

## 利用薄膜电阻技术进行的过流保护

作者: Ove Hach, 威世 BCcomponents Beyschlag GmbH

### 贴片保险丝设计原理

在分析市场上各类贴片保险丝的电子属性之前, 首先很重要的一点是理解在每种技术下的设计原理。

标准的熔断保险丝可能是基于在密封的中空或填充沙的玻璃或陶瓷管中的金属丝。而贴片保险丝采用的却是完全不同的原则。多数贴片保险丝具有标准贴片元件的外观, 利用单层或多层陶瓷基底构建而成。一些较早的设计使用的是与印制电路板所用材料相似的环氧玻璃纤维基底。

在单层或多层基底的顶部的基本熔断层是采用高传导材料, 如铜, 金以及铜锡合金或银钯合金等材料。这些复合材料可以提高保险丝承受浪涌电流的能力, 但是对于热应力的响应趋于不稳定, 这就提高了多个浪涌周期后的误差率。

根据基底的类别, 熔断层可能是激光打磨的厚膜涂层或一个化学蚀刻金属层, 以取得所需要的特性。其形状和厚度被决定因此, 如果电流达到一定水平, 那么元件将在过载一定时间后熔断。

为了实现熔断层作为功能层的作用, 熔断层必须不受环境条件的干扰。在单层贴片结构的情况下, 熔断层通过由漆或环氧树脂覆盖。多层贴片保险丝的熔断结构往往会得到基底层的固有保护。因为贴片保险丝层可以高至7A至8A的额定电流, 所以要求贴片元件要与低阻值电阻相连接。

### 贴片保险丝的功能

贴片保险丝在电子产品中具有两种功能: 保持终端用户不受伤害和保护电路不受损害。这些功能对于指定设备的所有者和供应商都大有裨益。在过去的十年里, 市场对于电子器件服务信息技术、移动和消费类应用的需求显著增长。随着这种高速增长的需求, 电子器件在一些意外条件下的风险也在增加。这些意外条件大多是由其它电子元器件所引起的, 产生了包括电子过载等风险, 要求贴片保险丝等过流保护器件进行保护。

如图1所示, 熔断特性是贴片保险丝的最重要特性。它定义了在一定水平的电子过流情况下的熔断时间。如果电流达到一个预先设定的级别, 熔断层中的电子功耗足以在称之为弧前时间的已知时段内进行熔断和蒸发。

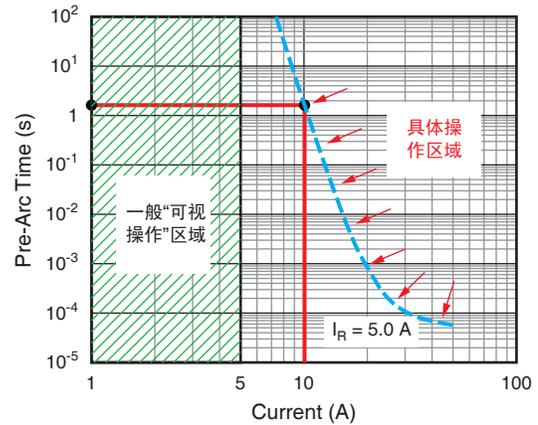


图1: 熔断特性

### 主要性能参数

图1所示的熔断特性包含2个主要部分。第一部分, 即箭头所指曲线的左边, 包括阴影区域内的正常“透明”操作, 以及在短时过流达到保险丝额定电流两倍时的情况。这一部分规定了贴片保险丝承受脉冲负载的能力, 其取决于熔断的特性, 如可以通过扩大其横截面来实现高脉冲负载能力。

箭头所指的曲线规定了高于保险丝额定电流 ( $I_R$ : 5A) 的过载和短路电流下的熔断时间。熔断电阻丝所需的能量取决于数值 $I^2t$ , 因此, 随着过电流数值的增加, 保险丝的断开时间也会越来越短。通常, 当电流2倍于其额定电流时, 保险丝应该在1.0至3.0秒内断开。当电流10倍于其额定电流时, 不到0.1毫秒保险丝就应该会断开。反过来看, 要防止保险丝在正常起动电流下断开, 起动脉冲的最大 $I^2t$ 值应小于保险丝的最大额定 $I^2t$ 值的50%左右。

# 利用薄膜电阻技术进行的过流保护

保险丝的熔断时间和熔丝与环境之间的热阻有关，其取决于熔丝、基底、密封和端子的特性以及印刷电路板的布局。因此，断开时间——以及保护的有效性——取决于生产工艺和产品设计。如果熔丝和环境之间的热阻过低，就没有足够的能量来熔断熔丝。这样，在过载电流等于额定电流2倍时，保险丝无法在120秒内切断过载电流。图2和图3分别介绍了多层贴片保险丝与激光微调厚膜贴片保险丝的情况。

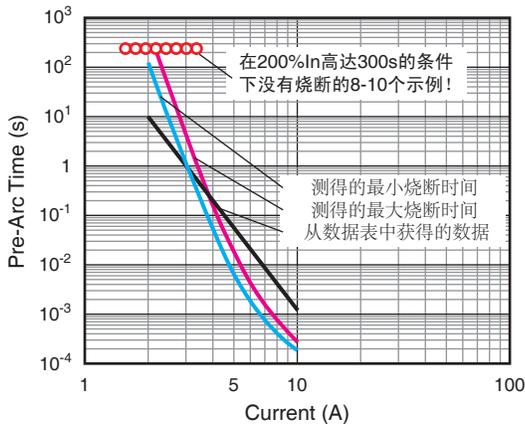


图2: 多层贴片保险丝

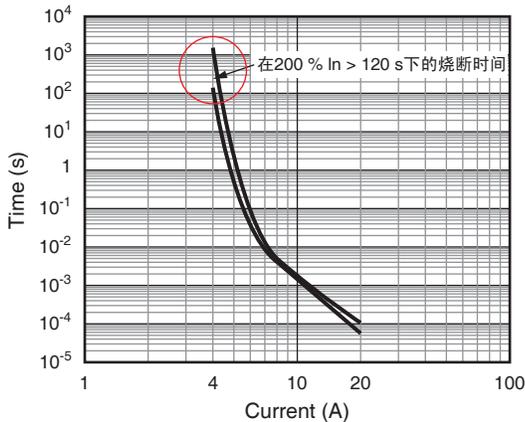


图3: 厚膜贴片保险丝 (调整的)

## 稳定性和可重复性

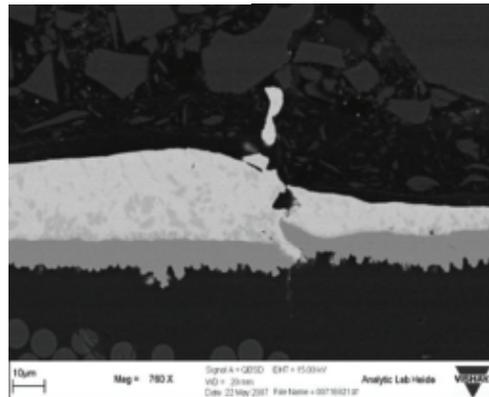
然而，实际上，熔断特性的准确性、可重复性和稳定性取决于熔丝的设计和所采用的生产工艺。了解了这2个因素的影响就抓住了为指定应用挑选最佳贴片保险丝的关键点。

熔断特性的稳定性与元件设计密切相关，而其可重复性则在很大程度上取决于贴片保险丝生产工艺的稳定性和精度。

## 稳定性

必须先了解稳定性对于熔断特性来说意味着什么。贴片保险丝的电阻是一个可以决定其熔断特性的参数。由于过载条件下产生的能量与电阻值成正比，所以电阻越大，保险丝熔断得越快。相反，电阻越小，保险丝熔断得越慢。

厚膜电阻器的使用经验表明，热应力（如短时过载，焊热）和脉冲浪涌会导致电阻发生正漂移。因此，贴片保险丝内发生的这些现象会改变其特性，进而缩短熔断时间。虽然熔丝使用了几种不同的材料（如铜锡合金），可以实现高 $\rho$ 值，但是在经历了连续的热应力之后，它们对断开时间的缩短尤其敏感。这是因为应力导致组成材料发生了变化，如照片1所示，其显示了脉冲负载应力发生之后，铜锡正在发生迁移的情况。根据功率负载的大小和持续时间的不同，这些类型的保险丝会改变其熔断特性，加快熔断时间。采用一些保持贴片保险丝电阻值稳定性的技术可以防止熔断特性发生这类漂移。



照片1: 在脉冲张力后的Sn-Dot技术

# 利用薄膜电阻技术进行的过流保护

## 可重复性

设计过程中，电子工程师会碰到熔断特性大幅变化的情况。一般来说，贴片保险丝属于低阻值电阻器，电阻低至几毫欧。如上所述，熔断特性与电阻值有关：如果电阻值变化很大，则熔断特性的变化相应地也会很大。由于这种变化，所以贴片保险丝可能会在正常起动电流下断开，或者相反的在过载条件下，应该断开时而未断开。当然，这是工程师必须避免的、最糟糕的情况。印刷厚膜保险丝的熔断特性的典型分布如图4所示。

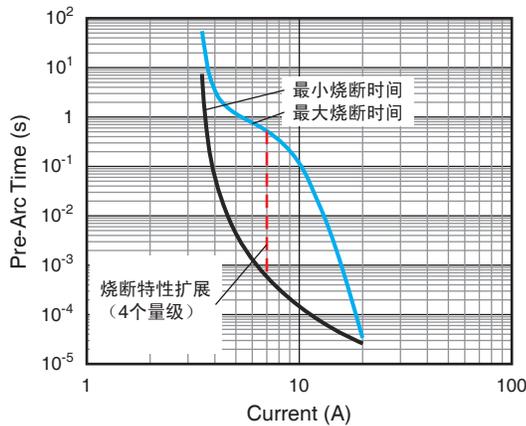


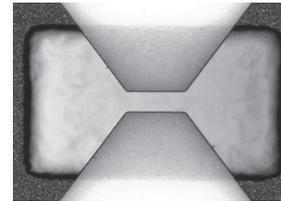
图4: 厚膜贴片保险丝（印刷）

薄膜技术可以满足熔断特性的所有与高稳定性和精确的可重复性有关的要求。20世纪60年代末起，薄膜溅射工艺即已用于生产高稳定和精确的薄膜电阻器，并且目前已有数十亿片器件用于恶劣环境条件下的各种电子设备当中。

离子溅射工艺的优点是能够严格控制镀层的厚度，在生成的金属层内实现了同质结晶结构。在利用薄膜工艺制造贴片保险丝时，这些特点会直接影响熔断参数的稳定性和可重复性。

然而，要控制贴片保险丝的额定电流还必须严格控制熔断层的尺寸。利用光刻工艺制造熔断层可为我们提供生产精确的几何轮廓和端子间未使用的导电材料的能力。利用光刻工艺，可控制熔丝的长度和宽度，达到与溅射薄膜层厚度相同的准确度和精度。

照片2介绍了光刻制造工艺是怎样来被用来生产Vishay MFU系列薄膜贴片保险丝，并制造出外形干净整齐的熔断层。



照片2: MFU熔丝的形状

组合使用薄膜溅射工艺和光刻法，元件制造商能够严格控制熔断层尺寸的公差，同时保证熔丝的同质结晶结构。这就提供了2个优势：一是将应力导致的电阻偏差降至最低，二是提高了制造的可重复性。组合使用这两种工艺制成的MFU系列贴片保险丝的最小和最大断开时间是十分接近的，如图5所示。

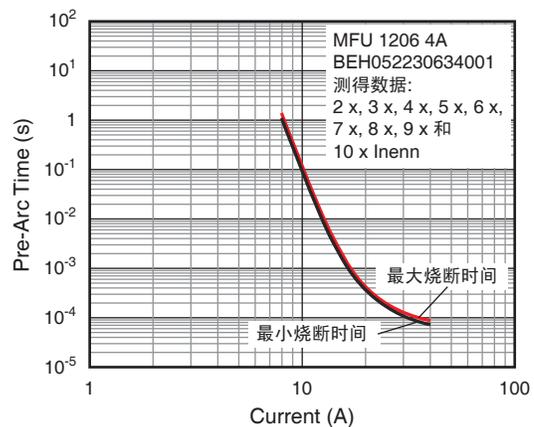


图5: MFU熔断特性（最小值和最大值）

## 涂装

作为采用与制造薄膜电阻器相同的生产工艺的另一个优势，先进行包括密封、标印和低阻端子电镀在内的涂装工艺，然后在生产的每个贴片保险丝上进行自动光学检查和电阻测量。只有满足Vishay为薄膜电阻器制定的高质量要求和严格的电阻容差的贴片保险丝才会放入纸带。封装工艺可以保证，这些薄膜贴片保险丝能够在使用的时候实现预期的性能，以便保护终端用户和设备供应商免遭危险的过载条件的危害。

## 利用薄膜电阻技术进行的过流保护

### 总结

薄膜工艺是高级无源元器件公认的技术，这项技术在过去几十年中已经被反复验证和改进。该技术的优势在于其准确性、可重复性和稳定性，每年采用这项技术批量生产的薄膜电阻器达数十亿片。采用薄膜工艺制成的贴片保险丝现在在熔断特性的稳定性和可重复性方面提供了类似的特性。通过将这项已经过实践检验的技术应用到新一代过流保护安全器件中，功率电子设计者可以在新产品设计中实现更高的安全和性能水平。

### 编辑联系：

Ove Hach  
Rungholtstraße 8-10, D-25746 Heide  
Tel.: +49 481 95-338  
Fax: +49 481 95-204  
E-mail: [ove.hach@vishay.com](mailto:ove.hach@vishay.com)

### 销售联系：

Vishay Electronic GmbH  
Geheimrat-Rosenthal-Str. 100  
95100 Selb  
Germany  
Tel: +49 9287 71 0  
Fax: +49 9287 70435

### 发行商：

Nicky Wheaton, Pinnacle Marketing Communications Ltd  
Prosperity House, Dawlish Drive, Pinner, Middlesex, HA5 5LN, UK  
Tel: +44 (0)20 8869 9449  
Fax: +44 (0)20 8868 4373  
Email : [nicky@pinnaclemarcom.com](mailto:nicky@pinnaclemarcom.com)

### 关于Vishay Intertechnology公司

Vishay Intertechnology公司是在NYSE上市的财富1000强企业之一，是世界上最大的分立半导体（二极管、整流器、晶体管、光电子学与精选IC）和无源电子元件（电阻器、电容器、电感器、传感器和换能器）制造商之一。这些元件被广泛用于工业、计算、汽车、消费类、电信、军事、航天和医疗市场内的各类电子器件与设备中。凭借产品创新、成功的购并战略和提供“一站式购物”服务的能力，Vishay成了全球行业领袖。了解Vishay方面的更多信息，敬请登录网站：

[www.vishay.com](http://www.vishay.com)。