



IPC-9691B CN

# IPC-TM-650 测试方法2. 6. 25耐导电 阳极丝 (CAF) 及其他内部电化学迁 移 (ECM) 测试用户指南

If a conflict occurs  
between the English  
and translated versions  
of this document, the  
English version will  
take precedence.

本文件的英文版本与翻  
译版本如存在冲突，以  
英文版本为优先。

由IPC清洗和涂敷委员会（5-30）电化学迁移任务组（5-32e）开发

取代：

IPC-9691A-2007年8月

鼓励本标准的使用者参与未来修订版的开发。

联系方式

**IPC**

3000 Lakeside Drive, Suite 105 N  
Bannockburn, IL 60015-1249  
Tel+1 (847) 615-7100  
Fax +1 (847) 615-7105

IPC 中国

电话：400-621-8610

邮箱：BDAChina@ipc.org

网址：www.ipc.org.cn

青岛 上海 深圳 北京 苏州 成都

# 目录

<b>1 范围</b>	1	图4-3 两张镀覆通孔之间的失效图片	2
<b>2 背景</b>	1	图4-4 失效照片分析显示在非常靠近的镀覆孔之间疑似	2
<b>3 目的</b>	1	图6-1 层压材料的切片SEM显微图	4
<b>4 介绍</b>	1	图6-2 在扫描电镜下观察切片图	4
<b>6 其他的内部ECM模型</b>	4	图8-1 镀覆孔的典型铜芯吸	6
<b>7 内部ECM风险增加的趋势</b>	5	图8-2a 内部分离[感谢供图]	6
<b>8 CALCE中心调整后的CAF失效模型</b>	6	图8-2b 由于钻孔造成的损坏和芯吸[感谢供图]	6
<b>9 内部ECM测试载体设计</b>	7	图9-1 IPC-9253测试附连板A区域	7
9.1 印制板厚度和叠层	7	图9-2 B区域导通孔测试图样	7
9.2 通孔模式和钻孔参数	8	图9-3 阻焊膜和金属之间的间隙会创造一个截留污染物的路径	9
9.3 阻焊膜	8	图9-4 ECM测试附连板上潜在的阻焊膜异常	9
9.4 表面处理	12	图9-5 有些表面缺陷很难发现	10
<b>10 内部ECM测试样品板的制备及测试</b>	13	图9-6 由于严重的枝晶生长造成	11
<b>11 内部电化学迁移测试数据格式</b>	14	图9-7 左图：此图形象地阐述了导通孔填塞和覆盖可以有效的消除腐蚀	11
<b>12 内部ECM测试间距数据分析</b>	15	图9-8 左图：阻焊油墨填塞导通孔中出现的典型的空洞和不完全填充	12
<b>13 样品数量</b>	16	图13-1 印制板厂生产的表面处理为化学镍金（ENIG）的TB38A测试板	16
<b>14 CAF测试结果与预期的现场寿命</b>	18	图13-2 直线排列的梳形电路示意图	17
<b>15 耐内部电化学迁移描述</b>	18	图13-3 施加有偏压的一对导通孔剖面示意	17
<b>16 测试地点</b>	19	图13-4 交错排列梳形电路的示意图	17
<b>18 影响耐内部电化学迁移的因素</b>	22	图13-5 环境试验箱内的CAF测试附连板	17
<b>19 结论</b>	26	图15-1 典型的CAF失效电气效应实例	19
<b>20 总结</b>	27	图17-1 说明抛光定位CAF的切片示意图	20
<b>附录A 其它耐内部ECM或者CAF测试板/附连板</b>	28	图17-2 “击穿”的范例图片	20
<b>图</b>			
图4-1 内部导电丝范例 [图片由Matsushita提供]	1		
图4-2 同一个导电丝的两种显微剖切图	2		

图17-3 空心纤维（被电化学迁移产生的铜沉积填充）	21	表11-1 常用的SIR电阻数据报告	14
图17-4 条痕（由于玻璃纤维束与树脂润湿差导致的“三角点”）	21	表11-2 表11-1数据	15
图18-1 导通孔孔壁间距对TTF的影响	22	表12-1 常用的双氰胺固化FR-4层压板材料 SIR电阻数据的测试结果	16
图18-2 对于2113和2116玻璃布增强层压板， 导通孔排布对TTF的影响	22	表18-1 为了比较表面涂层所选择的附连板条件	21
图18-3 表面处理对TTF的影响	23	表18-2 为了比较钻孔参数所选择的附连板条件	23
图18-4 钻孔机进刀速度的影响	23	表18-3 为比较再流焊条件所选择的附连板条件	24
图18-5 再流焊的影响	24	表18-4 为比较制造地点所选择的附连板条件	24
图18-6 印制板厂的影响	24	表18-5 为比较材料T <sub>g</sub> 所选择的附连板条件	25
表18-3 为比较再流焊条件所选择的附连板条件	24	表18-6 为比较增强材料所选择的附连板条件	25
图18-7 材料T <sub>g</sub> 的影响	25	表18-7 为比较CAF配方所选择的附连板条件	26
图18-8 增强材料的影响-印制板厂A, 钻孔机1, NiAu(ENIG)表面处理	25		
图18-9 耐CAF与不耐CAF的层压板TTF数据	26		
图A-1 Lenovo/IBM CAF测试载体	29		
图 A-2 ALU MRT-6 CAF 测试载体	30		
图 A-3 ALU CAF-2 测试载体	31		
图 A-4 Cisco Sipedon CAF 测试载体	32		

## 表

表7-1 镀覆孔孔壁间的间距趋势	5
表9-1 常见半固化片玻纤编织种类的树脂-玻纤含量	8

# IPC-TM-650 测试方法2.6.25 耐导电阳极丝 (CAF) 及其他内部电化学迁移 (ECM) 测试用户指南

## 1 范围

本文件是IPC电化学迁移 (ECM) 技术组的成果。本文件的目的是为如何更好地使用IPC-TM-650测试方法2.6.25《耐导电阳极丝 (CAF) 测试》以及其他内部电化学迁移 (ECM) 测试提供指南，以评估机械应力、层压板材料断裂、离子污染、压合层压板前湿气含量以及其它材料加工特性在层压材料中形成的导电路径，例如导电阳极丝 (CAF)，一种特殊类型的ECM失效模式，对测试结果的影响。该内部ECM测试方法提供了一个已经证实的标准，用于确定由于通孔偏移从而显著降低内部导体间绝缘电阻情况的风险，该现象发生在层压板内部，而不是在印制板的表面上。

## 2 背景

近年来，随着电路板设计在减少间隙、尺寸和/或更高电压方面的进步，行业中的内部电化学迁移 (ECM) 责任关注有所增加。ECM失效描述了导致内部绝缘电阻下降的任何现象，包括导电阳极丝 (CAF) 的形成，弱聚合物树脂键合，空心纤维，树脂与增强玻璃纤维的润湿性差，外来杂质或污染，孔壁粗糙以及镀覆孔中过度的芯吸。通过测试附连板在温度、湿度和偏压条件下的绝缘电阻是用来检查这些缺陷的方法。鼓励本文件的用户可以去熟悉IPC-9201《表面绝缘电阻手册》，以便更好地区分内部ECM失效和可能与之混淆的表面绝缘电阻 (SIR) 失效。

## 3 目的

本用户指南基于对以下三个产品目标的了解，提出关于确定通过/失效准则的测试问题：

- a) 长期可靠性要求是什么？
- b) 在给定电压下，要求最小间距为多少？
- c) 评估内部ECM失效风险。

## 4 介绍

内部电化学迁移 (ECM)，包括发生在印制板内部的导电丝生长，并可能在显微镜下可见或不可见。它往往是由于相邻层压材料的断裂或缺损（即“pathway”路径），导致其形成。图4-1, 4-2, 4-3, 4-4显示了可见的导电丝生长范例，在选定的温度、湿度以及偏压条件下确定多层板内部要素之间的可靠性时，可能会失效。

图4-1中所示的高倍率照片，显示了PCB去掉第一层（顶层）后，在其镀覆孔与第2层的接地层之间暴露出一个几乎短路的状况。

如果树脂/增强材料粘接强度和抗机械应力降低，不良的层压和/或有缺陷的半固化片材料可能促成导电细丝的形成或早期的测试失效。

图4-2给出了同一个导电丝的两种显微剖切图，其失效分析显示出从孔壁到第3层电路层几乎短路的情况。

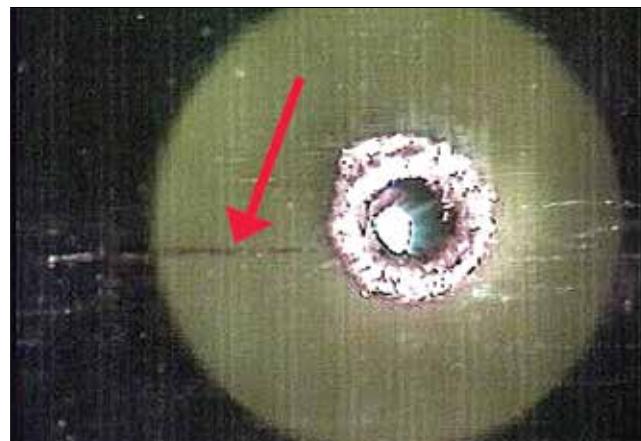


图4-1 内部导电丝范例 [图片由Matsushita提供]