

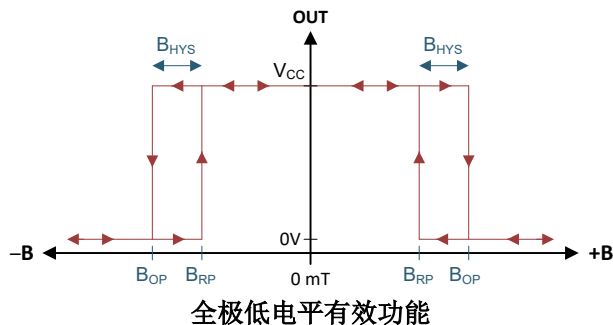
TMAG5233 低成本、平面内霍尔效应开关

1 特性

- 电源电压范围：
 - 40°C 至 85°C：1.65V 至 5.5V
 - 85°C 至 125°C：1.65V 至 3.6V
- 平面内磁场检测
- 全极响应
- 低电平有效、推挽式输出
- 磁性工作点 (B_{OP})：±3mT
- 磁性释放点 (B_{RP})：±2.2mT
- 旨在最小化 I_{CC} 的以占空比
 - 5Hz：0.55μA (预发布)
 - 40Hz：2.7μA
- 业界通用封装和引脚排列
 - 3 引脚 SOT-23 (V_{CC} 、GND、OUT)

2 应用

- 门窗传感器
- 电器门打开/关闭
- 电表篡改检测
- 电子智能锁
- 烟雾探测器按钮
- 食品加工机附件检测



3 说明

TMAG5233 是一款低成本、平面内霍尔效应开关，旨在替代磁性位置检测应用中使用的 TMR、AMR 和簧片开关。

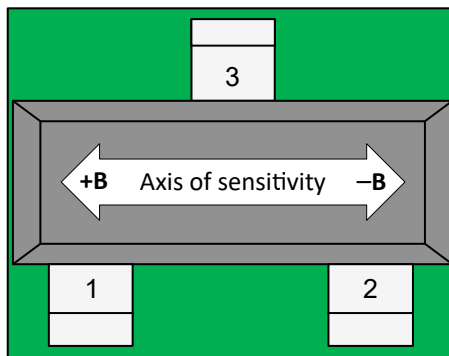
TMAG5233 具有全极磁响应，使该器件能够对南北磁极均做出响应。当通过传感器灵敏度轴施加的磁通量密度超过工作点阈值 (B_{OP}) 时，该器件会输出低电压。输出会保持低电平，直到磁通密度降至低于释放点阈值 (B_{RP})，随后该器件会输出高电压。D1E 器件版本的 B_{OP} 阈值为 3mT， B_{RP} 阈值为 2.2mT。

为了更大限度降低功耗，TMAG5233 在内部以 40Hz (D1E 器件版本) 的频率进行占空比控制，运行时的平均电流消耗为 2.7μA。该器件采用业界通用 SOT-23 封装，具有推挽式 CMOS 输出，无需使用外部上拉电阻。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TMAG5233	DBV (SOT-23, 3)	2.9mm × 2.8mm

- 有关所有可用封装，请参阅节 11。
- 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



Top View

平面内灵敏度轴



内容

1 特性.....	1	7.4 器件功能模式.....	7
2 应用.....	1	8 应用和实施.....	8
3 说明.....	1	8.1 应用信息.....	8
4 器件比较.....	2	8.2 典型应用.....	8
5 引脚配置和功能.....	2	8.3 电源相关建议.....	8
6 规格.....	3	8.4 布局.....	9
6.1 绝对最大额定值.....	3	9 器件和文档支持.....	10
6.2 ESD 等级.....	3	9.1 器件命名规则.....	10
6.3 建议运行条件.....	3	9.2 接收文档更新通知.....	10
6.4 热性能信息.....	3	9.3 支持资源.....	10
6.5 电气特性.....	4	9.4 静电放电警告.....	10
6.6 磁特性.....	4	9.5 术语表.....	10
7 详细说明.....	5	10 修订历史记录.....	11
7.1 概述.....	5	11 机械、封装和可订购信息.....	11
7.2 功能方框图.....	5	11.1 卷带包装信息.....	11
7.3 特性说明.....	5		

4 器件比较

表 4-1. 器件比较

版本	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
TMAG5233D1B ⁽¹⁾	3mT	0.8mT	全极, 低电平 有效	推挽	平面内	5Hz	SOT-23
TMAG5233D1E						40Hz	

(1) 仅为预发布版。如需了解更多磁性阈值、输出类型和频率版本, 请联系您当地的德州仪器 (TI) 代表。

5 引脚配置和功能

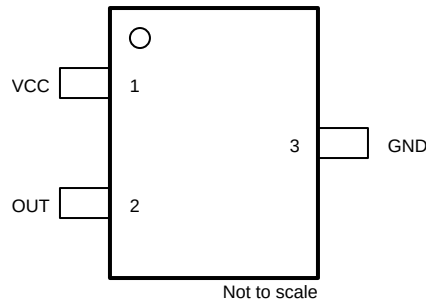


图 5-1. DBV 封装 3 引脚 SOT-23 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	SOT-23		
VCC	1	P	电源电压
OUT	2	O	全极输出, 对南北磁极都有响应。
GND	3	G	接地

6 规格

6.1 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} $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 85°C	-0.3	6	V
电源电压	V_{CC} $T_A = 85^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	-0.3	4	V
输出引脚电压	OUT	GND - 0.3	$V_{CC} + 0.3$	V
输出引脚电流	OUT	-5.5	5.5	mA
磁通密度, B_{MAX}		无限		T
结温, T_J	结温, T_J	-65	150	$^{\circ}\text{C}$
贮存温度, T_{stg}		-65	150	$^{\circ}\text{C}$

- (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。

6.2 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，所有引脚 ⁽¹⁾	± 2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 ⁽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 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 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, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 85°C	1.65	5.5	V
	电源电压, $T_A = 85^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	1.65	3.6	
T_A	环境温度	-40	125	$^{\circ}\text{C}$
V_O	输出电压	GND	V_{CC}	V
I_O	输出电流	-5	5	mA

6.4 热性能信息

热性能指标 ⁽¹⁾		TMAG5233	单位
		SOT-23 (DBV)	
		3 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	264.5	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	125.4	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	108.9	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	66.7	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	108	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

- (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](#)应用手册。

6.5 电气特性

在自然通风条件下的温度范围内和建议的电源电压范围内测得（除非另有说明）；典型值规格条件： $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ （除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
输出驱动器							
V _{OH}	高电平输出电压	I _{OH} = 0.5mA	V _{CC} - 0.4		V _{CC}	V	
V _{OL}	低电平输出电压	I _{OL} = 0.5mA	0		0.4	V	
所有版本							
I _{CCACTIVE}	测量期间的电源电流		2.6			mA	
I _{CCSLEEP}	睡眠电流		315			nA	
t _{ON}	开通时间	V _{CC} = 5.5V	32			μs	
t _{ACTIVE}	运行时长		26			μs	
TMAG5233xxB 5Hz (产品预发布)							
f _S	磁采样频率		2	5	8	Hz	
t _S	磁采样周期		125	200	500	ms	
I _{CCAVG}	平均电流消耗	T _A = 25°C	0.55			0.89	μA
		T _A = -40°C 至 85°C	1.29				
		T _A = -40°C 至 125°C	2				
TMAG5233xxE 40Hz							
f _S	磁采样频率		28	40	53	Hz	
t _S	磁采样周期		18	25	36	ms	
I _{CCAVG}	平均电流消耗	T _A = 25°C	2.7			3.7	μA
		T _A = -40°C 至 85°C	4				
		T _A = -40°C 至 125°C	4.1				

6.6 磁特性

在自然通风条件下的温度范围内和建议的电源电压范围内测得（除非另有说明）；典型值规格条件： $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ （除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TMAG5233Dxx 3mT						
B_{OP}	磁性工作点	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 1.6	± 3	± 4.3	mT
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	± 1.2	± 3	± 4.5	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	± 1	± 3	± 4.7	
B_{RP}	磁性释放点	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.6	± 2.2	± 3.5	mT
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	± 0.6	± 2.2	± 3.5	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	± 0.5	± 2.2	± 3.6	
B_{HYS}	磁迟滞： $ B_{OP} - B_{RP} $			0.8		mT

7 详细说明

7.1 概述

TMAG5233 是一款具有单个数字输出的霍尔效应传感器，可指示超过磁通密度阈值 (B_{OP} 和 B_{RP}) 的情况。此输出具有推挽式 CMOS 架构，而该架构允许器件将输出驱动至高电平或将输出拉至低电平，因此无需使用外部上拉电阻。

作为全极开关，TMAG5233 OUT 引脚对正负磁场极性都会做出响应。根据此数据表 (请参阅图 7-2)，一个靠近 DBV 封装引脚 1 的南极感应一个正磁通密度，而一个靠近 DBV 封装引脚 1 的北极感应一个负磁通密度。输出类型为低电平有效，这意味着当磁通密度超过 B_{OP} 时，该器件将输出引脚拉至低电平，而当磁通密度低于 B_{RP} 时，该器件将输出驱动至高电平。

TMAG5233 集成了霍尔效应元件、模拟信号调节功能和低频振荡器。TMAG5233 作为占空比控制的器件运行，周期性地测量磁通密度、更新输出并在两次测量之间进入低功耗睡眠状态以节省电力。

7.2 功能方框图

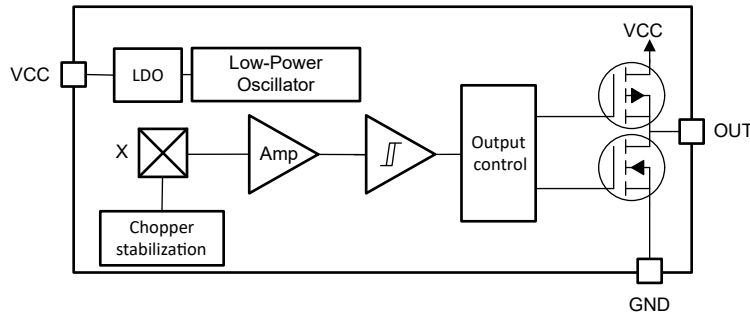


图 7-1. SOT-23 方框图

7.3 特性说明

7.3.1 SOT-23 磁通密度方向

TMAG5233 SOT-23 可检测水平于封装标识表面的磁通密度。

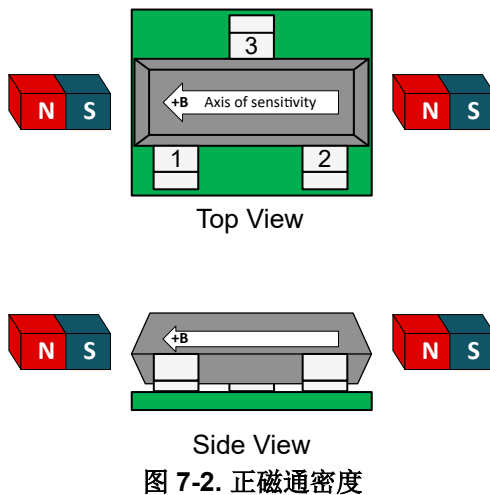


图 7-2. 正磁通密度

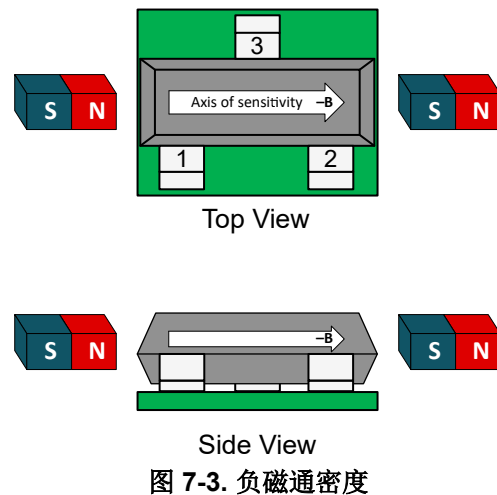


图 7-3. 负磁通密度

从封装引脚 2 一侧到封装引脚 1 一侧的磁通密度被认为是正磁通密度，而从封装引脚 1 一侧到封装引脚 2 一侧的磁通密度被认为是负磁通密度。

磁体会在周围空间中产生一个三维磁场，磁场强度和方向在不同的点发生变化。这种变化允许以多种方式产生正（或负）磁通密度，如图 7-4 和图 7-5 所示。

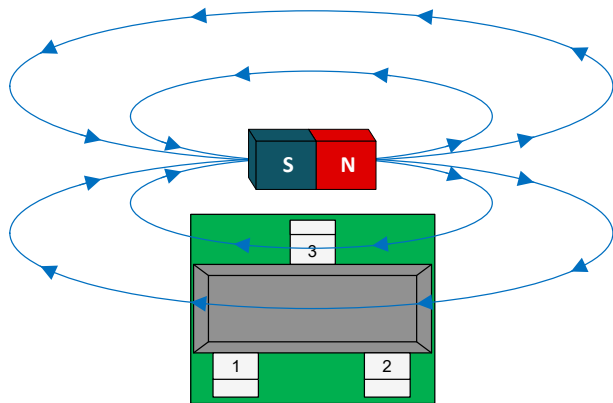


图 7-4. 正磁通密度：磁体偏移

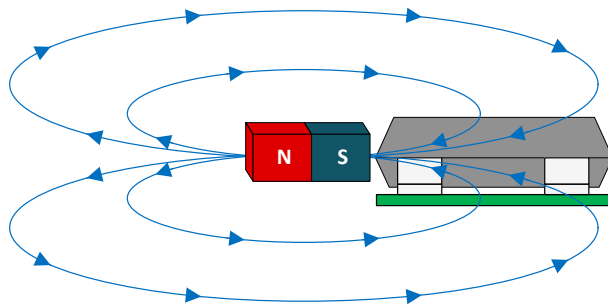


图 7-5. 正磁通密度：磁体对齐

7.3.2 输出类型

TMAG5233 是全极开关，这意味着 OUT 引脚对正负磁通密度都会做出响应。作为低电平有效推挽式 CMOS 输出器件，TMAG5233 在磁通密度超过磁性工作点 (B_{OP}) 时将输出拉至低电平。输出会保持低电平，直至磁通密度下降到磁性释放点 (B_{RP}) 以下为止。图 7-6 展示了该全极低电平有效输出行为。图 7-7 展示了推挽式 CMOS 架构的简化图，该架构允许器件将输出驱动至高电平或将输出拉至低电平，因此无需使用外部上拉电阻。

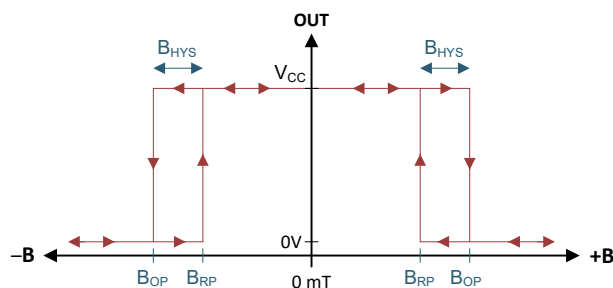


图 7-6. 全极输出响应

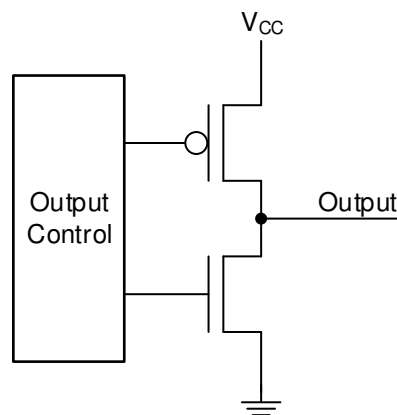


图 7-7. 推挽式 CMOS 输出（简化版）

7.3.3 时序

图 7-8 展示了 TMAG5233 的启动行为，以及一些基于不同磁通密度值场景的输出引脚电压示例。当达到 V_{CC} 的最小值时，TMAG5233 将需要时间 t_{ON} 来上电、测量第一个磁性样本并设置输出值。设置输出值后，输出被锁存，器件进入低功耗睡眠状态。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。

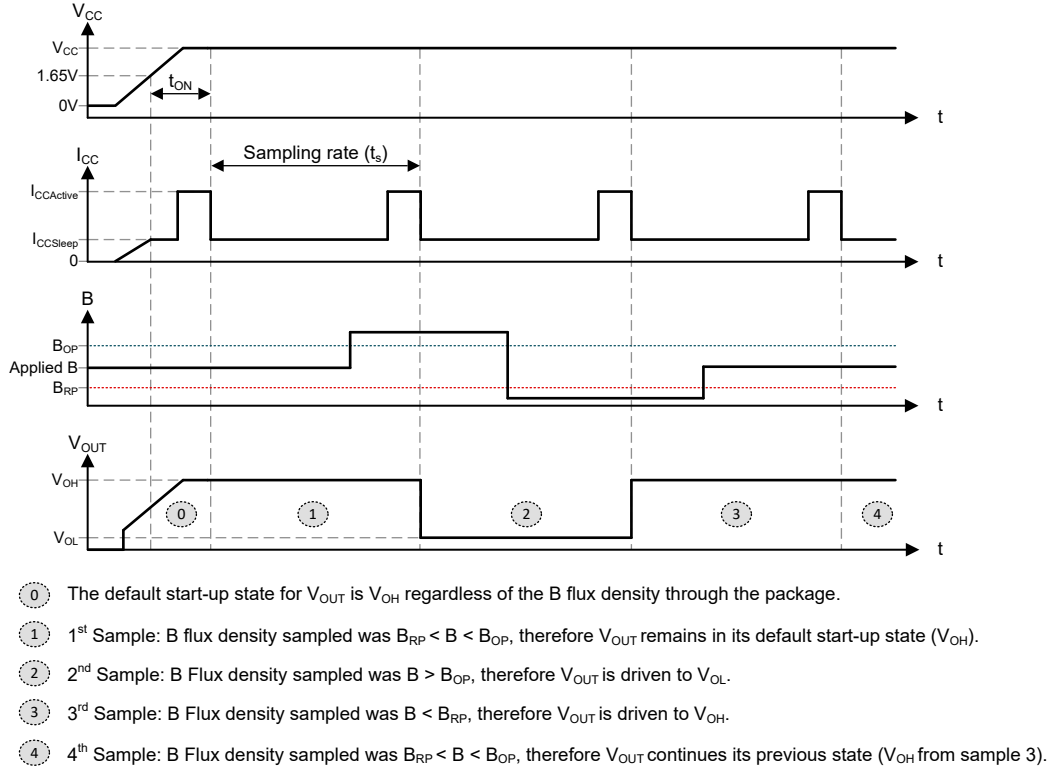


图 7-8. 时序和输出图

7.4 器件功能模式

当满足 [建议运行条件](#) 时，TMAG5233 始终以 [时序](#) 部分中所述的占空比模式运行。

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

8.1 应用信息

TMAG5233 是一款用于检测磁体接近程度的霍尔效应开关；磁体通常附在系统内的可移动元件上。当磁体足够靠近传感器并沿 TMAG5233 灵敏度轴感应出超过 B_{OP} 阈值的磁通密度时，传感器的输出会下拉至 GND。该低电平输出可以通过控制器上的 GPIO 引脚读取，使系统能够识别磁体已超过阈值，从而指明元件的位置或移动情况。这种应用在工业自动化和消费类电子等各种领域都很常见，在这些领域中，位置或运动的精确检测至关重要。

8.2 典型应用

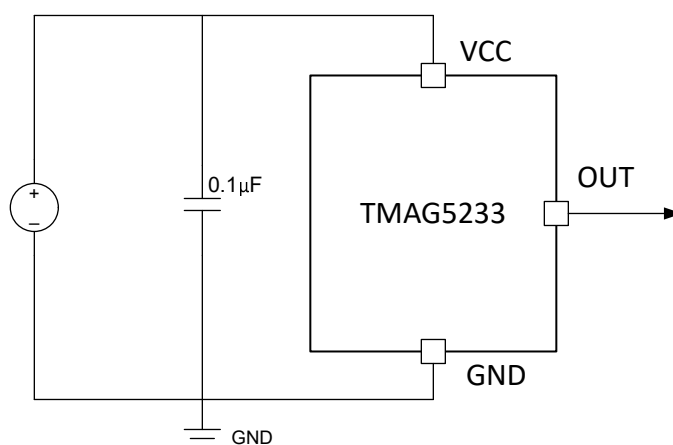


图 8-1. 典型应用原理图

8.2.1 设计要求

表 8-1 列出了相关的设计参数。

表 8-1. 设计参数

参数	值
电源电压 (V_{CC})	3.3V
旁路电容器	0.1 μ F

8.2.2 详细设计过程

由于磁体的复杂非线性行为，可能难以确定合理的磁体特性来确保系统按预期工作。因此，TI 建议通过实验开始设计过程，从而找到可行的设计方案。为了帮助加快设计迭代，[TI 磁感应模拟器 \(TIMSS\)](#) 网络工具提供了一个可视界面，用于仿真系统设计中的典型传感器性能。TIMSS 仿真可让您了解各种运动中的预期磁场行为，并在几秒钟内运行仿真。

8.3 电源相关建议

如表 8-2 所示，由于 TMAG5233 器件在较高电压和温度下会受到限制，因此该器件的电源建议与温度相关。这种特定的电压限制有助于传感器可靠运行。

表 8-2. 电源电压范围

环境温度条件	建议的电源电压范围
$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 85°C	$V_{CC} = 1.65\text{V}$ 至 5.5V
$T_A = 85^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	$V_{CC} = 1.65\text{V}$ 至 3.6V

TI 建议在传感器电源和接地端之间使用至少 $0.1\ \mu\text{F}$ 的旁路电容器，以帮助滤除电源中的电压波动和噪声。妥善做法是将该旁路电容器尽可能靠近传感器的电源引脚放置。

8.4 布局

8.4.1 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电路板另一侧。

8.4.2 布局示例

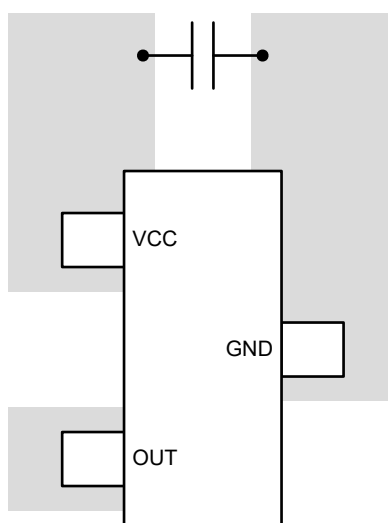


图 8-2. SOT-23 布局示例

9 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。[TMAG5233 产品文件夹](#)中列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

9.1 器件命名规则

图 9-1 展示了 TMAG5233 的完整可订购器件型号的解读图例。

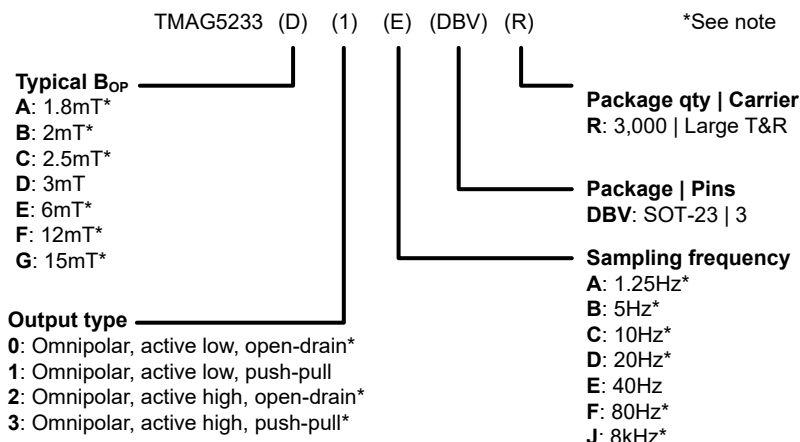


图 9-1. 器件命名规则

备注

器件版本处于预发布状态，未发布。如需了解更多磁性阈值、输出类型和频率版本，请联系您当地的德州仪器 (TI) 代表。

9.2 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。

9.3 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](#)。

9.4 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

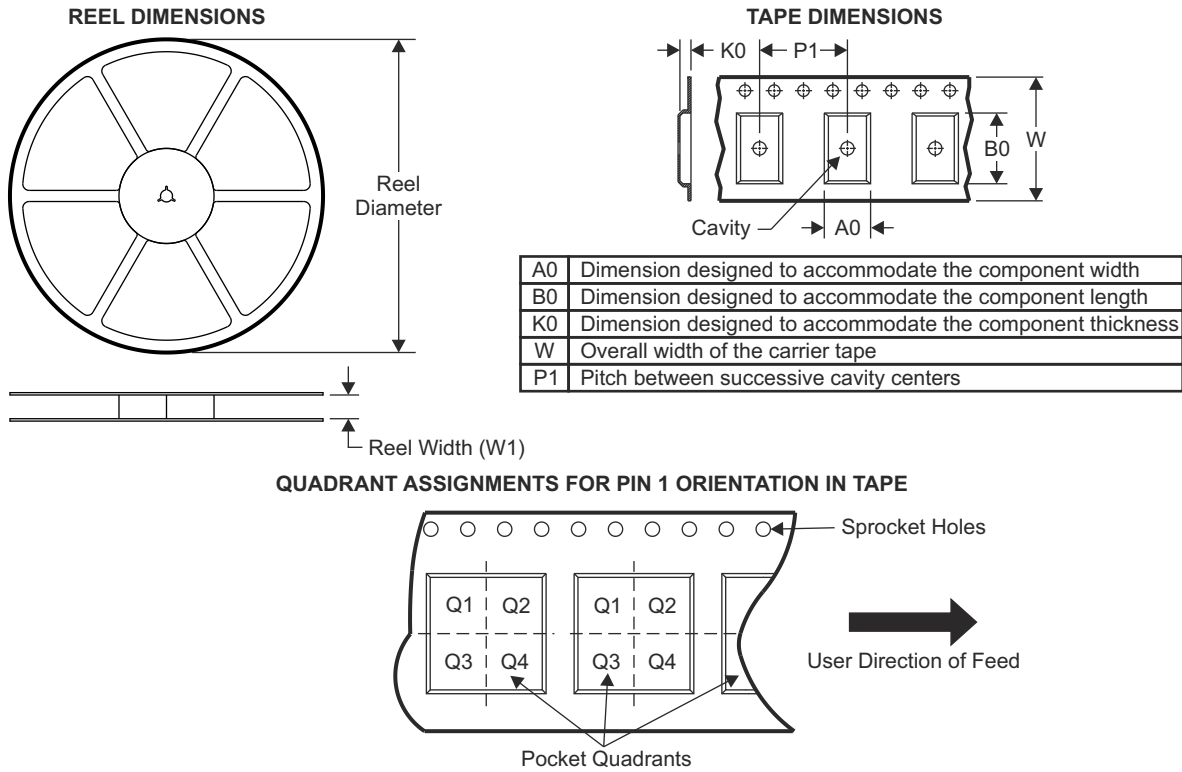
注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
August 2024	*	初始发行版

11 机械、封装和可订购信息

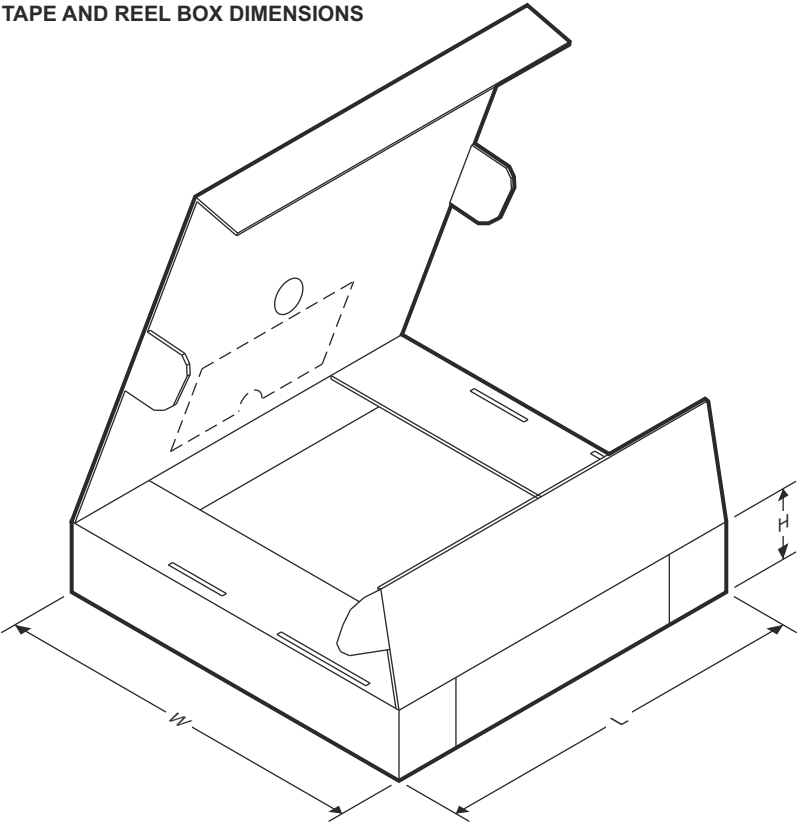
以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

11.1 卷带包装信息



器件	封装类型	封装图	引脚数	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
PTMAG5233D1EDBVR	SOT-23	DBV	3	3000	178	9	3.3	3.2	1.4	4	8	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚数	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
PTMAG5233D1EDBVR	SOT-23	DBV	3	3000	致电 TI	致电 TI	致电 TI

ADVANCE INFORMATION

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
PTMAG5233D1EDBVR	ACTIVE	SOT-23	DBV	3	3000	TBD	Call TI	Call TI	-40 to 125		Samples

(1) The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBsolete: TI has discontinued the production of the device.

(2) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

RoHS Exempt: TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

Green: TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

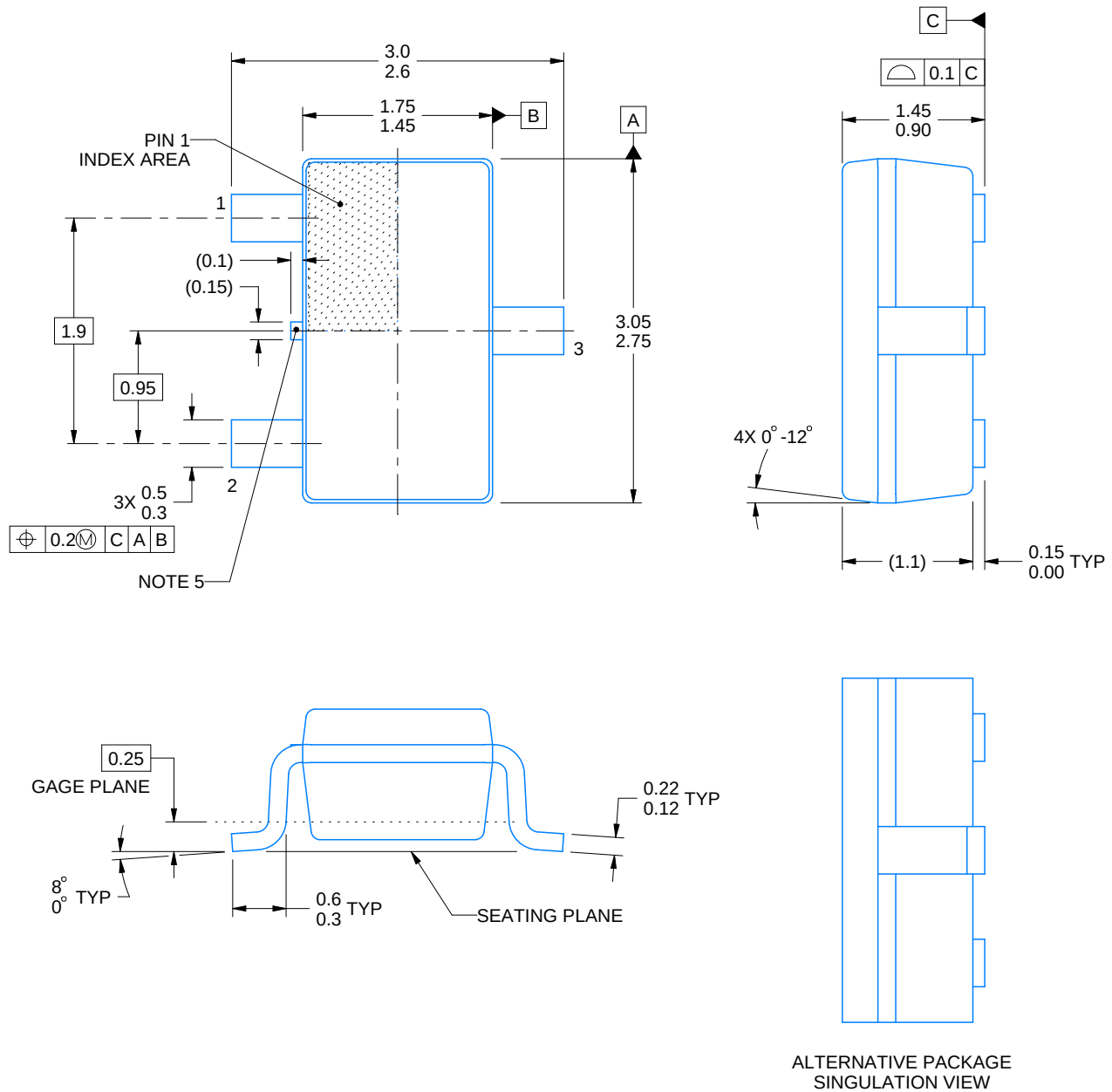
(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

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.

DBV0003A**PACKAGE OUTLINE****SOT-23 - 1.45 mm max height**

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



4220743/C 06/2024

NOTES:

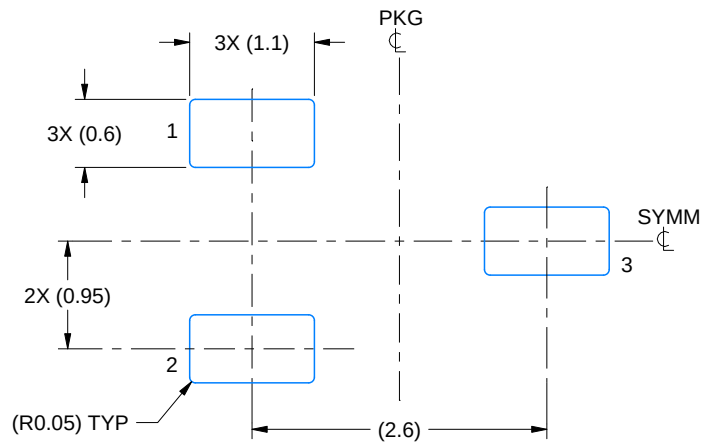
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC MO-178.
4. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Support pin may differ or may not be present.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

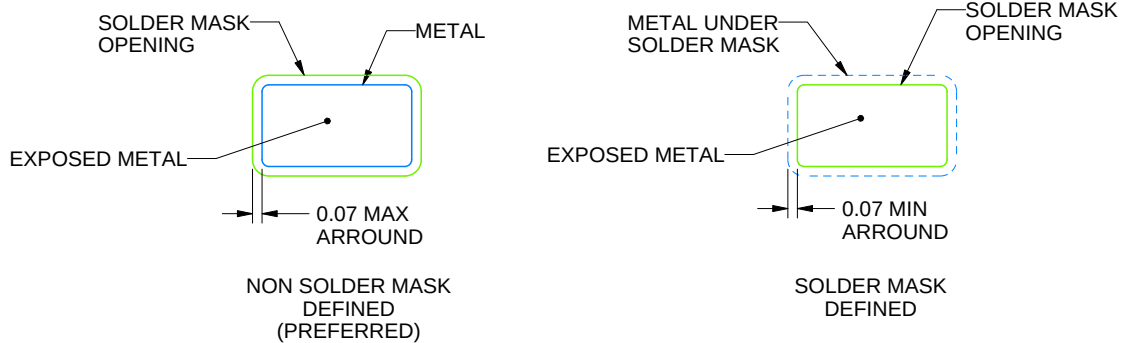
DBV0003A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDER MASK DETAILS

4220743/C 06/2024

NOTES: (continued)

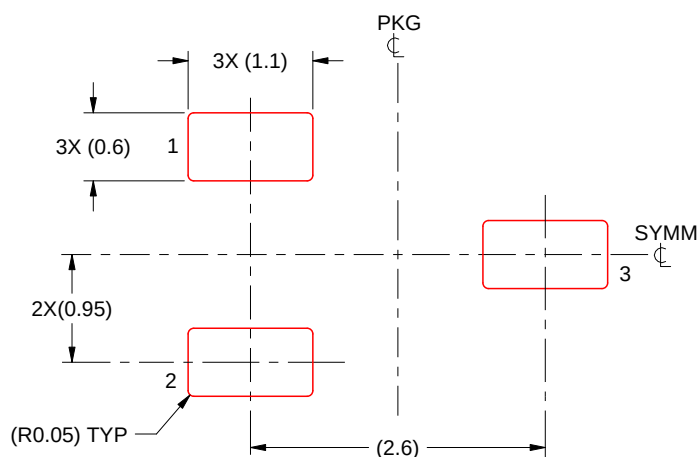
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DBV0003A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:15X

4220743/C 06/2024

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.

重要声明和免责声明

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任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司