MAX3221E 具有 ±15kV IEC ESD 保护的 3V 至 5.5V 单通道 RS-232 线路驱动器和接收器

1 特性

- 为 RS-232 引脚提供 ESD 保护
  - ±15kV 人体放电模型 (HBM)
  - ±8kV（IEC 61000-4-2，接触放电）
  - ±15kV（IEC 61000-4-2，空气间隙放电）
- 符合或超出 TIA/EIA-232-F 和 ITU v.28 标准的要求
- 由 3V 至 5.5V V_{CC} 电源供电
- 速率高达 250kbit/s
- 一个驱动器和一个接收器
- 低待机电流：1μA（典型值）
- 支持 5V 逻辑输入（3.3V 电源时）
- 自动断电功能可自动禁用驱动器来节省能耗
- 备选高速器件 (1Mbit/s)
  - SN75C3221E 和 SN65C3221E

2 应用

- 工业 PC
- 有线网络
- 数据中心和企业级计算
- 电池供电型系统
- PDA
- 笔记本电脑
- 便携式计算机
- 掌上电脑
- 手持设备

3 说明

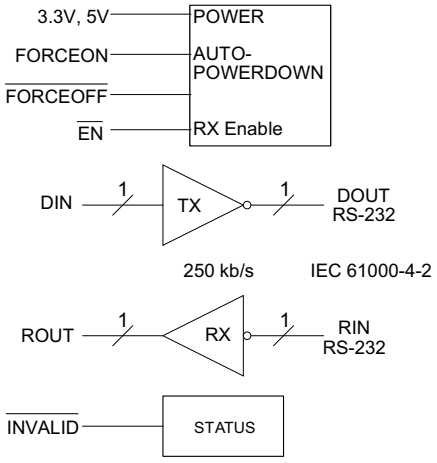
MAX3221E 是一个单驱动器、单接收器 RS-232 解决方案，通过单个 V_{CC} 电源供电。RS-232 引脚提供 IEC 61000-4-2 ESD 保护。该器件符合 TIA/EIA-232-F 的要求并在异步通信控制器与串行端口连接器之间提供电气接口。电荷泵和四个小型外部电容器支持由单个 3V 至 5.5V 电源供电。这些器件以高达 250kbit/s 的数据信号传输速率和最高 30V/μs 的驱动器输出压摆率运行。

可提供灵活的电源管理控制选项。当接收器断开连接或远程驱动器断电时，自动断电功能会禁用驱动器和电荷泵。可以手动启用或禁用驱动器。当接收器输入断开或断电时，$\overline{\text{INVALID}}$ 输出变为低电平。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
MAX3221E	SSOP（DB，16）	6.2mm × 7.8mm
	TSSOP（PW，16）	5mm × 6.4mm
	SOT-23-THN（DYY，16）	4.2mm × 2mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 11。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

方框图

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 引脚配置和功能.....3
5 规格.....4
5.1 绝对最大额定值.....4
5.2 ESD 等级.....4
5.3 ESD 等级 - IEC 规格.....4
5.4 建议运行条件.....5
5.5 热性能信息.....5
5.6 电气特性.....5
5.7 电气特性：驱动器.....6
5.8 电气特性：接收器.....6
5.9 电气特性：自动断电.....6
5.10 开关特性：驱动器.....7
5.11 开关特性：接收器.....7
5.12 开关特性：自动断电.....7
5.13 典型特性.....8
6 参数测量信息.....9
7 详细说明.....12
7.1 概述.....12
7.2 功能方框图.....12
7.3 特性说明.....12
7.4 器件功能模式.....13
8 应用和实施.....14
8.1 应用信息.....14
8.2 典型应用.....14
8.3 电源相关建议.....15
8.4 布局.....16
9 器件和文档支持.....17
9.1 接收文档更新通知.....17
9.2 支持资源.....17
9.3 商标.....17
9.4 静电放电警告.....17
9.5 术语表.....17
10 修订历史记录.....17
11 机械、封装和可订购信息.....18

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

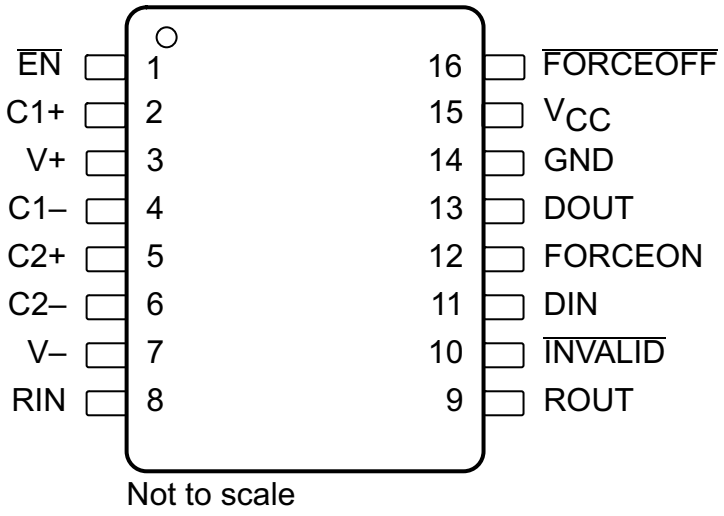


图 4-1. DB、PW 或 DYY 封装
16 引脚 SSOP、TSSOP 或 SOT-23-THN
（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
C1+	2	—	电压加倍器电荷泵电容器的正极端子
C2+	5		
C1–	4	—	电压加倍器电荷泵电容器的负极端子
C2–	6		
DIN	11	I	驱动器输入
DOUT	13	O	RS-232 驱动器输出
$\overline{EN}$	1	I	低输入会启用接收器 ROUT 输出。高输入会将 ROUT 设置为高阻抗。
$\overline{FORCEOFF}$	16	I	自动断电控制输入
FORCEON	12	I	自动断电控制输入
GND	14	—	接地
$\overline{INVALID}$	10	O	输出引脚无效。当 RIN 输入未上电时输出低电平。
RIN	8	I	RS-232 接收器输入
ROUT	9	O	接收器输出
V_{CC}	15	—	3 V 至 5.5 V 的电源电压
V+	3	O	电荷泵生成的 5.5V 电源
V–	7	O	电荷泵生成的 -5.5V 电源

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

			最小值	最大值	单位
V_{CC}	电源电压(2)		-0.3	6	V
V+	正输出电源电压(2)		-0.3	7	V
V –	负输出电源电压(2)		0.3	-7	V
V+ – V –	电源电压差(2)			13	V
V_I	输入电压	DIN、$\overline{\text{FORCEOFF}}$、FORCEON、$\overline{\text{EN}}$	-0.3	6	V
		RIN	-25	25	
V_O	输出电压	DOUT	-13.2	13.2	V
		ROUT、$\overline{\text{INVALID}}$	-0.3	V_{CC} + 0.3	
T_J	工作虚拟结温			150	°C
T_{stg}	贮存温度		-65	150	°C

(1) 超出*绝对最大额定值*运行可能会对器件造成永久损坏。*绝对最大额定值*并不表示器件在这些条件下或在*建议运行条件*以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出“建议运行条件”但在*绝对最大额定值*范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。
(2) 所有电压均以网络 GND 为基准。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$ 静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准(1)	引脚 8 和 13	±15000	V
		所有其他引脚	±2000	
	充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101(2)	所有引脚	±1500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 ESD 等级 - IEC 规格

			值	单位
$V_{(ESD)}$ 静电放电	IEC 61000-4-2 接触放电，DOUT 和 RIN (1) (2)	引脚 8 和 13	±8000	V
	IEC 61000-4-2 空气间隙放电，DOUT 和 RIN (1) (2)		±15000	

(1) 在 VCC 和 GND 之间至少需要一个 1μF 电容器才能满足指定的 IEC-ESD 等级要求。
(2) 为优化 DYY 封装的 IEC ESD 性能，建议在直接连接到电源或地的所有逻辑输入上连接串联电阻（≥ 50Ω），以更大限度地减少流入或流出逻辑引脚的瞬态电流。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.4 建议运行条件

请参阅 图 8-1 (1)

				最小值	标称值	最大值	单位
	电源电压		V_{CC} = 3.3V	3	3.3	3.6	V
			V_{CC} = 5V	4.5	5	5.5	
V_{IH}	驱动器和控制高电平输入电压	DIN、$\overline{FORCEOFF}$、FORCEON、$\overline{EN}$	V_{CC} = 3.3V	2			V
			V_{CC} = 5V	2.4			
V_{IL}	驱动器和控制低电平输入电压	DIN、$\overline{FORCEOFF}$、FORCEON、$\overline{EN}$				0.8	V
V_I	驱动器和控制输入电压	DIN、$\overline{FORCEOFF}$、FORCEON		0		5.5	V
V_I	接收器输入电压			-25		25	V
T_A	自然通风条件下的工作温度范围	MAX3221EC		0		70	°C
		MAX3221EI		-40		85	

(1) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1μF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047μF，C2 – C4 = 0.33μF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

5.5 热性能信息

热指标(1)		MAX3221E			单位
		DB (SSOP)	PW (TSSOP)	DYY (SOT-23-THN)	
		16 引脚	16 引脚	16 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	105.8	110.9	120.0	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	51.9	41.7	56.8	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	57.6	57.2	51.3	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	14.1	4.2	2.6	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	56.8	56.6	50.9	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅*半导体和 IC 封装热指标*应用报告。

5.6 电气特性

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(2)

参数			测试条件		最小值	典型值(1)	最大值	单位
I_I	输入漏电流	$\overline{FORCEOFF}$、FORCEON、$\overline{EN}$				±0.01	±1	μA
I_{CC}	电源电流	自动断电禁用	V_{CC} = 3.3V 或 5V，T_A = 25°C	无负载，$\overline{FORCEOFF}$ 和 FORCEON 处于 V_{CC}		0.3	1	mA
		断电		无负载，$\overline{FORCEOFF}$ 处于 GND		1	10	μA
		自动断电启用		无负载，$\overline{FORCEOFF}$ 处于 V_{CC}，FORCEON 处于 GND，所有 RIN 均为开路或接地		1	10	

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。
(2) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1μF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047μF，C2 – C4 = 0.33μF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.7 电气特性：驱动器

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(3)

参数		测试条件			最小值	典型值(1)	最大值	单位
V_{OH}	高电平输出电压	DOUT，R_L = 3kΩ 至 GND，	DIN = GND		5	5.4		V
V_{OL}	低电平输出电压	DOUT，R_L = 3kΩ 至 GND，	DIN = V_{CC}		-5	-5.4		V
I_{IH}	高电平输入电流	V_I = V_{CC}				±0.01	±1	μA
I_{IL}	低电平输入电流	V_I = GND				±0.01	±1	μA
I_{OS}	短路输出电流(2)	V_{CC} = 3.6V，	V_O = 0V			±35	±60	mA
		V_{CC} = 5.5V，	V_O = 0V			±35	±60	
r_o	输出电阻	V_{CC}、V+ 和 V– = 0V，	V_O = ±2V		300	10M		Ω
I_{off}	输出漏电流	$\overline{FORCEOFF}$ = GND	V_O = ±12V，	V_{CC} = 3V 至 3.6V			±25	μA
			V_O = ±10V，	V_{CC} = 4.5V 至 5.5V			±25	

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。
(2) 应控制短路持续时间，以防止超过器件的绝对功率耗散额定值，并且一次不应短接多个输出。
(3) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1μF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047μF，C2 – C4 = 0.33μF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

5.8 电气特性：接收器

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(2)

参数		测试条件	最小值	典型值(1)	最大值	单位
V_{OH}	高电平输出电压	I_{OH} = -1mA	V_{CC} – 0.6	V_{CC} – 0.1		V
V_{OL}	低电平输出电压	I_{OL} = 1.6mA			0.4	V
V_{IT+}	正向输入阈值电压	V_{CC} = 3.3V		1.6	2.4	V
		V_{CC} = 5V		1.9	2.4	
V_{IT-}	负向输入阈值电压	V_{CC} = 3.3V	0.6	1.1		V
		V_{CC} = 5V	0.8	1.4		
V_{hys}	输入迟滞 (V_{IT+} – V_{IT-})			0.5		V
I_{off}	输出漏电流	$\overline{EN}$ = V_{CC}		±0.05	±10	μA
r_i	输入电阻	V_I = ±3V 至 ±25V	3	5	7	kΩ

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。
(2) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1μF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047μF，C2 – C4 = 0.33μF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

5.9 电气特性：自动断电

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内（除非另外注明）

参数		测试条件	最小值	最大值	单位
$V_{T+(valid)}$	$\overline{INVALID}$ 高电平输出电压的接收器输入阈值	FORCEON = GND， $\overline{FORCEOFF}$ = V_{CC}		2.7	V
$V_{T-(valid)}$	$\overline{INVALID}$ 高电平输出电压的接收器输入阈值	FORCEON = GND， $\overline{FORCEOFF}$ = V_{CC}	-2.7		V
$V_{T(invalid)}$	I $\overline{NVALID}$ 低电平输出电压的接收器输入阈值	FORCEON = GND， $\overline{FORCEOFF}$ = V_{CC}	-0.3	0.3	V
V_{OH}	$\overline{INVALID}$ 高电平输出电压	I_{OH} = –1mA，FORCEON = GND，$\overline{FORCEOFF}$ = V_{CC}	V_{CC} – 0.6		V
V_{OL}	$\overline{INVALID}$ 低电平输出电压	I_{OL} = 1.6mA，FORCEON = GND，$\overline{FORCEOFF}$ = V_{CC}		0.4	V

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.10 开关特性：驱动器

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(3)

参数		测试条件		最小值	典型值(1)	最大值	单位
	最大数据速率	C_L = 1000pF，	R_L = 3kΩ，	150	250		kbit/s
$t_{sk(p)}$	脉冲偏移(2)	C_L = 150pF 至 2500pF，	R_L = 3kΩ 至 7kΩ， 请参阅图 6-2		100		ns
SR(tr)	压摆率，转换区域（请参阅图 6-1）	V_{CC} = 3.3V，R_L = 3kΩ 至 7kΩ	C_L = 150pF 至 1000pF	6		30	V/µs
			C_L = 150pF 至 2500pF	4		30	

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。
(2) 脉冲偏移定义为同一器件每个通道的 $|t_{PLH} - t_{PHL}|$。
(3) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1µF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047µF，C2 – C4 = 0.33µF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

5.11 开关特性：接收器

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(3)

参数		测试条件	典型值(1)	单位
t_{PLH}	传播延迟时间，低电平到高电平输出	C_L = 150pF，请参阅图 6-3	150	ns
t_{PHL}	传播延迟时间，高电平到低电平输出	C_L = 150pF，请参阅图 6-3	150	ns
t_{en}	输出使能时间	C_L = 150pF，R_L = 3kΩ，请参阅图 6-4	200	ns
t_{dis}	输出禁用时间	C_L = 150pF，R_L = 3kΩ，请参阅图 6-4	200	ns
$t_{sk(p)}$	脉冲偏移(2)	请参阅图 6-3	50	ns

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。
(2) 脉冲偏移定义为同一器件每个通道的 $|t_{PLH} - t_{PHL}|$。
(3) 测试条件为 C1 – C4 = 0.1µF (V_{CC} = 3.3V ± 0.3V)；C1 = 0.047µF，C2 – C4 = 0.33µF (V_{CC} = 5V ± 0.5V)。

5.12 开关特性：自动断电

在推荐的电源电压范围及自然通风条件下的工作温度范围内（除非另有说明）

参数		典型值(1)	单位
t_{valid}	传播延迟时间，低电平到高电平输出	1	µs
$t_{invalid}$	传播延迟时间，高电平到低电平输出	30	µs
t_{en}	电源使能时间	100	µs

(1) 所有典型值均在 V_{CC} = 3.3V 或 V_{CC} = 5V 且 T_A = 25°C 时测得。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.13 典型特性

T_A = 25°C，V_{CC} = 3.3V

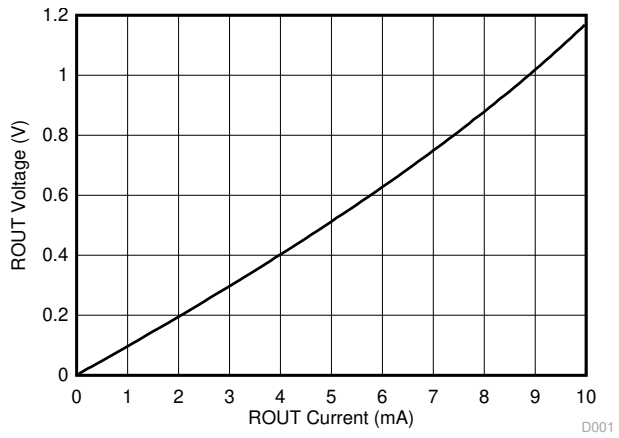


图 5-1. 接收器 VOL 与负载电流间的关系

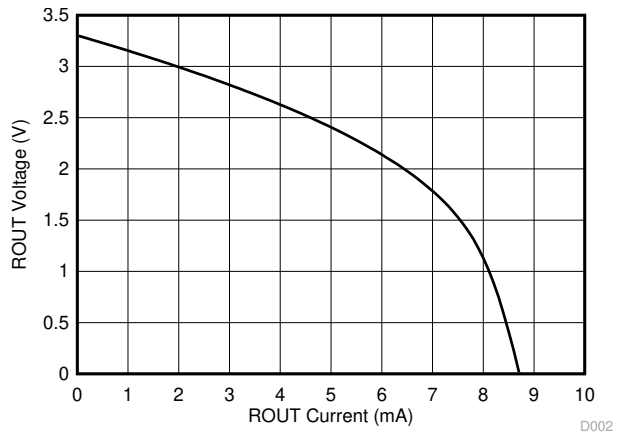


图 5-2. 接收器 VOH 与负载电流间的关系

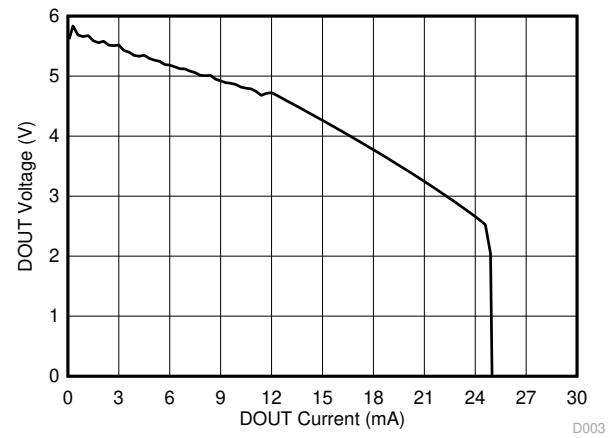


图 5-3. 驱动器 VOH 与负载电流间的关系

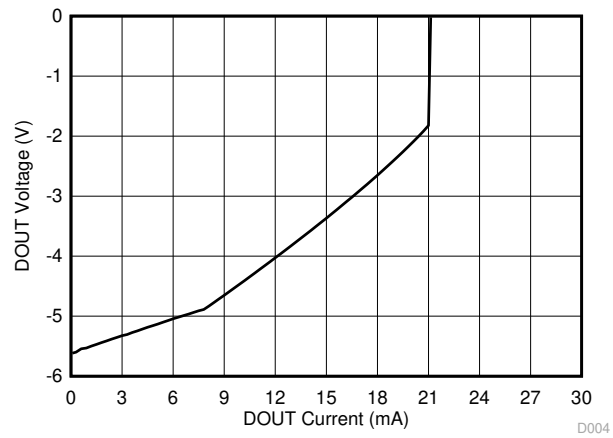
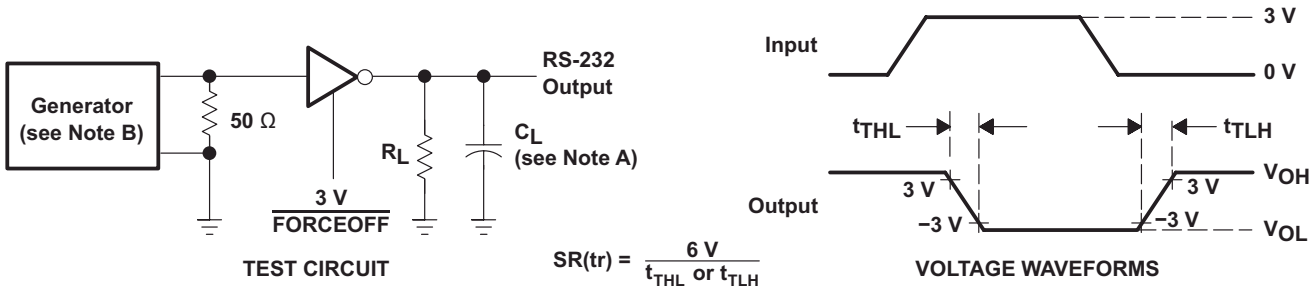


图 5-4. 驱动器 VOL 与负载电流间的关系

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

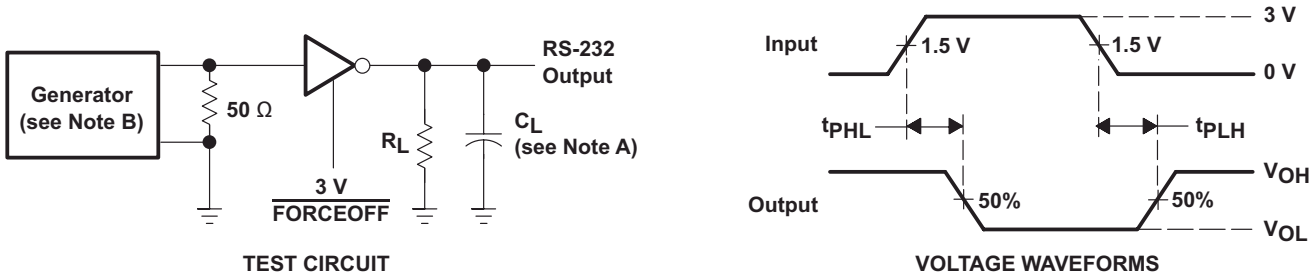
6 参数测量信息



A. C_L 包括探针和夹具电容。

B. 脉冲发生器具有以下特性：PRR = 250kbps，Z_O = 50Ω，50% 占空比，t_r ≤ 10ns，t_f ≤ 10ns。

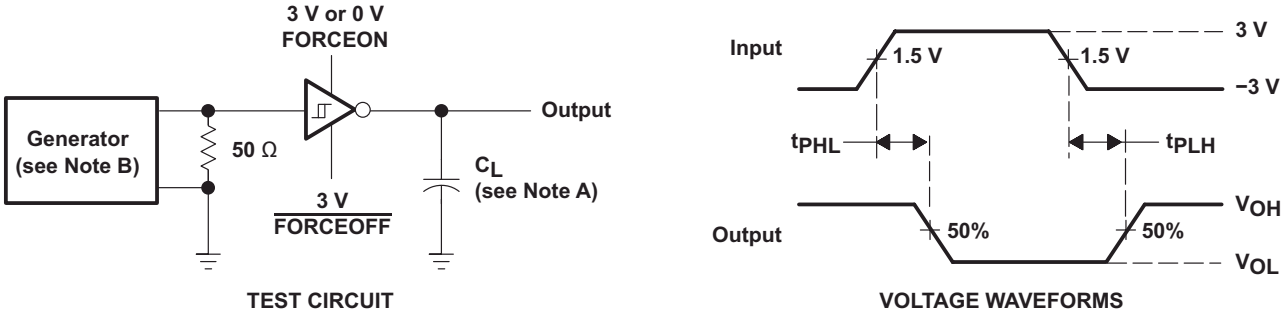
图 6-1. 驱动器压摆率



A. C_L 包括探针和夹具电容。

B. 脉冲发生器具有以下特性：PRR = 250kbps，Z_O = 50Ω，50% 占空比，t_r ≤ 10ns，t_f ≤ 10ns。

图 6-2. 驱动器脉冲偏移

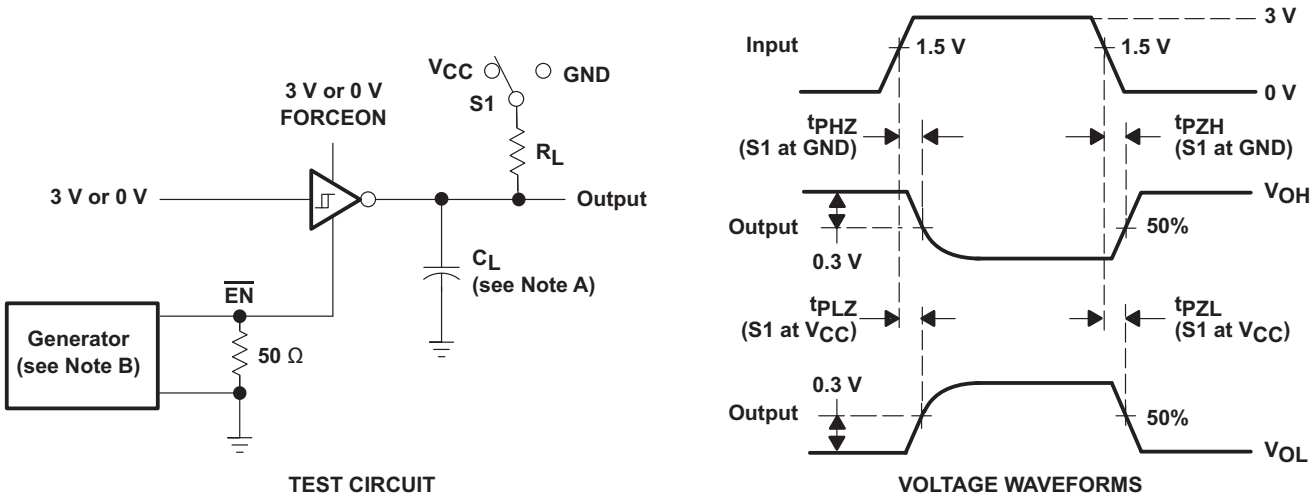


A. C_L 包括探针和夹具电容。

B. 脉冲发生器具有以下特性：Z_O = 50Ω，50% 占空比，t_r ≤ 10ns，t_f ≤ 10ns。

图 6-3. 接收器传播延迟时间

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated



A. C_L 包括探针和夹具电容。

B. 脉冲发生器具有以下特性：Z_O = 50 Ω，50% 占空比，t_r ≤ 10ns，t_f ≤ 10ns。

C. t_{PLZ} 和 t_{PHZ} 与 t_{dis} 一样。

D. t_{PZL} 和 t_{PZH} 与 t_{en} 一样。

图 6-4. 接收器启用和禁用时间

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

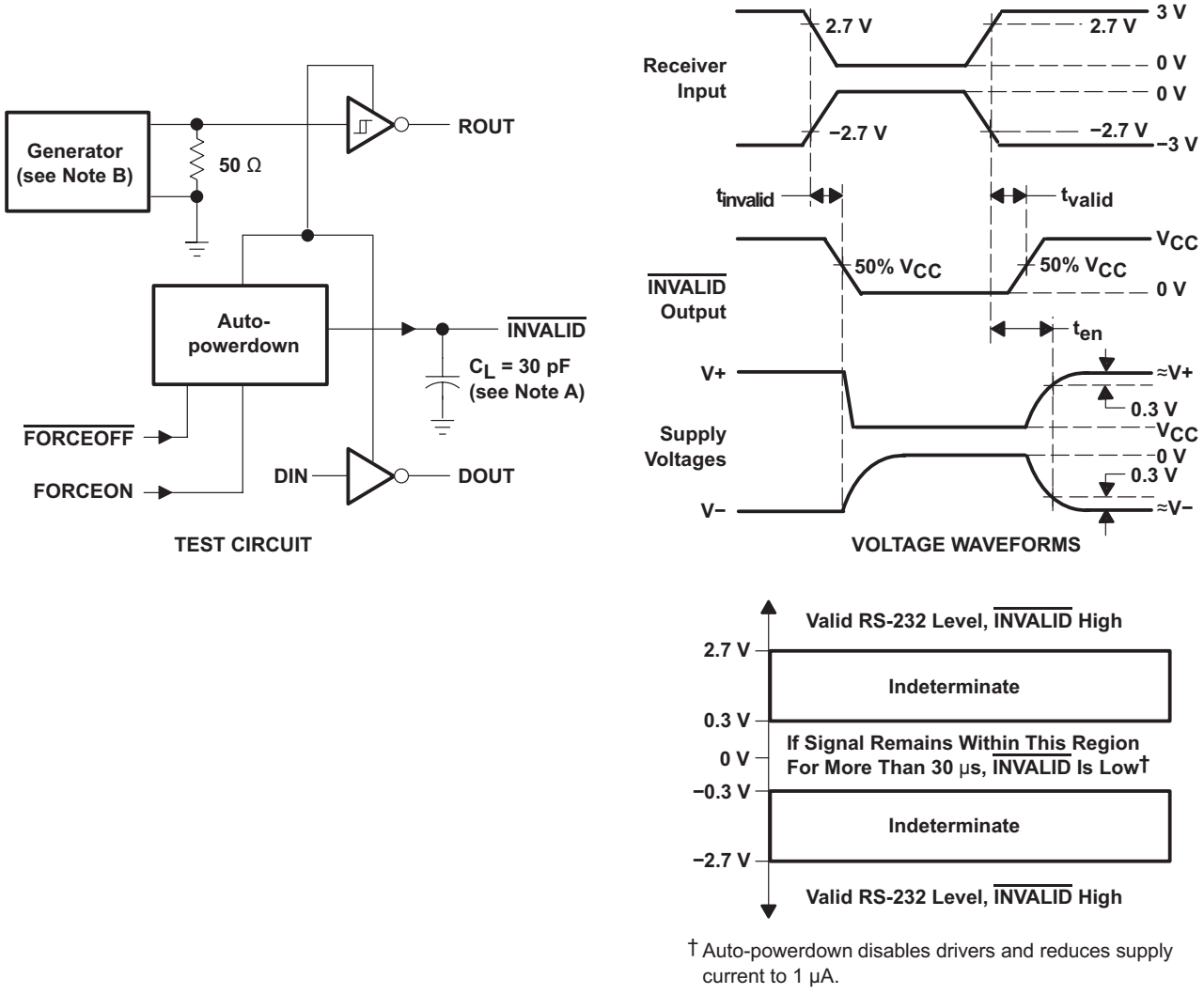


图 6-5. $\overline{\text{INVALID}}$ 传播延迟时间和驱动器启用时间

7 详细说明

7.1 概述

MAX3221E 是一个单驱动器、单接收器 RS-232 解决方案，通过单个 V_{CC} 电源供电。RS-232 引脚提供 IEC 61000-4-2 ESD 保护。该器件符合 TIA/EIA-232-F 的要求并在异步通信控制器与串行端口连接器之间提供电气接口。电荷泵和四个小型外部电容器支持由单个 3V 至 5.5V 电源供电。这些器件以高达 250kbit/s 的数据信号传输速率和最高 30V/µs 的驱动器输出压摆率运行。

串行端口处于非活动状态时，可提供灵活的电源管理控制选项。当 FORCEON 为低电平且 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 为高电平时，自动断电功能启用。在这种运行模式下，如果器件在接收器输入中未感应到有效的 RS-232 信号，则禁用驱动器输出。如果 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 设定为低电平且 $\overline{\text{EN}}$ 为高电平，则驱动器和接收器均关闭，且电源电流降低至 1 µA。断开串行端口的连接或关闭外围驱动器会导致发生自动断电情况。当 FORCEON 和 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 均为高电平时，可禁用自动断电。启用自动断电的情况下，向接收器输入施加有效信号时，器件会自动激活。$\overline{\text{INVALID}}$ 输出会通知用户接收器输入端是否存在 RS-232 信号。如果接收器输入电压大于 2.7V 或小于 –2.7V，或者介于 –0.3V 至 0.3V 之间的时间少于 30 µs，则 $\overline{\text{INVALID}}$ 为高电平（有效数据）。如果接收器输入电压在 –0.3V 至 0.3V 之间的时间超过 30 µs，则 $\overline{\text{INVALID}}$ 为低电平（无效数据）。有关接收器输入电平的信息，请参阅图 6-1。

7.2 功能方框图

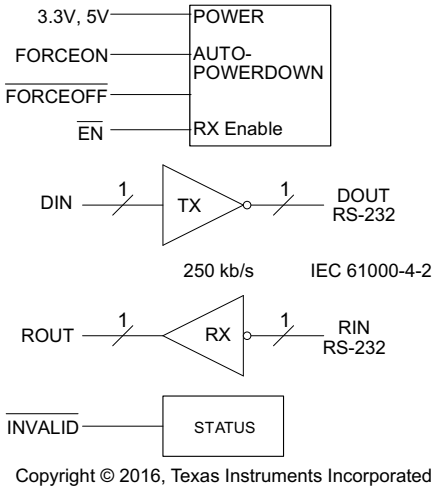


图 7-1. 逻辑图（正逻辑）

7.3 特性说明

7.3.1 电源

电源块使用电荷泵（需要四个外部电容器）来增加、反转和调节 V+ 和 V- 引脚上的电压。驱动器的自动断电功能由 FORCEON 和 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 输入控制。接收器由 $\overline{\text{EN}}$ 输入控制。当 MAX3221E 未供电时，它可以安全地连接到有源远程 RS-232 器件。

7.3.2 RS-232 驱动程序

一个驱动器将标准逻辑电平连接到 RS-232 电平。DIN 输入必须为有效高电平或低电平。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.3.3 RS-232 接收器

一个接收器将 RS-232 电平连接到标准逻辑电平。开路输入将导致 ROUT 上的高输出。RIN 输入包括一个内部标准 RS-232 负载。$\overline{EN}$ 引脚上的逻辑高电平输入会关断接收器输出。

7.3.4 RS-232 状态

当 RIN 输入未上电的时间超过 30µs 时，$\overline{INVALID}$ 输出变为低电平。当接收器具有有效输入时，$\overline{INVALID}$ 输出变为高电平。无论 FORCEON 和 $\overline{FORCEOFF}$ 输入如何，当 V_{CC} 加电时，$\overline{INVALID}$ 输出会激活（请参阅表 7-3）。

7.4 器件功能模式

表 7-1、表 7-2 和表 7-3 显示了驱动器、接收器和 $\overline{INVALID}$ 功能在所有可能的相关输入组合下的行为。

表 7-1. 功能表（每个驱动器）(1)

输入				输出 DOUT	驱动器状态
DIN	FORCEON	$\overline{FORCEOFF}$	有效的 RIN RS-232 电平		
X	X	L	X	Z	断电
L	H	H	X	H	正常运行，禁用自动断电
H	H	H	X	L	
L	L	H	是	H	正常运行，启用自动断电
H	L	H	是	L	
L	L	H	否	Z	通过自动断电功能关闭
H	L	H	否	Z	

(1) H = 高压电平，L = 低压电平，X = 不相关，Z = 高阻抗

表 7-2. 每个接收器 (1)

输入			输出 ROUT
RIN	$\overline{EN}$	有效的 RIN RS-232 电平	
L	L	X	H
H	L	X	L
X	H	X	Z
开路	L	否	H

(1) H = 高电平，L = 低电平，X = 不相关，Z = 高阻抗（关），开路 = 输入断开或连接的驱动器关闭

表 7-3. $\overline{INVALID}$ (1)

输入				输出
RIN	FORCEON	$\overline{FORCEOFF}$	$\overline{EN}$	$\overline{INVALID}$
L	X	X	X	H
H	X	X	X	H
开路	X	X	X	L

(1) H = 高电平，L = 低电平，X = 不相关，Z = 高阻抗（关），Open = 输入断开或连接的驱动器关闭

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8 应用和实施

备注

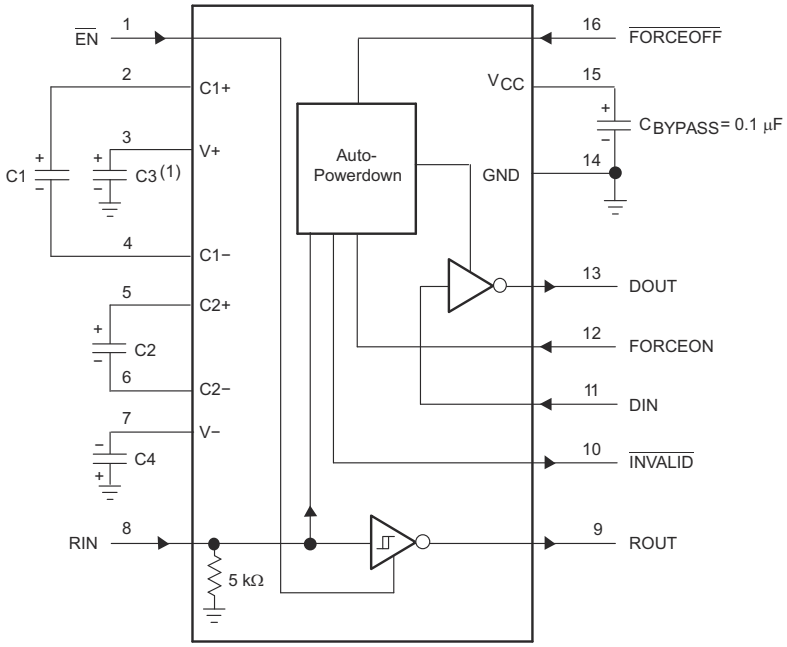
以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客 户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

8.1 应用信息

MAX3221E 线路驱动器和接收器是一款专用器件，适用于 3V 至 5.5V RS-232 通信应用。此应用是此器件的通用实现，其中包含所有必需的外部元件。为确保正常运行，请按图 8-1 所示添加电容器。

8.2 典型应用

ROUT 和 DIN 均连接到 UART 或通用逻辑线路。FORCEON 和 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 可连接通用逻辑线路、接地或连接到 V_{CC}。$\overline{\text{INVALID}}$ 可连接到通用逻辑线路或保持未连接状态。RIN 和 DOUT 线路均连接到 RS-232 连接器或电缆。DIN、FORCEON 和 $\overline{\text{FORCEOFF}}$ 输入不得悬空。



(1) C3 can be connected to V_{CC} or GND.

NOTES: A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown.

V_{CC} vs CAPACITOR VALUES

V_{CC}	C1	C2, C3, and C4
3.3 V ± 0.3 V	0.1 µF	0.1 µF
5 V ± 0.5 V	0.047 µF	0.33 µF
3 V to 5.5 V	0.1 µF	0.47 µF

Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 8-1. 典型工作电路和电容器值

8.2.1 设计要求

- 建议的 V_{CC} 为 3.3V 或 5V。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

– 3V 至 5.5V 也可以
- 建议的最大比特率为 250kbps。
- 使用如图 8-1 中所示的电容器。

8.2.2 详细设计过程

- DIN、$\overline{\text{FORCEOFF}}$ 和 FORCEON 输入都必须连接至有效的低或高逻辑电平。
- 根据 VCC 电平选择电容器值，以实现最佳性能。

8.2.3 应用曲线

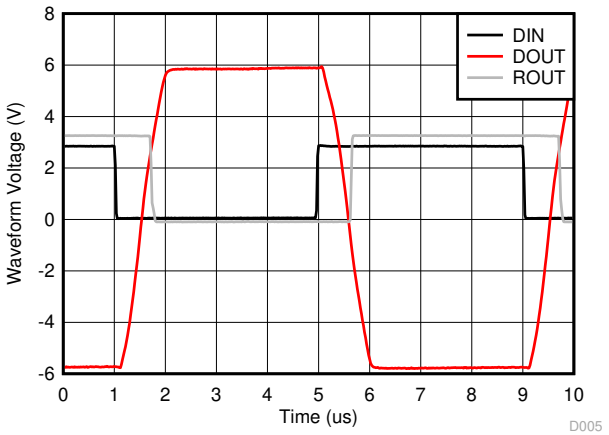


图 8-2. V_{CC} = 3.3V、数据速率 250kbit/s 时的环回波形

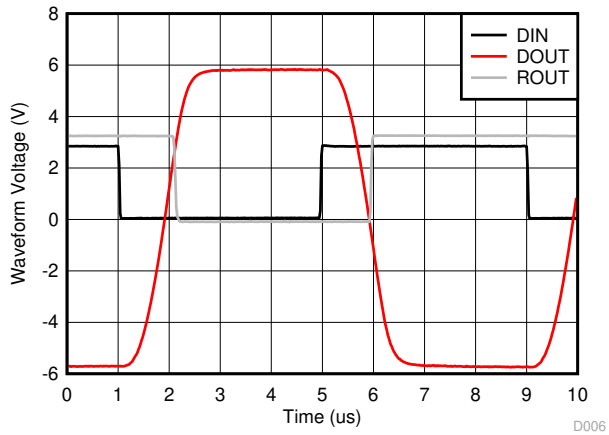


图 8-3. 1nF 负载、V_{CC} = 3.3V、数据速率 250kbit/s 时的环回波形

8.3 电源相关建议

TI 建议使用 0.1µF 电容器来滤除电源引脚上的噪声。要获得额外的滤波器功能，也可以并联添加一个 0.01 µ F 电容器。建议电源输入电压为 *节 5.4* 中的任何有效电平。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.4 布局

8.4.1 布局指南

使外部电容器布线尽量短。这在上升和下降时间最快的 C1 和 C2 节点上更为重要。为了获得更好的 ESD 性能，应使 MAX3221E 接地引脚和电路板接地平面的阻抗尽可能低。在接地引脚的两侧使用宽金属和多个过孔。

8.4.2 布局示例

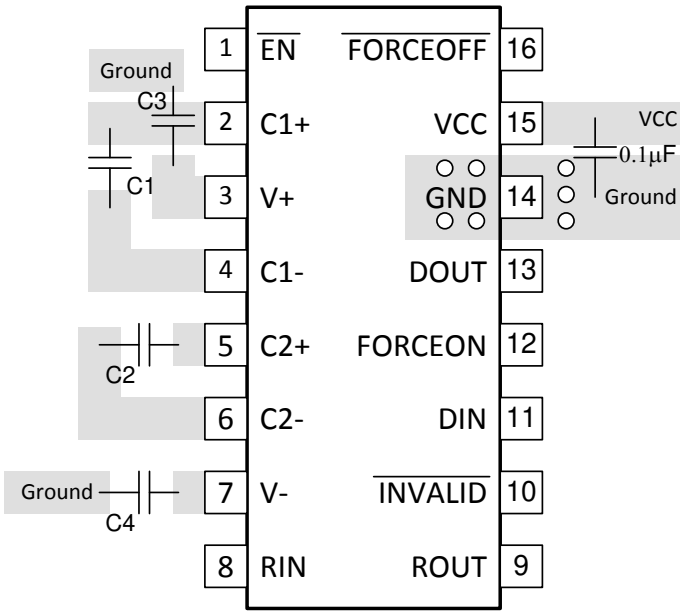


图 8-4. MAX3221E 布局示例

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.2 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

9.3 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

9.4 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.5 术语表

TI 术语表　　本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision D (July 2024) to Revision E (December 2024)	Page
• 向数据表中添加了 SOT-23-THN (DYY) 封装	1
• 向 *ESD 等级 - IEC 规格* 添加了注释 2	4

Changes from Revision C (July 2021) to Revision D (July 2024)	Page
• 将 *器件信息* 表更改为 *封装信息* 表	1
• 在 *ESD 等级* 中将引脚 8 和 11 更改为引脚 8 和 13	4
• 将 *ESD 等级 - IEC 规格* 中的引脚 8 和 11 更改为引脚 8 和 13	4

Changes from Revision B (March 2016) to Revision C (July 2021)	Page
• 更改了 *应用* 列表	1
• 添加了 *ESD 等级 - IEC 规格* 表，并添加了表注以说明满足 IEC ESD 等级的最低要求。	4
• 更改了 *热性能信息* 表中 DB 和 PW 封装对应的值	5

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

Changes from Revision A (May 2006) to Revision B (March 2016) **Page**

- 添加了 *ESD 等级* 表、*特性说明* 部分、*器件功能模式*、*应用和实施* 部分、*电源相关建议* 部分、*布局* 部分、*器件和文档支持* 部分以及 *机械、封装和可订购信息* 部分 1
- 删除了 *订购信息* 表；请参阅数据表末尾的 POA 1
- 更改了 $R_{\theta JA}$ 热性能值：对于 DB 封装，从 82 更改为 92；对于 PW 封装，从 108 更改为 100.3 5

11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
MAX3221ECDBR	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	0 to 70	MP221EC
MAX3221ECDBR.A	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	0 to 70	MP221EC
MAX3221ECDBRG4	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	0 to 70	MP221EC
MAX3221ECPWR	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU | SN	Level-1-260C-UNLIM	0 to 70	MP221EC
MAX3221ECPWR.A	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	0 to 70	MP221EC
MAX3221ECPWRG4	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EC
MAX3221ECPWRG4.A	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EC
MAX3221EIDBR	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIDBR.A	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIDBRG4	Active	Production	SSOP (DB) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIDYYR	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) | 16	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIDYYR.A	Active	Production	SOT-23-THIN (DYY) | 16	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIPWR	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU | SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIPWR.A	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIPWRG4	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI
MAX3221EIPWRG4.A	Active	Production	TSSOP (PW) | 16	2000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	MP221EI

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

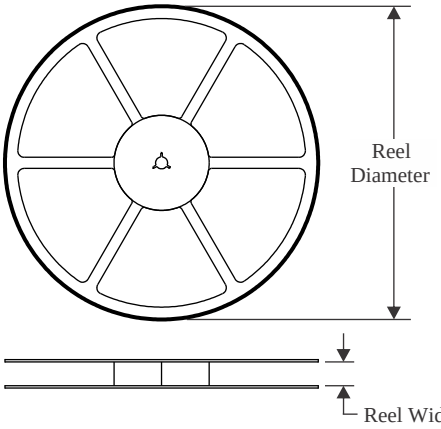
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

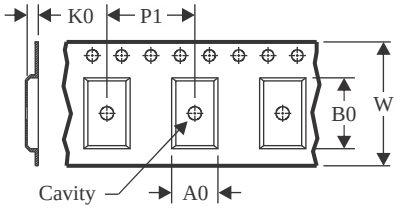
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

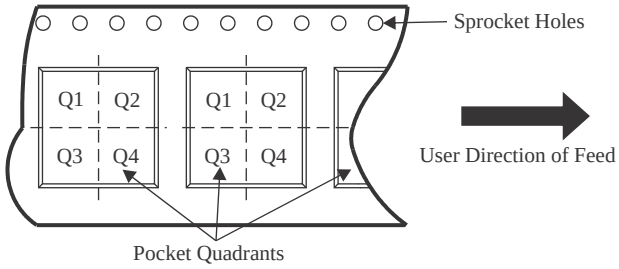


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

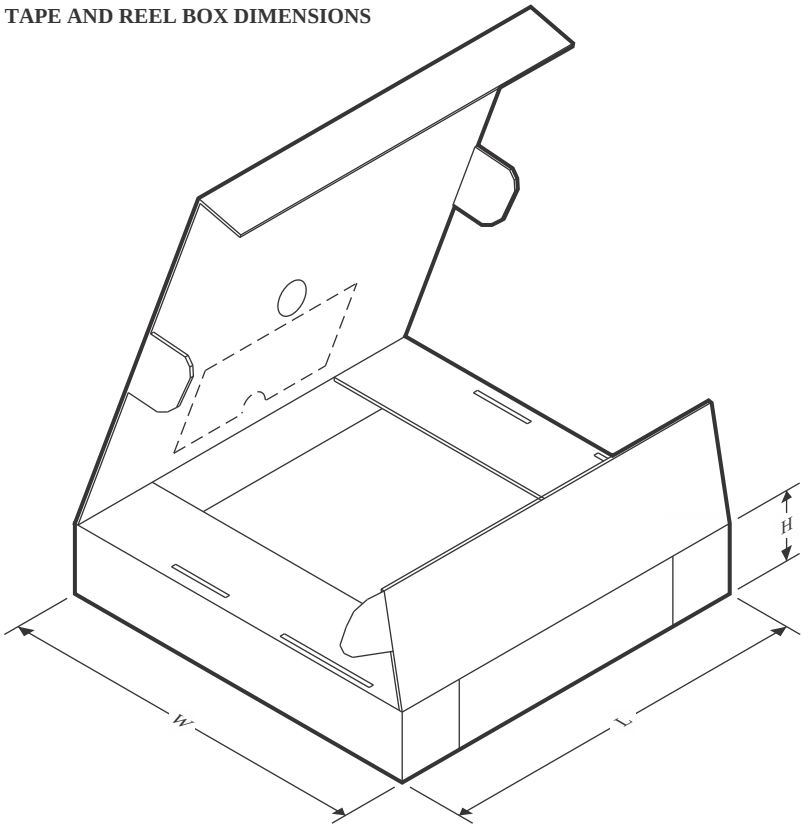
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
MAX3221ECDBR	SSOP	DB	16	2000	330.0	16.4	8.35	6.6	2.4	12.0	16.0	Q1
MAX3221ECPWR	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221ECPWR	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221ECPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221EIDBR	SSOP	DB	16	2000	330.0	16.4	8.35	6.6	2.4	12.0	16.0	Q1
MAX3221EIDYYR	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	330.0	12.4	4.8	3.6	1.6	8.0	12.0	Q3
MAX3221EIPWR	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221EIPWR	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221EIPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
MAX3221EIPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	330.0	12.4	6.9	5.3	1.6	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

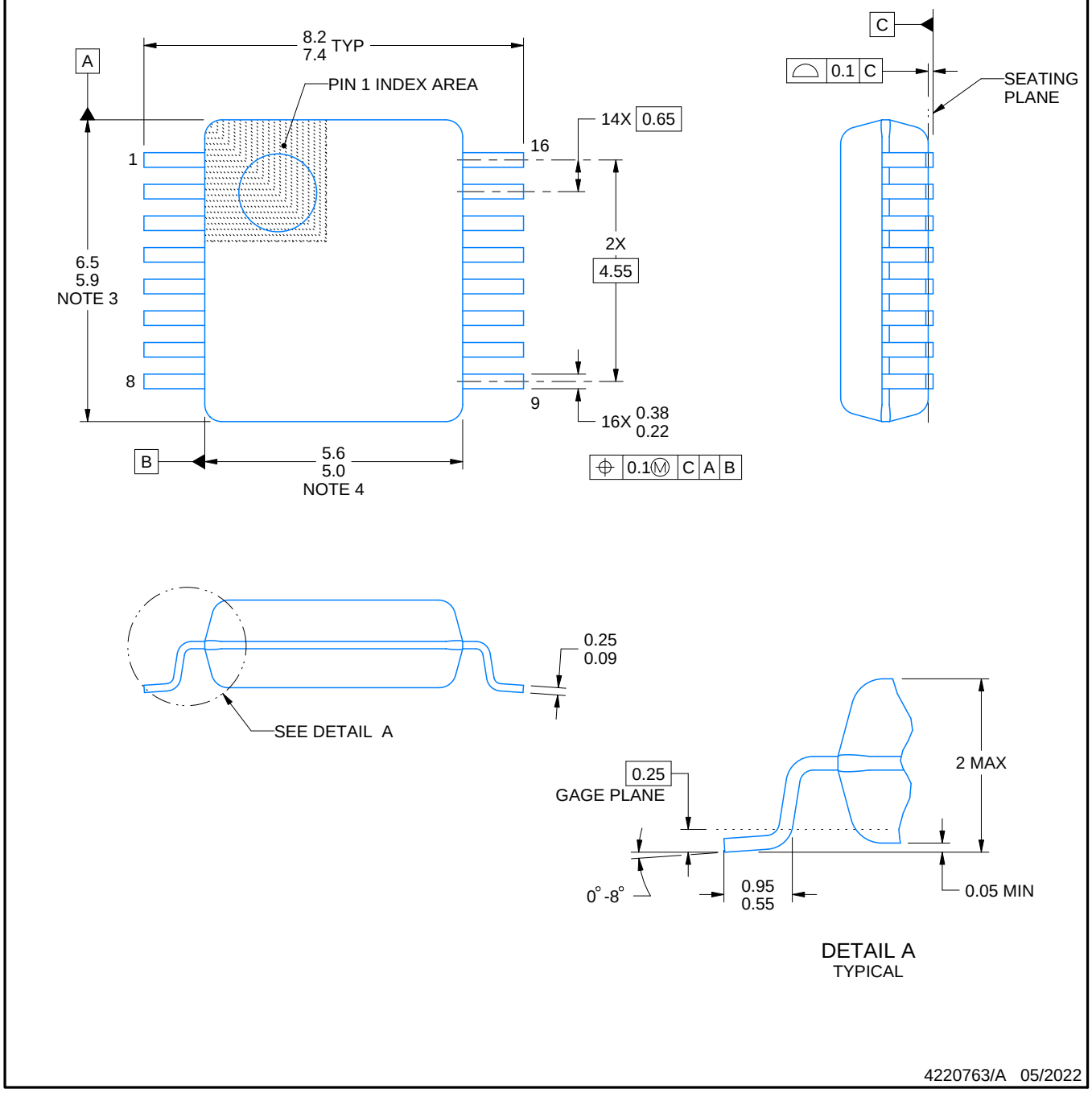
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
MAX3221ECDBR	SSOP	DB	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221ECPWR	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221ECPWR	TSSOP	PW	16	2000	356.0	356.0	35.0
MAX3221ECPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221EIDBR	SSOP	DB	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221EIDYYR	SOT-23-THIN	DYY	16	3000	336.6	336.6	31.8
MAX3221EIPWR	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221EIPWR	TSSOP	PW	16	2000	356.0	356.0	35.0
MAX3221EIPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	353.0	353.0	32.0
MAX3221EIPWRG4	TSSOP	PW	16	2000	367.0	367.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

DB0016A

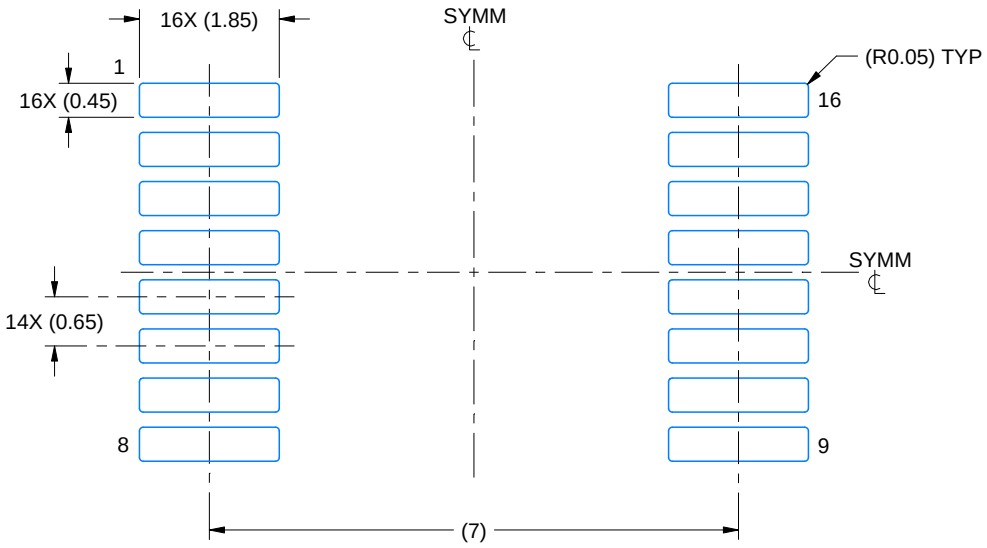
SSOP - 2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE

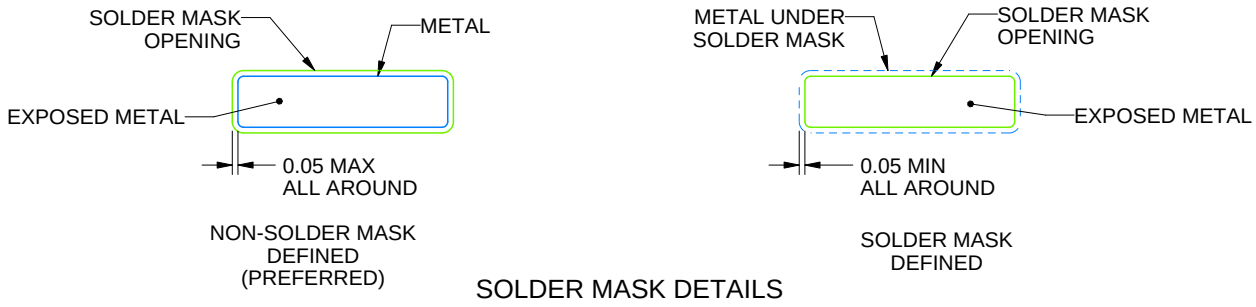


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. Reference JEDEC registration MO-150.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 10X

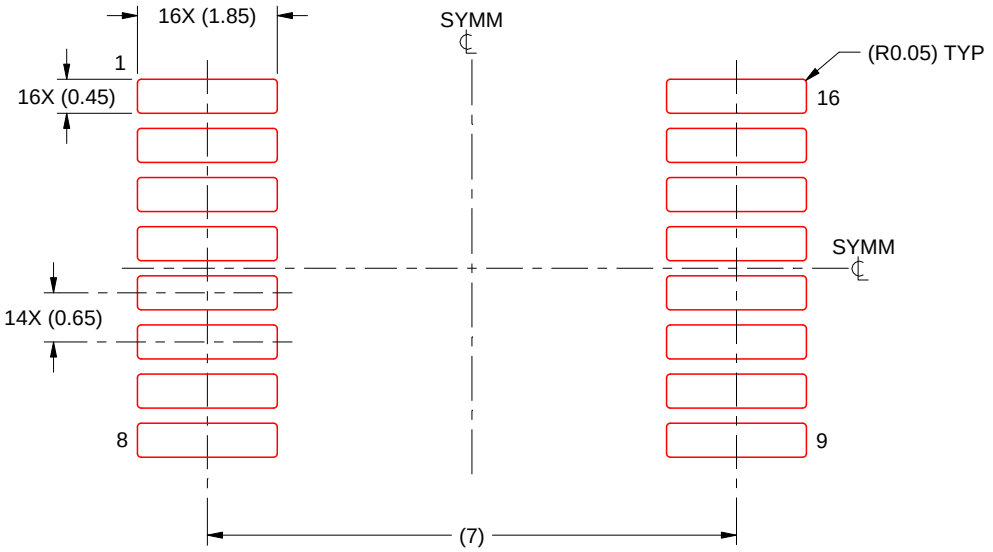


SOLDER MASK DETAILS

4220763/A 05/2022

NOTES: (continued)

5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 10X

4220763/A 05/2022

NOTES: (continued)

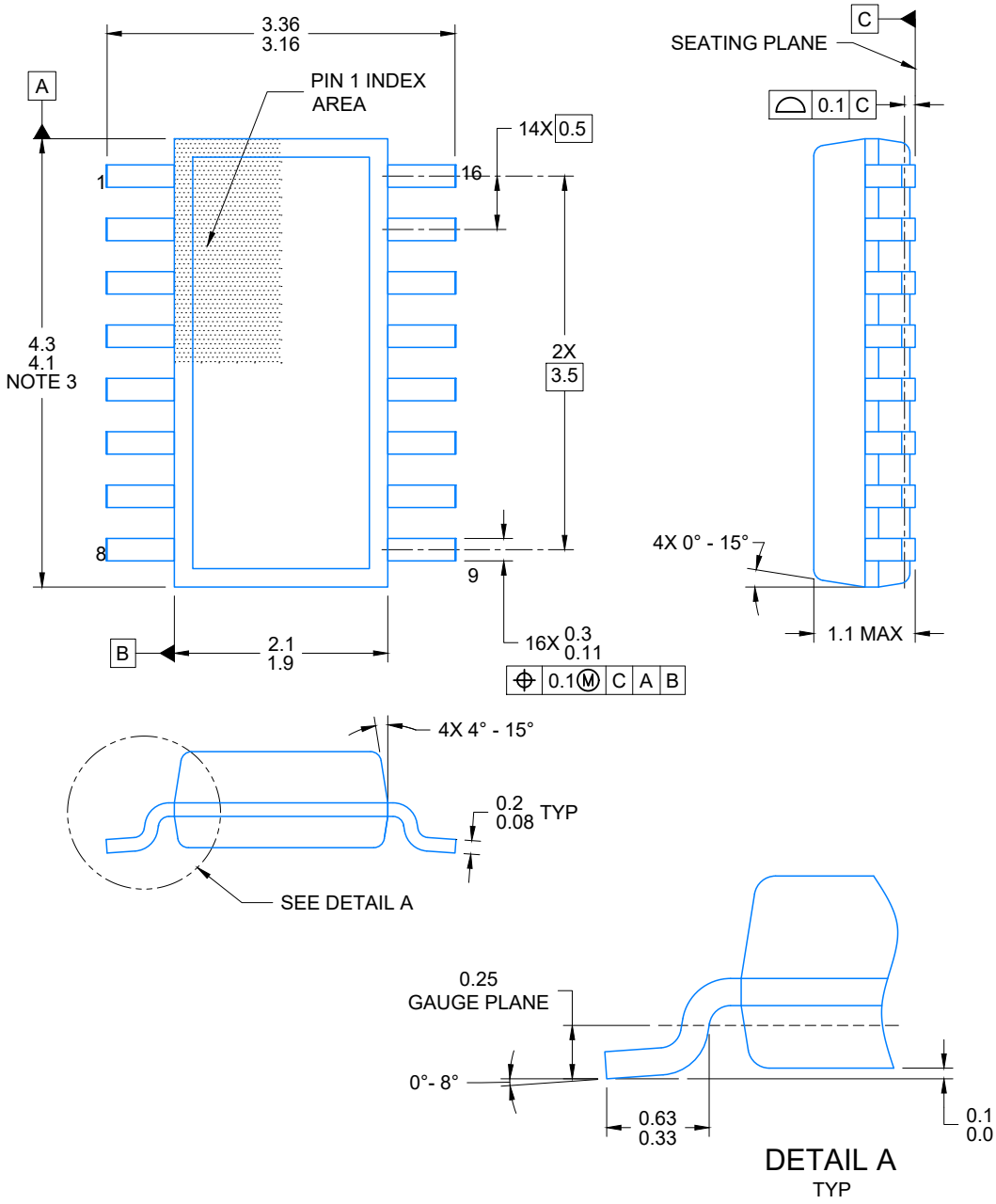
7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

PACKAGE OUTLINE

DYY0016A

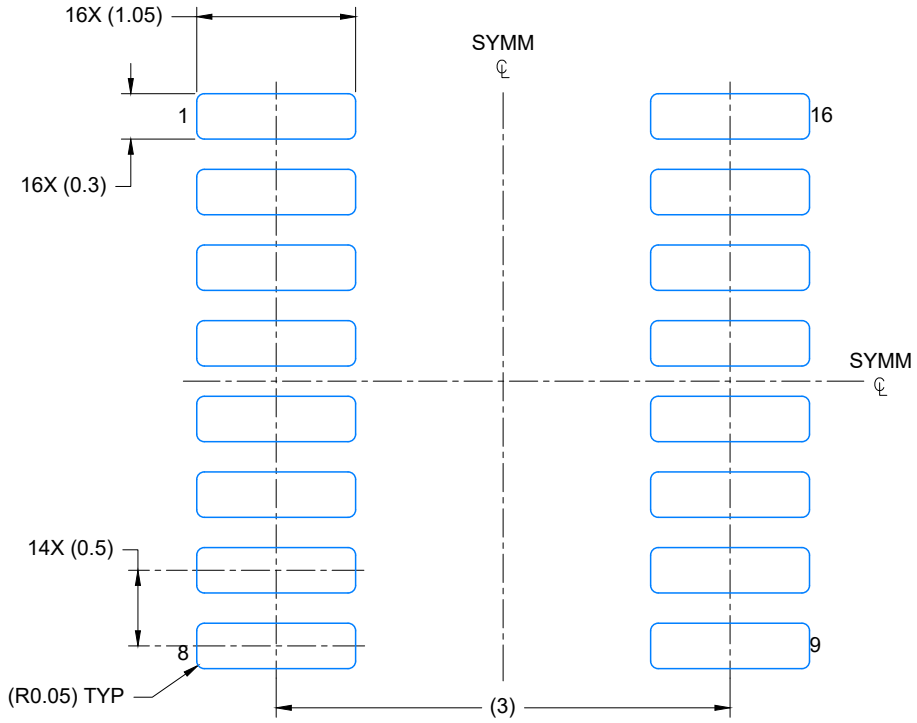
SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE

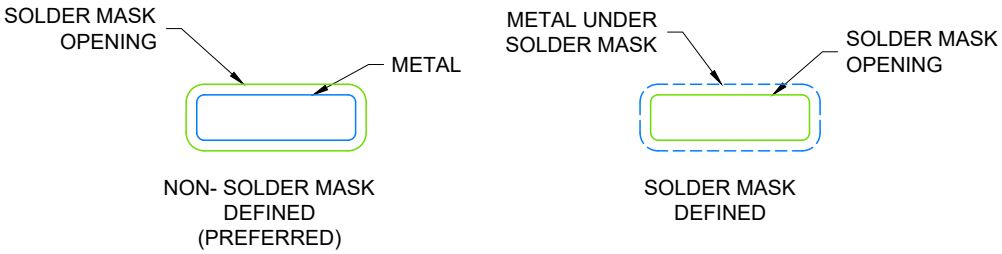


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.50 per side.
5. Reference JEDEC Registration MO-345, Variation AA



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X



SOLDER MASK DETAILS

4224642/D 07/2024

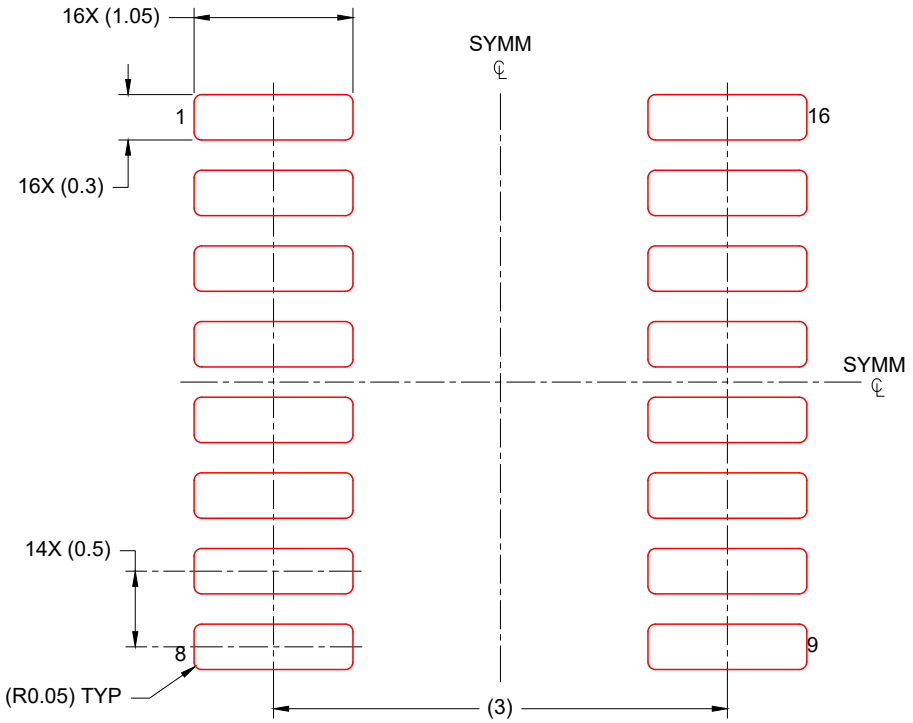
NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 20X

4224642/D 07/2024

NOTES: (continued)

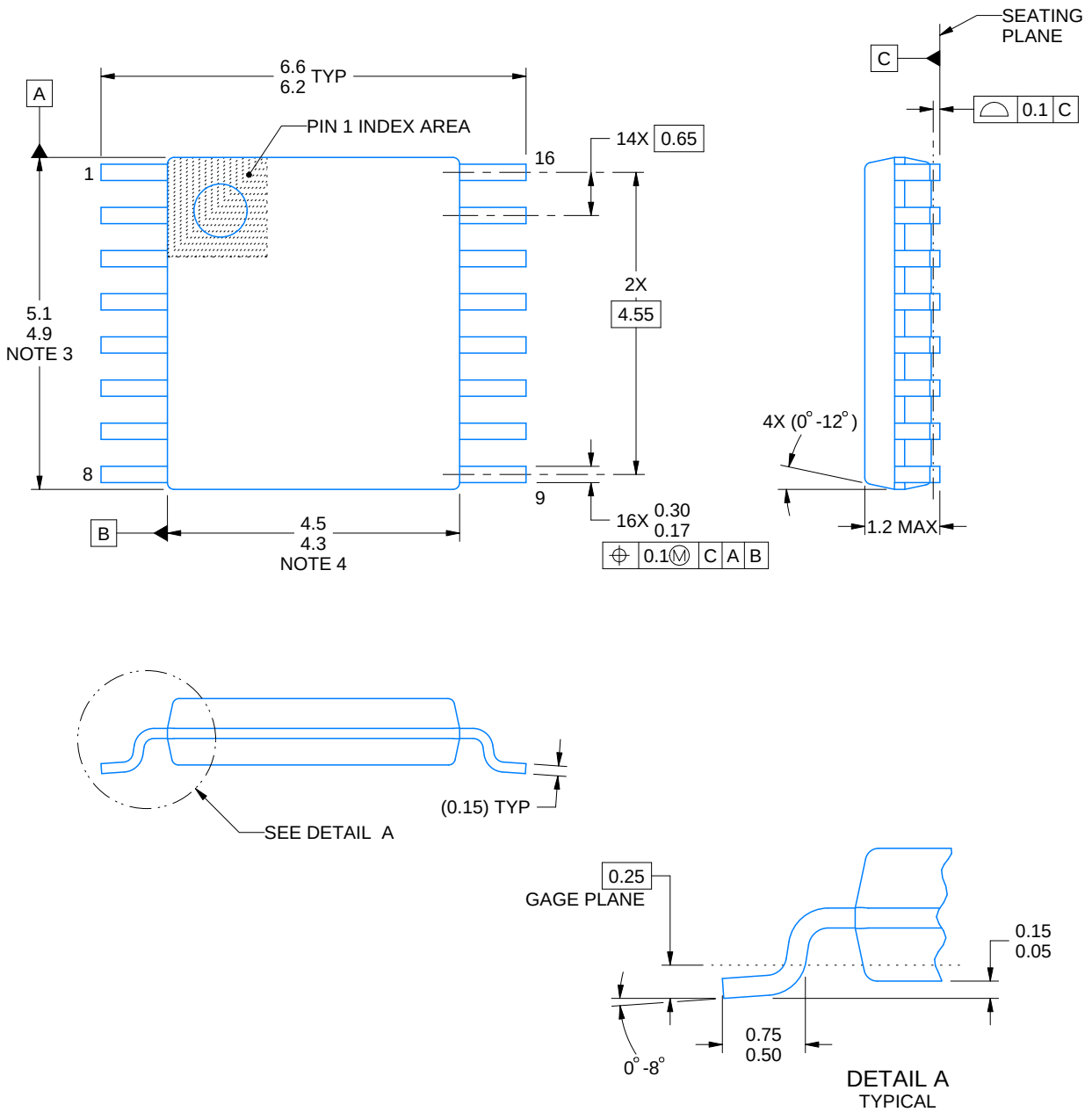
8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

PACKAGE OUTLINE

PW0016A

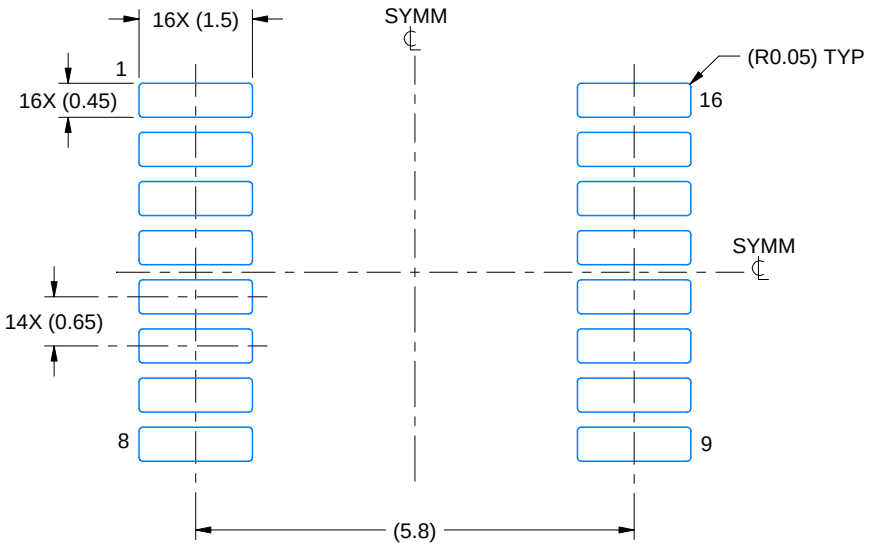
TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-153.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 10X

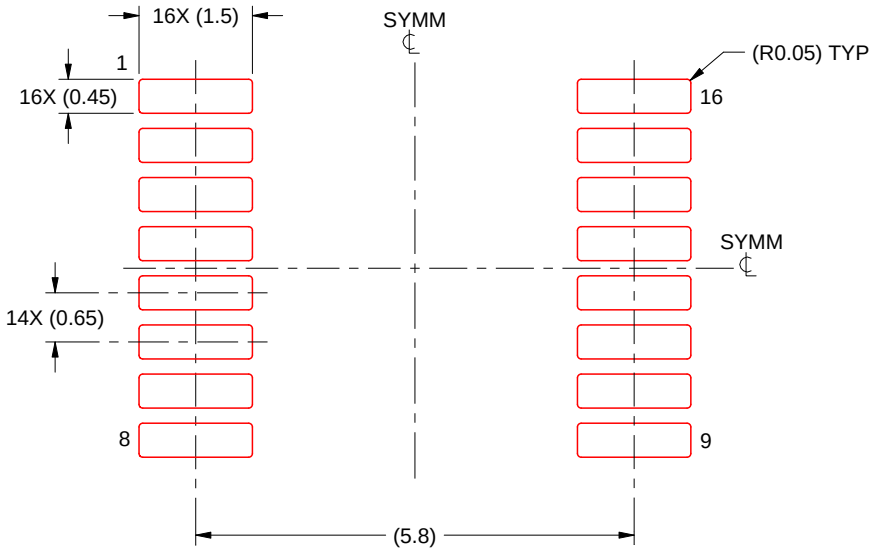


SOLDER MASK DETAILS

4220204/B 12/2023

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 10X

4220204/B 12/2023

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月