



ASSOCIATION CONNECTING  
ELECTRONICS INDUSTRIES®

IPC-9691A CN

# IPC-TM-650 测试方法2.6.25 耐 导电阳极丝（CAF）测试（电 化学迁移测试）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-9691 – 2005年10月

鼓励本标准的使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

IPC  
3000 Lakeside Drive  
Suite 309S  
Bannockburn, Illinois  
60015-1249  
Tel 847 615.7100  
Fax 847 615.7105

IPC 中国  
电话：400-621-8610  
+86-21-2221-0000  
邮箱：BDACHina@ipc.org  
网址：www.ipc.org.cn  
上海 青岛 深圳 北京 苏州 成都

# 目 录

1 范围 .....	1	图8-1 A区域: 镀覆导通孔在X、Y轴向上 .....	5
2 背景 .....	1	图8-2 B区域: 镀覆导通孔在对角上 .....	5
3 目的 .....	1	图12-1 印制板厂生产的表面涂层为NiAu (ENIG)的TB38A测试板 .....	9
4 介绍 .....	1	图12-2 串联排列的梳形电路示意图, 其中标出了可能的失效位置 .....	9
5 什么是导电阳极丝的生长? .....	2	图12-3 施加有偏压的一对导通孔剖面示意 .....	9
6 CAF风险增加的趋势 .....	3	图12-4 交错排列梳形电路的示意图, 其中标出了可能的失效位置 .....	10
7 CALCE中心调整后的CAF失效模型 .....	4	图12-5 环境试验箱内的CAF测试附连板 .....	10
8 CAF测试载体设计 .....	4	图14-1 典型的CAF失效电气效应实例 .....	11
9 CAF测试板样品制备及测试 .....	5	图16-1 说明抛光定位CAF的切片示意图 .....	12
10 CAF测试数据格式 .....	6	图17-1 导通孔孔壁间距对TTF的影响 .....	12
11 CAF间距数据分析 .....	8	图17-2 对于2113和2116玻璃布增强层压板, 导通孔排布对TTF的影响 .....	12
12 样品数量 .....	9	图17-3 表面涂层对TTF的影响 .....	13
13 有关CAF测试结果与预期的现场寿命 .....	10	图17-4 钻孔机进刀速度的影响 .....	13
14 耐CAF描述 .....	11	图17-5 再流焊的影响 .....	14
15 测试地点 .....	11	图17-6 印制板厂的影响 .....	14
16 CAF失效定位 .....	11	图17-7 材料 $T_g$ 的影响 .....	14
17 耐CAF的影响因素 .....	12	图17-8 增强材料的影响-印制板厂A, 钻孔机1, NiAu (ENIG) 表面涂层 .....	15
18 结论 .....	15	图17-9 耐CAF与不耐CAF的层压板TTF数据 .....	15
19 总结 .....	16		
		<b>表</b>	
		表6-1 镀覆孔孔壁间距趋势 .....	3
		表10-1 常用的SIR电阻数据报告 .....	7
		表10-2 表10-1数据, 每组CAF分析已分类 .....	8
		表11-1 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 .....	9
		表17-1 为了比较表面涂层所选择的附连板条件 .....	13
		表17-2 为了比较钻孔参数所选择的附连板条件 .....	13
		表17-3 为比较再流焊所选择的附连板条件 .....	14
		表17-4 为比较制造地点所选择的附连板条件 .....	14
		表17-5 为比较材料 $T_g$ 所选择的附连板条件 .....	14
		表17-6 为比较增强材料所选择的附连板条件 .....	15
		表17-7 为比较CAF标识所选择的附连板条件 .....	15
<b>图</b>			
图4-1 导电丝范例 <sup>a</sup> .....	1		
图4-2 同一个导电丝的两种显微剖切图 <sup>b</sup> .....	2		
图4-3 失效照片分析显示在非常靠近的镀覆孔之间疑似CAF失效 <sup>c</sup> .....	2		
图7-1 镀覆孔的典型铜芯吸 .....	4		

## IPC-TM-650 测试方法2.6.25 耐导电阳极丝 (CAF) 测试 (电化学迁移测试) 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》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对耐导电阳极丝 (CAF) 测试方法结果的影响。本CAF测试方法提供了已经证实的标准, 用于评估印制板内部而非其表面的温度、湿度和偏压 (THB) 的失效风险, 通常细丝会沿着树脂和层压板增强材料之间的界面形成。

### 2 背景

1976年, 贝尔 (Bell) 实验室和雷神 (Raytheon) 公司的研究人员同时发现了导电阳极丝的形成。贝尔实验室测试挠性环氧树脂基板的研究人员 [1, 2] 表示, 在温度、高湿度和电压条件下, “贯穿基板短路” 和表面到表面的短路会发生灾难性的失效。雷神公司的Der Marderosian [3] 仅检查出了“贯穿基板短路” 并将这一失效模式称为“击穿现象”。直到1979年, 这一失效模式才被命名为导电阳极丝 (CAF) 的生长。[4]

CAF的生长是电化学产生的导电含铜盐沿着板表面下 (内部) 的环氧树脂/玻璃布的界面从阳极朝着阴极方向生长。随着板设计的不断发展, 板的尺寸不断减小和/或电压不断升高, 行业内对CAF可靠性的关注越来越多。

CAF形成的机理是在湿气和偏压存在的条件下, 受浓度差和pH值差的影响, 铜 (Cu) 离子发生迁移和铜盐沉积。CAF的导电通道是一种盐从阳极开始的生长, 与此相比, 印制板表面上枝晶状生成物是金属离子沉积在阴极上 [5]。CAF主要与机械钻孔相关, 机械钻孔会切断玻璃束中的玻璃增强纤维, 使纤维和环氧树脂之间的缝隙会吸收后续制程的化学物质。

鼓励本文件的用户熟悉IPC-9201《表面绝缘电阻手册》, 以便了解影响电化学迁移 (ECM) 的因素。

### 3 目的

本用户指南依据对以下三个产品目标的了解, 对判断通过/失效准则提出了一些测试问题:

- 长期可靠性要求是什么?
- 在给定电压下, 要求最小间距为多少?
- 在给定间距的要素间, 最大安全电压是多少?

### 4 介绍

在显微镜下能看见较大导电丝的生长, 通常是由于一些相邻的层压材料断裂或缺陷导致其形成。这类可见的导电丝生长见下面图例。仅图4-3显示出了一个真正的氯铜盐细丝, 但是, 图4-1、图4-2和图4-3中给出的示例在选定的温度、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, 都可能会失效。

图4-1中所示的高倍率照片, 显示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。

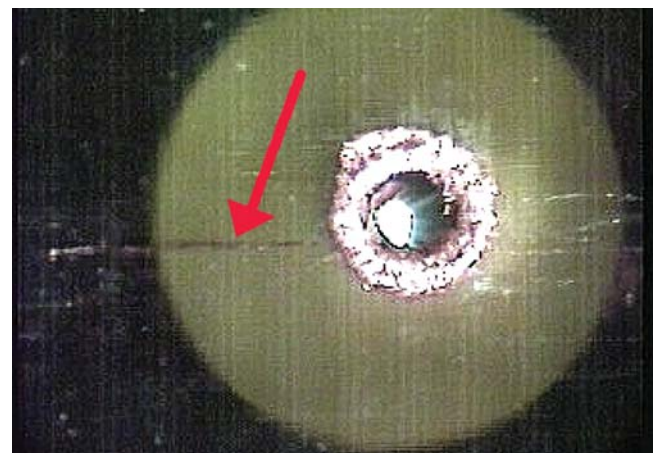


图4-1 导电丝范例<sup>a</sup>