



理解静电放电 (ESD) 防护器件的特性参数

基本介绍

基本应用示例

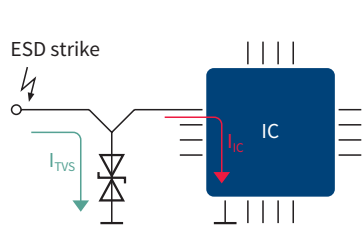


图1 双向 ESD 防护

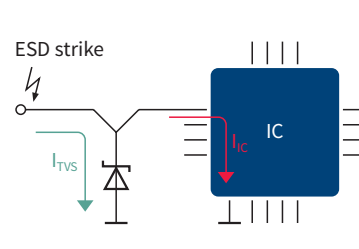
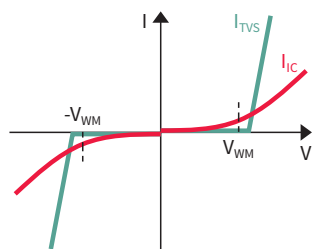
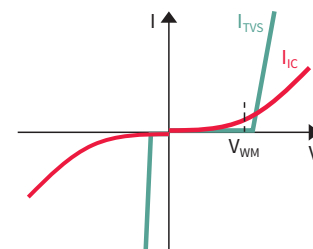


图2 单向 ESD 防护



双向 ESD 防护器件一般是对称的(图1)。它们既可以用于传输双极性信号的信号线 ($-V_{WM} \leq V_{\text{signal}} \leq V_{WM}$)，也适用于单极性信号 ($0 \leq V_{\text{signal}} \leq V_{WM}$)。

单向 ESD 防护器件是非对称的(图2)，一般只用于单极性信号线 ($0 \leq V_{\text{signal}} \leq V_{WM}$)。实际中，类似于齐纳二极管，它们反向用在电路中。行业的惯例是将电压和电流的方向指定为正方向，例如应用中的电压。

电流-电压 (I-V) 特性类型 (比例仅供参考)：

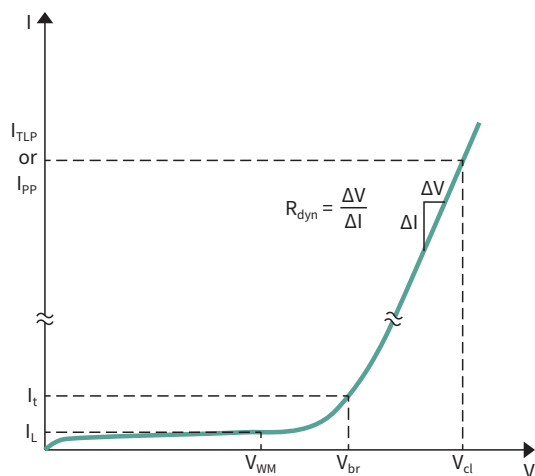


图3 类似二极管型

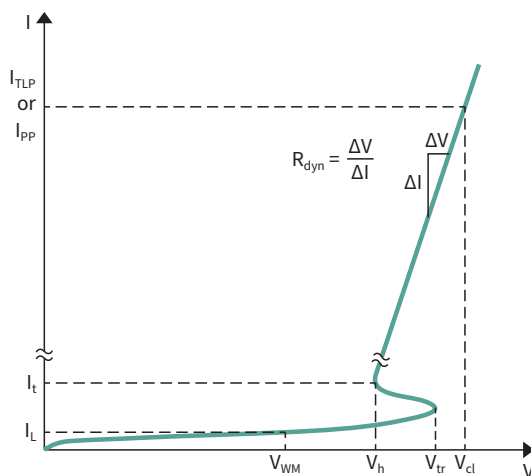


图4 适度回摆型

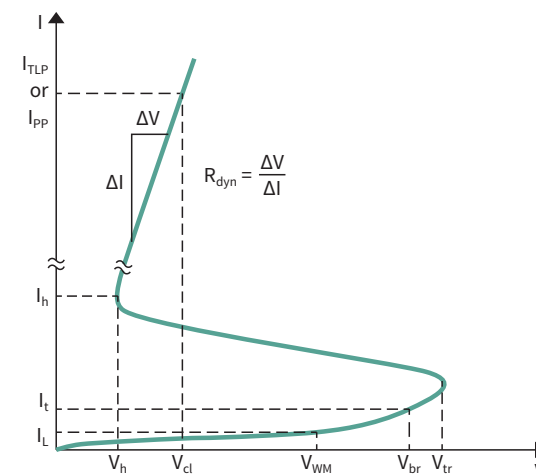


图5 强回摆型 (也称做SCR¹⁾、晶闸管)

1) SCR - 可控硅整流器

电流-电压 (I-V) 特性概要

I-V 特性类型	特点和好处	最佳适用于
类似二极管型	<ul style="list-style-type: none">特性简单，易于使用良好的防护性能低电压过冲，响应快速	<ul style="list-style-type: none">需要快速响应的应用多用途和低速率的应用：按键、开关、音频接口、GPIO、触摸屏.....
适度回摆型	<ul style="list-style-type: none">改善了防护性能 (V_{cl})可实现低电容 (C_L)V_{WM} 与 V_{cl} 之间的极好平衡	<ul style="list-style-type: none">除了与类似二极管型相同的应用，还适用于高速率 I/O 和射频应用
强回摆型 (SCR, 晶闸管)	<ul style="list-style-type: none">最佳的防护性能 (V_{cl})可实现低电容 (C_L)	<ul style="list-style-type: none">射频应用具有极其严格 V_{cl} 要求的应用：<ul style="list-style-type: none">高数据传输速率的应用，LVDS采用纳米级别芯片技术的超精密结构 SoC I/O

TVS 首要选择参数：

C_L – 寄生电容 – 对高速和射频应用非常重要，对通用和低速应用而言较为次要。

V_{WM} – 最高工作电压 – 必须大于或等于被保护导线上的信号在指定的操作期间的最高电压 (参见图6)。常见防护器件的 V_{WM} 一般与系统标准以及 I/O 电压 (V_{IO} 、 V_{bus}) 相匹配，例如 2.1 V、3.3 V、5 V。

V_{cl} – 嵌位电压 – 对防护性能最为重要的指标。对于给定的冲击级别 (I_{TLP} 、 I_{PP})¹⁾， V_{cl} 必须低于 IC 的失效电压 (如果预知的话)，否则越低越好。

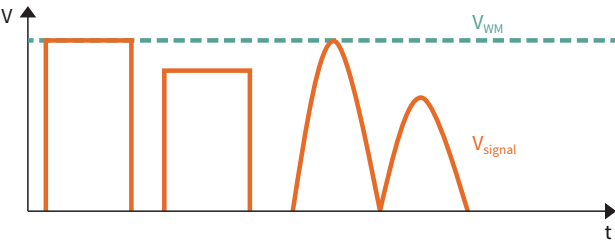


图6 V_{WM} 大于或等于 V_{signal}

进一步理解 I-V 曲线参数：

V_h 、 I_h – 维持电压、维持电流

- 对 SCR 器件来说， $V_h < V_{WM}$ 。 V_h 是电压的局部极小值， I_h 是相应的电流。 V_h 和 I_h 必须根据导线上驱动 DC 电压/电流的能力来折中选取，以防止器件进入闭锁 (latch-up) 状态²⁾。
- 对适度回摆型器件， $V_h > V_{WM}$ 。 I_h 没有定义。 V_h 是在固定的测试电流 I_t 下测得的。

V_{br} – 击穿电压 – 在指定的测试电流 I_t 下测量得到。

V_{tr} – 触发电压 – 在器件开启 (触发) 并回摆到 V_h 的最大电压。对于回摆型器件， V_{tr} 比 V_{br} 略高。 V_{tr} 是通过设计验证的。

I_L – 漏电流 – 器件工作在 V_{WM} 时，流经器件的电流。

R_{dyn} – 动态电阻 – 描述器件在传导 ESD 时 I-V 特性的陡度³⁾。 R_{dyn} 的值越低，相对应的防护性能越好，也可以用来预测器件手册中未给出的在不同冲击级别 (I_{TLP}) 时的 V_{cl} 值。

其他器件参数/特性

Linearity – 在和射频收发器相关的应用中，例如手机，信号线上的 ESD 防护器件也会产生谐波干扰，因此 EMI/EMC 可能是一个须要关注的问题。针对线性度进行优化了的 ESD 防护器件可以减少谐波失真和互调干扰。

IL – 插入损耗 – 与 C_L 高度相关，仅对高速/射频应用比较重要。

V_{ESD} – 最大静电放电电压 – 波形参见 IEC61000-4-2。

I_{PP} – 最大脉冲电流 – 也被称为浪涌电流，参见 IEC61000-4-5。

1) V_{cl} 取决于脉冲的宽度和形状: TLP、IEC61000-4-2、IEC61000-4-5。

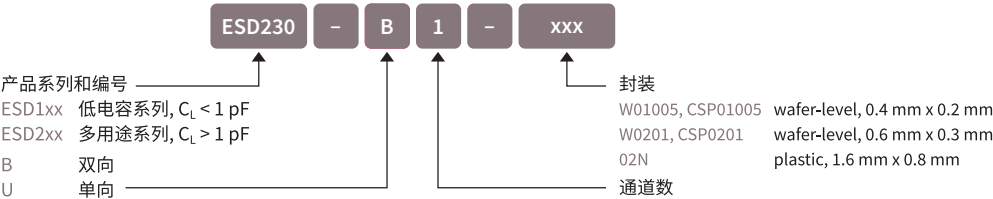
2) [AN525](#): Latch-up prediction for SCR TVS device

3) 在传输线脉冲 (TLP) 系统中测得。

低电容ESD防护器件

Product name	C _L typical [pF]	V _{WM} [V]	V _{cl} typical @ I _{TLP} = 16 A [V]	I _L max [nA]	R _{dyn} typical [Ω]	V _{ESD} ¹⁾ contact [kV]	I _{pp} ²⁾ 8/20 μs [A]	Availability
ESD106-B1-W0201	0.13	5.5	25.0	20	1.10	14	1.5	Mass production
ESD107-U1-W0201	0.50	3.3	12.5/4.0 ³⁾	50	0.40/0.20 ³⁾	20	3.0	In planning
ESD108-B1-CSP0201	0.28	5.5	20.0	20	0.78	25	2.5	Mass production
ESD119-B1-W01005	0.20	5.5	20.0	20	0.80	25	2.5	Mass production
ESD120-B1-W0201	0.25	2.1	19.0	200	0.94	15	–	Development
ESD121-B1-W0201	0.25	7.0	24.0	200	0.90	15	–	In planning
ESD128-B1-W0201	0.30	18.0	32.0	30	0.85	15	2.0	Mass production
ESD129-B1-W01005	0.30	18.0	32.0	30	0.82	15	2.0	Mass production
ESD130-B1-W0201	0.30	5.5	20.0	20	0.80	18	2.5	Mass production
ESD131-B1-W0201	0.23	5.5	13.0	100	0.66	20	3.5	Mass production
ESD132-B1-W0201	0.45	5.5	7.0	100	0.20	30	9.0	Mass production
ESD133-B1-W01005	0.20	5.5	13.0	50	0.56	20	3.0	Mass production
ESD134-B1-W0201	0.30	2.1	7.7	20	0.28	28	7.5	Mass production
ESD144-B1-W0201	0.20	18.0	12.5	50	0.58	18	3.5	Mass production
ESD145-B1-W01005	0.20	18.0	12.5	50	0.58	18	3.5	Mass production

命名规则 – 销售代码



多用途ESD防护器件

Product name	C _L typical [pF]	V _{WM} [V]	V _{cl} typical @ I _{TLP} = 16 A [V]	I _L max [nA]	R _{dyn} typical [Ω]	V _{ESD} ¹⁾ contact [kV]	I _{pp} ²⁾ 8/20 μs [A]	Availability
ESD200-B1-CSP0201	6.5	5.5	13.0	100	0.20	17	3.0	Mass production
ESD202-B1-CSP01005	6.5	5.5	13.0	100	0.20	15	3.0	Mass production
ESD230-B1-W0201	7.0	5.5	13.0	100	0.22	16	3.0	Mass production
ESD231-B1-W0201	3.5	5.5	12.0	20	0.30	30	12.0	Mass production
ESD233-B1-W0201	33.0	5.5	13.0	100	0.20	20	5.0	Mass production
ESD234-B1-W0201	56.0	5.5	12.5	100	0.15	19	7.0	Mass production
ESD237-B1-W0201	7.0	8.0	13.0	100	0.21	16	3.0	Mass production
ESD239-B1-W0201	3.2	22.0	27.0	100	0.27	16	3.0	Mass production
ESD240-B1-W01005	3.0	22.0	27.0	100	0.31	16	3.0	Development
ESD241-B1-W0201	6.5	3.3	6.0	30	0.09	18	4.5	Mass production
ESD242-B1-W01005	6.0	3.3	6.0	30	0.09	18	4.5	Mass production
ESD245-B1-W0201	5.8	5.5	7.5	30	0.10	15	5.5	Mass production
ESD246-B1-W01005	5.5	5.5	7.5	30	0.10	15	5.5	Mass production
ESD249-B1-W0201	4.2	18.0	23.5	100	0.27	16	3.0	Mass production
ESD251-B1-W0201	33.0	3.3	6.0	100	0.09	25	8.0	Development
ESD252-B1-W01005	33.0	3.3	6.0	100	0.09	25	8.0	Development
ESD253-B1-W0201	2.8	24.0	31.0	100	0.30	15	3.0	Mass production
ESD254-B1-W01005	2.5	24.0	32.0	100	0.35	15	3.0	Development
ESD259-B1-W0201	4.2	16.0	24.0	500	0.29	15	2.5	Mass production
ESD307-U1-02N	270.0	10.0	17.0/2.0 ³⁾	100	0.05/0.05 ³⁾	30	34.0	Mass production
ESD311-U1-02N	210.0	15.0	22.0/2.0 ³⁾	100	0.07/0.05 ³⁾	30	28.0	Mass production

- 1) V_{ESD} based on IEC61000-4-2, contact discharge
- 2) I_{pp} based on IEC61000-4-5, 8/20 μs current waveform
- 3) Positive/negative direction

Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2019 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Please note!
THIS DOCUMENT IS FOR INFORMATION PURPOSES ONLY AND ANY INFORMATION GIVEN HEREIN SHALL IN NO EVENT BE REGARDED AS A WARRANTY, GUARANTEE OR DESCRIPTION OF ANY FUNCTIONALITY, CONDITIONS AND/OR QUALITY OF OUR PRODUCTS OR ANY SUITABILITY FOR A PARTICULAR PURPOSE. WITH REGARD TO THE TECHNICAL SPECIFICATIONS OF OUR PRODUCTS, WE KINDLY ASK YOU TO REFER TO THE RELEVANT PRODUCT DATA SHEETS PROVIDED BY US. OUR CUSTOMERS AND THEIR TECHNICAL DEPARTMENTS ARE REQUIRED TO EVALUATE THE SUITABILITY OF OUR PRODUCTS FOR THE INTENDED APPLICATION.

WE RESERVE THE RIGHT TO CHANGE THIS DOCUMENT AND/OR THE INFORMATION GIVEN HEREIN AT ANY TIME.

Additional information
For further information on technologies, our products, the application of our products, delivery terms and conditions and/or prices, please contact your nearest Infineon Technologies office (www.infineon.com).

Warnings
Due to technical requirements, our products may contain dangerous substances. For information on the types in question, please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by us in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, our products may not be used in any life-endangering applications, including but not limited to medical, nuclear, military, life-critical or any other applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can result in personal injury.