

# 贴片抗硫化电阻器的应用

## §0 . 摘要

一般而言，抗硫化电阻常常指的是厚膜电阻。普通的贴片电阻也具有一定的抗硫化能力,但由于某些电子产品或电子设备使用时所处的环境是具有较高硫化物质浓度的环境,故需要使用更耐硫化的贴片电阻,目前厚膜电阻抗硫化的解决方案常采用如下两种方案:一种是调整电极膏的成份,在银电极膏品中增加一些贵金属,增强银的结合力以提升抗硫化性能;另一种是调整电阻的结构或增加电极的保护层来达到抗硫化的目的

## §1. 硫化机理

当外界物质中有 S,Cl 或 Br 等腐蚀性物质时,S 从缝隙进入与银层发生反应,导致银局部不导电或导电性能差,严重时会导致银层断开,从而造成阻值 OPEN 的不良.图 1 为电极被硫化(腐蚀)现象,正电极交接处镀层下方银层被腐蚀,图 2 为电极正常情形。



图 1 左端正电极被腐蚀现象图



2 右端正电极正常情形

测量正电极交接处如图 3 所示。

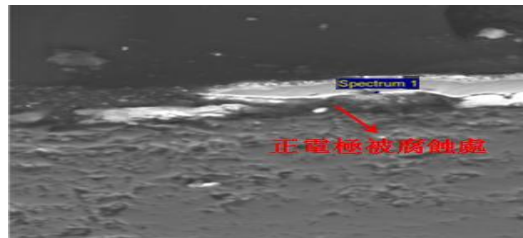
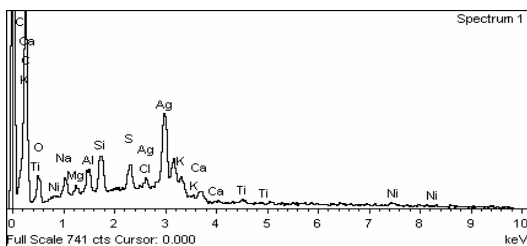


图 3 正电极交接处

正电极断开处镀层下方银层被腐蚀物质的成份用 SEM 测量，测量被腐蚀处含有硫。成分具体如图 4 所示。



Element	App. Conc.	Intensity Conc.	Weight%	Weight% Sigma	Atomic%
C K	49.25	0.7679	46.74	2.48	69.41
O K	8.41	0.3804	16.11	1.52	17.96
Na K	2.70	0.8524	2.30	0.25	1.78
Mg K	0.54	0.7549	0.52	0.15	0.38
Al K	2.16	0.8489	1.86	0.17	1.23
Si K	3.99	0.9116	3.19	0.22	2.03
S K	3.26	0.9722	2.44	0.21	1.36
Cl K	1.08	0.8440	0.93	0.18	0.47
K K	2.04	1.0839	1.37	0.20	0.62
Ca K	1.82	0.9208	1.44	0.17	0.64
Ti K	0.61	0.7860	0.56	0.17	0.21
Ni K	1.48	0.8429	1.28	0.31	0.39
Ag L	23.97	0.8221	21.25	1.12	3.51
Totals			100.00		

图 4 具体成分列表

## 贴片抗硫化电阻器的应用

普通电阻使用前结构示意图如图 6 所示。G1、G2 均为电阻的保护层，这两层共同起到绝缘层的作用，防止外界有害物质直接浸入 R 表面。

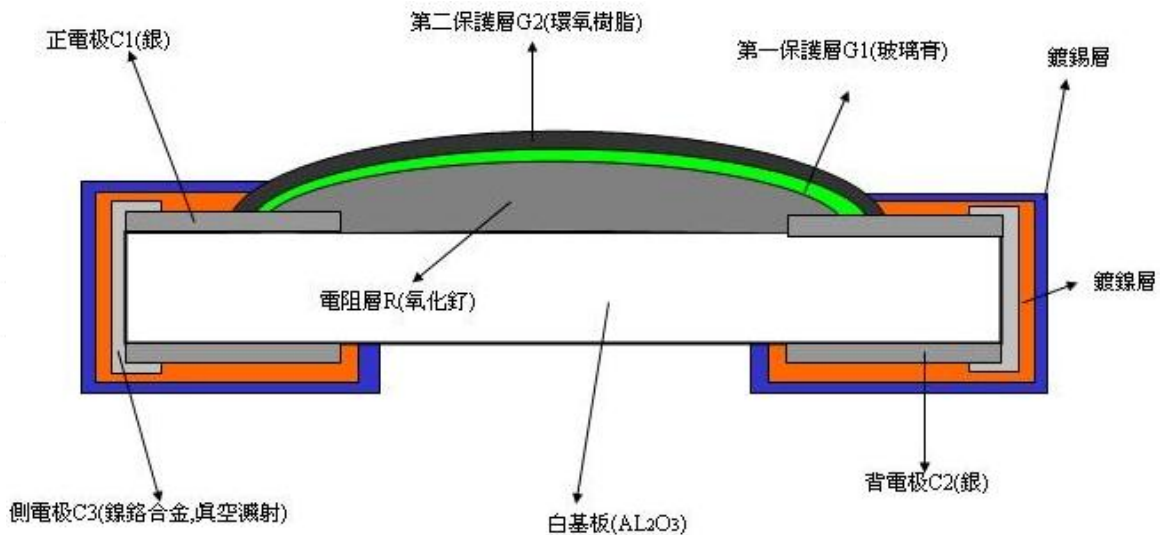


图 5 电阻使用前结构图

但由于电阻经多次焊接工作或冷热冲击后,电阻的 G2 保护层和锡层镍层间会产生微小缝隙(由于镍层与 G2 保护层是金属与非金属的结合面,热胀冷缩系数不同)。如图 7 所示。

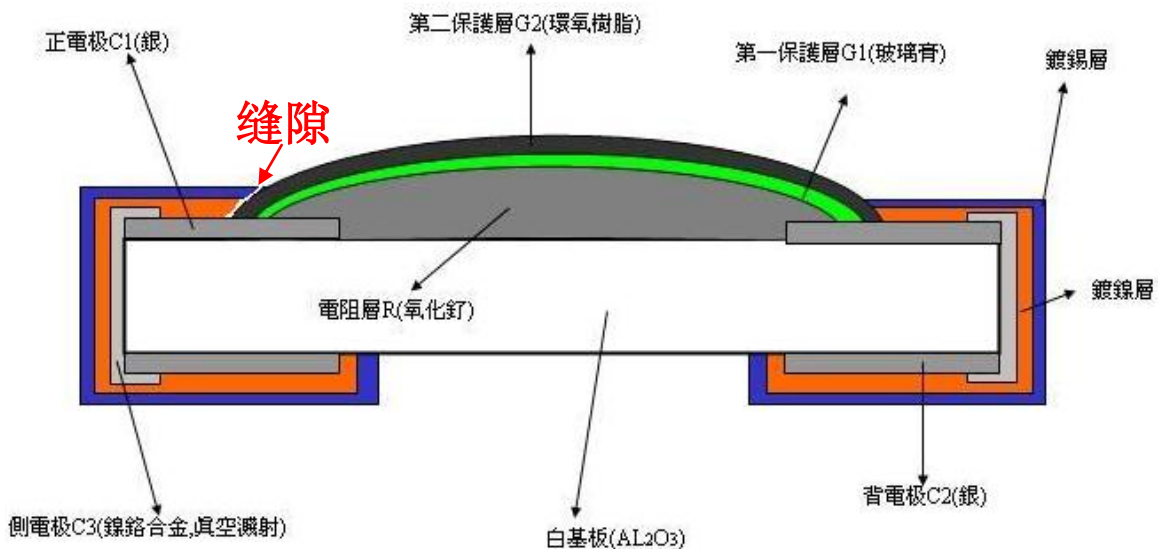


图 6 使用后电阻结构图

## 贴片抗硫化电阻器的应用

外界物质中如水份,硫,溴,氯会从缝隙侵入到银表面,如图8所示

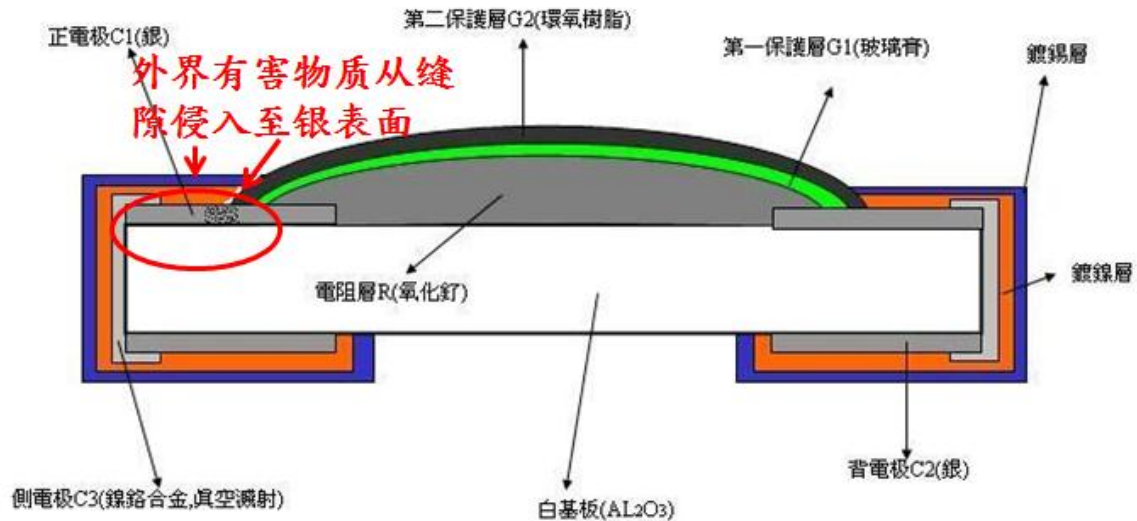


图7 使用后有害物质结构

硫的侵入与银会发生硫化反应,产生硫化银,使银局部不导电或导电性能差,最严重能致电极断开造成电阻 OPEN,反应的化学方程式为:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow$ ,  $\text{S}^{2-} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{e}^-$  化学反应机理如图9所示。

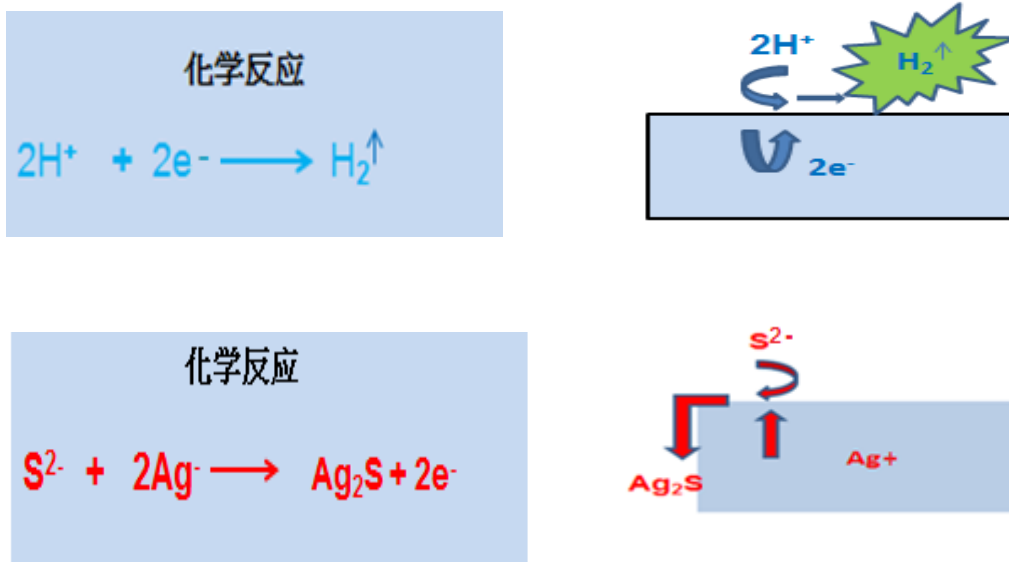


图8 化学反应机理

## 贴片抗硫化电阻器的应用

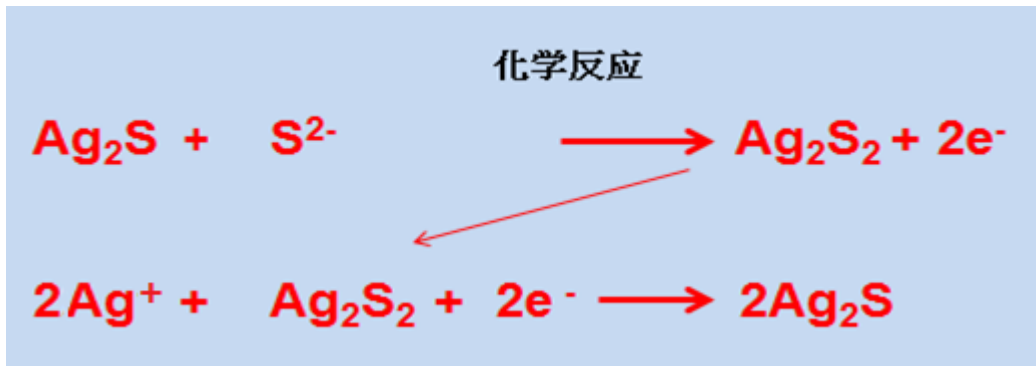


图9 硫化银化学反应方程式

硫化银进一步发展成为针状晶体(单斜硫),反应形成如图10所示。

### §2. 银迁移机理

普通电阻在分压式反馈电路中使用一段时间后产品的 G2 保护层与镍层间可能形成微小的裂纹(普通产品无法避免使用后产生的裂缝),镍层与 G2 保护层(环氧树脂)间由于是金属和非金属的结合面,热胀冷缩系数不同,长久之后会形成缝隙,当外界物质中有 CL 或 Br 等腐蚀性物质从缝隙进入,在直流电压作用下发生银迁移的现象,迁移的银与电阻层并联,造成阻值偏低不良。

金属银因银电极间的电位差以及表面存在从周围环境吸附的水而发生电离:  $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ;  $\text{Ag}^+$  和  $\text{OH}^-$  在阳极端生成  $\text{AgOH}$  析出:  $\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{AgOH}$ ;  $\text{AgOH}$  分解,在阳极端形成  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,并呈胶体状分散:  $2\text{AgOH} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  生成的  $\text{Ag}_2\text{O}$  和水反应,形成的银离子向阴极移动析出,形成树枝状(如图11所示):  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AgOH} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^-$

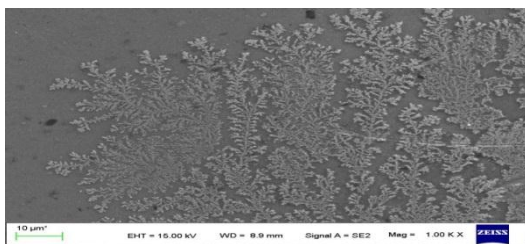


图10 树枝状

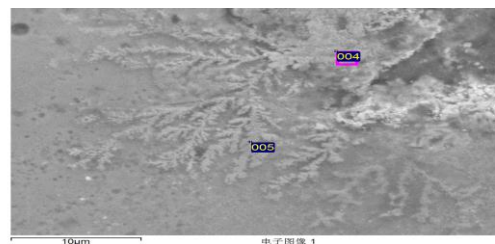


图11 取样检测

取图11中2个点在EDS下进行元素分析,2个取样点中均含有Ag成分。

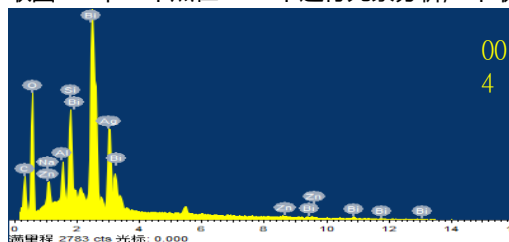


图12 004点含Ag成分表

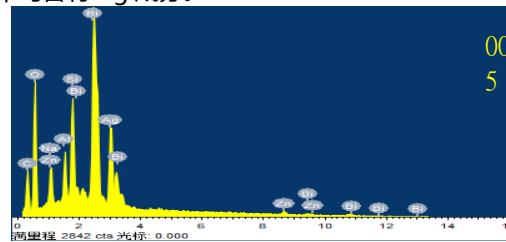


图13 005点含Ag成分表

处理选项: 已分析所有元素(已归一化),按重量百分比显示的所有结果。

## 贴片抗硫化电阻器的应用

谱图	在状态	C	O	Na	Al	Si	Zn	Ag	Bi	总的
004	是	0.82	24.65	1.25	2.04	4.86	1.33	18.67	46.38	100.00
005	是	0.97	25.17	1.51	2.55	5.28	2.52	17.69	44.31	100.00
平均		0.90	24.91	1.38	2.29	5.07	1.93	18.18	45.35	100.00
标准偏差		0.11	0.37	0.19	0.36	0.30	0.84	0.70	1.47	
最大		0.97	25.17	1.51	2.55	5.28	2.52	18.67	46.38	
最小		0.82	24.65	1.25	2.04	4.86	1.33	17.69	44.31	

图 14 元素比例结果表

### §3 . 串联分压反馈电路及特点

整机产品总少不了交源部分。一般为使输出端电压稳定，会在输出端设计分压式反馈电路，目的是使实际的电压能按阻值的大小分压到电阻上，当输出电压波动时，电阻上的分压值也会变化，这个变化会向前段反应并由线路做出相应的调整来保证输出电压稳定，但所使用的串联阻值若自身发生阻值时，就会发生反馈错误的信号，导致整机宕机。串联分压反馈电路如图 16 所示。

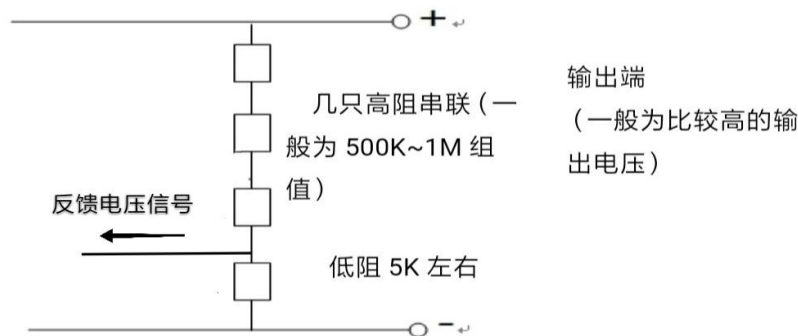


图 15 串联分压反馈电路

- a.电阻在直流电压下工作；
- b.电阻的负荷率较高；
- c.产品在客户使用一段时间后出现问题
- d.此线路对阻值敏感，阻值的变化会改变分压的大小。

## 贴片抗硫化电阻器的应用

### §4 . 抗硫化电阻器介绍

针对电阻银迁移和硫化问题，厚声专门研发了抗硫化电阻器，此产品可有效预防电阻银迁移和抗硫化。如图 16 所示。

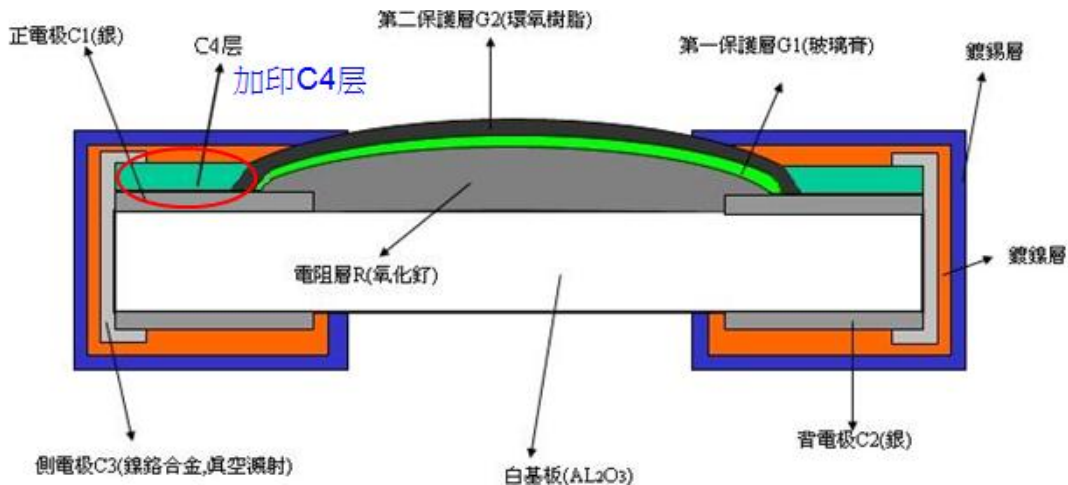


图 16 抗硫化电阻器结构图

厚声抗硫化电阻器 C1 电极含钯。普通品 G2 保护层和镍锡层之间容易产生缝隙,抗硫化产品增加了 C4 层, C4 层与 G2 层不会产生裂缝(同种物质的结合)可有效阻止外界物质进入,所以产品 C4 起到预防银迁移和抗硫化的作用。

### §5 . 普通电阻器与抗硫化电阻器对比

序号	产品类型	额定功率	主要特性	产品特性指标
1	0603	1/10W	1. 普通的设计结构 2. 70℃额定负载寿命	/
2	NQ03	1/10W	1. 特殊的抗硫化设计结构 2. 抗硫化性能指标 工业用油含硫磺成份3.5%, 105℃±3℃ 500H, ΔR≤±5% 3. 70℃额定负载寿命	/
3	NS03	1/5W	1. 特殊的抗硫化设计结构 2. 抗硫化性能指标 工业用油含硫磺成份3.5%, 105℃±3℃ 500H, ΔR≤±5% 3. 脉冲能力 4. 70℃额定负载寿命	/
比较	NS03功率高		1. 硫化指标: 0603<NQ03=NS03	降功率功率, 精度, 阻段, TCR电压指标相当



## 贴片抗硫化电阻器的应用

### §6 . 抗硫化电阻器的应用

以目前的认识及了解，电子产品在如下环境中也会出现硫化腐蚀现象,抗硫化产品主要可应用于如下电子产品中: 汽车、工业电源、高端计算机，户外广告牌等户外产品、手提电脑、自动化应用;汽车用电阻，通讯基地台；用于化工厂、矿业、火力发电厂的电阻同样存在被硫化的危险。

除上以外, 火山气体排放的地方，火力发电厂等的电子设备,包括温泉区;以及电子产品在加工过程中有接触过硫化橡胶的区域。



汽车



工业电源



高端计算机



户外广告牌



化工厂



火山气体排放区

### §7.总结

当银迁移时，需注意下列几点。电阻层表面受潮，吸附水份而发生电离，形成的银离子向阴极移动析出形成树枝状。需要做好防水、防潮等措施。由于电阻本身结构问题,经过多次焊接或冷热冲击后镍层与 G2 保护层是金属与非金属的结合面，热胀冷缩系数不同而产生裂缝，当外界物质中如水份,硫,溴,氯会从缝隙侵入到银表面。需要做好防水、清洁等措施。抗硫化厚膜贴片电阻器是一款专门针对抗硫化能力的产品，所以抗硫化试验结果优于其它产品。