



陶瓷瞬态电压抑制器 CTVS

可靠性

日期: 2014年7月

©爱普科斯(上海)产品服务有限公司版权所有。在未获得爱普科斯(EPCOS)预先许可的情况下,禁止复制、发行和传播本出版物及其包含的信息。

爱普科斯(EPCOS)是TDK集团成员

本出版物是翻译文件,具体内容请以英文版为准。

可靠性

1. 概述

可靠性的定义是在规定条件下，元件在给定时间（寿命周期）内无失效地执行预定（指定）功能的能力。从数学角度上来说，可靠性被表述为元件在指定时间间隔之后发生失效的可能性。

陶瓷瞬态电压抑制器的可靠性取决于其设计、材料特性、制造过程和寿命周期环境。

失效率

关于元件失效率的信息可以为制造商提供可靠性预测的基础，并使其能够估计其他检修需求。

如果在N个（数值较大）相同元件中，有一小部分 ΔN 会在 Δt 时间内发生失效，那么失效率（在 Δt 内的平均值）可表示为 $\lambda = \Delta N / (N \cdot \Delta t)$ 。失效率取决于失效标准、负载和工作时间等因素。

失效率大小是时间的倒数，所使用的单位为 $10^{-9} / h = 1 \text{ fit}$ （失效次数）。

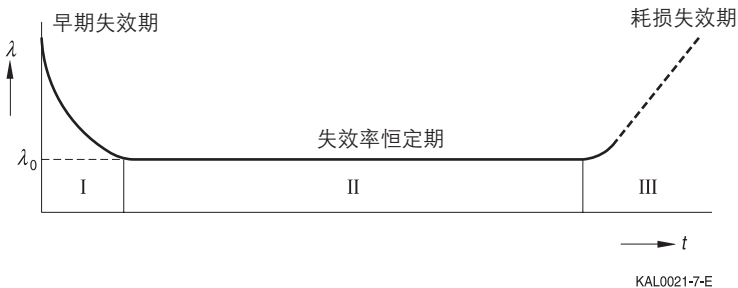


图1
失效率随时间的变化

II区被认为是元件的“服役期”。一般认为其足以说明（几乎）恒定的失效率 λ_0 。

1.1 寿命周期

CTVS器件的平均寿命是以下参数的函数

- 电压等级
- 环境温度
- 施加电压比 (AVR)

该函数可由图2得到。

可靠性

施加电压比AVR指的是预期工作电压和最大容许工作电压之比

$$AVR = \frac{V^*}{V_{max}} \quad (\text{等效电路1})$$

达到最大平均功耗就意味着使用寿命的终结。当然, CTVS仍可执行相应的功能。

下式可以较好地近似表示漏电流的增大

$$i_L = A + k \cdot \sqrt{t} \quad (\text{等效电路2})$$

i_L 恒定电压下的漏电流

A 因子, 取决于温度、AVR、几何形状和封装材料

K 漏电流在 \sqrt{t} 内的斜率系数

对不同温度和AVR的调查显示, 寿命周期的对数与环境温度倒数具有线性关系。对于氧化锌来说, 该曲线的斜率几乎恒定不变。这样就有助于提高活化能。

这些关系的理论基础就是Arrhenius模型。CTVS元件寿命周期曲线如图2所示。

爱普科斯 (EPCOS) 寿命周期测试可能长达数千小时。如果长度更大, 则可以使用Arrhenius模型进行外推。

1.2 失效率

失效率 λ 是平均寿命(单位为小时)的倒数, 所使用的单位是fit(失效次数) = $10^{-9}/h$

$$\lambda = \frac{10^9}{ML[h]} \text{ [fit]} \quad (\text{等效电路3})$$

相应地, 可根据施加电压和温度从平均寿命得出典型失效率(示意图如图2所示)。

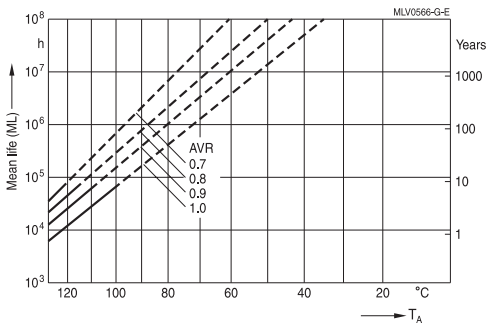


图2
CTVS的Arrhenius模型平均寿命。施加电压比(AVR)指的是最大容许工作电压

可靠性

失效率大小表示一种平均的生产状态，因此应该是多批次同种CTVS器件（统计意义上）的平均值。这些数值的基础是应用经验，以及从正常条件或加速老化（更严格条件）下前期测试得到的数据。

2 可靠性测试

需要进行各种耐受性测试和环境测试，以确保陶瓷瞬变电压抑制器的可靠性。这些测试采用的都是预期可能出现的极端应用条件，对测试条件进行强化是为了在合理时间内获得有说服力的结果。

爱普科斯 (EPCOS) 的可靠性测试计划以国际标准和客户要求的测试计划为基础。

爱普科斯 (EPCOS) 会执行可靠性测试，以确定新元件系列的质量以及定期进行重新检验。

2.1 多层压敏电阻 (MLVs) 和CeraDiodes的测试

应根据IEC 60068标准对MLVs和CeraDiodes进行以下测试。

预处理: 在PCB上进行回流焊。

测试完成后, 进行肉眼检查。准则: 元件没有肉眼可见的损坏。

脉冲强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
浪涌电流降额, 8/20 μ s	IEC 61000-4-5	浪涌电流 (8/20 μ s), 单极性, 幅值对应于降额曲线 (20 μ s) 脉冲个数: 1	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ (在浪涌电流方向上测量)
ESD 接触放电	IEC 61000-4-2	测试电压: 最高 8 kV 测试脉冲个数: 20 极性: +/- 放电网络: 150 pF, 330 Ω	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) $ 视具体型号而定
ESD 空气放电	IEC 61000-4-2	测试电压: 高达 15 kV 测试脉冲个数: 20 极性: +/- 放电网络: 150 pF, 330 Ω	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) $ 视具体型号而定
负载突降 (仅适用于特定汽车类型)	ISO 16750-2	脉冲个数: 10 脉冲间隔: 60 s	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) < 15\%$ (在负载方向上测量)

可靠性

环境测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
高温寿命测试	MIL-STD-202F, 方法 108A, 条件 D	温度: $T_{op,max}$ 持续时间: 1000 h 施加电压: $V_{DC,max}$	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
快速温度循环 (热冲击) 测试	IEC 60068-2-14, test N _a	最小温度: LCT 最大温度: UCT 保持时间: 15 分钟 传递时间: < 10 s 循环次数: 视具体型号而定	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
湿热测试, 稳态	IEC 60068-2-78	温度: 40 °C 湿度: 93 % r.h. 持续时间: 56 天 施加电压: $0.1 \cdot V_{DC,max}$	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
偏移湿度测试 (仅适用于特定汽车类型)	IEC 60068-2-67 Cy	温度: 85 °C 湿度: 85 % r.h. 持续时间: 1000 h 施加电压: $V_{DC,max}$	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
高温暴露测试	IEC 60068-2-2 Ba	温度: UCT 持续时间: 1000 h 施加电压: 不上电	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$

可靠性

机械强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
碰撞 / 机械冲击测试	IEC 60068-2-27	脉冲持续时间: 6 ms 最大加速度: 400 m/s ² 每个方向上的碰撞次数: 5000 方向: 6 脉冲: 半正弦波	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 5\%$
振动测试	IEC 60068-2-6 Fc	频率范围: 10 ... 55 Hz 幅值: 0.75 mm 或 100 m/s ² 持续时间: 6 小时 (3 · 2 h) 脉冲: 正弦波	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 5\%$
弯板测试 (仅适用于 ≥ 0603 的外壳尺寸)	IEC 60068-2-21 U _{e1}	偏移量: 2 mm 持续时间: 60 s	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ AC/C_0 \leq 10\%$
端子强度测试	IEC 60068-2-21 U _{e3}	施加到元件 (焊接到 PCB 上) 的剪切力	剪切力: 视外壳尺寸而定 $\geq 2 \text{ N}$ (0201 以上) $\geq 5 \text{ N}$ (0402 以上) $\geq 10 \text{ N}$ (0603... 2220) $\geq 5 \text{ N}$ (阵列元件)

汽车应用说明:

爱普科斯 (EPCOS) 专为汽车应用执行 AEC-Q200 (修订版 D) 质量测试。如有 PPAP 请求, 也可提供产品系列的典型测试数据。

可靠性

2.2 ESD/EMI滤波器测试

应根据IEC 60068标准对ESD/EMI滤波器执行以下测试。

预处理: 在PCB上进行回流焊。

在测试完成后, 应进行肉眼检查。准则: 元件上没有肉眼可见的损坏。

脉冲强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
ESD 接触放电	IEC 61000-4-2	测试电压: 最高 8 kV 测试脉冲个数: 20 极性: +/- 放电网络: 150 pF, 330 Ω	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) $ 视具体型号而定
ESD 空气放电	IEC 61000-4-2	测试电压: 高达 15 kV 测试脉冲个数: 20 极性: +/- 放电网络: 150 pF, 330 Ω	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) $ 视具体型号而定

环境测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
高温寿命测试	MIL-STD-202F, 方法 108A, 条件 D	温度: $T_{OP,max}$ 持续时间: 1000 h 施加电压: $V_{DC,max}$	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
快速温度循环 (热冲击) 测试	IEC 60068-2-14 标准, 测试 N_a	最低温度: LCT 最高温度: UCT 保持时间: 15 分钟 传递时间: <10 秒 循环次数: 视具体型号而定	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$
湿热测试, 稳态	IEC 60068-2-78	温度: 40 °C 湿度: 93 % r.h. 持续时间: 56 天 施加电压: $0.1 \cdot V_{DC,max}$	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$

可靠性

机械强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
弯板测试 (仅适用于 > 0603 的外壳尺寸)	IEC 60068-2-21 U _{e1}	偏移量: 2 mm 持续时间: 60 s	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 10\%$
端子强度	IEC 60068-2-21 U _{e3}	施加到元件 (焊接到 PCB 上) 的剪切力	剪切力: $\geq 10 \text{ N}$

2.3 引线式瞬态电压/RFI抑制器测试

应根据 IEC 60068 标准对引线式压敏电阻 (SHCV) 执行以下测试。在测试完成后, 应进行肉眼检查。准则: 元件上没有任何肉眼可见的损坏。

脉冲强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
浪涌电流降额, 8/20 s	IEC 61000-4-5	浪涌电流 (8/20 μs), 单极性, 幅值对应于降额曲线 (20 μs) 脉冲个数: 1	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ (在浪涌电流方向上测量)
负载突降 (仅适用于特定的汽车类型)	ISO 16750-2	脉冲个数: 10 脉冲间隔: 60 s	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) < 15\%$ (在负载方向测量)

环境测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
高温寿命测试	MIL-STD-202F, 方法 108A, 条件 D	温度: T _{op,max} 持续时间: 1000 h 施加电压: V _{DC,max}	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 10\%$
快速温度循环 (热冲击) 测试	IEC 60068-2-14, test N _a	最低温度: LCT 最高温度: UCT 保持时间: 15 分钟 传递时间: <10 s 循环次数: 视具体型号而定	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 10\%$
湿热测试, 稳态	IEC 60068-2-78	温度: 40 °C 湿度: 93 % r.h. 持续时间: 56 天 施加电压: 0.1 · V _{DC,max}	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 10\%$
高温暴露测试	IEC 60068-2-2 Ba	温度: UCT 持续时间: 1000 h 施加电压: 不上电	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 10\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 10\%$

可靠性

机械强度测试

测试	标准	测试方法 / 条件	准则
碰撞 / 机械冲击测试	IEC 60068-2-27	脉冲持续时间: 6 ms 最大加速度: 400 m/s ² 每个方向上的碰撞次数: 5000 方向: 6 脉冲: 半正弦波	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 5\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 5\%$
振动测试	IEC 60068-2-6 Fc	频率范围: 10 ... 55 Hz 振幅: 0.75 mm 或 100 m/s ² 持续时间: 6 h (3 · 2 h) 脉冲: 正弦波	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 5\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 5\%$
端子强度测试	IEC 60068-2-21 U _{a1}	轴向施加到端子上的力	$ \Delta V/V(1 \text{ mA}) \leq 5\%$ $ \Delta C/C_0 \leq 5\%$ 焊点和导线均无断裂

汽车应用说明:

爱普科斯 (EPCOS) 专为汽车应用执行 AEC-Q200 (修订版 D) 质量测试。如有 PPAP 请求, 也可提供产品系列的典型测试数据。