



电气隔离技术手册

了解隔离



broadcom.com

博通—高性能光（电）耦（合器）的业界领导者

门极驱动光电耦合器

极高的CMR性能（信号隔离）

保护IGBT的更多集成功能，如米勒钳等。

小封装-节省空间/成本

某些产品可节省高达20%的成本

电流电压传感光电耦合器

高精度

低温漂移

所占面积更小-节省空间/成本

与霍尔效应传感器相比，可节省高达40%的成本

低功耗数字光电耦合器

低功耗 (节能80%以上)

极端共模噪声抑制

某些产品可节省高达20%的成本

应用

工业驱动器、工业网络、电机控制、
PLC输入/输出隔离、配电系统、机器人、开关电源



博通光耦—隔离性能的业界巅峰之作

光隔离的价值主张：

- 真正的电隔离
- 强化=故障安全隔离
- 优异的信号抗扰度
- 低阻抗LED输入 (Ω) = 传导和感应EMI抑制
- 极低的固有电容 (pF) = 没有因瞬变引致的漏电流感发的共模噪声故障
- 无电感
- 极低功耗 (mW)
- 快速的反应时间、经久耐用
- 高性能LED技术 (30年现场寿命)

安全隔离

安全认证/UL、
CSA和IEC/EN/DIN
EN 60747-5-5

市场上其他
隔离技术供应商 (清单不完整)

光隔离供应商：
Broadcom, Fairchild,
Toshiba, Vishay, Renesas,
Sharp

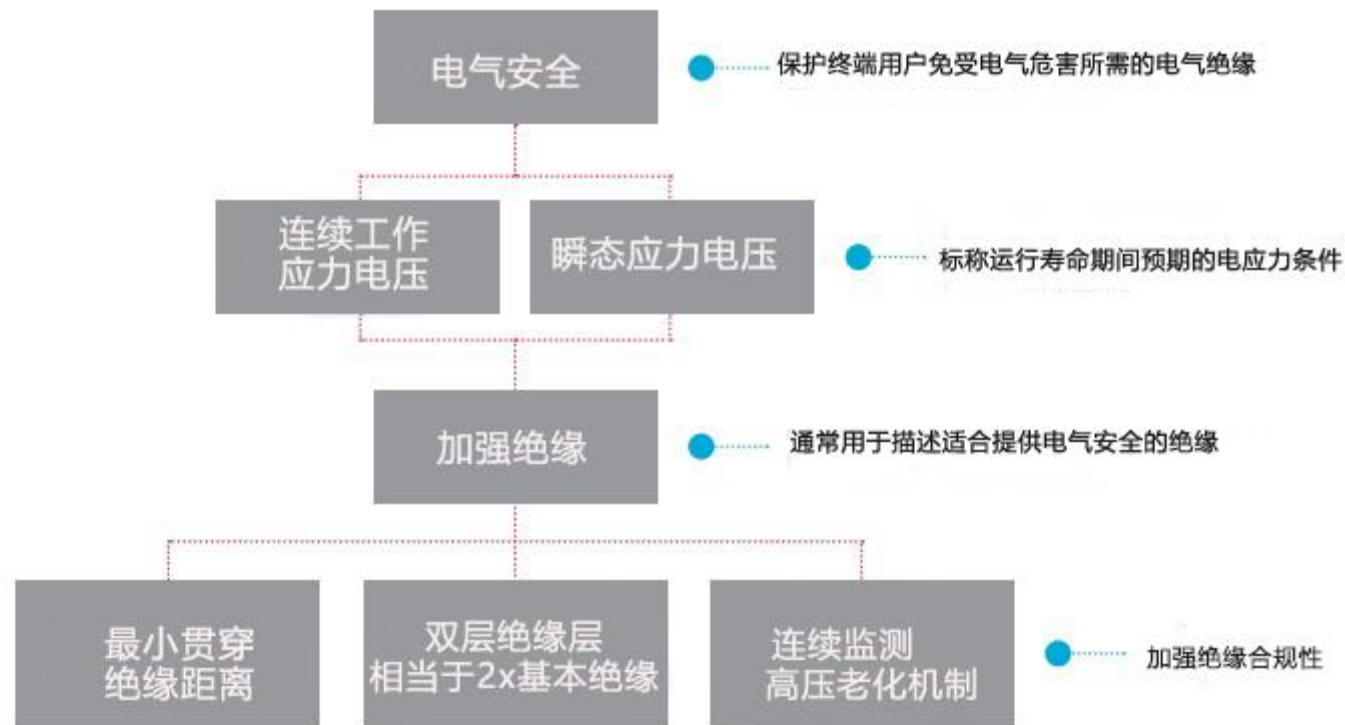
替代隔离技术供应商：
TI, ADI, SiLabs, Infineon

请确保您已了解：

- 不同的隔离技术和标准
- 如何定义安全和连续工作电压
- 不同的失效机制以及它们对光学和非光学隔离器的意义
- Broadcom对不同隔离要求的建议

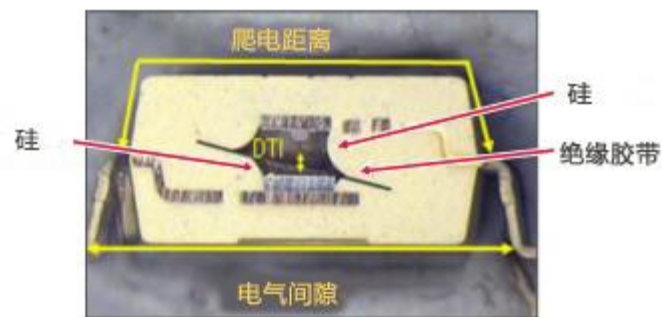
如何保证您客户的安全

绝缘等级



隔离 (isolation) 和绝缘 (insulation) 有何区别？

虽然这两个术语通常可互换使用，但隔离是指两个系统或电压电平之间的分离 (separation)；而绝缘是指用于进行分离的实际介质。例如，光耦是种隔离器件；在其LED发射器和二极管检测器之间采用了硅绝缘屏障。



博通光电耦合器

DTI: 80 μm to 1000 μm

层数: 3

绝缘材料: 聚酰亚胺胶带+硅

电场应力: $V_{\text{bias}} / 80 \mu\text{m}$



典型的磁性或电容隔离器

DTI: 8 μm to 17 μm

层数: 1

绝缘材料: SiO_2 或者 聚酰亚胺

电场应力: $V_{\text{bias}} / 8 \mu\text{m}$

光耦和隔离器的安全标准

IEC60664-低压设备的绝缘坐标

3.3.2.2长期压力及其影响

3.3.2.2.1局部放电

3.3.2.3其他压力。许多其他压力会损坏绝缘，技术委员会必须考虑到这些压力。

VDE0884-光电耦合器安全标准

使用局部放电测试，以提供100%的紫外线寿命屏幕

IEC60747-5-5和IEC 60747-5-2-光电耦合器组件安全标准

EN60747-5-5 光电耦合器组件安全标准

草案标准VDE0884-10 第1版磁隔离器标准

仅使用局部放电测试来检查HV寿命。原理HV老化机制未检查

草案标准VDE0884-10 第2版

使用局部放电测试和原理老化机制的类型测试来提供HV寿命的预测。增加了基本绝缘等级。

IEC版本草案VDE0884-11 委员会成立

形式化EN版IEC标准 投票并接受IEC标准之后

确保你理解了!!!

与合适的客户人员交谈，标准和质量部门负责安全！

定义安全的连续工作电压

安全连续工作电压是...

...就像在晴朗的一天沿着悬崖行走

- 确定不会损坏隔离器的安全连续电压电平

...你可以清楚地看到悬崖的边缘

- 安全连续工作电压应远离标称工作电压的瞬态变化

...如果向左或向右迈出一步，你仍然不会掉下去

- 安全连续电压水平不应随时间变化

...边缘稳而不动



隔离器的相关老化机制

- **光耦**—使用厚绝缘材料可防控空间电荷老化。

首要的故障机制是局部放电。

- **在聚酰亚胺涂层上使用旋涂的磁隔离器**—
使用 $<25\mu\text{m}$ 的薄聚合物旋涂层，会导致高介电应力，
从而很容易引致空间电荷退化。

首要的故障机制是空间电荷老化。

- **采用薄膜 SiO_2 $<10\mu\text{m}$ 的电容/磁隔离器。**

高E场应力容易引促 SiO_2 特殊的时变故障机制。

首要的故障机制是 SiO_2 特殊的TDDB（介电层时变击穿）。

请确保您已了解!!!

不同的隔离技术
有不同的失效机制

工作电压由IEC 60747-5-5定义



这是绝缘屏障在器件寿命期间必须耐受的最高连续电压。
通过在每个产品器件上进行的局部放电测试来保证绝缘的完整性。

在存在显着电位差 (potential differences) 的应用中，
最重要的安全参数是IEC/EN/DIN EN 60747-5-5定义的最高工作绝缘电压 (V_{orm})。
该标准使用局部放电测试来确定光学绝缘在器件寿命期间必须能完好履职的工作电压水平。

局部放电测试的基本原理是：

用于安全电气隔离的绝缘不仅需要耐受击穿电压；
还需要耐受可防范由于高电场引起的任何劣化的电压水平，
该高电场可能导致绝缘随时变或重复循环而损坏。
在生产中，局部放电测试在 $1.875 \times V_{orm}$ 电压下持续1秒。

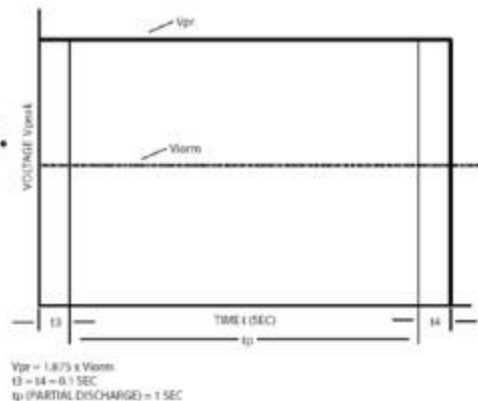


Figure 4.9.2 100% Production Testing: Method (B) – Non-destructive Test

请确保您已了解!!!

替代隔离技术不再是IEC认证的60747-5-2。它们根据最新的VDE安全标准-VDE0844-10进行认证

测试非光学隔离器的相关老化机制



在使用旋涂聚酰亚胺涂层的磁隔离器中，存在会引触空间电荷退化的更高介电应力。
首要的故障机制是空间电荷老化，它会随着时变降低击穿电压阈值。

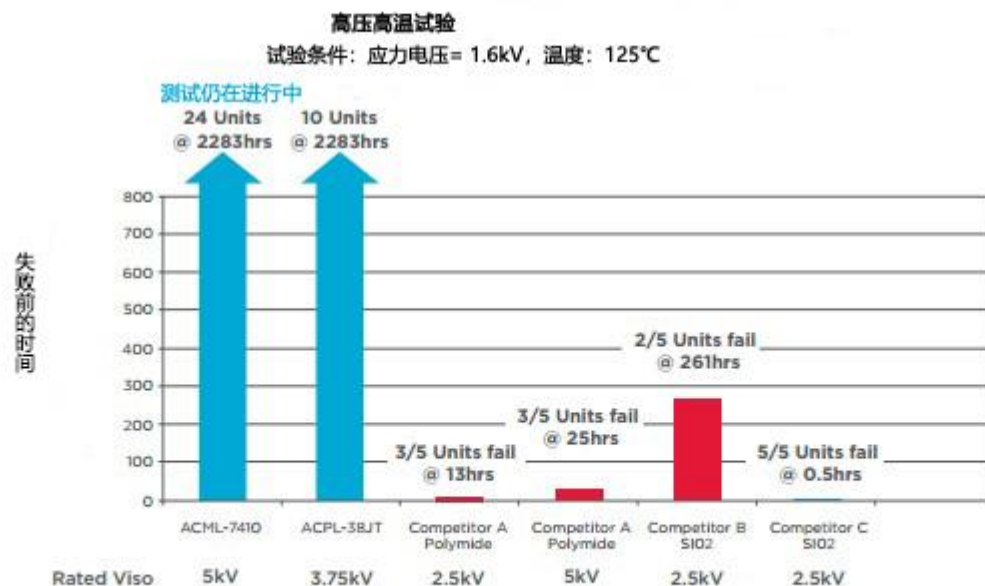
目前，不可能测试成品中的空间电荷老化。

在使用薄膜SIO₂的电容式或磁性隔离器中，首要的故障机制是SIO₂技术特有的、称为介质层时变击穿（TDDB）。

确定TDDB的测试方法具有破坏性，无法在生产中进行测试。

为什么不能在非光学隔离器上使用局部放电测试？

理论上可行，但实际上无效；因为这些替代技术的首要故障机制不同，并且不能通过局部放电测试来检测。
通过了局部放电测试的非光学隔离器在连续承受局部放电测试中使用的电压几小时后就不灵了（光耦则安然无恙）。



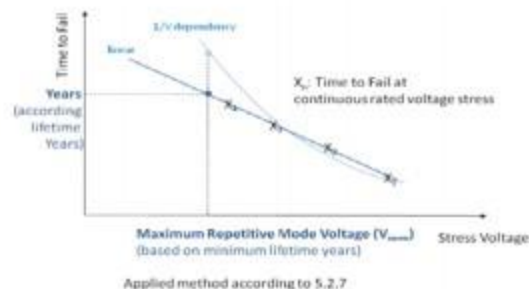
使用VDE0884-11验证工作电压

- 使用类型测试和统计建模来预测HV寿命。没有首要HV老化机制的连续监测
IEC60747-5-5为光耦提供100%的首要HV老化机制的连续监测

- 许可/预测在使用寿命期间发生的故障——
基本绝缘为1000ppm（百万分之），加强绝缘为1ppm
IEC60747-5-5消除了光耦中的有源（active）
HV老化机理——确保在整个使用寿命期间无故障

- 加强绝缘的安全系数仅为1.25。
IEC绝缘坐标系统标称要求的安全系数为2，IEC60747-5-5使用1.85的安全系数

确定最大连续额定增强电压的方法



请确保您已了解!!!

用于增强隔离的
VDE0884-11允许1 ppm用于备用隔离器。
VDE标准中没有连续的生产监控。
确保您了解不同标准中的失效机制，
因为测试结果可能会产生误导和危险。

UL1577定义的耐压

这是绝缘屏障需要耐受一分钟的最高电压。

耐压是根据UL1577的介电耐压测试定义的安全参数。

这是一分钟型测试，其间在隔离器的输入和输出端子之间施加电压（破坏性测试）。

典型耐压额定值为2500-5000 Vrms。

这是绝缘屏障需要耐受一分钟的最高电压，

与产品使用期间的高电压无关。

在制造过程中，每个隔离器在1.2倍额定介电绝缘电压下测试一秒钟。

UL1577可用于认证光耦及非光学隔离器技术。

请确保您已了解！！

耐压与工作电压不同。

它定义了短期过压条件下的隔离电压，
而不是寿命。

借助强健的LED技术实现安全隔离

LED的寿命本质上取决于其质量等级。
用于低成本消费级光电晶体管光耦的LED性能下降的速度可能比工业或汽车级光电IC光耦中使用的LED的更快。
博通已进行了广泛的测试，
并为其所有工业和汽车级光耦提供LED寿命性能数据。
最坏情况预测显示：在现场应用中，使用30年以上，性能下降不到10%。

功率

- 低VF材料
- 低中频驱动器
- 电流扩散设计

效率

- 高亮度
- 材料LED光提取
- 镜头/光学设计

缺陷

- 外延生长
- LED制造
- 组装
- 处理

请确保您已了解!!!

光输出降低取决于所用LED的质量。

通常使用低性能

光电晶体管进行比较测试。

Broadcom照片

IC光电耦合器使用高性能工业级LED

博通光耦的LED寿命



www.broadcom.com

AV02-3401EN

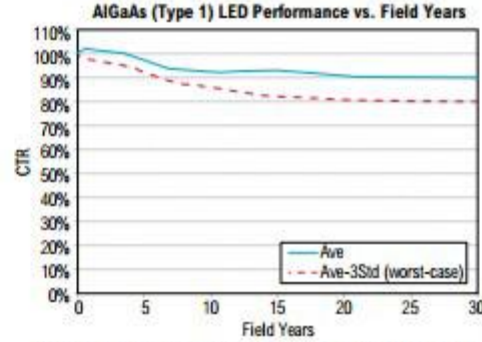


Figure 1. CTR performance vs. field years for AlGaAs (Type 1) LED (operating $I_F = 16$ mA, 50% duty cycle, $T_A = 80^\circ\text{C}$)

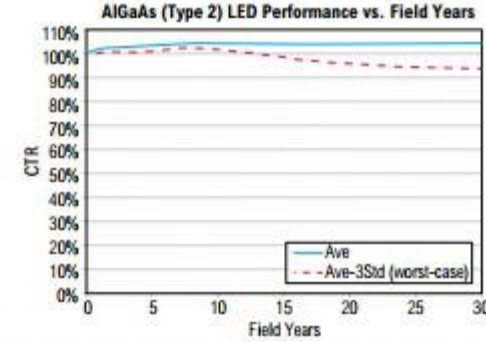


Figure 2. CTR performance vs. field years for AlGaAs (Type 2) LED (operating $I_F = 5$ mA, 100% duty cycle, $T_A = 80^\circ\text{C}$)

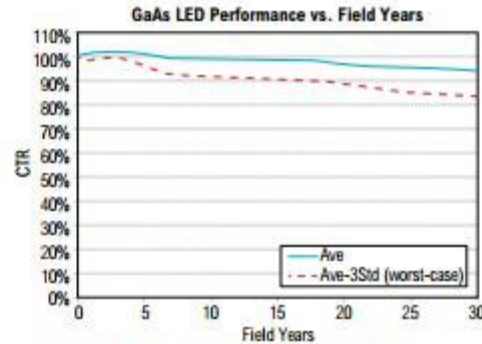


Figure 3. CTR performance vs. field years for GaAsP LED (operating $I_F = 16$ mA, 50% duty cycle, $T_A = 80^\circ\text{C}$)

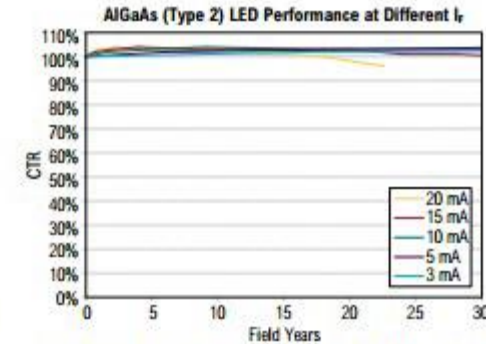
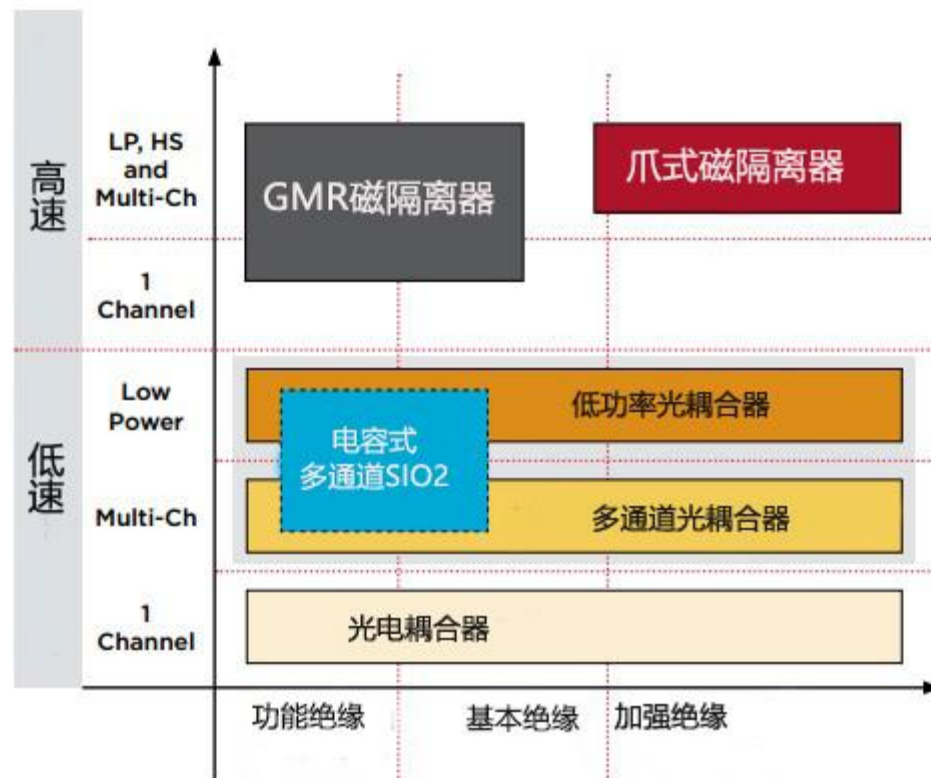


Figure 4. CTR performance vs. field years for AlGaAs (Type 2) LED at different I_F (50% duty cycle, $T_A = 80^\circ\text{C}$)

博通隔离产品



请确保您已了解!!!

Broadcom拥有完整的光耦合器产品组合, 包括非光隔离器。Broadcom将根据所需的隔离类型推荐隔离器类型

- 功能, 基本, 增强/安全

博通光耦封装

Photo IC

	Package	Dimensions (mm)	Clearance (mm)	Lead Length (mm)	IEC V _{CE} (V)	UL 94V-0	UL 94V-0
SO5		5.0	5.0	0.08	567	3750	
Stretched SO6 (SSO-6)		ACPL*Hxxx	8.0	7.0	0.08	891	3750
		ACPL*Wxxx	8.0	8.0	0.08	1140	5000
		ACSL	4.5	4.9	0.08	567	2500/3750
SO8		ACPL*Hxxx	8.0	7.0	0.08	891	3750
		ACPL*Wxxx	8.0	8.0	0.08	1140	5000
Stretched SO8 (SSO-8)		ACPL*Hxxx	8.0	8.0	0.08	1140	5000
		ACPL*Wxxx	8.0	8.0	0.5	1414	5000
		ACPL*Hxxx	8.0	8.0	0.08	1140	5000
Stretched SO12 (SSO-12)		ACN*Wxxx	10.0	9.5	1.0	1414	5000
Wide Body		ACN*Wxxx	13.0	13.0	2.0	2262	7500
10-Pin		ACN*Wxxx	13.0	13.0	2.0	2262	7500

IEC工作电压

UL 耐压

	Package	Dimensions (mm)	Clearance (mm)	Lead Length (mm)	IEC V _{CE} (V)	UL 94V-0	UL 94V-0
SO16		ACSL	4.5	4.9	0.08	567	2500
		ACPL*Hxxx	8.3	8.3	0.5	1230	5000
8-Pin		ACPL*Hxxx	7.4	7.4	0.08	630	3750
		ACPL*Wxxx	8.0	7.4	0.5	891	3750/5000
14.2mm SSO8		ACN*Hxxx	14.2	14.2	0.5	2262	7500

Digital Isolator

SO8		4.0	4.0	•	•	2500
SO16		4.0	4.0	•	•	2500
		8.1	8.1	•	•	2500
		ACML	8.1	8.1	•	•

博通对隔离技术的建议

	功能瞬态电压	功能连续电压	安全瞬态电压	安全连续电压
光耦合器 厚聚合物绝缘	内部绝缘结构超过 封装外部闪络电压	厚绝缘可防止部分 硅藻土和空间电荷老化	内部绝缘结构超过 封装外部闪络电压	加强内部绝缘结构 主导的 长期潜在故障模式是局部放电 - 100%安全测试可用
磁性旋涂聚 酰亚胺 <25um	暴露通信接口的ESD危害	E场应力容易激活空 间电荷老化 连续高压暴露， 如在电机逆变器中的 显著老化绝缘	低能量ESD和 重复的过压瞬变 能够对内部绝缘 造成永久性损坏	没有加强的内部绝缘结构 主导的长期失效模式 是空间电荷老化而 非局部放电 - 没有适当的安全测试可用
电容式SIO2	暴露通信接口的ESD危害	E场应力容易激活SIO2 特定的时间依赖性击穿。 连续高压暴露， 如在电机逆变器中的 显著老化绝缘	低能量ESD和重复的 过压瞬变 能够对内部绝缘造成 永久性损坏	没有加强的内部绝缘结构 主导的长期故障模式是 SIO2 TBBD而非局部放电 - 没有适当的安全测试可用
增强平面变压器 厚聚合物绝缘	内部绝缘结构 超过封装外部闪络电压	厚绝缘可防止部分 硅藻土和空间电荷老化	内部绝缘结构超过 封装外部闪络电压	加强内部绝缘结构 主导的 长期潜在故障模式是局部放电 100%安全测试可用

Go

Be Careful

Stop