

# 电子元器件表面化学防护效果的测定研究

黄萃豪, 黄萃名, 郑玉文

(中航工业西安航空计算技术研究所, 西安 710068)

**摘要:** 目的 研究电子元器件表面化学防护的方法。方法 应用选择性涂覆设备进行研究并优化工艺条件,选择丙烯酸清漆和稀释剂的体积混合比例从1:0.2到1:1进行实验,在100 mm/s的喷涂速度下,喷涂印制板的过程在0.5 min内完成,喷涂的相对标准偏差不超过 $\pm 0.005$  mm。结果 涂层厚度可控制在25~75  $\mu\text{m}$ 的范围内,符合国际标准ICP-CC-830的要求,涂层具有较好的流平性,无气泡、针孔和絮状物,无雾化等。结论 这种方法可以成功地应用于印制板上电子元器件表面的化学防护。该方法具有涂覆准确性高,有毒稀释剂消耗量低,涂覆效果好,经济环保等特点。

**关键词:** 电子元器件表面化学防护;印制板涂层;抗恶劣环境

**DOI:** 10.7643/issn.1672-9242.2014.01.009

**中图分类号:** TQ630 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2014)01-0045-03

## Study on the Determination of Electronic Components Surface Chemical Protective Effect

HUANG Cui-hao, HUANG Cui-ming, ZHENG Yu-wen

(Aeronautics Computing Technique Research Institute, Xi'an 710068)

**ABSTRACT:** **Objective** To study the method of surface chemical protection of electronic components. **Methods** Using conformal coating equipment to research and optimization of the process conditions. Mixing ratio of acrylic varnish and diluent were from 1:0.2 to 1:1, at the dispense speed of  $100\text{mm s}^{-1}$ , a complete process could be performed within 0.5 minute, with a relative standard deviation of less than  $\pm 0.005\text{mm}$ . **Results** The coating thickness can be controlled in the range of 25~75 $\mu\text{m}$ , consistent with the requirements of international standard ICP-CC-830, the coating has good leveling property, no bubbles, pinhole and floc, no atomization. **Conclusion** This method can be successfully applied to the surface chemical protection of electronic components on the printed circuit board. The method has high accuracy, low consumption of toxic diluent, good coating effect, economy and environmental protection etc. characteristics.

**KEY WORDS:** chemical protection of components surface; printed circuit board coating; resistance to harsh environment

收稿日期: 2013-08-02; 修订日期: 2014-01-09

**Received:** 2013-08-02; **Revised:** 2014-01-09

**作者简介:** 黄萃豪(1979—),女,江苏无锡人,硕士,工程师,主要研究方向为电子模块的防护设计。

**Biography:** HUANG Cui-hao (1979—), Female, from Jiangsu Wuxi, Master, Engineer, Research focus: protection design of electronic module.

电子模块对于抵抗各类恶劣环境的要求日益增高,因此,建立高性能的表面防护技术是非常必要的。同时涂层的厚度也对防护性能起着重要的影响。涂层太薄起不到防护作用,涂层太厚,影响电子元器件性能,所以涂层必须控制在 $100\ \mu\text{m}$ 以下。文中研究并优化了工艺条件,通过对丙烯酸和稀释剂二甲苯的配比进行实验,得到了良好的涂层。同时,对影响涂层效果的各种因素进行了分析研究<sup>[1-14]</sup>。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

采用SC-300选择性涂覆设备,开启设备及控制电脑,启动ECXP软件,在操作界面下,进入编辑界

面。编辑电路板长宽尺寸,设定安全的涂覆高度和涂覆速度,进入生产界面进行生产。

### 1.2 试剂

实验试剂均为分析纯,实验中使用的水为二次蒸馏水。储备液为丙烯酸清漆,分析液用稀释剂稀释得到。丙烯酸的性能指标见表1。

### 1.3 样品准备

丙烯酸清漆:稀释剂(丙烯酸清漆粘度配比)为1:0.2,1:0.3,1:0.4,1:0.5,1:0.6,1:0.8,1:1。

### 1.4 涂覆工艺参数

经调试,选择性涂覆设备SC-300工艺参数见表2。

表1 丙烯酸性能指标

Table 1 Acrylic performance index

| 性能  | 体电阻率               | 相对介电系数 | 损耗角正切 | 工作温度/℃    | 固化时间/h | 热膨胀系数     |
|-----|--------------------|--------|-------|-----------|--------|-----------|
| 丙烯酸 | $2 \times 10^{14}$ | 3.8    | 0.027 | -40 ~ 130 | 96(室温) | 5.0 ~ 9.0 |

表2 选择性涂覆设备SC-300工艺参数

Table 2 Selective coating equipment of SC-300 parameters

| 系统<br>气压/Pa | 参数设置<br>X/cm | 参数设置<br>Y/cm | 参数设置<br>Z/cm | 液体<br>气压/Pa | 控制液压<br>范围/Pa | 最大流动<br>体积/(L·min <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|-----------------------------------|
| 550         | 0.00         | -0.35        | -1.24        | ≤1720       | 34-690        | 5.3                               |

## 2 结果与讨论

### 2.1 喷涂压力对涂层厚度的影响

设定喷涂压力从34.5 ~ 345 Pa进行试验。由实验结果发现,在一定范围内涂层厚度和喷涂压力成正比。综合考虑喷涂效果,选用压力172 Pa。

### 2.2 涂覆高度对涂层厚度的影响

涂覆高度从20 ~ 40 mm进行试验,实验结果发现,在一定范围内涂覆高度和涂层厚度成正比。综

合考虑涂覆效果,选用涂覆高度为30 mm。

### 2.3 喷涂速度对涂层厚度的影响

对喷涂速度进行试验。实验结果发现,在一定范围内喷涂速度和涂层厚度成反比。因此选择50 ~ 100 mm/s作为最佳的涂覆速度。

### 2.4 粘度比对涂层效果的影响

对丙烯酸清漆粘度配比进行试验。丙烯酸清漆和稀释剂的混合比例为1:0.2,1:0.3,1:0.4,1:0.5,1:0.6,1:0.8,1:1。实验结果列于表3。丙烯酸清漆粘度配比1:1或超过1:1均达到了良好的涂层效果,

考虑到降低有毒稀释剂的消耗量,选择粘度配比为 1:1。

表3 丙烯酸清漆粘度(配比)对涂层效果的影响

Table 3 Acrylic varnish viscosity (ratio) influence on the coating effect

| 粘度(配比)                                 | 流平性 | 均匀情况           | 雾化情况 | 涂层厚度/ $\mu\text{m}$ |
|----------------------------------------|-----|----------------|------|---------------------|
| 丙烯酸清漆                                  | 差   | 有气泡            | 严重   |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.2)$ | 较差  | 有气泡            | 较严重  |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.3)$ | 较差  | 有气泡            | 较严重  |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.4)$ | 较差  | 有气泡            | 较严重  |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.5)$ | 较差  | 有气泡            | 较轻   |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.6)$ | 较好  | 有气泡            | 较轻   |                     |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:0.8)$ | 较好  | 较均匀            | 无    | $50 \pm 25$         |
| $V_{\text{丙烯酸}}:V_{\text{稀释剂}}(1:1)$   | 好   | 均匀,无气泡、针孔、絮状物等 | 无    | $50 \pm 25$         |

## 2.5 喷头模式

针对采用的胶水特性选择合理的喷头模式,对3种喷涂模式进行实验,柱状喷涂模式取得了良好的涂层效果。

## 2.6 测量

按照上述最佳实验条件,一次喷涂的涂层厚度可控制在 $(25 \pm 10) \mu\text{m}$ 的范围内,二次喷涂的涂层厚度可控制在 $(50 \pm 20) \mu\text{m}$ 的范围内,达到了最佳涂层效果,有毒稀释剂的消耗量最低。

## 2.7 实验中问题的处理方法

1) 涂层中有气泡。如果涂层中有很多的气泡且气泡大小均匀。在室温下,气泡将部分消失。出现这种问题可能是涂料量不足,导致空气进入薄涂层。它可以用下面的方法来解决:提高涂料的压力,减少涂层厚度。如果气泡和针孔的直径太大,或只有部分地方有气泡和针孔,应该考虑印制板不洁净,管道或涂料有杂质。出现气泡的另一个可能性是:当涂层涂覆宽度太窄(小于5 mm),涂层一层叠着一层,会将气体带入前一层,导致在涂层表面产生气泡,这种情况可以通过增加涂层涂覆的宽度和提高喷涂速度来解决<sup>[15]</sup>。

2) 涂层不均匀。当涂层不均匀,厚度变化大,可考虑以下2个方面的原因:喷涂后每个局部平整

度较好,其原因可能是印制板本身的粗糙,或设备上的污垢导致印制板不水平,或设备本身不是水平;喷涂后,整体不均匀。除了上述的原因外,还有一个原因是涂料太少。在这种情况下,应增强喷涂压力或降低速度或减少涂层涂覆宽度来解决。

## 3 结语

化学防护结合选择性涂覆技术的突出优点包括工艺简单、高效,试剂消耗少,涂覆的灵敏度高。防护性能令人满意,,不仅适用于精密涂覆也适用于大规模生产。

### 参考文献:

- [1] MEDGYES B K, RIPKA G. Qualifying Methods of Conformal Coating Used on Assembled Printed Circuit Board[J]. ISSE 2007, 30: 429—433.
- [2] SUPPA M Conformal Coatings and Their Increasing Importance for a Safe Operation of Electronic Assemblies [J]. Circuit World 2007, 33:60—67.
- [3] HUNTIL C, MENSAH A. Determing Conformal Coating Protection [J]. Soldering & Surface Mount Tecnology, 2006, 18:38—47.
- [4] KOKKO K, HARJUNPAA H. Effects of Conformal Coating on Anisotropically Conductive Adhesive Joints;A medical perspective [J]. Soldering & Surface Mount Tecnology. 2009, 21(4):4—11.

(下转第53页)

- 用[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- WANG Fu-jun. Computational Fluid Dynamics analysis-Principles and applications of CFD software [M]. Beijing: Tsinghua University Publishing House, 2004.
- [8] 陶文铨. 数值传热学(第二版)[M]. 西安:西安交通大学出版社, 2001: 353—364.
- TAO Wen-quan. Numerical Heat Transfer (Second Edition) [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Publishing House, 2001: 353—364.
- [9] ZHAI Zhi-qiang, CHEN Qing-yan. Numerical determination and treatment of convective heat transfer coefficient in the coupled building energy and CFD simulation[J]. Building and Environment, 2004(39): 1001—1009.
- [10] 赵彬, 李先庭, 彦启森. 室内空气流动数值模拟的风口模型综述[J]. 暖通空调HV&AC, 2000, 30(5): 33—37.
- ZHAO Bin, LI Xian-ting, YAN Qi-sen. Review of Air Supply Opening Models in Numerical Simulation of Indoor Air Flow [J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2000, 30(5): 33—37.
- [11] HAZIM B Awbi. 建筑通风[M]. 李先庭, 赵彬译. 北京: 机械工业出版社, 2011: 344—346.
- HAZIM B Awbi. Ventilation of Buildings (Second Edition) [M]. LI Xian-ting, ZHAO Bin Translated. Beijing: China Machine Press, 2011: 344—346.
- [12] 赵彬, 李先庭, 彦启森. 入口紊流参数对室内空气分布的影响研究[J]. 建筑热能通风空调, 2000(1): 1—4.
- ZHAO Bin, LI Xian-ting, YAN Qi-sen. Influence of Turbulence Parameters at Supply Opening on Indoor Air Distribution [J]. Building Energy & Environment, 2000(1): 1—4.
- [13] GB/T 5170.5—2008, 电工电子产品环境试验设备检验方法-湿热试验设备[S].
- GB/T 5170.5—2008, Inspection Methods for environmental testing equipments for electric and electronic products—Damp heat testing equipments[S].
- [14] 李兆坚. 环境室传热特性研究[J]. 制冷学报, 1994(3): 17—21.
- LI Zhao-jian. Research on Heat Transfer Characteristics of Environment Chamber [J]. Journal of Refrigeration, 1994(3): 17—21.
- [15] 吴志勇. 环境试验箱围护结构传热研究[J]. 装备环境工程, 2007, 4(5): 51—56.
- WU Zhi-yong. Study on Heat Transfer of Exterior Protected Construction of Environmental Test Chamber [J]. Equipment Environment Engineering, 2007, 4(5): 51—56.

(上接第47页)

- [5] ZOU L, HUNT C. A New Conformal Coating Adhesion Test for Electronic Assemblies [J]. Soldering & Surface Mount Technology, 2012, 24(1): 12—21.
- [6] CHRISTOPHER H, ANGELA M, ANTHONY B. Determining Conformal Coating Protection [J]. Soldering & Surface Mount Technology, 2006, 18(4): 38—47.
- [7] KOKKO K, HARJUNPAA H, PEKKA H. Composite Coating Structure in an Implantable Electronic Device [J]. Soldering & Surface Mount Technology, 2009, 21(3): 24—29.
- [8] KOKKO K, HARJUNPAA H, ACF joined flip chip components with conformal coating [C]. EMPC, 2009.
- [9] HILDRETH O, WONG C P. Improved Method to Evaluate the Adhesion Properties of Thin Film Conformal Coatings [C]. IEEE 59th Electronic Components and Technology Conference, 2009.
- [10] LICARI J. Coating Materials for Electronic Applications: Polymers, Processes, Reliability, Testing [C]. William Andrew Publishing, New York, Chapter 2, 2003: 65—278.
- [11] KEVIN J. Selective Spray Coating System [J]. Micro, 2005, 23: 22—25.
- [12] 侯彬. 军事电子设备的三防设计[J]. 装备环境工程, 2009, 6(5): 18—22.
- HOU Bin. Three Proof Design of Military Electronic Equipment [J]. Equipment Environmental Engineering, 2009, 6(5): 18—22.
- [13] 范民, 周广宴. 军用电子设备三防技术研究[J]. 装备环境工程, 2009, 4(6): 30—33.
- FAN Min, ZHOU Guang-yan. Study on The Protection Technology for Military Electronic Equipment [J]. Equipment Environmental Engineering, 2009, 4(6): 30—33.
- [14] 黄萍, 张静. 印制板组件三防涂覆研究[J]. 电子工艺技术, 2007, 23(6): 56—58.
- HUANG Ping, ZHANG Jing. Study on Coating of Printed Circuit Board Assembly [J]. Electronic Technology, 2007, 23(6): 56—58.
- [15] 田芳. 防护技术与仪器[J]. 电子工艺技术, 2006, 27: 108—110.
- TIAN Fang. Protection Technology and Instrument [J]. Electronic Technology, 2006, 27: 108—110.