参考文献

Application Brief

霍尔效应传感器在接触式传感器应用中发挥的作用

Celeste Waters

引言

随着安防系统普及率不断提高，门窗接触式传感器的创新需求也在不断增加。门窗传感器通常安装在各个门窗上，作为家庭安防系统的基础。接触式传感器是安防系统的重要组成部分，原因在于当受监控的入口点开启或关闭时，此类传感器都会向系统发出警报。过去，簧片开关因其简易性而广泛应用于接触式传感器；然而，簧片开关提供的检测场是不稳定的，这使得系统容易受到篡改，这一点与霍尔效应传感器不同。

如果在警报系统处于活动状态时打开门或窗，一旦霍尔效应传感器向主控制面板发送提醒，即可立即触发主警报。接触式传感器主要由电池供电，其中霍尔效应传感器在主动测量模式和低功耗睡眠模式之间交替，以降低平均电流消耗。采用尽可能低功耗的感应设计至关重要，因为这些系统采用紧凑型设计并保持通电状态，持续检测进出警报。

门窗传感器的操作

传统的门窗接触式传感器用于在有人进入或离开楼宇或入口点处于开启状态时发出警报。传感器是安防系统的重要组成部分，可让人安心无忧。门传感器和窗传感器这两个术语可互换，因为它们都属于接触式传感器。通常，一维磁性开关用于识别门窗打开或关闭时磁场的变化；但是，该实现方案存在一个问题，即此类传感器仅能指示两种状态之一。检测到的 1D 磁通密度高于或低于器件的跳变点。因此，若通过使用强度足够高的外部磁体来触发开关的跳变点，从而篡改系统，即使门窗可以开启，也可能认为门窗已关闭。

此外，线性 3D 霍尔效应传感器可用于感应所有三个方向上的准确磁通密度，使系统能够区分门窗实际关闭时的磁性特征与试图蒙蔽安防系统的篡改磁体。3D 霍尔效应传感器可用于在空间受限的应用中进行开启和关闭检测，此类应用中的安装位置有所不同，如图 1 所示。图 1 所示的安装位置使门框从门上升起，这在 x 轴和 y 轴上都产生了距离的变化。

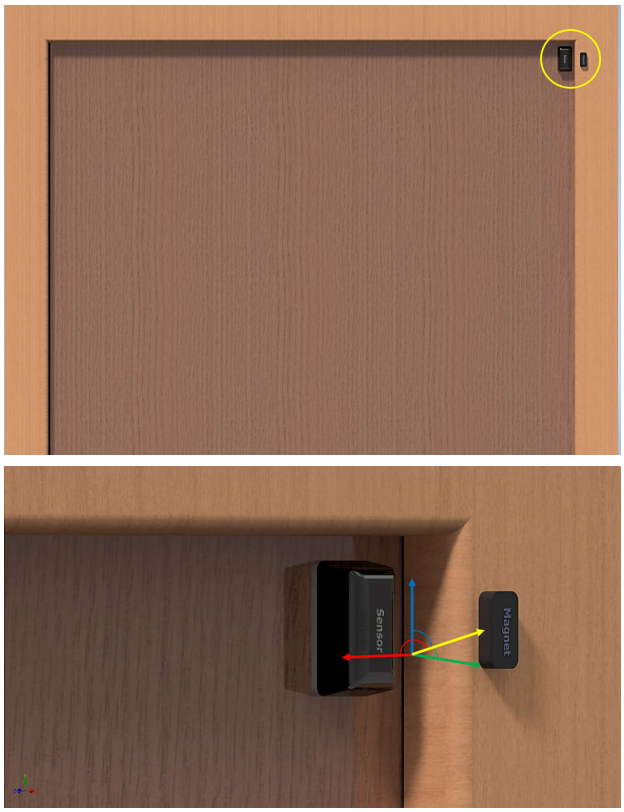

图 1. 典型的带凸出门框的门装式传感器

门窗应用中的霍尔效应创新

TMAG3001 是德州仪器 (TI) 的一款三轴线性霍尔效应传感器，具有专用中断 (INT) 引脚，可在低功耗唤醒和睡眠模式下用作系统中断。该器件还具有用于磁性或角度测量的可配置低功耗开关模式。TMAG3001 可用于接触式传感器，实现开启和关闭检测以及篡改检测。超小型 WCSP 封装可在接触式传感器等空间受限的应用中提供灵活的机械布置。

此外，线性 3D 霍尔效应传感器可用于防篡改。TMAG3001 具有先进的磁场检测功能，可以检测 x、y 和 z 平面中的磁场，从而使系统能够检测传感器何时被篡改。一旦器件检测到篡改，系统便会向用户发出警报。图 2 显示了安装在滑动玻璃入口门上的霍尔效应传感器的测试设置。在此测试中，一个磁体从另一侧靠近门，直到 LED 熄灭，表示传感器已检测到篡改磁体

English Document: SLYA086
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

导致的磁场变化。如下所示，在此测试中，篡改磁体能够通过门触发霍尔效应传感器。

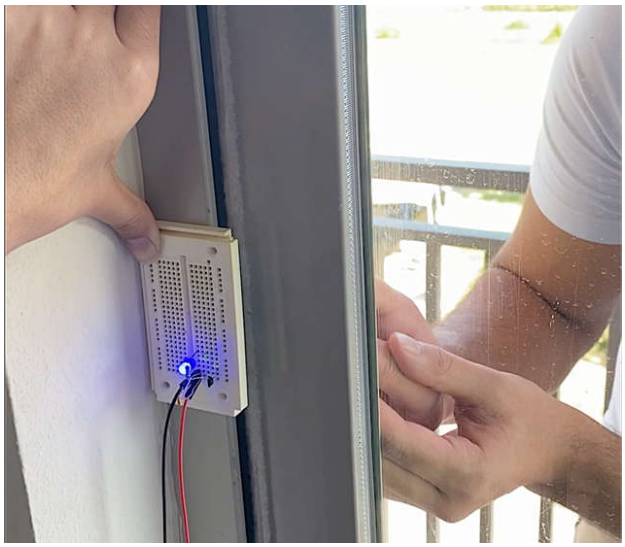

图 2. 篡改测试设置

唤醒和睡眠模式

为了降低功耗，TMAG3001 提供了唤醒和睡眠模式，在该模式下，可将器件配置为进入睡眠状态并以特定的间隔唤醒，以便测量 x、y、z 方向或温度数据。一旦检测到磁性阈值交叉，器件就会将中断信号置为有效并退出唤醒和睡眠模式，并在一段时间内进入等待状态。在等待状态下，最后测得的数据将存储在相应的结果寄存器中。唤醒和睡眠时间周期可以使用预定义的间隔进行配置。如果微控制器在等待状态下未响应中断，则器件继续处于唤醒和睡眠模式。如果不满足中断条件，器件将继续处于唤醒和睡眠模式，并以指定的时间间隔唤醒和测量数据。下方的图 3 显示了一个示例，其中控制器在等待状态期间响应中断并将器件重新置于唤醒和睡眠模式。唤醒和睡眠模式可在空闲期间节能，这使得 TMAG3001 非常适合接触式传感器等低功耗应用。

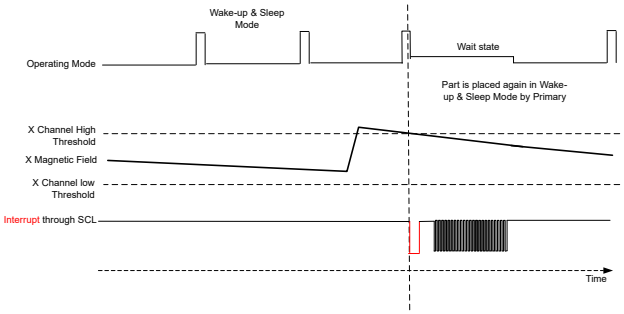

图 3. TMAG3001 通过 SCL 实现中断

变化时唤醒的意义

此外，TMAG3001 提供的一项关键功能为*变化时唤醒*，在此模式下，器件监测磁轴之一或角度输出的变化，并通过提供中断来唤醒系统。为了降低接触式传感器等电池应用的功耗，TMAG3001 保持变化时唤醒状态，直到检测到中断。当获取到中断响应时，该器件可配置为在待机、连续或唤醒和睡眠模式下提供变化时唤醒响应。新的传感器测量结果将用作连续测量结果的基准阈值。图 4 显示了器件响应，其中器件响应 X 轴磁场。图 5 显示了器件响应，其中器件响应角度测量。过去，门窗传感器会持续消耗功率来监测变化，但 TMAG3001 通过对磁场和角度测量进行相对磁限制检查，消除了可能出现的能源效率低下问题。

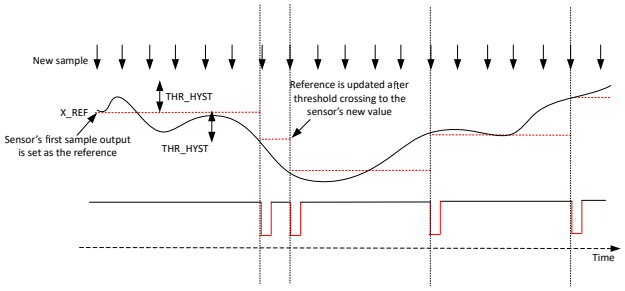

图 4. TMAG3001 通过磁轴测量进行变化时唤醒

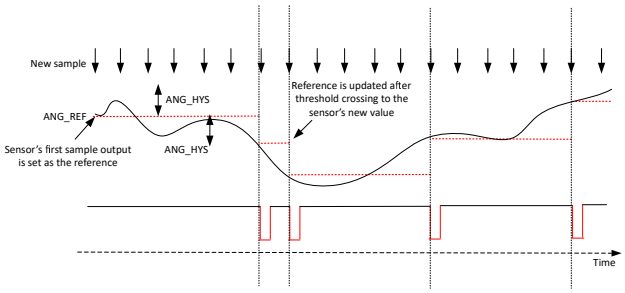

图 5. TMAG3001 通过角度测量进行变化时唤醒

English Document: SLYA086
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

结语

门窗接触式传感器在消费和工业安防系统中变得越来越普遍，因为它们更便捷、更节能。要实现十分稳健的设计和篡改检测，需要考虑许多因素。TMAG3001、TMAG5170 和 TMAG5273 等低功耗线性 3D 霍尔效应传感器可为设计人员提供更高的机械灵活性，因而适用于空间受限的应用，此外，还具备高级磁场检测功能。事实证明，在霍尔效应传感器中加入*变化时唤醒*功能非常有用，对于安防应用而言尤为如此。通过使传感器在检测到显著的磁场变化之前保持低功耗状态，可提高能效，从而延长电池寿命。实现变化时唤醒功能可以使霍尔效应传感器成为各个行业中安防系统的关键元件。

表 1. 建议使用的霍尔效应器件

器件	特性	设计注意事项
TMAG3001	采用 YBG 封装、具有 I2C 接口和唤醒检测功能的低功耗 3D 线性和角度霍尔效应传感器。	在 x、y 和 z 轴上测量磁场强度，并通过 I2C 接口报告数据。非常适用于低功耗应用。此器件可以在低至 1.65V 的电压下运行。可配置的功耗模式选项支持优化系统性能和电流消耗。
TMAG5273	具有 I2C 接口、采用 6 引脚 SOT-23 封装的低功耗线性 3D 霍尔效应位置传感器。	在所有 3 个轴上测量磁场强度，并通过 I2C 接口报告数据。此器件可以在低至 1.7V 的电压下运行。可配置的功耗模式选项能够提升系统性能并降低电流消耗。
TMAG5170	具有 SPI 接口、采用 8 引脚 DGK 封装的高精度线性 3D 霍尔效应位置传感器。	在所有 3 个轴上测量磁场强度，并通过 SPI 接口报告数据。此器件提供有利于系统监控的高精度和自诊断功能。
DRV5032	采用 SOT-23、X2SON 和 TO-92 封装的超低功耗数字开关霍尔效应传感器。提供全极和单极选项。	非常适用于低功耗应用。此器件可以使用低至 1.65V 的电压运行，典型电流消耗低于 1uA。采用 X2SON 封装的 DU 和 FD 型号具有双单极功能。

表 2. 相关技术资源

名称	说明
使用绝对位置传感器测量 3D 运动	论述线性输出和开关输出霍尔效应传感器之间的差异。
使用多轴霍尔效应传感器进行角度测量	使用 3D 霍尔效应传感器监控绝对角度位置的指南
TMAG3001EVM	GUI 和附加装置采用精确的三维线性霍尔效应传感器进行角度测量
TMAG5170UEVM	GUI 和附加装置使用集成到一个器件中的两个精确的三维线性霍尔效应传感器进行角度测量
TMAG5273EVM	GUI 和附加装置采用精确的三维线性霍尔效应传感器进行角度测量
TI 高精度实验室 - 磁传感器	一个实用的视频系列，介绍霍尔效应以及如何在各种应用中利用霍尔效应。
关于霍尔效应传感器的 6 个不实传言	一篇介绍霍尔效应开关和锁存器的常见误解的技术文章，内容涉及使用霍尔效应传感器优化设计的常见应用
使用 TI 的霍尔效应和线性 3D 霍尔效应传感器替代簧片开关	该应用手册并列比较了簧片开关、DRV5032 和 TMAG5170 的性能。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

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出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