

LPS22HH 数字气压传感器：系统硬件集成指南

引言

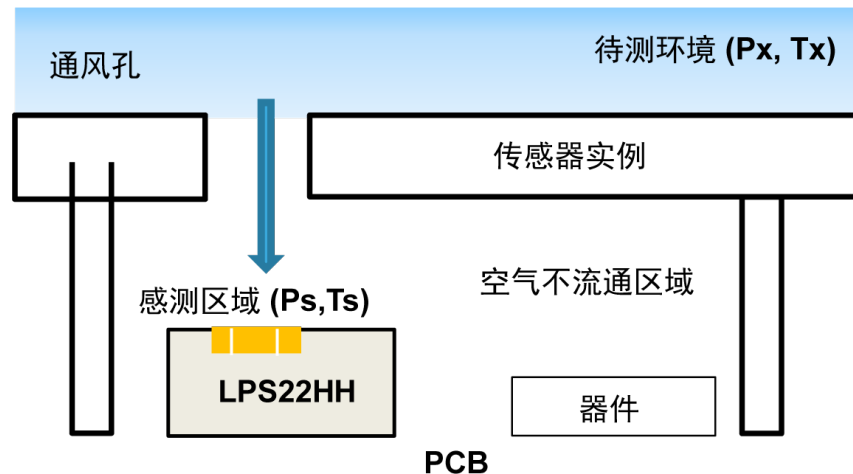
本应用笔记的目的是提供硬件集成指南，用于将 **LPS22HH** 气压传感器集成到最终应用中。

1 系统集成

将 LPS22HH 气压传感器和温度传感器集成到应用系统，例如便携式设备（例如智能手机和可穿戴设备）、气象站或工业设备中时，应不损害传感器性能。在执行系统集成时，可以考虑主要的机械和几何参数以及影响传感器性能的因素，从而优化这些参数和因素。

下图描述了典型传感器集成案例，其中传感器的实施例设计必须使被测环境的气压(P_x)和温度(T_x)条件与代表空气入口附近的传感器感应区域周围条件的(P_s , T_s)尽可能一致。

图 1. 气压传感器系统集成



因此，为了获得可靠且一致的测量结果，必须确定机械设计中涉及的所有参数，以使传感器尽可能暴露于外部环境，并获得更快的响应速度（就气压和温度而言），从而符合要求达到的设计规范。

“被测环境”条件的任何变化必须在传感器报告的测量值上得到一致反映，当气压和温度快速变化时同样如此。因此，集成设计必须保证环境条件与感应区域的条件相互匹配，无论在“稳定状态”（静态条件）下还是在动态条件下。

被测条件和传感区域周围条件之间的偏差还受到热源（来自靠近传感区域的其他设备或传感器本身）的影响。温度变化十分重要，因为它不仅影响温度，还会导致气压偏差，并使系统响应速度变慢。

基于上述考虑，设计优化包括确定以下主要主题：

1. 传感器在系统中的适当位置
2. 传感器的实施例和防护
3. 在恶劣环境下，传感器室提供的防尘、防水或化学溶剂防护

本文档的下一小节将进一步描述这些要素。

2 机械设计规则

对于机械设计，下面几节描述了主要的限制和要考虑的特性，并提供了一组基本规则，例如将传感器成功集成到最终应用环境的良好设计原则。

2.1 传感器放置

传感器的放置会从环境暴露、热传导和机械应力方面直接影响传感器的性能。

2.1.1 环境暴露

为了尽可能暴露在需要测量气压和温度的环境中，必须使传感器处于静态和动态工作条件下。

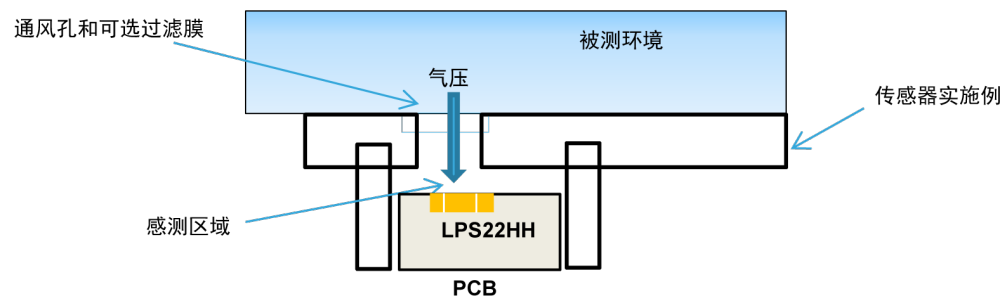
在静态条件（或稳定状态）下，气压和温度环境及其稳定性变化后，感应条件必须与被测条件一致，或者非常接近目标值，具体取决于应用容许误差和规范。

在动态条件下，当被测条件快速变化时，传感器必须能够提供可靠的测量值输出以便跟踪环境动态。在传感器集成设计结束时，将修改整体响应时间，并且最终性能应符合目标规范。一般而言，目标是设计的响应时间不能慢于产品规范。为了使系统集成后静态和动态条件下的传感器性能最大化，建议使用下列指南（取决于设计规范），同时参考图 2：

1. 以尽可能暴露于被测环境为目标放置传感器，并尽可能靠近通风孔
2. 空气不流动的空间过大会延长响应时间，对气压响应时间的影响明显；因此，建议尽可能减少不流动空间的体积，尝试根据传感器的几何参数定制外壳。
3. 通风孔应尽可能大。
4. 通风孔的深度必须尽可能小。

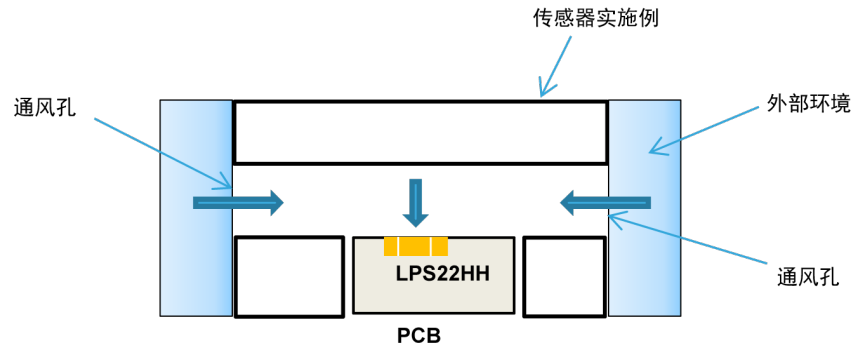
作为设计集成的参考，图 2 描述了上述建议的示例。为了将环境暴露最大化，从而缩短响应时间，应将传感器周围的体积（空气不流动空间的体积）最小化，并使通风孔尺寸具有与感应区域相同的数量级。增加了过滤膜保护，来保护传感器免受水或恶劣环境的侵蚀。

图 2. 气压传感器集成和实施例参考



另一种实施例（成本更高，但传感性能更高效）是带有气流结构的设计，如下图所示。带有多个通风孔的设计是一种成本更高的解决方案，但可提供更快的响应时间（具体取决于设计规格）。

图 3. 采用通风通道的气压传感器集成和实施例



必须强调的是，即使在将传感器用于最后应用中时未考虑设置任何专用孔（通风孔），也能正常工作，除非没有密封。上述设计指南的目的是为了实现最高性能。

2.1.2

热传导

传感器附近存在的热源会改变气压和温度测量值，并在感应区域周围形成温差，影响静态和动态条件下的正确测量，从而降低传感器性能。

我们推荐的设计指南旨在避免这种效应，我们注意到不断升高的温度会影响性能，但 LPS22HH 器件的集成温度补偿功能可以大大降低这种影响。

从物理角度而言，这些局部热源相当于与 LPS22HH 热模型并联的热容器，并且它们可能影响局部温度，使之不同于环境温度。

根据热源位置和热传导机制，我们可以区分与不同机制有关的热传导，如下文所述。

- 热对流

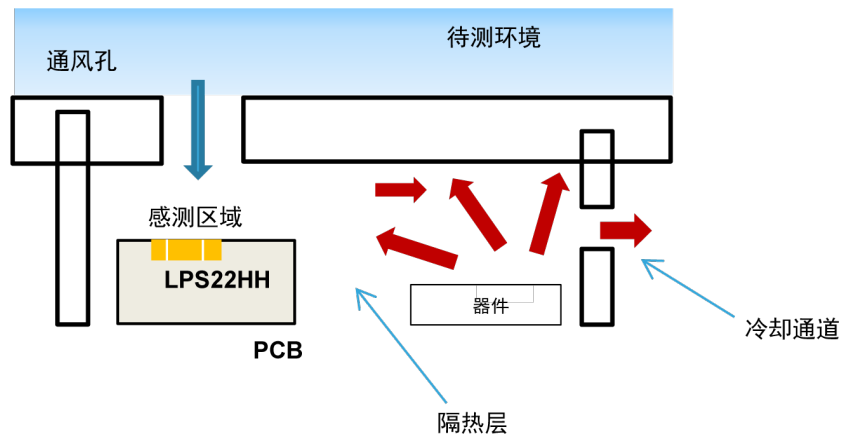
传感器周围的局部热源可能通过热辐射影响气压和温度测量。

典型热源如下：

- 靠近气压传感器的其他传感器和器件；
- 电源管理器件；
- GPS 模块；
- 处理器和微控制器；
- LCD 显示器，尤其会在环境和系统内部空气不流动空间之间产生显著的温差。

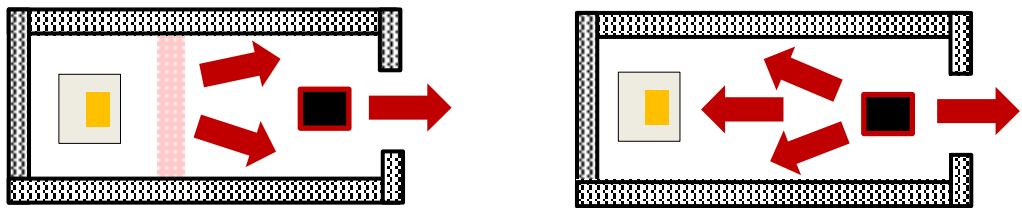
因此，必须将传感器放置在与这些热源相隔正确距离的位置，为保证合适的隔热措施，建议按照图 4 中的描述，在实施例内部采用隔热结构。另外，还建议根据特定布局，让通风孔靠近热源以充当冷却通道。

图 4. 为保护传感器实施的隔热措施



如传感器外壳截面图图 5 所示，左侧为有隔热结构的正确设计；热源远离传感器且热防护结构位于中间。右侧描述了错误设计，附近元件的热辐射会导致传感器发热。

图 5. 传感器外壳顶视图：左侧为具有隔热措施的正确设计，右侧为不具有隔热措施错误设计



热传导

热传导通常发生在 PCB 上的金属线路和 PCB 本身。

为了减少此效应，建议在传感器周围采用薄金属线路，并让传感器和潜在热源之间保持合适距离，避免金属区域在器件的附件或下方。

图 6 中提供了良好的设计规则。作为正确设计的示例，它描述了定位在左侧的发热器件尽可能的远离传感器，而图 7 中的发热器件距离右侧的传感器太近，是错误的布局。两种情况都采用了较薄的金属线路。

图 6. PCB 上远离热源的正确传感器定位

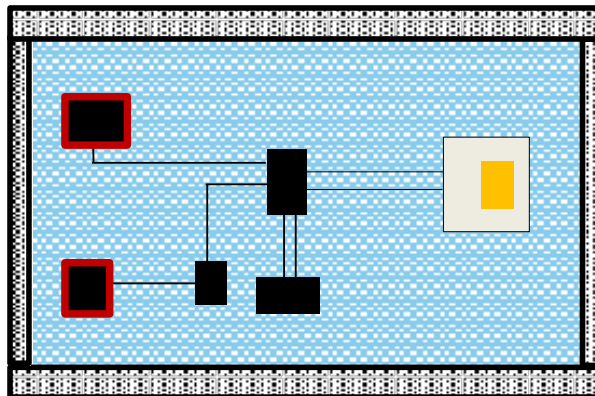


图 7. PCB 上的错误传感器定位

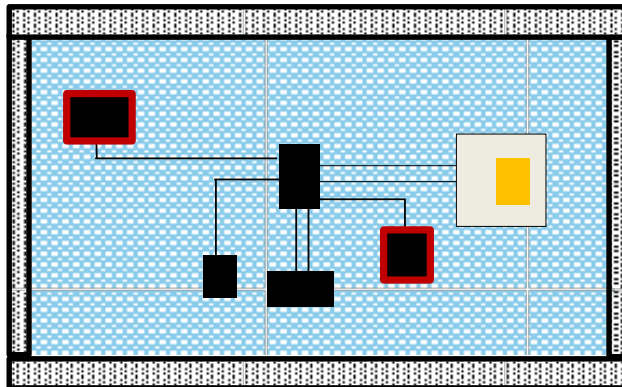


图 8. PCB 上的错误传感器接线

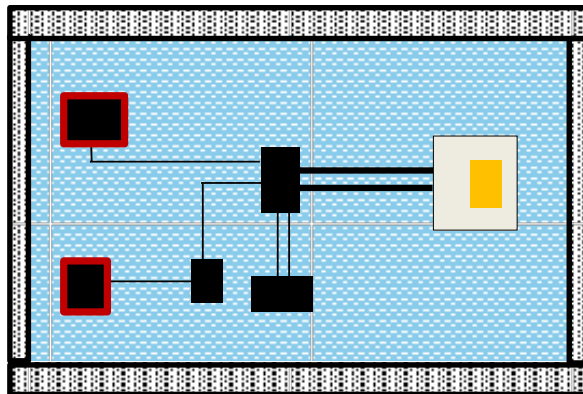


图 8 采用了错误的金属线尺寸。导线的尺寸越大，热传导水平越高。在图 7 中，传感器布局错误，过于靠近发热器件，从而降低了传感器性能。

两种热传导机制下，在不同工作条件下运行时对整个系统执行基于红外线的热分析，是确定传感器合适位置的正确方法。

2.1.3 机械应力

传感器的放置应避免对传感器施加任何机械应力，包括由于机械系统错误设计而直接施加的机械应力，或者由于可穿戴或便携式设备中用户与系统交互作用而间接施加的应力。

在下图所示正确和错误集成案例中，如果为了缩短气压响应时间而减少传感器周围的空气不流动空间体积，从而使实施例结构直接接触传感器封装，则产生的机械应力可能降低传感器性能。为避免对传感器施加任何力并最大程度减少空气不流动空间体积，必须维持最小间隙，如图 11. 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (a) 和图 12. 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (b) 所示。

图 9. 机械应力的错误配置 (a)

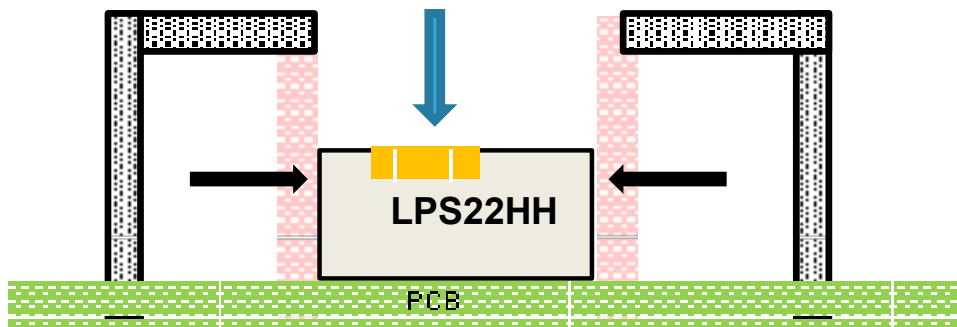


图 10. 机械应力的错误配置 (b)

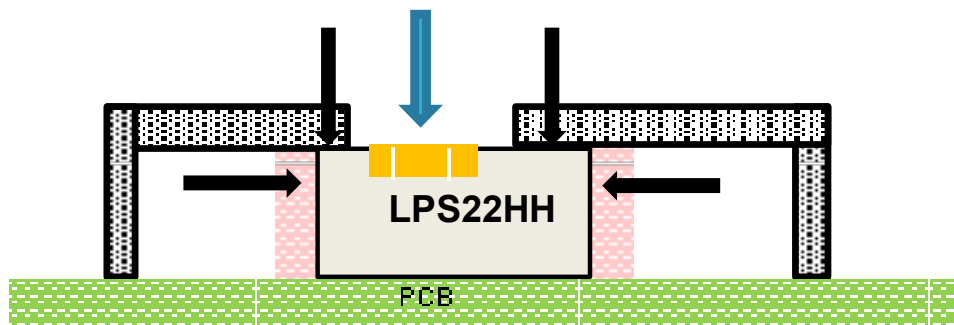


图 11. 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (a)

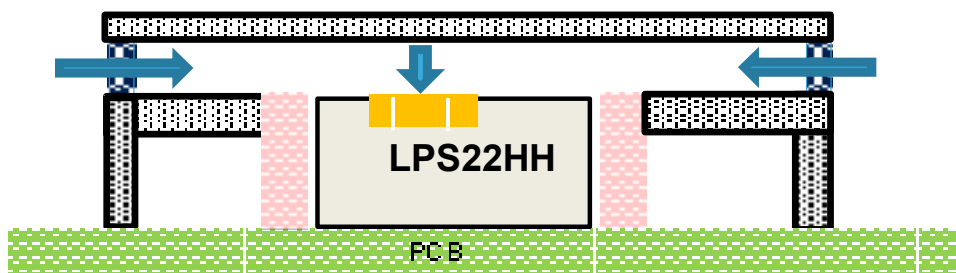
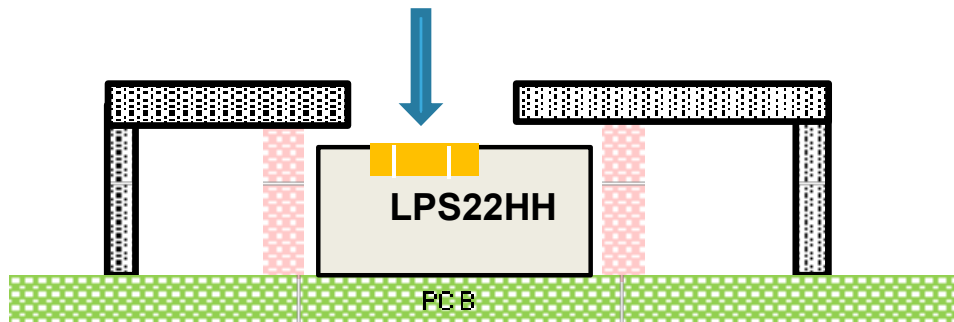


图 12. 避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (b)



2.2 传感器的实施例和防护

系统中的传感器实施例应尽可能匹配先前强调的传感器放置建议，另外必须提供特定应用所需的所有功能（例如防水、抗水或抗恶劣环境）。

此外，客户的设备设计应保证从环境到感应区域的空气循环，首先从环境（外部）到客户设备（内部），然后从通风口到传感器外壳和感应元件。这一路径中的空气循环越高效，传感器的性能越高。

为使气流最大化，应仔细设计气流路径并确定尺寸，以便实现集成系统的最终性能。

下图是对传感器实施例和防护的良好案例和不良案例的总结。图 13 所示为良好设计，包含选配过滤膜和 PCB 开口，目的是增加热解耦，是特定情况（气压传感器周围的器件发热过多）的解决方案。为避免气压传感器过热，必须注意材料的热传导属性。还可以采用“铣槽”（可选）。

图 13. 正确的传感器实施例和防护示例

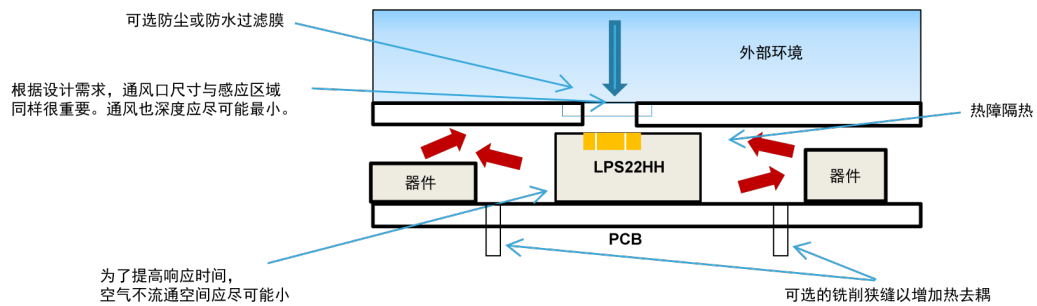


图 14. 采用气流通道的正确传感器实施例和防护示例

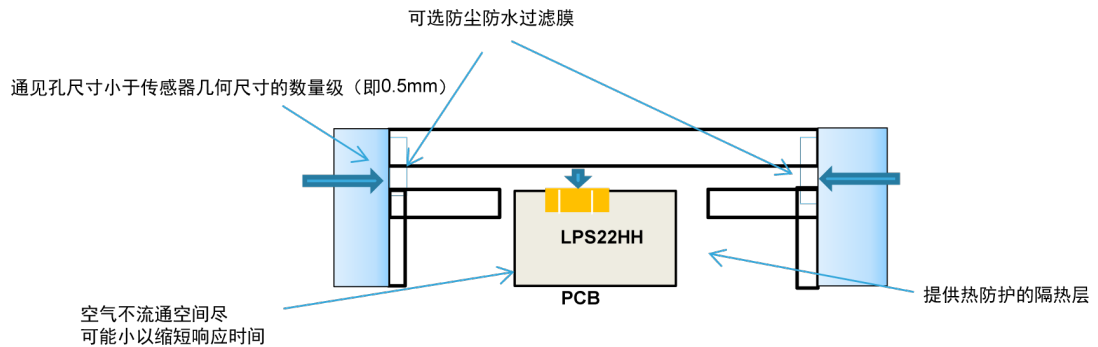
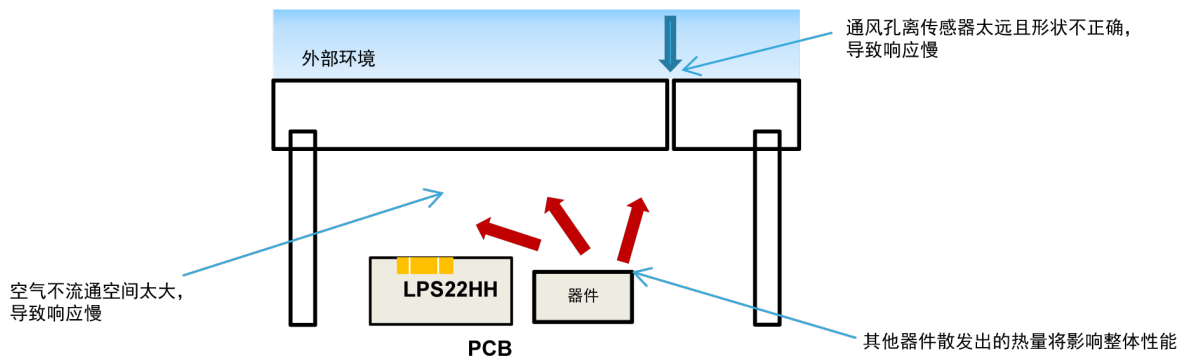


图 14 所示为良好设计，是采用两个通风孔的更高效实施例，目的是更好地暴露在被测外部环境中，从而缩短响应时间并获得极小的空气不流动空间体积。在本例中，通风孔尺寸的数量级低于传感器尺寸，例如 0.5 mm 的通风孔可以缩短响应时间并实现与 PD 应用的高水平集成。

图 15 所示为错误设计，就响应时间和传感器受其他器件的热影响而言，最终设计的效率极低。

图 15. 错误的传感器实施例和防护示例



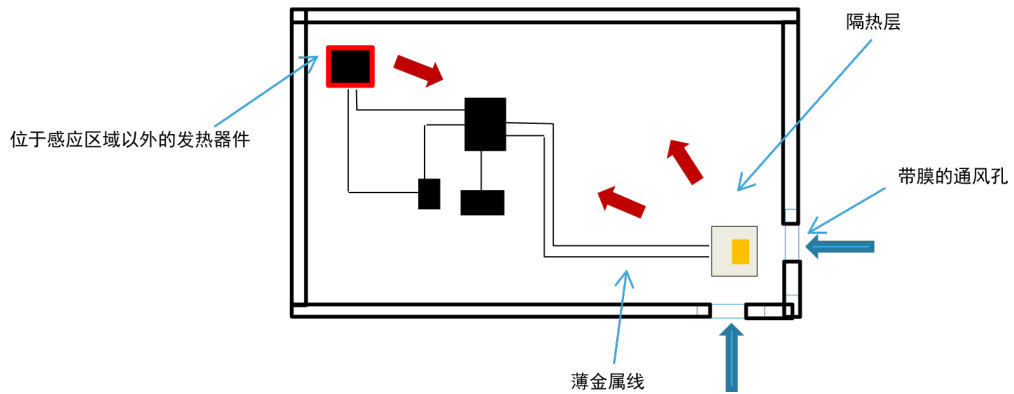
2.3 传感器保护

在恶劣环境或防水应用（如果需要）中，可以使用选配过滤器为传感器提供防尘、防水或化学溶剂防护。此类实施的关键因素是选择合适的膜，应根据设计要求进行选择并考虑膜的材料可能缩短响应时间，特别是气压响应时间。传感器集成应保护传感器免受光照；传感器应位于暗处，使光线无法到达感应元件。

3 参考设计：手持设备上的集成和防护

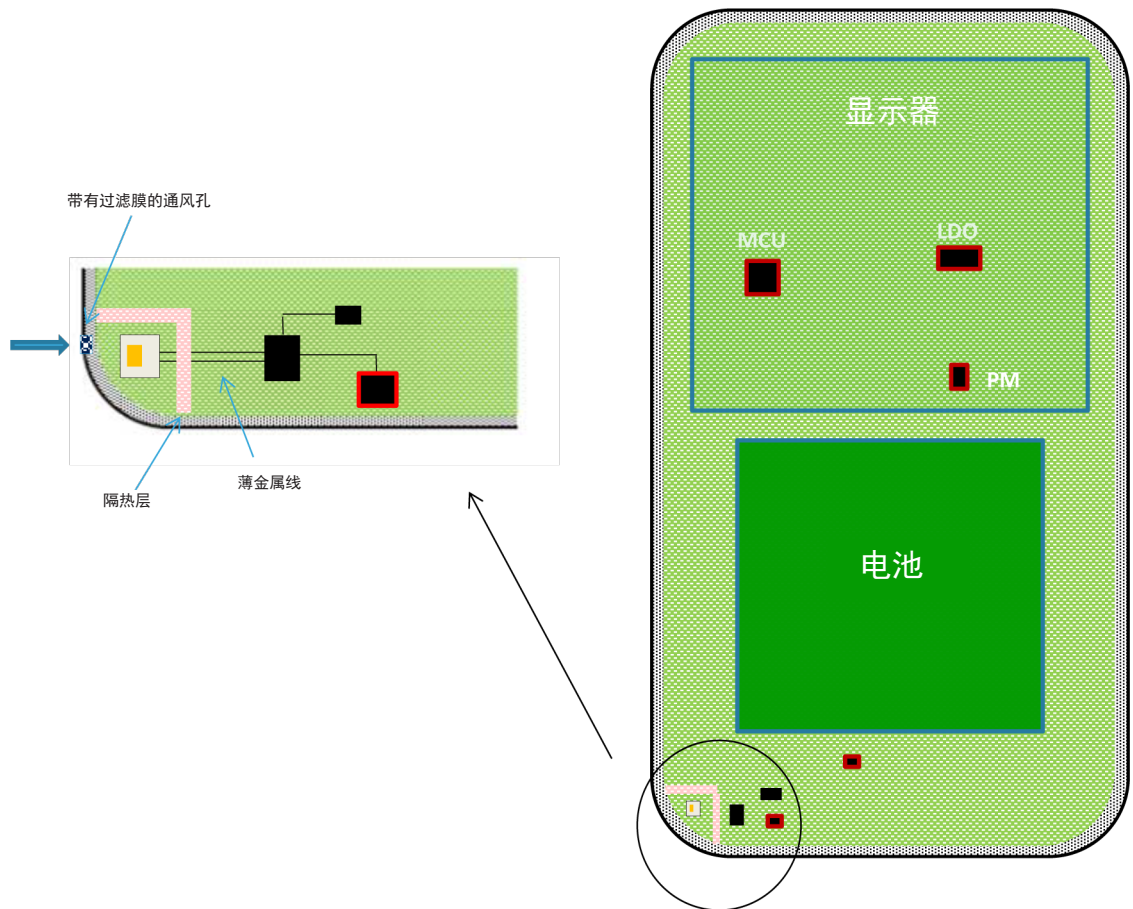
下面的例子将描述如何按照本文档中的基本规则进行传感器放置；换言之，将传感器安装在距离板上存在的主要热源（例如代表更危险热源的显示器、PM 模块、GPS 模块、LDO 和微控制器）尽可能远的位置。图 16 介绍了将传感器集成到隔离热源传感器室的方案，传感器室有两个覆盖有过滤膜的通风孔。此解决方案同时还能缩短响应时间并提供良好的防尘和避光保护。若为防水设备，最好采用有一个通风孔的传感器室。

图 16. 将气压传感器集成到有两个通风孔的空腔内



根据上述建议，图 17 描述了集成到便携式设备左下角的数字气压传感器。该解决方案采用了一个通风孔（直径为 0.5 mm 以内），传感器位于左下角，目的是简化与机械外壳的集成并与其他热源保持正确距离。插入的过滤膜还可用于防尘和防水，这取决于具体应用。

图 17. 在便携式设备中集成器件的参考案例





版本历史

表 1. 文档版本历史

日期	版本	变更
2018 年 11 月 20 日	1	初始版本



目录

1 系统集成.....2

2 机械设计规则 3

2.1 传感器放置 3

2.1.1 环境暴露.....3

2.1.2 热传导 4

2.1.3 机械应力.....11

2.2 传感器的实施例和防护.....16

2.3 传感器保护 17

3 参考设计：手持设备上的集成和防护 18

版本历史 20

图一览

图 1.	气压传感器系统集成	2
图 2.	气压传感器集成和实施例参考	3
图 3.	采用通风通道的气压传感器集成和实施例	4
图 4.	为保护传感器实施的隔热措施	5
图 5.	传感器外壳顶视图：左侧为具有隔热措施的正确设计，右侧为不具有隔热措施错误设计	6
图 6.	PCB 上远离热源的正确传感器定位	8
图 7.	PCB 上的错误传感器定位	9
图 8.	PCB 上的错误传感器接线	10
图 9.	机械应力的错误配置 (a)	12
图 10.	机械应力的错误配置 (b)	13
图 11.	避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (a)	14
图 12.	避免机械应力并减少空气不流动的空间的正确设置 (b)	15
图 13.	正确的传感器实施例和防护示例	16
图 14.	采用气流通道的正确传感器实施例和防护示例	16
图 15.	错误的传感器实施例和防护示例	17
图 16.	将气压传感器集成到有两个通风孔的空腔内	18
图 17.	在便携式设备中集成器件的参考案例	19



重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 标志是 ST 的商标。关于 ST 商标的其他信息，请访问 www.st.com/trademarks。其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2019 STMicroelectronics - 保留所有权利