



光耦及隔离器件安规简介

陈红雷，郑有良

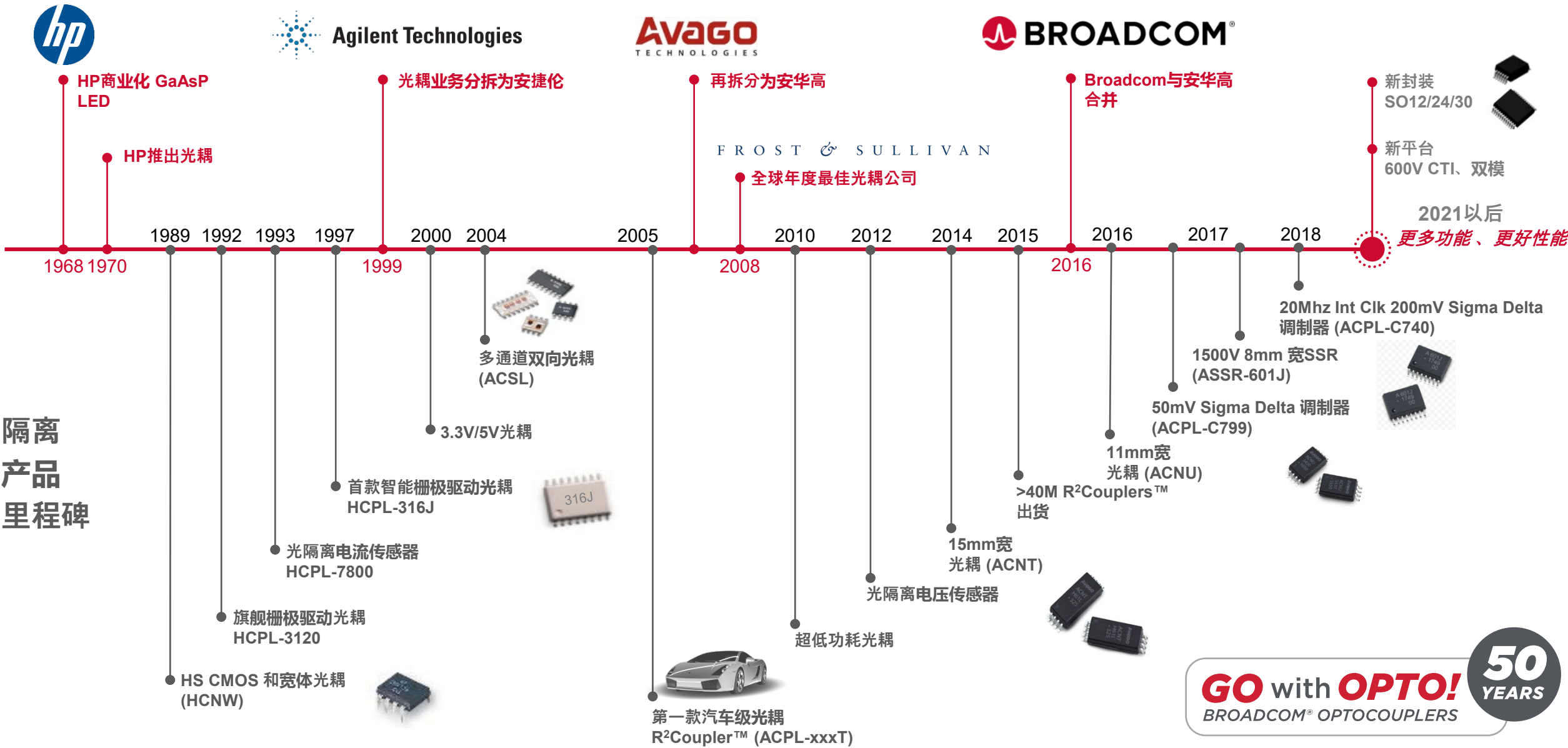
2022.03.02



议程

- 简介 – Broadcom 光耦
- 其它具有类似功能的隔离器件
- 数据表上与光耦安全相关的规范
- IEC 60747-5-5:2020
- IEC 60747-17:2020
- 问答

Broadcom 光耦里程碑：50 年制造功力



隔离
产品
里程碑

GO with OPTO!
BROADCOM® OPTOCOUPERS

50 YEARS

Broadcom 光耦概述

产品系列

数字光耦 信号隔离

- 数字光耦
(高达50MBd)
- 数字隔离器 (高达100MBd)
- 模拟光耦&特殊功能

栅极驱动器 功率器件栅极驱动

- IPM接口
- IGBT/MOSFET栅极驱动器
- 智能栅极驱动器
- 基本栅极驱动器

隔离放大器 电流/电压感测

- 隔离的ADC
- 模拟输出隔离放大器

细分市场

工业

IEC/EN/DIN EN 60747-5-5
UL 1577
CSA

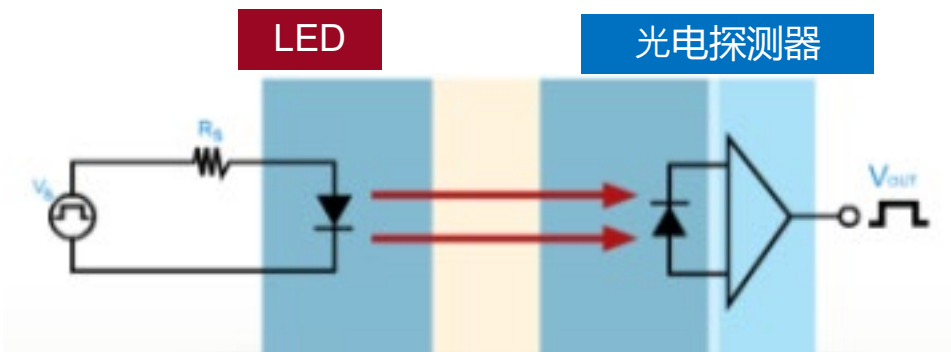
汽车

AEC-Q100认证

密闭

MIL-PRF-38534

光耦基本结构及封装类型



隔离带



	Package	Creepage (mm)	Clearance (mm)	Internal Clearance (mm)	IEC/EN/DIN EN 60747-5-5 V _{orm} (V _{peak})	UL 1577 V _{iso} (V _{rms})
S05		ACPL/HCPL-Mxxxx				
		5.0	5.0	0.08	567	3750
SS06#		ACPL-Pxxx				
		8.0	7.0	0.08	891	3750
S08		ACPL-Wxxx				
		8.0	8.0	0.08	1140	5000
300mil DIP8**		ACPL/HCPL-0xxx				
		4.8	4.9	0.08	567	3750
11mm SS08#		ACPL-Hxxx				
		7.4	7.1	0.08	630	3750
15mm SS08#		ACPL-Kxxx				
		8.0	7.4	0.08	891	3750/5000
Stacked		ACPL-Cxxx				
		8.0	8.0	0.08	1140	5000
S012#		ACPL-xxxxx				
		8.0	8.0	0.5	1414	5000
S016		ACFL-xxxxx				
		8.5	8.3	0.08	1140	5000
S024		ACPL/HCPL-xxxJ				
		8.3	8.3	0.5	1414	5000
S016*		ACFJ-xxxxx				
		8.5	8.3	0.08	2262	5000

	Package	Creepage (mm)	Clearance (mm)	Internal Clearance (mm)	IEC/EN/DIN EN 60747-5-5 V _{orm} (V _{peak})	UL 1577 V _{iso} (V _{rms})
400mil DIP8**		ACNWxxxx				
		10.0	9.6	1.0	1414	5000
500mil DIP10**		ACNVxxxx				
		13.0	13.0	2.0	2262	7500
11mm SS08#		ACNU-xxxx				
		11	10.5	0.5	1414	5000
15mm SS08#		ACNT-Hxxx				
		15	14.2	0.5	2262	7500
Stacked		ACSL-xxxx				
		4.5	4.9	0.08	567	2500/3750
S016*		ACML-xxxx				
		8.1	8.1	-	-	2500
S016*		ACFJ-xxxxx				
		8.1	8.1	-	-	5600

光耦细分市场



机车



医疗



电源



电机驱动



可再生能源



电梯



机器人



工厂自动化



工业网络



供暖、通风和空调



汽车



电动汽车充电站

隔离器特定 IEC 标准简介

隔离器件 IEC 标准简介

	IEC 60747-5-5:2020 光电器件 - 光耦	IEC 60747-17:2020 磁和电容耦合器
背景	- 自1992 年以来的光耦国际标准 (约 30年) - 从 IEC 60747-5-2:1997演变而来,前身为VDE 0884-1:1992	- 磁/电容耦合器的新 IEC 标准 - 在此之前,一些磁/电容耦合器已通过VDE 0884-10/11 认证
组件认证	- 符合 EN 标准的标志批准 (即 VDE 或 TUV 标志/徽标)	- 仅在 2021 年夏季之后才有可能 (DIN EN 版本的预计发布日期)
采用者	- 所有光隔离供应商	- 用隔离材料的隔离器,如“薄膜”(如 ADI等厂家)和 SiO2 (如 TI、SiLabs等厂家) - 不包括:陶瓷隔离
主要原则	- 应对光耦中的局部放电 (PD) - PD 测试方法确定工作电压、HV 性能和封装/模具完整性 - 测试电压高出 1.875 倍工作电压 (安全系数) - PD 经过 100% 的生产测试 - 超过 50 年的现场数据和跟踪记录证明和支持的方法	- 应对SiO2的TDDB、薄膜聚合物的SCD - 已执行 PD 测试,但在评估基本隔离 HV 性能时没有相关性。相反,工作电压由统计建模确定 (EOL 测试) - 安全系数:电压 (1.2x) 和时间 (1.5x) - EOL 测试不是 100% 生产测试 - 基于制造商自有数据的 EOL 测试验证
系统级设计的考虑	- 与各种系统/设备标准协调一致,例如 IEC 62368-1 (AV、ICT 设备)、IEC 61800 (电机驱动)	- 因是新标准,在与其它系统/设备标准协调之前必须经过审查过程

IEC 60747-17 – 沿革



浪涌测试 测试电压	加强 最小 10kV		加强 最小 10kV		加强 最小 10kV	
额定寿命 时间安全系数 电压安全系数 整个生命周期的故障率	未定义		20年		20年	
			加强 1.875 1.2 ≤ 1 ppm	基本 1.3 1.2 ≤ 1000 ppm	加强 1.5 1.2 ≤ 1ppm	基本 1.2 1.2 ≤ 1000 ppm
局部放电测试 测试电压	加强 1.875 x V _{IORM}	基本 1.5 x V _{IORM}	加强 1.875 x V _{IORM}	基本 1.5 x V _{IORM}	加强 1.875 x V _{IORM}	基本 1.5 x V _{IORM}

组件认证

- 光耦

- 符合 DIN EN 60747-5-5 的标志认证

基于如下标准的测试和认证：

- DIN EN 60747-5-5 (VDE 0884-5)
- EN 60747-5-5

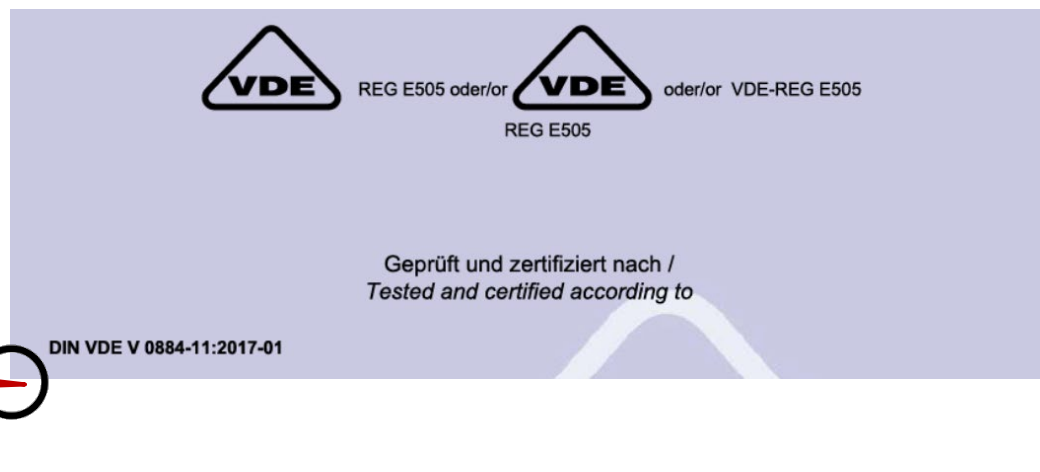


- 磁/电容耦合器

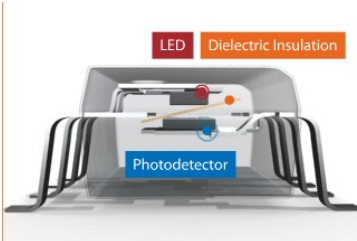
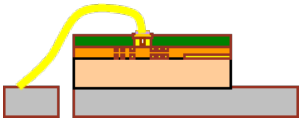
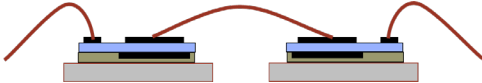
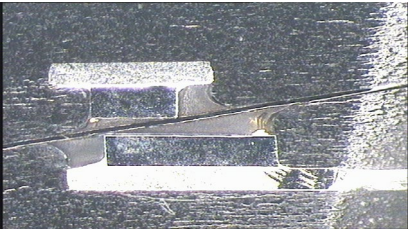
- 目前，标志仅适用于 VDE 0884-11
- 仅在 2021 年夏季 DIN EN 版本发布后对新标准进行标志批准/认证

基于如下标准的测试和认证：

- VDE 0884-11



光与磁/电容

	光	磁	电容
内部建构			
隔离材料 隔离距离	硅胶和 Kapton隔离带 >80um	薄膜（聚合物） >17um（单层）	二氧化硅基（二氧化硅） > 21um（2个 IC 的总和）
认证 故障模式 老化考虑	IEC 60747-5-5 局部放电 在额定电压下工作不影响使用寿命	IEC 60747-17 空间电荷弱化 20年额定故障率 – 1000ppm（基本）、1ppm（增强） 24 年（基本为 1.2X）、30 年（增强型为 1.5X）的生命保护带（guardband） 电压安全系数为工作电压的1.2倍	IEC 60747-17 时间相关的介电击穿
内部布局			

系统级考虑

- IEC 60747-5-5 与各种设备安全标准相协调。
- 审查 IEC 60747-17 并将其纳入这些设备标准需要一些时间。

	IEC 61800 可调速电力驱动系统
	IEC 60601 医疗电气设备
	IEC 62368 音/视频、信息和通信技术设备
	IEC 62109 用于光伏发电系统的电源转换器的安全性
	IEC 61010 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求

总结

- IEC 60747-17 是新标准、有待验证，并不能用寿命终止（EOL）测试充分解决磁/电容耦合器的高电压性能问题。
- EOL 测试不是 100% 生产测试。统计方法可以解决设计问题，但无法筛选出制造缺陷。
- 与光耦相比，此类模型得出的工作电压要求不那么严格：
 - 用于磁/电容耦合的外推（估计）与用于光耦的测试方法
 - **不同的失效标准**。在磁/电容耦合的EOL 测试中，当隔离泄漏电流超过 $125\mu\text{A}$ （基于 $500\text{VDC @}4\text{M}\Omega$ ）时视为故障。对于光耦，PD 测试下的失效标准为 $>5\text{pC}$ 。
- 磁/电容耦合的安全冗余度（针对工作电压）是通过参考比额定电压更高的电压（ 1.2x ）和更长的寿命（ 1.5x ）来推测的。这比光耦的冗余度弱，其 1.875x 的整个安全系数仅取决于电压。
- 磁/电容耦合器的额定寿命仅为 20 年，基本隔离的允许故障率为 1000ppm ，增强隔离的允许故障率为 1ppm 。