

有机硅适形涂料

周述芳

本文论述了国际上近年发展起来的有机硅适形涂料的性能、国内研究情况及使用方法。该涂料能在 $-65\sim+200^{\circ}\text{C}$ 长期使用。不但减震能力强,而且电气性能和化学稳定性优异,被灌封的电气线路和元件的外表数字清晰可见,不会受到化学腐蚀。当某个元件损坏时,可拆开更换,重新灌封,不会留下修复痕迹。

Silicone Coating of Fit-to-Shape

Zhou Shufang

This article describes the properties of the fit-to-shape coating, which has been newly developed in recent years in the world, and its researches and application method in China. This coating can be applied under the temperature of $-65\sim+200^{\circ}\text{C}$ for a long period. It has not only a high capacity to resist shocking, but also has excellent electric properties and chemical stability. The outer numerals on the filled electric circuit and the elements can be seen clearly, and not subjected to chemical corrosion. Also the wornout elements can be easily replaced and re-filled, and there will be no repairing marks left.

随着航空、航天技术的飞速发展,对电器产品的可靠性及工作特性提出了越来越高的要求。为此,各种印刷线路板及用它组成的各种新型的电器产品的品种及数量不断增加。要保证电器产品在震动、潮湿、盐雾等复杂条件下安全、可靠地工作,必须对线路板采取很好的保护措施。目前,部分产品采用喷三防漆和用环氧胶固定电子元件的方法,虽有一些效果,但由于工艺复杂,易损坏电子元件和不能进行返修等缺陷,尚不能推广使用。近十多年来,国外推出一种新型的印刷线路板用适形涂料,使印刷线路板的可靠性大大提高。本文将对主要情况作一介绍,供兄弟单位选用时参考。

一、国外发展情况

国外电器产品中使用印刷线路板的场合很多,形式也多种多样。为了提高它的可靠性,扩大使用范围,采用了各种保护措施。有的把印制的线路用薄膜包封起来,使之与周围环境隔离,例如柔性印刷线路板就是如此;有的制成多层板减少与外界环境的接触;而海豚直升飞机则将制成的柔性印刷线路板直接贴合在高度表、空速表等仪表壳体上,代替以往机种上使用的导线,同时缩小了体积,避免因导线连接而产生的机械损伤。在硬质印刷线路板采取的保护措施中,使用得最多的是遥爪高分子聚合物。例如,在70年代末期,我们用红外光谱剖析波音飞机的样品

时,就发现该机采用了这种适形涂料。它的厚度比喷漆保护层要厚,弹性好,固定能力强,减震也好。该涂料使线路板上的元件与外界环境完全隔开,免受周围潮气和盐雾的侵入。经过红外光谱分析,了解到这种适形涂料是一种有机硅化合物,侧链上带的是甲基,交联度比一般有机硅塑料低,比硅橡胶要高,硬度比硅橡胶略高,而弹性则比硅橡胶小。波音等飞机上使用的这种保护涂料,运用适当的施工工艺,就能适应线路板上元器件的外形,形成厚度均匀的涂层,增强板的抗潮湿性能;能在 75°C 或更低温度下固化;对板和元件粘接良好,能够剥离;利于修理、更换元件,透明度好,便于识别颜色标志;还有好的耐热冲击性能、防霉性能。同时,这种涂料又是化学惰性物质,不会与印刷线路板上的元件发生作用而使线路受损。由于这种适形涂料的应用,国外电器产品的可靠性、环境适应性大大提高。

二、国内使用情况

为了满足电器产品需要,国内研制了相应的适形涂料。它是一种高分子弹性体,在 $-65\sim+200^{\circ}\text{C}$ 温度范围内,可以长期保持弹性,减震性好。该涂料具有优良的电气性能和化学稳定性,能耐水、耐臭氧、耐气候老化,颜色为无色透明体,固化过程不产生低分子化合物。为了提高航空电器产品的性能,我们对它进行了高温性能,高、低温冲击,粘接能力和28

天防霉性能等应用性研究,然后用于航空电器产品。几年应用实践证明,用它来灌封航空电器产品,能达到防潮、防震、稳定参数的目的。由于在固化过程中产生的反应热非常微小,因而能保证在固化时不会因放热效应而损坏电子元件。并且由于线收缩率小、机械性能好,可用于无壳封装,既可减轻重量,又能简化制造工序。由于这种涂料透明性好,灌封后里面的线路和电器元件的外表和数字等清晰可见,因而当某个元件损坏时,只要切除它附近的涂料,就能很容易更换元件,再进行局部灌封,外表又可恢复原样。用它灌封的组合电器产品,经使用证明,性能很好,用户非常满意。灌封产品样件见图1和图2。

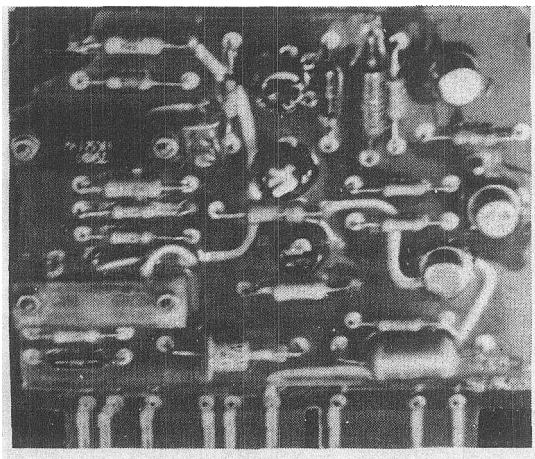


图1

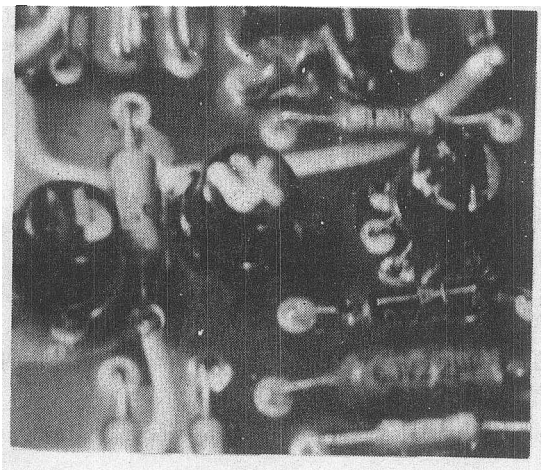


图2

三、涂料性能及使用方法

1.性能

- (1) 外观: 无色透明
- (2) 运动粘度: 25°C , $5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s} \sim 7 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$
- (3) 凝胶时间: 25°C , 不大于24h
 70°C , 不大于2h
- (4) 扯断强度: $>4 \cdot 4 \text{MPa}$
- (5) 扯断延伸率: $>80\%$
- (6) 邵氏 A 硬度: >35 度
- (7) 对铝剪切强度: $>2.0 \text{MPa}$
- (8) 防霉性能: 28 天, 不大于 1 级
- (9) 体积电阻系数: $>1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$
- (10) 介电系数: (1MHz) <3.3
- (11) 介质损耗角正切: (1MHz) <0.003
- (12) 击穿强度: (50Hz)、 $\text{kV}/\text{mm} >15$

2. 使用方法

(1) 清理: 在使用前, 首先要将被灌封、涂覆和粘接的元件及线路板表面进行清洗, 以除去表面的油污和其它杂质, 特别要用酒精等溶剂仔细洗净松香等助焊剂。

(2) 配胶: 按工件大小计算好材料用量, 用台秤精确称量, 将两组份在干净的烧杯中充分混合均匀, 在真空中排除胶液中的气泡。

(3) 灌封、涂覆: 将胶料逐步灌入到电器产品中或对电器产品表面进行涂覆或粘接。对要求较高的产品, 在灌封好后还要再次进行真空排除气泡, 然后进行硫化。

(4) 硫化: 室温熟化型胶料灌好后置于干净的房间中即可自行硫化; 中温熟化型胶料则需按规定的温度和时间进行硫化。

3. 注意事项

(1) 凡是与胶料接触的表面必须清洁, 不能使胶料和含有氮、硫、磷的化合物以及金属有机盐(焊药等材料中易存在)接触, 否则胶料不能硫化。同时, 施工场地应该清洁, 空气污染也会影响胶料硫化, 特别对室温熟化型更应注意。

(2) 硫化时间和温度关系很大, 温度高, 则硫化时间缩短。但要注意元件的热稳定性, 以防温度过高, 损坏电器元件。

4. 存在问题

(下转第 45 页)

50℃。

这种钢是一种在低温下使用的高张力钢,具有优良的低温韧性,可在铸造后直接热轧而不必重新加热,也不用 Ti 系杂质作为转变晶核,而是用氧化物系列杂质取代。

核反应堆用低氮奥氏体不锈钢

据英国德温特《化学专利文摘》1988 年第 44 期(周刊)报道,欧洲共同体公布了一项低氮奥氏体不锈钢专利(专利号 EP288245, 1988 年 10 月 26 日公布)。

这种新型的奥氏体不锈钢含 N 量 $<0.05\%$, 含 P $<0.005\%$, Si $<0.05\%$, S $<0.005\%$ 。

过去,在轻水核反应堆芯的结构元件中,因发生辐射会加速不锈钢的应力腐蚀裂纹的形成。使用这种新型的奥氏体不锈钢可减少结构元件的应力腐蚀裂纹。

在反应堆的中子源稳定器中,现在至少有一种金属材料是用这种新型奥氏体不锈钢制成的。这种钢是一种在光学上很稳定的不锈钢,抗辐照,在压水及沸水反应堆中用作金属包覆层和中子源稳定器。

由于这种不锈钢的含氮量低,可减少对晶间应力腐蚀裂纹的灵敏度。

摩托车轮箍用新型铝合金

据英国德温特《化学专利文摘》1988 年第 44 期(周刊)报道,日本 1988 年 9 月 27 日公布了一项摩托车轮箍用铝合金专利(专利号 J6 3230844)。

该合金的成分为:

Mg 0.45~0.9%, Si 0.20~0.60%, Cu 0.1~1.0%, Cr 0.10~0.40%, Mn 或 Zr 0.05~0.6%,

(上接第 23 页)

(1) 这种涂料的价格较贵,灌封后产品性能提高了,但产品成本也提高了。

(2) 元件焊接时离印刷线路板的板面不能太高。目前由于对这种涂料的功能认识不一致,缺乏统一的控制标准,往往是焊接元件太高,带来下列弊病:

1) 由于元件焊得太高,必须人为地增加适形涂料的厚度。这样不但增加了原材料的消耗量,提高了成本,而且增加了电器产品的重量。

2) 涂层越厚,越易流失,对防漏夹具和操作带

Fe $<0.35\%$, 其余为 Al。

合金具有高的抗拉强度:

σ_b 26.0~28.9 kgf/mm² (255~283MPa)

$\sigma_{0.2}$ 23.9~26.4 kgf/mm² (234~258MPa)

延伸率 18.8~20.2%,因而具有良好的可加工性能,容易形成形状复杂的轮辐孔。

用于测力传感器元件的铝合金

据英国德温特《化学专利文摘》1988 年第 44 期(周刊)报道,日本于 1988 年 9 月 22 日公布了一项铝合金专利(专利号 J6 3227737)。

该合金的成分(重量%)为: 0.1~2.0%Ni, 至少含 0.05~3.0% Mg, 0.01~5.0% Cu, 0.01~3.0%Si, 其余为 Al。

合金中也可含 0.01~0.3%Zr, 0.01~1.5%Fe, 0.01~0.5%Cr, 0.1~1.0%Mn。

合金具有低的杨氏弹性模量温度相关性(效应),因而可用作测力传感器元件。

耐蚀铝合金复合板材

据英国德温特《化学专利文摘》1988 年第 44 期(周刊)报道,日本于 1988 年 9 月 22 日公布了一项铝合金复合板材专利(专利号 J6 3227738)。

复合板材的表层为纯铝(纯度 99.5%,其余为杂质)。芯部材料的成分为: 0.3~1.5%Mn, 0.1~1.5%Cu, 0.4~2.0%Mg, 0.05~0.15%Si, 0.05~0.5%Fe, 其余为 Al。

芯部和表层在 1.0%NaCl 水溶液中存的点腐蚀电势差为 30~100mV。

这种复合板材对碳钢具有良好的抗电池腐蚀性和良好的阴极保护效应,可用来制作金属管壳元件,特别适于制作端部是开口型的金属管壳。

来困难,增加了工艺费用。

3) 胶层太厚,对损坏元件的更换及更换后涂层的修补工作带来困难。

适形涂料是近十多年来发展起来的新型材料,对提高电器产品的性能,增加可靠性有着重要的意义。国外已大量采用,国内目前由于价格昂贵,只能在特殊要求的军品上使用。随着工业生产的发展,不但要在军工产品上使用,民用产品上也应推广应用,以使我国电器产品早日赶上世界先进水平。