

汽车以太网ESD保护

Nexperia推出首款真正符合开放技术联盟标准的ESD保护器件，具有出色的信号完整性

为应对未来的汽车连接和电气化需求，我们需要高速度、高带宽的汽车以太网。行业领导者依托开放技术联盟SIG积极合作，促进以太网在汽车领域的普及应用。但在更高级的电气设计中，分立ESD保护器件变得越来越重要。

Nexperia率先推出完全符合10BASE-T1s和100/1000BASE-T1开放技术联盟标准的以太网ESD保护器件，改进的0.4 pF（最大值）二极管电容可确保出色的信号完整性。此外，Nexperia还超越了这一标准，推出了千兆级以太网和高速优化型FC-LGA封装。

主要特性

- › 完全符合10BASE-T1s和100/1000BASE-T1开放技术联盟标准
- › < 0.4 pF的低电容
- › 提供高达30 kV的ESD保护（IEC 61000-4-2，接触式）
- › ESD稳健性：1000次放电，15 kV
- › 高触发电压： $V_{t1} = 100\text{ V}$ （最小值）
- › 多种可供选择的封装
- › 符合AEC-Q101认证/汽车级

关键应用

- › 车载网络的ESD保护
- › 汽车环境
- › 开放技术联盟10BASE-T1s和100/1000BASE-T1以太网



More information

[www.nexperia.com/
automotive-ethernet](http://www.nexperia.com/automotive-ethernet)

可用封装选项：



DFN1006D-2
1.0 x 0.6 x 0.37



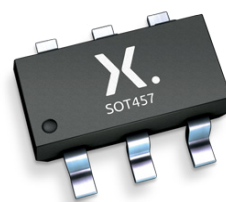
DFN1006(BD)-2
1.0 x 0.6 x 0.48



SOT23
2.9 x 1.3 x 1.0



SOT143B
2.9 x 1.3 x 1.0



SOT457
2.9 x 1.5 x 1.0

nexperia

主要应用	受保护线路数	V_{RWM} (V)	$V_{trigger}$ 最小值(V)	ESD额定值 最大值(kV) [1]	C_{line} 典型值(pF)	C_{line} 最大值(pF)	I_{PPM} 最大值(μA)	配置	类型	封装	尺寸(mm)				
100BASE-T1 1000BASE-T1	1	24	100	30	1.5	1.8	2.3		PESD1ETH1GLS-Q	DFN1006BD-2 (SOD882BD)	1.0 x 0.6 x 0.48				
					0.9	1.2	2.3		PESD1ETH1GXS-Q						
	100BASE-T1				2	5	-	8	-	-	-		PESD2ETH1G-T	SOT23	2.9 x 1.3 x 1.0
									1.1	1.3	2.3		PESD2ETH1GXT-Q		
PHY端的 10/100/1000 Mbit/s ESD保护	2	5	-	8	-	-	-		PESD2ETHX-Q	SOT143B	2.9 x 1.3 x 1.0				
				12	1.8	-	-		PESD2ETHAX-Q						
				PHY端的 10/100/1000 Mbit/s ESD保护	5	-	8	1.3	1.5	-		PESD2ETHD-Q	SOT457	.9 x 1.5 x 1.0	
							12	2	2.3	-		PESD2ETHAD-Q			
10BASE-T1	1	24	100	30	0.35	0.45	2		PESD5V0H1BLG-Q	DFN1006LD-2 (SOD882LD)	1.0 x 0.6 x 0.48				
									PESD5V0C1BLS-Q	DFN1006BD-2 (SOD882BD)	1.0 x 0.6 x 0.37				
									PESD1ETH10L-Q	DFN1006-2 (SOD882)	1.0 x 0.6 x 0.48				
10BASE-T1	1	24	100	30	0.35	0.45	2		PESD1ETH10LS-Q	DFN1006BD-2 (SOD882BD)	1.0 x 0.6 x 0.47				

开放技术联盟和ESD保护方案

开放技术联盟（单对以太网）特别兴趣小组(SIG)是一个非营利性联盟，主要由汽车行业和技术供应商组成，他们共同倡导将基于以太网的网络作为汽车联网应用中的标准来广泛采用。该组织的一个关键目标是实现现有的IEEE 10BASE-T1s/100BASE-T1和1000BASE-T1物理层规范的部署，并制定一些补充协议规范以实现彼此间的互通互融。

分立式ESD保护器件在确保系统的高水平稳健性以及满足特定要求方面发挥着至关重要的作用。在以前的汽车以太网系统中，PHY供应商建议根据需要在共模扼流圈(CMC)和PHY之间放置分立式ESD保护器件。

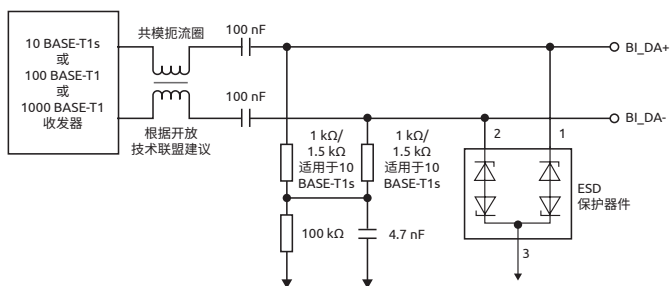


图1: ESD抑制器件在100/1000BASE-T1 MDI接口内部的放置方式，开放技术联盟SIG (2020)，功率放大器应用中的SPDT以及10 Base T1s TC14实施规范(2023)

如果没有ESD保护器件，或者如果该器件位于更靠近PHY的位置，则ESD释放的能量将通CM终端、DC模块和CMC。如果ESD保护器件放置在连接器之后，就不仅能保护PHY，还将保护CMC和其他无源器件。在此位置，ESD脉冲的能量可以立即导向地面。开放技术联盟标准建议直接在连接器上安装ESD保护器件。但这种拓扑更改需要完全不同的ESD保护。

根据开放技术联盟标准规范，在连接器上直接安装ESD保护器件需要高触发电压($V_t > 100V$)。由于10BASE-T1s和100/1000BASE-T1网络使用非屏蔽双绞线，高触发电压还应考虑额外的耦合电压。

千兆级以太网

除了行业标准的开放技术联盟以太网10、100和1000BASE-T1之外，行业还在进一步努力为汽车应用提供更丰富的连接性和更高的数据带宽。千兆级以太网是指旨在支持2.5、5和10 Gbps等更高数据速率的解决方案。在汽车应用领域得到广泛采用，旨

在满足数据密集型需求。为确保以太网PHY的可靠性和性能，建议使用ESD保护器件，以防止所使用的电气元件（包括PHY以及共模扼流圈、电阻和电容器等无源组件）受到任何损坏。

千兆级以太网示意图

方案1：在直流电容前面

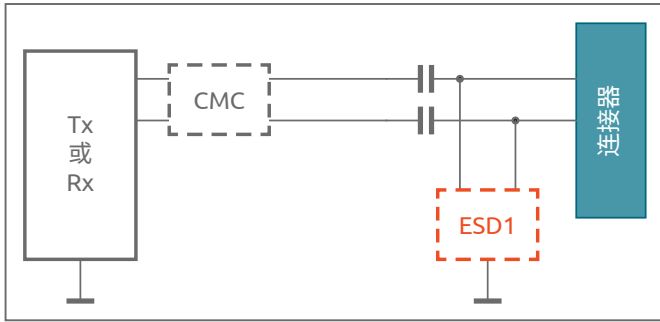
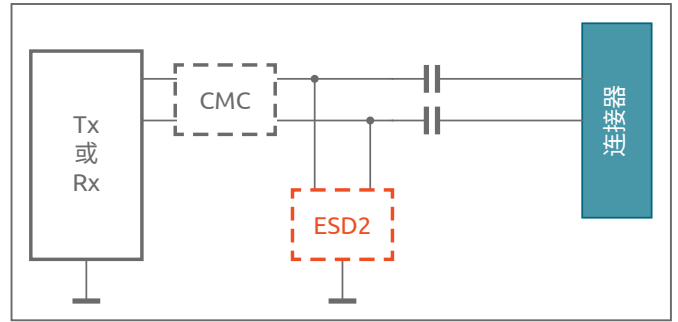


图3：用于千兆级以太网和高速视频链路的ESD保护器件放置选项

方案2：在直流电容后面



aaa-033481

千兆级以太网和高速视频链路的典型框图如上图所示。放置ESD保护器件有两种可能的方案，即直接放置在连接器一侧或更靠近直流电容后面的PHY。

使ESD保护与PHY内部ESD保护相匹配，可以及时触发外部ESD保护器件，从而吸收ESD脉冲的能量，阻止其进入PHY并造成损坏。

如果将ESD保护器件直接放置在连接器上，则需要更高的 V_{RWM} 才能承受电池短路的情况。但是，如果ESD保护器件放置在直流电容后面更靠近PHY的位置，则 V_{RWM} 需要设置得更低，并且必须与PHY内部ESD保护电路的击穿行为相匹配。

在保护配置方面，Nexperia提供了广泛的产品组合。所有器件都具有非常低的电容、出色的信号完整性性能和较高的ESD稳健性，可确保受保护电路平稳运行，同时实现稳健的ESD保护。

用于ESD1的Nexperia产品选项

器件	封装	V_{RWM}	C_D typ	V_{ESD}
PESDxVF1BL-Q	DFN1006-2	18-32 V	0.3 pF	10 kV
PESDxVF1BLS-Q	DFN1006BD-2	18-32 V	0.3 pF	10 kV
PESD18VF1BLG-Q*	DFN1006LD-2	18 V	0.35 pF	10 kV
PESD18VF2BF(G/L)-Q*	DFN1006L(D)-3	18 V	0.35 pF	10 kV
PESD24VF1BLG-Q*	DFN1006LD-2	24 V	0.32 pF	10 kV
PESD24VF2BF(G/L)-Q*	DFN1006L(D)-3	24 V	0.32 pF	10 kV
PESD30VF1BLG-Q*	DFN1006LD-2	30 V	0.28 pF	10 kV
PESD30VF2BF(G/L)-Q*	DFN1006L(D)-3	30 V	0.28 pF	10 kV

粗体类型代表新产品，**红色粗体**类型代表正在开发的产品。

* 采用2引脚和3引脚FC-LGA 1.0x0.6mm尺寸封装——
DFN1006L-2、DFN1006LD-2、DFN1006L-3和DFN1006LD-3

用于ESD2的Nexperia产品选项

器件	封装	V_{RWM}	C_D typ	V_{ESD}
PESD5V0F1BL-Q	DFN1006-2	5 V	0.4 pF	10 kV
PESD5V0F1BLD-Q	DFN1006D-2	5 V	0.4 pF	10 kV
PESD4USBxTx-Q	DFN2510x	3.3/5 V	0.3 pF	15 kV
PESD5V0C1BLS-Q	DFN1006BD-2	5 V	0.3 pF	15 kV
PESD5V0H1BLG-Q*	DFN1006LD-2	5 V	0.2 pF	15 kV
PESD5V0H1BLL-Q*	DFN1006L-2	5 V	0.2 pF	15 kV
PESD5V0H2BF(G/L)-Q*	DFN1006L(D)-3	5 V	0.2 pF	15 kV

粗体类型代表新产品，**红色粗体**类型代表正在开发的产品。

* 采用2引脚和3引脚FC-LGA 1.0x0.6mm尺寸封装——
DFN1006L-2、DFN1006LD-2、DFN1006L-3和DFN1006LD-3

倒装芯片LGA封装

为了满足对高数据速率的信号完整性需求，Nexperia推出了倒装芯片LGA封装。与传统的引线框架封装不同，倒装芯片LGA通过消除键合线和铜引线框架，最大限度地减少寄生元件。这一设计带来了卓越的性能和良好的信号完整性，同时满足汽车行业的质量和可靠性标准。包括支持AOI功能的侧边可湿焊盘选项。

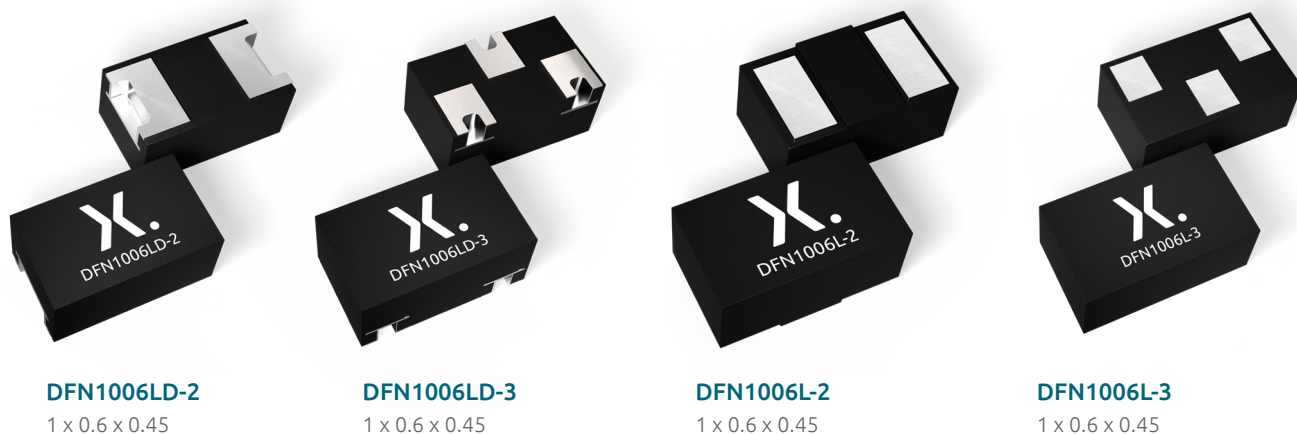
这种设计的优点包括显著的性能提升。例如，2引脚DFN1006LD-2 FC-LGA封装可将带宽提高约5 GHz，而3引脚DFN1006LD-3封装与传统的2引脚DFN1006BD-2封装相比，可将带宽提高高达6 GHz。正是倒装芯片LGA封装中寄生元件的大幅缩小带来了这些性能增强。

主要特性和优势

- › 超低电容： $C_d < 0.25$ pF
- › 深度回弹结合低至 0.35Ω 的动态电阻
- › ESD保护稳健性高达15 kV (IEC61000-4-2)
- › 非常优秀的RF、信号完整性和钳位性能，针对高速网络进行了优化
- › 符合AEC-Q101/车规级标准

应用

- › 汽车千兆级以太网
- › 汽车信息娱乐系统：A/V监视器、显示器、摄像头
- › 高速网络：USB 3.2、HDMI 2.0
- › 低电压差分信号(LVDS)汽车



倒装芯片LGA封装比较

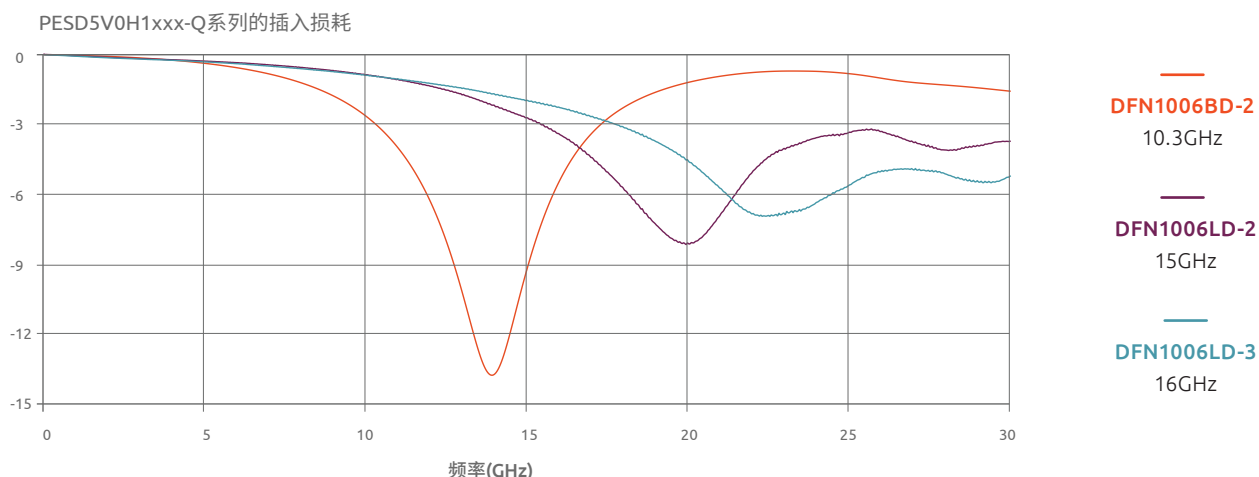


图2：封装性能比较：倒装芯片LGA与相同尺寸的传统引线框架封装的比较。

© 2025 Nexperia B.V.

保留所有权利。未经版权所有者优先书面同意，禁止复制本文全部或部分信息。本文档中所提供的信息不构成任何报价或合同的一部分，且被认为是准确可靠的，如有变更，恕不另行通知。对于使用本文档所产生的任何后果，出版方概不承担任何责任。出版内容既不传达也不暗示专利或者其他工业或知识产权下的任何许可。

nexperia.com

发布日期：

2025年2月

