

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

AN-12-0019

作者：Haijun Cao



NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

摘要

本文介绍NSM201x系列集成路径霍尔电流传感器的热性能评估实验相关内容。在NSM201x在使用过程中，需要关注芯片的结温 T_j (junction temperature) 使其不超过最大值 T_{jMAX} ，以免永久损坏电路。通常用参数热阻 $R_{\theta ja}$ 来对芯片的结温进行测量，即芯片Die表面到周围环境 (Ambient) 的热阻。由于集成路径系列传感器原边框架有大电流流过，芯片Die不作为电流传感器的主要热源，因此用 $R_{\theta ja}$ 单一参数来评估结温显然不是合理的。本文将基于NSM201x评估板使用测试数据对传感器热性能做出完整评估。

目录

1. 热阻定义	2
2. 热评估实验	3
3. 合理的散热设计	6
3.1. 尽可能大面积敷铜	6
3.2. 增加铜厚	6
3.3. 增加散热焊盘和通孔	7
3.4. 合理的散热布局	7
3.5. 使用散热片	7
4. 修订历史	8

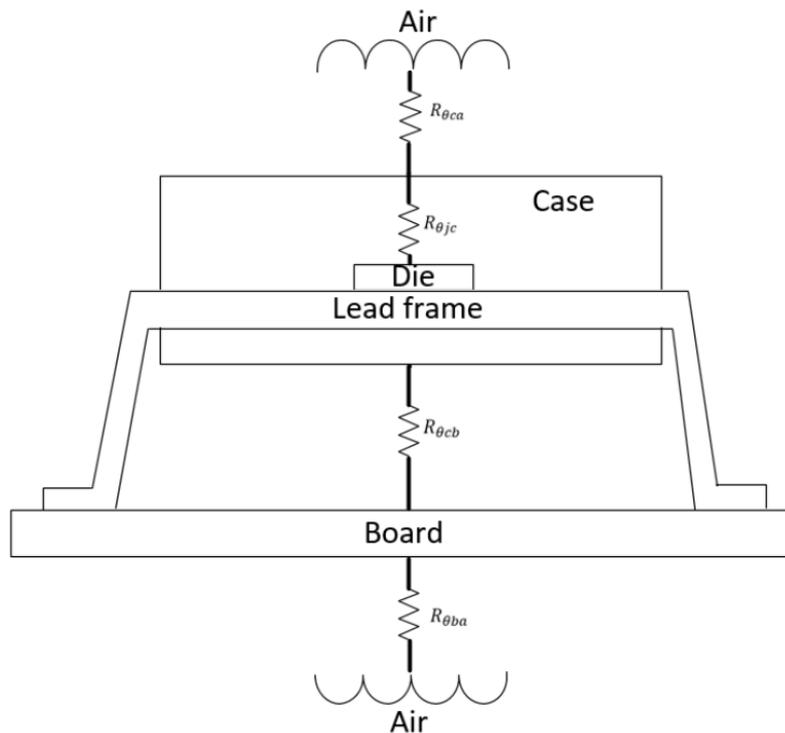
NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

1. 热阻定义

热阻 (Thermal Resistor) 是表征物质热传导的一个参数。在半导体集成电路中, 常用其来衡量封装将 Die 产生的热量传导至电路板或者周围环境的能力, 假设 Die 做为系统的主要热量来源。比如 $R_{\theta ja}$ 表示芯片 Die 表面到周围环境 (Ambient) 的热阻。其定义可用公式表示为:

$$R_{\theta ja} = \frac{T_j - T_a}{P} (\text{°C/W})$$

其中 T_j 表示芯片 Die 的表面温度, T_a 表示周围环境的温度, P 为热源的发热功率。一般可通过芯片的工作电压和电流对芯片的功耗进行计算 $P = UI$, 再结合芯片热阻参数和环境温度就可大致计算出芯片的结温。依此来对器件进行合理的散热设计。如图所示, 是板上贴片封装芯片的热阻示意图, Die 到周围环境或者空气之间的热量是通过 Die 到封装外壳 Case 之间的散热通道和外壳 Case 到空气之间的散热通道传递的。Die 到封装外壳之间的热阻可用 $R_{\theta jc}$ 来表示, 一般对于带有引脚的封装 Case 温度的参考测量点在塑料封装延伸出的 1 号管脚处。



NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

在集成路径电流传感器应用中，由于原边框架会流过被测大电流。因此在芯片正常工作时，Die不做为主要的发热源，取而代之的主要热源是电流的流经路径——原边框架。如图所示，红色显示为芯片最热区域。基于产品的特殊性，因此用原边lead与Die之间的热阻 $R_{\theta jl}$ 来计算结温更为合理（对于NSM201x系列传感器，测试 $R_{\theta jl}$ 和 $R_{\theta jc}$ 参数时，参考测量点都为原边pad，一般可采用热成像仪、热电偶或温度IC等方式对原边pad温度进行测量），但是此时的发热功率不仅仅时工作时Die的功耗，而应该是电流流过原边铜排产生的热量与Die的功耗之和。比如在教育中使用NSM201x SOW16系列产品，工作时原边流过30A电流，那么此时原边铜排上的发热功率 $P_L = I_p^2 R = (30A)^2 \times 0.85m\Omega$ ，Die工作时的发热功率为 $P_w = V_{CC} I_{CC}$ 。因此可以根据 $T_j = T_{lead} + R_{\theta jl} * Power = T_{lead} + R_{\theta jl} * (P_L + P_w)$ 计算出junction的温度。

2.热评估实验

分别对NSM201x集成路径系列霍尔电流传感器两种封装产品(SOW16和SOP8)进行热评估实验。需要说明的是产品在教育中的热性能表现不仅与产品本身的封装、框架等材料的相关，应用中PCB的layout、尺寸、板层层数和厚度、铜的厚度以及周围环境(是否采用主动散热装置或者周围是否存在其他发热功率高的器件)等条件同样决定着产品的性能表现。本实验的数据或产品性能表现都是基于NSM201x的 demo板的测试结果，若实际测试表现与之有较大出入，请考虑上述条件影响。

NSM201x SOW16封装Demo板上的铺铜区域21mm*18mm，约为380。当然在实际应用中可以使用更大面积的铜来增加散热，此处为了用非常小的铜区域面积来说明比较恶劣的情况。顶层底层2oz铜厚，在这种Layout下，30min后，35A电流稳定以后芯片表面温度如右下图所示，最高点温度在70°C左右。这得益于产品使用的散热系数佳的封装材料和铜框架。

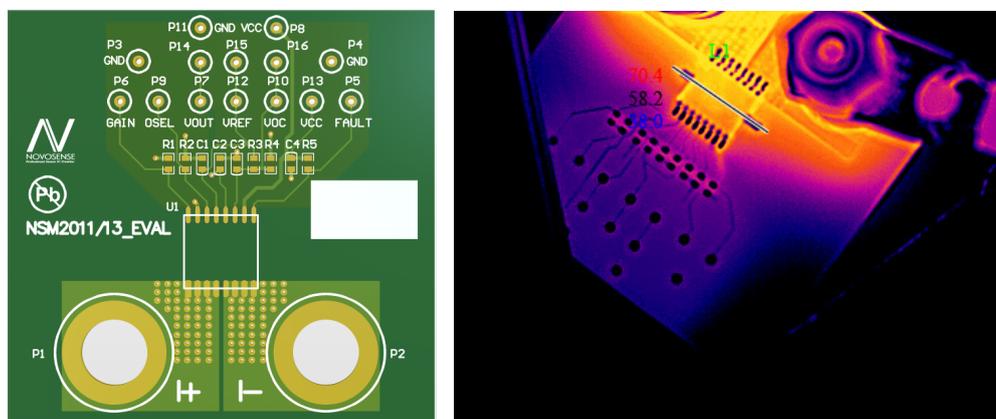


Figure 2.1 NSM201x SOW16 Package PCB Layout

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

基于上述评估板，无任何外界主动散热装置（比如散热片、风扇等）在常温下测试不同电流下NSM2011电流传感器的温升，测得结温与时间的关系，采集20分钟的温度数据，正常情况下温升在10分钟左右就基本固定，具体测试数据如下：

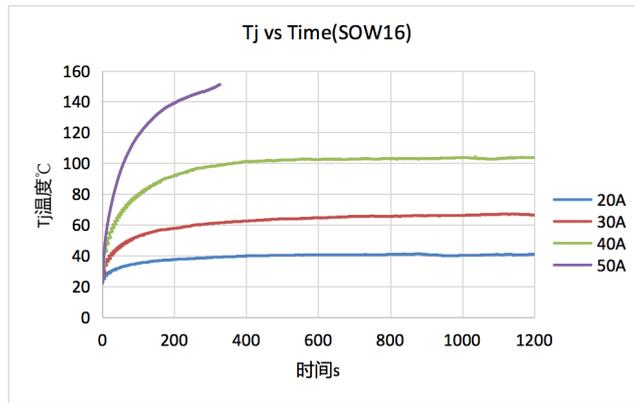


Figure 2.2 NSM201x(SOW16)在不同电流下结温曲线

同时，将测得的不同电流下的结温温升数据进行拟合得到在不同电流下结温曲线预估函数，在已知原边电流大小的情况下可以计算出结温的温升温度，来估算在各种应用下的结温，从而指导散热方案的设计。

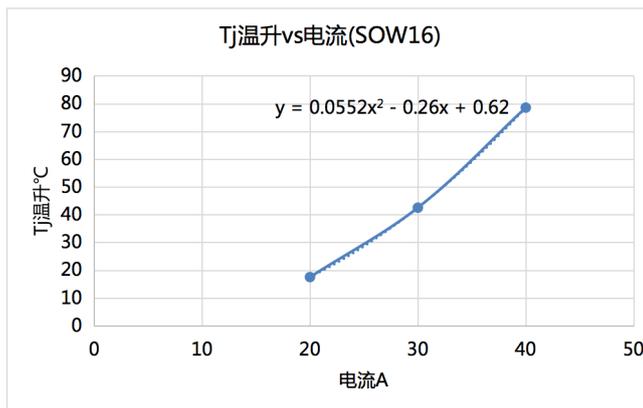


Figure 2.3 NSM201x(SOW16) 在不同电流下结温曲线预估函数(PCB在worst case)

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

基于NSM201x SOP8封装的demo板，测得SOP8的结温曲线和结温温升预估曲线。

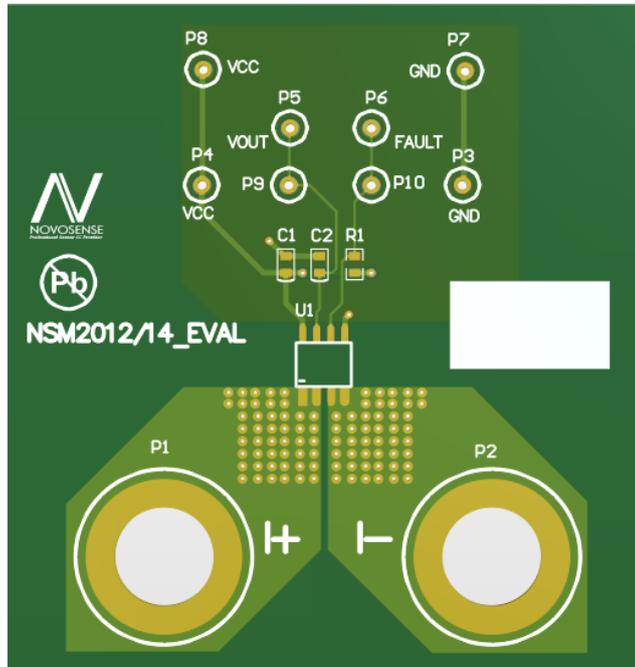


Figure 2.4 NSM201x SOP8 Package PCB Layout

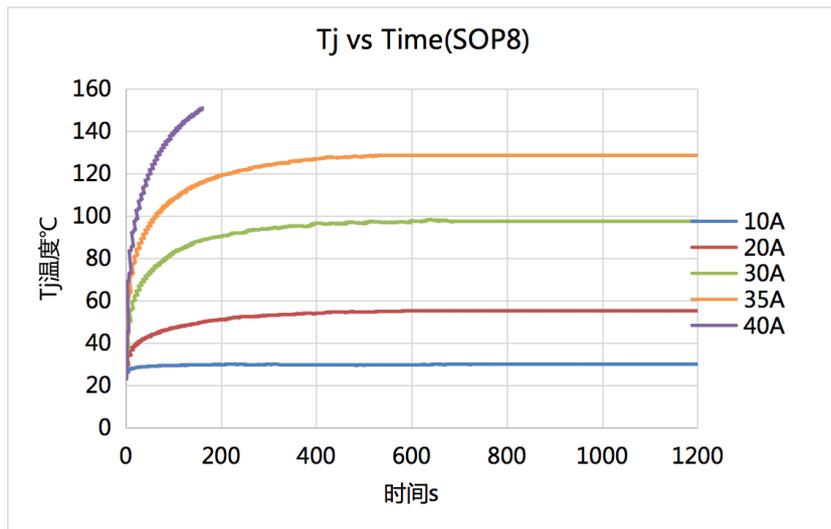


Figure 2.5 NSM201x(SOP8)在不同电流下结温曲线

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

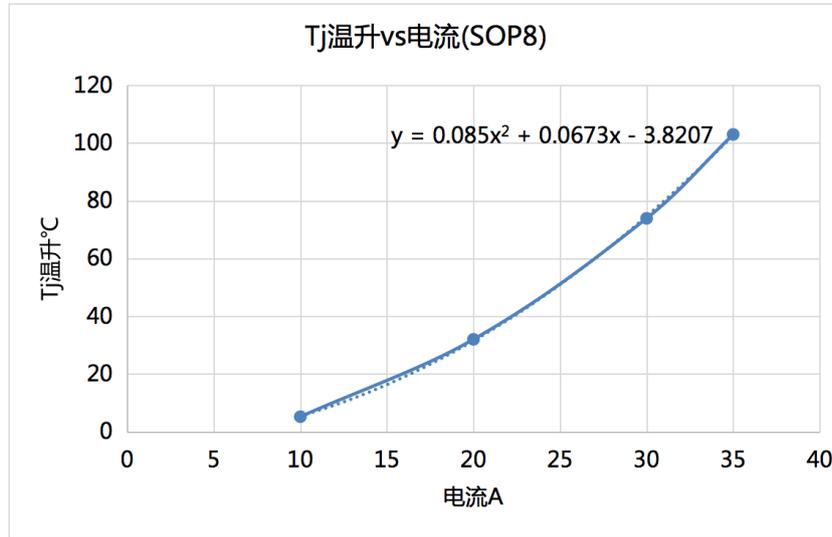


Figure 2.6 NSM201x(SOP8) 在不同电流下结温曲线预估函数(PCB在worst case)

3.合理的散热设计

3.1.增加敷铜面积

为了说明在非常恶劣的情况下传感器的热性能表现，上述热评估实验中的NSM201x demo板中电流路径的敷铜区域面积相对来说比较小，大约为380mm²。PCB的表层和底层是热量散发的理想空间，PCB敷铜面积越大，热量传导的面积也就越大，散热效果也会更佳。因此在实际应用中可通过这一途径来进一步提高热性能表现。

3.2.增加铜厚

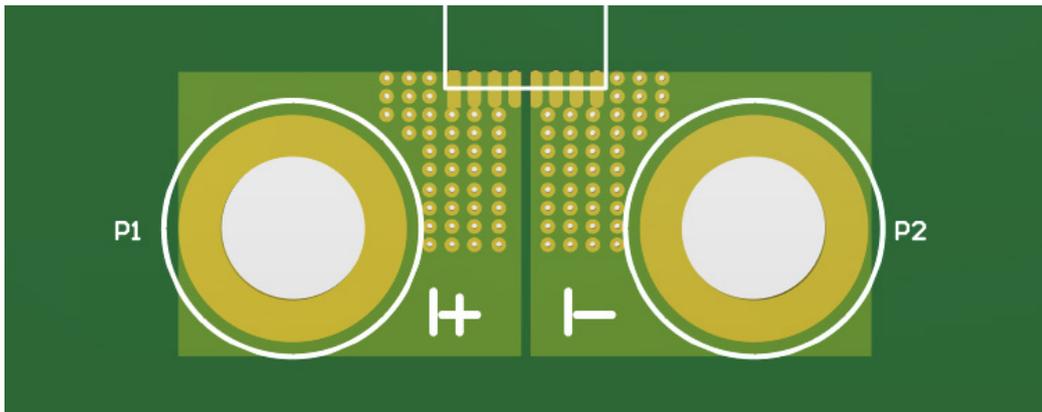
一般来讲，铜平面的热阻计算公式可表示为： $R_{\theta CU} = \frac{1}{\lambda} \frac{L}{S}$

其中，S表示面积，L为长度， λ 为铜的导热率为4W/(cm*°C)，单位面积(1cm²)，1盎司铜的厚度为0.0035cm。因此可以用增加铜厚的方法来降低铜平面的热阻大小。采用2盎司铜比1盎司铜的单位面积热阻会降低一半。

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

3.3. 增加散热焊盘和通孔

在电流走线上的过孔能有效地将热量快速传递到各层PCB和PCB的背面，因此增加合理数量的过孔可以大大提高热能量的散发效率。



3.4. 合理的散热布局

合理的PCB布局也会有效的促进散热效率。一般来讲可以加PCB板上的高散热器件尽可能分散开布局，从而增加每个高散热器件的热量散发的PCB面积来加快散热。高散热器件的周围尽可能不要放置高大元件，以免阻挡其散热通道。

3.5. 使用散热片

可以合理使用散热片来进行散热。散热片可以放置在芯片顶部或者PCB背部，中间可填充合适的界面导热材料。

NSM201x Hall电流传感器的热评估测试

5.修订历史

版本	描述	作者	日期
1.0	创建应用笔记	Haijun Cao	2023/10/15

销售联系方式: sales@novosns.com; 获取更多信息: www.novosns.com

重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权,包括但不限于对信息准确性、完整性,产品适销性、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陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责,并确保应用的安全性。客户认可并同意:尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供,但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的适用法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用,不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源,或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等,纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息,请与纳芯微电子联系(www.novosns.com)。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有