TMAG5231 低功率，霍尔效应开关

1 特性

- 低功耗：
  - 10Hz 版本：1.3μA（3V 时）
  - 20Hz 版本：2μA（3V 时）
  - 216 Hz 版本：16μA（3V 时）
- 1.65V 至 5.5V 工作 V_{CC} 范围
- 磁性阈值选项（典型 B_{OP}）：
  - 1.8mT（0.6mT 磁滞）
  - 2.85mT（1.35mT 磁滞）
  - 3mT（0.8mT 磁滞）
  - 40mT（6.5mT 磁滞）
- 全极响应
- 推挽式输出
- 行业标准封装和引脚
  - SOT-23 封装
  - X2SON 封装
- 工作温度范围：–40°C 至 +125°C

2 应用

- 手机、笔记本电脑或平板电脑保护壳感应
- 电表篡改检测
- 电子锁
- 烟雾探测器
- 家用电器开关检测
- 医疗设备
- 物联网系统
- 阀和电磁阀位置检测
- 非接触式诊断或激活

3 说明

TMAG5231 是第二代低功耗霍尔效应开关传感器，专为降低紧凑型电池供电消费类和工业应用的总系统成本而设计。

当施加的磁通量密度超过工作点 (B_{OP}) 阈值时，器件会输出低电压。输出会保持低电平，直到磁通密度降至低于释放点 (B_{RP})，随后器件输出高电压。全极磁响应可以使输出对南北磁场都很敏感。

TMAG5231 能够以超低电流消耗运行。为了实现 2μA 的电流消耗，该器件在内部以 20Hz 的频率进行上电下电。

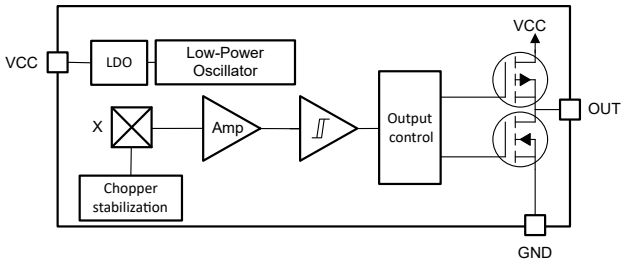
TMAG5231 采用业界通用的封装和引脚排列 SOT-23 以及 X2SON。

该器件可在 1.65V 至 5.5V 的 V_{CC} 范围以及 –40°C 至 125°C 的扩展级工作温度范围内正常运行。

封装信息(1)

器件型号	封装	封装尺寸（标称值）
TMAG5231	SOT-23 (3)	2.92mm × 1.30mm
	X2SON (4)	1.10mm × 1.40mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。



方框图

本文档旨在为方便起见，提供有关 TI 产品中文版本的信息，以确认产品的概要。有关适用的官方英文版本的最新信息，请访问 www.ti.com，其内容始终优先。TI 不保证翻译的准确性和有效性。在实际设计之前，请务必参考最新版本的英文版本。

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 修订历史记录 2
5 器件比较 3
6 引脚配置和功能 3
7 规格 4
7.1 绝对最大额定值 4
7.2 ESD 额定值 4
7.3 建议运行条件 4
7.4 热性能信息 4
7.5 电气特性 5
7.6 磁特性 5
7.7 典型特性 6
8 详细说明 8
8.1 概述 8
8.2 功能方框图 8
8.3 特性说明 8
8.4 器件功能模式 11
9 应用和实现 12
9.1 应用信息 12
9.2 典型应用 14
9.3 电源相关建议 19
9.4 布局 19
10 器件和文档支持 21
10.1 支持资源 21
10.2 商标 21
10.3 Electrostatic Discharge Caution 21
10.4 术语表 21
11 机械和封装信息 21

4 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 C (June 2022) to Revision D (September 2022) — **Page**

- 将*器件信息*表更改为*封装信息* 1
- 更改了*器件比较*表中的封装信息 3
- 将*电源相关建议*和*布局*部分移到了*应用和实施*部分 19

Changes from Revision B (March 2022) to Revision C (June 2022) — **Page**

- 将数据表状态从“混合量产”更改为“量产数据” 1
- 在*特性*部分添加了其他磁性阈值选项 1
- 向*器件比较*表中添加了 TMAG5231A1C、TMAG5231A2D 和 TMAG5231C1D 3
- 在*电气特性*表中添加了 TMAG5231xxC 5
- 在*磁特性*表中添加了 TMAG5231Axx 5

Changes from Revision A (November 2021) to Revision B (March 2022) — **Page**

- 将数据表状态从“量产数据”更改为“混合量产” 1
- 向数据表中添加了 DMR (X2SON) 封装预告信息 1
- 更改了*器件比较*表 3

Changes from Revision * (August 2021) to Revision A (November 2021) — **Page**

- 将数据表状态从“预告信息”更改为“量产数据” 1
- 添加了 FA 和 FD 器件版本 1

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

5 器件比较

表 5-1. 器件比较

VERSION	典型阈值	典型迟滞	磁响应	输出类型	传感器方向	采样率	可用封装
TMAG5231A1C	1.8mT	0.6mT	全极低电平有效	推挽	Z	10Hz	SOT-23 X2SON
TMAG5231A2D	1.8mT	0.6mT	全极高电平有效	推挽	Z	20 Hz	SOT-23 X2SON
TMAG5231B1D	2.85mT	1.35mT	全极低电平有效	推挽	Z	20 Hz	SOT-23 X2SON
TMAG5231C1D	3mT	0.8mT	全极低电平有效	推挽	Z	20 Hz	SOT-23 X2SON
TMAG5231C1G	3mT	0.8mT	全极低电平有效	推挽	Z	216 Hz	SOT-23 X2SON
TMAG5231H1D	40mT	6.5mT	全极低电平有效	推挽	Z	20 Hz	SOT-23 X2SON

6 引脚配置和功能

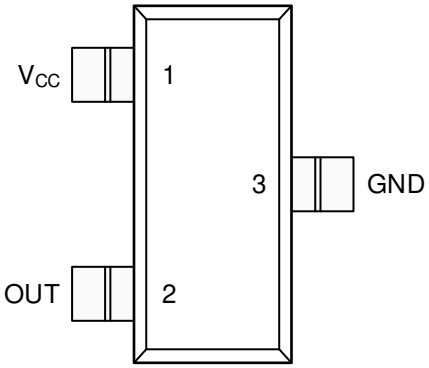


图 6-1. DBZ 封装 3 引脚 SOT-23 顶视图

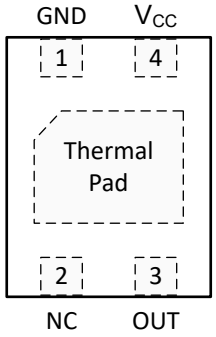


图 6-2. DMR 封装 4 引脚 X2SON 顶视图

表 6-1. 引脚功能

引脚			I/O	说明
名称	SOT-23 (3)	X2SON (4)		
GND	3	1	—	接地基准
OUT	2	3	O	响应南北磁极的全极输出
V_{CC}	1	4	—	1.65V 至 5.5V 电源。TI 建议将此引脚连接到一个电容值至少为 0.1μF 的接地陶瓷电容器。
NC	—	2	—	无连接。此引脚未连接到器件。它应该保持悬空或连接到地。它应该焊接到电路板上以获得机械支撑。
散热焊盘	—	PAD	—	无连接。该引脚应该保存悬空或连接到系统接地端。它应该焊接到电路板上以获得机械支撑。

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

7 规格

7.1 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
电源电压	V_{CC}	– 0.3	5.5	V
输出引脚电压	OUT	GND – 0.3	V_{CC}+ 0.3	
输出引脚电流	OUT	-5	5	mA
磁通密度，BMAX		无限		T
结温，T_J	结温，T_J		150	°C
贮存温度，T_{stg}		-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。

7.2 ESD 额定值

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001，所有引脚(1)	±5500	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚(2)	±500	

(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 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

7.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
V_{CC}	电源电压	1.65	5.5	V
Vo	输出电压	0	5.5	V
Io	输出电流	-5	5	mA
T_A	环境温度	-40	125	°C

7.4 热性能信息

热指标(1)		TMAG5231 SOT-23 (DBZ) 3 个引脚	TMAG5231 X2SON (DMR) 4 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	227.4	218.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	122.7	174.1	
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	61.2	172.4	
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	21.3	11.9	
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	60.8	167.2	
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	144.9	

(1) 有关传统和新热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用报告。

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性

VCC = 1.65V 至 5.5V，在自然通风条件下的工作温度范围内（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
推挽式输出驱动器						
V_{OH}	高电平输出电压	输出电流= -0.5mA	Vcc-0.35	Vcc-0.1		V
V_{OL}	低电平输出电压	输出电流= 0.5mA		0.1	0.3	V
TMAG5231xxG						
fs	磁采样频率		136	216	374	Hz
ts	磁采样周期		2.67	4.63	7.35	ms
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	在整个温度范围内 Vcc = 3V		16		µA
TMAG5231xxD						
fs	磁采样频率		13	20	29	Hz
ts	磁采样周期			50		ms
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	在整个温度范围内 Vcc = 3V		2	3	µA
TMAG5231xxC						
fs	磁采样频率		7	10	14.5	Hz
ts	磁采样周期		77	100	143	ms
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	在整个温度范围内 Vcc = 3V		1.3		µA
所有版本						
$I_{CC(PK)}$	峰值电流消耗		0.8	1.25	2	mA
$I_{CC(SLP)}$	睡眠电流消耗			0.8	1.4	µA
t_{ON}	加电时间		65	140	425	µs
t_{ACTIVE}	运行时长		45	60	75	

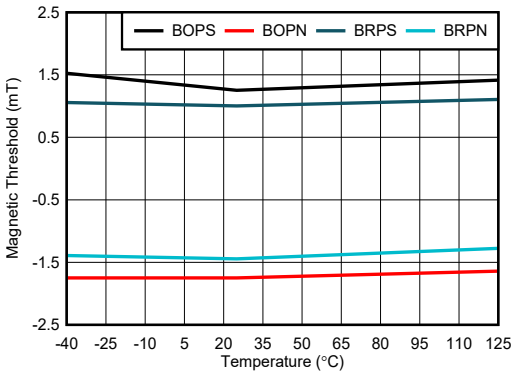
7.6 磁特性

VCC = 1.65V 至 5.5V

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TMAG5231Axx						
B_{OP}	磁性阈值工作点	温度 = 25 °C	±0.9	±1.8	±2.7	mT
B_{RP}	磁释放点		±0.3	±1.2	±2.2	mT
B_{HYS}	磁滞		±0.1	±0.6	±1.4	mT
TMAG5231B1D						
B_{OP}	磁性阈值工作点	温度 = 25 °C	±1.9	±2.85	±3.8	mT
B_{RP}	磁释放点		±0.5	±1.5	±2.5	
B_{HYS}	磁滞		±0.5	±1.35	±2.2	
TMAG5231Cxx						
B_{OP}	磁性阈值工作点	温度 = 25 °C	±2	±3	±4	mT
B_{RP}	磁释放点		±1.2	±2.2	±3.2	
B_{HYS}	磁滞		±0.3	±0.8	±1.5	
TMAG5231H1D						
B_{OP}	磁性阈值工作点	温度 = 25 °C	±30	±40	±50	mT
B_{RP}	磁释放点		±23.5	±33.5	±43.5	
B_{HYS}	磁滞		±4.5	±6.5	±8.5	

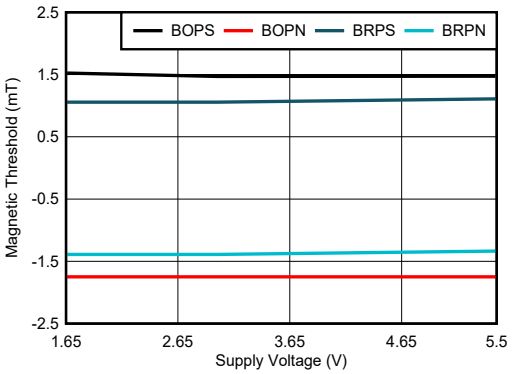
Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

7.7 典型特性



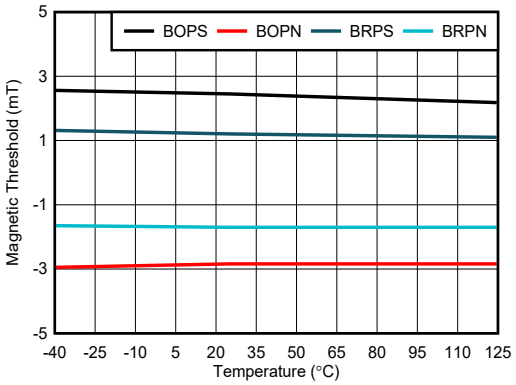
V_{CC} = 3V

图 7-1. 1.8mT 阈值与温度之间的关系



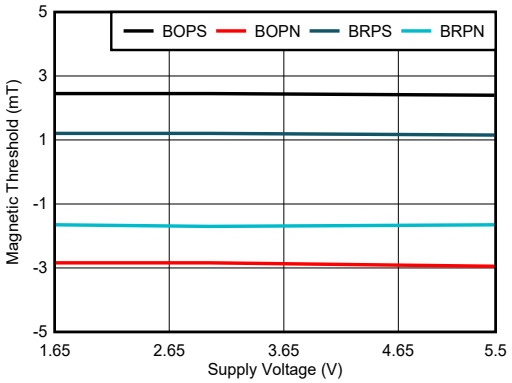
T_A = 25°C

图 7-2. 1.8mT 阈值与电源电压之间的关系



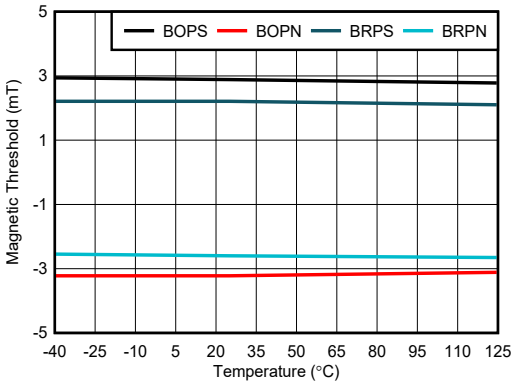
V_{CC} = 3V

图 7-3. 2.85mT 阈值与温度之间的关系



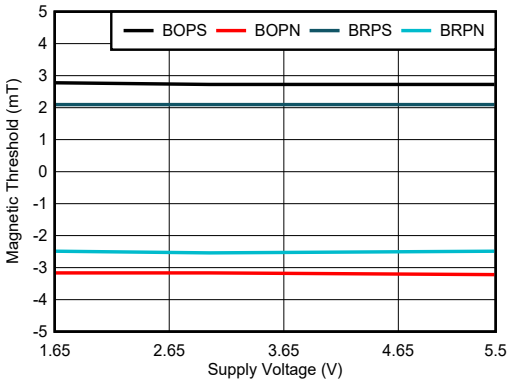
T_A = 25°C

图 7-4. 2.85mT 阈值与电源电压之间的关系



V_{CC} = 3V

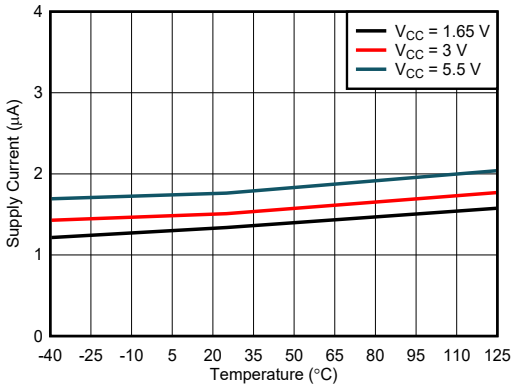
图 7-5. 3.0mT 阈值与温度之间的关系



T_A = 25°C

图 7-6. 3.0mT 阈值与电源电压之间的关系

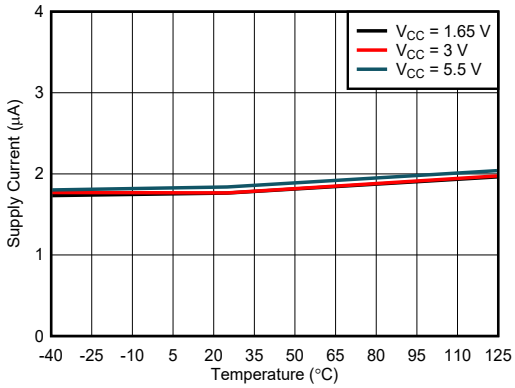
Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated



磁性阈值 = 1.8mT

采样率 = 10Hz

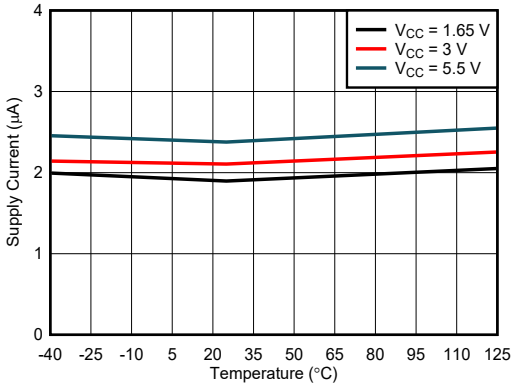
图 7-7. I_{CC} 与温度之间的关系



磁性阈值 = 1.8mT

采样率 = 20Hz

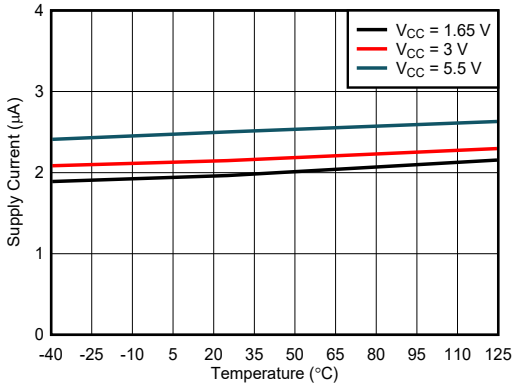
图 7-8. I_{CC} 与温度之间的关系



磁性阈值 = 2.85mT

采样率 = 20Hz

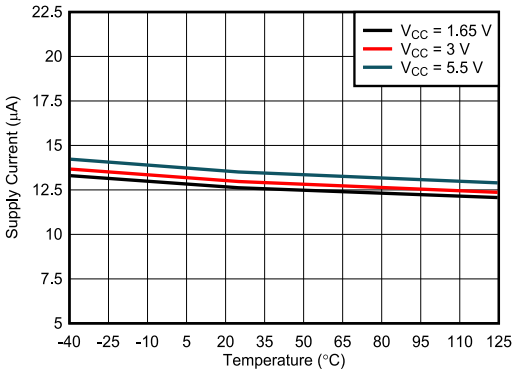
图 7-9. I_{CC} 与温度之间的关系



磁性阈值 = 3.0mT

采样率 = 20Hz

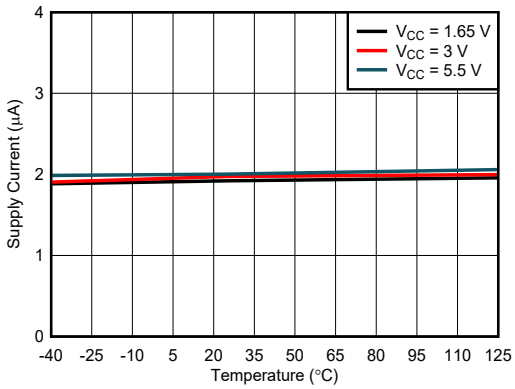
图 7-10. I_{CC} 与温度之间的关系



磁性阈值 = 3.0mT

采样率 = 216Hz

图 7-11. I_{CC} 与温度之间的关系



磁性阈值 = 40mT

采样率 = 20Hz

图 7-12. I_{CC} 与温度之间的关系

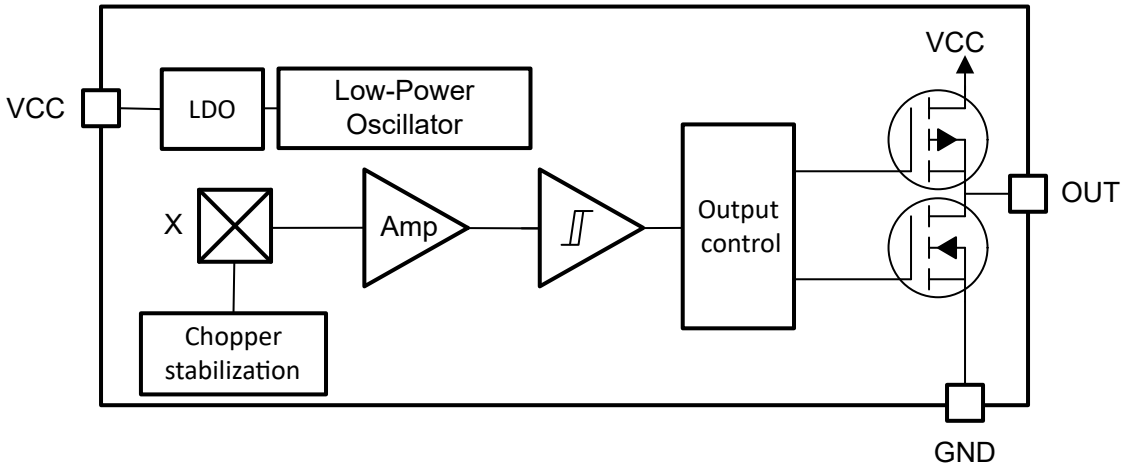
Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

8 详细说明

8.1 概述

TMAG5231 器件是一款具有数字输出的磁传感器，可指示何时超过磁通密度阈值。它包含一个推挽输出，当存在磁场时变为低电平，或在无磁场时变为高电平。作为全极开关，输出对南北极都很敏感。该器件集成了霍尔效应元件、模拟信号调节和低频振荡器，可实现超低的平均功耗。为了实现低功耗，该器件会定期测量磁通密度、更新输出并进入低功耗睡眠状态。该器件的电源电压范围为 1.65V 至 5.5V，专为电池供电型应用而设计。

8.2 功能方框图



8.3 特性说明

8.3.1 磁通量方向

图 8-1 显示了 TMAG5231 器件对垂直于封装顶部的磁场分量敏感。

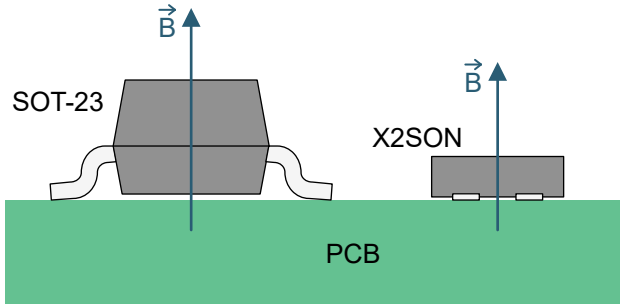


图 8-1. 灵敏度方向

在该数据表中，从封装底部到顶部的磁通量为正。当南磁极靠近封装顶部时，就会出现这种情况。从封装顶部到底部的磁通量会产生负毫特斯拉值。

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

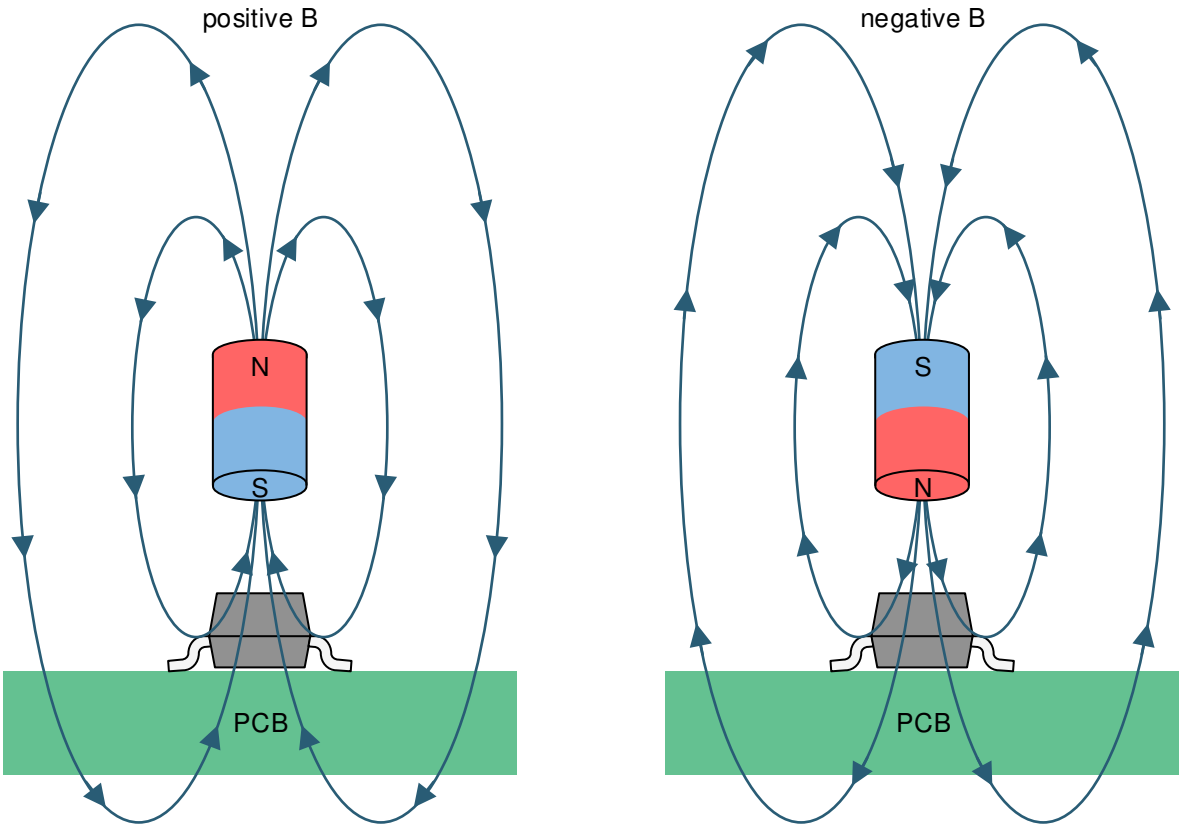


图 8-2. 磁通量方向极性

8.3.2 磁响应

TMAG5231 是全极开关。图 8-3 显示了输出对南北极的响应。

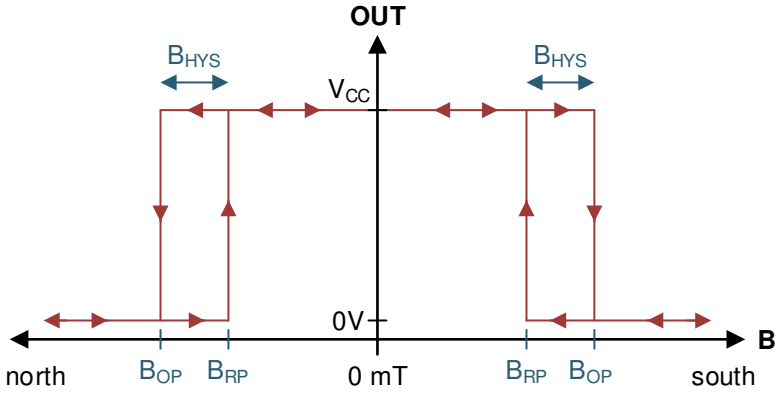


图 8-3. 全极功能

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

8.3.3 输出类型

TMAG5231 具有推挽式 CMOS 输出，可将输出电压驱动至接近 V_{CC} 或接地电平。

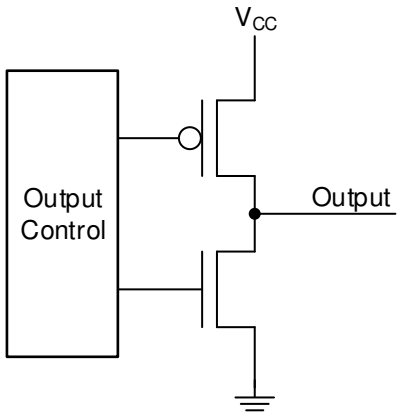


图 8-4. 推挽式输出（简化版）

8.3.4 采样率

当 TMAG5231 上电时，该器件会测量第一个磁性样本并设置 t_{ON} 时间内的输出。输出锁存后，器件进入超低功耗睡眠状态。在每个 t_S 时间过后，器件会测量一个新的样本，并在必要时更新输出。如果磁场在各周期之间没有变化，则输出也不会改变。

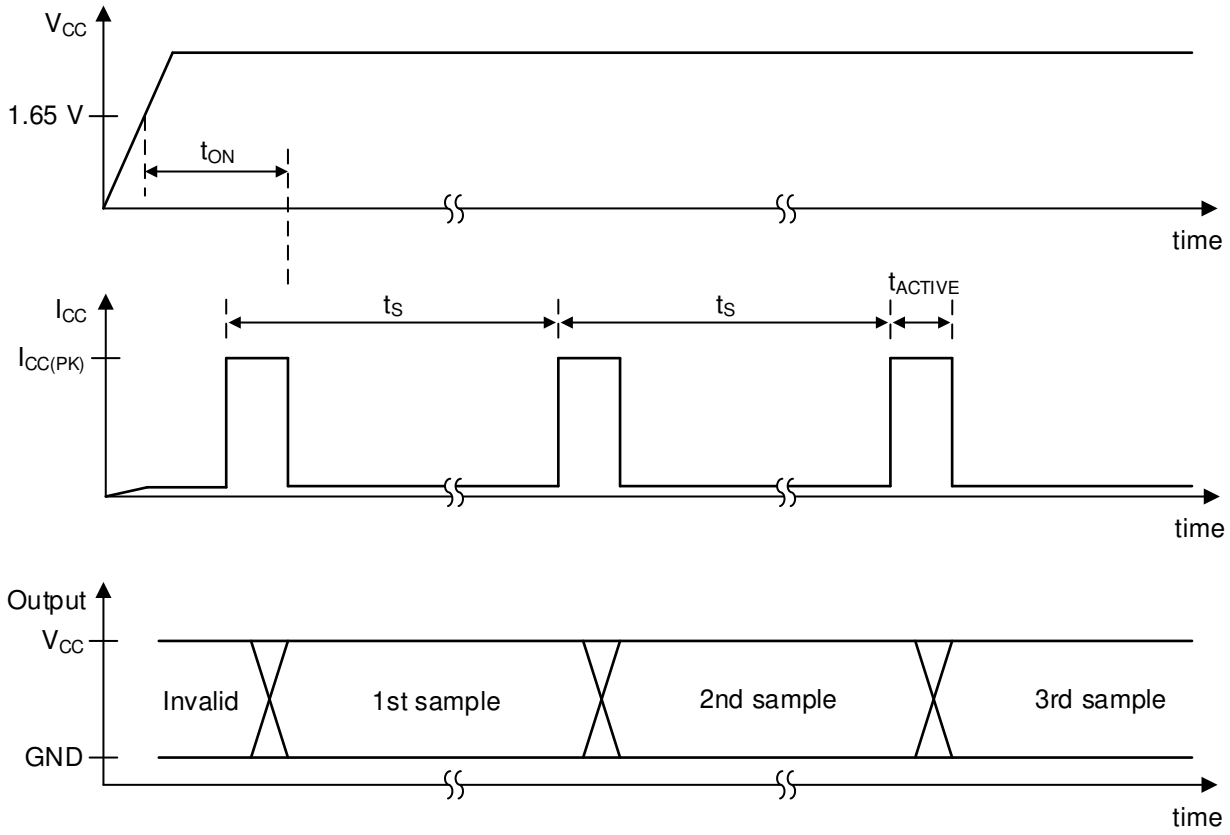


图 8-5. 时序图

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

8.3.5 霍尔元件位置

从顶部看，器件内部的感应元件位于两个封装的中心。图 8-6 显示了容差和侧视图尺寸。

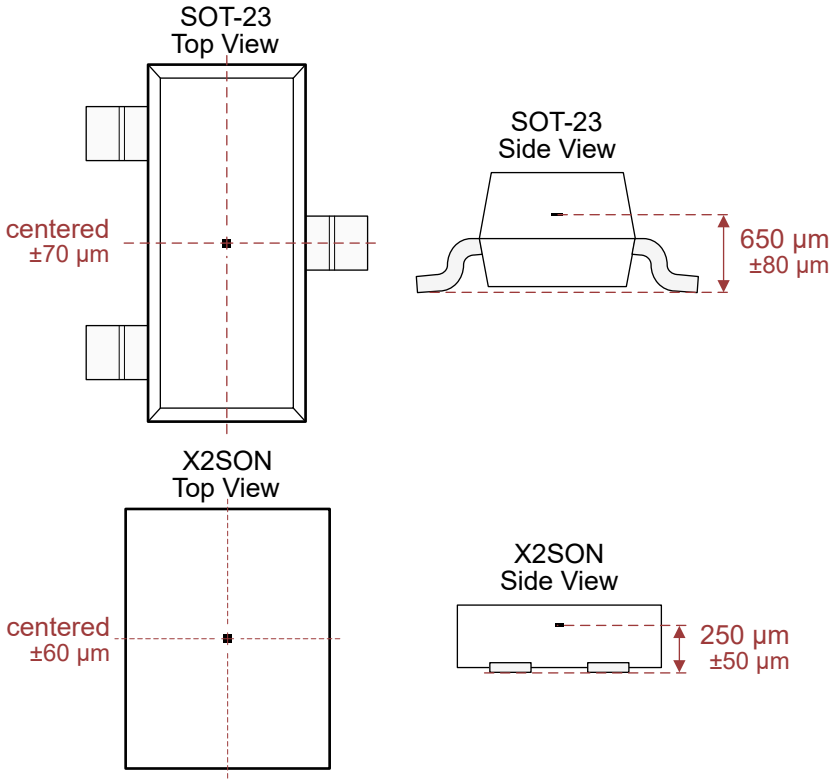


图 8-6. 霍尔元件位置

8.4 器件功能模式

TMAG5231 器件有一种运行模式，这种模式在满足*建议运行条件*时适用。

9 应用和实现

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。

9.1 应用信息

TMAG5231 器件通常用于检测磁体的接近度。磁体通常附在系统中的可移动元件上。

9.1.1 定义设计实现方案

设计的第一步是确定您的一般设计实现方案，这意味着您要确定检测磁体是滑动着经过传感器、朝向传感器迎面移动还是基于铰链朝向传感器摆动。图 9-1 显示了上述每个设计实现方案的示例。

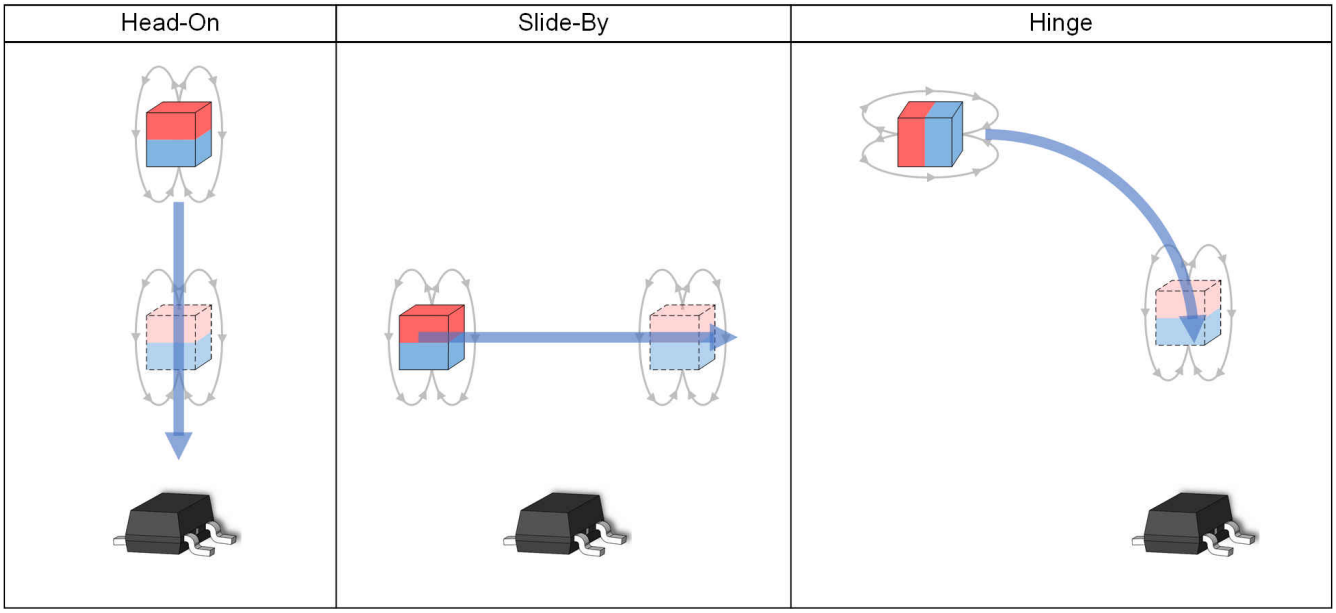


图 9-1. 设计实现方案

对于每个实现方案，目标是使设计系统的转换区域空间坐标位于与 B_{OP} 最大值和 B_{RP} 最小值规格相关的空间坐标内。图 9-2 显示了一个迎面示例，该示例显示了与器件 B_{OPMAX} 和 B_{RPMIN} 对应的位置如何位于所需的转换区域内。为了促进快速设计迭代，以下设计示例应用了 TI 的 Magnetic Sensing Proximity Tool。

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

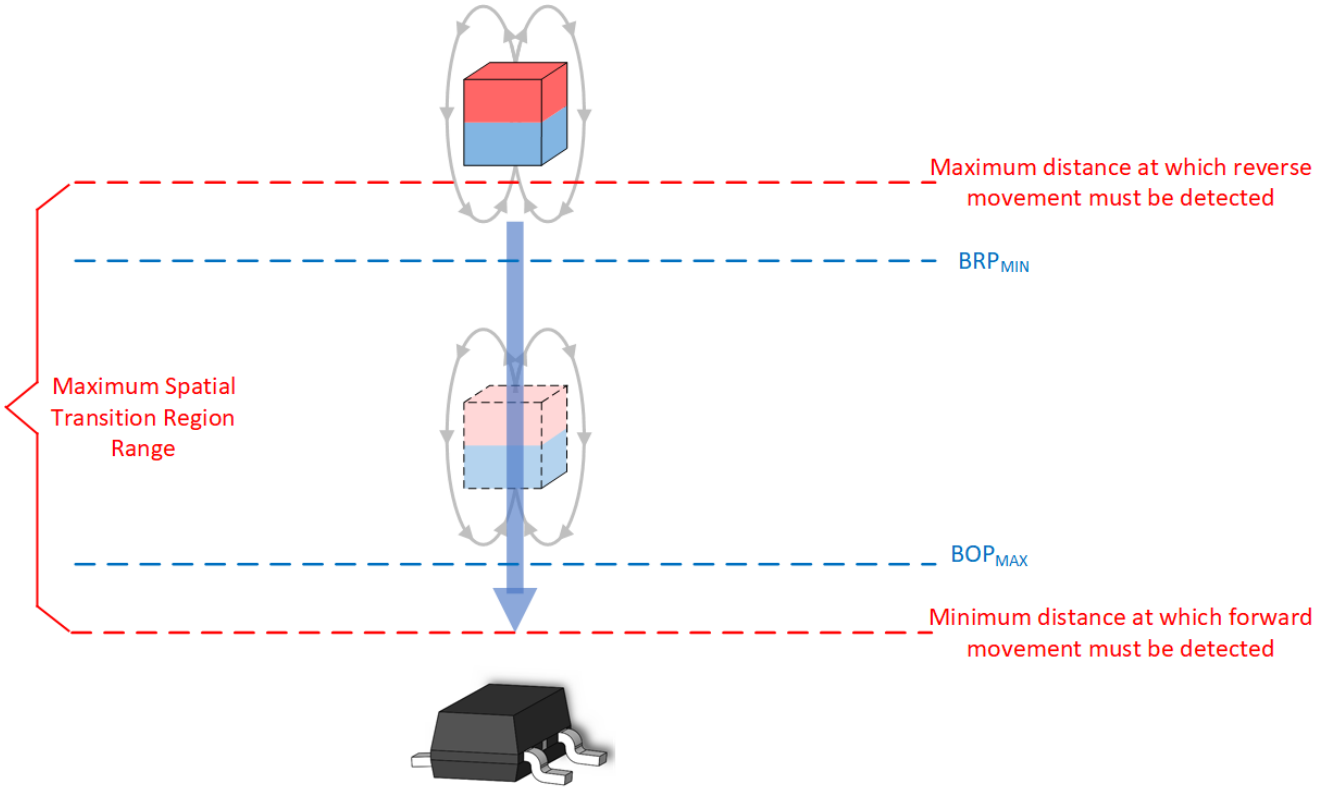

Maximum distance at which reverse movement must be detected
BRP$_{MIN}$
Maximum Spatial Transition Region Range
BOP$_{MAX}$
Minimum distance at which forward movement must be detected

图 9-2. 迎面示例

9.2 典型应用

9.2.1 铰链

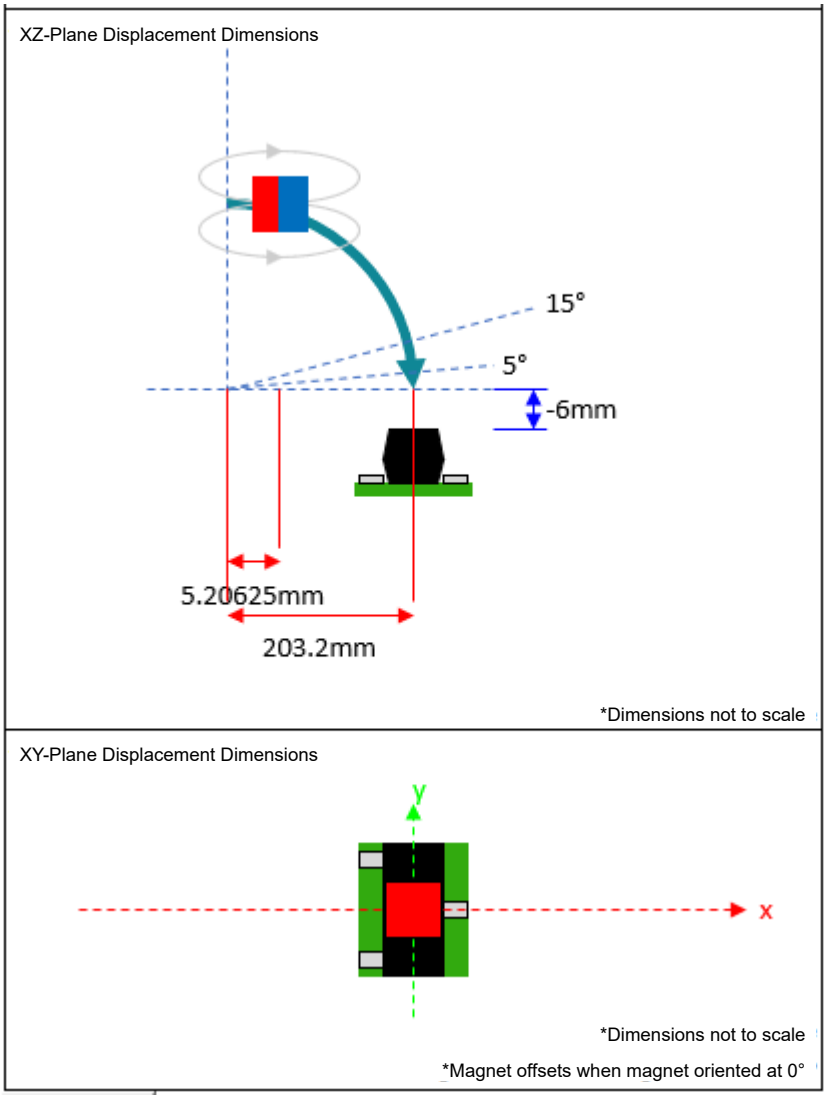


图 9-3. 典型应用图

9.2.1.1 设计要求

表 9-1 列出了此示例的设计参数。

表 9-1. 设计参数

设计参数	示例值
V_{CC}	3.3V
转换区域	5° 至 15°
最大磁体尺寸	1/4" (6.35mm)
最大磁体宽度或长度	1" (25.4mm)
固定装置宽度	12" (304.8mm)
固定装置长度	9" (228.6mm)
传感器与铰链原点之间的距离	0.23622" (6mm)

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

表 9-1. 设计参数 (continued)

设计参数	示例值
磁体中心相对铰链原点的偏移	≥（6mm – 磁体高度/2）

9.2.1.2 详细设计过程

由于磁体的非线性行为复杂且受多种变量的影响，因此需要进行一些实验来完成可行的设计。此应用使用的是简单的轴向、偶极、块状磁体。对于不同的场强或价格，可以考虑其他形状的磁体。我们使用的是钕磁体 (N52)。在撰写本文时，N52 的高度通常为 1/16"、1/8"、3/16" 和 1/4"。鉴于价格往往随尺寸的增加而增加，第一次设计尝试将使用厚度为 1/16" 的磁体，该磁体的宽度和长度均为 0.25"。根据传感器与铰链原点之间的距离和固定装置尺寸限制，可以非常灵活地放置传感器。由于固定装置中存在其他硬件，TMAG5231B1DQDBZ 传感器放置在距离原点 8" (203.2mm) 的位置。用户可从此处评估具有以下位移尺寸的设计。

图 9-4 显示了 TMAG5231B1DQDBZ 的 B 场幅度不能满足 5° 和 15° 的空间限制，因为 B_Z 幅度仅超过了 B_{RP} 的最小值。这里有几个帮助设计推进的方法。由于 $B_{OP(Max)}$ 不在我们的范围内，因此用户必须增加场强。这可以通过较厚的磁体或通过调整传感器和磁体 z 偏移来实现。由于外壳限制，磁体无法更近，因此唯一可行的方法是增加磁体厚度。使用该工具进行多次迭代后，0.25" × 0.25" × 0.25" 的磁体可满足条件（请参阅图 9-5 和图 9-6）。

9.2.1.3 应用曲线

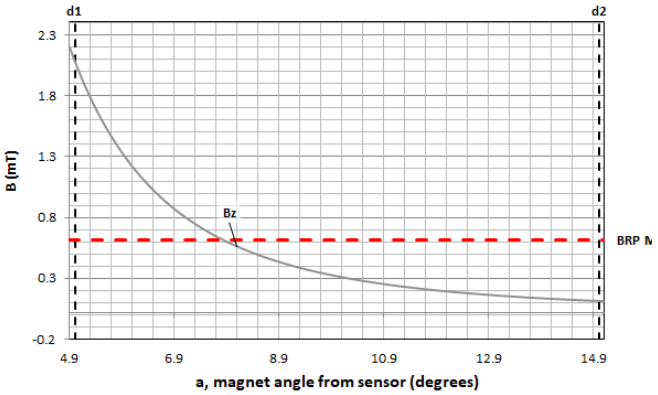


图 9-4. B 场假设一

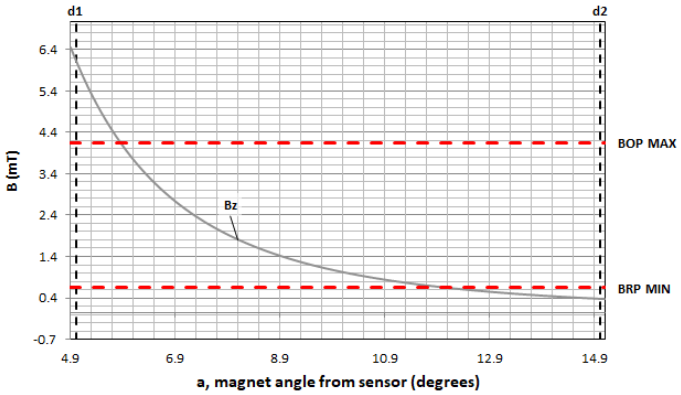


图 9-5. B 场假设二

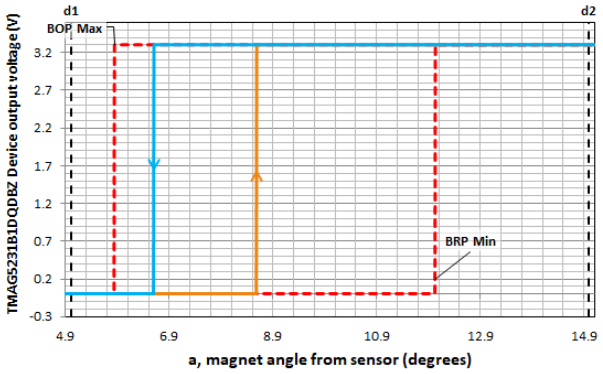


图 9-6. 阈值

9.2.2 迎面

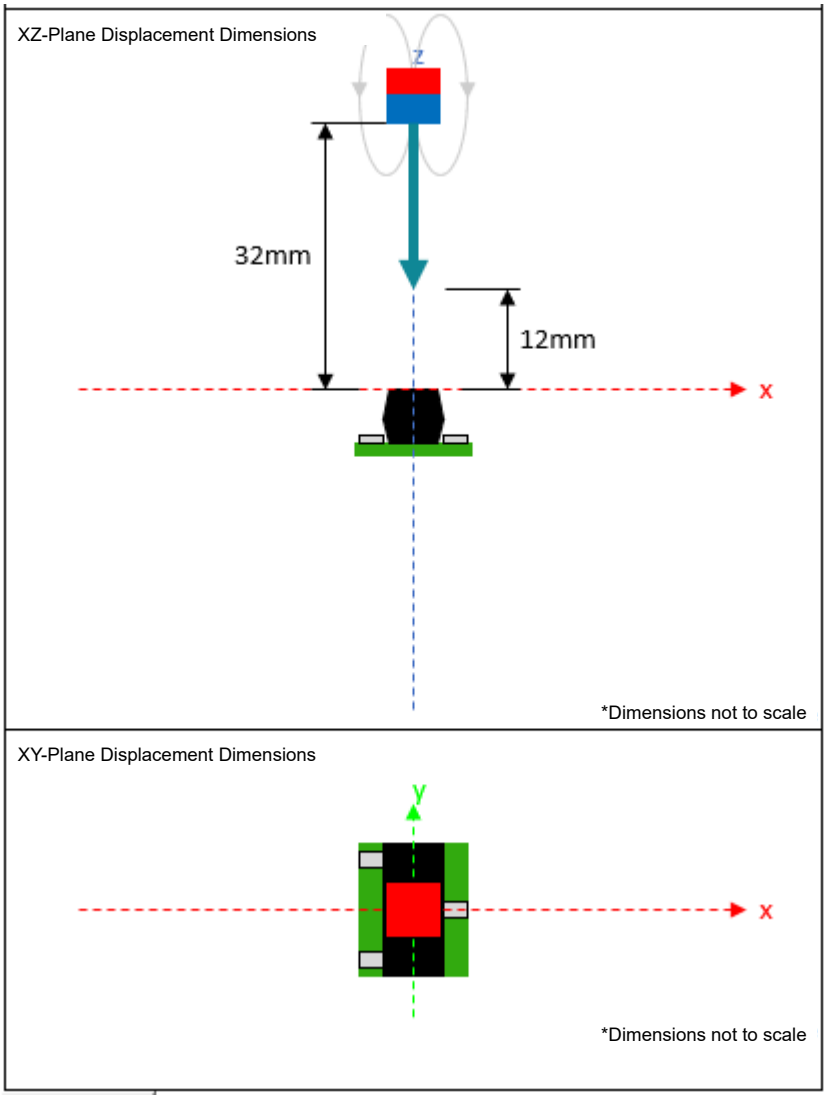


图 9-7. 典型应用图

9.2.2.1 设计要求

表 9-1 列出了此示例的设计参数。

表 9-2. 设计参数

设计参数	示例值
V_{CC}	3.3V
转换区域	距离传感器固定装置表面 10mm 和 30mm 之间
传感器与设备外表面之间的距离	0.0787" (2mm)
磁体长度	<1" (25.4mm)
磁体宽度	<1" (25.4mm)
磁体高度	<1/4" (6.35mm)
磁体类型	N42

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

9.2.2.2 详细设计过程

在这种特定情况下，可使用先前其他项目中的几种 N42 磁体。由于所需的转换区域是磁体表面距离传感器至少 12mm (10mm + 2mm) 的区域，因此我们的初始设计尝试使用一个较大磁体 (3/8" × 3/16" × 3/16")。图 9-8 显示了该磁体在 TMAG5231B1DQDBZ 磁性阈值条件下移动的相应曲线。

虽然 B_z 幅度足以超过 B_{OPMAX}，但它没有完全达到 B_{RPMIN}。因此，用户必须进行一些调整，使 B_z 在所需的工作范围内低于 B_{RPMIN}。这里有几种可以降低 B_z 的方法。用户可以偏移磁体或选择更小的磁体。在通过增加 x 偏移和 y 偏移以及减小磁体厚度来迭代之后，用户最终可以找到一个有效的解决方案。在这种情况下，使用的是相对传感器中心没有 x 或 y 偏移的 3/8" × 3/16" × 1/16" N42 磁体。图 9-9 和图 9-10 显示了与最终磁体参数对应的曲线。

9.2.2.3 应用曲线

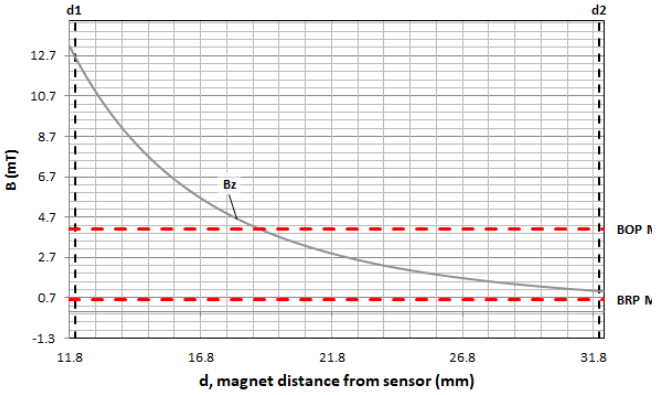


图 9-8. B 场假设一

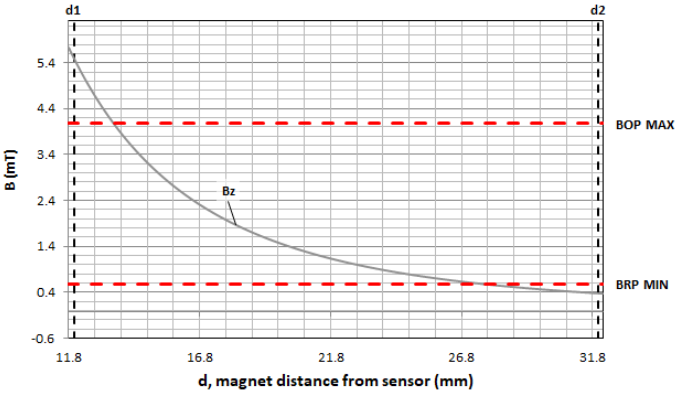


图 9-9. B 场假设二

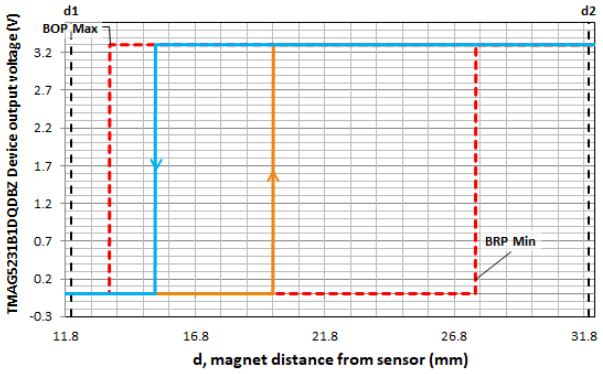


图 9-10. 阈值

9.2.3 滑过

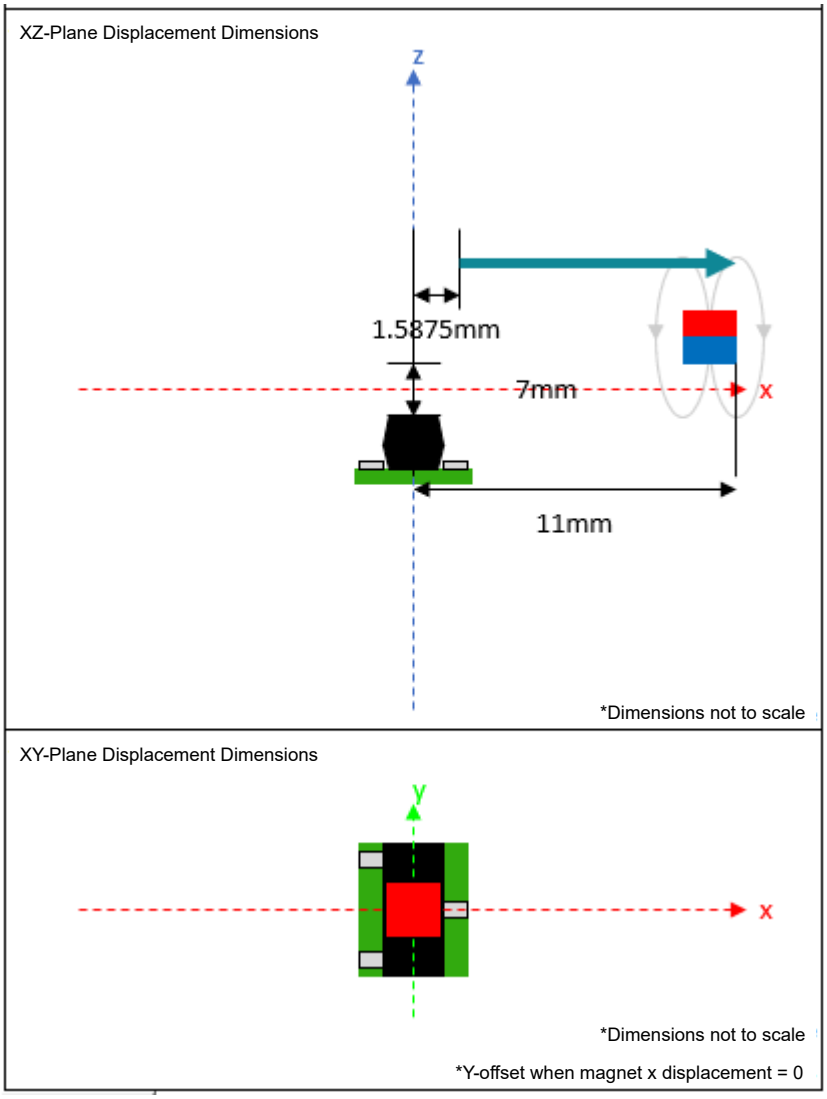


图 9-11. 典型应用图

9.2.3.1 设计要求

表 9-1 列出了此示例的设计参数。

表 9-3. 设计参数

设计参数	示例值
V_{CC}	3.3V
磁体移动范围	<0.433" (11mm)
传感器与设备外表面之间的距离	>0.236" (6mm)
磁体长度	<1/2" (12.7mm)
磁体宽度	<1/2" (12.7mm)
磁体高度	<1/8" (3.175mm)
磁体类型	N42

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

9.2.3.2 详细设计过程

对于涉及 TMAG5231B1DQDBZ 的这种特定情况，用户可以任意地从 1/8" × 1/8" × 1/16" 磁体、7mm (>6mm) 的 z 偏移以及一半磁体长度的初始位移 (1/8"/2 = 1/16") 开始尝试，然后偶然地获得合适的磁体（请参阅图 9-12 和图 9-13）。如果 B 场未超过 B_{OPMAX}，用户可以尝试在 z 轴方向上将磁体移到更近些、使用更大的磁体或改用磁导率更高的磁体。或者，如果 B 场太大，可以沿各轴方向将磁体移得更远些，或者可以使用更小的磁体。

9.2.3.3 应用曲线

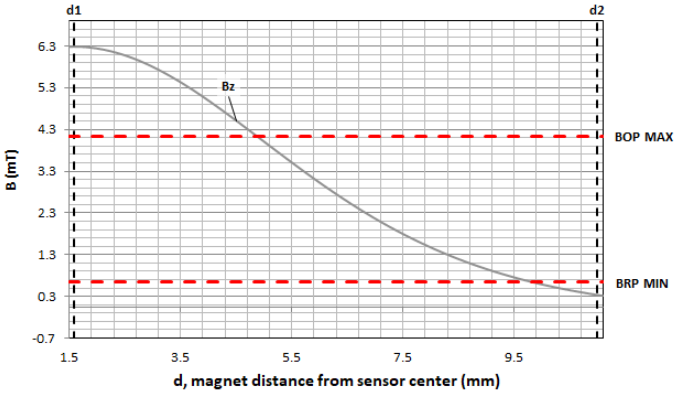


图 9-12. B 场假设

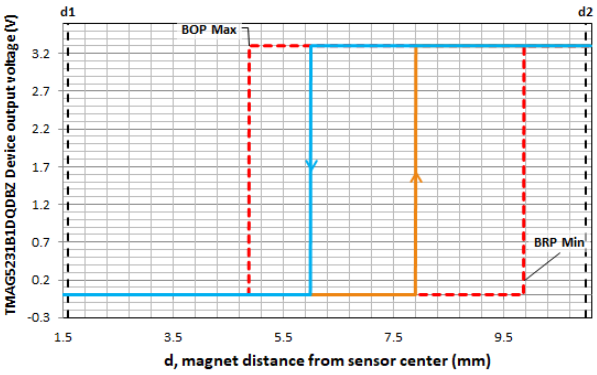


图 9-13. 阈值

9.3 电源相关建议

TMAG5231 器件由 1.65V 至 5.5V 直流电源供电。必须使用靠近器件的去耦电容器以最小电感提供局部能量。TI 建议使用值至少为 0.1µF 的陶瓷电容器。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

磁场通过大多数非铁磁材料而没有明显的干扰。将霍尔效应传感器嵌入塑料或铝制外壳中来感应外部磁体是惯常的做法。磁场也容易穿过大多数印刷电路板 (PCB)，因此可以将磁体放置在另一侧。

9.4.2 布局示例

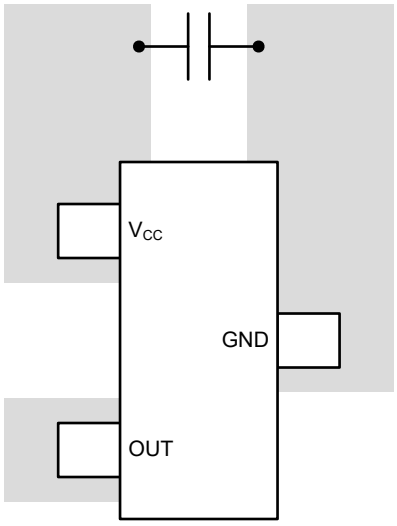


图 9-14. SOT-23 布局示例

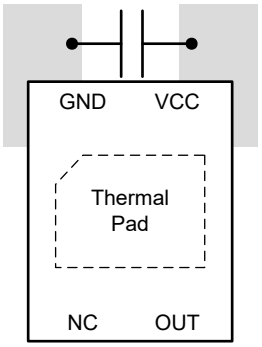


图 9-15. X2SON 布局示例

Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

10 器件和文档支持

10.1 支持资源

TI E2E™ 支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家获得快速、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可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》。

10.2 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。

10.3 Electrostatic Discharge Caution



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

10.4 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。

11 机械和封装信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。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 © 2022 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)
TMAG5231A1CQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1A1C
TMAG5231A1CQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1A1C
TMAG5231A1CQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1C
TMAG5231A1CQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1C
TMAG5231A2DQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1A2D
TMAG5231A2DQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1A2D
TMAG5231A2DQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A2D
TMAG5231A2DQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A2D
TMAG5231B1DQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1B1D
TMAG5231B1DQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1B1D
TMAG5231B1DQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B1D
TMAG5231B1DQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B1D
TMAG5231C1DQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1C1D
TMAG5231C1DQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1C1D
TMAG5231C1DQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	C1D
TMAG5231C1DQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	C1D
TMAG5231C1GQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1C1G
TMAG5231C1GQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1C1G
TMAG5231C1GQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	C1G
TMAG5231C1GQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	C1G
TMAG5231H1DQDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1H1D
TMAG5231H1DQDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1H1D
TMAG5231H1DQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H1D
TMAG5231H1DQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) | 4	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H1D

(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.

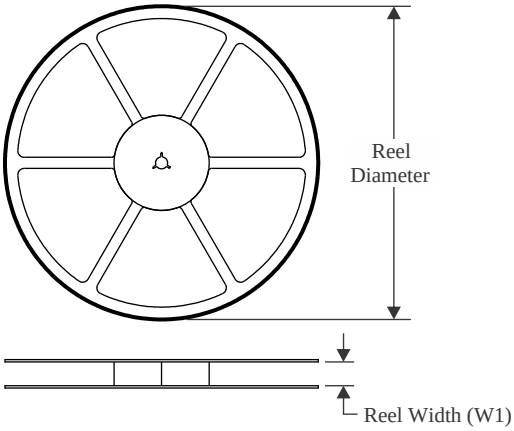
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

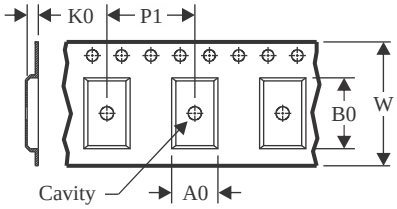
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

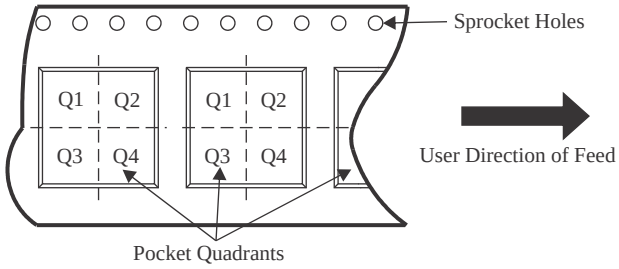


TAPE DIMENSIONS



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

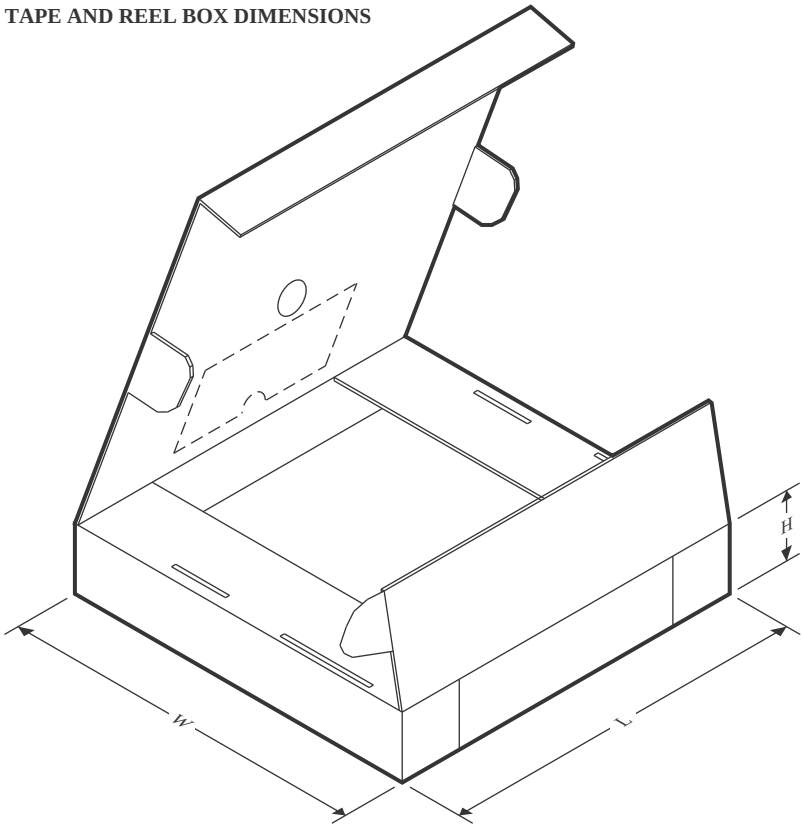
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TMAG5231A1CQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231A1CQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5231A2DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231A2DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	8.4	2.9	3.35	1.35	4.0	8.0	Q3
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	8.4	3.2	2.85	1.3	4.0	8.0	Q3
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231B1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5231C1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231C1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5231C1GQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231C1GQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5231H1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	9.0	3.15	2.77	1.22	4.0	8.0	Q3
TMAG5231H1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMAG5231A1CQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231A1CQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5231A2DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231A2DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	210.0	185.0	35.0
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	210.0	185.0	35.0
TMAG5231B1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231B1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5231C1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231C1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5231C1GQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231C1GQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5231H1DQDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	180.0	18.0
TMAG5231H1DQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0

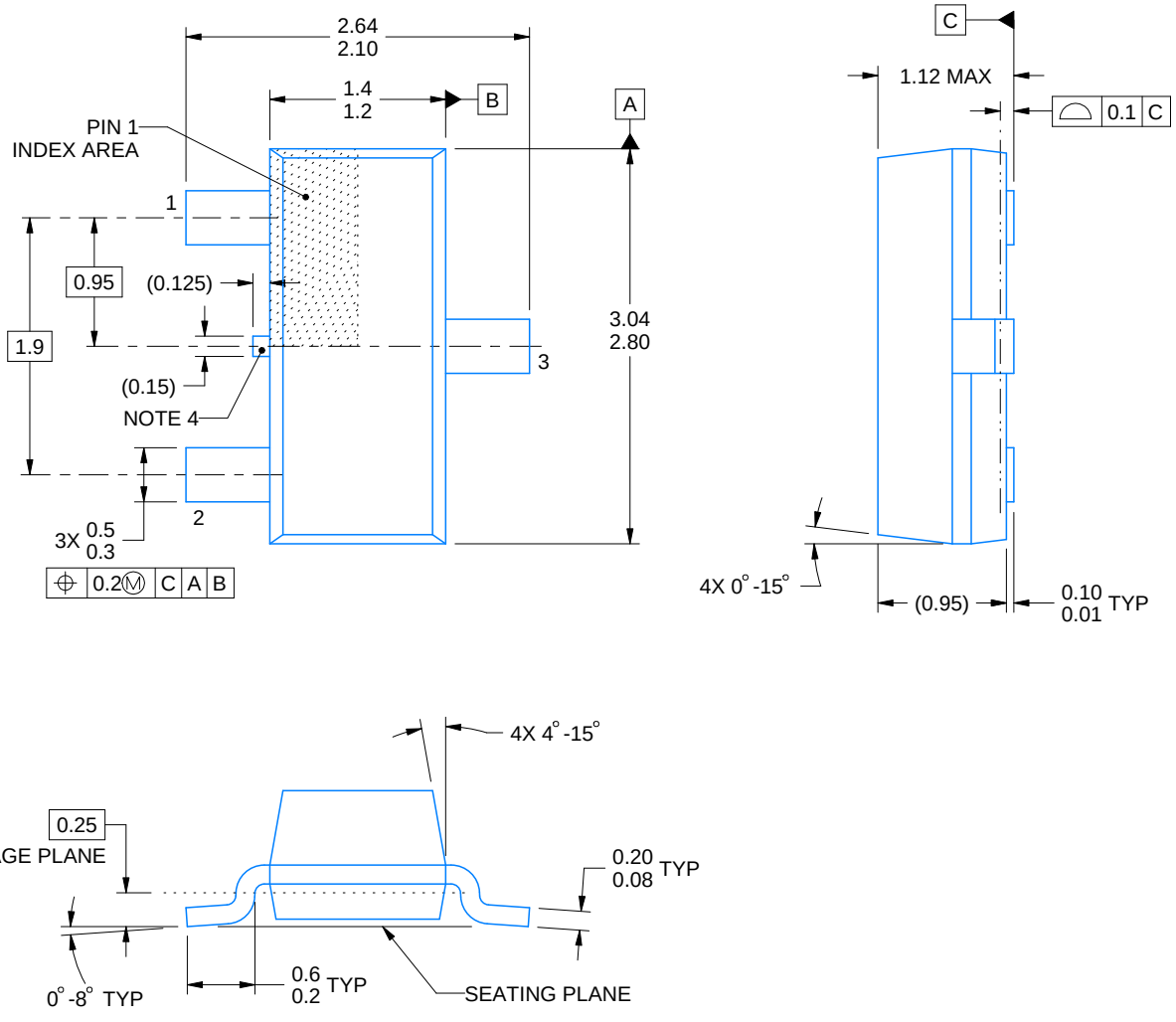
PACKAGE OUTLINE

DBZ0003A



SOT-23 - 1.12 mm max height

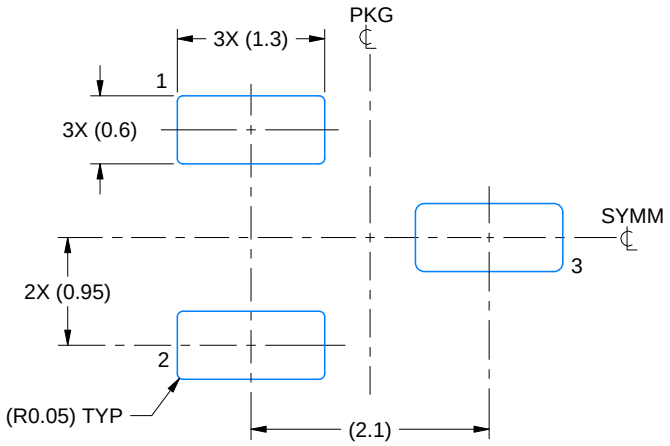
SMALL OUTLINE TRANSISTOR



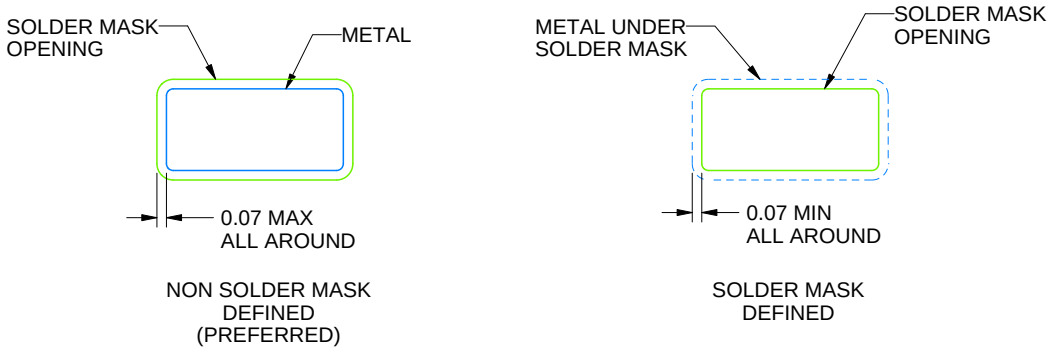
4214838/F 08/2024

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. Reference JEDEC registration TO-236, except minimum foot length.
4. Support pin may differ or may not be present.
5. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25mm per side



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:15X

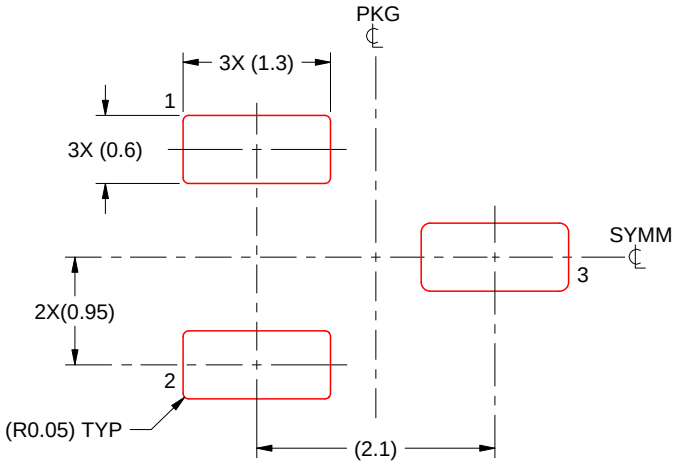


SOLDER MASK DETAILS

4214838/F 08/2024

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 THICK STENCIL
SCALE:15X

4214838/F 08/2024

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.

GENERIC PACKAGE VIEW

DMR 4

X2SON - 0.4 mm max height

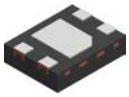
1.1 x 1.4, 0.5 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4229480/A

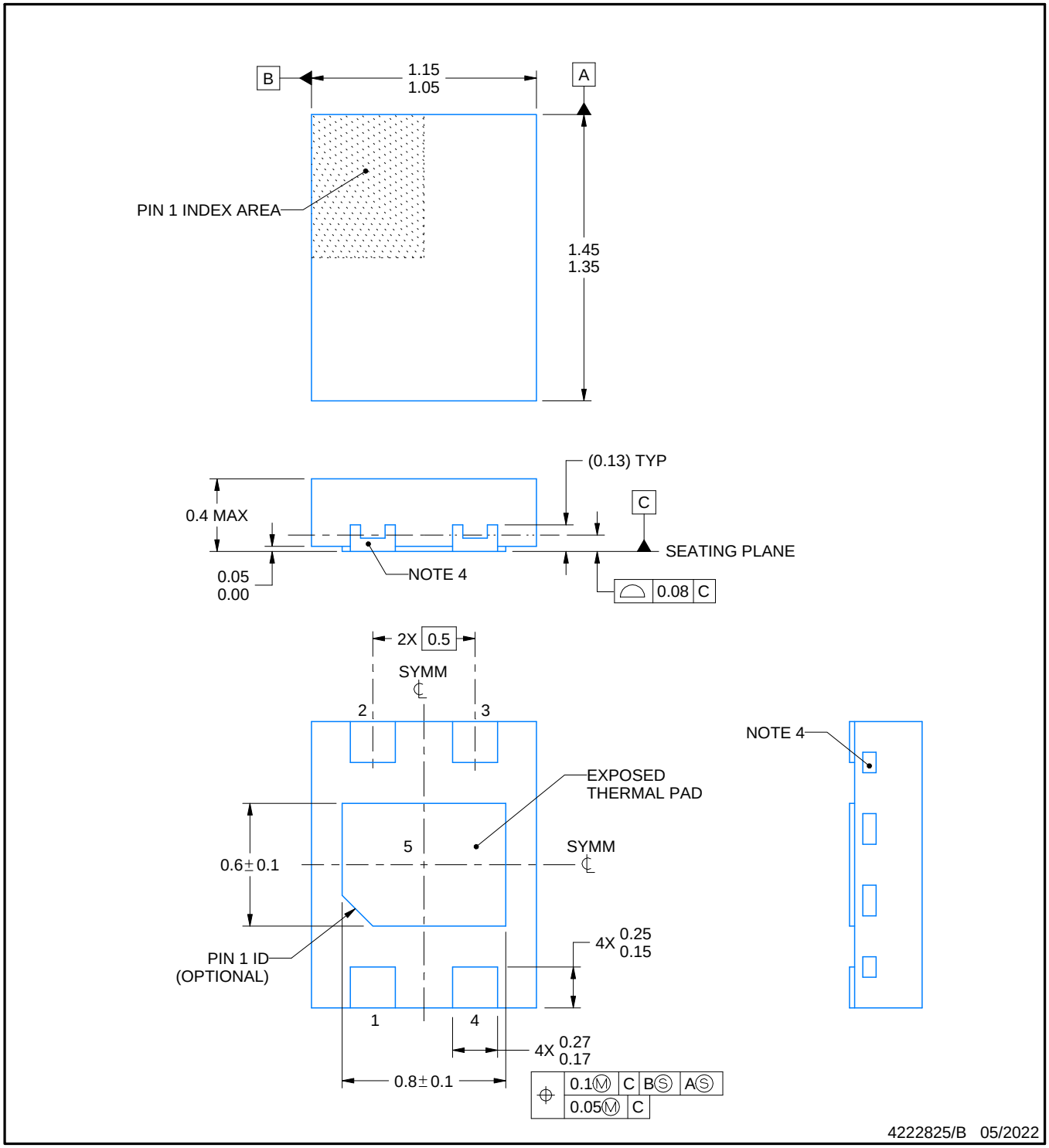


PACKAGE OUTLINE

DMR0004A

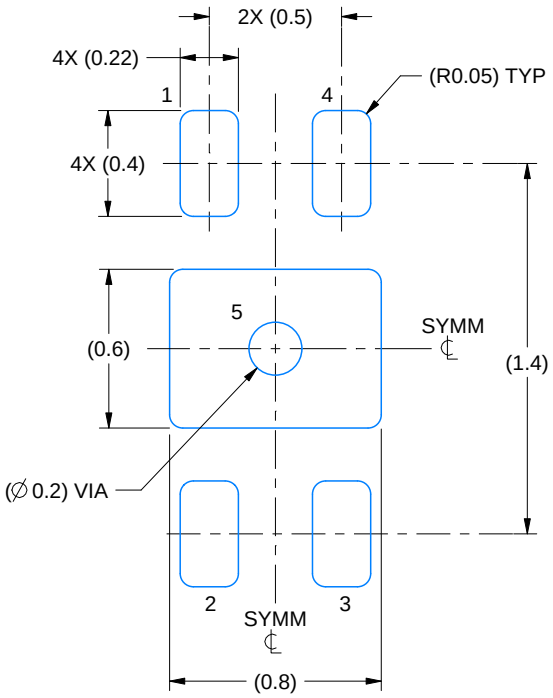
X2SON - 0.4 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

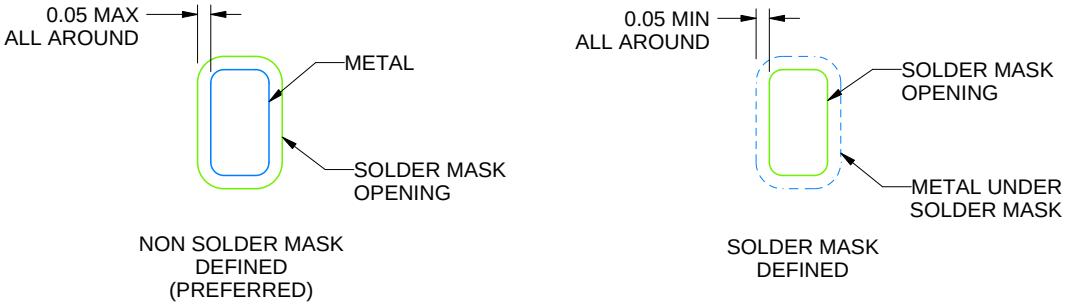


NOTES:

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. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.
4. Quantity and shape of side wall metal may vary.



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:35X

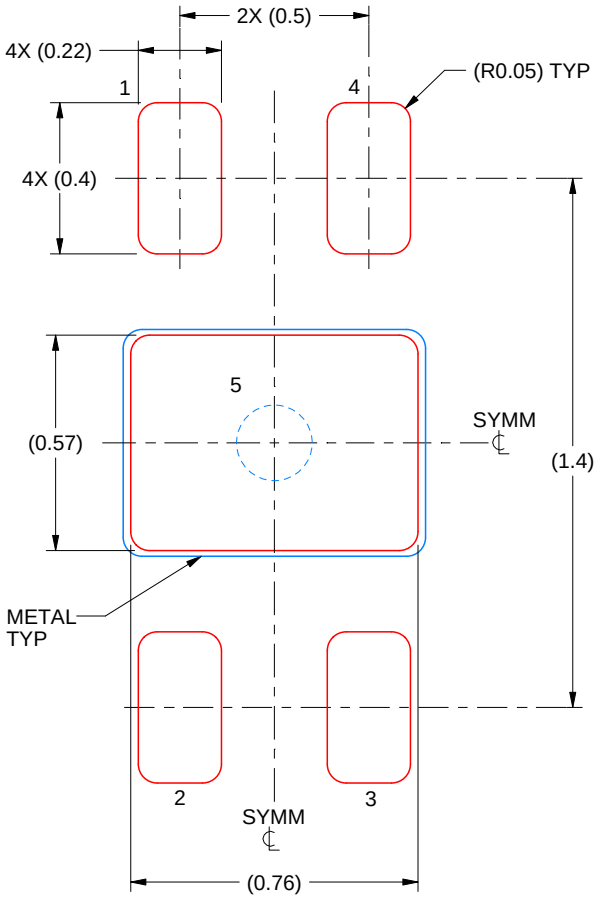


SOLDER MASK DETAILS

4222825/B 05/2022

NOTES: (continued)

5. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If all or some are implemented, recommended via locations are shown. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 5:
90% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE:50X

4222825/B 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.

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