

片式压敏电阻器(Chip Varistors)

在电路过电压及ESD防护中的应用设计

深圳顺络电子股份有限公司

2009.04

顺络电子介绍



专业片式被动元件研发制造企业

片式叠层电感/磁珠

片式压敏电阻/热敏电阻

片式绕线电感/共模扼流器

片式LTCC产品

内容

1、片式压敏电阻原理

- 结构及等效电路
- 应用原理

2、片式压敏电阻应用

- **IC耐受ESD过电压设计方案**
- 片式压敏电阻参数选取原则
- 片式压敏电阻设计选择

3、**ESD**保护元件性能比较

- 片式压敏电阻 **vs. TVS vs. PESD**

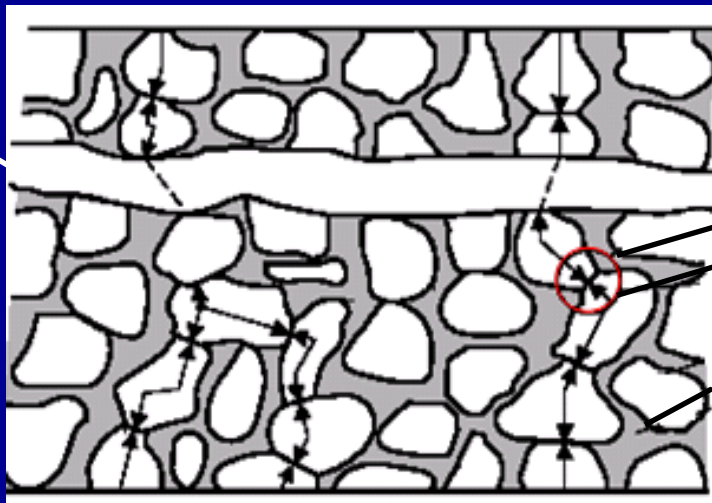
4、**Sunlord**压敏电阻器简介

- 产品特性
- **Sunlord**压敏电阻产品型号
- **Sunlord**压敏电阻应用领域
- 产品可靠性

5、片式压敏电阻应用案例

片式压敏电阻器结构

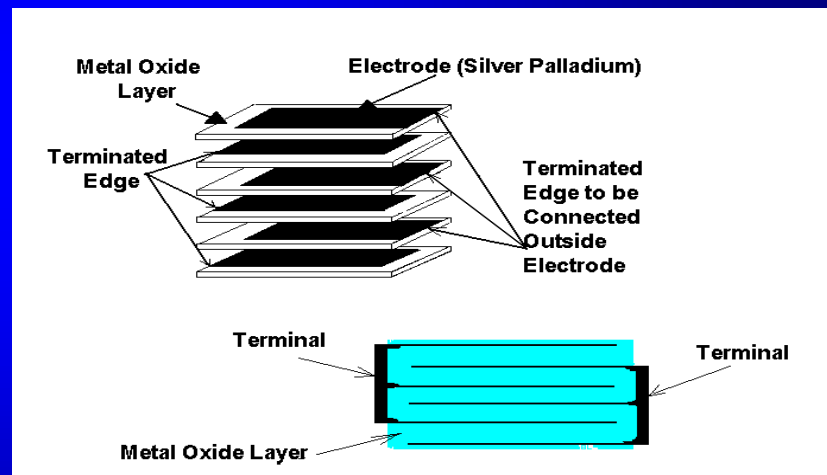
内电极



P-N 结

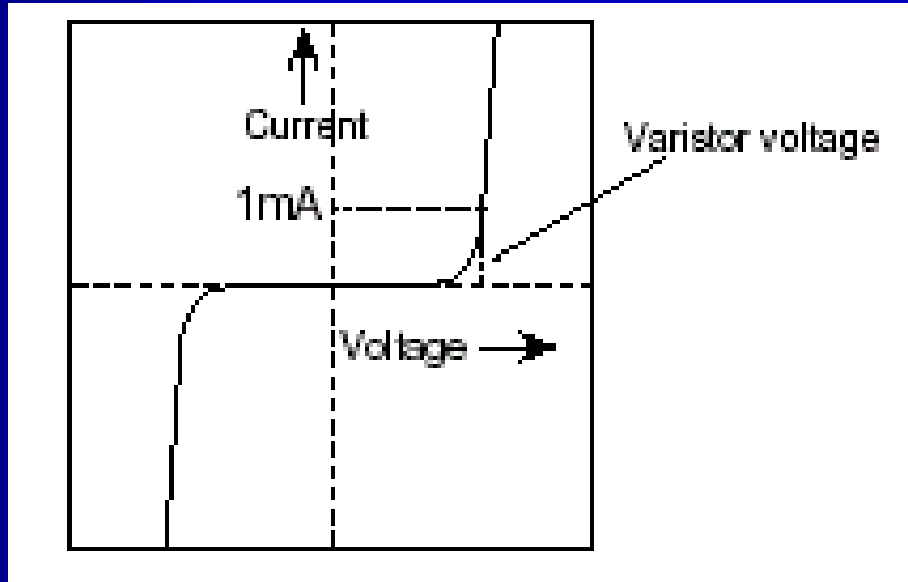
晶粒

晶界



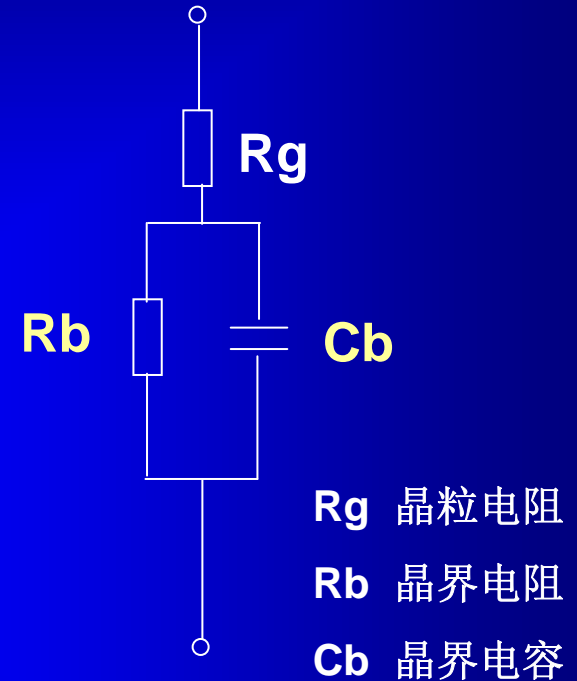
压敏电阻: 数百万氧化锌P-N结及晶粒串并联, 吸收及传导能量, 对脉冲电流的响应时间小于0.5ns

片式压敏电阻等效电路和伏安(V-I)特性



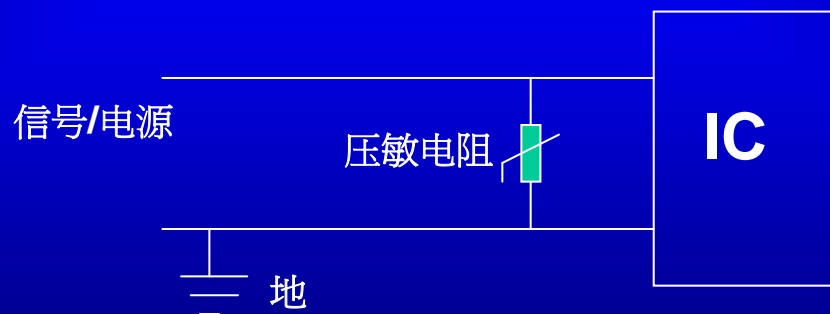
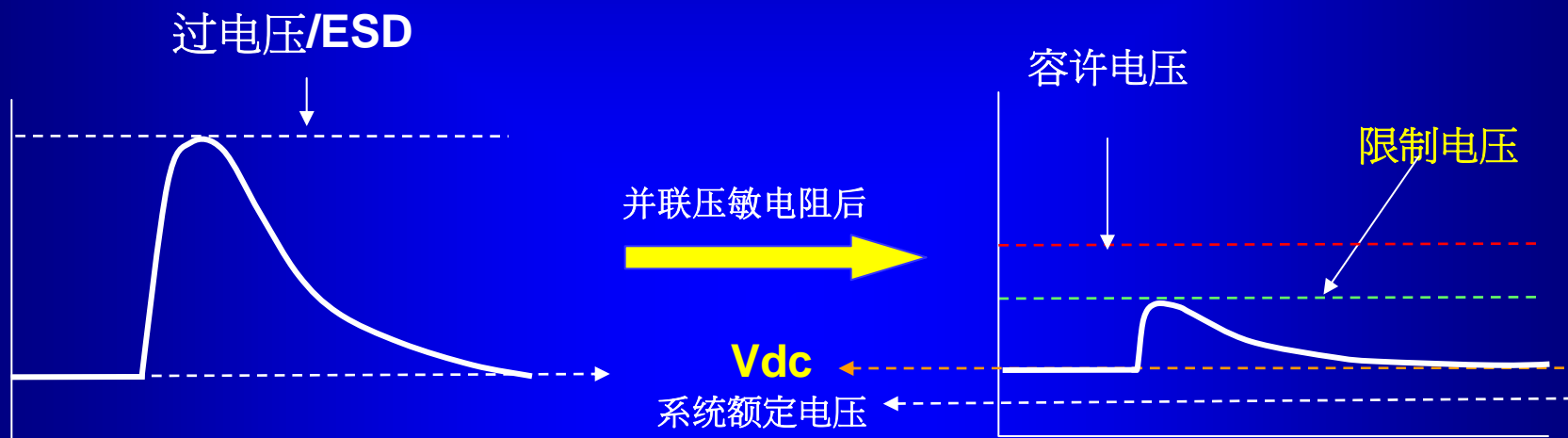
$$I = kV^\alpha$$

- I** 通过压敏电阻的电流
- V** 加载在压敏电阻器的电压
- k** 材料常数
- α** 非线性系数



压敏电阻等效电路

片式压敏电阻应用原理



内容

1、片式压敏电阻原理

- 结构及等效电路
- 应用原理

2、片式压敏电阻应用

- IC耐受ESD过电压设计方案
- 片式压敏电阻参数选取原则
- 片式压敏电阻设计选择

3、ESD保护元件性能比较

- 片式压敏电阻 vs. TVS vs. PESD

4、Sunlord压敏电阻器简介

- 产品特性
- Sunlord压敏电阻产品型号
- Sunlord压敏电阻应用领域
- 产品可靠性

5、片式压敏电阻应用案例

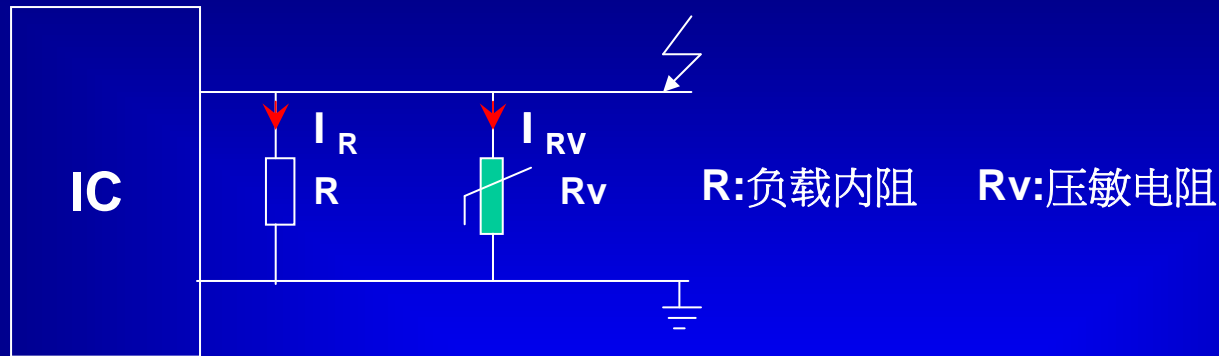
IEC61000-4-2标准

等级	空气放电	接触放电
1	2 KV	2 KV
2	4 KV	4 KV
3	8 KV	6 KV
4	15 KV	8 KV
X	Special	Special

等级	ESD电压幅值	ESD电流幅值
1	2 KV	7.5A
2	4 KV	15A
3	8 KV	30A
4	15 KV	45A

*电子线路元器件**ESD**耐压最少应为**2KV**

IC耐受ESD过电压设计方案



ESD对 IC 的影响因素:

因素	解决方案
IC两端的脉冲电压	通过压敏电阻将ESD过电压抑制至100V以下，远低于2KV
通过IC的脉冲电流	调整线路布线结构，减小通过IC的脉冲电流回路面积、增大回路阻抗
	通过型号选择，降低压敏电阻瞬态内阻
	与IC串联磁珠或电阻，增加其回路阻抗

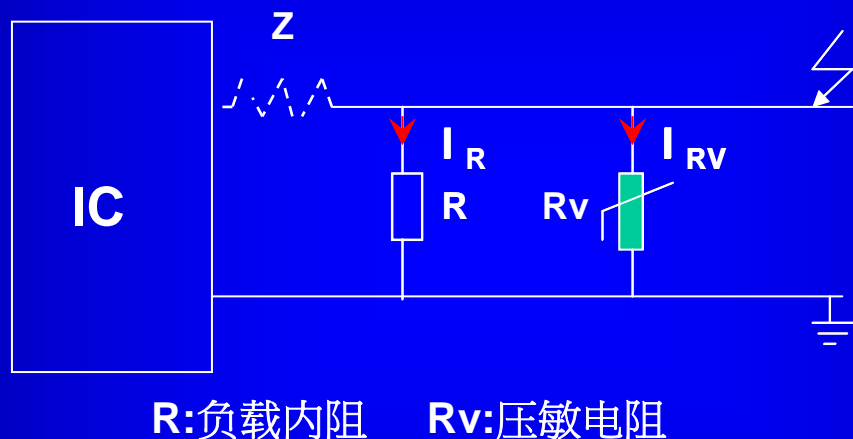
要使IC不受ESD脉冲电流影响，压敏电阻瞬态内阻尽可能达到:

- (1) 当线路中出现 8KV ESD时, $R_v < R / 3$
- (2) 当线路中出现 15KV ESD时, $R_v < R / 5$

为了保险起见,选压敏电阻时,其瞬态电阻 R_v 应小于 $R / 5$.

IC耐受ESD过电压设计方案

若 IC 及负载等效内阻 R 很小，在线路传输信号许可条件下，可采用串联磁珠或电阻 Z 的方法，改善压敏电阻的ESD防护效果。



该方案能够减小通过IC的脉冲电流，有一定设计裕度，可避免因元件更换、PCB板和布线差异等而可能引起的ESD不良问题。

片式压敏电阻参数选取原则

◆ 最大直流工作电压(**Vdc**):

压敏电阻器的**Vdc**必须大于信号线的直流工作电压 **Vn** ,即 $Vdc \geq Vn$

◆ 电容 **Cp (Capacitance)**:

对于高频率传输信号,电容**Cp**应小些,反之亦然

◆ 瞬态内阻匹配(**Resistance Match**):

压敏电阻瞬态内阻 **Rv**与被保护元器件及 **IC** 线路等效内阻 **R**

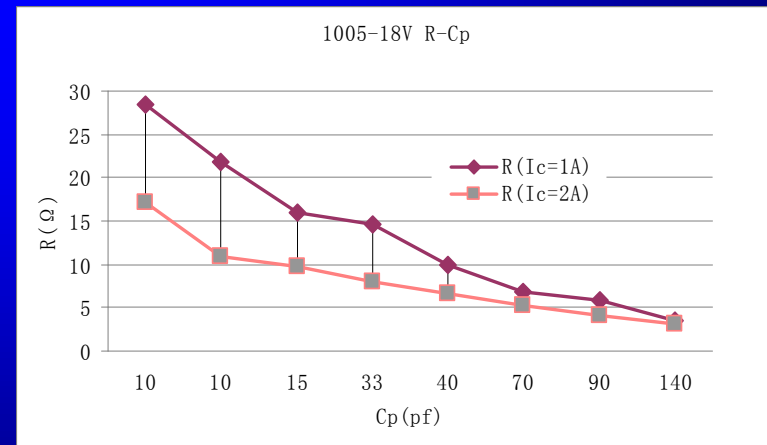
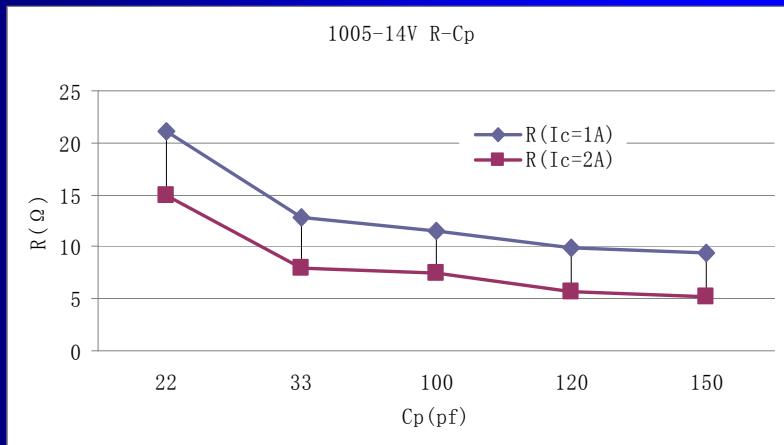
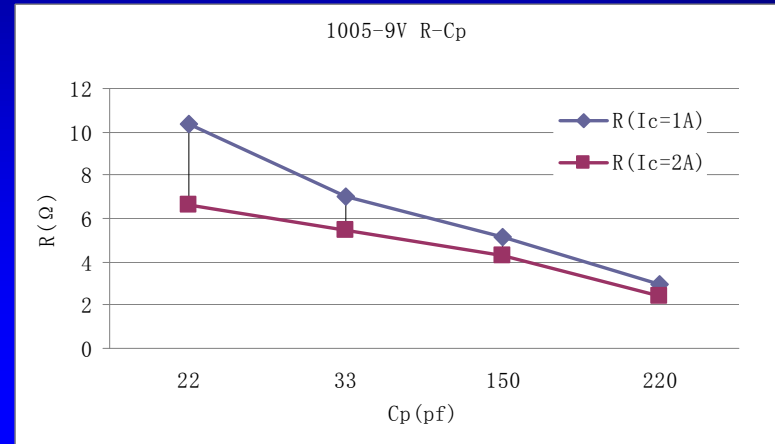
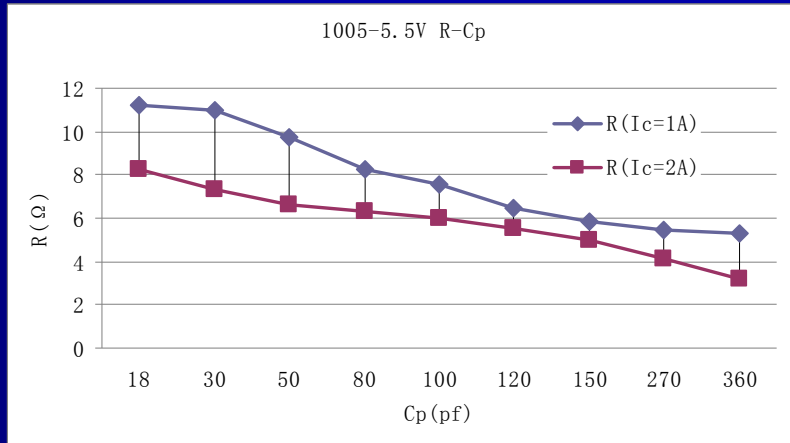
($R \geq 2\Omega$) 匹配关系: $Rv \leq 1/5 R$

对于内阻较小的被保护元器件,在不影响信号传输速率的情况下,尽量采用大电容压敏电阻。

片式压敏电阻参数选取原则

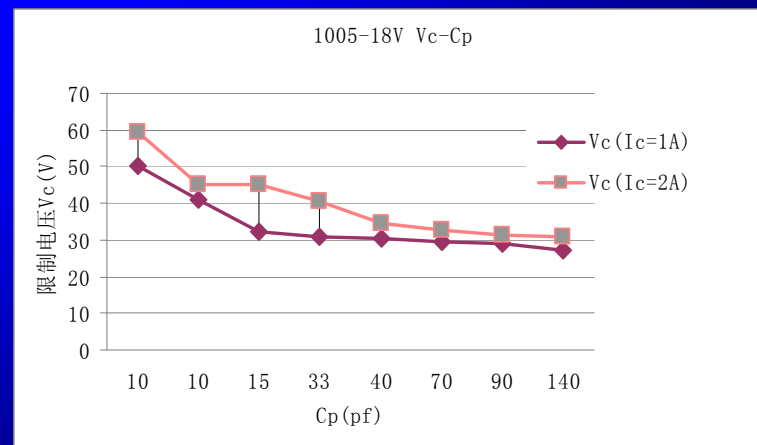
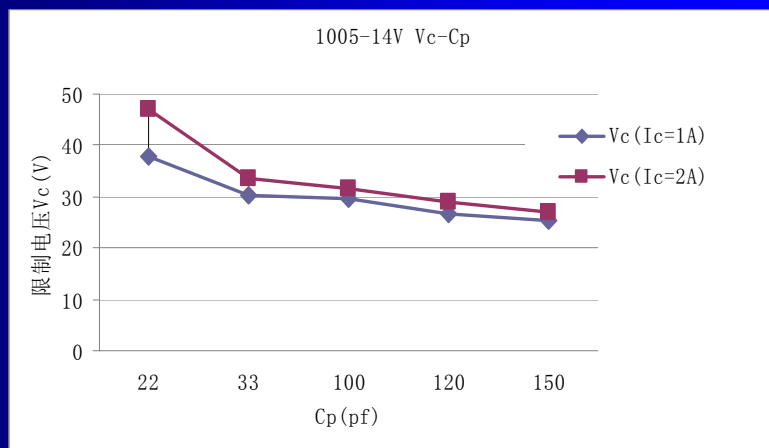
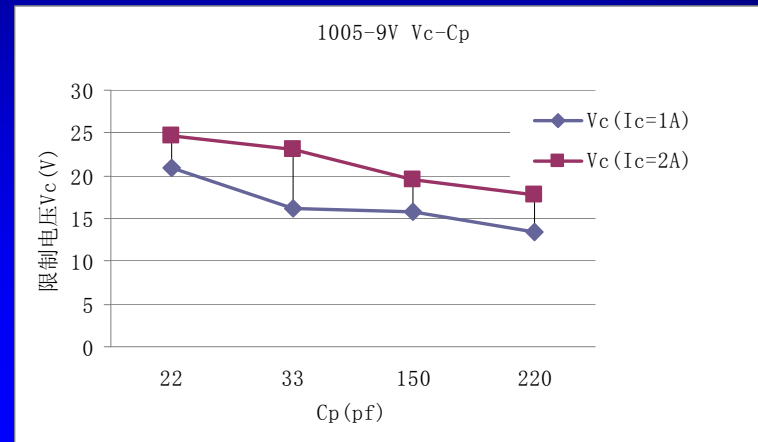
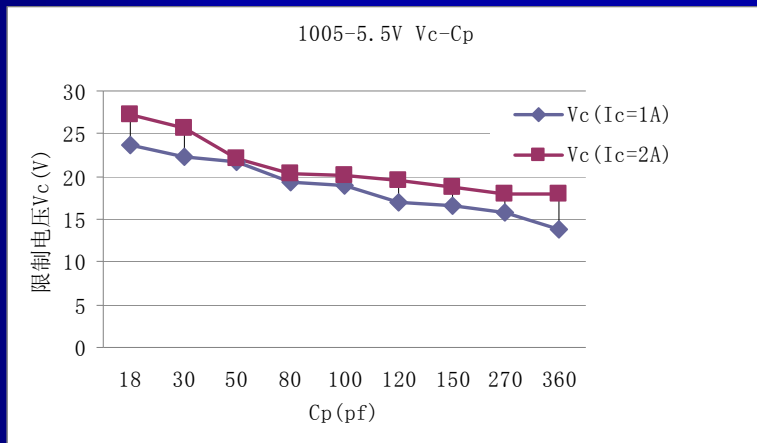
- **空间位置(Space)**: 因地制宜,选取合适尺寸的压敏电阻
- **放置位置(Layout)**: 接近过电压及**ESD**源, 即离接口部位越近越好
- **接地设计(Ground Design)**: 良好的接地, 尽可能大的接地面积

压敏电阻瞬态内阻 $R_v \sim C_p$



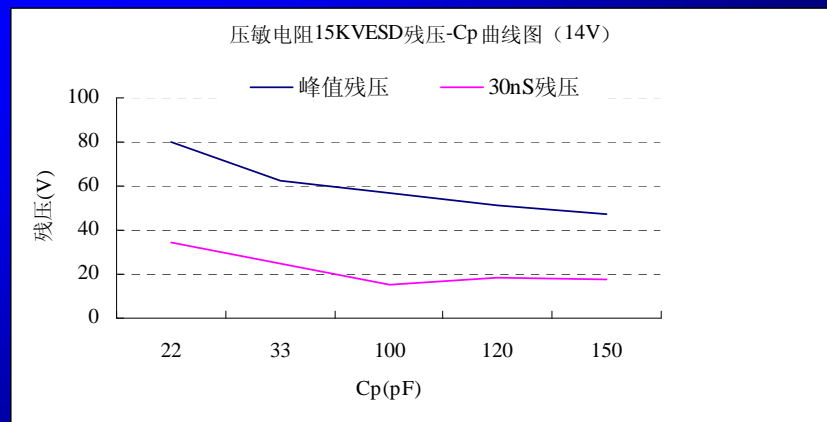
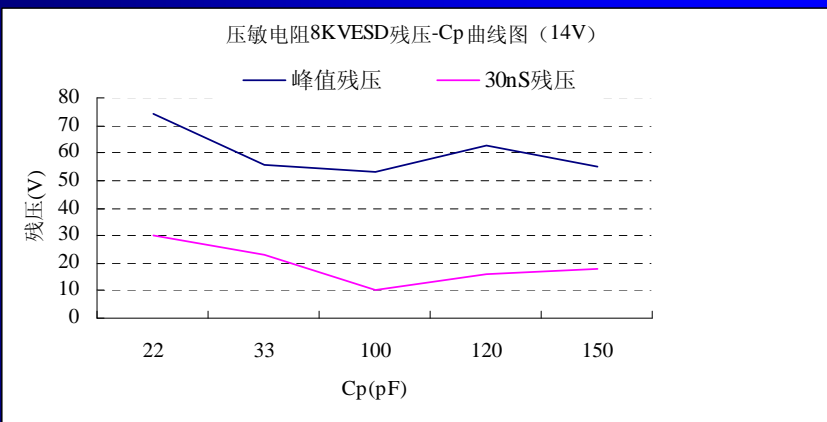
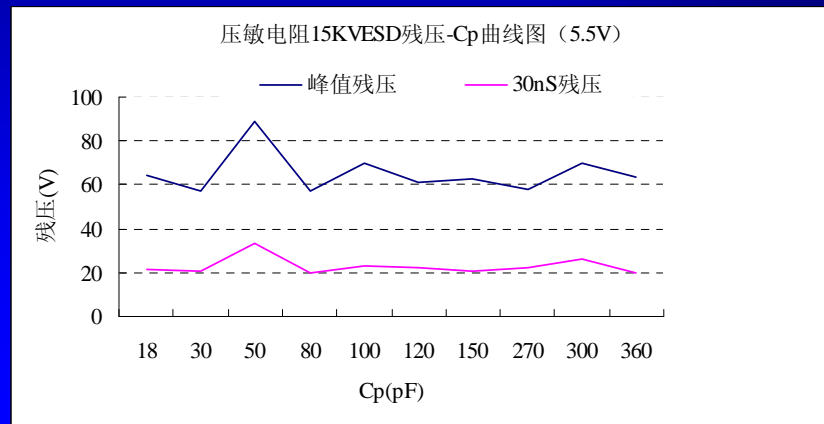
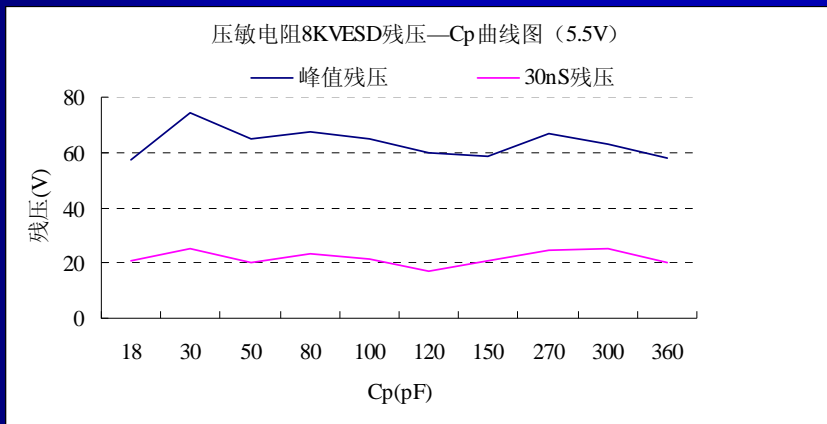
➤ 随着电容量增加，压敏电阻瞬态内阻下降

压敏电阻 8/20 μ S 限制电压 $V_c \sim C_p$



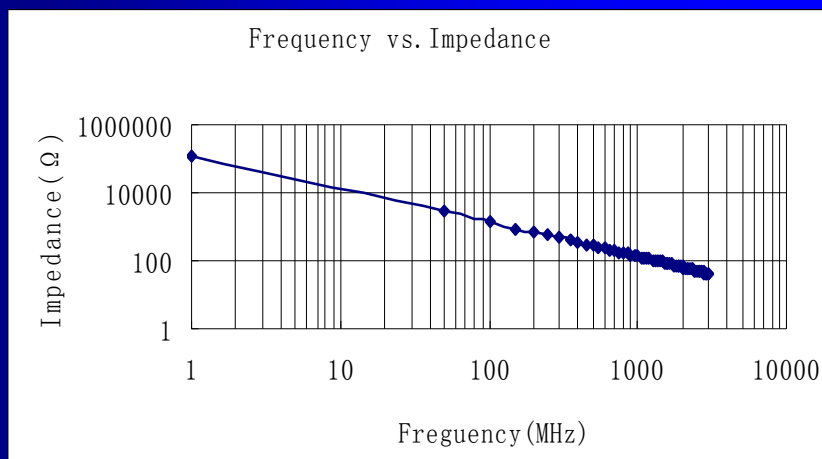
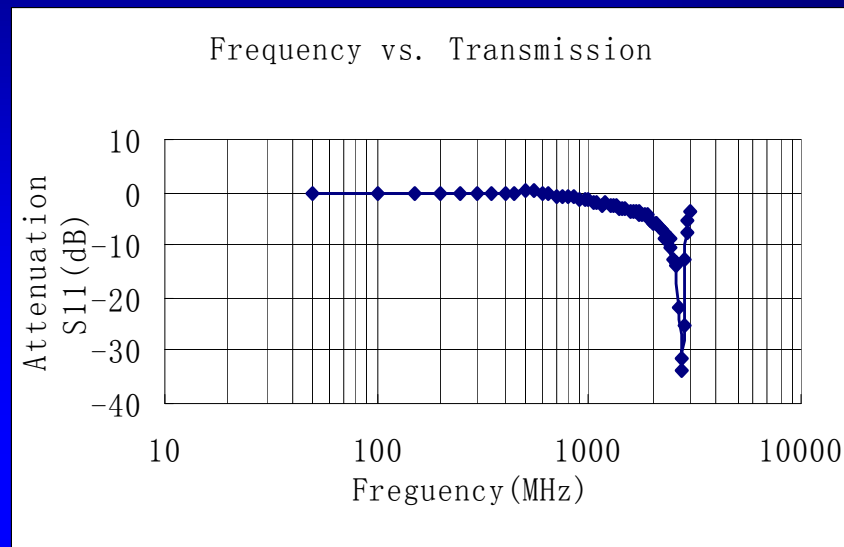
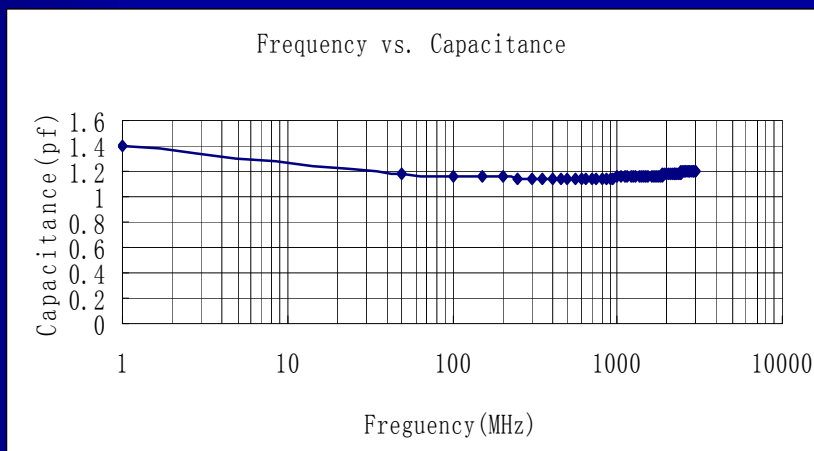
➤ 随着电容量增加，压敏电阻 8/20 μ S 限制电压下降

压敏电阻ESD 限制电压测量 $V_c \sim C_p$



➤随着电容量增加，压敏电阻 ESD 限制电压下降，均低于100V

Cp=1pf 压敏电阻频谱特性



➤对于**1pf**压敏电阻，其截止频率可达到**1GHZ**，可用于**USB3.0**、**IEEE1394**、**HDMI**信号线路

片式压敏电阻设计选择

被保护元器件	被保护元器件内阻 R	选择压敏电阻的参数
耳机(扬声器)	$R=32\ \Omega$ 、 $16\ \Omega$	$C_p \geq 200\text{pF}$
话筒(麦克风)	$R=50\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$	$C_p \geq 150\text{pF}$
充电器	$R=1\sim 10\ \Omega$	$C_p \geq 200\text{pF}$
LCD屏	R是兆欧级	$10\text{pF} \leq C_p \leq 100\text{pF}$
按键		
I/O		
视频/S-Video		

片式压敏电阻设计选择

被保护元器件	被保护元器件内阻 R	选择压敏电阻的参数
USB1.1	R是兆欧级	$C_p \leq 10\text{pF}$
USB2.0	R是兆欧级	$C_p \leq 3\text{pF}$
USB3.0 / HDMI / IEEE1394	R是兆欧级	$C_p \leq 1\text{pF}$
网络线 (RJ45 RS232)	R是兆欧级	$3\text{pF} \leq C_p \leq 200\text{pF}$
电源线路	R是百欧级	$C_p \geq 200\text{pF}$

片式压敏电阻设计选择

保护器件	信号传输速率/频率	上升时间	电容
HDMI/IEEE1394/USB3.0	480 M bps~4.95Gbps	<0.5 nS	≤1pF
USB 2.0 数据端口	480 M bps	0.5~0.6 nS	3pF
USB1.1 数据端口	12 M bps	4~20 ns	5~10pF
无线设备	1.5 M bps	75~300 nS	5~50pF
RS232、IrDA1.0	115.2 K	1uS~8 uS	10~200pF
音频设备	20~20000Hz	0.05mS~50 mS	10~360pF
电源线路	DC、AC		≥200pF

内容

1、片式压敏电阻原理

- 结构及等效电路
- 应用原理

2、片式压敏电阻应用

- **IC耐受ESD**过电压设计方案
- 片式压敏电阻参数选取原则
- 片式压敏电阻设计选择

3、ESD保护元件性能比较

- 片式压敏电阻 **vs. TVS vs. PESD**

4、Sunlord压敏电阻器简介

- 产品特性
- **Sunlord**压敏电阻产品型号
- **Sunlord**压敏电阻应用领域
- 产品可靠性

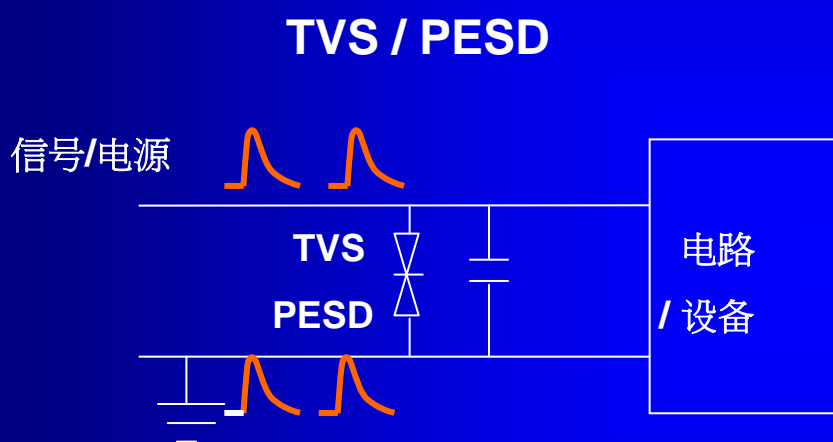
5、片式压敏电阻应用案例

Varistor vs. TVS vs. PESD

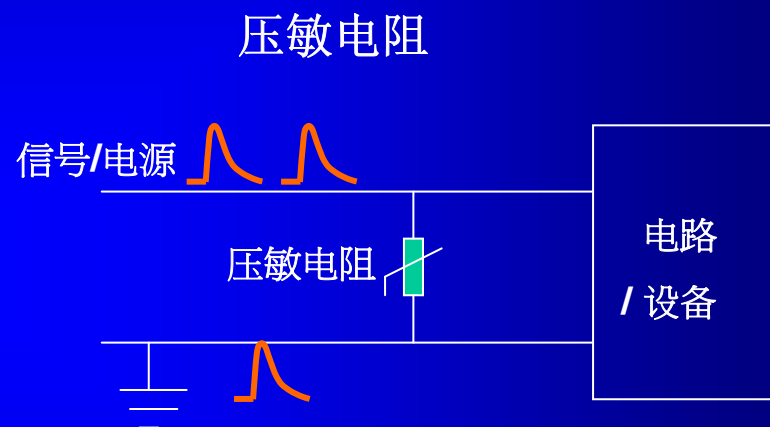
项目	Chip Varistor	TVS	Polymer ESD
保护机理	隧道效应 (热耗散和电荷转移)	雪崩齐纳击穿 (电荷转移)	雪崩齐纳击穿 (电荷转移)
响应时间	★★★	★★★	★★★
导通电压	低于几十伏	低于几十伏	高于几百伏
最小电容量	0.5pf	0.5pf	0.05pf
限制电压	★	★★★	★★
尺寸	★★★	★★★	★★★
ESD失效电压	★★★	★★★	★★★
ESD寿命	★★★	★★★	★★★
耐受脉冲能量	★★★	★	★
温度特性	★★★	★	★
EMC 效果	★★★	★	★
阻燃特性	★★★	★	★
过电压保护类型	感应、操作、ESD	ESD	ESD

Varistor vs. TVS vs. PESD性能比较

➤ EMC效果



TVS/PESD没有吸能能力，电荷能量一直在电路中存在，由此形成的电位差会带来线路电磁干扰
(Ldi/dt)



氧化锌压敏电阻能够吸收部分能量，在线路中具有EMC功能

内容

1、片式压敏电阻原理

- 结构及等效电路
- 应用原理

2、片式压敏电阻应用

- **IC耐受ESD**过电压设计方案
- 片式压敏电阻参数选取原则
- 片式压敏电阻设计选择

3、ESD保护元件性能比较

- 片式压敏电阻 **vs. TVS vs. PESD**

4、Sunlord压敏电阻器简介

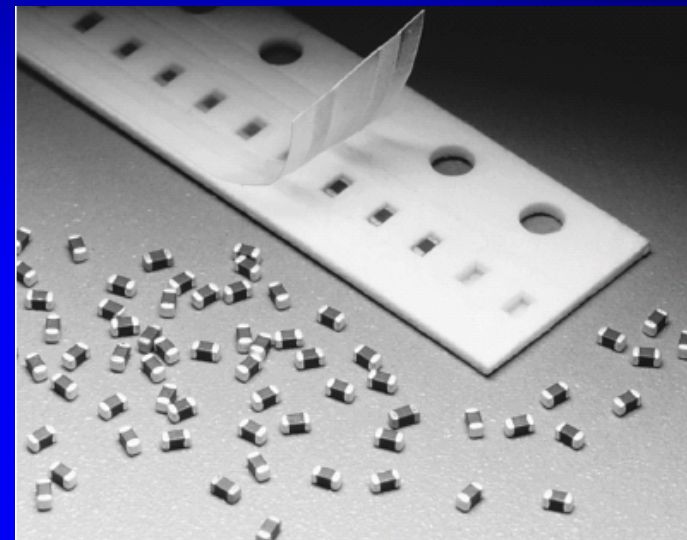
- 产品特性
- **Sunlord**压敏电阻产品型号
- **Sunlord**压敏电阻应用领域
- 产品可靠性

5、片式压敏电阻应用案例

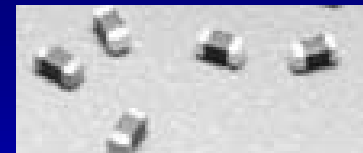
Sunlord压敏电阻器简介

产品特性

- 响应时间短: $< 0.5\text{nS}$
- 产品种类多 (1005/1608/2012/3216)
- 高通流容量、能量耐量
- 电容范围宽: $0.5\text{pf} \sim 2000 \text{ pf}$
- 低漏电流
- 低限制电压
- 双向伏安特性



Sunlord压敏电阻产品型号



SDV **1608**

①

②

A

③

180

④

C151

⑤

F

⑥

P

⑦

T

⑧

F

⑨

① 类型

SDV 片式压敏电阻器

② 尺寸代号 (L×W) (mm)

1005 [0402]	1.0×0.5
1608 [0603]	1.6×0.8
2012 [0805]	2.0×1.25
3216 [1206]	3.2×1.6

③ 特征代号

A	过电压用
E	ESD防护用
H	高速信号线用
S	特殊要求

④ 最大直流工作电压

Example	Nominal Value
5R5	5.5V
180	18V

⑤ 电容 @1MHz

Example	Nominal Value
C151	150pF
C152	1500pF

⑥ 电容公差

N	±30%
Y	+100/-50%
G	Maximum

⑦ 端头代号

P	Sn电镀
S	Pt/Pd/Ag可焊端浆

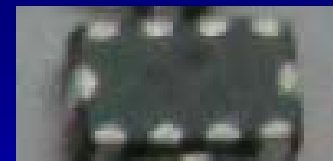
⑧ 包装

B	散装
T	盘装

⑨ 无有害物质产品

F

Sunlord压敏电阻器



SDVA 2082

①

②

VA

③

180

④

C100

⑤

F

⑥

P

⑦

T

⑧

F

⑨

① 类型

SDVA 片式压敏电阻器排

② 尺寸结构代号
(L×W) (mm)

2080 [0805] 2.0×1.25
2082 [0805] 2.0×1.25

③ 特征代号

RA/RB/RC EMI/ESD防护用
FL EMI/ESD防护用
VA ESD防护用

④ 最大直流工作电压

Example	Nominal Value
5R5	5.5V
180	18V

⑤ 电容 @1MHz

Example	Nominal Value
C100	10pF

⑥ 电容公差

N	±30%
Y	+100/-50%
G	Maximum

⑦ 端头代号

P	Sn电镀
S	Pt/Pd/Ag可焊端浆

⑧ 包装

B	散装
T	盘装

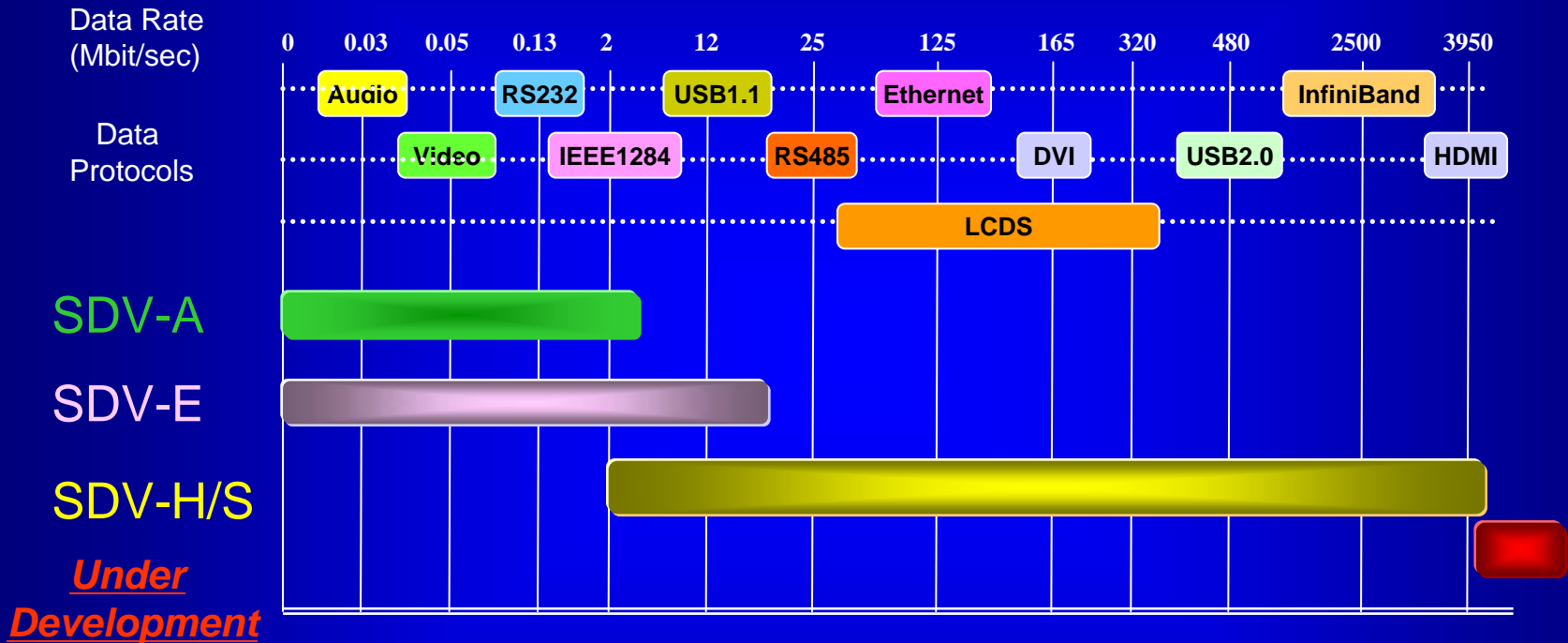
⑨ 无有害物质产品

F

压敏电阻器产品性能表

类别	最大直流工作电压	电容 @1MHz	限制电压	脉冲电流 (8/20us)
			(8/20us)	
SDV1005	5.5~30V	0.5~500pF	18~58V	1~20A
SDV1608	5.5~48V	0.5~820pF	18~62V	1~30A
SDV2012	5.5~48V	60~2000pF	18~65V	10~150A
SDV3216	5.5~48V	60~2000pF	18~130V	10~150A
SDVA	5.5~48V	3~100pF	18~130V	1~20A

Sunlord压敏电阻应用领域



Sunlord压敏电阻产品可靠性

➤完善的质量保证体系：

ISO9001：2008版，ISO/TS16949：2008版

QC080000：2005版，SONY GP

➤产品遵循标准：

MIL-STD-202 IEC-68

IEC61000-4-2 IEC61000-4-5

➤正常工作电压下的产品可靠性：

高温负载、高温高湿负载、.....

➤ESD冲击下产品可靠性：

脉冲电流（**8/20 μ s**、**10/1000 μ s**）、静电放电发生器及其测量系统，**ESD冲击次数试验**

Sunlord压敏电阻产品可靠性

脉冲电流(8/20 μ s、10/1000 μ s)发生器



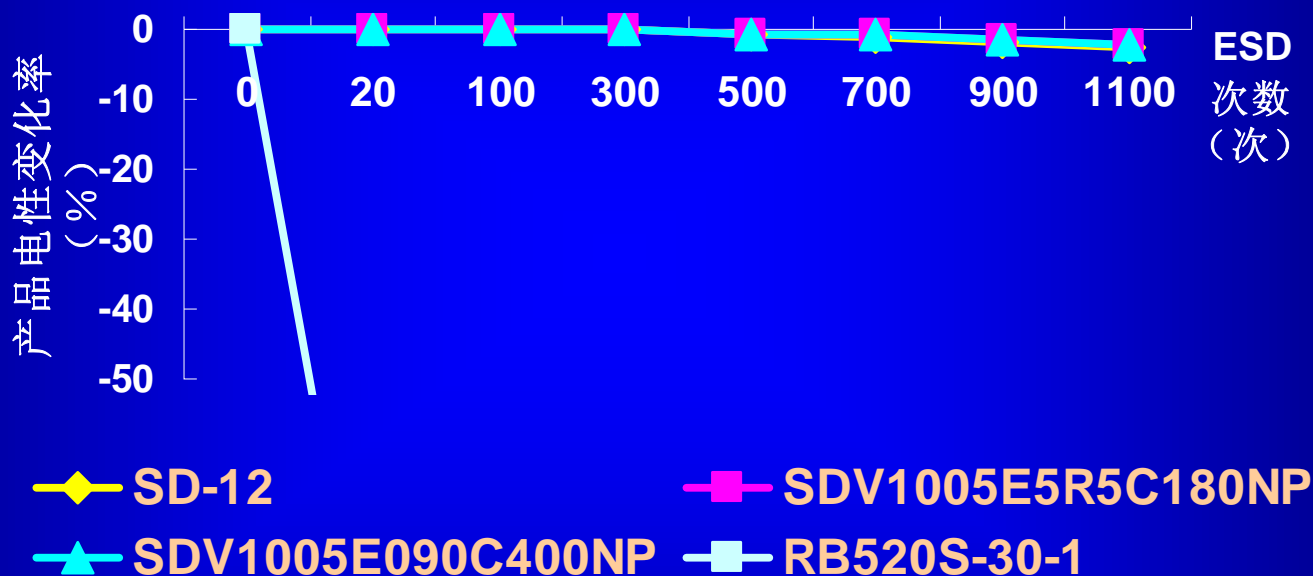
静电放电(ESD)发生器



Sunlord压敏电阻产品可靠性

➤ ESD寿命

不同产品压敏电压变化率随ESD次数变化 (8KV)



压敏电阻与TVS均能承受上千次的ESD冲击，性能稳定

内容

1、片式压敏电阻原理

- 结构及等效电路
- 应用原理

2、片式压敏电阻应用

- **IC耐受ESD过电压设计方案**
- 片式压敏电阻参数选取原则
- 片式压敏电阻设计选择

3、ESD保护元件性能比较

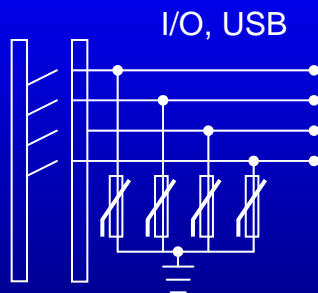
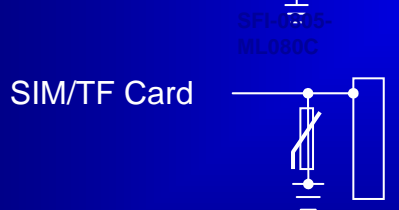
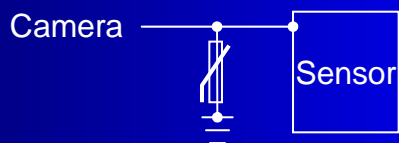
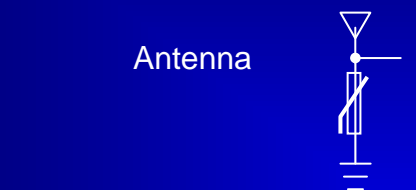
- 片式压敏电阻 **vs. TVS vs. PESD**

4、Sunlord压敏电阻器简介

- 产品特性
- **Sunlord压敏电阻产品型号**
- **Sunlord压敏电阻应用领域**
- 产品可靠性

5、片式压敏电阻应用案例

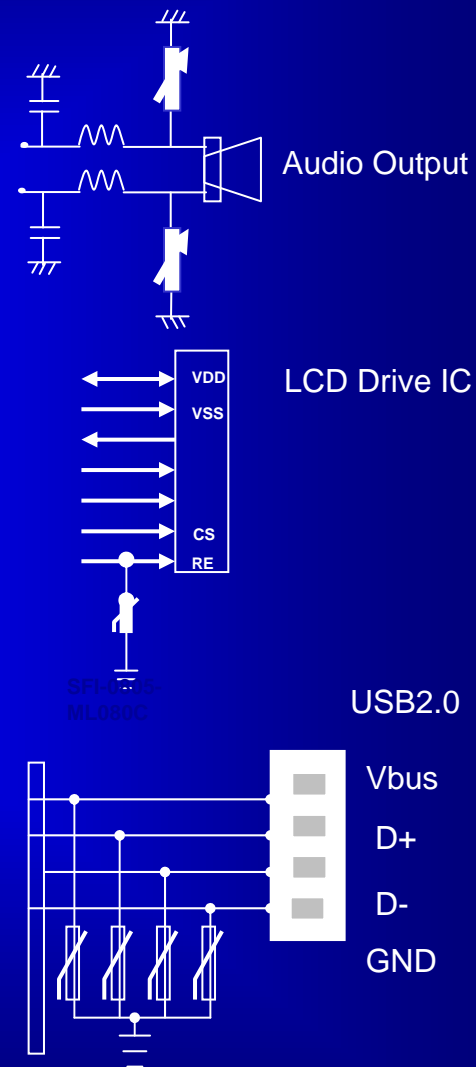
片式压敏电阻应用案例-手机



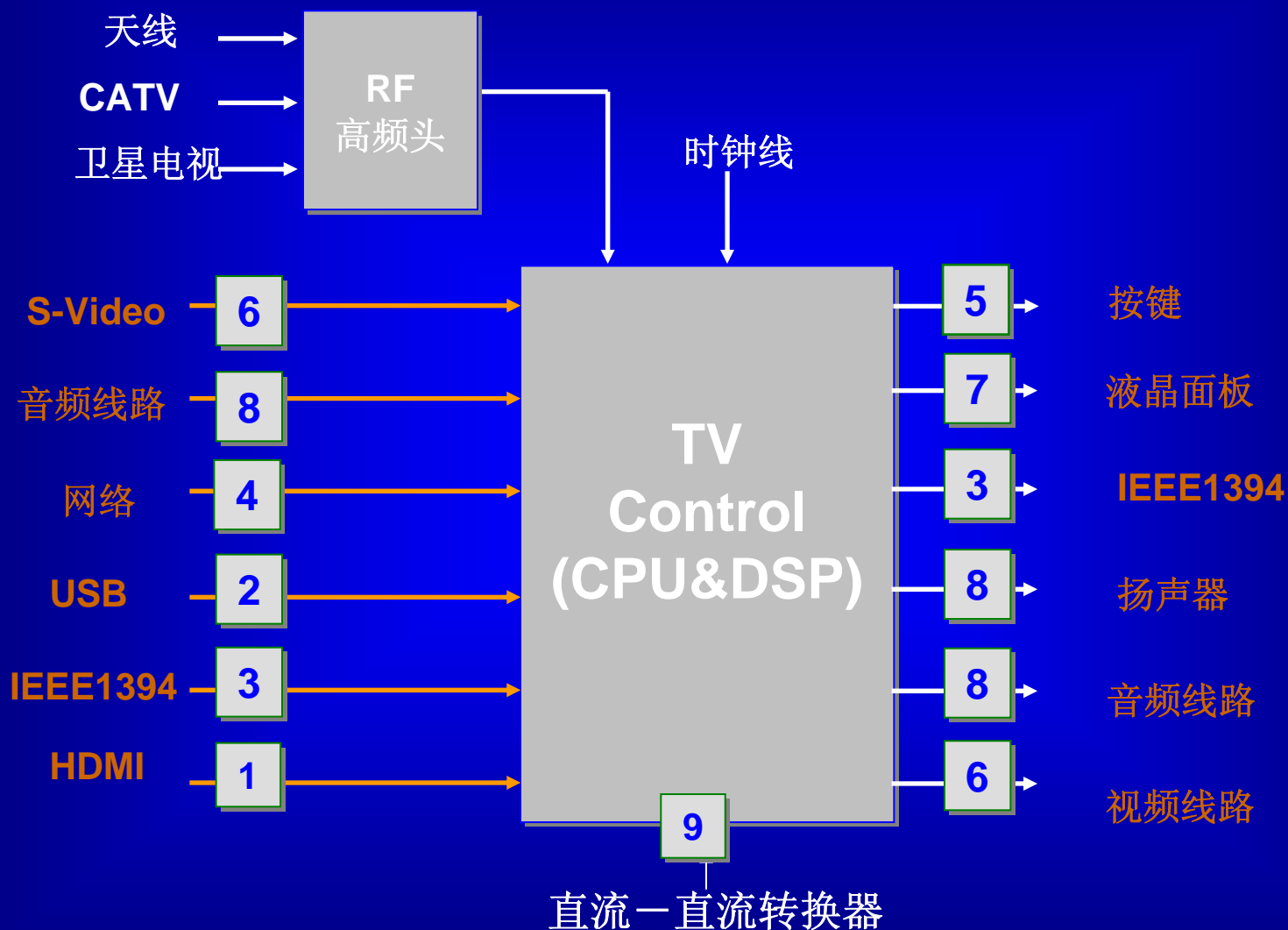
- ✓ 天线/摄像头
(SDV1005H260C010YP)
- ✓ **USB 2.0**
(SDV1005H260C030YP)
- ✓ **SIM**卡电路
(SDV1005H260C030YP)
- ✓ 液晶显示驱动电路
(SDV1005E180C150NP or SDVA2082VA180C150NPTF)
- ✓ **TF**卡电路
(SDV1005E180C150NP)
- ✓ **I/O**接口
(SDV1005E180C150NP)
- ✓ 金属键/侧键
(SDV1005E180C150NP)
- ✓ 接收器/耳机/话筒
(SDV1005A5R5C201NP)
- ✓ 电池充电器
(SDV1005A5R5C201NP)

片式压敏电阻应用案例-MP4

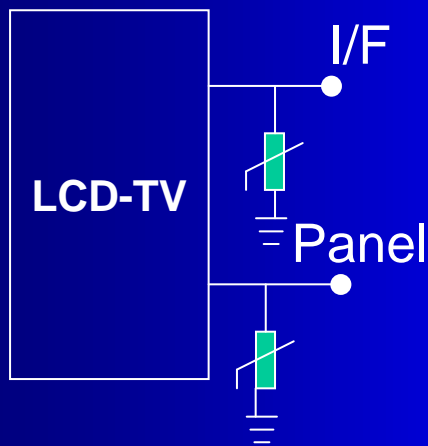
- **USB 2.0** Signal line
SDV1005H260C030YPT
- **显示屏**
(SDV1005E180C150NPT)
- **按键**
(SDV1005E180C150NPT)
- **音频输出口**
(SDV1005A5R5C201NPT
or TVS)
Power line
(SDV1005A5R5C201NPT)



片式压敏电阻应用案例-LCD/TV/Monitor

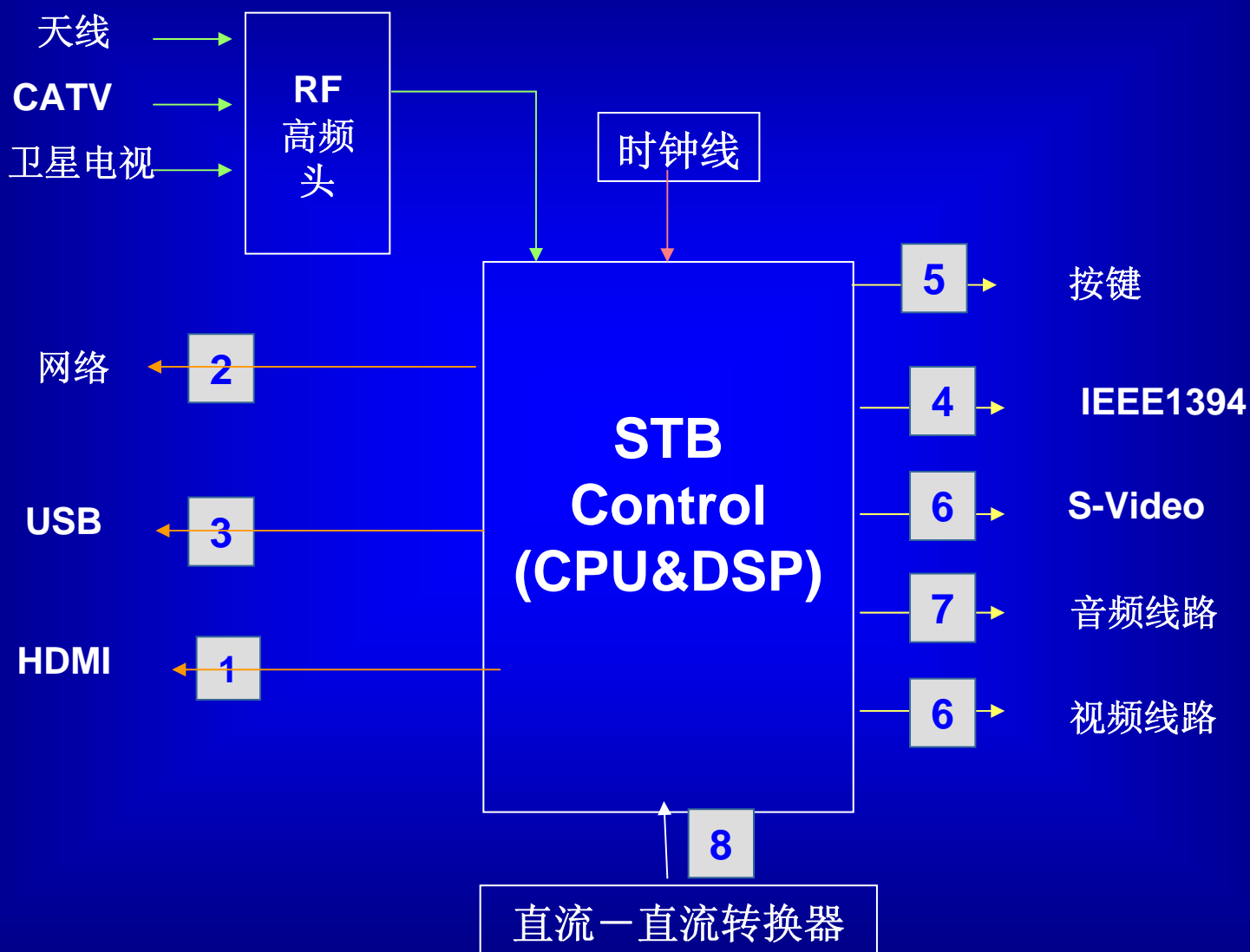


片式压敏电阻应用案例-LCD/TV/Monitor

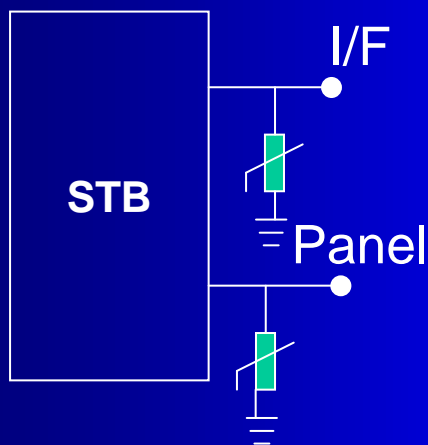


No.	应用场所	Sunlord压敏电阻
1	HDMI / RF	SDV1005H260C010YP or SDV1608H260C010YP
2/3	USB/IEEE1394	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
4	网络	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
5	按键	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
6	视频	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
7	液晶屏幕	SDV1005H180C150NP or SDV1608E180C150NP or SDVA2082VA180C150NPTF
8	音频/扬声器	SDV1005A5R5C201NP or SDV1608A5R5C201NP
9	电源	SDV1608A5R5C201NP

片式压敏电阻应用案例-机顶盒 (STB) 中的应用

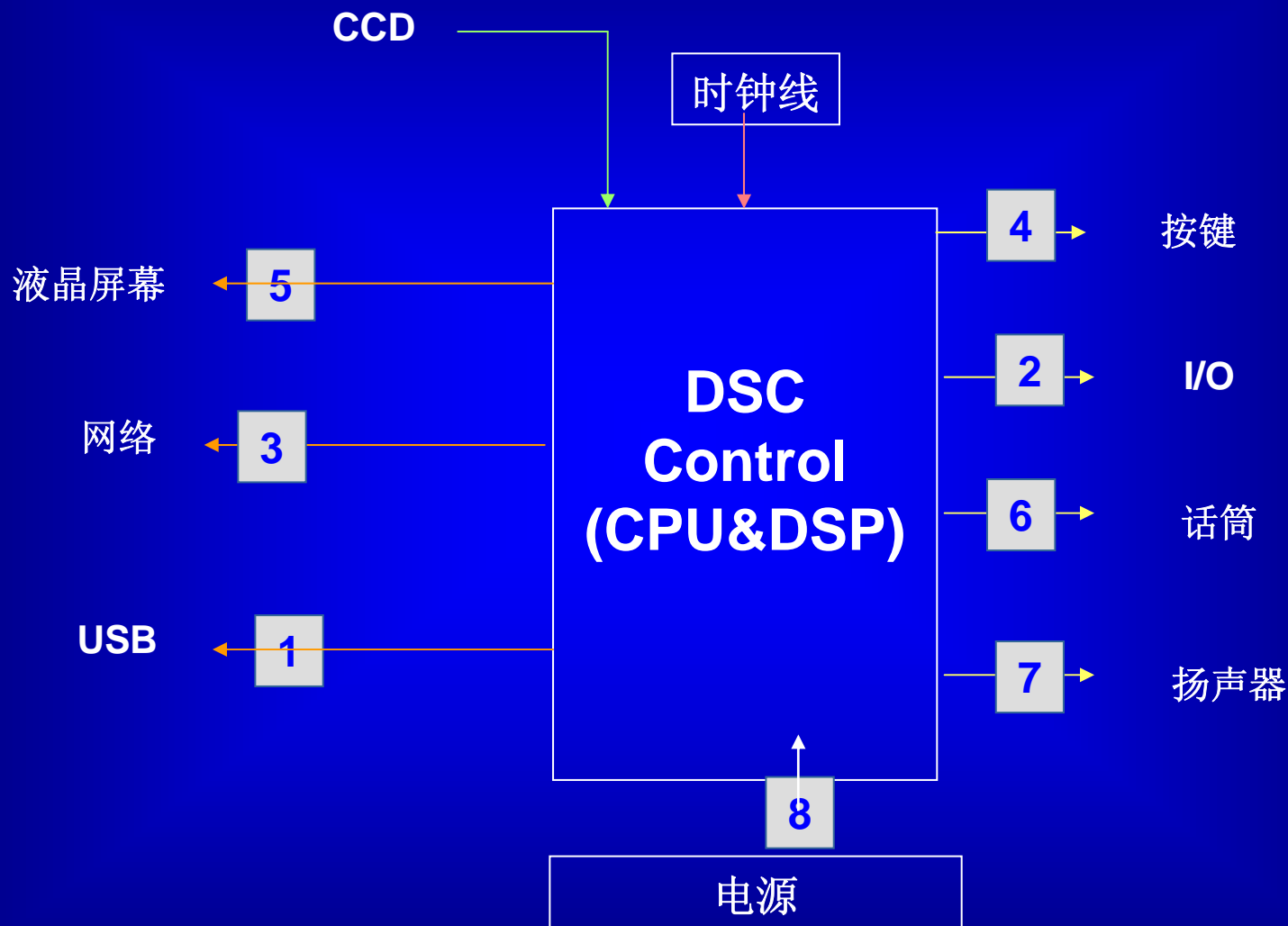


片式压敏电阻应用案例-机顶盒 (STB)中的应用

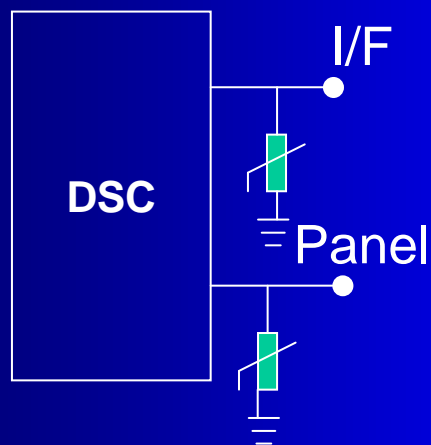


No.	应用场所	Sunlord 压敏电阻
1	HDMI / RF	SDV1005H260C010YP or SDV1608H260C010YP
2	网络	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
3/4	USB/IEEE1394	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
5	按键	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
6	视频	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
7	音频	SDV1005A5R5C201NP or SDV1608A5R5C201NP
8	电源	SDV1608A5R5C201NP

片式压敏电阻应用案例-数码相机 (DSC)中的应用

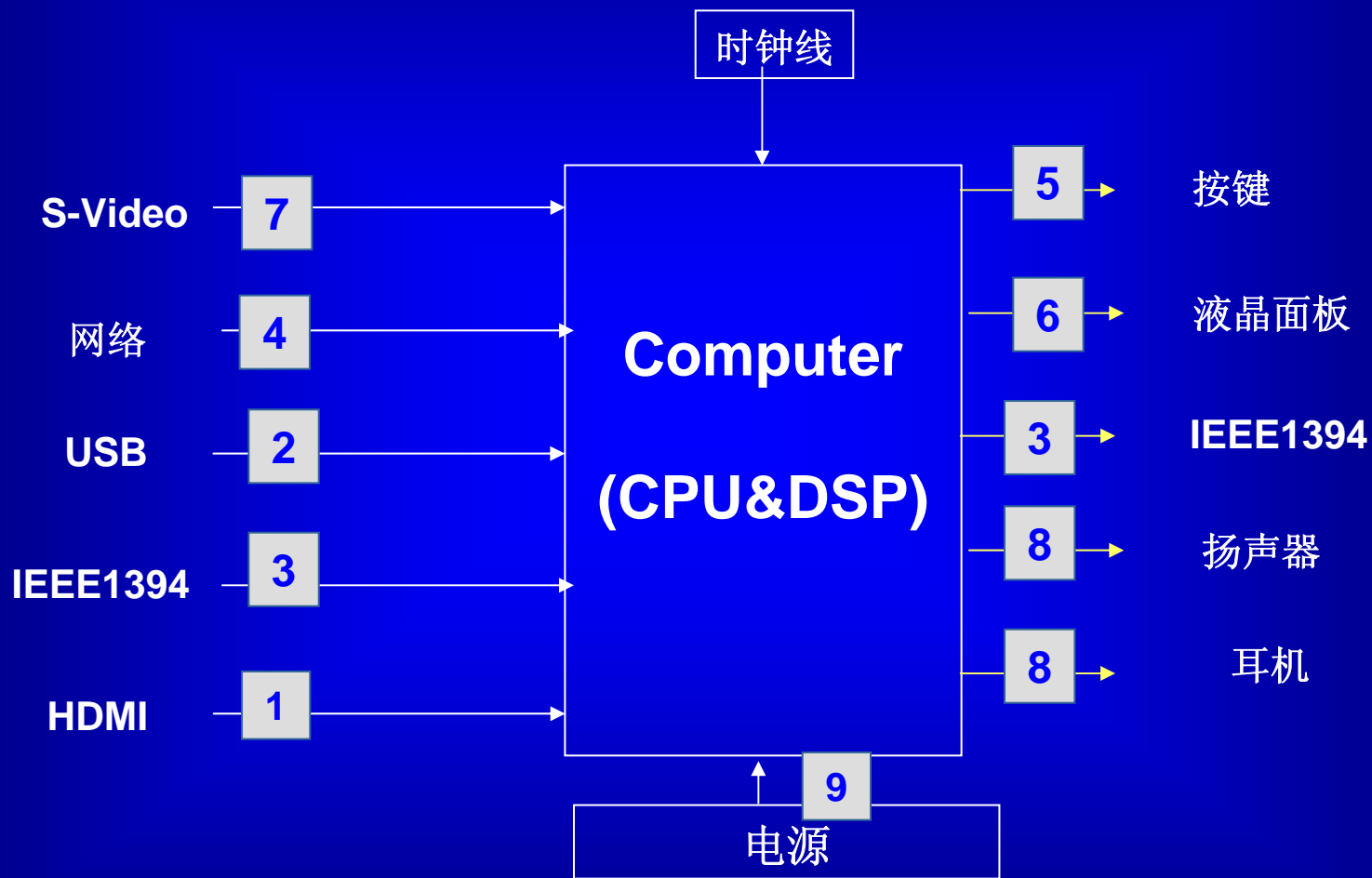


片式压敏电阻应用案例-数码相机 (DSC)中的应用

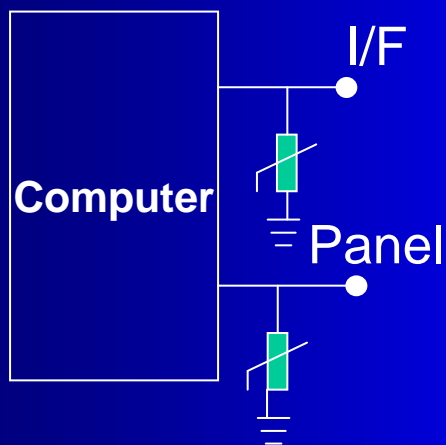


No.	应用场所	Sunlord 压敏电阻
1/2	USB I/O	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
3	网络	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
4	按键	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
5	液晶屏幕	SDV1005H180C150NP or SDV1608E180C150NP
6/7	话筒/扬声器	SDV1005A5R5C201NP or SDV1608A5R5C201NP
8	电源	SDV1608A5R5C201NP

片式压敏电阻应用案例-手提电脑中的应用

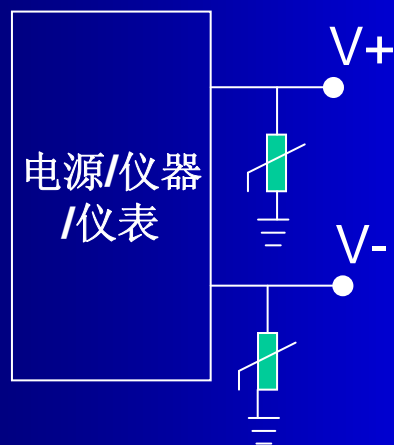


片式压敏电阻应用案例-手提电脑中的应用



No.	应用场所	Sunlord 压敏电阻
1	HDMI / RF	SDV1005H260C010YP or SDV1608H260C010YP
2/3	USB2.0/ IEEE1394	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
4	网络线接口	SDV1005H260C030YP or SDV1608H260C030YP
5	按键	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
6	液晶屏幕	SDV1005H180C150NP or SDV1608E180C150NP or SDVA2082VA180C150NPTF
7	S-Video	SDV1005E180C150NP or SDV1608E180C150NP
8	耳机/扬声器	SDV1005A5R5C201NP or SDV1608A5R5C201NP
9	电源	SDV1608A5R5C201NP

片式压敏电阻应用案例-其它领域的应用



No.	仪器/仪表	用途	Sunlord 压敏电阻
1	网路产品接口 (RJ45)	感应过电压防护	SDV1608A5R5C201NP
2	漏电保护器控制板	感应/操作过电压防护	SDV1608A5R5C201NP
		接口ESD防护	SDV1608H180C050YP
3	电子电度表控制板	感应/操作过电压防护	SDV1608A5R5C201NP
		接口ESD防护	SDV1608H180C050YP
4	LCD-TV电源线路	感应/操作过电压防护	SDV2012A260C251NP
5	汽车线路	操作过电压防护	SDV3216A260C451NP

电路保护与电磁兼容技术研讨会会议程

时间：2009年11月12日

地点：上海新国际博览中心W2-M9

时间/time	演讲内容/content
8: 30-9: 00	听众签到和领取资料
9: 00-9: 20	演讲题目：市场分析-标准与保护和电磁兼容技术
9: 20-9: 55	演讲题目：如何正确使用保险丝 演讲人：AEM科技（苏州）有限公司资深应用工程师 陈峰
9: 55-10: 30	演讲题目：国际领先EMC解决方案 演讲人：村田（中国）投资有限公司资深产品经理
10: 30-11: 05	演讲题目：片式压敏电阻器在电路过电压及ESD防护中的应用设计 演讲人：深圳市顺络电子股份有限公司副总工程师 贾广平
11: 05-11: 40	演讲题目：快速响应半导体过压保护器件的选型趋势 演讲人：上海光宇睿芯微电子有限公司CEO 刘建朝
11: 40-12: 05	演讲题目：过压防护解决之道 演讲人：深圳市槟城电子有限公司
12: 05-12: 30	演讲题目：国际电磁兼容元件选型趋势 演讲人：国际元器件公司资深产品经理
12: 30-13: 30	午餐

新一期研讨会即将开始，网上预注册：

<http://www.cntronics.com/public/seminar/detail/id/9>

联系电话：0755-2672 7371

[电子元件技术网](http://www.cntronics.com)