

TMAG5133 低功耗平面高灵敏度霍尔效应开关

1 特性

- 电源电压范围：1.65V 至 5.5V
- 工作温度范围：-40°C 至 125°C
- 平面内灵敏度轴
- 磁极检测：
 - 双极性
 - 全极（预发布）
- 输出类型：
 - 推挽
 - 漏极开路（预发布）
- 磁性工作点 (B_{OP})：
 - $\pm 3\text{mT}$
 - 1.8mT 至 15mT 选项
- 磁滞 ($B_{OP} - B_{RP}$)： $\pm 0.8\text{mT}$
- 占空比运行
 - 20Hz：1.8 μA
 - 1.25Hz 至 8kHz 选项
- 业界通用封装和引脚排列
 - 4 引脚 X1LGA
 - SOT-23（预发布）

2 应用

- [门窗传感器](#)
- [冰箱和冰柜门开/关传感器](#)
- [电表篡改检测](#)
- [电子智能锁](#)
- [烟雾探测器按钮](#)
- [PC 和笔记本电脑](#)
- [平板电脑](#)
- [水表](#)
- [燃气表](#)

3 说明

TMAG5133 是一款平面内霍尔效应开关，旨在替代 TMR、AMR 和簧片开关。该器件经过优化，可在具有超低功耗、宽电源电压和温度范围的工业和消费类应用中实现小外形尺寸。

TMAG5133 具有两个单极输出或一个全极，使器件能够对外部磁场做出反应。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，该器件会在相应引脚上输出低电压。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。

为了最大限度地降低功耗，TMAG5133 在内部进行了占空比调节。该器件采用业界通用 X1LGA 封装，具有推挽式输出，无需使用外部上拉电阻。

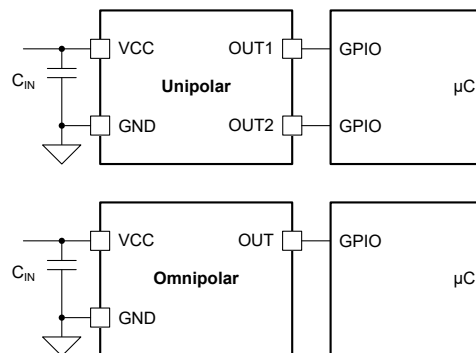
封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TMAG5133	ZFC (X1LGA , 4)	1.3mm × 0.9mm
	DBV (SOT-23 , 3) ⁽³⁾	2.9mm × 2.8mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 10。

(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。

(3) 此封装仅为预发布状态。



简化版原理图



内容

1 特性	1	7 详细说明	7
2 应用	1	7.1 概述.....	7
3 说明	1	7.2 功能方框图.....	7
4 器件比较	3	7.3 特性说明.....	7
5 引脚配置和功能	3	7.4 器件功能模式.....	10
6 规格	4	8 应用和实施	11
6.1 绝对最大额定值.....	4	8.1 应用信息.....	11
6.2 ESD 等级.....	4	8.2 典型应用.....	11
6.3 建议运行条件.....	4	8.3 电源相关建议.....	12
6.4 热性能信息.....	4	8.4 布局.....	12
6.5 电气特性.....	5	9 修订历史记录	12
6.6 磁特性.....	6	10 机械、封装和可订购信息	12
6.7 典型特性.....	6		

4 器件比较

表 4-1. 已发布器件比较

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
TMAG5133D5D	3mT	0.8mT	单极， 低电平有效	推挽	平面内	20Hz	X1LGA

表 4-2 指示 TMAG5133xxx 可用的 B_{OP} 、输出配置和采样率选项。例如 TMAG5133C6G 是该器件的 2.5mT BOP、单极、高电平有效、漏极开路、160Hz 版本。

表 4-2. 其他器件配置选项

B_{OP}	输出配置			采样率	
	选项编号	全极或单极	低电平有效或高电平有效		漏极开路或推挽
A = 1.8mT	0 - Omni、L、OD	0 - 全极	0 - 低电平有效	0 - 漏极开路	A = 1.25Hz
B = 2.0mT	1 - Omni、L、P-p	0 - 全极	0 - 低电平有效	1 - 推挽	B = 5Hz
C = 2.5mT	2 - Omni、H、OD	0 - 全极	1 - 高电平有效	0 - 漏极开路	C = 10Hz
D = 3.0mT	3 - Omni、H、P-p	0 - 全极	1 - 高电平有效	1 - 推挽	D = 20Hz
E = 6mT	4 - Uni、L、OD	1 - 单极	0 - 低电平有效	0 - 漏极开路	E = 40Hz
F = 12mT	5 - Uni、L、P-p	1 - 单极	0 - 低电平有效	1 - 推挽	F = 80Hz
G = 15mT	6 - Uni、H、OD	1 - 单极	1 - 高电平有效	0 - 漏极开路	G = 1600Hz
	7 - Uni、H、P-p	1 - 单极	1 - 高电平有效	1 - 推挽	H = 320Hz
					I = 640Hz
					J = 8kHz
					K = 2.5kHz

5 引脚配置和功能



图 5-1. ZFC 封装 4 引脚 X1LGA 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	X1LGA (4)		
OUT2	1	O	单极输出，对通过封装的负磁通密度做出响应。
GND	2	G	接地
VCC	3	P	电源电压
OUT1	4	O	单极输出，对通过封装的正磁通密度做出响应。

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}	-0.3	6	V
引脚电压	OUT1、OUT2	-0.3	$V_{CC} + 0.3V$	
输出引脚电流	OUT1、OUT2	-5.5	5.5	mA
磁通量密度, B		无限		T
结温, T_J		-65	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。

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

		最小值	最大值	单位
V_{CC}	电源电压	1.65	5.5	V
V_o	输出电压, OUT1、OUT2、OUT	0	V_{CC}	V
I_o	输出电流	-5	5	mA
T_A	环境温度	-40	125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TMAG5133		单位
		SOT-23 (DBV)	X1LGA (ZFC)	
		3 引脚	4 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	233.8	393.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	89.1	149.7	
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	76.2	275.8	
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	33.1	7.1	
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	75.3	273.2	

- (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](#)。

6.5 电气特性

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{CC} = 1.65V$ 至 $5.5V$ (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^\circ C$ 且 $V_{CC} = 3.3V$ (除非另有说明)

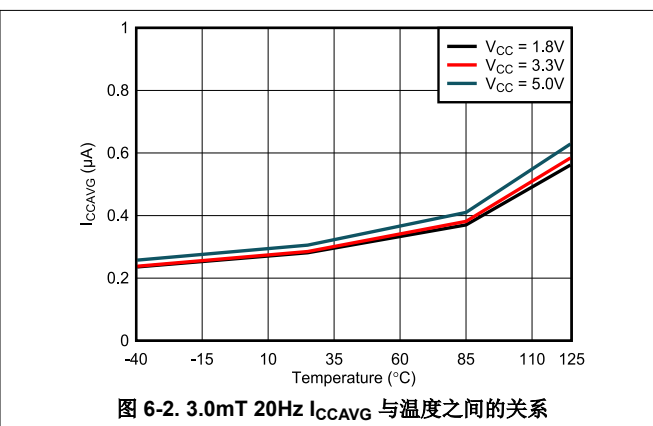
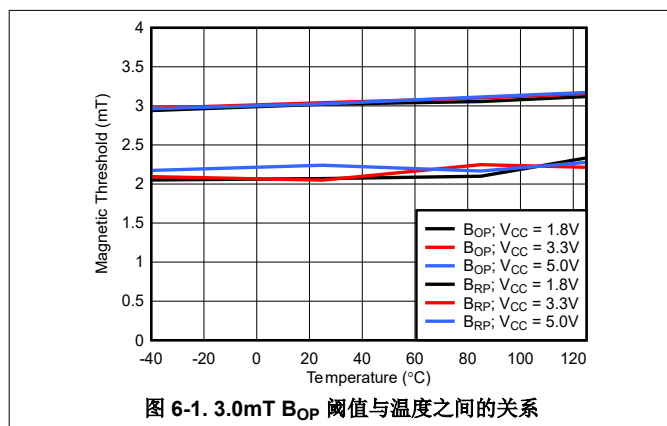
参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
数字输入/输出						
V_{OH}	高电平输出电压	$I_{OH} = 0.5mA$	$V_{CC} - 0.4V$		V_{CC}	V
V_{OL}	低电平输出电压	$I_{OL} = 0.5mA$	0		0.4	V
I_{IN}	输入漏电流	$V_{OUT} = 0V, V_{CC}$	-1		1	μA
C_{OUT}	引脚电容	$f = 1MHz$		2		pF
电源						
t_{ACTIVE}	激活时间持续时间 (脉冲宽度)		23	28	34	μs
I_{ACTIVE}	测量期间的电源电流	$T_A = 25^\circ C$		2.4	2.8	mA
		$T_A = -40^\circ C$ 至 $85^\circ C$			3	mA
		$T_A = 125^\circ C$			3.2	mA
I_{SLEEP}	睡眠电流	$T_A = 25^\circ C$		0.32	0.6	μA
		$T_A = -40^\circ C$ 至 $85^\circ C$			1	μA
		$T_A = 125^\circ C$			1.75	μA
t_{ON}	加电时间			100	500	μs
TMAG5133xxD 20Hz						
f_S	磁采样频率	$T_A = 25^\circ C$	13	20	27	Hz
			10	20	30	
t_S	磁采样周期	$T_A = 25^\circ C$	37	50	77	ms
			33	50	100	
I_{CCAVG}	平均电流消耗 $f_S = 20Hz$	$T_A = 25^\circ C$		1.8	2.0	μA
		$T_A = -40^\circ C$ 至 $85^\circ C$			2.6	
		$T_A = -40^\circ C$ 至 $125^\circ C$			3.4	

6.6 磁特性

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{CC} = 1.65V$ 至 $5.5V$ (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^\circ C$ 且 $V_{CC} = 3.3V$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TMAG5133Dxx 3mT						
B _{OP}	磁性阈值工作点	T _A = 25°C	±2.3	±3	±3.7	mT
		T _A = -40°C 至 85°C	±2.2	±3	±3.8	
		T _A = -40°C 至 125°C	±2.1	±3	±3.9	
B _{RP}	磁释放点	T _A = 25°C	±1.5	±2.2	±2.9	mT
		T _A = -40°C 至 85°C	±1.4	±2.2	±3	
		T _A = -40°C 至 125°C	±1.3	±2.2	±3.1	
B _{HYS}	磁迟滞 : B _{OP} - B _{RP}	T _A = 25°C	0.26	0.8	mT	
		T _A = 85°C	0.16	0.8		
		T _A = 125°C	0.11	0.8		

6.7 典型特性

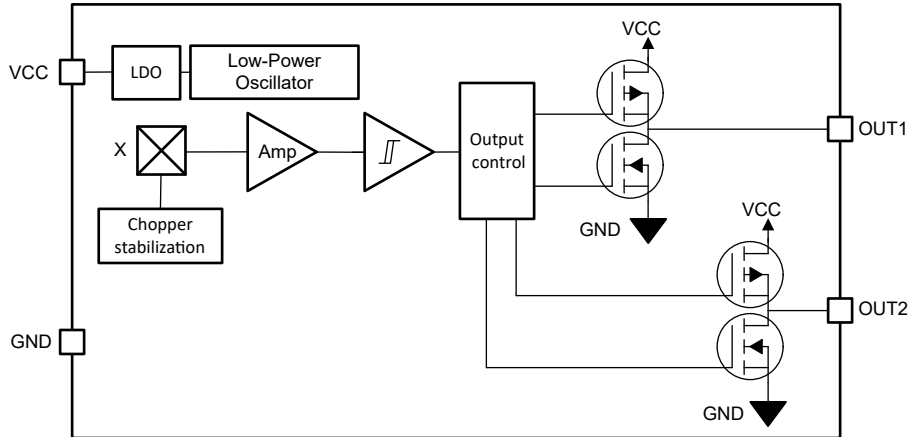


7 详细说明

7.1 概述

TMAG5133 是一款具有数字输出的霍尔效应磁传感器，可指示何时超过磁通密度阈值。输出为低电平有效推挽输出，当存在磁场时将输出引脚驱动为低电平，不存在磁场时将返回高电平。作为一种双单极开关，OUT1 引脚通过封装响应正磁通密度，而 OUT2 引脚通过封装响应负磁通密度。TMAG5133 会根据采样率定期对霍尔传感器进行采样。对传感器采样后，器件进入低功耗睡眠状态以节省功耗。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 X1LGA 磁通方向

TMAG5133 X1LGA 封装可检测水平于封装标识表面的磁通密度。

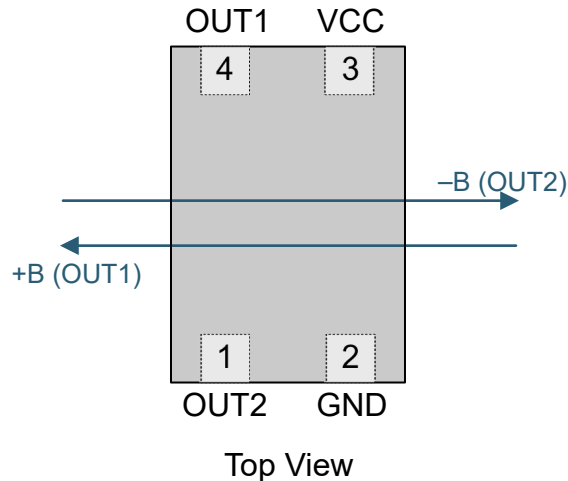


图 7-1. X1LGA 封装的灵敏度方向

从封装的引脚 2 和 3 侧到封装的引脚 1 和 4 侧的磁通量由 TMAG5133 X1LGA 视为为正。当南磁极靠近器件引脚 1 和 4 时，就会出现这种情况。

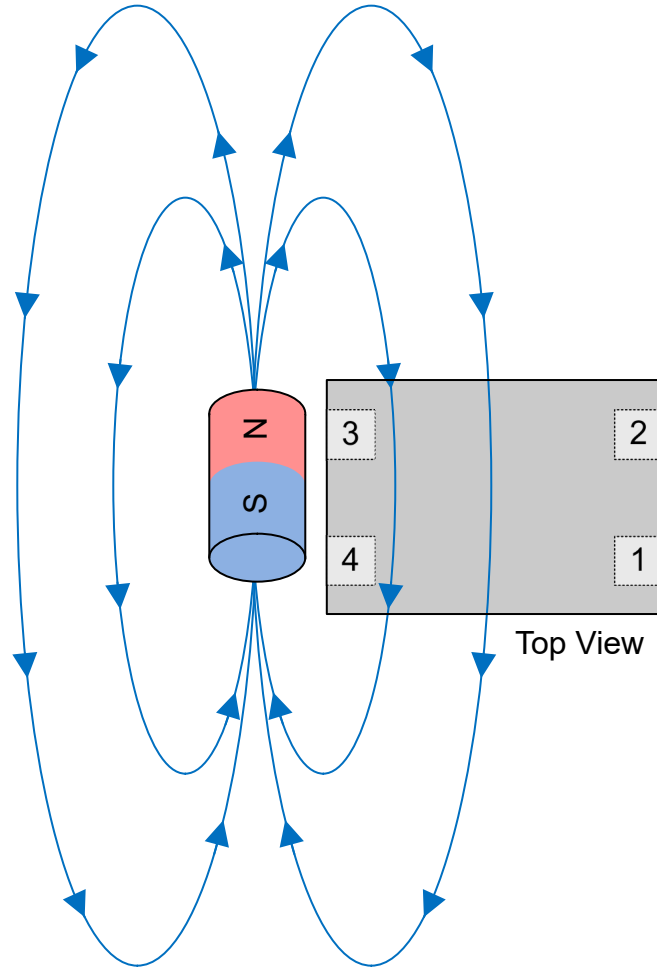


图 7-2. 正磁通方向偏移

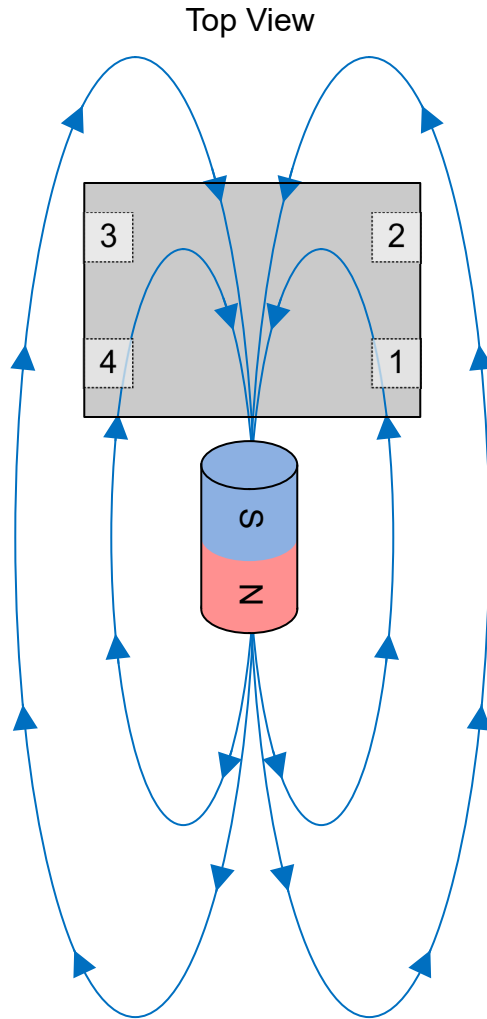


图 7-3. 正磁通方向侧

TMAG5133 X1LGA 封装可提供两个单极输出。OUT1 通过封装响应正磁通密度，例如，当南磁体位于封装的引脚 1 和 4 侧，或北磁体位于封装的引脚 3 和 2 侧时，可以看到这种情况。OUT2 通过封装响应负磁通密度，例如，当北磁体位于封装的引脚 1 和 4 侧，或南磁体位于封装的引脚 3 和 2 侧时，可以看到这种情况。图 7-4 示出了 OUT1 和 OUT2 的行为。

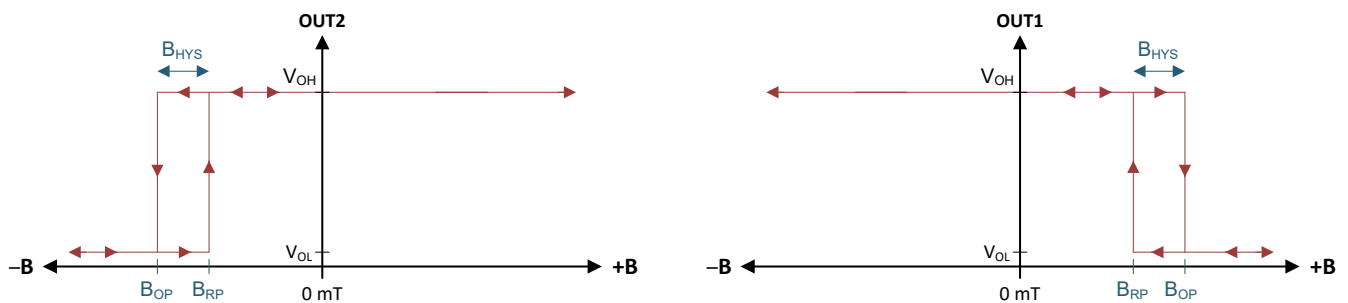


图 7-4. 单极输出响应

7.3.3 采样率

当 TMAG5133 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。

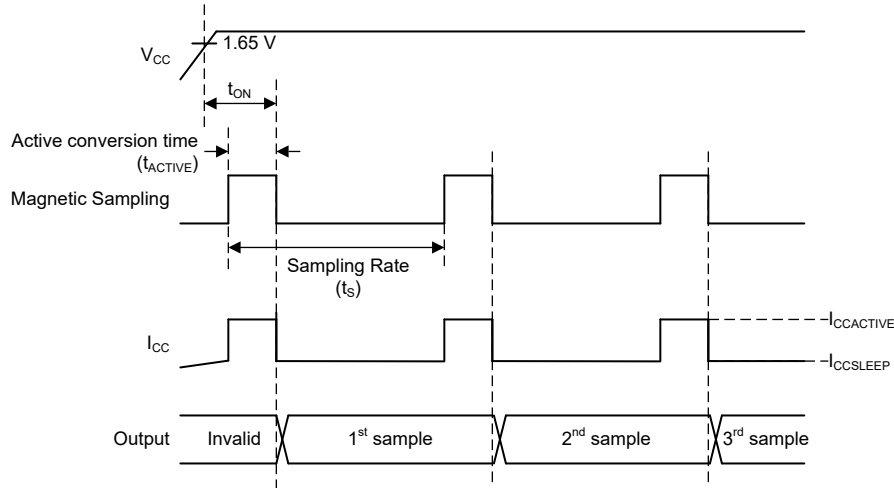


图 7-5. 采样率图

7.3.4 霍尔元件位置

图 7-6 显示了 X1LGA 封装内的检测元件位置。

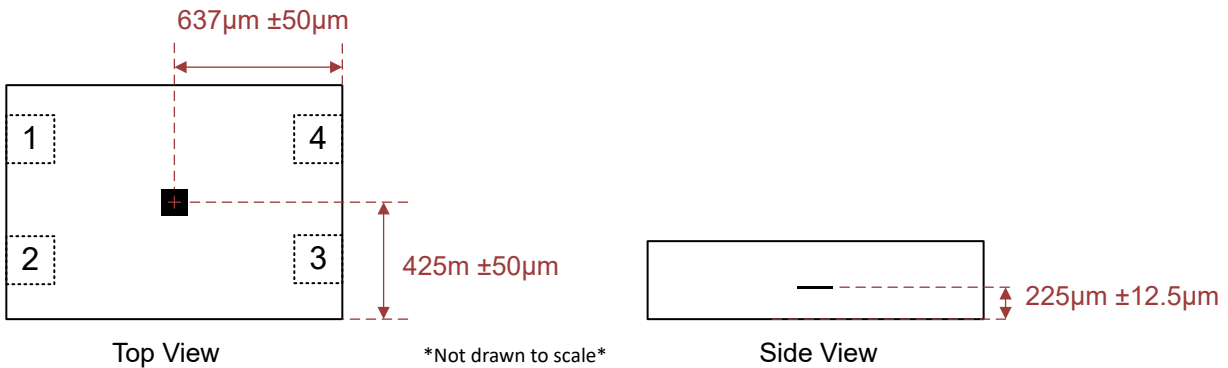


图 7-6. 霍尔元件位置

7.4 器件功能模式

当满足 *建议运行条件* 时，TMAG5133 始终以连续转换模式运行。

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

TMAG5133 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 TMAG5133 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。

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。

8.2 典型应用

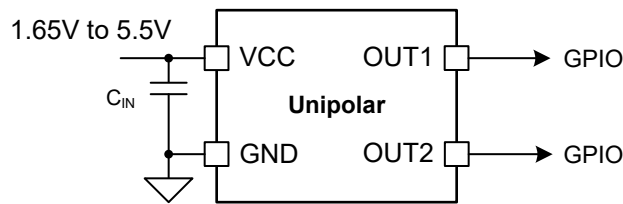


图 8-1. 典型应用原理图

8.2.1 设计要求

本节提供了在磁体滑动应用中使用 TI 磁感应仿真器 (TIMSS) Web 工具的示例。下表列出了与磁体在 X 轴上的运动相关的设计参数。

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
器件型号	TMAG5133D5D
磁体移动范围	10mm
磁体长度	3mm
磁体宽度	3mm
磁体高度	3mm
磁体类型	N35

8.2.2 详细设计过程

当磁体从起始位置 (X 轴上的 -5mm) 移动到最终位置 (X 轴上的 5mm) 时，TMAG5133 在灵敏度轴上检测到的磁通密度会发生变化。

在磁体起始位置，TMAG5133 输出较高，因为磁通密度小于 B_{OP} 。当磁体沿 X 轴向传感器移动时，磁通密度在位移为 -3.1mm 时超过 TMAG5133 的 B_{OP} 阈值，从而使输出变为低电平。当磁体继续沿 X 轴移动并越过原点时，磁通密度开始下降。当位移为 3.4mm 时，会超过 B_{RP} 阈值，并且输出变为高电平。

8.3 电源相关建议

TMAG5133 支持的电源电压范围为 1.65V 至 5.5V。必须尽可能靠近器件放置一个最低 0.1 μ F 的去耦电容器。

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另一侧。

8.4.2 布局示例

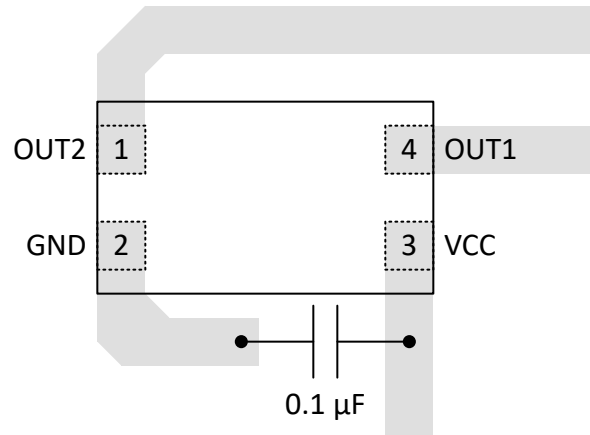


图 8-2. X1LGA 布局示例

9 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 * (March 2025) to Revision A (June 2025)	Page
• 将数据表状态从“预告信息”更改为“量产数据”	1

10 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。

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)
TMAG5133D5DZFCR	Active	Production	NFBGA (ZFC) 4	3000 LARGE T&R	Yes	Call TI Niau	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	

(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

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

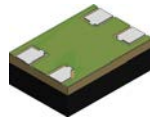
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TMAG5133D5DZFCR	NFBGA	ZFC	4	3000	180.0	8.4	1.07	1.47	0.52	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMAG5133D5DZFCR	NFBGA	ZFC	4	3000	210.0	185.0	35.0

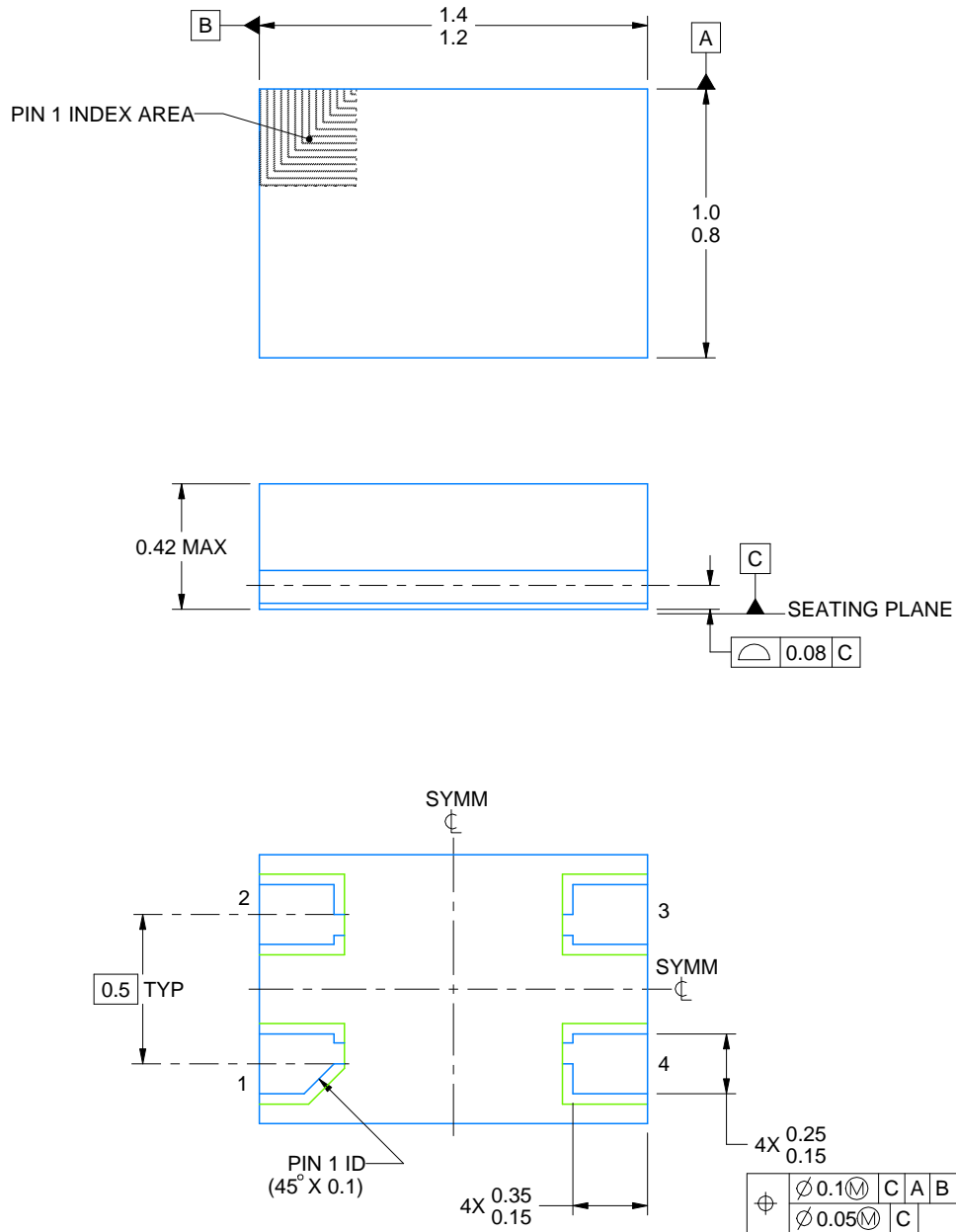
ZFC0004A



PACKAGE OUTLINE

X1LGA - 0.42 mm max height

LAND GRID ARRAY



4229561/C 10/2024

NOTES:

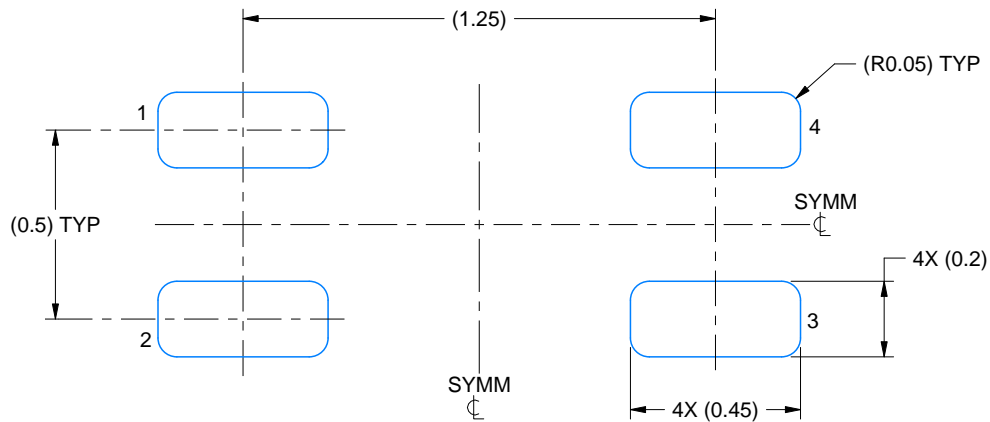
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

ZFC0004A

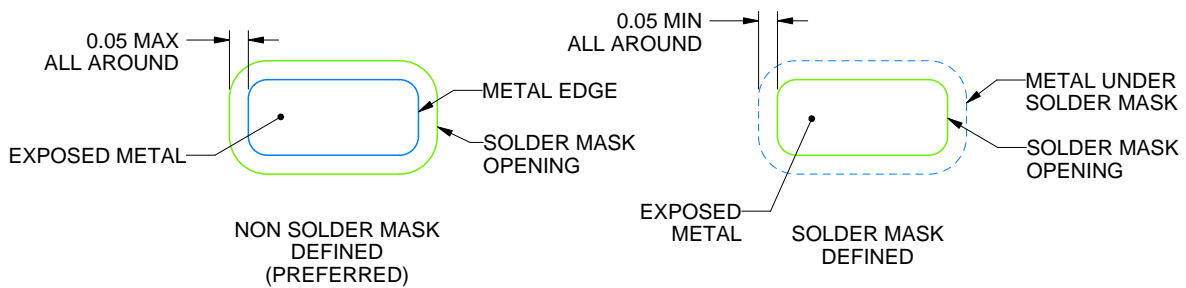
X1LGA - 0.42 mm max height

LAND GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE

EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 50X



SOLDER MASK DETAILS

NOT TO SCALE

4229561/C 10/2024

NOTES: (continued)

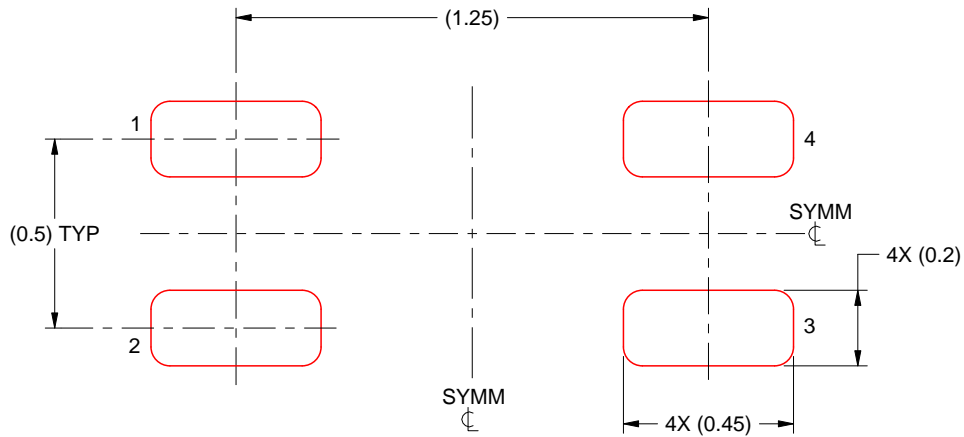
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. For information, see Texas Instruments literature number SPRAA99 (www.ti.com/lit/spraa99).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

ZFC0004A

X1LGA - 0.42 mm max height

LAND GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.100 mm THICK STENCIL
SCALE: 50X

4229561/C 10/2024

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月