

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

AN-12-0017

作者：Haijun Cao



Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

摘要

NSM201X系列集成路径霍尔电流传感器可用于20A-100A的高精度电流采样。如Figure 1 所示，该器件内部原边busbar通过被测电流，硅基芯片中集成的霍尔器件能感应被测电流产生的磁场，经过一系列调理放大电路转换成与电流大小成比例的输出电压通过副边输出。原边电流路径与副边电路处于隔离状态。NSM201X 在不用任何外部保护器件的情况下，SOW16封装系列隔离耐压可达5kV、最大浪涌隔离电压可达10kV。SOP8封装系列隔离耐压可达3kV、最大浪涌隔离电压可达6kV。

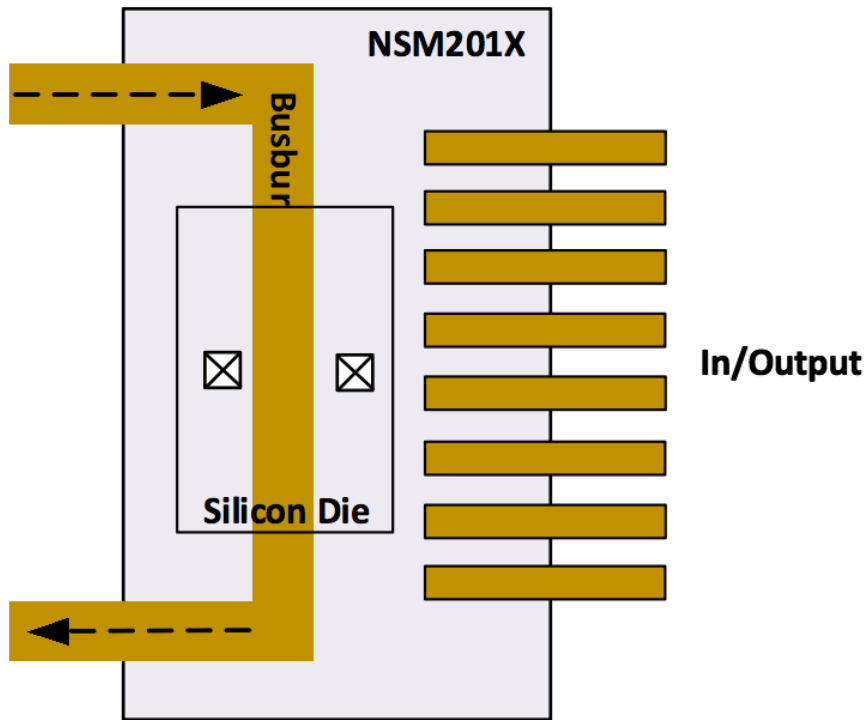


Figure 1 Detecting current by NSM201X diagram

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

目录

1. 高压隔离参数定义	2
2. 隔离性能测试	5
2.1. 耐压测试	5
2.2. 局部放电测试	7
2.3. 浪涌电压测试	7
2.4. 浪涌电流测试	9
3. 修订历史	10

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

1. 高压隔离参数定义

绝缘材料：常用的绝缘材料包括环氧类塑封材料、二氧化硅材料和聚合物如聚酰亚胺PI等。其中聚酰亚胺较高的绝缘强度和较低的薄膜应力，使得它可以满足更高要求电压的安全标准。

爬电距离 (creepage)：是指两侧引脚通过隔离材料表面的最短距离。对于NSM201X SOW16封装系列的芯片爬电距离示意如Figure 2。Minimum creepage distance = $10.2 - (1.27 * 7 + 0.43) + 7.4 - \text{tie bar}(0.28) = 8\text{mm}$

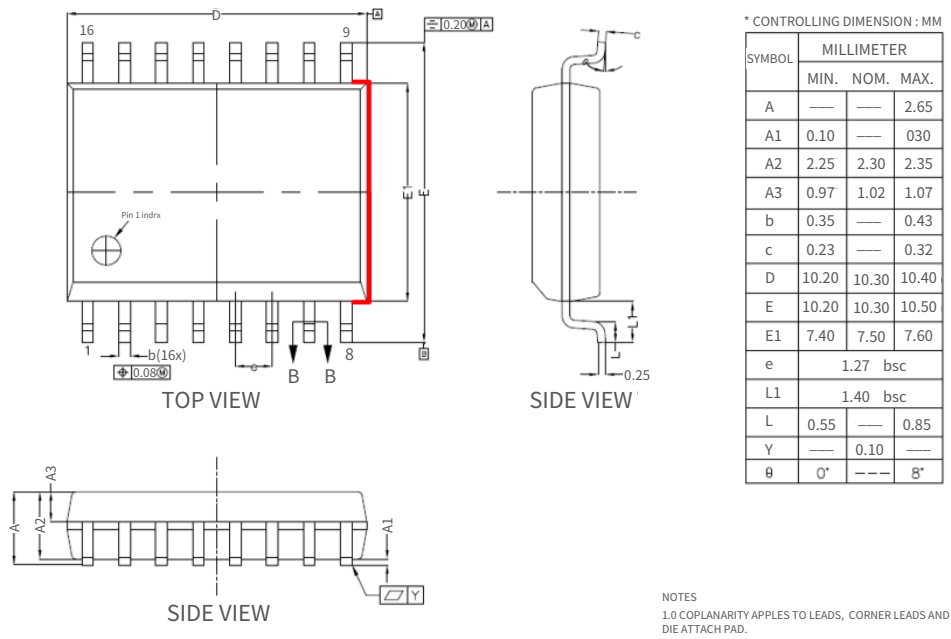


Figure 2 Minimum creepage distance of NSM201X SOW16 package

电气间隙 (clearance)：是指两侧引脚通过空气的最短距离。

相对漏电起痕指数 (CTI: Comparative Tracking Index)：材料表面能经受住50滴电解液而没有形成漏电痕迹的最高电压值，单位为V。IEC-62368中规定了CTI具有以下四个等级：

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

Material Group	CTI/V
I	$600 \leq CTI$
II	$400 \leq CTI < 600$
IIIa	$175 \leq CTI < 400$
IIIb	$100 \leq CTI < 175$

在给定的系统污染等级（Pollution degree）下，同样封装的器件CTI等级高的可以承受更高的工作电压。如Figure 3所示，在IEC-62368的标准中，Pollution degree都为2、Minimum creepage distance都为8mm的器件，CTI等级为I时的工作电压更高。

Table 17 – Minimum creepage distances for basic insulation and supplementary insulation in mm

RMS working voltage up to and including V	Pollution degree						
	1 ^a	2			3		
	Material group						
	I, II, IIIa, IIIb	I	II	IIIa, IIIb	I	II	IIIa, IIIb ^b
10	0,08	0,4	0,4	0,4	1,0	1,0	1,0
12,5	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25
32	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2,0
80	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,25	0,71	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
125	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,32	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200	0,42	1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
320	0,75	1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
630	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10
800	2,4	4,0	5,6	8,0	10	11	12,5
1 000	3,2	5,0	7,1	10	12,5	14	16
1 250	4,2	6,3	9,0	12,5	16	18	20
1 600	5,6	8,0	11	16	20	22	25

Figure 3 Minimum creepage distance for basic insulation from UL-62368

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

基本绝缘工作电压（VWVBI: Working Voltage for Basic Isolation）：由制造商指定的rms有效值或等效DC直流电压，表征器件在生命周期内长期工作时对高压的隔离能力，其值与设备所处环境的污染等级（Pollution Degree）、材料的相对漏电起痕指数（CTI）以及最小爬电距离（Minimum creepage distance）等参数有关，根据如Figure 3中UL-62368 标准进行换算。在测试中也可通过局部放电实验来测试该参数，器件在长期工作电压下绝缘材料内部的局部放电会不会引起绝缘性能的下降，用这一指标表征材料绝缘完整性，具体实验方法见隔离性能测试章节关于局部放电的测试。

隔离耐受电压（VISO: Withstand Isolation Voltage）：Maximum AC rms isolation voltage for one minute. -

VISO定义为器件可以承受60s的rms电压值，一般为60HZ AC电压波形。UL62368安规规定，在耐压测试时要么测试60s的隔离耐受电压（60Hz AC）要么测试1.2倍的VISO值1s，VISO值与器件最小电气间隙关系如Figure 4 所示。

Table 14 – Minimum clearances using required withstand voltage

Required withstand voltage	Basic insulation or supplementary insulation mm			Reinforced insulation mm		
	Pollution degree			Pollution degree		
V peak or DC up to and including	1 ^a	2	3	1 ^a	2	3
330	0,01	0,2	0,8	0,02	0,4	1,5
400	0,02			0,04		
500	0,04			0,08		
600	0,06			0,12		
800	0,10			0,2		
1 000	0,15			0,3		
1 200	0,25			0,5		
1 500	0,5			1,0		
2 000	1,0			2,0		
2 500	1,5			3,0		
3 000	2,0			3,8		
4 000	3,0			5,5		
5 000	4,0			8,0		
6 000	5,5			8,0		
8 000	8,0			14		
10 000	11			19		
12 000	14			24		
15 000	18			31		
20 000	25			44		
25 000	33			60		
30 000	40			72		
40 000	60			98		
50 000	75			130		
60 000	90			162		
80 000	130			226		

Figure 4 Minimum clearances distance using required withstand voltage from UL-62368

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

浪涌电压 (Vsurge: Surge Voltage) : The highest instantaneous values of an isolation voltage pulse with shape. Vsurge指器件能承受特定波形的瞬态高电压，IEC-61000中规定了为1.2us/50us的电压波形，可参考隔离性能测试章节关于浪涌电压的测试。

浪涌电流 (Isurge : surge current) : Isurge 指器件能承受特定形状的瞬态电流波形，IEC-61000中规定了为8us/20us的电流波形，可参考隔离性能测试章节关于浪涌电流的测试。

2. 隔离性能测试

2.1. 耐压测试

器件的隔离耐压参数测试分为两种方式，如Figure 5和6所示，分为测试时长60s和1s两种情况。比如隔离强度为5000V的产品出厂前，要么测试60s时长，所加的60Hz AC电压值为5000V。要么测试1s时长，所加的60Hz AC电压值则为 $1.2 * 5000V = 6000V$ 。另外NSM201X在出厂前还会在耐压测试的基础上加测局部放电实验进一步来保证产品的绝缘完整性，具体可参考局部放电测试一节。

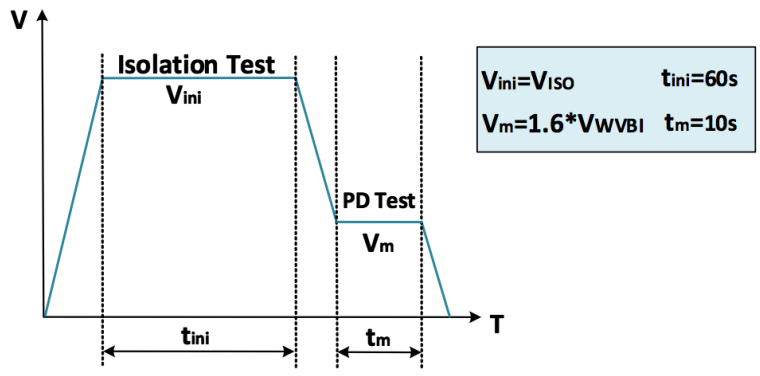


Figure 5 Isolation test for 60s

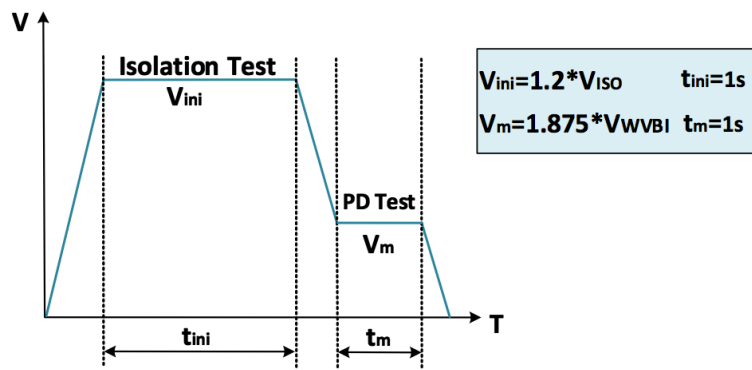


Figure 6 Isolation test for 1s

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

如Figure 7 所示，开始测试时，将芯片原副边分别短接后与高压隔离测试系统连接，高压测试系统可以通过设置产生不同幅值的交流电压信号给被测芯片，同时通过测量芯片绝缘层两边的漏电流来判断其隔离性能。当低频交流电压通过芯片两端时，两端如果存在一定的寄生电容，那么就会产生交流漏电流。绝缘层能承受住高压测试而未被损坏的情况下，漏电流会很小，一般在uA级别。因此可以通过检测漏电流大小来判断芯片是否承受住了高压测试。

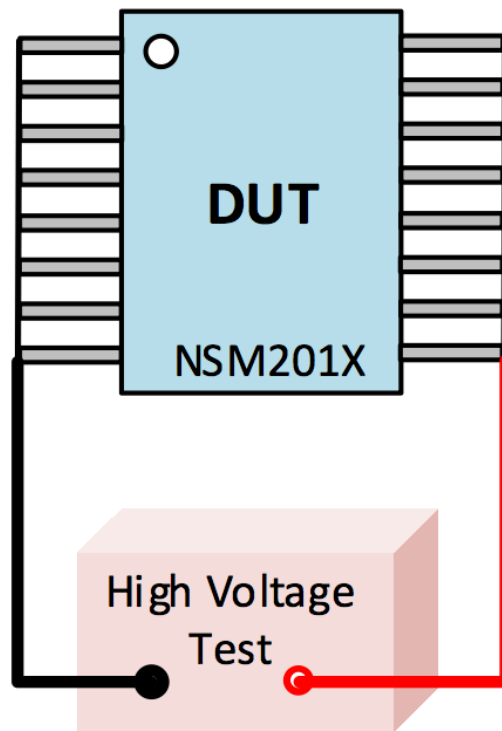


Figure 7 Isolation test diagram

NSM201X系列在出厂前会100%按照1s测试时长进行耐压测试，SOW16测试6KV@1s；SOP8测试3.6KV@1s。

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

2.2.局部放电测试

UL62368标准中未规定对于隔离参数—局部放电（Partial Discharge）的测试，但实际上局部放电测试是评估隔离性能的另一个重要的方式。因为器件使用的绝缘层材料在生产制造过程中的气泡或者气隙会导致绝缘性能下降，而通过隔离耐压测试来检测漏电流大小的方式是检测不出来的。因此在局部放电测试中，通过施加长期在绝缘层作用的工作电压而不是隔离耐压值，引起含有气泡或者气隙的绝缘层反复进行充放电，引起电荷的释放，从而导致其过早地失效。而通过对局部放电测试中漏电荷大小的控制，可以进一步提高每颗产品的绝缘安全性能。局部放电测试原理如Figure 8所示，为脉冲电流测试法。

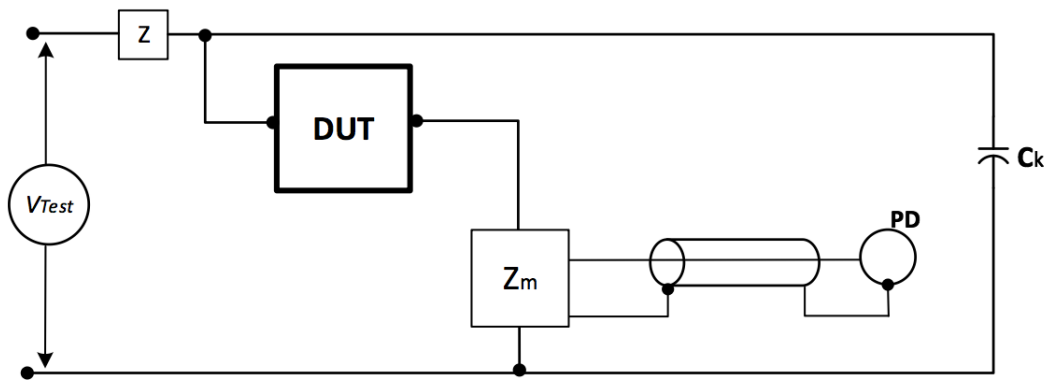


Figure 8 Partial Discharge test block diagram

DUT经过电压 V_{Test} 作用后产生一次局部放电时，两端会产生瞬时的电压变化 ΔU ，经过一耦合电容 C_k 耦合到检测阻抗 Z_m ，回路中会产生一个脉冲电流 I ，对此脉冲电流流经检测阻抗 Z_m 所产生的脉冲电压进行采样，就可以测定局部放电过程中的放电量或者漏电荷 Q 等参数。

2.3.浪涌电压测试

浪涌电压测试检测器件是否能承受特定波形的瞬态高电压，模仿在系统受到直接或者间接的雷击、故障及短路事件中产生的瞬态干扰。如Figure 9所示，IEC-61000安规中规定了， $1.2\mu s/50\mu s$ 的瞬态高压波形，上升时间为 $1.2\mu s$ ，下降到峰值电压一半的时间为 $50\mu s$ 。

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

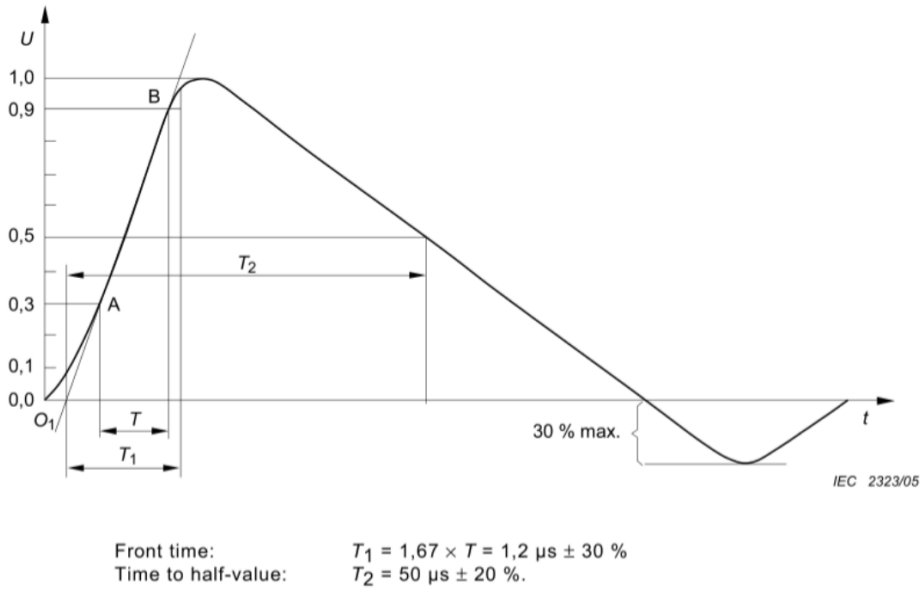


Figure 9 Surge Voltage test wave diagram from IEC-61000

如Figure 10所示，测试时将芯片原副边分别短接后与浪涌电压发生测试系统连接，为了避免空气电弧，此实验在绝缘油中进行，然后施加所需测试电压正负极性各50个脉冲波形。NSM201X系列SOW16封装最大浪涌电压为10kV, SOIC8封装最大浪涌电压为6kV。

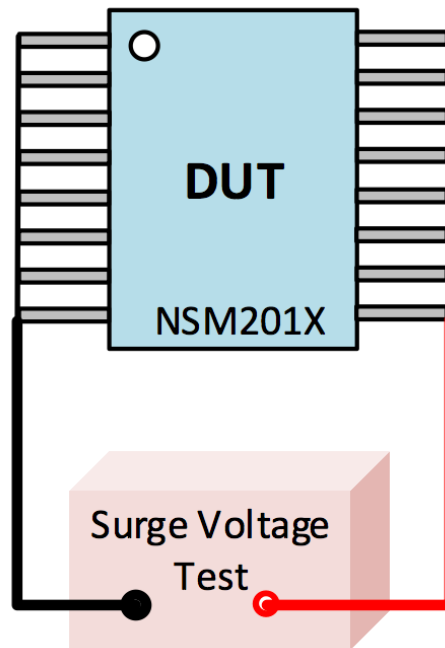


Figure 10 Surge Voltage test diagram

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

2.4.浪涌电流测试

浪涌电流测试检测器件是否能承受特定形状的瞬态电流波形，模拟典型雷电击穿大地（避雷针或临近接闪物）引起的电磁脉冲感应过电压，这个感应过电压击穿、烧毁设备时的电流曲线如Figure11所示，IEC-61000安规中规定了8us/20us的瞬态电流波形，上升时间为8us，下降到峰值电流一半的时间为20us。

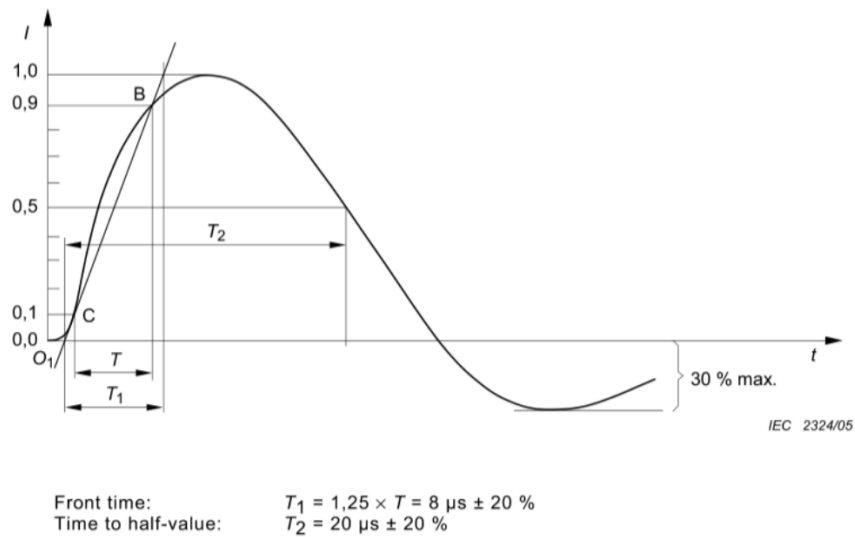


Figure 11 Surge Current test wave diagram from IEC-61000

如Figure 12所示，测试时，将浪涌发生器产生的电流串联到芯片原边电流输入端，看原边busbar能承受的最大浪涌电流值。每颗待测样品正负极性电流各测试5次，一次冲击脉冲测试60s。NSM201X SOW16封装的传感器可承受的浪涌电流在13kA。

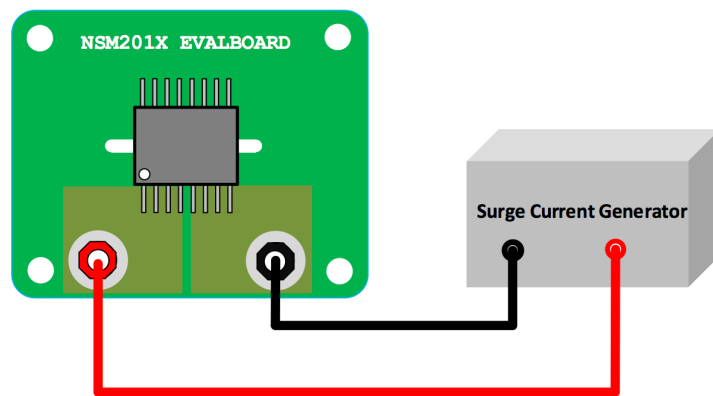


Figure 12 Surge Current test diagram

本文根据UL62368和IEC-61000等相关标准，从隔离性能测试的原理出发，阐述了具有隔离性能的霍尔电流传感器的隔离性能评估测试方法。

Hall电流传感器NSM201x隔离性能评估

3.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所有法律、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