Input Voltage for Car Kit			0.2 x V_{CC}		0.8 x V_{CC}	V
ID_IN Input Voltage for A Device					0.1 x V_{CC}	V
ID_IN Input Voltage for B Device			0.9 x V_{CC}			V
ID_IN Input Impedance	Z_{ID_IN}		70	100	130	k Ω
ID_IN Input Leakage Current		$ID_IN = V_{CC}$	-1		+1	μA
ID_IN Pulldown Resistance		$id_pulldown = 1$		150	300	Ω
TERMINATING RESISTOR SPECIFICATIONS (D+, D-)						
D+ Pulldown Resistor		$dp_pulldown = 1$	14.25	15	15.75	k Ω
D- Pulldown Resistor		$dm_pulldown = 1$	14.25	15	15.75	k Ω
D+ Pullup Resistor		$dp_pullup = 1$	1.425	1.5	1.575	k Ω
D- Pullup Resistor		$dm_pullup = 1$	1.425	1.5	1.575	k Ω

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

TIMING CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3V to +4.5V, V_L = +1.65V to +3.6V, C_{FLYING} = 100nF, C_{VBUS} = 1μF, ESR_{CVBUS} = 0.1Ω (max), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.7V, V_L = +2.5V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TRANSMITTER CHARACTERISTICS (FULL-SPEED MODE)						
D+, D- Rise Time	t _R	Figures 2 and 5	4		20	ns
D+, D- Fall Time	t _F	Figures 2 and 5	4		20	ns
Rise-/Fall-Time Matching		Figures 2 and 5 (Note 3)	90		110	%
Output-Signal Crossover Voltage	V _{CRS_F}	Figures 2, 6, and 7 (Note 3)	1.3		2.0	V
TRANSMITTER CHARACTERISTICS (LOW-SPEED MODE)						
D+, D- Rise Time	t _R	Figures 2 and 5	75		300	ns
D+, D- Fall Time	t _F	Figures 2 and 5	75		300	ns
Rise-/Fall-Time Matching		Figures 2 and 5	80		125	%
Output-Signal Crossover Voltage	V _{CRS_L}	Figures 2, 6, and 7	1.3		2.0	V
TRANSMITTER TIMING (FULL-SPEED MODE)						
Driver Propagation Delay (DAT_VP, SEO_VM to D+, D-)	t _{PLH}	Low-to-high, Figures 2 and 6			25	ns
	t _{PHL}	High-to-low, Figures 2 and 6			25	
Driver Disable Delay	t _{PDZ}	Figures 1 and 8			25	ns
Driver Enable Delay	t _{PZD}	Figures 2 and 8			25	ns
TRANSMITTER TIMING (LOW-SPEED MODE) (Low-speed delay timing is dominated by the slow rise and fall times.)						
SPEED-INDEPENDENT TIMING CHARACTERISTICS						
Receiver Disable Delay	t _{PVZ}	Figure 4			30	ns
Receiver Enable Delay	t _{PZV}	Figure 4			30	ns
D+ Pullup Assertion Time		During HNP			3	μs
RCV Rise Time	t _R	Figures 3 and 5, C _L = 15pF		4		ns
RCV Fall Time	t _F	Figures 3 and 5, C _L = 15pF		4		ns
Differential-Receiver Propagation Delay	t _{PHL} , t _{PLH}	Figures 3 and 10, ID+ - D-I to DAT_VP			30	ns
		Figures 3 and 9, ID+ - D-I to RCV			30	
Single-Ended-Receiver Propagation Delay	t _{PHL} , t _{PLH}	Figures 3 and 9, D+, D- to DAT_VP, SEO_VM			30	ns
Interrupt Propagation Delay					100	μs
V _{BUS} _CHRG Propagation Delay		Dominated by the V _{BUS} rise time		0.2		μs
Time to Exit Shutdown					1	μs
Shutdown Delay					10	μs

USB On-the-Go收发器与电荷泵

I²C-/SMBus™-COMPATIBLE TIMING SPECIFICATIONS

(V_{CC} = +3V to +4.5V, V_L = +1.65V to +3.6V, C_{FLYING} = 100nF, C_{VBUS} = 1μF, ESR_{CVBUS} = 0.1Ω (max), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.7V, V_L = +2.5V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Serial Clock Frequency	f _{SCL}				400	kHz
Bus-Free Time Between Stop and Start Conditions	t _{BUF}		1.3			μs
Start-Condition Hold Time	t _{HD_STA}		0.6			μs
Stop-Condition Setup Time	t _{SU_STO}		0.6			μs
Clock Low Period	t _{LOW}		1.3			μs
Clock High Period	t _{HIGH}		0.6			μs
Data Setup Time	t _{SU_DAT}		100			ns
Data Hold Time	t _{HD_DAT}	(Note 4)			0.9	μs
Rise Time of SDA and SCL	t _R	(Note 5)	20 + 0.1 x C _B		300	ns
Fall Time of SDA and SCL	t _F	Measured from 0.3 x V _L to 0.7 x V _L (Note 5)			300	ns
Capacitive Load for each Bus Line	C _B				400	pF
SDA AND SCL I/O STAGE CHARACTERISTICS						
Input-Voltage Low	V _{IL}				0.3 x V _L	V
Input-Voltage High	V _{IH}		0.7 x V _L			V
SDA Output-Voltage Low	V _{OL}	I _{SINK} = 3mA			0.4	V
Pulse Width of Suppressed Spike	t _{SP}	(Note 6)		50		ns

Note 2: Parameters are 100% production tested at +25°C. Limits over temperature are guaranteed by design.

Note 3: Guaranteed by bench characterization. Limits are not production tested.

Note 4: A master device must provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal to bridge the undefined region of SCL's falling edge.

Note 5: C_B is the total capacitance of one bus line in pF, tested with C_B = 400pF.

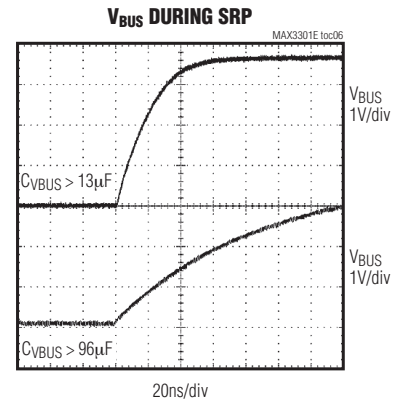
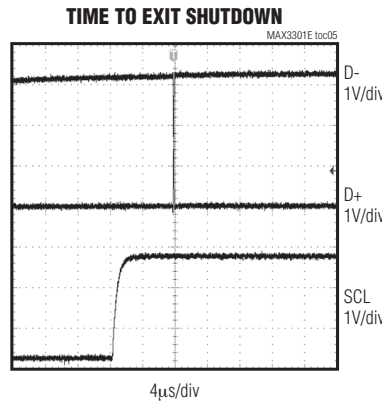
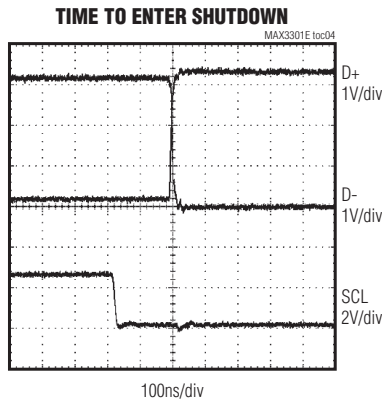
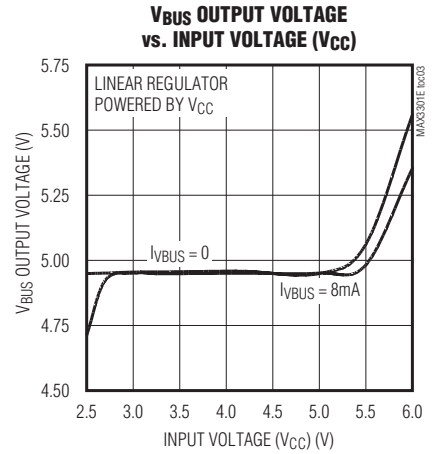
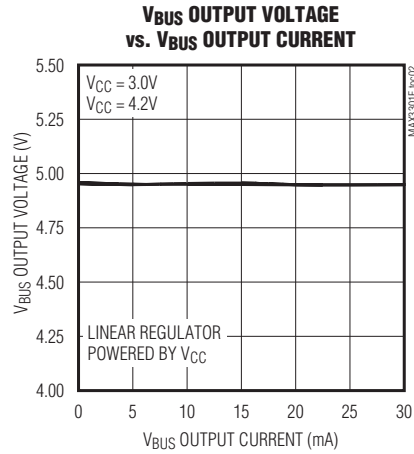
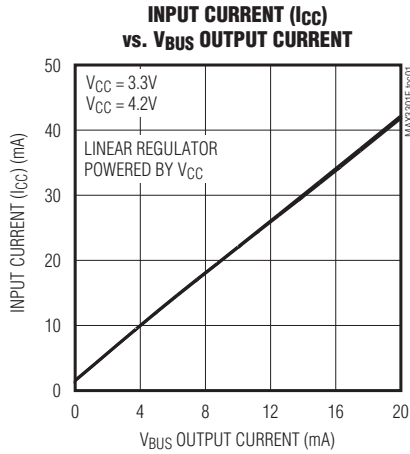
Note 6: Input filters on SDA, SCL, and ADD suppress noise spikes of less than 50ns.

SMBus是Intel Corporation的商标。

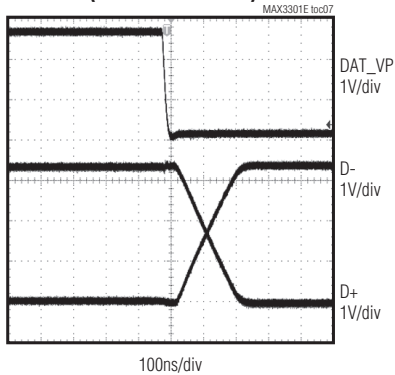
USB On-the-Go收发器与电荷泵

典型工作特性

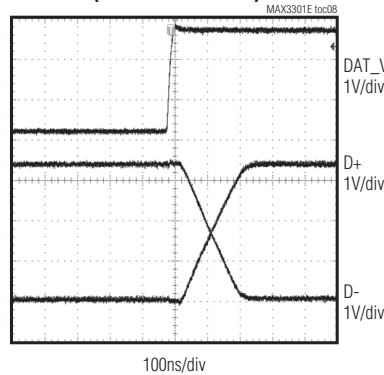
(Typical operating circuit, $V_{CC} = +3.7V$, $V_L = +2.5V$, $C_{FLYING} = 100nF$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



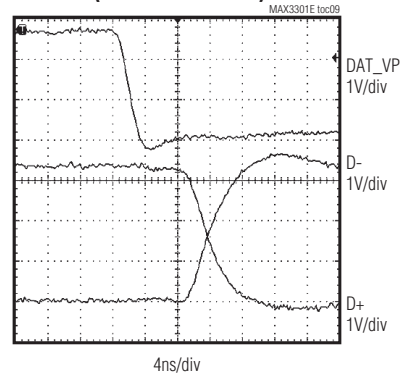
DRIVER PROPAGATION DELAY HIGH-TO-LOW (LOW-SPEED MODE)



DRIVER PROPAGATION DELAY LOW-TO-HIGH (LOW-SPEED MODE)



DRIVER PROPAGATION DELAY HIGH-TO-LOW (FULL-SPEED MODE)

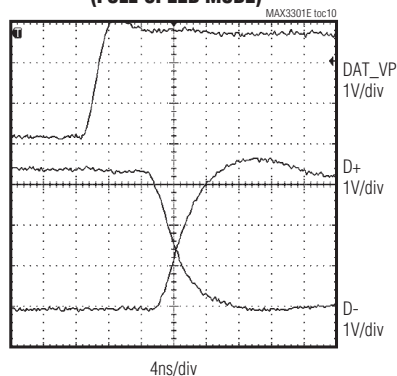


USB On-the-Go收发器与电荷泵

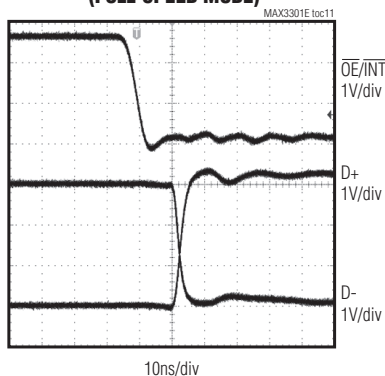
典型工作特性(续)

(Typical operating circuit, $V_{CC} = +3.7V$, $V_L = +2.5V$, $C_{FLYING} = 100nF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

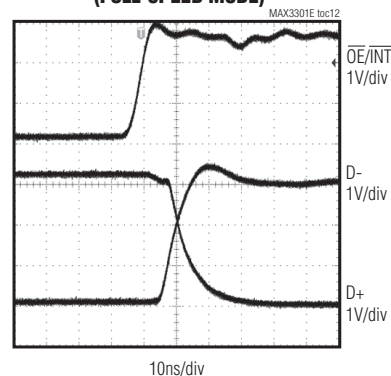
**DRIVER PROPAGATION DELAY LOW-TO-HIGH
(FULL-SPEED MODE)**



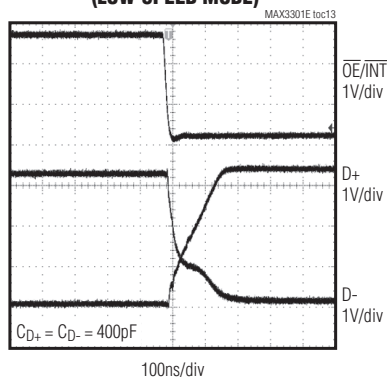
**DRIVER ENABLE DELAY
(FULL-SPEED MODE)**



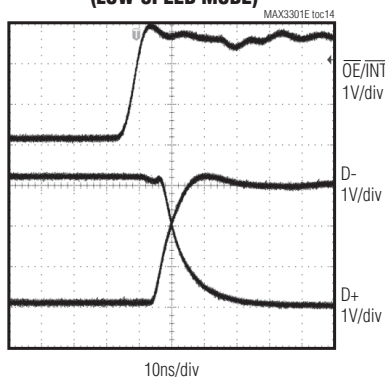
**DRIVER DISABLE DELAY
(FULL-SPEED MODE)**



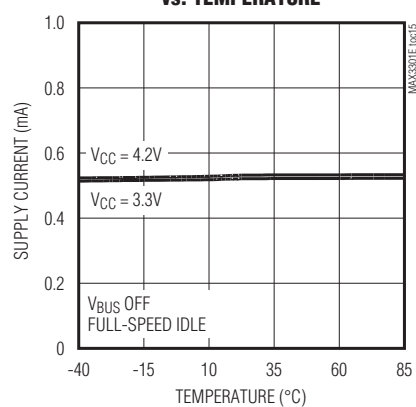
**DRIVER ENABLE DELAY
(LOW-SPEED MODE)**



**DRIVER DISABLE DELAY
(LOW-SPEED MODE)**



**SUPPLY CURRENT
vs. TEMPERATURE**



USB On-the-Go收发器与电荷泵

引脚说明

MAX3301E/MAX3302E

引脚			名称	功能
MAX3302E 28引脚TQFN	MAX3301E 32引脚TQFN	UCSP/ WLP		
1	2	D2	DAT_VP	系统侧数据输入/输出。如果 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑0则DAT_VP是输入。如果 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑1则DAT_VP是输出。用dat_se0位(控制寄存器1的第2位, 见表7)控制DAT_VP的功能。
2, 25	3, 29	D1, E3	V _{CC}	输入电源。将+3V至+4.5V的电源连接到V _{CC} , 并用1 μ F的电容器旁路到GND。此电源范围使器件能够直接使用Li+电池供电。
3, 9, 23	1, 4, 9, 12, 17, 25, 28	—	N.C.	无连接。无内部连接。
4	5	C1	C-	电荷泵飞电容负端。
5	6	C2	SE0_VM	系统侧数据输入/输出。如果 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑0则SE0_VM是输入。如果 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑1则SE0_VM是输出。由dat_se0位(控制寄存器1的第2位, 见表7)控制SE0_VM的功能。
6, 18	7, 21	B1, C5	GND	地。
7	8	A1	SDA	I ² C兼容的串行数据接口。开漏极数据输入/输出。
8	10	B2	SCL	I ² C兼容的串行时钟输入。
10	11	A2	$\overline{OE}/\overline{INT}$	输出使能。 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 控制DAT_VP/SE0_VM和D+/D-的输入或输出状态。当 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑0时, 设备为发送模式。当 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑1时, 设备处于接收模式。在挂起模式下, 可以控制 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 使其成为中断输出, 它检测的中断源与INT相同。oe_int_en位(控制寄存器1的第5位, 见表7)使能或禁止 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 的中断电路。irq_mode位(特殊功能寄存器2的第1位, 见表15和表16)将INT和 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 的输出结构配置为开漏极结构或者推挽结构。
11	13	A3	RCV	D+和D-差分接收器输出。在接收模式下(见表4), 当D+为高、D-为低时, RCV为高。在接收模式下, 当D+为低、D-为高时, RCV为低。RCV在挂起模式下为低。
12	14	B3	SPD	速度选择器输入。将SPD连接至GND选择低数据速率(1.5Mbps)。将SPD连接至V _L 则选择全速数据速率(12Mbps)。给spd_susp_ctl(特殊功能寄存器1中的第1位, 见表14)写入1则关闭SPD输入。当SPD输入被关闭时, speed位(控制寄存器1的第0位, 见表7)决定MAX3301E/MAX3302E的最大数据速率。
13	15	A4	V _L	系统侧逻辑电源输入。连接到系统的逻辑电源: +1.65V至+3.6V。此电源设置逻辑输出的最大电平和逻辑输入的门槛。此端用0.1 μ F的电容器旁路至GND。
14	16	A5	SUS	高有效挂起输入。在正常的USB工作下将SUS置低。将SUS置高则进入挂起模式。RCV在挂起模式下保持低。给spd_susp_ctl(特殊功能寄存器1的第1位, 见表14)写入1则关闭SUS输入。当SUS输入被禁止时, suspend位(控制寄存器1的第1位, 见表7)确定MAX3301E/MAX3302E的工作模式。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

引脚说明(续)

引脚			名称	功能
MAX3302E 28引脚TQFN	MAX3301E 32引脚TQFN	UCSP/ WLP		
15	18	B4	$\overline{\text{INT}}$	低有效中断源。通过irq_mode位(特殊功能寄存器2中的第1位, 见表15和表16)控制INT输出为推挽输出或开漏极输出。
16	19	B5	$\overline{\text{RESET}}$	低有效的复位输入。 $\overline{\text{RESET}}$ 置低将异步复位MAX3301E/MAX3302E。
17	20	C3	ADD	I ² C接口地址选择输入(见表5)。
19	22	C4	ID_IN	ID输入。ID_IN在内部被上拉至V _{CC} 。ID_IN的状态决定了中断源寄存器(见表10)的ID第3位和第5位。
20	23	D5	D-	USB差分数据输入/输出。通过一个27.4 Ω $\pm$ 1%的串联电阻将D-连接至USB连接器的D-端。
21	24	E5	D+	USB差分数据输入/输出。通过一个27.4 Ω $\pm$ 1%的串联电阻将D+连接至USB连接器的D+端。
22	26	D4	VM	单端接收器输出。VM在所有的工作模式中都作为接收器输出。VM是D-状态的再现。
24	27	E4	TRM	USB收发器稳定输出电压。TRM提供稳定的3.3V输出。用一个1 μ F的陶瓷电容将TRM旁路至GND, 此电容要尽量安装在靠近器件的位置。TRM一般从V _{CC} 获得电源。TRM为内部电路提供电源并为内部USB上拉电阻提供上拉电压。不要用TRM为外部电路供电。软件可利用reg_sel位(特殊功能寄存器2的第3位, 见表15和表16)控制TRM的电源。
26	30	D3	VP	接收器单端输出。VP在所有工作模式中都作为接收器输出。VP是D+状态的再现。
27	31	E2	V _{BUS}	USB总线电源。用V _{BUS} 作为输出为USB总线提供电源, 或者作为输入为内部线性稳压器提供电源。控制寄存器2的第5位至第7位(见表8)控制V _{BUS} 的充电和放电功能。
28	32	E1	C+	电荷泵飞电容正端。
EP	EP	—	EP	裸焊盘。将EP连接至GND或者悬空。

测试电路及时序图

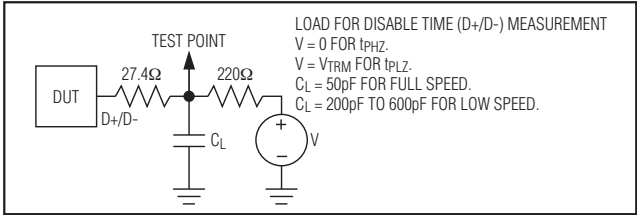


图1. 测量关闭时间的负载

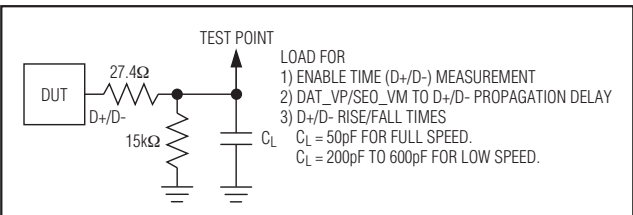


图2. 测量打开时间、发送器传输延时和发送器上升/下降时间的负载

USB On-the-Go收发器与电荷泵

测试电路及时序图(续)

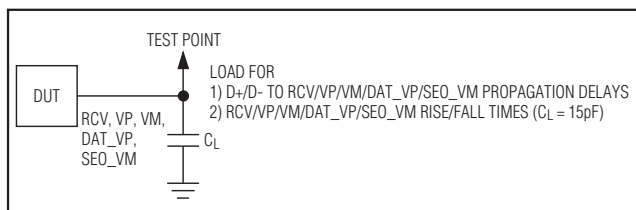


图3. 测量接收机传输延时和接收机上升/下降时间的负载

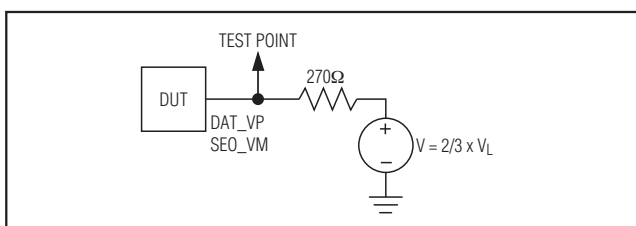


图4. 测量DAT_VP、SEO_VM打开/关闭时间的负载

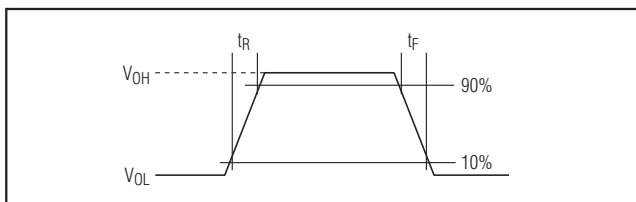


图5. 上升和下降时间

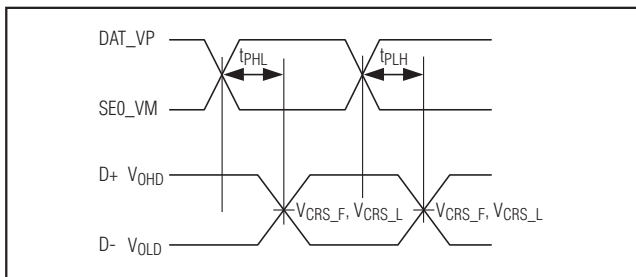
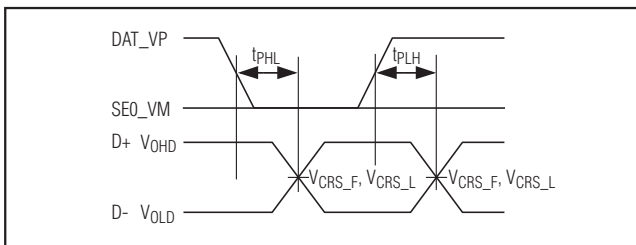
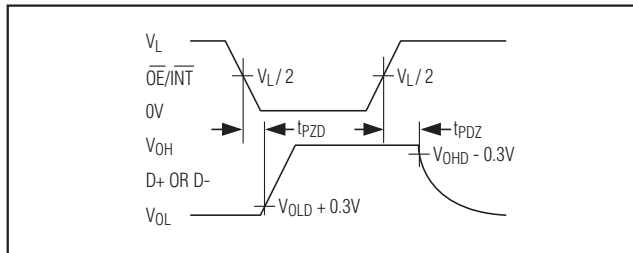
图6. 在VP_VM模式下DAT_VP、SEO_VM至D+、D-的时序
(dat_se0 = 0)图7. 在DAT_SE0模式下DAT_VP、SEO_VM至D+、D-的时序
(dat_se0 = 1)

图8. 打开和关闭时序

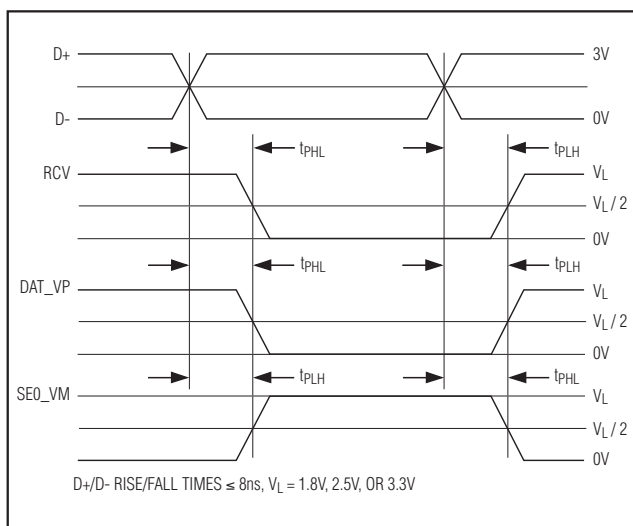


图9. D+/D-至RCV、DAT_VP、SEO_VM传输延时(VP_VM模式)

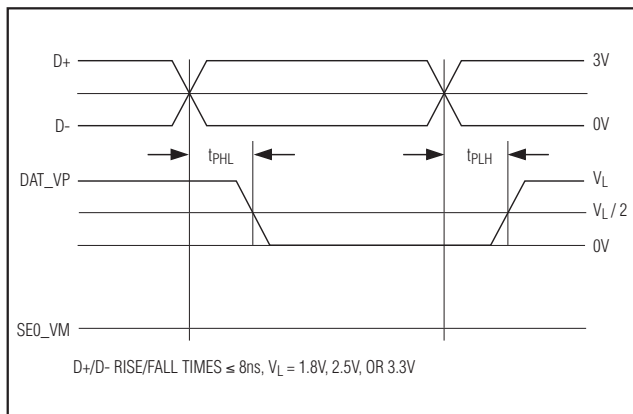


图10. D+/D-至DAT_VP、SEO_VM传输延时(DAT_SE0模式)

USB On-the-Go收发器与电荷泵

方框图

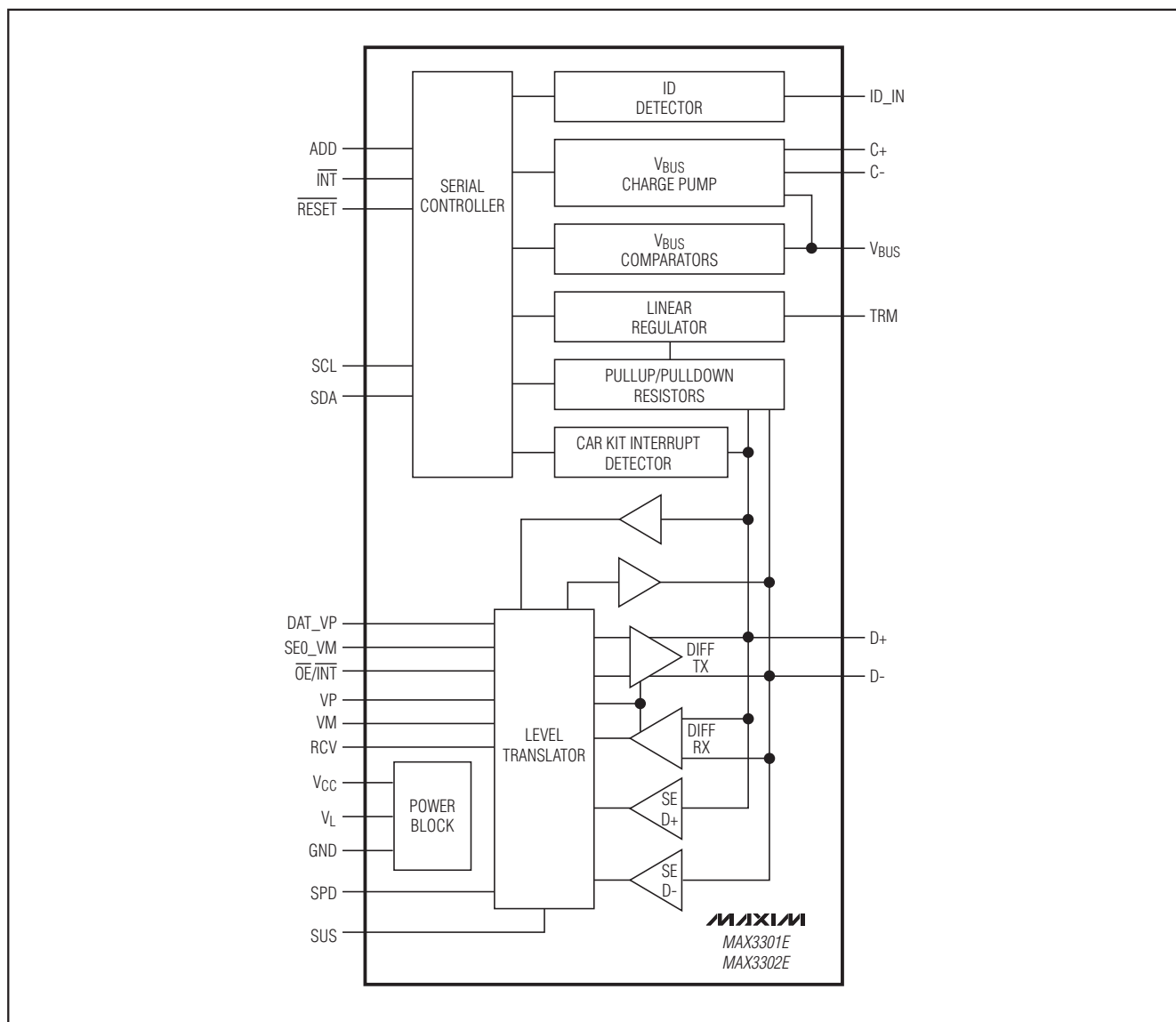


图11. 方框图

USB On-the-Go收发器与电荷泵

详细说明

USB OTG规范定义了具有双重角色的USB设备，它既可以作为A设备，也可作为B设备。A设备向 V_{BUS} 提供电源，并被默认为USB主机。B设备被默认为外设，需要有专门电路监视 V_{BUS} 并向上发脉冲。默认角色可以通过HNP转换。

MAX3301E/MAX3302E组合了低速/全速USB收发器和两用设备所需的额外电路。MAX3301E/MAX3302E使用灵活的开关电路使器件可以作为主机或外设USB收发器使用。例如，对于总线供电的外设应用，可以关闭电荷泵让内部稳压器由 V_{BUS} 供电。

选型指南给出了MAX3301E与MAX3302E之间的差异。MAX3301E上电时工作在最低功耗状态，需要通过将 $sdwn$ 位置零开启工作。MAX3302E上电时工作在 VP_VM USB模式，允许微处理器(μP)通过USB端口上电，无需访问 I^2C 接口。需要将MAX3302E置于低功耗关断模式时，设置 $sdwn$ 位为0。MAX3302E中，特殊功能寄存器2可以通过 I^2C 寄存器寻址，地址为：10h、11h (以及16h、17h)，支持USB OTG串口引擎(SIE)，将 I^2C 寄存器地址限制在0h至15h。

收发器

MAX3301E/MAX3302E收发器符合USB 2.0规范，可以工作在全速(12Mbps)和低速(1.5Mbps)模式。用 SPD 输入设置数据速率。用 OE/TNT 输入设置数据传送的方向。另一种方法是，利用控制寄存器1 (表7)和特殊功能寄存器1、2 (见表14、表15和表16)控制收发器的工作。

电平转换器

内部电平转换器允许系统侧接口在最低+1.65V的逻辑电源电压下工作。接口逻辑信号是以加到逻辑电源引脚上的电压 V_L 为参考的。

电荷泵

MAX3301E/MAX3302E集成了一个符合OTG要求的电荷泵，工作于+3V到+4.5V的输入电压(V_{CC})，可以向 V_{BUS} 提供符合OTG要求的+4.8V到+5.25V输出，并可源出8mA以上的输出电流，这是作为A设备使用时所必须的。在 $C+$ 和 $C-$ 之间连接一个 $0.1\mu F$ 的飞电容。根据USB OTG规范要求，用一个 $1\mu F$ 至 $6.5\mu F$ 的电容将 V_{BUS} 旁路至GND。不使用的的时候可以关闭电荷泵以节省功率。电荷泵可以通过设置控制寄存器2 (见表8)的 $vbus_drv$ 位(第5位)进行控制。

线性稳压器(TRM)

内部3.3V线性稳压器为收发器和内部 $1.5k\Omega$ 的 $D+/D-$ 上拉电阻供电。在内部寄存器位的控制下，线性稳压器可以从 V_{CC} 或 V_{BUS} 供电。稳压器输入电源的选择受控于特殊功能寄存器2 (见表15和表16)中的 reg_sel 位(第3位)。此灵活性使系统设计者可以将MAX3301E/MAX3302E配置在几乎所有的USB电源条件下工作。

TRM输出不是电源。不要将其用作任何外部电路的电源。从TRM连接一个 $1.0\mu F$ (或更大)的陶瓷或塑料电容到GND，电容尽量靠近器件放置。

V_{BUS} 电平检测比较器

一组比较器驱动中断源寄存器的位0、1和7 (表10)，来指示重要的USB OTG V_{BUS} 电平状态：

- V_{BUS} 有效($vbus_vld$)
- USB会话有效($sess_vld$)
- USB会话终止($sess_end$)

如果 V_{BUS} 高于 V_{BUS} 有效比较器门限， $vbus_valid$ 比较器把 $vbus_vld$ 设置为1。A设备使用 V_{BUS} 有效状态位($vbus_vld$)确定B设备是否吸收了过多的电流(即：不被支持的电流)。如果 V_{BUS} 高于会话有效比较器门限， $session_valid$ 比较器设置 $sess_vld$ 为1。这个状态位表示数据传送会话有效。如果 V_{BUS} 高于会话结束比较器门限， $session_end$ 比较器设置 $sess_end$ 为1。图12给出了这些电平检测比较器的示意图。中断使能寄存器(表12和表13)确定在 V_{BUS} 的上升沿还是下降沿触发这些状态位。

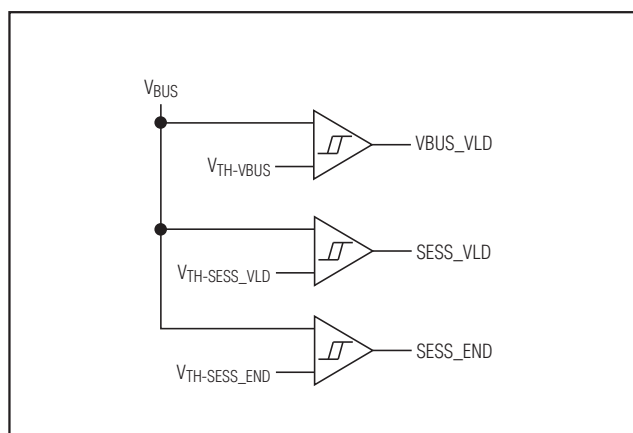


图12. 比较器网络框图

USB On-the-Go收发器与电荷泵

ID_IN

USB OTG规范定义了一个ID输入，由它来确定哪个两用器件是默认的主机。用OTG线缆在连接器的一端将ID连接至地，另一端不连接。无论哪个两用器件检测到连接到地的一端都会成为A设备。MAX3301E/MAX3302E在ID_IN上提供内部上拉电阻。由内部比较器检测ID_IN是连接到地还是悬空。

中断逻辑

当OTG事件需要器件动作时，MAX3301E/MAX3302E在INT上提供中断输出信号。作为另外一种选择，器件工作在USB挂起模式时， $\overline{OE}/\overline{INT}$ 可以被配置作为中断输出。通过irq_mode (特殊功能寄存器2的第1位，见表15和表16)可编程INT和 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为开漏或推挽输出。

V_{BUS}电源控制

V_{BUS}是一个双功能端口，为USB总线提供电源，也能为内部线性稳压器提供电源。V_{BUS}电源控制模块执行OTG两用器件所需的各种开关功能。这些操作由系统逻辑通过控制寄存器2 (见表8)的第5位至第7位实现，包括：

- 通过电阻对V_{BUS}放电
- 给V_{BUS}供电或从V_{BUS}供电
- 通过电阻对V_{BUS}充电

不使用总线时，OTG允许A设备关闭V_{BUS}以节省功耗。B设备能用SRP发出开始新会话的请求。B设备必须对

V_{BUS}放电使其电平低于会话结束门限(0.8V)，以确保在启动SRP之前没有正在执行的会话。将控制寄存器2的第6位设置为1，则通过5k Ω 限流电阻将V_{BUS}放电至GND。V_{BUS}放电后，复位控制寄存器2的第6位，则将此电阻从电路中移除。

OTG A设备需要向V_{BUS}提供电源。MAX3301E/MAX3302E从V_{CC}或内部电荷泵为V_{BUS}提供电源。这两种情况下控制寄存器2的第5位都设置为1。控制寄存器2中的第5位控制一个限流开关，防止V_{BUS}短路时损坏器件。

OTG B设备(外设模式)能用SRP请求一次会话。实现SRP的步骤之一是，在一个给定的时间内在V_{BUS}上给出高脉冲。根据OTG规范，用一个930 Ω 的电阻限制电流。置位控制寄存器2的第7位，可以由上拉电阻向V_{BUS}发高脉冲。在给V_{BUS}发高脉冲之前(第7位)，B设备应首先连接一个内部下拉电阻，将V_{BUS}放电至会话结束门限以下。放电电流受到5k Ω 电阻的限制，并由控制寄存器2的第6位设置。OTG设备必须向V_{BUS}提供5V电源和至少8mA的电流。将控制寄存器2的第5位置1打开V_{BUS}电荷泵。

工作模式

MAX3301E/MAX3302E有四种工作模式来优化功耗。在关断模式下仅I²C接口保持激活状态，电源电流降至1 μ A。在中断关断模式下，I²C接口、ID_IN端口和会话有效比较器都保持激活。挂起模式RCV保持低；而所有其他电路都保持激活状态。表1列出了在每种工作模式下激活模块的情况。

表1. 在特定的工作模式下功能模块的使能情况

MODE	I ² C	ID_IN	sess_end COMP	sess_vld COMP	vbus_vld COMP	cr_int COMP	dp_hi COMP	dm_hi COMP	TRM	TX	DIFF RX	SE RX
Shutdown ¹	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Interrupt Shutdown ²	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	X	X	X	X
Suspend ³	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Normal Operating	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = 使能。

X = 禁止。

1. 对于MAX3301E向sdwn (特殊功能寄存器2的第0位)写1进入关断模式。对于MAX3302E，向 $\overline{sdwn}$ 位(特殊功能寄存器2的第0位)写0，进入关断模式。

2. 向int_sdwn (特殊功能寄存器1的第0位)写1进入中断关断模式。

3. 向spd_susp_ctl (特殊功能寄存器1的第1位)和suspend (控制寄存器1的第1位)写1，或向spd_susp_ctl (特殊功能寄存器1的第1位)写0并将SUS驱动为高电平进入挂起模式。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

应用信息

数据传送

发送数据到USB

MAX3301E/MAX3302E收发器具有两种发送模式：DAT_SE0或者VP_VM (见表3)。用dat_se0 (控制寄存器1的第2位，见表7)设置发送模式。在DAT_SE0模式下，且 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为低时，由DAT_VP确定差分收发器的数据，SE0_VM将D+/D-强制置为单端零(SE0)状态。在VP_VM模式下，且 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为低时，由DAT_VP驱动D+，SE0_VM驱动D-。差分接收器决定RCV的状态。

从USB接收数据

MAX3301E/MAX3302E收发器具有两种接收数据的模式：DAT_SE0或VP_VM (见表4)。通过dat_se0 (控制寄存器1的第2位，见表7)设置接收模式。在DAT_SE0模式下且 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为高时，DAT_VP是差分接收器的输出，SE0_VM指示D+和D-都为逻辑低电平的状态。在VP_VM模式下且 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为高时，DAT_VP提供D+的输入逻辑电平，SE0_VM提供D-的输入逻辑电平。差分接收器确定RCV的状态。VP和VM分别反应D+和D-的值。

$\overline{OE}/\overline{INT}$

$\overline{OE}/\overline{INT}$ 控制通信的方向， $\overline{OE}/\overline{INT}$ 也可编程为挂起模式下作为中断输出。输出使能部分控制DAT_VP/SE0_VM和D+/D-的输入或输出状态。当 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑0时，DAT_VP和SE0_VM控制着从D+和D-输出的数据，具体控制方式取决于控制位 dat_se0 (控制寄存器1的第2位)的状态。当 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 为逻辑1时，DAT_VP和SE0_VM表示D+和D-的状态。

当MAX3301E/MAX3302E处于挂起模式并且oe_int_en = 1 (控制寄存器1的第5位，见表7)时， $\overline{OE}/\overline{INT}$ 作为中断输出。在这种模式下， $\overline{OE}/\overline{INT}$ 检测与 $\overline{INT}$ 相同的中断。将irq_mode (特殊功能寄存器2的第1位，见表15和表16)设置为0使 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 成为开漏极中断输出。irq_mode设置为1则 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 被配置为推挽输出。

RCV

接收数据的时候RCV监视D+和D-。D+为高、D-为低时，RCV为逻辑1。D+为低、D-为高时，RCV为逻辑0。D+和D-都为低时(单端零，即SE0) RCV保持上次的有效状态。在挂起模式下RCV为低。表4给出了RCV的状态。

SPD

用硬件或者软件控制D+和D-端的信号摆率。当spd_susp_ctl (特殊功能寄存器1中的第1位，见表14)为0时，可以通过SPD输入设置MAX3301E/MAX3302E的信号摆率。将SPD置低选择低速率模式(1.5Mbps)。将SPD置高选择全速模式(12Mbps)。当spd_susp_ctl (特殊功能寄存器1中的第1位，见表14)为1时，由软件控制速率。使用软件控制数据速率的时候SPD输入被忽略。spd_susp_ctl = 1时由speed位(控制寄存器1的第0位，见表7)设置速率。

SUS

用硬件或软件控制MAX3301E/MAX3302E的挂起模式。将spd_susp_ctl (特殊功能寄存器1的第1位，见表14)设置为0则允许SUS输入使能和禁止MAX3301E/MAX3302E的挂起模式。正常工作时将SUS驱动为低。将SUS驱动为高则进入挂起模式。在挂起模式下RCV保持为低，其他所有电路保持工作状态。

当spd_susp_ctl位(特殊功能寄存器1的第1位)设置为1时，由软件控制挂起模式。suspend位(控制寄存器1的第1位，见表7)置为1则进入挂起模式。suspend位置为0则恢复正常工作状态。使用软件控制挂起模式时SUS输入被忽略。MAX3301E/MAX3302E必须在全速模式下(SPD = 高或者speed = 1)才能从挂起模式下实现远程唤醒。

RESET

低有效的RESET输入允许MAX3301E/MAX3302E被异步复位，而不必开关电源。将RESET置低将复位内部寄存器(寄存器默认的上电状态见表7至16)。正常工作时将RESET置高。

2线I²C兼容的串行接口

通过简单的2线接口(工作于最高400kHz时钟速率)，一个寄存器文件控制着MAX3301E/MAX3302E内部的多种开关和工作模式。此接口支持数据突发，允许多个数据段跟随在单个地址段之后。

UART模式

将uart_en (控制寄存器1的第6位)设置为1则将MAX3301E/MAX3302E置于UART模式。在UART模式下，D+将数据传送至DAT_VP，SE0_VM将数据传送至D-。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

通用缓冲模式

将gp_en (特殊功能寄存器1的第7位)和dat_se0 (控制寄存器1的第2位)设置为1, uart_en (控制寄存器1的第6位)设置为0, 并将 $\overline{OE}/\overline{INT}$ 置低则MAX3301E/MAX3302E进入通用缓冲模式。数据传送方向的控制通过dminus_dir和dplus_dir (特殊功能寄存器1的第3位和第4位, 见表2和表14)实现。

串行寻址

MAX3301E/MAX3302E作为从设备, 通过I²C兼容的2线接口发送并接收控制和状态信号。此接口使用串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)实现主设备和从设备之间的双向通信。主设备(通常是一个微控制器)启动所有与MAX3301E/MAX3302E之间的数据传送, 还要产生与数据传送同步的SCL时钟(图13)。

MAX3301E/MAX3302E的SDA既用于输入, 也用于开漏极输出。SDA需要上拉电阻, 一般为4.7k Ω 。MAX3301E/MAX3302E的SCL只作为输入。如果在2线接口上有多个主设备, 或者单一主设备具有开漏极SCL输出, 则SCL也需要上拉电阻。

每次传送包括一个由主设备发送的开始状态(见图14)、MAX3301E/MAX3302E的7位从地址(由ADD的状态决定)加一个R/ $\overline{W}$ 位(见图15)、寄存器地址字节、一个或多个数据字节和一个停止状态(见图14)。

表2. 在通用缓冲模式下设置数据传送的方向

dplus_dir	dminus_dir	DIRECTION OF DATA TRANSFER
0	0	DAT_VP $\rightarrow$ D+ SEO_VM $\rightarrow$ D-
0	1	DAT_VP $\rightarrow$ D+ SEO_VM $\leftarrow$ D-
1	0	DAT_VP $\leftarrow$ D+ SEO_VM $\rightarrow$ D-
1	1	DAT_VP $\leftarrow$ D+ SEO_VM $\leftarrow$ D-

开始和停止状态

当接口空闲的时候SCL和SDA都为高。主设备在SCL为高的时候通过把SDA从高变低给出开始传送数据的开始(S)状态。主设备在SCL为高的时候把SDA从低变高则发出停止(P)状态。此后总线空闲等待下一次传送(见图14)。

位传送

每一个时钟脉冲传送一个数据位。SCL为高的时候SDA上的数据必须保持稳定(见图16)。

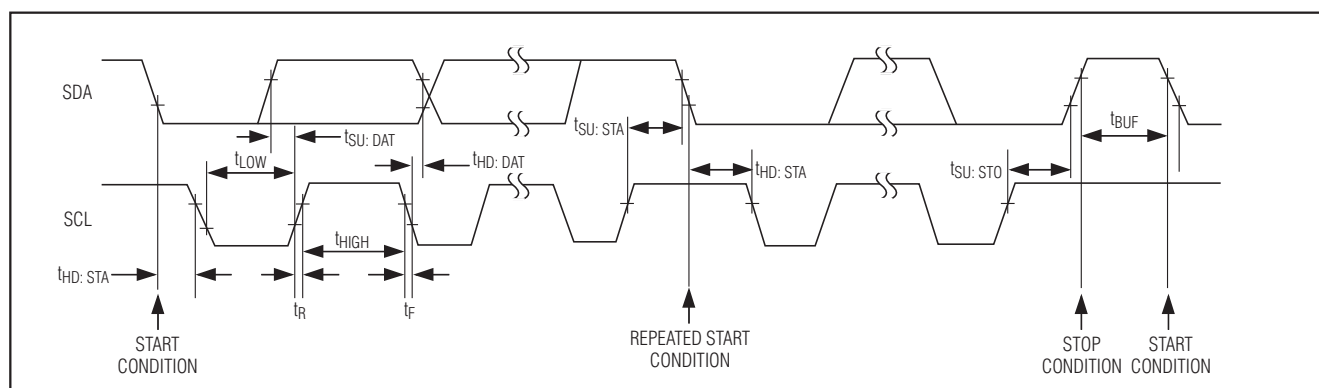


图13. 2线串行接口的具体时序

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

表3. 发送模式

MODE	CONTROL PIN/BIT				INPUT		OUTPUT		DESCRIPTION
	SUS	GP_EN	OE/INT	DAT_SE0	DAT_VP	SE0_VM	D+	D-	
Functional DAT_SE0	0	0	0	1	0	0	0	1	USB functional mode transceiver and I2C interface are fully functional
	0	0	0	1	1	0	1	0	
	0	0	0	1	0	1	0	0	
	0	0	0	1	1	1	0	0	
Functional VP_VM	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	1	0	1	0	
	0	0	0	0	0	1	0	1	
	0	0	0	0	1	1	1	1	
Suspend	1	0	0	1	0	0	0	1	USB suspend mode
	1	0	0	1	1	0	1	0	
	1	0	0	1	0	1	0	0	
	1	0	0	1	1	1	0	0	
	1	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	0	0	1	0	1	0	
	1	0	0	0	0	1	0	1	
	1	0	0	0	1	1	1	1	
Receiving	0	0	1	X	X	X	Driver is Hi-Z	Driver is Hi-Z	See Table 4
General- purpose buffer	X	1	0	1	See Table 2				General-purpose buffer mode

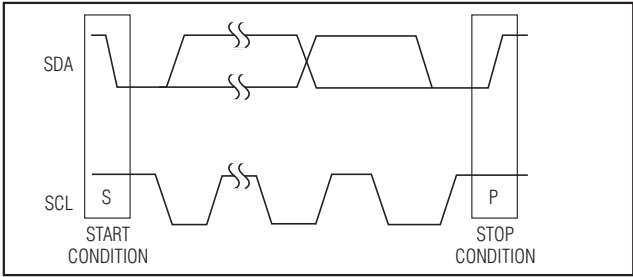


图14. 开始和停止状态

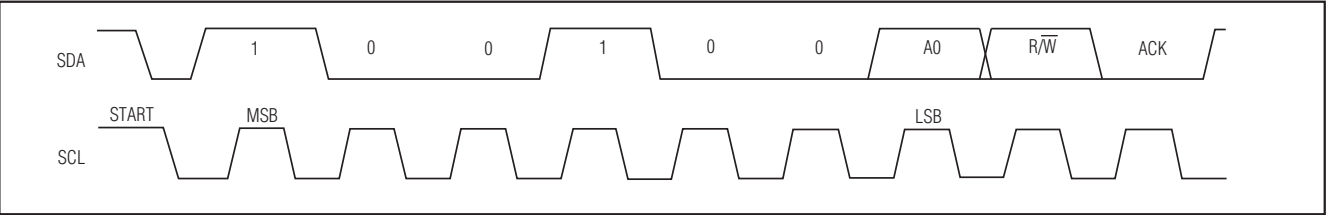


图15. 从设备地址

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表4. 接收模式

MODE	CONTROL PIN/BIT					INPUTS		OUTPUTS				
	SUS (NOTE 7)	GP_EN	OE/INT	DAT_SE0	BI_DI	D+	D-	DAT_VP	SE0_VM	RCV	VP	VM
Functional DAT_SE0	0	0	1	1	1	0	0	Last value of DAT_VP	1	Last value of RCV	Echo D+	Echo D-
	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1		
	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0		
	0	0	1	1	1	1	1	Undefined	0	Undefined		
	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0		
	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0		
	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0		
	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0		
Functional VP_VM	0	0	1	0	1	0	0	0	0	Last value of RCV		
	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1		
	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0		
	0	0	1	0	1	1	1	1	1	Undefined		
	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0		
	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0		
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0		
	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0		
General- purpose buffer	X	1	X	X	X	See Table 2				0		
Transmitting (see Table 3)	X	X	0	X	X	—				0		
Unidirectional (transmitter only)	X	X	X	X	0	—				0		

注7: 将SUS驱动为高电平或向suspend (控制寄存器1的第1位)写1, 具体取决于特殊功能寄存器1中spd_susp_ctl位的状态, 进入挂起模式。
X = 无关。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

应答

应答位(ACK)是附加于8位数据后的第9位。ACK总是由接收设备产生。MAX3301E/MAX3302E收到地址或数据后,在第九个时钟周期将SDA置低,这就生成了ACK。发送数据时,MAX3301E/MAX3302E等待接收设备生成ACK。对ACK的监视可以发现不成功的数据传送。不成功的数据传送发生在接收设备忙或者发生系统错误的时候。发生数据传送失败后,总线主设备应在后面的时间内尝试再一次通信。

从设备地址

总线主设备发出一个START状态后跟7位从地址(见图15)可以启动与从设备的通信。空闲时,MAX3301E/MAX3302E等待总线上的START状态和其从设备地址。地址字的LSB位是读/写位(R/W)。R/W指示主设备将要对MAX3301E/

MAX3302E进行读取还是写入操作($R/\bar{W} = 0$ 为写, $R/\bar{W} = 1$ 为读)。接收到正确的地址后MAX3301E/MAX3302E发出ACK。

MAX3301E/MAX3302E有两个可能的地址(见表5)。地址位A6至A1是预设的,当发生一次复位或I²C全体呼叫寻址时,从ADD输入载入A0的值。将ADD连接到GND时A0为0。ADD连接到V_L则把A0置为1。这使两个MAX3301E或两片MAX3302E可以共享一条总线。

写字节格式

给MAX3301E/MAX3302E写数据需要传送至少三个字节。第一个字节包括MAX3301E/MAX3302E的从设备地址,随后是一位0(R/W)。第二个字节确定要写入哪个寄存器。第三个字节是要写入寄存器的数据。随后的字节是给下一个寄存器的数据。图18所示为典型的写字节格式。

读字节格式

从MAX3301E/MAX3302E读数据需要发送至少3个字节。第一个字节包括MAX3301E/MAX3302E的从设备地址,之后是一个0(R/W)。第二个字节选择从哪个寄存器读取数据。第三个字节包括MAX3301E/MAX3302E的从设备地址,跟随一位1(R/W)。然后主设备读取一个或多个字节的数据。图19所示为典型的读字节格式。

突发模式写字节格式

MAX3301E/MAX3302E允许主设备给多个连续的寄存器写入数据,而不需要每次都重复发送从地址和寄存器地址。主设备首先发送从地址,随后的一位0表示写数据给MAX3301E/MAX3302E。MAX3301E/MAX3302E发送应答位给主设备。主设备然后发送8位寄存器地址,之后MAX3301E/MAX3302E再返回一个应答位。主设备随后向选择的寄存器写入一个字节数据,如果寄存器地址正确,则收到一个应答位。然后寄存器地址加一,为主设备发送下一个字节的数据做好准备。MAX3301E/MAX3302E在每一个数据字节之后发送一个确认位。如果选择了无效的寄存器,MAX3301E/MAX3302E将发送NACK给主设备,寄存器地址不再加1(见图20)。

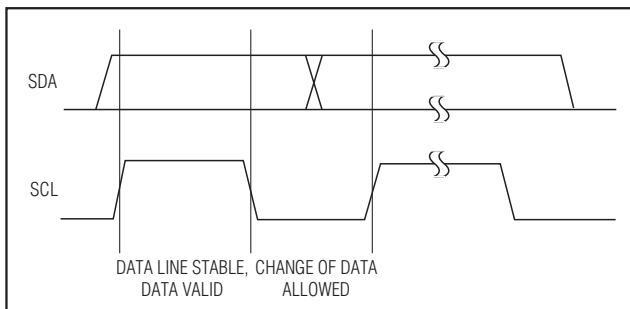


图16. 位传送

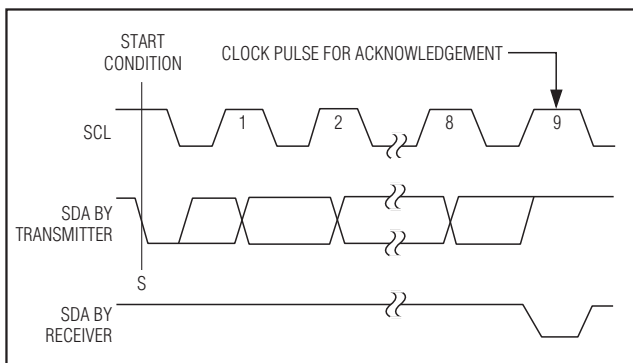


图17. 应答

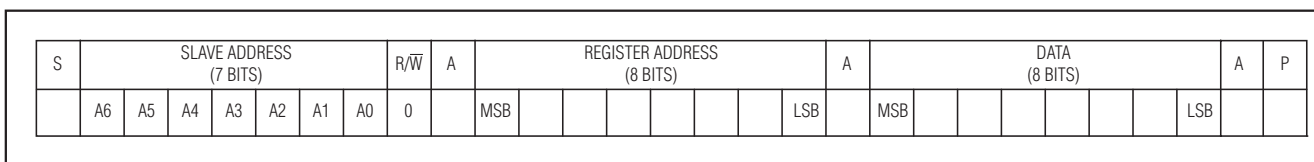


图18. 写字节的格式

USB On-the-Go收发器与电荷泵

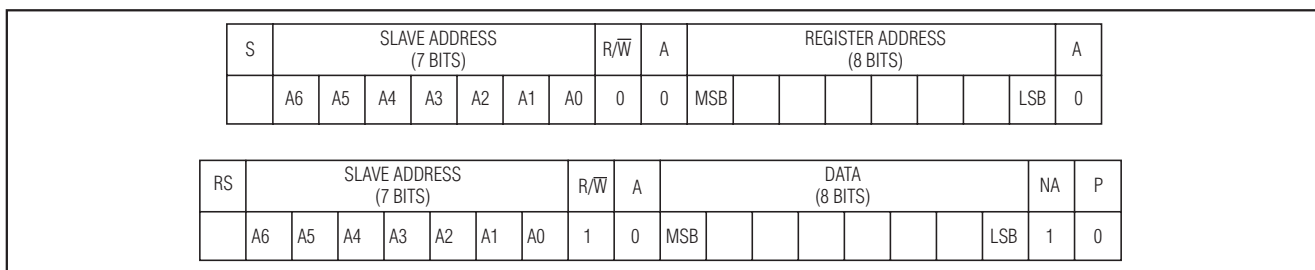


图19. 读字节格式

R/W: 读/写 (R/W = 1: 读; R/W = 0: 写)。

S: 开始条件。

RS: 重复开始条件。

P: 停止条件。

A: 来自从设备的应答位。

NA: 来自主设备的非应答位。

空格: 主设备发送数据。

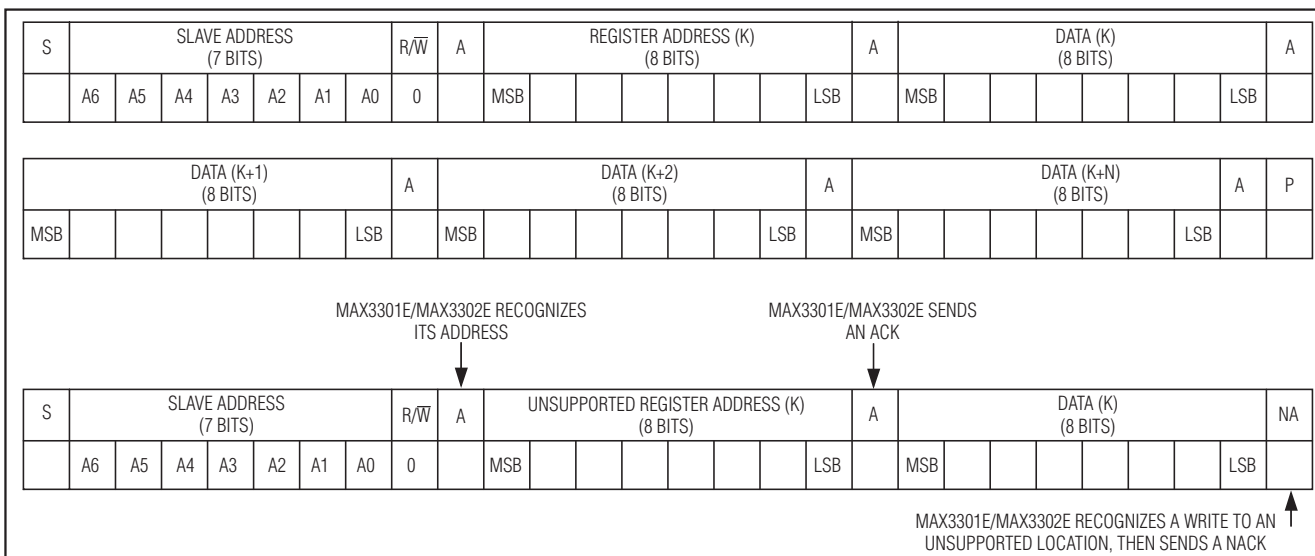


图20. 突发模式写字节格式

突发模式读字节格式

MAX3301E/MAX3302E允许主设备利用突发模式读字节协议(见图21)从寄存器连续的读取数据。主设备首先发送从地址, 其后跟随一个0。MAX3301E/MAX3302E随后发送一个应答位。主设备然后发送寄存器地址给MAX3301E/MAX3302E, MAX3301E/MAX3302E再生成另一个应答位。然后, 主设备给MAX3301E/MAX3302E发送一个停止状态。下一步, 主设备发送开始状态, 之后是MAX3301E/

MAX3302E的从地址, 然后是一个1表示读命令。接着, MAX3301E/MAX3302E开始发送数据给主设备, 一次一个字节。主设备在收到每个数据字节之后向MAX3301E/MAX3302E发送应答位, MAX3301E/MAX3302E的寄存器地址在每一个字节后加1。这种操作一直持续, 直到主设备发送停止状态时结束。如果遇到无效的寄存器地址, MAX3301E/MAX3302E发送全0字节。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

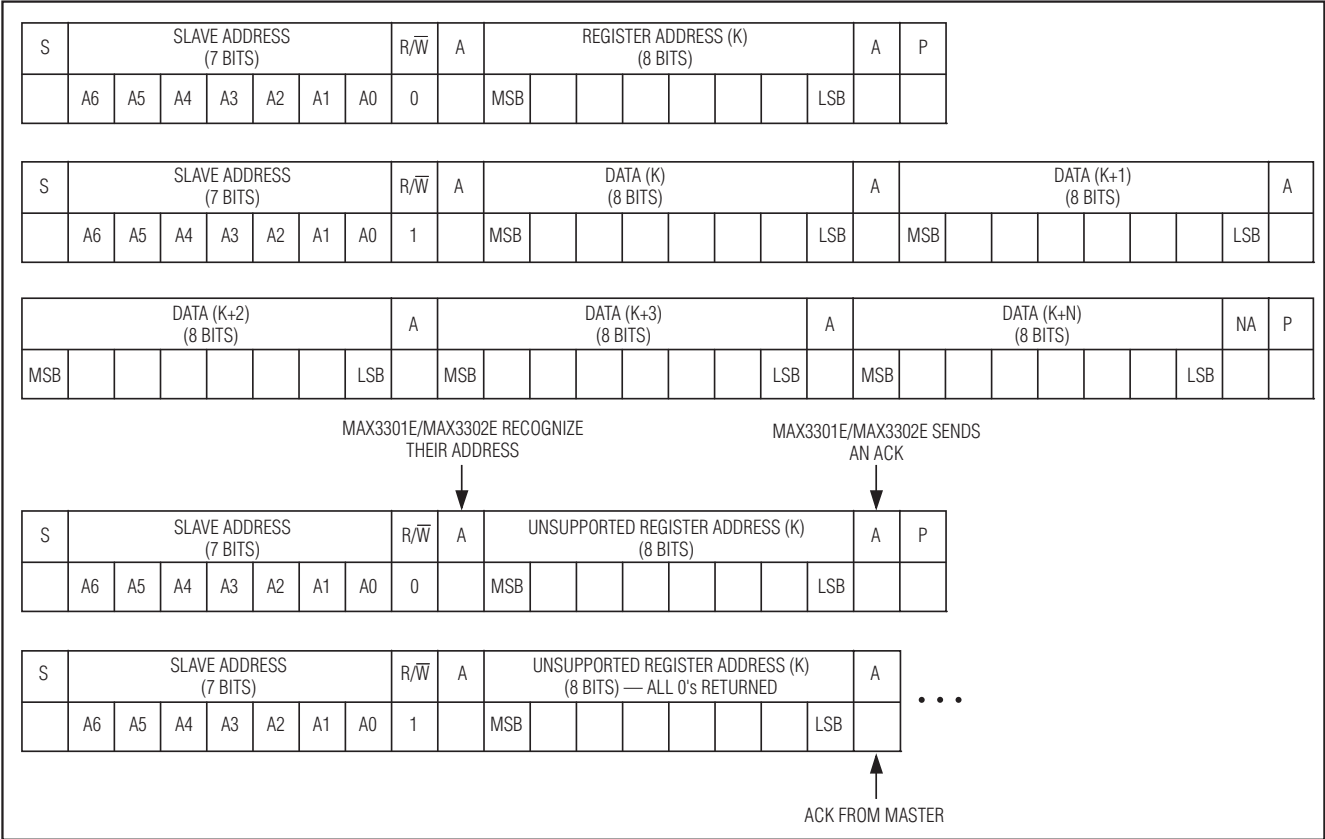


图 21. 突发模式读字节格式

表 5. I²C 从地址

ADD INPUT	ADDRESS BITS						
	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
GND (0)	0	1	0	1	1	0	0
V _L (1)	0	1	0	1	1	0	1

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表6. 寄存器映射

REGISTER	MEMORY ADDRESS	DESCRIPTION
Vendor ID	00h, 01h	Read only. The contents of registers 00h and 01h are 6Ah and 0Bh, respectively.
Product ID	02h, 03h	Read only. The contents of registers 02h and 03h are 01h and 33h, respectively.
Control 1	04h (set) 05h (clear)	Sets operating modes, maximum data rate, and direction of data transfer.
Control 2	06h (set) 07h (clear)	Controls D+/D- pullup/pulldown resistor connections, ID_IN state, and V _{BUS} behavior.
Interrupt source	08h (read)	Read only.
Unused*	09h	Not used.
Interrupt latch	0Ah (set) 0Bh (clear)	Indicates which interrupts have occurred.
Interrupt-enable Falling edge	0Ch (set) 0Dh (clear)	Enables interrupts for high-to-low transitions.
Interrupt-enable Rising edge	0Eh (set) 0Fh (clear)	Enables interrupts for low-to-high transitions.
Unused*/Special Function 2	10h (set) 11h (clear)	MAX3301E: Not used. MAX3302E: Alternate register addresses for special-function register 2. This register is also accessible from 16h and 17h.
Special function 1	12h (set) 13h (clear)	Enables hardware/software control of the MAX3301E's behavior, interrupt activity, and operating modes.
Revision ID	14h, 15h	Read only. The contents of registers 14h and 15h are 77h and 41h, respectively.
Special function 2	16h (set) 17h (clear)	Sets operating modes, $\overline{\text{INT}}$ output configuration, D+/D- behavior in audio mode, and TRM source.
Unused*	18h–Fh	Not used.

*在写未使用寄存器时，器件返回NACK，并且寄存器地址不递增。

寄存器

控制寄存器

有两个读/写控制寄存器。控制寄存器1 (表7)设置工作模式、数据速率和数据传送的方向。控制寄存器2 (表8)连接D+/D-上拉或下拉电阻、设置V_{BUS}充电/放电状态并将ID_IN接地。控制寄存器有两个地址，为这些寄存器提供“写1置位”和“写1清零”功能。向置位地址写1可将相应的位置1，向清零地址写1将相应位复位为0，给两个地址写0都不会有任何作用。

中断寄存器

由四个寄存器控制MAX3301E/MAX3302E的所有中断。源寄存器(表10)指示不同中断源的当前状态。中断锁定寄存器(表11)指示发生了哪个中断。低中断使能和高中断使能寄存器决定在上升沿还是下降沿(或两种情况)触发中断。表10至13提供了各种中断寄存器的位配置情况。中断锁定、低中断使能和高中断使能寄存器有两个地址实现每个寄存器的“写1置位”和“写1清零”功能。给置位地址写1则将此位设置为1。给清零地址写1则将此位复位为0。给两个地址写0都不会有任何作用。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表7. 控制寄存器1说明(写地址04h置位，写地址05h清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	OPERATION	VALUE AT POWER-UP
0	speed	Set to 0 for low-speed (1.5Mbps) mode. Set to 1 for full-speed (12Mbps) mode. This bit changes the data rate only if spd_susp_ctl = 1 in special-function register 1.	0
1	suspend	Set to 0 for normal operating mode. Set to 1 for suspend mode. This bit changes the operating mode only if spd_susp_ctl = 1 in special-function register 1.	0
2	dat_se0	Set to 0 for VP_VM USB mode. Set to 1 for DAT_SE0 USB mode.	0
3	—	Not used.	0
4	bdis_acon_en	Enables the transceiver (when configured as an A device) to connect its pullup resistor if the B device disconnect is detected during HNP. Set to 0 to disable this feature. Set to 1 to enable this feature.	0
5	oe_int_en	Set to 0 to disable the interrupt output circuitry of $\overline{OE}/\overline{INT}$. Set to 1 to enable the interrupt output circuitry of $\overline{OE}/\overline{INT}$.	0
6	uart_en	Set to 0 to disable UART mode. Set to 1 to enable UART mode. This bit overrides the settings of dminus_dir, dplus_dir, and gp_en bits.	0
7	—	Not used.	0

表8. 控制寄存器2说明(写地址06h置位，写地址07h清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	OPERATION	VALUE AT POWER-UP
0	dp_pullup	Set to 0 to disconnect the pullup resistor to D+. Set to 1 to connect the pullup resistor to D+.	0
1	dm_pullup	Set to 0 to disconnect the pullup resistor to D-. Set to 1 to connect the pullup resistor to D-.	0
2	dp_pulldown	Set to 0 to disconnect the pulldown resistor to D+. Set to 1 to connect the pulldown resistor to D+.	1
3	dm_pulldown	Set to 0 to disconnect the pulldown resistor to D-. Set to 1 to connect the pulldown resistor to D-.	1
4	id_pulldown	Set to 0 to allow ID_IN to float. Set to 1 to connect ID_IN to GND.	0
5	vbus_drv	Set to 0 to turn VBUS off. Set to 1 to drive VBUS through a low impedance (see Note 8).	0
6	vbus_dischrg	Set to 0 to disconnect the VBUS discharge resistor. Set to 1 to connect the VBUS discharge resistor (see Note 8).	0
7	vbus_chrg	Set to 0 to disconnect the VBUS charge resistor. Set to 1 to connect the VBUS charge resistor (see Note 8).	0

注8：为防止收发器向V_{BUS}源出电流的同时又从V_{BUS}吸收电流，从而出现大电流状态，需使用以下逻辑设置控制寄存器2的第5、6、7位：

- vbus_drv置位、清vbus_dischrg和vbus_chrg。
- vbus_dischrg置位、清vbus_drv和vbus_chrg，除非vbus_drv用同一命令置位，这种情况下vbus_drv清除其它位。
- vbus_chrg置位、清vbus_drv和vbus_dischrg，除非这些位的任何一位用同一命令置位，如表9所示。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表9. V_{BUS}控制逻辑

SET COMMAND (ADDRESS 06h)			BEHAVIOR OF MAX3301E/MAX3302E		
vbus_drv	vbus_dischrg	vbus_chrg	vbus_drv	vbus_dischrg	vbus_chrg
1	X	X	1	0	0
0	1	X	0	1	0
0	0	1	0	0	1
0	0	0	Not affected	Not affected	Not affected

X = 无关。

表10. 中断源寄存器(地址08h为只读)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS
0	vbus_vld	Logic 1 if V _{BUS} > V _{BUS} valid comparator threshold.
1	sess_vld	Logic 1 if V _{BUS} > session valid comparator threshold.
2	dp_hi	Logic 1 if V _{D+} > dp_hi comparator threshold (D+ assertion during data line pulsing through SRP method).
3	id_gnd	Logic 1 if V _{ID_IN} < 0.1 × V _{CC} .
4	dm_hi	Logic 1 if V _{D-} > dm_hi comparator threshold (D- assertion during data line pulsing through SRP method).
5	id_float	Logic 1 if V _{ID_IN} > 0.9 × V _{CC} .
6	bdis_acon	Logic 1 if bdis_acon_en = 1 and the MAX3301E/MAX3302E assert dp_pullup after detecting a B device disconnect during HNP.
7	cr_int_sess_end	Logic 1 if V _{BUS} < sess_end comparator threshold, or if V _{D+} > cr_int comparator threshold (0.4V to 0.6V), depending on the value of int_source (bit 5 of special-function register 1, see Table 14).

特殊功能寄存器

表14、表15和表16描述了特殊功能寄存器。特殊功能寄存器有两个地址，分别实现对各个寄存器“写1置位”和“写1清零”操作。向置位地址写1可将相应的位置为1。向清零地址写1可将相应的位复位为0。向其中任何一个地址写0不发生任何操作。特殊功能寄存器1确定是由硬件还是软件控制最大数据速率以及挂起模式，设置数据传送的方向，以及切换通用缓冲模式。特殊功能寄存器2开启关闭模式、将中断输出配置为开漏极输出或者推挽输出，设置TRM电源，以及配置D+/D-连接为音频模式。表15用于说明MAX3301E的特殊功能寄存器2，表16用于说明MAX3302E的特殊功能寄存器2。

MAX3301E上电时工作在最低功耗状态，需要通过将sdwn位置零开启工作。MAX3302E上电时可选择VP_VM USB模式，允许微处理器(μP)通过USB端口上电，无需访问I²C接口。需要将MAX3302E置于低功耗关断模式时，设置sdwn位为0。MAX3302E中，特殊功能寄存器2映射到两个I²C寄存器地址。MAX3302E的特殊功能寄存器2可以通过I²C寄存器寻址，地址为：10h、11h(以及16h、17h)，支持USB OTG串口引擎(SIE)，将I²C寄存器地址限制在0h至15h。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

表11. 中断锁定寄存器说明(写地址0Ah置位，写地址0Bh清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	vbus_vld	vbus_vld asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
1	sess_vld	sess_vld asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
2	dp_hi	dp_hi asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
3	id_gnd	id_gnd asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
4	dm_hi	dm_hi asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
5	id_float	id_float asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
6	bdis_acon	bdis_acon asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0
7	cr_int_sess_end	cr_int_sess_end asserts if a transition occurs on this condition and the appropriate interrupt-high or interrupt-low enable bit is set. See Tables 10, 12, and 13.	0

表12. 低中断使能寄存器(写地址0Ch置位，写地址0Dh清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	vbus_vld	Set to 0 to disable the vbus_vld interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the vbus_vld interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
1	sess_vld	Set to 0 to disable the sess_vld interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the sess_vld interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
2	dp_hi	Set to 0 to disable the dp_hi interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the dp_hi interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
3	id_gnd	Set to 0 to disable the id_gnd interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the id_gnd interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
4	dm_hi	Set to 0 to disable the dm_hi interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the dm_hi interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
5	id_float	Set to 0 to disable the id_float interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the id_float interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
6	bdis_acon	Set to 0 to disable the bdis_acon interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the bdis_acon interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0
7	cr_int_sess_end	Set to 0 to disable the cr_int_sess_end interrupt for a high-to-low transition. Set to 1 to enable the cr_int_sess_end interrupt for a high-to-low transition. See Tables 10 and 11.	0

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表 13. 高中断使能寄存器(写地址0Eh置位, 写地址0Fh清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	vbus_vld	Set to 0 to disable the vbus_vld interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the vbus_vld interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
1	sess_vld	Set to 0 to disable the sess_vld interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the sess_vld interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
2	dp_hi	Set to 0 to disable the dp_hi interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the dp_hi interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
3	id_gnd	Set to 0 to disable the id_gnd interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the id_gnd interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
4	dm_hi	Set to 0 to disable the dm_hi interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the dm_hi interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
5	id_float	Set to 0 to disable the id_float interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the id_float interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
6	bdis_acon	Set to 0 to disable the bdis_acon interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the bdis_acon interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0
7	cr_int_sess_end	Set to 0 to disable the cr_int_sess_end interrupt for a low-to-high transition. Set to 1 to enable the cr_int_sess_end interrupt for a low-to-high transition. See Tables 10 and 11.	0

ID和制造商寄存器地址映射

表 17 给出了 MAX3301E/MAX3302E 的 ID 寄存器的内容。地址 00h 和地址 01h 组成了制造商 ID 寄存器。地址 02h 和 03h 构成了产品 ID 寄存器, 地址 14h 和地址 15h 为版本 ID 寄存器。

音频 car kit

许多蜂窝电话都需要与 car kit 接口。按照不同的 car kit, 与电话的接口可能需要支持如下功能中的一些或者全部:

- 音频输入
- 音频输出
- 充电
- 控制和状态

MAX3301E/MAX3302E 的 D+ 和 D- 在关断模式变为高阻状态, 可在其线上复用外部信号(包括音频信号)。

外部元件

外部电阻

USB 连接需要两个外部电阻($27.4\Omega \pm 1\%$)。其中一个电阻串联在 MAX3301E/MAX3302E 的 D+ 和 USB 连接器的 D+ 之间。另一个电阻串联在 MAX3301E/MAX3302E 的 D- 和 USB 连接器的 D- 之间(参见典型工作电路)。

外部电容

推荐使用五个外部电容以便器件正常工作。所有电容都尽量靠近器件放置。用一个 $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容连接到 GND 对 V_L 去耦。用一个 $1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容旁路 V_{CC} 至 GND。用一个 $1\mu\text{F}$ (或更大)的陶瓷或者塑料电容旁路 TRM 至 GND。在 C+ 和 C- 之间连接一个 100nF 的飞电容用于电荷泵(见典型工作电路)。根据 USB OTG 规范, 用 $1\mu\text{F}$ 至 $6.5\mu\text{F}$ 的陶瓷电容旁路 V_{BUS} 至 GND。

ESD 保护

为了对 MAX3301E/MAX3302E 进行 ESD 保护, D+, D-, ID_IN 和 V_{BUS} 都有额外的静电保护措施, 保护范围高达 $\pm 15\text{kV}$ 。ESD 保护结构能承受各种状态下的高 ESD, 包括

USB On-the-Go收发器与电荷泵

MAX3301E/MAX3302E

表14. 特殊功能寄存器1 (写地址12h置位, 写地址13h清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	int_sdwn	Set to 0 for normal operation. Set to 1 to enter interrupt shutdown mode. The I2C interface and interrupt sources remain active, while all other circuitry is off.	0
1	spd_susp_ctl	Set to 0 to control the MAX3301E/MAX3302E behavior with SPD and SUS. Set to 1 to control the MAX3301E/MAX3302E behavior with the speed and suspend bits in control register 1 (see Table 7).	0
2	bi_di	Set to 0 to transfer data from DAT_VP and SE0_VM to D+ and D-, respectively. DAT_VP and SE0_VM are always inputs when this bit is 0. Set to 1 to control the direction of data transfer with $\overline{OE}/\overline{INT}$.	1
3	dminus_dir	Set to 0 to transfer data from SE0_VM to D-. Set to 1 to transfer data from D- to SE0_VM. Ensure that gp_en = 1, dat_se0 = 1, uart_en = 0, and $\overline{OE}/\overline{INT}$ = low to activate this function.	0
4	dplus_dir	Set to 0 to transfer data from DAT_VP to D+. Set to 1 to transfer data from D+ to DAT_VP. Ensure that gp_en = 1, dat_se0 = 1, uart_en = 0, and $\overline{OE}/\overline{INT}$ = low to activate this function.	0
5	int_source	Set to 0 to use cr_int as the interrupt source for bit 7 of the interrupt source register. Set to 1 to use sess_end as the interrupt source for bit 7 of the interrupt source register (see Table 10).	0
6	sess_end	Session end comparator status (read only). Sess_end = 0 when $V_{BUS} >$ sess_end threshold. Sess_end = 1 when $V_{BUS} <$ sess_end threshold.	—
7	gp_en	Set to 0 to disable general-purpose buffer mode. Set to 1 to enable general-purpose buffer mode.	0

注: 上电时, sess_end的数值取决于 V_{BUS} 电压。

表15. MAX3301E特殊功能寄存器2 (写地址16h置位, 写地址17h清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	sdwn	Set to 0 for normal operation. Set to 1 to enable shutdown mode. Only the I2C interface remains active in shutdown.	1
1	irq_mode	Set to 0 to set $\overline{INT}$ and $\overline{OE}/\overline{INT}$ as open-drain outputs. Set to 1 to set $\overline{INT}$ and $\overline{OE}/\overline{INT}$ as push-pull outputs.	0
2	xcvr_input_disc	Set to 0 to leave the D+/D- single-ended receiver inputs connected. Set to 1 to disconnect the D+/D- receiver inputs to reduce power consumption in audio mode.	0
3	reg_sel	Set to 0 to power TRM from V_{CC} . Set to 1 to power TRM from V_{BUS} .	0
4-7	—	Reserved. Set to 0 for normal operation.	0000

标准工作状态、挂起模式、中断关断模式和关闭模式。为了让ESD保护结构正常工作, 在TRM与GND之间以及 V_{BUS} 与GND之间连接1 μ F或者更大的电容。可以用很多方法测试ESD保护; D+、D-、ID_IN和 V_{BUS} 输入/输出的保护极限如下:

- ± 15 kV, 人体模型
- ± 6 kV, IEC 61000-4-2接触放电模型
- ± 10 kV, IEC 61000-4-2气隙放电模型

USB On-the-Go收发器与电荷泵

表 16. MAX3302E 特殊功能寄存器 2 (写地址 10h 或 16h 置位, 写地址 11h 或 17h 清零)

BIT NUMBER	SYMBOL	CONTENTS	VALUE AT POWER-UP
0	$\overline{\text{sdwn}}$	Set to 0 to enable shutdown mode. Set to 1 for normal operation. Only the I2C interface remains active in shutdown.	1
1	irq_mode	Set to 0 to set INT and $\overline{\text{OE/INT}}$ as open-drain outputs. Set to 1 to set $\overline{\text{INT}}$ and $\overline{\text{OE/INT}}$ as push-pull outputs.	0
2	xcvr_input_disc	Set to 0 to leave the D+/D- single-ended receiver inputs connected. Set to 1 to disconnect the D+/D- receiver inputs to reduce power consumption in audio mode.	0
3	reg_sel	Set to 0 to power TRM from V _{CC} . Set to 1 to power TRM from V _{BUS} .	0
4-7	—	Reserved. Set to 0 for normal operation.	0000

表 17. ID 寄存器

REGISTER	ADDRESS	CONTENTS
Vendor ID	00h	6Ah
	01h	0Bh
Product ID	02h	01h
	03h	33h
Revision ID	14h	77h
	15h	41h

ESD 的性能依赖于不同的环境条件。Maxim 的可靠性报告记录了完整的测试装置、测试方法和测试结果, 请与 Maxim 联系。

人体模型

图 22 所示为人体模型, 图 23 为它向低阻抗放电时产生的电流波形。这个模型包括一个 100pF 的电容, 它被充电到要求的 ESD 电压, 然后通过 1.5k Ω 的电阻向待测器件放电。

IEC 61000-4-2

IEC 61000-4-2 标准涵盖了 ESD 测试和最终设备的性能; 它并非特别针对集成电路。MAX3301E/MAX3302E 有助于用户设计的设备符合 3 级 IEC 61000-4-2 要求, 而无须额外的 ESD 保护元件。人体模型和 IEC 61000-4-2 之间的主要差别在于 IEC 61000-4-2 具有更高的峰值电流, 因为 IEC 61000-4-2 使用的串联电阻更小。因此, IEC 61000-4-2 测

试所用的 ESD 电压一般低于人体模型所用电压。图 24 所示为 IEC 61000-4-2 模型。气隙放电测试采用充电的探针靠近器件。而接触放电方式是在探针被充电之前先将探针连接到器件。图 25 所示为 IEC 61000-4-2 电流波形。

布局问题

MAX3301E/MAX3302E 的高工作频率使正确的电路板布局相当重要, 以确保稳定性和所有负载下都能维持足够的电压。为实现最佳性能, 需保持旁路电容和 MAX3301E/MAX3302E 之间的距离尽量短。D+ 和 D- 到 USB 连接器之间采用对称的布线。

UCSP 应用信息

关于 UCSP 结构的最新应用细则、尺寸、载带信息、PC 板技术、焊球-焊盘布局、以及推荐的回流焊温度曲线等方面的最新信息, 还有可靠性测试的最新结果, 请参考 Maxim 网站 www.maxim-ic.com.cn/ucsp 上的应用笔记 1891: 晶片级封装(WL-CSP)封装基础。

USB On-the-Go收发器与电荷泵

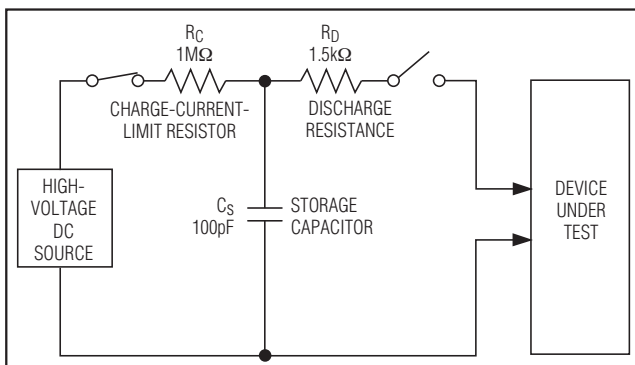


图22. 人体ESD测试模型

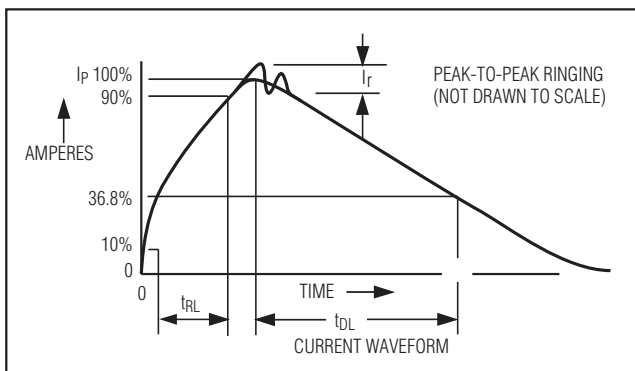


图23. 人体模型电流波形

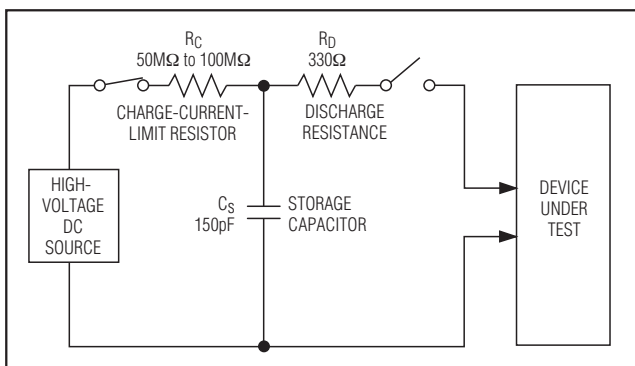


图24. IEC 61000-4-2 ESD测试模型

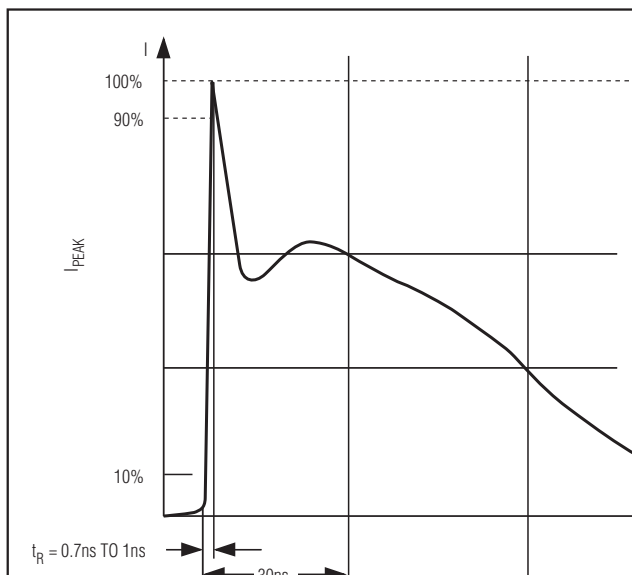


图25. IEC 61000-4-2 电流波形

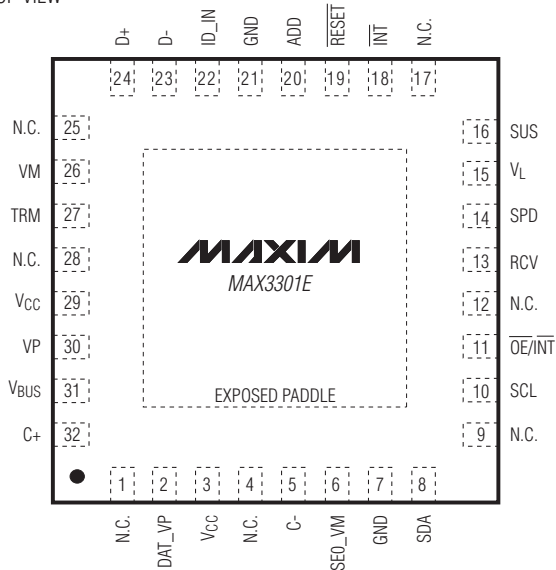
芯片信息

PROCESS: BiCMOS

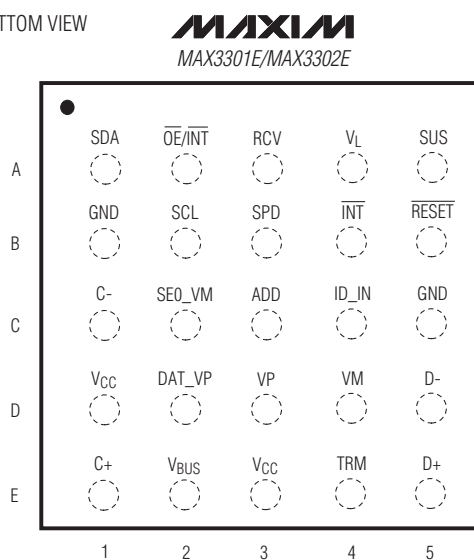
USB On-the-Go收发器与电荷泵

引脚配置

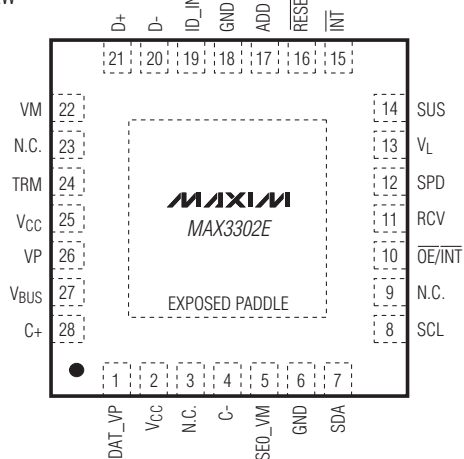
TOP VIEW

TQFN
(5mm x 5mm)

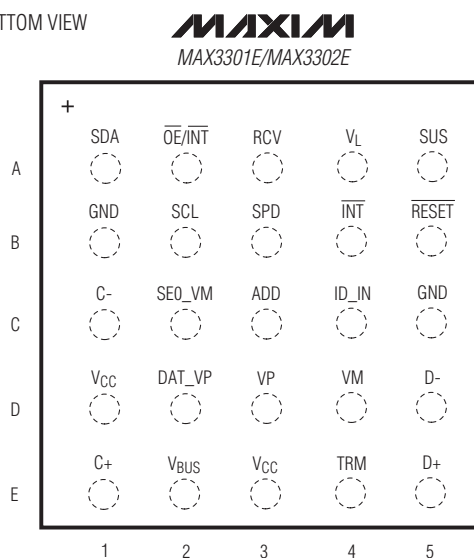
BOTTOM VIEW

UCSP
(2.5mm x 2.5mm)

TOP VIEW

TQFN
(4mm x 4mm)

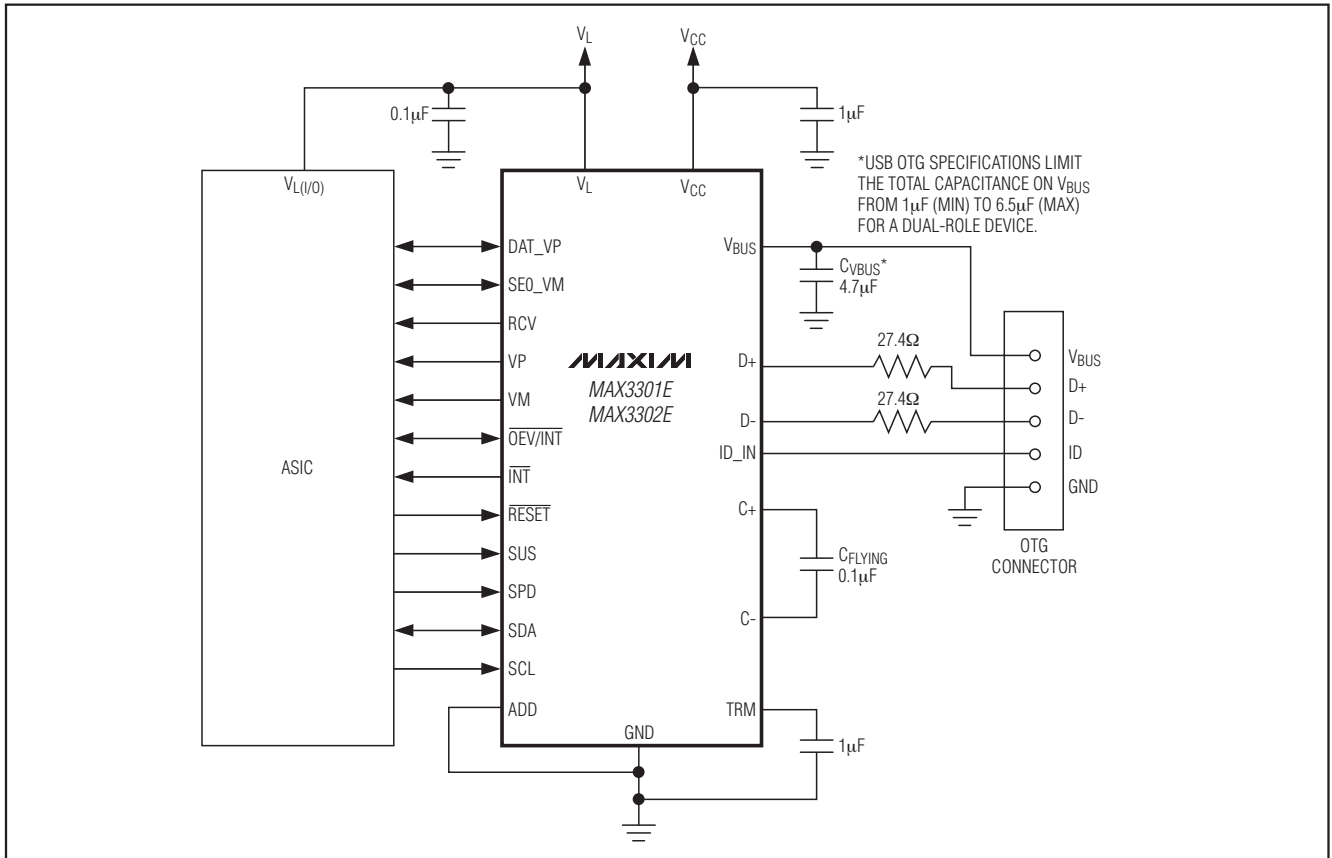
BOTTOM VIEW

WLP PACKAGE
(2.54mm x 2.54mm)

USB On-the-Go收发器与电荷泵

典型工作电路

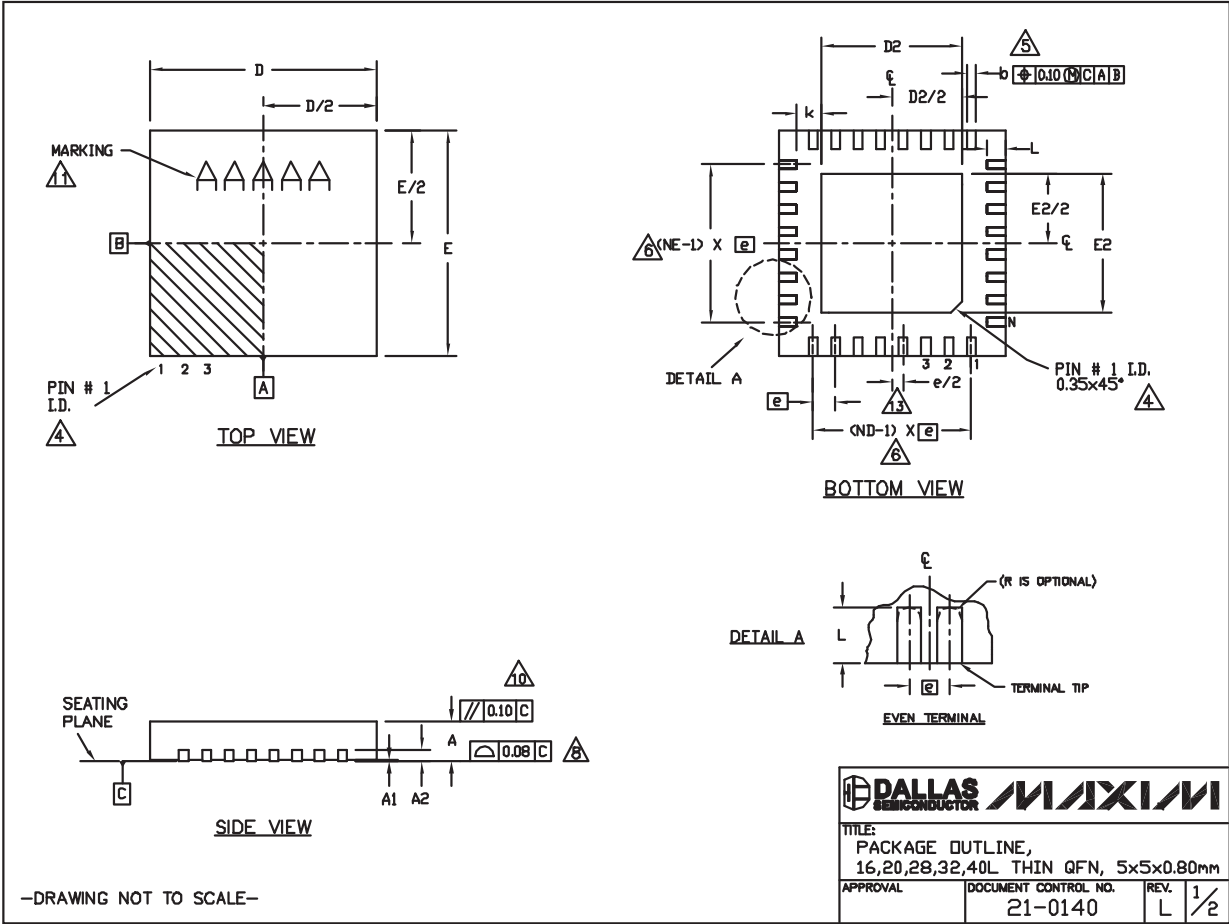
MAX3301E/MAX3302E



USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)



USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外形信息, 请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)

MAX3301E/MAX3302E

COMMON DIMENSIONS															
PKG.	16L 5x5			20L 5x5			28L 5x5			32L 5x5			40L 5x5		
SYMBOL	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A2	0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	0.15	0.20	0.25
D	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.30	0.40	0.50	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50
N	16			20			28			32			40		
ND	4			5			7			8			10		
NE	4			5			7			8			10		
JEDEC	VHFB			VHHC			VHHD-1			VHHD-2			-----		

NOTES:

1. DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
3. N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
4. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
5. DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
6. ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
7. DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
8. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
9. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT EXPOSED PAD DIMENSION FOR T2855-3, T2855-6, T4055-1 AND T4055-2.
10. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
11. MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
12. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
13. LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ± 0.05 .
14. ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED AND PLFREE PARTS.

—DRAWING NOT TO SCALE—

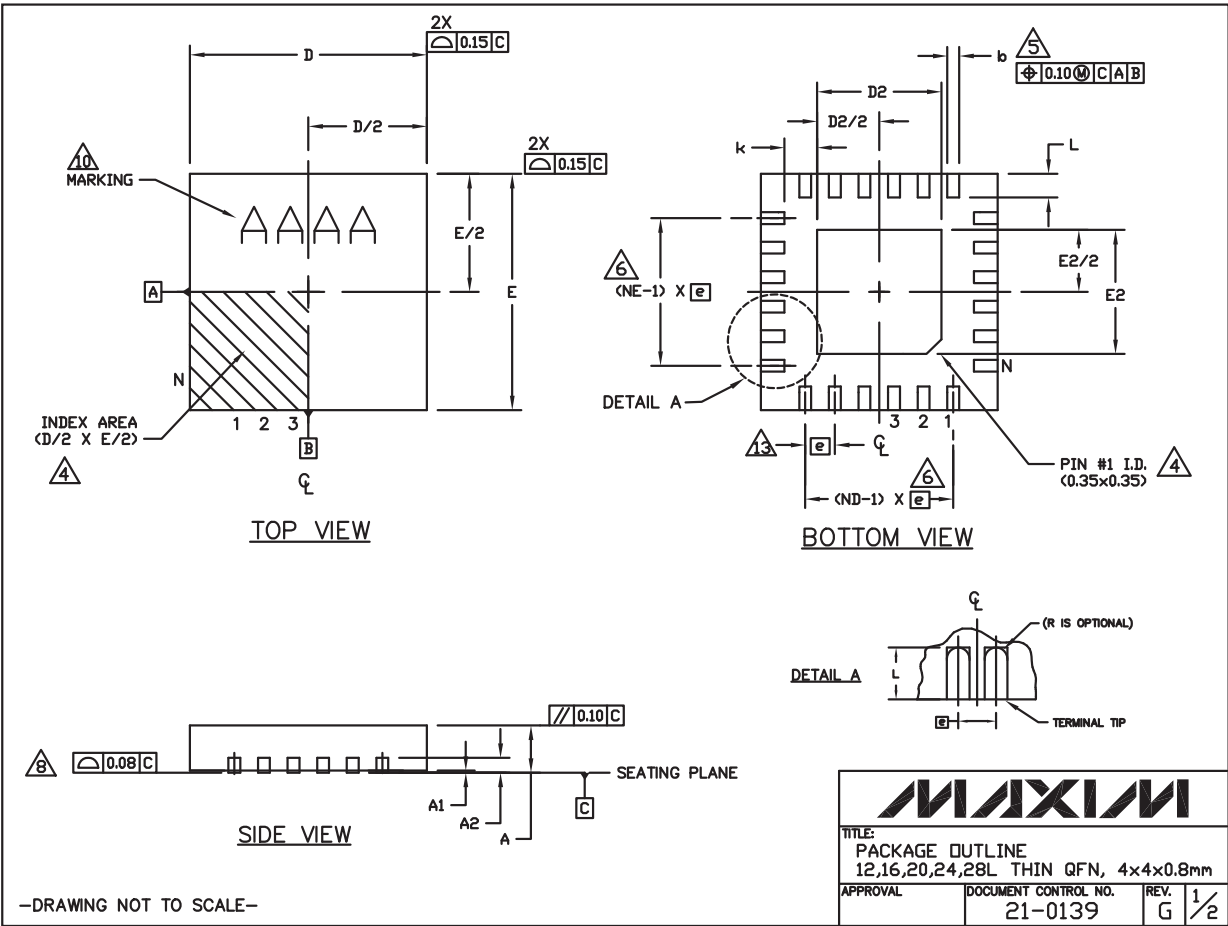
EXPOSED PAD VARIATIONS						
PKG. CODES	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T1655-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T1655-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T1655N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2055MN-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-3	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-4	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-5	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-6	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-7	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-8	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855N-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T3255-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255M-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255-5	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T4055-1	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60
T4055-2	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60
T4055MN-1	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60

			
TITLE: PACKAGE OUTLINE, 16,20,28,32,40L THIN QFN, 5x5x0.80mm			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.	
	21-0140	L	2/2

USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外形信息, 请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)



24L QFN THIN.EPS

USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)

MAX3301E/MAX3302E

COMMON DIMENSIONS															
PKG	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4		
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
A2	0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.18	0.23	0.30	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50
N	12			16			20			24			28		
ND	3			4			5			6			7		
NE	3			4			5			6			7		
Jedec Var.	WGGB			WGGC			WGGD-1			WGGD-2			WGGE		

EXPOSED PAD VARIATIONS						
PKG. CODES	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1644-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1644-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2444-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2444-3	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2444-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2844-1	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60	2.70

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JESD 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25mm AND 0.30mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ± 0.05 .
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
- ALL DIMENSIONS ARE THE SAME FOR LEADED (-) & PbfREE (+) PACKAGE CODES.

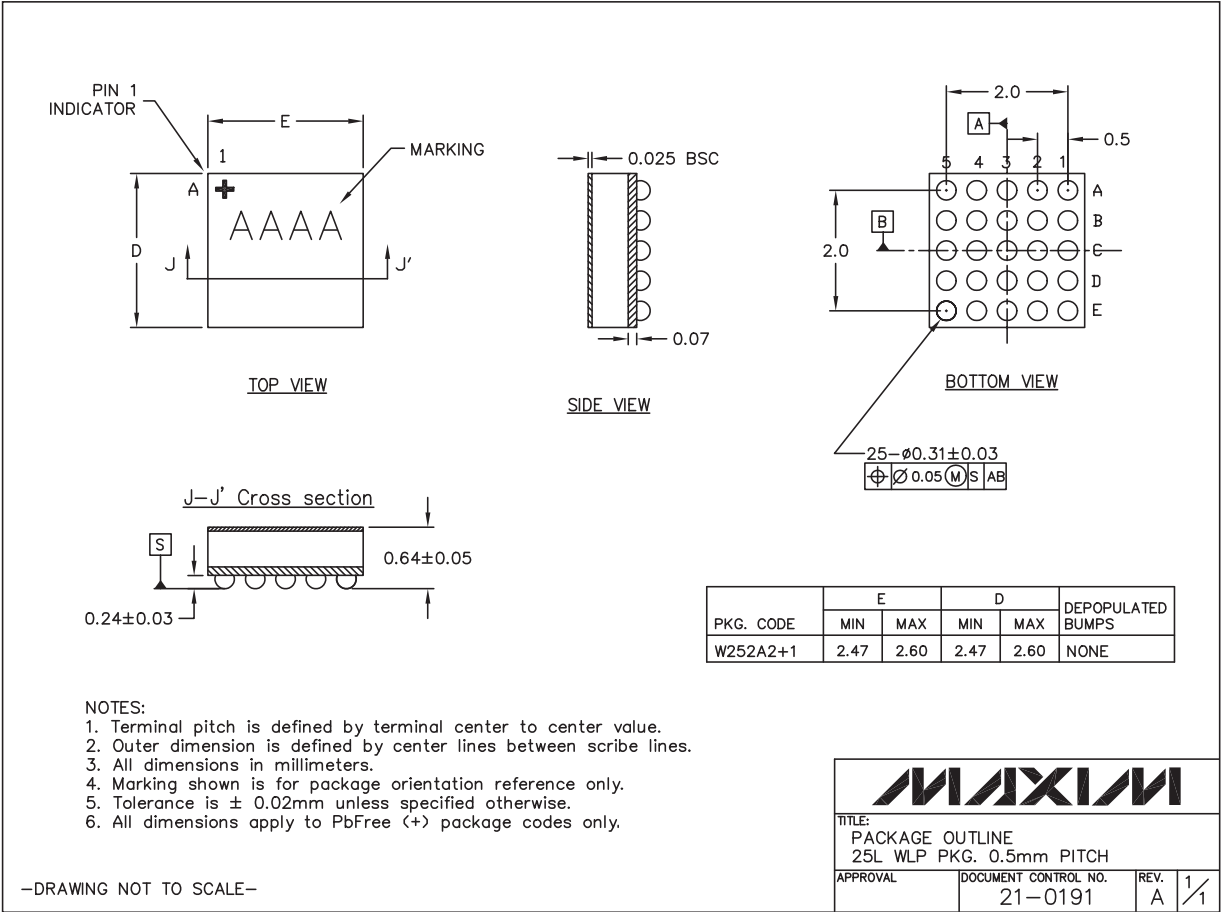
-DRAWING NOT TO SCALE-

MAXIM			
TITLE: PACKAGE OUTLINE 12,16,20,24,28L THIN QFN, 4x4x0.8mm			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0139	REV. G	2/2

USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)

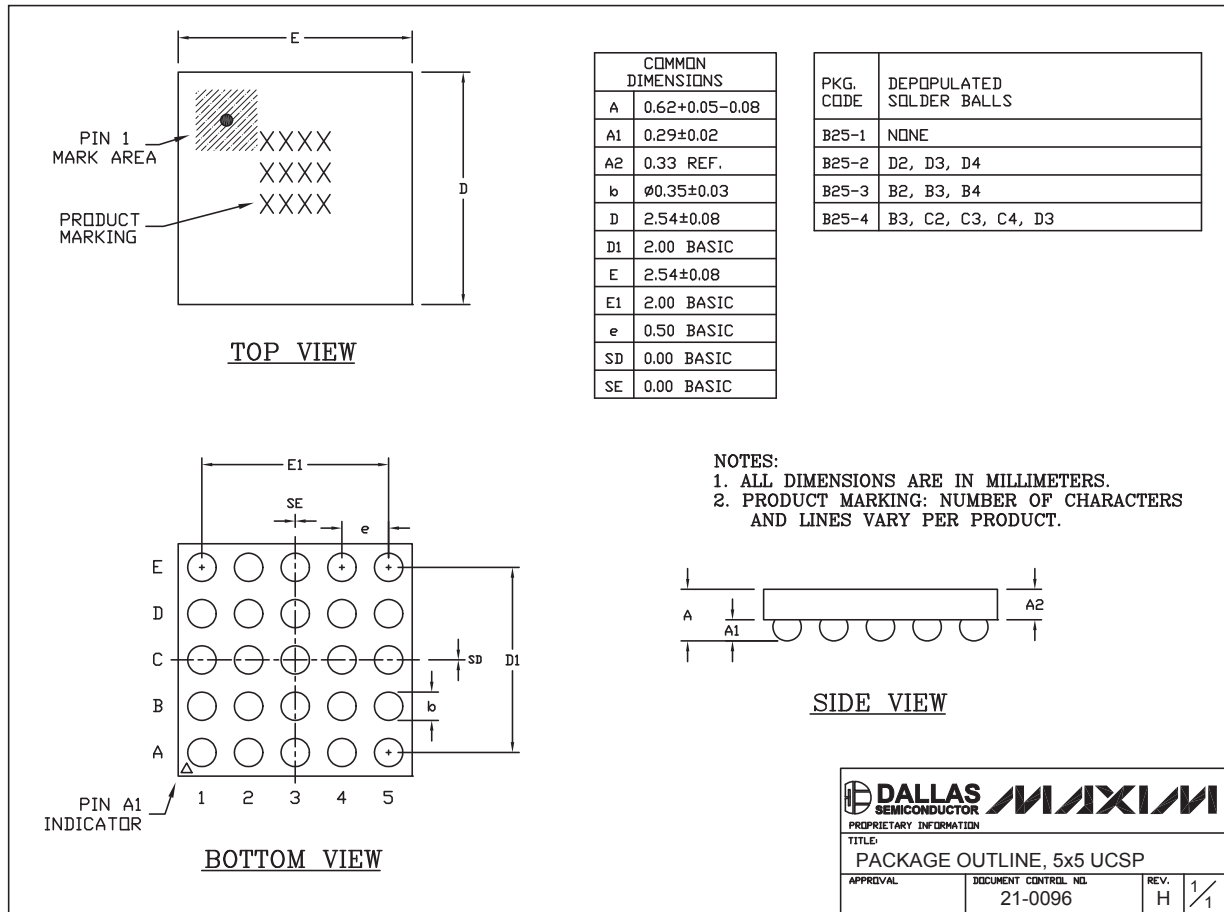


25L WLP EPS

USB On-the-Go收发器与电荷泵

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)



25L UCSP.EPS

MAX3301E/MAX3302E

USB On-the-Go收发器与电荷泵

修订历史

修订次数	修订日期	说明	修改页
0	0	最初版本。	—
1	10/04	修正。	—
2	1/06	发布3302E。	—
3	10/07	增加了新的封装。	1, 2, 4, 9, 10, 30, 36, 37

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。

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