



中华人民共和国国家标准

GB/T 4677—2002
eqv IEC 60326-2:1990

印制板测试方法

Test methods of printed boards

2002-11-25 发布

2003-04-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 引用标准 1

3 目的 1

4 概述 2

5 一般检验 2

6 电气测试 2

7 机械试验 11

8 其他试验 15

9 环境试验 31

附录 A(标准的附录) 试验方法索引 44

附录 B(提示的附录) 镀覆孔的放气试验(非破坏性) 48



前 言

本标准等效采用国际电工委员会 IEC 60326-2:1990《印制板 第2部分:测试方法》及其第一次修正案 IEC 326-2 AMD 1:1992,其技术内容和编排格式上与之等效。

本标准涉及印制板的测试方法,其引用的文件、规定的技术参数和所采用的试验方法先进、合理,符合我国国情。

本标准是对 GB/T 4677.1~4677.23—1988《印制板测试方法》、GB/T 4825.1—1984《印制板导线局部放电测试方法》、GB/T 4825.2—1984《印制板导线载流量测试方法》、GB/T 7613.1—1987《印制板导线耐电流试验方法》、GB/T 7613.2—1987《印制板表面耐电压试验方法》和 GB/T 7613.3—1987《印制板金属化孔耐电流试验方法》的修订。为便于使用,本标准将原系列标准进行了统一分类。如将原 GB/T 4677.1 编在本标准中的 6.4.1 电气试验中;将原 GB/T 4677.4 编在了本标准的 7.1 中;将原 GB/T 4677.23 编在 8.4 其他试验中等。另外,在标准中还增加了原标准中所没有的技术内容,如在 8.3.2 显微剖切中增加了对试样的不适用的测量范围和对试样研磨抛光的要求、检验方法、检验要素以及规定的细目等几个部分。

本标准与 IEC 60326-2 的主要技术差异在于:增加了印制板阻燃性能的测试方法、印制板表面离子污染测试方法和对试验的标准大气条件下所规定的内容以及附录 A 中的镀覆孔可焊性示意图等。

本标准的附录 A 是标准的附录,附录 B 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国信息产业部提出。

本标准由全国印制电路标准化技术委员会归口。

本标准由信息产业部电子第 15 研究所负责起草。

本标准主要起草人:汤燕闽、楼亚芬、江倩、石磊、张春婷。

中华人民共和国国家标准

GB/T 4677—2002
eqv IEC 60326-2:1990

印制板测试方法

Test methods of printed boards

代替 GB/T 4677.1~4677.23—1988
GB/T 4825.1~4825.2—1984
GB/T 7613.1~7613.3—1987

1 范围

本标准规定的试验方法和程序及其分类适用于印制板,但与印制板的制造方法无关。
本标准所包括的试验方法见附录 A。

2 引用标准

下列标准所包括的条文,通过在本标准中引用而构成本标准条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 1360—1998 印制电路网格体系(idt IEC 97:1991)
GB/T 2036—1994 印制电路术语(neq IEC 194:1988)
GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第1部分:总则(idt IEC 68-1:1988)
GB/T 3131—2001 锡铅钎料(neq ISO 9453:1990)
GB/T 4588.1—1996 无金属化孔单双面印制板分规范(idt IEC/PQC 89:1990)
GB/T 4588.2—1996 有金属化孔单双面印制板分规范(idt IEC/PQC 90:1990)
GB/T 4588.3—2002 印制板的设计和使用(eqv IEC 326-3:1991)
GB/T 4588.4—1996 多层印制板 分规范(idt IEC/PQC 91:1990)
GB/T 4721—1992 印制电路用覆铜箔层压板通用规则(neq IEC 249:1985~1988)
GB/T 4722—1992 印制电路用覆铜箔层压板试验方法(neq IEC 249-1:1982)
GB/T 5169.11—1997 电工电子产品着火危险试验 试验方法 成品的灼热丝试验和导则
(idt IEC 695-2-1/1:1994)
GB/T 5169.5—1997 电工电子产品着火危险试验 第2部分:试验方法 第2篇:针焰试验
(idt IEC 695-2-2:1991)
SJ 20604—1996 挠性和刚挠印制板总规范
SJ/Z 9001.5—1987 基本环境试验规程 第2部分:各种试验 试验 C a: 稳态湿热
SJ/Z 9001.10—1987 基本环境试验规程 第2部分:各种试验 试验 Z/AD: 温度/湿度组合循环试验
SJ/Z 9001.31—1987 基本环境试验规程 第2部分:各种试验 试验 T: 锡焊
SJ/Z 9033—1987 印制板 第一部分:规范制定者通用指南
ISO 标准 3448(1975):工业级液体润滑剂—ISO 粘度等级

3 目的

本标准规定了印制板特性、性能和尺寸评定用的标准试验方法。

4 概述

4.1 试验的标准大气条件

除非另有规定,所有试验应在试验的标准大气条件下进行:

温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $45\% \sim 75\%$;

气压: $86 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ 。

在报告中应说明测量时的环境温度和相对湿度。

当供需双方对测试结果存在争议时,试验应在 SJ/Z 9001.10 中“仲裁条件”之一的条件下进行。

4.2 试样

除非另有规定,试验应使用成品板。

对于特定的测试,要使用附连测试板。

为了使试样能代表成品板,附连测试板可以包含在成品板的在制板上,或者采用与成品板相同的材料和加工工艺生产的单独的综合测试板。生产单独的综合测试板时,它们要均匀分布在具有相当数量的产品中,以得到一个比较好的综合评定。

5 一般检验

5.1 试验 1:目检

目检是在放大或不放大情况下,检查印制板的标识、外观、加工质量、表面涂层、图形等是否符合有关规范的规定。

5.1.1 试验 1a:放大 3 倍

用约 3 倍线性放大镜在合适的光照条件下进行目检。

5.1.2 试验 1b:放大 10 倍

当有规定时,用约 10 倍线性放大镜在合适的光照条件下进行目检。

5.1.3 试验 1c:放大 250 倍

当有规定时,用约 250 倍显微镜进行检验。一般要求显微剖切。

5.2 试验 2:尺寸检验

尺寸检验是指借助测量工具和测量装置测量印制板的实际尺寸是否符合有关规范。

5.2.1 测量工具和装置应具有与被测尺寸和公差相适应的精确性和易读性。外形检验应使用精度不小于 0.02 mm 的游标卡尺或其他适用量具;厚度测量应使用精度不小于 0.01 mm 的千分尺或其他适用量具;孔位、孔径、环宽、导线宽度和间距的检验应使用精度不小于 0.01 mm 的量具。

5.2.2 试验 2a:光学方法

当有规定时,诸如孔和导线边缘缺陷的尺寸测量,应使用具有测量十字线的能够读出 0.025 mm 的光学仪器。

5.2.3 当有规定时,诸如印制板的翘曲度测量,应按照测试方法和(或)详细规范的规定使用量规进行测量。

6 电气测试

6.1 试验 3:电阻

6.1.1 试验 3a:导线电阻

6.1.1.1 目的

确定导线的电阻。

6.1.1.2 试样

应对规定的导线进行测量。被测导线应尽可能长和窄。

6.1.1.3 方法

应选择位于不同位置的两根导线,使用合适的方法测量其电阻。测量误差应不大于5%,并应保持足够小的电流,以避免导线明显发热。

当存在争议时,应使用四端法。

6.1.1.4 规定的细目

- a) 待测导线;
- b) 电阻值;
- c) 与本标准试验方法的任何差异。

6.1.2 试验 3b: 互连电阻

6.1.2.1 目的

确定印制板的互连电阻。

6.1.2.2 试样

成品板、附连测试板或综合测试板的规定部分。

6.1.2.3 方法

应使用四端法或等效方法测量两个规定孔之间的电阻。

测量电流应不超过0.1 A。所有测量误差应小于5%。

两个典型的连接方法见图1、图2。

连接方法 A

按图1在规定的孔内焊上引线。

连接方法 B

按图2用两对接触针连接。

注:可以使用试验5a中叙述的测试探针(见图3)。

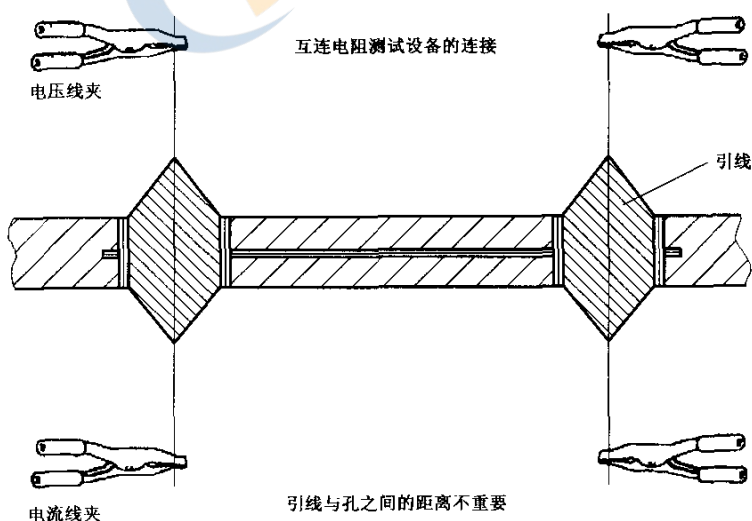


图 1

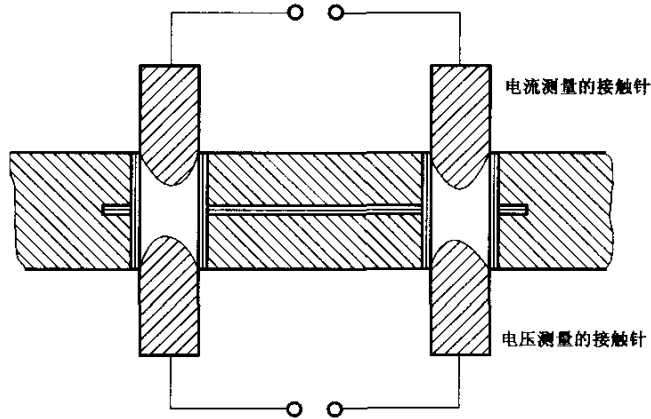
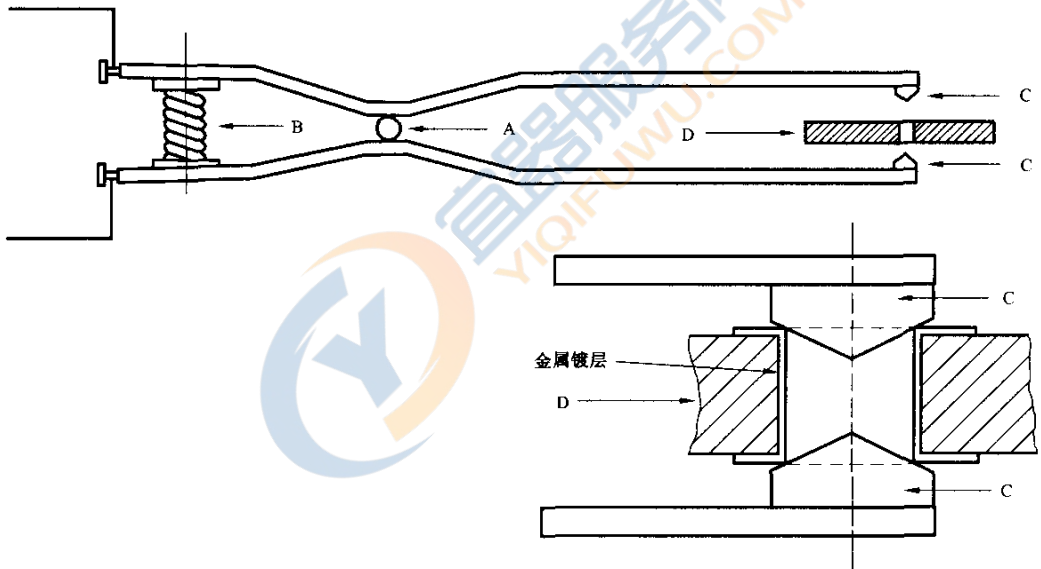


图 2



- A——绝缘衬套；
 B——绝缘的压缩弹簧；
 C——试验用与孔径相适应的不锈钢探针；
 D——印制板

图 3 用于耐电流试验的试验探针

6.1.2.4 规定的细目

- 待测的孔和互连部分；
- 连接方法；
- 最大电阻值；
- 与本标准试验方法的任何差异。

6.1.3 试验 3c: 镀覆孔电阻的变化 热循环

6.1.3.1 目的

当孔承受热循环时,应持续监测电阻,以确定可能发生的镀覆孔的电阻值的增加。
 电阻值的增加表明了电镀层的质量。

6.1.3.2 试样

具有一系列相连的镀覆孔的合适印制板。

当同意使用 GB/T 4588.2 或 GB/T 4588.4 中规定的附连测试板时,应在“测试图形 D”上进行试验。

测试板最好不应电镀铅锡。如果已经镀了,在测试前应用化学方法除去铅锡。但应小心操作避免铜箔的任何损伤。

注:退铅锡溶液的成分及含量为:

330 mL 60% HNO_3 (密度 1.36 g/cm^3 , 20°C);

3 mL 40% 氟硼酸 (密度 1.32 g/cm^3 , 20°C);

670 mL 去离子水。

注意:在使用退铅锡溶液时,应采取必要的防护措施,以防危害健康。

6.1.3.3 方法

采用四端法,在 $(100 \pm 5) \text{ mA}$ 的恒定测试电流下测量一系列相连镀覆孔的电阻(或相应的电压降)。测试期间应连续不断地监测电阻。试样应与记录仪器相连接,例如通过合适的板边连接器来实现。

热循环是通过交替使用两个独立的流体浴槽实现的:

a) 9.2.1 试验 19a 规定的室温浴槽,保持其温度在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$;为了确保在 25°C 有效冷却,浴槽应装有一种低粘度液体;

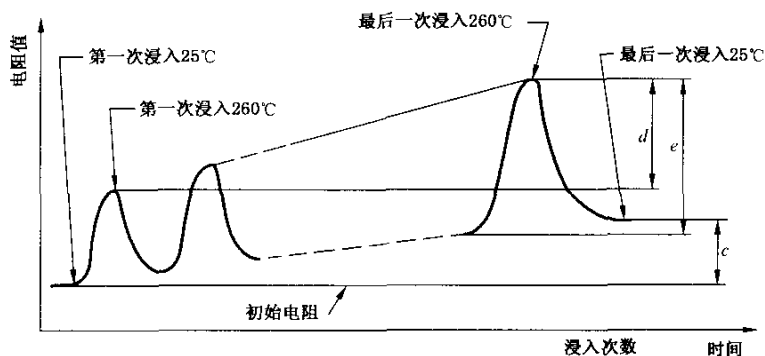
b) 9.2.1 试验 19a 规定的热浴槽,保持其温度在 $260^{+5}_{-0}^\circ\text{C}$ 。

试样应垂直浸入流体一定深度,使连接区(例如板边连接器)离开液面约 30 mm。浸入热流体中时,为了改善热传递,试样应轻轻地移动(与它的表面平行的水平方向)。浸泡结束后从 25°C 浴槽中取出,在下一次浸泡前应除去试样上的残留液体。

试样应交替浸泡在 25°C 和 260°C 浴槽中。在从 260°C 浴槽转入 25°C 浴槽时应迅速而无耽搁。应以浸入 25°C 浴槽作为循环的开始和结束。

总的循环次数应按照有关规范的规定,在电阻读数稳定之前试样应一直浸在 25°C 浴槽中,试样浸入 260°C 浴槽中的时间应为 $(20 \pm 1) \text{ s}$ 。如果印制板基材不同,有关规范可以规定或经供需方同意的不同的浸泡次数。

在坐标图上绘制浸泡次数(与时间表对应)与电阻值(或相应的电压降)曲线。从图表记录仪得到的图表与图 4 相类似。



c、d、e 分别对应于 6.1.3.4 中的 c)、d)、e)

图 4 热循环浸泡次数与电阻值曲线

6.1.3.4 规定的细目

- 待测试样;
- 260°C 时浸泡次数;

- c) 在第一次和最后一次浸入 25℃ 浴槽之间所测电阻允许增加值的最大百分比;
- d) 在第一次和最后一次浸入 260℃ 浴槽之间所测电阻的允许增加的最大百分比;
- e) 任何一次浸入 260℃ 浴槽之间所测电阻的允许最大百分比;
- f) 与本标准试验方法的任何差异。

6.2 试验 4: 电气完善性

电气完善性应当建立在两个试验方法的基础上: 试验 4a: 电路的绝缘性和试验 4b: 电路的连通性。这两个试验可以用同一个试样在做完一个后接着做另一个。通常先做电路连通性试验(试验 4b)。

除使用自动测试设备外, 使用公共电流值作为极限条件(即作为电路绝缘条件和电路连通条件的界线), 一样能够简化这种合并的测量。

这些测试并不能代替目检(试验 1a)。

6.2.1 试验 4a: 电路绝缘性

6.2.1.1 目的

根据有关规范(即照相底版、用户要求、计算机辅助数据等)验证印制板上指定导电图形之间没有短路现象。

6.2.1.2 试样

成品印制板任意层之间或之上的全部或规定部分的导电图形。

6.2.1.3 方法

用合适的方法将导电图形上比较接近而不相连接的指定点连接在测试源上, 例如, 用测试探针接触规定的导线或焊盘。剩下不用测试的电路, 可以连接在一起或按组相连或分别依次测试。

适用时, 可以使用多重排列的测试探针(例如针床、集成电路或混合电路图形探针等), 对于印制板的插头, 可使用合适的板边连接器或测试探针。

在测试过程中, 导电图形上应施加规定的测试电压, 如果存在短路则会有电流。测试电压源应有监控供电电流的手段, 在试验中应能限制电流值在电路的载流量之内, 以避免过热。

对于短路的快捷评定可以用一个简单的显示器。例如指示灯或测量仪器或通过电路将电流转换成自动测试设备的评定信号。

复杂的短路评定是在测量误差不超过 100% 时, 监控电流应能确定分离导电图形之间电路绝缘性极限要求的最小电阻值。

规定点之间不应有短路。评定时, 分离导线之间通过电流确定的电阻值应保持在 1 M Ω 以上或符合用户的详细规范的规定。

6.2.1.4 规定的细目

- a) 测试电压;
- b) 当不是 1 M Ω 时, 允许的最小电阻;
- c) 待测试的导电图形部分;
- d) 最大允许电流;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

6.2.2 试验 4b: 电路连通性

6.2.2.1 目的

验证印制板导电图形上规定连接点的电连通是否符合有关规范(即照相底版、用户要求、计算机辅助数据等)。

6.2.2.2 试样

成品印制板任意层之间或之上的全部或规定部分的导电图形。

6.2.2.3 方法

导电图形上的规定点应通过适当的方式连接到测试电路上。例如用测试探针接触规定的导线或焊

盘。适当的地方可以使用多重排列的电路测试探针。有印制插头的地方可以使用合适的板边连接器或测试探针。

每个单独连接的、依次穿过外部易受影响的电路连接点的导电图形(例如焊盘、板边连接器、触点)和指定的外部连接点,应施加规定的电压或通过规定的电流。

电路连通性可以用一个简单的显示器来快速评定。例如指示灯或测量仪器或者通过电路将电流转换成自动测试设备的信号。

复杂的电路连通性评定是在测量误差不超过 100% 时,每条电路监测的总电流应能确定电路中任意两点间的电阻值,该阻值应不大于电路连通性极限要求的最大值。

测试过程中,设备的最大电流应限制在电路的载流量之内。

每个电路的规定点之间应是电连通的。对于复杂设备,当电路中任意点间通过的电流表明电阻值小于 $5\ \Omega$ 或符合用户详细规范的规定值时,就认为是电连通的。

6.2.2.4 规定的细目

- a) 测试电压;
- b) 当不是 $5\ \Omega$ 时,最大允许电阻;
- c) 待测试的导电图形部分;
- d) 最大允许电流;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

6.3 试验 5:耐电流

6.3.1 试验 5a:镀覆孔的耐电流

6.3.1.1 目的

评定镀覆孔电镀层承受规定试验电流的能力。

6.3.1.2 试样

成品板的镀覆孔或目检怀疑有问题的孔。

6.3.1.3 方法

按表 1 中的电流值通过镀覆孔 30 s 的时间,并持续监测。

表 1 镀覆孔的试验电流

孔 径 / mm	试 验 电 流 / A
0.6	8
0.8	9
1.0	11
1.3	14
1.6	16
2.0	20

用合适的交流或直流电源提供稳定的电流。

电流由合适的测试探针施加,见图 3。施加足够的压力以保证良好的电接触,大约 1N 的力为合适。

6.3.1.4 规定的细目

- a) 待测试的孔;
- b) 最终测量和要求;
- c) 与本标准试验方法的任何差异。

6.3.2 试验 5b:导线耐电流

6.3.2.1 目的

评定导线以及导线与镀覆孔连接处承受规定电流的能力。

6.3.2.2 试样

成品板、附连测试板或综合测试板的规定部分。

6.3.2.3 方法

规定时间内用规定的直流或交流电流通过导线,并持续监测电流。

根据 GB/T 4588.3 的规定选择电流大小。

测试中应保持良好的电接触。

6.3.2.4 规定的细目

- a) 待测试导线,包括连接点;
- b) 电流值和持续时间;
- c) 最终测量和要求;
- d) 与本标准试验方法的任何差异。

6.4 试验 6:绝缘电阻

6.4.1 试验 6a:表层绝缘电阻

6.4.1.1 目的

确定印制板表面或层压前多层板任一层的导电图形的规定部分的绝缘电阻。

绝缘电阻能说明生产中使用的材料和工艺的质量是否符合要求。

GB/T 4721 中规定覆金属箔基材的绝缘电阻与本试验规定的绝缘电阻之间的关系,在 GB/T 4588.3 中进行了说明。

6.4.1.2 试样

成品板或多层板层压前任一层上任意两个规定点之间的导电图形。

应小心持拿试样以避免任何污染。例如指纹、灰尘等。

6.4.1.3 方法

试样应用试验 18a 进行预处理。

绝缘电阻应使用测量范围不低于 $10^{15} \Omega$ 的高阻计或其他合适的设备,其误差应不大于 10%。测量电压,即有关规范中规定的被测绝缘电阻两端的电压,应是 $(10 \pm 1) \text{ V}$ 或 $(100 \pm 15) \text{ V}$ 或 $(500 \pm 50) \text{ V}$ 。测量前应预先加载测试电压 1 min。如果测量读数稳定得快,那么测量就可以很快进行;如果在 1 min 内没有稳定,应在测试报告中记录。

有关规范也可要求在高温测量绝缘电阻。例如当试样还在试验箱内时,在湿热的情况下用相同的方法进行测量。

当测试导线引入试验箱时,必须尽量防止对绝缘电阻读数的影响。

6.4.1.4 规定的细目

- a) 待测试的图形部分;
- b) 测试电压;
- c) 与标准条件不同的温度和(或)相对湿度;
- d) 绝缘电阻的最小值;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

6.4.2 试验 6b:内层绝缘电阻

6.4.2.1 目的

确定多层印制板的内层导电图形的规定部分之间的绝缘电阻。

绝缘电阻表明生产中使用的材料和工艺质量是否符合要求。

由于该绝缘电阻是表面电阻和体积电阻的结合,它与 GB/T 4721 中规定的覆金属箔基材的规定值无关。

6.4.2.2 试样

成品板或附连测试板的内层导电图形上任意两个规定点。

要注意规定的测试点不能影响到其他层。

应小心地持拿试样以避免任何污染。例如指纹、灰尘等。

6.4.2.3 方法

试验 6a 规定的方法适用于本试验。

6.4.2.4 规定的细目

- a) 待测试的图形部分；
- b) 测试电压；
- c) 与标准条件不同的温度和(或)湿度；
- d) 绝缘电阻的最小值；
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

6.4.3 试验 6c: 层间绝缘电阻

6.4.3.1 目的

确定印制板相邻层间规定的导电图形部分之间的绝缘电阻。绝缘电阻表明了工艺质量、基材厚度是否适当或粘接层的质量。

6.4.3.2 试样

印制板上相邻的不同层间导电图形上的规定点。

应小心持拿试样以避免任何污染。例如指纹、灰尘等。

6.4.3.3 方法

试验 6a 规定的方法适用于本试验。

6.4.3.4 规定的细目

- a) 待测部分；
- b) 测试电压；
- c) 与标准条件不同的温度和(或)湿度；
- d) 绝缘电阻最小值；
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

6.5 试验 7: 耐电压

6.5.1 试验 7a: 表层耐电压

6.5.1.1 目的

用以评定印制板表面图形的规定部分承受规定试验电压,而无任何闪络(表面放电)、火花放电(空气放电)或击穿(穿透放电)所显示的破坏性放电的能力。放电可以用眼睛观察,也可以用试验仪器以适当的方式显示。

注:耐电压试验不能代替导线之间的距离测量。

6.5.1.2 试样

试验应在印制板表面规定部分的图形上进行。在多层印制板表面规定部分的图形上进行时,应避免其他部分或其他层的影响。应小心拿放试样以免任何污染,例如指纹、灰尘等。

6.5.1.3 方法

试样应用试验 18a 进行预处理。

试验电压应是直流电压或近似正弦波的频率为 40 Hz~60 Hz 的交流峰值电压。

试验设备应能提供所需高压,并在肉眼看不到破坏的情况下,能显示破坏性放电和(或)规定的漏电流。

电压应加在规定的点之间,并逐渐增加,经 5s 升到规定值,然后维持 1min。

6.5.1.4 规定的细目

- a) 施加电压的点;
- b) 试验电压;
- c) 最大漏电流;
- d) 与本标准试验方法的任何差异。

6.5.2 试验 7b:层间耐电压

6.5.2.1 目的

用以评定印制板相邻层的规定部分承受规定试验电压,而无试验设备显示的任何破坏性放电的能力。

如果产生破坏性放电则说明存在工艺缺陷或者基材或粘结片的厚度不够。

6.5.2.2 试样

试验应在印制板相邻层规定部分的图形上进行。

应小心持拿试样以免任何污染,例如指纹、灰尘等。

6.5.2.3 方法

应使用试验 7a 所规定的方法。

6.5.2.4 规定的细目

- a) 施加电压的点;
- b) 试验电压;
- c) 最大漏电流;
- d) 与本标准试验方法的任何差异。

6.6 试验 8a:频率漂移

6.6.1 目的

为确定特定环境条件对用于构成振荡电路的印制电路板的图形部分的影响。

6.6.2 试样

试验应在成品板或附连测试板的一个或几个图形的规定部分上进行。

6.6.3 方法

图形的规定部分应连接到外部高频电源的振荡电路中,频率应是详细规范所规定的。

由于环境条件引起的频率变化,应采用合适的方法测量,例如直接采用频率计数器或采用差频法。

环境条件包括预处理、条件处理、恢复,应符合 SJ/Z 9001.5 的规定。适宜的条件处理是试验 Ca,严酷度为 4 d。

应在以下情况测量频率:

- a) 在预处理之后;
- b) 如果要求,在处理结束后测量规定点;
- c) 恢复后。

6.6.4 规定的细目

- a) 待试验的图形部分;
- b) 环境条件;
- c) 条件处理后的测量点;
- d) 频率;
- e) 允许的漂移;
- f) 与本标准试验方法的任何差异。

6.7 试验 9a:电路阻抗

有几种测量电路阻抗的方法,但是因为所使用的方法要取决于印制板的使用场合(例如,频率范围)

及所使用的测试设备,所以无法确定适宜的试验方法。若详细规范中要求测量电路阻抗,则应规定测量方法。

7 机械试验

7.1 试验 10:剥离强度

7.1.1 试验 10a:标准大气条件下的剥离强度

7.1.1.1 目的

确定在标准大气条件下导体与基材的粘接质量,以保证在加工后具有良好的粘结强度。剥离强度是从基材上剥离单位宽度的导线所需要的力。

注:金属箔厚度与镀层厚度将影响剥离强度。

7.1.1.2 试样

试验应在具备适当长度和均匀宽度的直导线上进行,导线长度应不小于 75 mm。宽度小于 0.8 mm 的导线不予测试。当印制板上有电镀的导线时,应对其中的某些导线进行试验。

7.1.1.3 方法

印制导线一端从基材上至少剥离 10 mm,用适当的方法把试样固定好,用夹子将剥离的印制导线的整个宽度夹住。以垂直于试样并均匀增加其拉力,直到以 (50 ± 5) mm/min 的速度将导线剥离下来时的力即为所测量的抗剥力。在该速度下剥离 4 条导线中的每一条的剥离长度应不小于 25 mm。试验中剥离导线所需要的单位宽度的最小力即为剥离强度。

试验结果用 N/mm 导线宽度表示,并应在报告中注明实际宽度。

7.1.1.4 规定的细目

- a) 需测试的导线;
- b) 最小剥离强度;
- c) 与本标准试验方法的任何差异。

7.1.2 试验 10b:高温下的剥离强度

在考虑中。

7.1.3 试验 10c:标准大气条件下,挠性印制板的剥离强度

7.1.3.1 目的

确定在标准大气条件下导体与基材的粘接质量,以保证在加工后具有良好的粘接强度。剥离强度是从基材上剥离单位宽度的导线所需要的力。

注:金属箔厚度与镀层厚度将影响剥离强度。

7.1.3.2 试样

试验应在具备适当长度和均匀宽度的直导线上进行,导线长度应不小于 75 mm。宽度小于 0.8 mm 的导线不予测量,经过电镀的导线,应对其中的某些导线进行试验。对于薄的材料,必须用刚性材料支撑。

7.1.3.3 方法

印制导线一端从基材上至少剥离 10 mm,用适当的方法把试验板固定好,例如在两块刚性平板之间夹住切开的需剥离的导线,或固定在一个转动鼓上。用夹子将剥开的印制导线在整个宽度上夹住。以垂直于试样并均匀增加其拉力,直到以 50 mm/min 的速度将导线剥离下来时的力即为所测量的抗剥力。在该速度下剥离 4 条导线中的每一条的剥离长度应不小于 25 mm,试验中剥离导线所需要的单位宽度的最小力即为剥离强度。

试验结果用 N/mm 导线宽度表示,并应在报告中注明实际宽度。

7.1.3.4 规定的细目

- a) 需试验的导线;

- b) 最小剥离强度；
- c) 与本标准试验方法的任何差异。

7.2 试验 11: 拉脱强度

7.2.1 试验 11a: 非镀覆孔焊盘的拉脱强度

7.2.1.1 目的

为了评定在反复焊接操作应力作用下焊盘与基材的粘结质量。
拉脱强度是使焊盘从基材上分开所需要的垂直于印制板面的力。
在焊接操作后, 该试验给出拉脱强度的近似值。

7.2.1.2 试样

试验应在圆形焊盘上进行, 该焊盘已经与所连接的导线分开, 表 2 为焊盘、孔径和金属丝尺寸的优选值。

有关规范可能规定其他的焊盘、金属丝和孔径尺寸。

有关焊盘直径与拉脱强度的关系见 GB/T 4588.3。

表 2 焊盘、孔径和金属丝的尺寸优选值

单位为毫米

焊盘直径	孔 径	金属丝直径
4	1.3	0.9~1.0
2	0.8	0.6~0.7

7.2.1.3 方法

金属丝应焊进大约位于焊盘中心位置的孔内。

当有关规范规定时, 应采用试验 19d 进行手工焊接或采用试验 19e 进行浸焊。焊接操作周期数应按有关规范规定。

在最后一个周期之后, 试样应在标准大气条件下冷却 30 min。

用拉力机以垂直于试样的力拉金属丝, 该拉力以不大于 50 N/s 的速率均匀地增加, 直到焊盘拉脱为止。

用以上方法试验 10 个焊盘。在所有试验样品中, 以所测焊盘拉脱强度的最小值作为印制板焊盘的拉脱强度。

7.2.1.4 规定的细目

- a) 需试验的焊盘；
- b) 焊接方法；
- c) 焊接周期数；
- d) 最小拉脱强度；
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

7.2.2 试验 11b: 无焊盘镀覆孔的拉出强度

7.2.2.1 目的

评定无焊盘金属化孔承受反复焊接操作应力的能力。

7.2.2.2 试样

试验应在有关规范规定的成品板、附连测试板或综合测试板上规定数量的镀覆孔上进行。

7.2.2.3 方法

长度、大小和材料合适的金属丝一端涂锡。试样长度应满足拉力试验的要求。金属丝的大小应是在涂完锡后可以自由插入试验的孔, 金属丝的材料应能涂锡并且有足够强度满足拉力试验的要求。

金属丝的涂锡端应插入印制板孔中并最少伸出 1.5 mm 长, 伸出的金属丝应是直的。金属丝应焊进孔内。当有关规范规定时, 应采用试验 19d 进行手工焊接或采用试验 19e 进行浸焊。

焊接操作周期数应按有关规范规定。

在最后一个周期之后,试样应在标准大气条件下冷却 30 min。然后用拉力机施加垂直于试样的力拉金属丝,该拉力应以不大于 50 N/s 的速率均匀地增加,直到镀层与基材分离为止。

印制板每一面应做 5 次拉出试验。在试验过程中,孔壁镀层同基材分离的 10 个孔的最小力将作为印制板的拉出强度。

7.2.2.4 规定的细目

- a) 需试验的孔;
- b) 焊接方法;
- c) 焊接周期数;
- d) 最小拉出强度;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

7.3 试验 12: 翘曲度

7.3.1 试验 12a: 翘曲度

7.3.1.1 目的

测定印制板对平面的偏差。

7.3.1.2 试样

试验应采用成品印制板。

7.3.1.3 方法

翘曲度测量是将印制板凹面向上平放,将一把直尺置于印制板上(凹)表面,然后测量上表面和直尺之间的最大间隙,精确至 0.1 mm。

翘曲度用下面公式所确定的曲率半径表示:

$$r = \frac{L^2}{8h} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: r ——曲率半径, mm;

L ——直尺支撑点之间的距离, mm;

h ——直尺和印制板上表面之间的最大间隙, mm。

把最小曲率半径作为印制板的翘曲度。应把它与所测印制板的尺寸一起记录。

7.3.1.4 规定的细目

- a) 允许的最小曲率半径;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

7.3.2 试验 12b: 翘曲度

7.3.2.1 目的

测定印制板对平面的偏差。

7.3.2.2 试样

试样应采用成品印制板。

7.3.2.3 方法

7.3.2.3.1 方法 1——计算法

a) 测翘曲的高度 H

1) 将被测的印制板放在测量平台上,印制板凹面向下。

2) 用测高尺测量印制板与平台之间的最大距离 R_1 , 准确到 0.05 mm (如图 5 所示)。

3) 测印制板厚度 R_2 , 准确到 0.05 mm。

4) 印制板翘曲高度 $H = R_1 - R_2$ 。

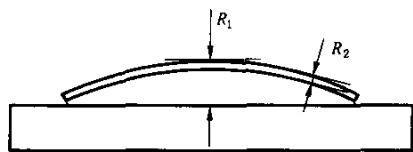


图 5 翘曲度计算法测试示意图

- b) 测翘曲的长度 L
测量印制板弯曲边长度(或按有关规范中阐明的长度值)。
- c) 计算和评定
- 1) 计算
根据下列计算公式来计算印制板翘曲度：

$$Q = \frac{H}{L^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中： Q ——翘曲度，mm/mm。
 H ——印制板翘曲的高度，mm。
 L ——印制板弯曲边长度，mm。

- 2) 评定
根据 GB/T 4588.1 或 GB/T 4588.2 中的规定或其他有关标准的规定评定印制板翘曲度是否合格。

7.3.2.3.2 方法 2——塞规法

- a) 将弓曲或扭曲的印制板放在测量平台上，印制板凹面向下。
- b) 选择适当的圆柱形塞规，塞规的直径应等于 GB/T 4588.1 或 GB/T 4588.2 中所规定的翘曲度值 Q 乘以板的弯曲边的长度 L 之积。
- c) 将塞规从印制板与平台之间最大空隙处滑动塞入(如图 6 所示)。
- d) 若塞规不能塞入最大空隙处时，则该印制板为合格，反之为不合格。

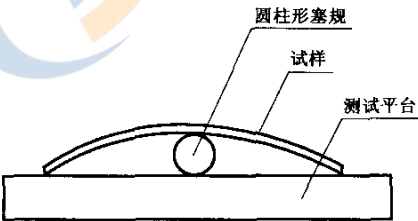


图 6 翘曲度塞规法测试示意图

- 7.3.2.4 规定的细目
- a) 与本标准试验方法的任何差异。
- 7.4 试验 21a: 挠性印制板的弯曲疲劳

- 7.4.1 目的
用以评定挠性印制板在使用过程中承受弯曲变形的能力。
- 7.4.2 试样

试验应在挠性印制板的规定部分进行，将挠性印制板的规定部分切割成长度不小于 100 mm，宽度为 (22 ± 2) mm。

- 7.4.3 方法
试验方法见 SJ 20604—1996 中 4.8.4.5 条：弯曲疲劳。试样的位置(即焊接面相对于试验仪器夹持装置的位置)、弯曲方向和弯曲周期数应在有关规范中规定。

应采用一根适当的导线,最好是几根串联的导线来检测其连通性。

在试样弯曲后采用“试验 1a”目检应无折断的导线(无断路),在导线与覆盖层之间、导线与基材之间、覆盖层与基材之间应无超过规定值的分层。

7.4.4 规定的细目

- a) 需试验的部分;
- b) 试样位置和弯曲方向;
- c) 弯曲周期数;
- d) 允许的分层;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

8 其他试验

8.1 试验 13:表面镀层

8.1.1 试验 13a:镀层附着力 胶带法

8.1.1.1 目的

评定镀层与基底的最小附着力。

该试验不是给出有关厚度、硬度、材料、可焊性、镀层保护作用或电气适应性(例如:电接触表面)的任何信息。

8.1.1.2 试样

试验应在成品板的电镀导线上进行。

8.1.1.3 方法

用手指把不脱胶的透明胶带的胶面压到被测镀层面积至少 1 cm^2 的部位上,并注意排除全部空气而无气泡,放置 10 s。用手加一个与镀层表面垂直的力,迅速把胶带拉下。用试验 1a 目检与镀层表面接触的胶带以及镀层本身。

合适的胶带应粘结力为 $2\text{ N/cm} \sim 3.5\text{ N/cm}$ 。

注:当可能时,被测试的镀层应被切断与留下的镀层分开,被测试的镀层可以被进一步分割成相同的 2 mm 的连续间隔。

8.1.1.4 规定的细目

- a) 要求;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.2 试验 13b:镀层附着力 摩擦法

8.1.2.1 目的

评定镀层在正常使用过程中(例如,作为接触表面)承受摩擦的能力。该试验只适用于特定类型的镀层。

8.1.2.2 试样

该试验应在成品板的导电层规定的镀层部分上进行。

8.1.2.3 方法

用一个平滑端面工具在镀层表面迅速、稳定地摩擦大约 15 s,所用压力在每次摩擦中应足以磨光镀层,但又不擦伤镀层。

适宜的工具是带有平滑半球状端面的,直径约 $6.0\text{ mm} \sim 6.5\text{ mm}$ 的钢棒。试验结束后,试验区域用试验 1b 进行目检。

8.1.2.4 规定的细目

- a) 要求;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.3 试验 13c: 镀层孔隙率 气体暴露法

8.1.3.1 目的

确定某些金属镀层的不连续性。

将试样暴露在含有二氧化硫和硫化氢的潮湿环境中,使镀层不连续处产生明显的腐蚀产物。

该试验适用于铜上的金镀层、钯镀层和铑镀层的检验,也适用于有镀镍底层的情况。

本试验方法的可用性和试验结果的可靠度都有限,因此,建议仅在供需双方同意时采用。

8.1.3.2 试样

铜上有镀镍底层,再镀金、钯或铑的成品板的适当部位。

8.1.3.3 方法

试验装置为一个 10 L 的玻璃干燥器,干燥器里有一个多孔上釉的瓷板作为被测试样的支架。为避免漏气,在干燥器和盖上要涂上密封胶。

洗净并干燥干燥器的内表面和瓷板,在干燥器底部用 0.5 mL 的蒸馏水润湿。将试样用三氯乙烯或合适的溶剂蒸气去油,然后用不起毛的细布擦干,待试样恢复到室温。将试样放在干燥器的瓷板上,试验面向上。将二氧化硫气体充满 100 mL 干净带盖的玻璃瓶。将注满气体的玻璃瓶水平放置在瓷板上,并靠近试样,打开瓶盖,立即将干燥器盖严。将干燥器保持密封状态 24 h,然后打开干燥器盖,在常温下保持 1 h,取出玻璃瓶,并往瓶内注满硫化氢气体(硫化氢气体可用硫化亚铁和盐酸反应制备,用排水集气法收集,气体充满玻璃瓶后,用布把水擦干)。

将充满硫化氢的玻璃瓶水平放置在瓷板上,打开瓶盖,立即盖严干燥器,保持 24 h。

试验结束后,打开干燥器盖并取出试样,注意不要用手触及试验面。然后用试验 1b 目检。

注:用 10 倍放大镜检查试样,并记录试样的每个接触片上锈斑的个数和腐蚀程度,或按下列公式计算孔隙率(边缘腐蚀不计算在内)。

$$K_g = \frac{N}{S} (\text{个}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: K_g ——孔隙率。即单位面积上的孔隙率,个/ cm^2 ;

N ——试样表面被测部位的孔隙数,个;

S ——被测试样面积, cm^2 。

8.1.3.4 规定的细目

a) 要求;

b) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.4 试验 13d: 铜上镀金层孔隙率 电图像法

8.1.4.1 目的

用电图像法检验特定金属镀层的不连续性。

本试验适用于铜上无镍底层的金镀层、钯镀层和铑镀层的检验。

本试验方法的可用性和试验结果的可靠度都有限,因此,建议仅在供需双方同意时采用。

8.1.4.2 试样

铜上镀金、钯或铑的成品板的适当部位。

8.1.4.3 方法

把沃特曼 542 滤纸或等效的滤纸泡在新配制的 10% 氯化镉(蒸馏水配制)水溶液中 10 min,其配制用的蒸馏水含有 0.1% (体积比) 的盐酸(盐酸体积质量 1.16~1.18)。浸泡后的试纸上的过量溶液用吸水纸吸去。

让试纸适当干燥后再浸泡在新配制的 5% 硫化钠(蒸馏水配制)水溶液中 30 s。试纸必须呈均匀黄色(表示硫化镉完全沉淀),再用自来水冲洗试纸约 1 h,放在循环空气系统中仔细干燥。

将优质照相吸水纸泡在蒸馏水中,然后取出使之干燥到一定程度,即能连续产生轮廓明显的电

图像。

用铝(或镁)粉和水轻轻把镀层表面擦净,除去附在表面的污物后,再用蒸馏水冲洗干净并使之干燥。擦净的表面必须保持清洁直至试验完成为止。

在镀过的试样上(用作阳极)放一张硫化镉试纸,然后再放一张照相吸水纸,最后将刚擦净的高纯铝压板(用作阴极)放在上面并加压,使硫化镉试纸和试样接触面之间压力均匀,其压力为 $140 \text{ N/cm}^2 \sim 170 \text{ N/cm}^2$ 。此时施加一个平滑、无波纹的不超过 12 V 的直流电流,其阳极电流密度最初调到 7.7 mA/cm^2 ,通电 30 s 。

让产生电图像的硫化镉试纸干燥,试纸上的棕色污斑即反映镀层相应存在的任何缺陷。试验必须用化学纯的试剂。用试验 1b 目检,并按 8.1.3.3 的公式计算孔隙率。

注:1. 在整个试验过程中,高纯铝压板必须没有对硫化镉试纸产生无效区域的油脂或杂质。

2. 为了保持硫化镉的有效寿命,应把它保存在黑暗密封的容器里。

3. 试纸的贮存寿命大约为四~六个星期。

4. 每次试验后,试样被测表面必须如上所述将其擦净,最后在热蒸馏水中冲洗,然后仔细地使之干燥,用过的硫化镉试纸绝不能与印制板镀过的表面接触存放。

8.1.4.4 规定的细目

a) 要求;

b) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.5 试验 13e:镍上镀金层孔隙率 电图像法

8.1.5.1 目的

用电图像法检验特定金属镀层的不连续性。

本方法适用于有镀镍底层的金镀层、钯镀层和铑镀层的检验。

本试验方法的可用性和试验结果的可靠度都有限,因此,建议仅在供需双方同意时才采用这一试验。

8.1.5.2 试样

镍底层上有金镀层、钯镀层或铑镀层的成品印制板的适当部位。

8.1.5.3 方法

把沃特曼 542 滤纸或等效的滤纸泡在 0.8% 1,2-环己二酮二肟的水溶液中(蒸馏水配制) 10 min ,取出后,过量的溶液用吸水纸吸去并挂起来使之干燥。

试验按试验 13d 的规定进行,所不同的是环己二酮二肟滤纸是用蒸馏水弄湿并暴露于氨气中,过量的水用吸水纸吸去,试验时用一张干燥的照相吸水纸作衬垫。

在环己二酮二肟滤纸上产生的电图像暴露于氨气中,然后使之干燥,在试纸上的紫红色污斑即反映相应镀层存在的缺陷,当镀镍底层是镀在铜上时,镍底层的缺陷就表现为棕绿色的污斑。用试验 1b 目检,并按 8.1.3.3 的公式计算孔隙率。

8.1.5.4 规定的细目

a) 要求;

b) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.6 试验 13f:镀层厚度

8.1.6.1 目的

确定导电图形规定的镀层厚度。

8.1.6.2 试样

试验应在有附加镀层的导电图形上进行。

8.1.6.3 方法

镀层厚度的测量应选择与镀层和基底相适应的试验方法,并且要得到供需双方的同意,最好是采用

国际上承认的方法,如 ISO 法。

8.1.6.4 规定的细目

- a) 所用的试验方法;
- b) 要求;
- c) 与本标准试验方法的任何差异。

8.1.7 试验 13g: 镀覆孔镀层厚度

8.1.7.1 方法原理

采用标准的无接触电阻的四端法测试金属化孔镀层的电阻值,并由此计算出金属化孔镀层的(平均)厚度。

电流源输出一个平均电流不大于 0.1 A 的直流脉冲电流(或不大于 0.1 A 恒定直流电流),其电流通过金属化孔,然后用电压探针在金属化孔两端拾取电压。根据欧姆定律 $R=U/I$ 可获得金属化孔镀层的电阻值。该值可由仪器显示部分直接显示出来(见图 7)。

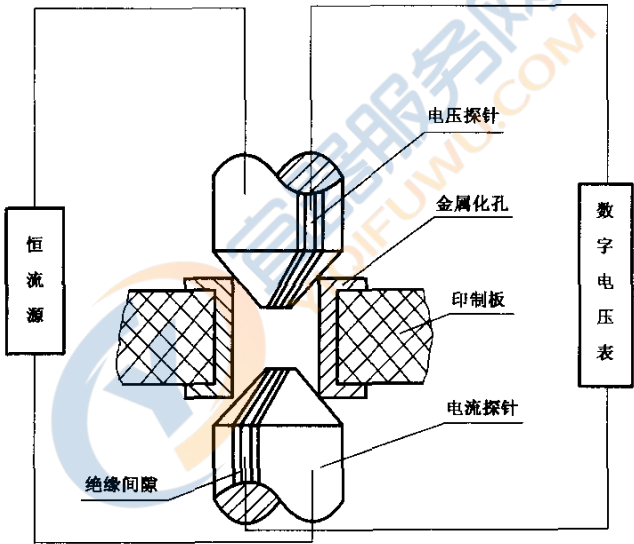


图 7 测试原理示意图

金属化孔镀层的(平均)厚度取决于镀层的几何尺寸(见图 8)和电阻值,可用下列公式计算:

$$t = \left[-5D + (25D^2 + \frac{547.77T}{R}) \sqrt{\frac{1}{2}} \right] \times 10^2 \dots\dots\dots(4)$$

式中: t ——金属化孔(铜)镀层厚度, μm ;
 R ——金属化孔电阻值, $\mu\Omega$;
 T ——印制板绝缘基材厚度, mm ;
 D ——金属化孔内径, mm 。

若金属化孔镀层有缺陷,如有裂缝、孔隙或镀层薄厚不均匀等,那么测得的电阻值将比正常孔电阻值高(正常孔电阻值可通过测试无缺陷的金属化孔来确定),按上式计算求出的镀层厚度值将比按正常孔电阻值计算求出的厚度值低。

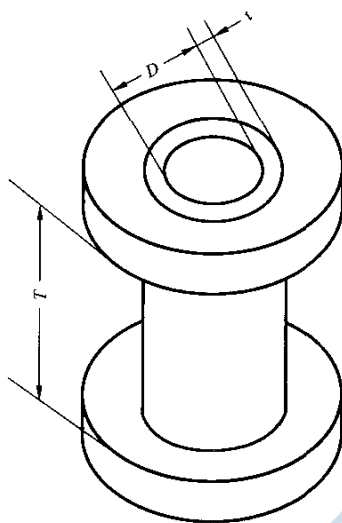


图 8 金属化孔几何尺寸示意图

8.1.7.2 测试仪器、设备

8.1.7.2.1 微欧电阻测试仪：其最小读数示值为 $1\ \mu\Omega$ ，仪器误差应小于 2%，并带有仪器附件；孔电阻—镀层厚度换算尺。

8.1.7.2.2 千分尺：其最小读数不大于 0.02 mm。

8.1.7.2.3 专用孔规或最小读数不大于 0.02 mm 的任何测孔仪器。

8.1.7.3 试样制备及其处理

8.1.7.3.1 试样制备

试样为按生产工艺加工的成品印制板或试验板。其测试图形按 GB/T 4588.2 的测试图形中的图形 D。多层印制板试验图形按有关规范规定。

8.1.7.3.2 预处理

a) 试样表面应用不损坏印制板的有机溶剂仔细处理干净。镀层（特别在孔的两端上）表面不应有油污及绝缘材料，如焊剂、粘合剂及氧化层等。

b) 试样应在正常试验大气条件下（按 GB/T 2421）放置 24 h 以上。

8.1.7.4 试验条件

试验应在 GB/T 2421 中规定的正常试验大气条件下进行。

8.1.7.5 测试步骤。

a) 测量印制板金属化孔的内径（铜层上不允许有任何其他镀层）和绝缘基材厚度；

b) 校准仪器；

c) 将被测金属化孔放在上、下探针之间，如图 7 所示；

d) 压紧探针，使探针固定在金属化孔位置上，压力约为 1 N；

e) 从仪器上读出并记录电阻值（ $\mu\Omega$ ）。为了获得准确的测试结果，同一孔应在不同方向共测三次，并取最大值作为该孔的电阻值。

8.1.7.6 结果

用孔电阻—镀层厚度换算尺或根据公式(4)求出金属化孔镀层的厚度值。

8.1.7.7 规定的细目

a) 金属化孔镀层厚度 $t, \mu\text{m}$ ；¹⁾（换算出的）

1) 此条与 c) 金属化孔镀层厚度值 t 的内容重复时，应删掉此条。

- b) 绝缘基材厚度 T , mm;
- c) 金属化孔内径 D , mm;
- d) 金属化孔电阻值 R , $\mu\Omega$;
- e) 金属化孔镀层厚度 t , μm ; (测试出的)
- f) 与本标准试验方法的任何差异。

8.2 试验 14a: 可焊性

8.2.1 目的

用于评定镀覆孔和印制板的可焊性。

试验应在收到印制板时进行。

加速老化试验用于表明贮存对印制板可焊性的影响。

如果印制板是在密封包装中运送的, 加速老化试验应在未开封的包装上进行。

8.2.2 试样

试样应从成品板、附连测试板或符合 SJ/Z 9001.31 试验 TC 规定的综合测试板上截取。

8.2.3 方法

试验应按 SJ/Z 9001.31 进行, 附加 8.2.3.1~8.2.3.5 的规定。

8.2.3.1 焊剂

应使用供需双方同意的以下两种焊剂之一:

- a) GB/T 3131 规定的非活性焊剂;
- b) GB/T 3131 规定的活性焊剂(0.2%)。

8.2.3.2 加速老化

优选: 试样应按 GB/T 3131 试验 Ca 处理 10d。

选择 1: GB/T 3131 试验 dB, 10 个周期(不经受 GB/T 3131 规定的周期数)。

每个周期 24 h, 温度 55℃, 如果供需双方同意。

选择 2: 9.4 条: 试验 20a, 如果供需双方同意。

加速老化后试样从试验箱取出后, 应按供需双方达成的协议进行干燥。然后将试样清洗、干燥、涂焊剂和按试验 14a 试验。

8.2.3.3 焊料

焊料: 焊料应为 HLSnPb39(按 GB/T 3131 规定)。

焊料温度应为 235^{+5}_{-0} ℃。

8.2.3.4 试样的清洁

必须小心持拿试样, 使被测试样表面的氧化和污染最小。

a) 无镀覆层保护的印制板

试样应浸入室温中性有机溶剂(如: 无水乙醇中 5 min)去油, 干燥, 浸入盐酸溶液 15 s(1 份密度为 1.180 g/cm³ 的浓盐酸和 4 份水(体积)), 然后用去离子水清洗和热空气干燥。

b) 导线和孔有镀覆层保护的印制板

试样应浸入中性溶剂中(如: 无水乙醇)1 min 去油, 并用热空气干燥。

c) 预涂焊剂的印制板

不用任何清洁程序。

8.2.3.5 最后检验

除根据 GB/T 4588.2 评定可焊性外, 试样应用试验方法 1b 放大 10 倍目检。必要时采用显微剖切的方法, 用 250 倍显微镜观察镀覆孔内的润湿状态(见图 9)。

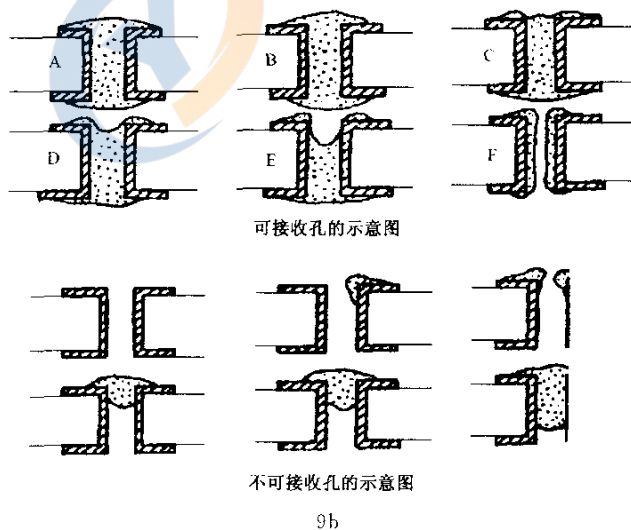
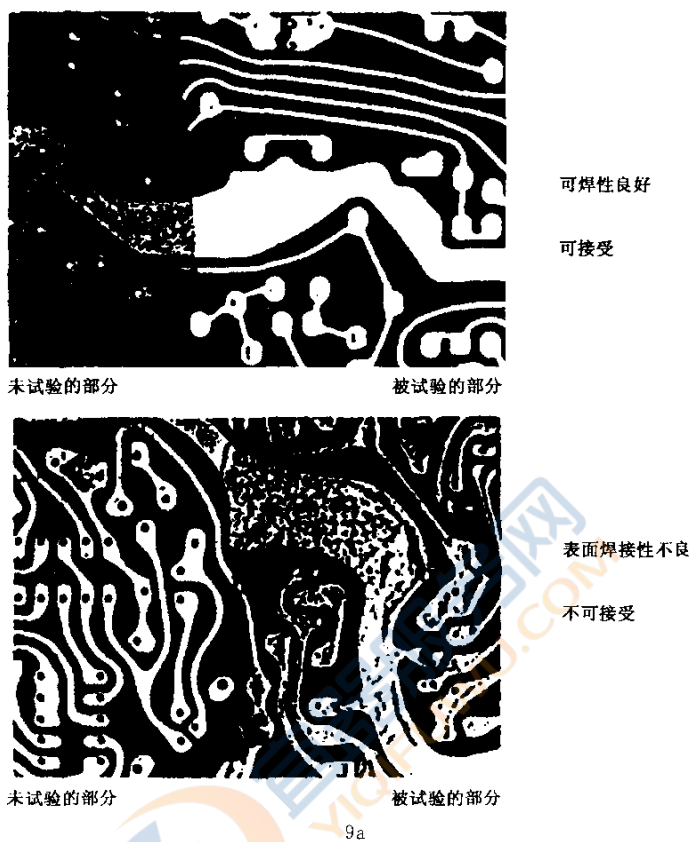


图9 可焊性

8.2.4 规定的细目

- a) 被测试的试样；
- b) 使用的焊剂；
- c) 加速老化,(当适用时)；
- d) 润湿和半润湿时间；

e) 目检条件;

f) 与本标准试验方法的任何差异。

8.3 分层和显微剖切

8.3.1 试验 15a:热应力分层

8.3.1.1 目的

通过验证印制板承受特定的热应力而无分层迹象能力,评定其工艺是否正确以及使用的材料是否合适。

8.3.1.2 试样

试验应在成品板、附连测试板或者综合测试板上的规定部位进行。

8.3.1.3 方法

试样应按试验 18b 进行预处理。

恢复后按试验 19c 进行热应力试验,试验时间应按有关规范的规定。

然后试样用试验方法 1a 放大 3 倍目检。

如果要检查内部分层,试样应显微剖切并按试验方法 1c 放大 250 倍目检。

8.3.1.4 规定的细目

a) 预处理时间;

b) 显微剖切,(当要求时);

c) 要求;

d) 与本标准试验方法的任何差异。

8.3.2 试验 15b:显微剖切

8.3.2.1 目的

用显微剖切和随后的目视和(或)尺寸检查评定印制板的镀覆孔、导电图形和基材的内部情况。本方法受试样制备技术和(或)显微镜能力的限制,可能不适用于测量非常薄的镀层($\leq 0.5 \mu\text{m}$)。

8.3.2.2 试样

试验应在成品板、附连测试板或综合测试板上的规定部位进行。

试验成品板时,试样最好从中心和边缘截取。另外,多层印制板试样的选取,最好能检查多层印制板两个方向(长度方向和对角方向)上的重合度。

8.3.2.3 方法

8.3.2.3.1 预处理

应小心截取试样,避免试验部分的任何损伤。

离边缘 2 mm 的区域内的部分不能用于制作试样。

当冲切试样时,冲切机应具有足够的缓冲以避免试样变形。

当遇到软的和(或)薄的镀层时,例如金、锡或锡铅,在灌样前可能需要镀一层较硬镀层。

当检验有机涂层时,可以电镀或要求使用有颜色的灌封物质,与被检测涂层形成颜色反差。

注:如果几个试样被灌封在一起,应能清楚地辨别每个试样。

试样应用合适的灌封材料仔细灌封。灌封材料和方法应对试样无有害的影响,例如在测量有机层尺寸时不能有膨胀等。

在灌封物质与被测量厚度的镀涂层之间不应有空洞,根据所用材料采用搅拌、手工震动或真空抽气的方法消除气泡。

试样应仔细研磨和抛光,采用与覆盖层硬度相适应的最小压力进行。研磨应进行到因切割而产生的任何不规则面完全被消除为止,任何遗留下来的划痕都不应妨碍用上述的显微和放大方法目检和(或)尺寸检查。研磨过的表面应在具有适当介质的低速盘上进行抛光。当测量尺寸时(如某一层的厚度),在测量范围内宽度不应大于 $0.5 \mu\text{m}$ 和有大于被测尺寸 1% 的划痕。

当检验垂直于印制板剖切的截面时,抛光的显微剖切面应和印制板面成 $85^{\circ} \sim 95^{\circ}$ 。在测量镀覆孔的孔壁厚度时,截面上出现的孔径应不小于制备显微剖切试样前测量的实际孔径的 90%。

抛光后和目检和(或)尺寸检验前,试样应经过蚀刻,以使镀层界线能清晰地分辨出来。使用的蚀刻溶液取决于要检测的要素。必要时,应规定专用的蚀刻液。

注:在蚀刻前可能需要检验一些要素,见 8.3.2.3.3。

8.3.2.3.2 检验方法

除非有关的规范规定专用的印制板检验方法,试样应用合适的显微镜目检。

应用下面的放大倍数:

- a) 大约 100 倍,线性放大;
- b) 大约 250 倍,线性放大;
- c) 大约 500 倍,线性放大;
- d) 大约 1 000 倍,线性放大。

选择的放大倍数应适合于检验项目。测量尺寸时,应使用带刻度的测量系统。

当测量尺寸时,所有被测要素的界面应同时出现在焦点上。

当测量镀层厚度时,结瘤、空洞、裂缝都不应包含在内。

8.3.2.3.3 检验的要素

当在有关规范中规定时,应检验如下一个或多个要素和细目。

- a) 导线、镀层、层压板铜箔的厚度:

镀层空洞和裂纹;

层压板铜箔裂纹;

毛刺和结瘤;

钻孔质量(例如树脂钻污、内层钉头等);

侧蚀和镀层突沿;

镀覆孔壁与内层导线界面;

镀层分离。

- b) 有机层厚度(包括基材):

有机层空洞(包括基材);

凹蚀;

玻璃纤维突起;

分层。

- c) 层间重合度:

导线和焊盘重合度;

环宽;

有关规范可能要求在蚀刻前检验镀覆孔壁和内层导体的界面。

8.3.2.4 规定的细目

- a) 印制板剖切的部分;
- b) 专用的蚀刻溶液,(必要时);
- c) 检验项目和要素(包括使用的放大倍数);
- d) 蚀刻前的检验,(要求时);
- e) 要达到的要求;
- f) 与本标准试验方法的任何差异。

8.4 试验 16:阻燃性

下面的试验是实验室试验,采用低能量的明火源,所有的试验结果不能用于预测印制板在更大规模

的着火中的实际行为。

为了考察不同火源的作用,在某些情况中一块印制板要进行几次试验。

试验 16a 与以前的版本 GB/T 4722 中的完全相同,作为其他现行的标准和技术规范的参考。考虑到它的局限性,应参考 GB/T 4588.3—2002 中的 9.3。

阻燃性试验指导见 GB/T 4588.3。

8.4.1 试验 16a:刚性板的水平燃烧试验

8.4.1.1 目的

本试验是用低能量试验火焰来模拟实际着火时的等级,用以评定印制板对单个电子元件偶然过热所引起的着火危险性和小火蔓延具有的抵抗能力。

8.4.1.2 试验装置及器材

a) 燃烧源:一个管长约 100 mm、内径 (9.5 ± 0.5) mm 的本生灯(但管内不装稳定器等装置)。应使用工业甲烷或热容量约为 37 MJ/m^3 的天然气,并用适当的调节器和产生均匀气流的流量计控制流量;

b) 具有通风设备的柜或试验室;

c) 固定支架;

d) 秒表或相应的以秒为单位的计时器;

e) 金属网:约 8 目/cm,面积为 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 清洁铁丝网。

8.4.1.3 试样及预处理

8.4.1.3.1 试样应在成品板或试验板上裁取,其尺寸为长 (125 ± 5) mm,宽 (13 ± 1) mm,厚度为原印制板厚度。要求边缘平滑、无毛刺、棱角半径不超过 1.3 mm,并应除去金属层。试样至少一组,每组四块,在每块试样离点燃端 (25 ± 0.5) mm 处画一条与长轴垂直的标记线。

8.4.1.3.2 试样应在正常大气条件下放置 48 h。

8.4.1.4 方法

8.4.1.4.1 试验应在试验柜或试验室中进行。将试样未画线一端夹在试验装置的试样夹上,调节试样,使纵轴与底平面成 $(45 \pm 10)^\circ$ 夹角,并能看到试样上的划线。然后将面积约 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 的铁丝网水平的夹在试样下方,与试样最低边相距 (10 ± 1) mm,试样自由端伸出铁丝网外边 (13 ± 1) mm(见图 10)。在试验时应关闭排风扇,只有在两次试验的间隙打开,以排除有害气体。

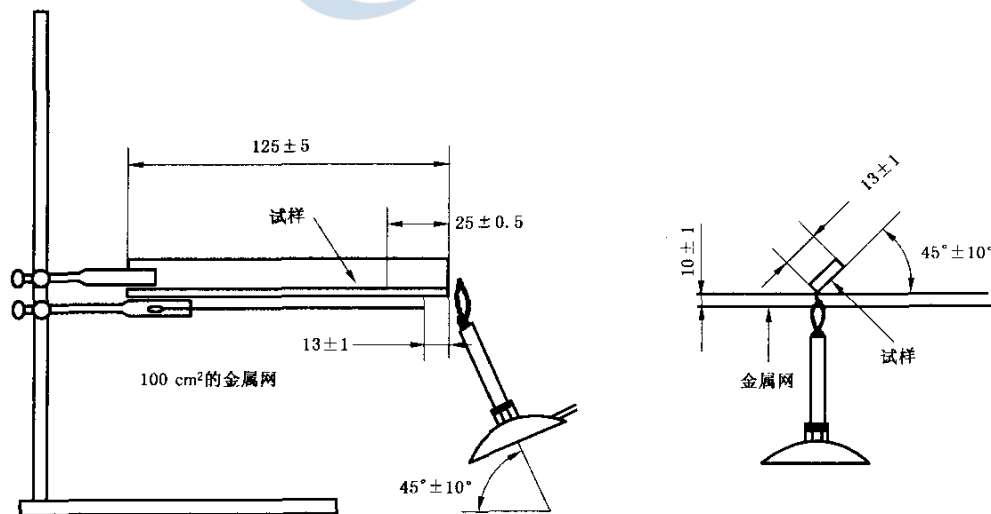


图 10 水平燃烧试验

8.4.1.4.2 先将燃烧器放在远离试样的地方,点燃并调节到产生高达 25 mm 左右的黄顶蓝火。借助于调节空气量,使火焰顶部的黄色消失。这时火焰为高度 (25 ± 1) mm 的蓝色火焰。必要时可反复测量

和调节火焰的高度。

8.4.1.4.3 以 $(45 \pm 10)^\circ$ 倾角移动本生灯。使其中心轴与试样纵轴线保持在同一垂直面上。火焰施加在试样自由端前部,进入深度约 6.5 mm。本生灯的位置不得移动,此时开始计时。

8.4.1.4.4 试样经点火 30 s 后移走火焰,测定移去灯的瞬间到火焰从试样上消失为止的燃烧时间,以秒为单位,并观察试样是否继续燃烧超过标记线。

8.4.1.5 规定的细目

- 四个试样燃烧时间的平均值和其中最长持续燃烧时间;
- 是否有试样燃烧超过标记线;
- 试样是否熔化或滴落,若有,滴落物是否燃烧;
- 试样的厚度;
- 与本标准试验方法的任何差异。

8.4.2 试验 16b:刚性印制板的灼热丝试验

8.4.2.1 目的

评定印制板在规定条件下暴露于灼热丝下的阻燃性,所用灼热源的强度近似于单个电子元件偶然过热或灼热发红的等级。

8.4.2.2 试验装置和器材

a) 灼热丝试验装置:灼热丝是用直径为 4 mm 的镍(80%)铬(20%)丝制成的规定尺寸的环。试验装置设计成使灼热丝保持在一个水平面上,它对试验样品施加 (1 ± 0.2) N 的力。灼热丝和试验样品在相对移动时一直保持该压力值。该试验装置见图 11(参见 GB/T 5169.11—1997 中的第 3 章)。

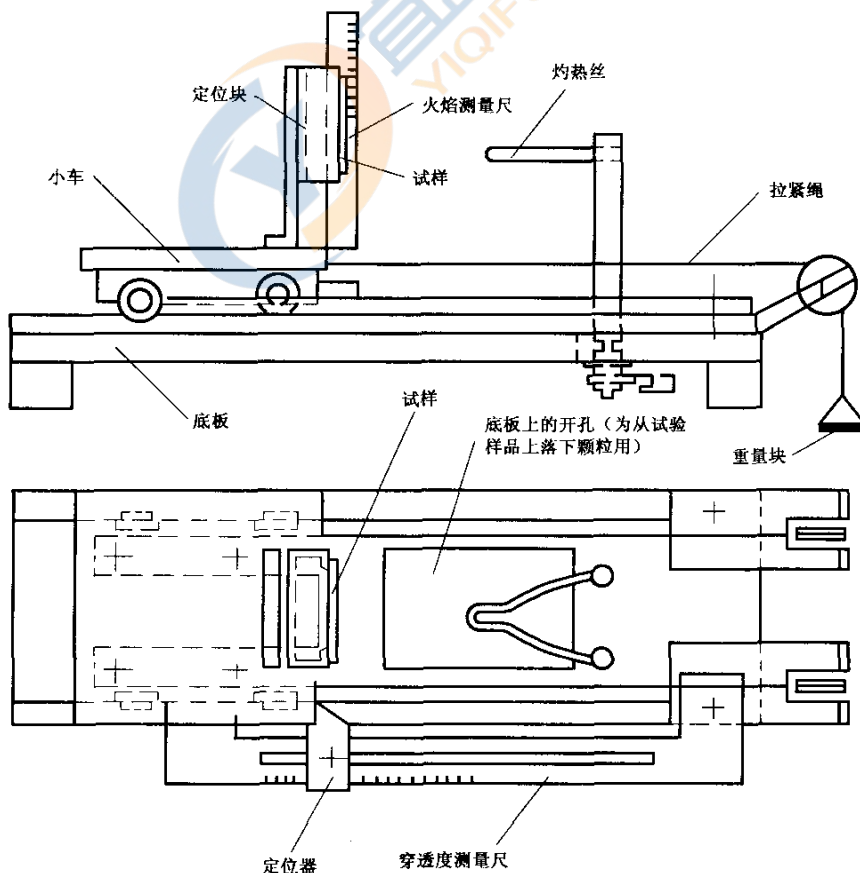


图 11 灼热丝试验装置示意图

- b) 具有通风设备的柜或试验室；
- c) 秒表或相应的以秒为单位的计时器；
- d) 恒温箱；
- e) 薄棉纸及白松木板(约 10 mm 厚,单位面积质量为 $12 \text{ g/m}^2 \sim 30 \text{ g/m}^2$)。

8.4.2.3 试样及预处理

8.4.2.3.1 试样为成品印制板或试验板(在材料、类型、尺寸、设计、面积、厚度以及导电图形分布等方面能代表成品板)。

试样尺寸一般为 $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$,但较小成品板必须按它的实际尺寸。

除非另有规定,应从五块印制板上取样,共五个试样。

8.4.2.3.2 试样应在有空气循环的 $(125 \pm 2)^\circ\text{C}$ 恒温箱中预处理 24 h,然后放在盛有无水氯化钙的干燥器中,在室温下冷却 4 h。

8.4.2.4 方法

8.4.2.4.1 试验在有通风设备的试验柜或试验室中进行。将灼热丝与试样表面相垂直,在白松木板上放一层薄棉纸,然后把木板放在离试样施加火焰部位底部 $(200 \pm 5) \text{ mm}$ 位置,再按 GB/T 5169.11 进行试验。在试验时应关闭排风扇,只有在两次试验的间隙打开,以排除有害气体。

8.4.2.4.2 严酷等级应根据灼热丝顶部的温度选择(见表 3)。

表 3 灼热丝顶部的温度及公差

优选的试验温度/ $^\circ\text{C}$	公差/ $^\circ\text{C}$
550	± 10
650	± 10
750	± 10
850	± 15
960	± 15

除非有关规范另有规定,使用的持续时间应为 $t_a = (30 \pm 1) \text{ s}$ 。

如有关规范规定,其他严酷等级也可使用。

注:把灼热丝顶部通电加热到 960°C 所需的电流为 $120 \text{ A} \sim 150 \text{ A}$ 。

8.4.2.5 观察和测量

在对试样施加灼热丝和结束后的 30 s 期间,要对试样和放在它下面的薄棉纸进行观察并作如下的记录:

- a) 从施加灼热丝开始到试样或它下面的薄棉纸起燃的持续时间(t_i);
 - b) 从施加灼热丝开始到火焰熄灭的持续时间(t_e)(火焰熄灭可能在施加期间或以后);
 - c) 火焰的最高高度(但起火开始时,可能产生高的火焰,为时约 1 s,这种火焰不计在内)。
- 火焰的高度是指当灼热丝施加在试样上时,由灼热丝上缘至可见火焰顶部的垂直距离。

8.4.2.6 试验结果的评定

除非另有规定,试样符合下列两种情况之一的可认为能经受住灼热丝试验。

- a) 无火焰或不灼热发红;
- b) 如果试样或下面的薄棉纸产生燃烧或灼热发红,但在灼热丝移去后 30 s 内熄灭,即持续时 $t_a \leq t_i + 30 \text{ s}$ 时,试样和下面的薄棉纸未着或熄灭。

8.4.2.7 规定的细目

- a) 试样数量,(如果不是 5 个);
- b) 试样位置,(如果不垂直);
- c) 灼热丝施加点;

- d) 灼热丝尖端温度;
- e) 施加温度的持续时间,如果不是 30 s;
- f) 试样是否燃烧或灼热发红,若有燃烧,当 $t_a = t_a + 30$ s 后试样是否熄灭;
- g) 试样是否有熔化或滴落,若有,滴落物是否点燃薄棉纸;
- h) 与本标准试验方法的任何差异。

8.4.3 试验 16c:刚性印制板的针焰试验

8.4.3.1 目的

评定印制板在规定条件下暴露于针焰下的阻燃性。所用点燃源的强度近似于单个电子元件偶然过热或着火的等级。

8.4.3.2 试验装置及器材

a) 燃烧源:是由长至少 35 mm,内孔直径(0.5 ± 0.1) mm 和外径不超过 0.9 mm 的管子构成。燃烧器使用丁烷气,也可使用丙烷气,以 95% 以上纯度的丁烷气作为基准气;

注:割去钝度部分的注射针管可用作本试验。

- b) 具有通风设备的柜或试验室;
- c) 固定支架;
- d) 秒表或相应的以秒为单位的计时器;
- e) 恒温箱;
- f) 薄棉纸及白松木板(约 10 mm 厚)。

8.4.3.3 试样及预处理

8.4.3.3.1 试样为成品印制板或试验板(在材料、形状、尺寸、设计、面积、厚度、导电图形的分布等方面能代表成品板)。

试样尺寸一般为 150 mm×150 mm,但较小产品板必须按它们的实际尺寸。

除非另有规定,应从五块印制板上取样,共五个试样。

8.4.3.3.2 试样应在有空气循环的(125 ± 2)°C 恒温箱中预处理 24 h,然后放在盛有无水氯化钙的干燥器中,在室温下冷却 4 h。

8.4.3.4 方法

8.4.3.4.1 试验在具有通风设备的试验柜或试验室中进行。将试样一端夹在试验装置的试样夹上,试样位置根据要求呈水平位置或垂直位置或倾斜约 80°角。并且低边均处于水平位置(如图 12a~12e)。在白松木板上放一层薄棉纸,然后把木板放在离试样施加火焰部位(200 ± 5) mm 的位置,再按 GB/T 5169.5 的方法进行试验。在试验时应关闭排风扇,只有在两次试验的间隙时打开,以排除有害气体。

8.4.3.4.2 先将燃烧器放在远离试样的地方,点燃并调节火焰高度为(12 ± 1) mm。

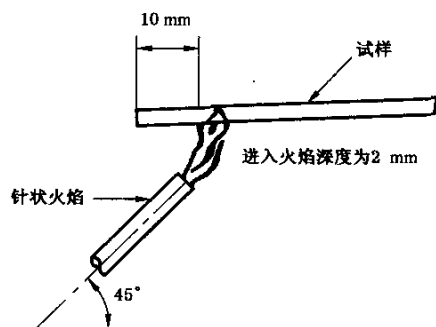
8.4.3.4.3 以约 45°倾角移动燃烧器,根据有关规定使火焰施加在试样的表面或边缘,火焰进入深度约 2 mm 时,开始计时。

试样呈水平位置时,火焰若施加在试样表面,则施加点离邻近的边缘不得小于 10 mm(见图 12a),如果可能,应避免任何边缘影响。火焰若施加在试样边缘上,火焰施加点离邻近边缘的距离不得小于 10 mm(见图 12b)。

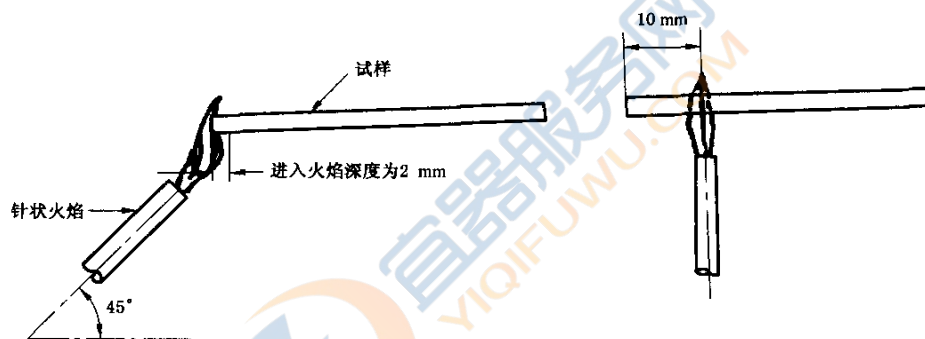
试样呈垂直位置时,火焰若施加在试样边缘,则被试边缘与燃烧器顶端的垂直距离要调节到 8 mm~10 mm(见图 12c)。火焰若施加在试样表面时,则燃烧器顶端与被试表面水平距离约 5 mm(见图 12d)。

试样呈倾斜 80°位置时,火焰施加在试样表面,则施加点离邻近边缘不得小于 10 mm(见图 12e)。

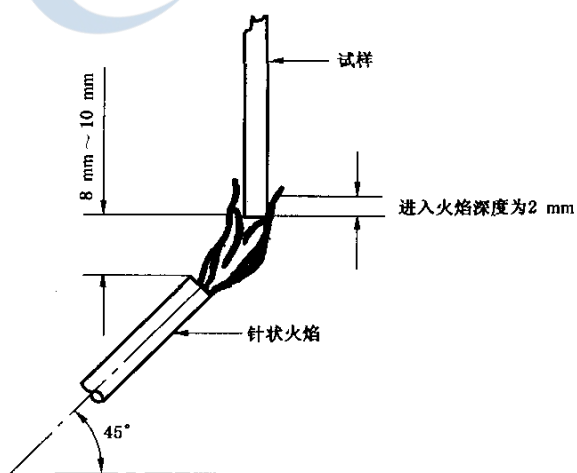
当试样使用位置未知或可变时,应按图 12c 和图 12e 进行试验。



a 火焰施加于表面



b 试样处于水平位置



c 试样处于垂直位置

图 12 针焰试验

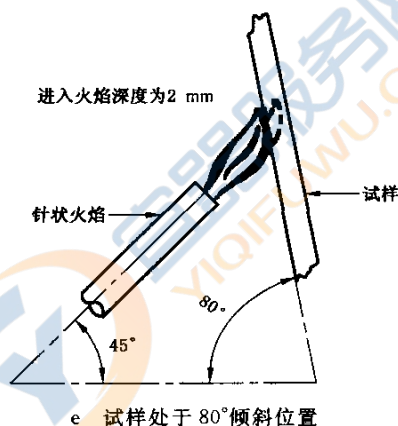
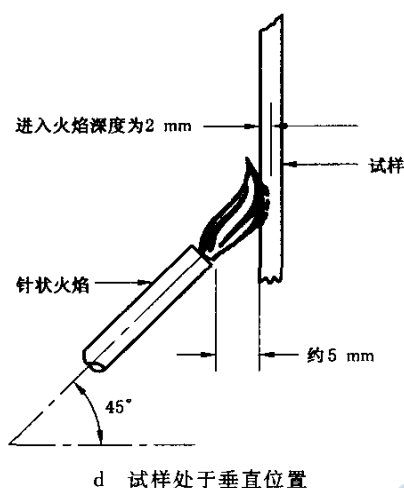


图 12(完)

8.4.3.4.4 火焰施加在试样表面或边缘的持续时间应优先选择下列值(t_s):

5 s、10 s、20 s、30 s、60 s、120 s。

相关的规范应规定所用的严酷等级。

8.4.3.5 观察和测量

试验时,应对试样和放在它底下的薄棉纸作观察并作如下的记录(t_b)。

a) 若试样或放在下面的薄棉纸起火,测量和记录燃烧持续时间。

燃烧的持续时间是指试验火焰移开的瞬间一直到火焰熄灭或一直到试样或试验用的薄棉纸不再有灼热发红现象这段时间。

b) 试样冷却到室温并用清洁干布清理后,测量它的燃烧长度。

燃烧长度是从施加试验火焰部位(面积)的中心到最远的燃烧的距离。燃烧的痕迹是指试样表面由于燃烧而损坏的面积,包括烧焦的面积。判定痕迹时,可不考虑颜色的变化,烟熏的生成和由于热、表层的熔化和烧焦所产生的变形。

8.4.3.6 试验结果的评定

除非另有规定,试验样品符合下列四种情况之一的可认为能经受住针焰试验。

a) 无火焰或不灼热发红;

b) 从试样上落下的燃烧或灼热的颗粒未使燃烧蔓延到试验样品下的薄棉纸上,或者停止施加试验火焰时,试样并未燃烧或灼热发红;

- c) 燃烧的持续时间 $t_b = 30$ s;
- d) 燃烧的长度不超过有关标准的规定。

8.4.3.7 规定的细目

- a) 试样数量,(如果不是 5 个);
- b) 试样位置;
- c) 火焰施加点;
- d) 试验火焰施加时间;
- e) 试样是否起燃, $t_b = t_a + 30$ s 及燃烧长度;
- f) 与本标准试验方法的任何差异。

8.5 试验 17a:耐溶剂和耐焊剂性

8.5.1 目的

评定印制板上的标志、阻焊层和绝缘涂层在规定的焊接操作前和(或)后抵抗规定溶剂或焊剂的能力。

注:当采用试验 19b 的预处理时,不适用于覆盖锡或锡铅的导电图形上的标志、阻焊和绝缘层。

8.5.2 试样

试样应是长方形,并且应适用于毡垫覆盖的标志和(或)涂层。

8.5.3 方法

预处理试样应在焊接前和(或)后按试验 18a 预处理。当要求时,焊接操作应按照试验 19c 完成,浮焊时间 5^{+1}_0 s。

适用于与本标准试验方法的偏差是:试样按有关规范的规定涂焊剂;省去了试验 19c 规定的清洗程序。

溶剂试验用溶剂为 4%(质量)乙醇或异丙醇和 96%(质量)的三氯三氟乙烷的共沸化合物。如果试验需用其他溶剂,应由供需双方商定。

典型的溶剂是:乙醇、异丙醇、甲苯、1,1,1 三氯乙烷、三氯乙烯、丁酮和热水。

8.5.3.1 一般要求

除非另有规定,试验应在标准大气条件下使用室温的溶剂。

试验时用溶剂淹没试样,用一块毡垫按规定的方法磨擦试样的表面。

试样应固定在一个盘中以防止在试验过程中移动。盘中的溶剂应完全没过试样的表面。待溶剂倾倒在试样上面后应立即进行磨擦。

磨擦应是往复式的,行程约 50 mm,频率约每秒 1 次,应进行 25 个磨擦周期。

每种溶剂应试验三个试样。

每种溶剂应使用新的毡垫,或者在使用下一种溶剂前清洗干净并干燥后再使用。

8.5.3.2 手工方法

试样应用一块毡垫磨擦,采用大约为 0.5 N/cm^2 的压力。毡垫的羊毛含量应不少于 85%,厚度约 6 mm~7 mm,表面积不少于 6.5 cm^2 。

试验结束后应除去溶剂,并按试验方法 1 对试样进行不放大目检。

8.5.3.3 仲裁方法

在供需双方存在争议的情况下,试验应用等效于图 13 所示的试验装置进行。该装置主要包含一个稳定工作的往复式气缸马达。

往复式机械应采用一种能保持毡垫与试样表面平行的结构,表面各处压力应相同。用来作毡垫的毛毡应是卷状,1 mm 厚的毛毡质量为 180 g/cm^2 ,羊毛含量不小于 85%,拉伸强度为 70 N/cm^2 。毡垫表面积不小于 6.5 cm^2 ,试样表面压力应为 0.5 N/cm^2 。毡垫厚度 6 mm~7 mm。

试验结束后,应除去溶剂,并按试验方法 1a 对试样进行目检。

8.5.4 规定的细目

- a) 焊接操作,(当要求时);
- b) 焊剂,(当要求焊接时);
- c) 溶剂,(如果非标准);
- d) 对目检的要求;
- e) 与本标准试验方法的任何差异。

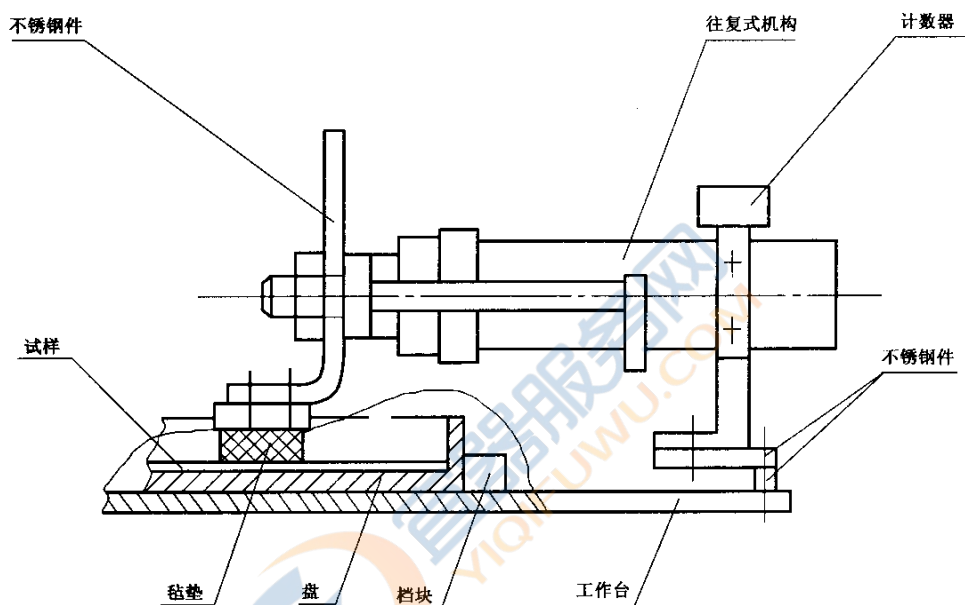


图 13 磨擦试验装置示意图

9 环境试验

9.1 试验 18: 预处理

9.1.1 试验 18a: 标准大气条件下的预处理

9.1.1.1 目的

使印制板的温湿状态稳定,以保证某些试验结果的有效性和一致性,如绝缘电阻测试。

9.1.1.2 方法

试样应在标准大气条件下放置至少 24 h。

9.1.1.3 规定的细目

- a) 与本标准试验方法的任何差异。

9.1.2 方法 18b: 125℃ 预处理

9.1.2.1 目的

烘干试样以避免试样材料内部的湿气影响试验结果。

9.1.2.2 方法

试样应放置在带空气循环的温度为 $(125 \pm 50)^\circ\text{C}$ 的烘箱中,时间应不少于 6 h 或按有关规范的规定。然后将试样放在标准大气条件下冷却至 35°C 以下,但在任何情况下,恢复的时间都不应超过 8 h。

9.1.2.3 规定的细目

- a) 预处理时间;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

9.2 试验 19:热应力

9.2.1 试验 19a:热应力浸油

9.2.1.1 目的

对试样的所有面同时进行热应力试验。

9.2.1.2 方法

整个试验应使用一个充分搅拌的硅油或等效液体槽,槽深不小于40 mm,温度为 $(260 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。温度应在液面 25 mm 以下测量。

注:合适的液体应是:燃点高于 300°C ,分解温度高于 250°C ,具有良好的导热性,其抗氧化性应不亚于甲基苯基的聚硅醚类。

试样应水平放置在液面 25 mm 处,夹具应具有较低的散热性,不应使液体的温度降至 260°C 以下。试样应完全浸入液体,浸入的时间应符合有关规范的要求。从液槽中取出后,试样应冷却至 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。

冷却后的试样应浸入 1,1,1 三氯乙烷或乙烯中几秒钟,用清洁的空气吹干后再浸入清洁的异丙醇中,然后再用清洁空气吹干。

9.2.1.3 规定的细目

- a) 浸入的时间;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

9.2.2 试验 19b:热应力浸流沙

9.2.2.1 目的

当不希望使用浸油法时,用此法对试样的所有面同时进行热应力试验。

9.2.2.2 方法

使用一个设计适当的流沙槽(如图 14 所示),整个试验过程中应使流沙的温度保持在 $260^{+5}_0^\circ\text{C}$ 。在试样将要放入的位置测量温度。试样应垂直放入沙中,夹具应具有较低的散热性,不应使温度降至 260°C 以下。将试样完全浸入沙中,浸入的时间应符合有关规范的规定。从沙槽中取出后,试样应冷却至 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。

9.2.2.3 规定的细目

- a) 浸沙的时间;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

9.2.3 试验 19c:热应力浮焊

9.2.3.1 目的

主要对试样的一面进行热应力试验,使用的焊料槽应与实际焊接工艺相似。槽深应不小于40 mm,圆形槽直径不小于 120 mm,矩形槽应不小于 $100\text{ mm} \times 75\text{ mm}$ 。

9.2.3.2 方法

使用一个设计适当的焊料槽,整个试验过程中应保持焊料的温度在 $260^{+5}_0^\circ\text{C}$ 。温度应在液面 25 mm 以下测量。

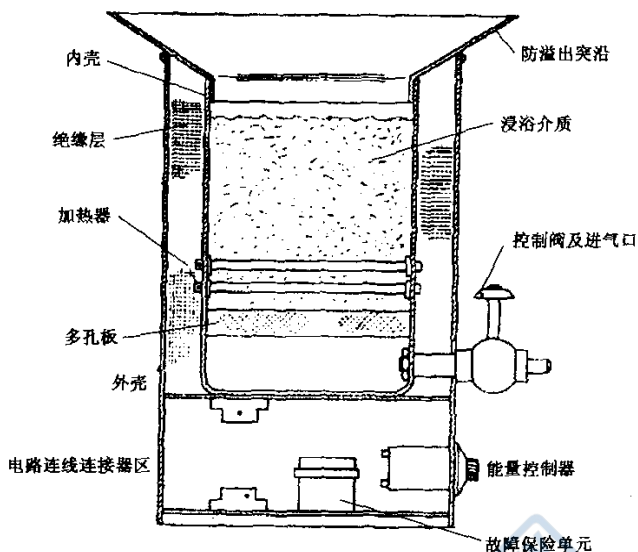
焊料表面的氧化层除去后,应立即将试样浮在焊料上。

试样浮在焊料上时,应只有一面与焊料表面直接接触。浮焊的时间应符合有关规范的规定。从焊料槽取出后,试样应冷却至 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。

冷却后的试样应浸入 1,1,1 三氯乙烷或乙烯中几秒钟,用清洁的空气吹干后再浸入清洁的异丙醇中,然后再用清洁空气吹干。

9.2.3.3 规定的细目

- a) 浮焊时间;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。



说明:

以上为一个通入适当的气体(空气)可使小的固体颗粒“流动化”的沙槽截面图。由气泵或气路提供的气压为 2 N/cm^2 的清洁空气,通过一个控制阀进入多孔板下的腔体中。多孔板将保证空气均匀地穿过容器的所有部分,并起支撑沙床的作用。

慢慢打开进气阀时,沙的底部并不受影响,而空气则进入沙粒间的空隙,这时气压的下降与空气的流速相适应。随阀门的继续打开,滞留在沙粒上的空气将使沙粒分开,并且能够看到整个沙床的膨胀。这时沙粒的运动就与液体相似,即“流动化”。当继续打开进气阀,气压并不升高,而是保持一个相当于沙床顶部的恒定值,此时,沙的运动将更加剧烈并且出现有如液体沸腾的外观。当流沙处于这种沸腾状态时,就能达到最好的传热效果。从而使整个沙槽的温度达到最佳的一致性。

图 14 流沙浴槽

9.2.4 试验 19d: 热应力手工焊接

9.2.4.1 目的

通过反复进行手工焊接,模拟焊接、解焊、再焊接的过程,对试样进行热应力试验。

9.2.4.2 方法

a) 焊接工具

焊接所用烙铁的头应是铜质的,长度为 $(30 \pm 5) \text{ mm}$,直径为 $(5 \pm 0.1) \text{ mm}$,端部的成型角度为 $(45 \pm 10)^\circ$, (见图 15)。在整个试验过程中,烙铁头的温度应保持在 $(270 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。

b) 焊料

使用的焊料应是含无腐蚀性松香的 60/40 锡铅合金,并且焊料丝的直径应不大于 1.5 mm 。

c) 焊接循环

应用烙铁粘尽可能少的焊料在 $(4 \pm 1) \text{ s}$ 内将焊盘均匀的涂上焊料。

将一根预先涂上焊料的金属丝垂直的焊接在焊盘的中心。金属丝与焊盘之间形成的焊缝应覆盖整个焊盘。焊接时间为 $(4 \pm 1) \text{ s}$ 。

在焊接和后续的冷却过程中,都不允许移动金属丝,为确保这一点,可以将试验板和金属丝固定在焊接平台上。

焊接的焊盘冷却后,用烙铁在 $(4 \pm 1) \text{ s}$ 内将金属丝解焊下来。冷却后,再用烙铁在 $(4 \pm 1) \text{ s}$ 内将金属丝重新焊上。

第一个焊接循环包括焊接、解焊、再焊接三个过程,而后续每个循环包括解焊和焊接两个过程。焊接循环的次数应按有关规范的规定。

单位: mm

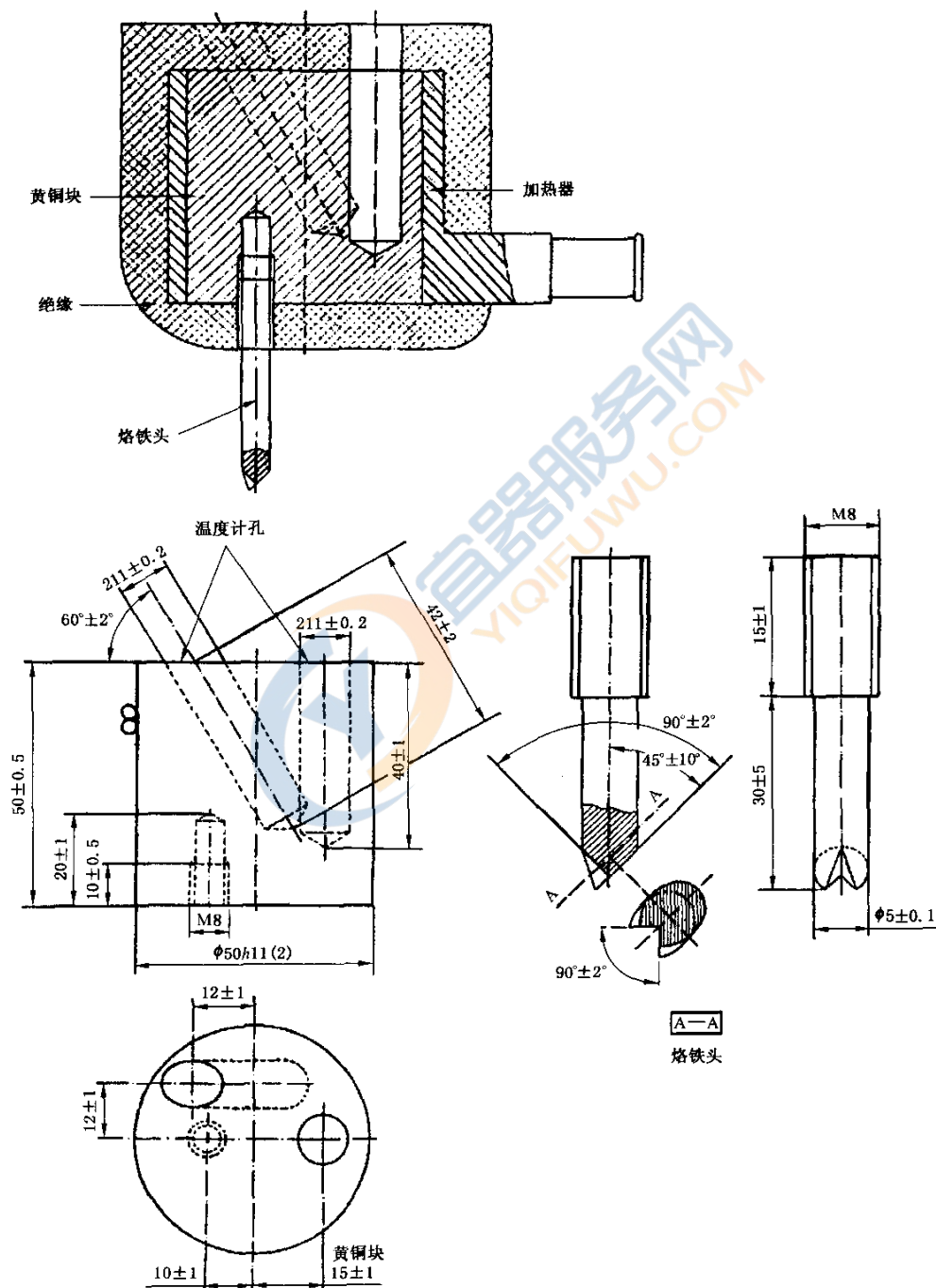


图 15 烙铁实例

9.2.4.3 规定的细目

- a) 焊接循环的次数;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

9.2.5 试验 19e: 热应力浸焊

9.2.5.1 目的

通过反复浸入焊料中对试样进行热应力试验,以模拟焊接、解焊、再焊接的过程。

9.2.5.2 方法

a) 焊接装置

准备一个足以浸没试样的焊料槽,槽深应不小于 75 mm,整个试验过程中的温度应保持在 260^{+5}_{-0} °C。温度应在液面 25 mm 以下测量。

b) 焊料

使用的焊料应是 GB/T 3131 中规定的 60/40 锡铅合金,仅在焊接之前测量的温度应符合 GB/T 4722 的规定。除去焊料表面的氧化层后,应立即浸入试样。

c) 焊接循环

试样和金属丝应预先涂上适当的焊剂,并组装在一个合适的夹具上,以使金属丝和试样保持一个适当的位置,如图 16 所示的。试样浸入熔融焊料中的深度为 25 mm,时间为 (4 ± 0.5) s。焊盘在标准大气条件下冷却后,再次浸入 (4 ± 0.5) s,以模拟解焊操作。冷却后第三次浸入焊料中模拟再焊接操作。

第一个焊接循环包括三个浸入过程,而后续每个循环包括两个浸入过程。焊接循环的次数应按有关规范的规定。

9.2.5.3 规定的细目

- a) 焊接循环的次数;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

9.2.6 试验 19f: 热应力浮焊 280°C

9.2.6.1 目的

主要对试样的一面进行热应力试验,使用的焊料槽应与实际焊接工艺相似。槽深应不小于 40 mm,圆形槽直径应不小于 120 mm,矩形槽应不小于 100 mm × 75 mm。

9.2.6.2 预处理

有关规范要求时,试验应按试验 18b 的规定进行预处理,处理时间应不少于 6 h 或按有关规范的规定。有关规范中应规定合适焊剂的使用。

9.2.6.3 方法

使用一个设计适当的焊料槽,整个试验过程中应保持焊料的温度在 280^{+5}_{-0} °C。温度应在液面 25 mm 以下测量。

焊料表面的氧化层除去后,应立即将试样浮在焊料上。

试样浮在焊料上时,应当只有一面与焊料表面直接接触。浮焊的时间应符合有关规范的规定。从焊料槽取出后,试样应冷却至 15°C ~ 35°C。

冷却后的试样应浸入 1,1,1 三氯乙烷或乙烯中几秒钟,用清洁的空气吹干后再浸入清洁的异丙醇中,然后再用清洁空气吹干。

9.2.6.4 规定的细目

- a) 预处理方法及时间,(当要求时);
- b) 是否使用焊剂及其类型;
- c) 浮焊时间;
- d) 与本标准试验方法的任何差异。

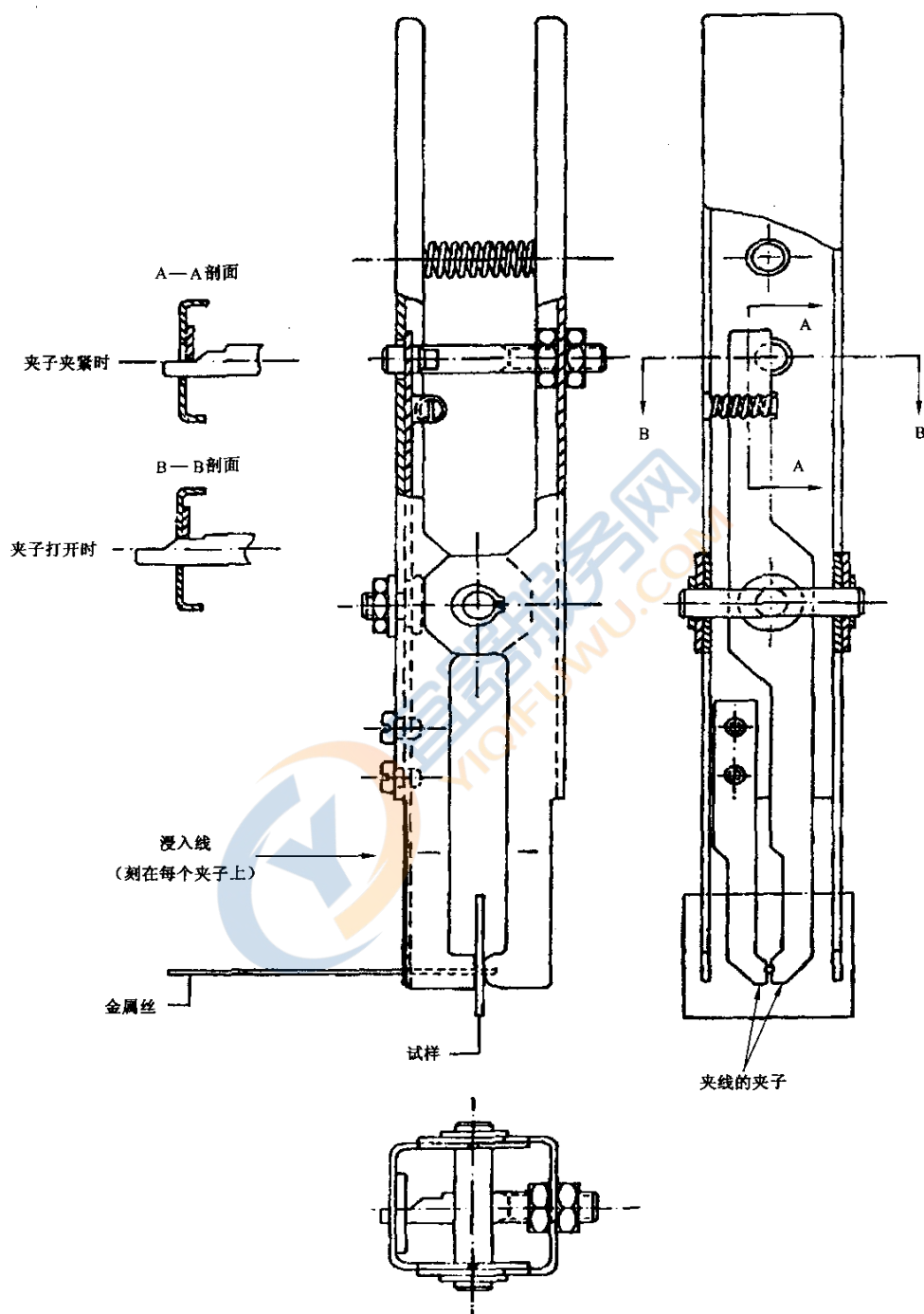


图 16 热应力 浸焊试验用夹具

9.2.7 试验 19g: 热应力模拟汽相再流焊

9.2.7.1 目的

确定汽相再流焊过程中印制板的耐热应力。

注: 该试验作为有表面安装元件印制板的仲裁试验。

9.2.7.2 试样

试样可以是印制板或供需双方协商同意的测试板,试样应有足够的镀覆孔、导线和表面安装图形,以进行第六章的评定。典型的测试图形范例如图 17 所示。

单位: mm

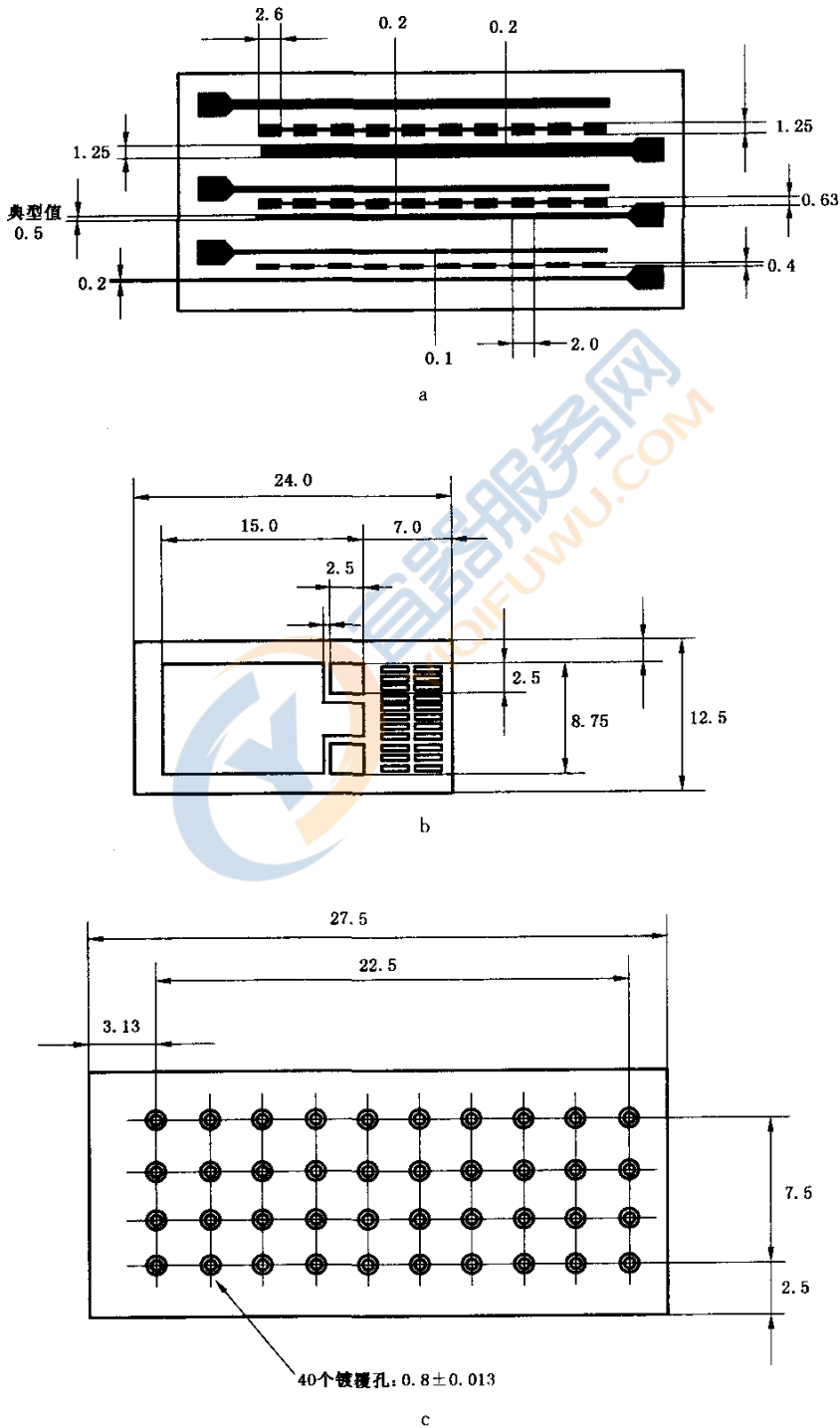


图 17 典型的测试图形

测试图形需经供需双方协商,并应按有关规范的要求安装。

9.2.7.3 试验的一般描述

试样上的热应力水平与所选择的氟化试剂的沸点、在汽相中的停留时间以及试验循环的次数有关。应准确知道汽相再流焊工艺中蒸汽的温度。

试样可以是静态或在线暴露在蒸汽中,并应经供需双方协商决定。

9.2.7.3.1 静态暴露

试样应水平悬挂在氟化物蒸汽中。

9.2.7.3.2 在线暴露

试样应放在合适的载体(如传送带、支架或篮子等)上,水平传送进氟化物蒸汽中,允许使用自动设备。

9.2.7.4 试样的准备

试样应按试验方法 19b 的规定预处理(60 ± 10) min,除非另有规定,预处理温度为 125°C 。

9.2.7.5 方法

试样上应涂上有关规范规定的焊剂或带焊剂的焊膏。涂覆后的试样应在 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下烘 (15 ± 2) min,或按焊剂或焊膏承制方的建议处理,以使焊剂中的有机溶剂挥发。

烘干的试样允许放在室温中。如果在 4 h 之内不进行试验,应将试样放在干燥器中。

当采用静态暴露的方法时,试样应安装在一个合适的夹具上,然后下降至蒸汽中温度保持在 $(215 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的位置,暴露时间应按有关规范的规定。

当有关规范规定多次循环时,重复以上过程。

9.2.7.6 最终检验

9.2.7.6.1 材料检验

材料缺陷采用目检的方法,位于距试样边框 2.5 mm 以内的缺陷可不考虑。

有关规范中应规定允许的材料缺陷。

9.2.7.6.2 显微剖切

镀覆孔的显微剖切应按试验方法 15b 的规定进行。

有关规范中应规定允许的镀覆孔缺陷。

9.2.7.6.3 剥离强度

暴露于蒸汽之前和之后都应测试导线的剥离强度,按照试验 10 的规定进行。

有关规范应规定热应力试验后的剥离强度,或试验前后剥离强度的偏差。

9.2.7.6.4 拉离强度

暴露于蒸汽之前和之后都应测量表面安装焊盘的拉离强度,采用试验方法 X(正在考虑中)。有关规范应规定热应力试验之后的拉离强度,或试验前后拉离强度的偏差。

9.2.7.7 规定的细目

- a) 试验的试样;
- b) 静态暴露法或在线暴露法;
- c) 试样的安装要求;
- d) 当不是 $(215 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时,沸点的温度;
- e) 焊剂或焊膏类型;
- f) 循环次数;
- g) 材料要求;
- h) 镀覆孔要求;
- i) 剥离强度要求;
- j) 拉离强度要求;

k) 与本标准试验方法的任何差异。

9.3 气候环境试验

当要求环境试验时,试验方法应从 SJ/Z 9001 中选择。

关于镀覆孔的放气试验参见附录 B。

9.4 试验 20a:加速老化蒸汽/氧气

9.4.1 目的

对印制板施加蒸汽或(和)氧气,以进行一个短期的加速老化过程(大约 80 min)。该加速老化试验条件等效于 SJ/Z 9001.10 的试验方法 dB 中的 10d 湿热老化试验。本试验是预测印制板储存对可焊性的影响。

注:对电镀锡铅的有镀覆孔的印制板应进行比较试验。

9.4.2 试样

试样应符合 8.2.2 中试验 14a 的规定。

9.4.3 试验设备

9.4.3.1 试验箱

试验箱应采用不易残留试验气体的材料制作,如玻璃或不锈钢。

9.4.3.2 试样的运动

固定试样的夹具可以是任意设计的,只要它能在垂直位置夹住试样,并且与试样之间的距离大约为 6 mm。好的夹具设计应当不俘获蒸汽/气体,允许蒸汽/气体在试样上均匀分布。夹具及旋转杆在试验箱中的部分,应是用不锈钢或聚四氟乙烯等不残留试验气体的材料制成。夹具的旋转速度为 5 转/分钟~50 转/分钟。

9.4.3.3 蒸汽发生器、冷凝装置和流量控制器

图 18 为蒸汽发生器的原理示意和一个向试验箱提供蒸汽的去离子水箱,进汽管上装有一个接收投配气体的进气阀,投配气体通过流量计和控制器。

设备中还应有一个氮气的入口,氮气作为驱动气体,并在开始加热和冷却的过程中防止试样氧化,氮气通过一个流量计和控制器进入气流。试验箱中排出的蒸汽/气体应通过一个水冷凝装置进行冷凝。冷凝物可收集起来并算出蒸汽的产生速度,冷却水可以是自来水。

9.4.4 方法

9.4.4.1 试样的准备

试样应按试验 14a 清洗和干燥,并放置在试验箱中的夹具上。

9.4.4.2 试验过程

应关紧试验箱,打开氮气开关,将流速控制在 (500 ± 250) mL/min,打开旋转载体开关,转速为 5 转/分钟~50 转/分钟。蒸汽发生器应开到全功率,直到试验箱中的温度高于 90℃,并且冷凝器中出现冷凝液。应保持试验箱中的温度为 (100 ± 2) ℃。温度稳定后 (5 ± 1) min,应关闭氮气开关,使试验箱中蒸汽的产生量控制在 (5 ± 0.5) L/min。混合气的比例为 80%氮气和 20%氧气,保持流速为 (100 ± 10) mL/min,试验时间为 (60 ± 5) min。也可使用纯氧,但应将流速调整为 (20 ± 0.5) mL/min。试样暴露在蒸汽/氧气中试验 60 min 后,进行以下步骤:

- a) 关闭氧/氮混合(或纯氧)气体开关;
- b) 关闭旋转器;
- c) 打开氮气开关,使产生少量气泡,流速大约为 500 mL/min;
- d) 关闭蒸汽发生器;
- e) 试验箱中的温度应降至 40℃~50℃后,关闭氮气。

9.4.4.3 可焊性试验

从试验箱中取出试样,干燥并按 8.2.3 进行可焊性试验。

9.4.5 规定的细目

- a) 试验的试样;
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

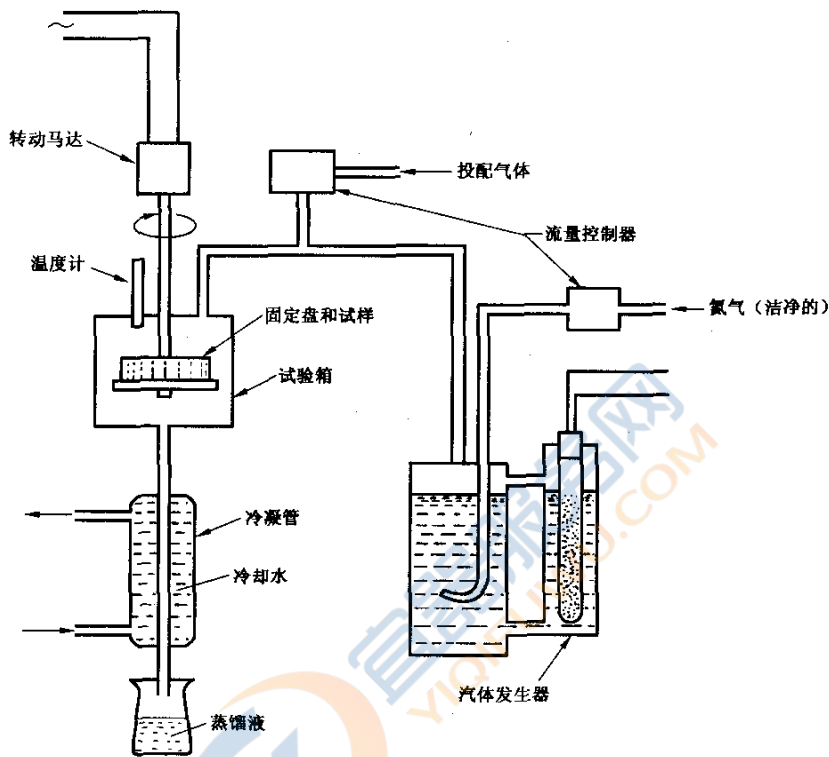


图 18 蒸汽/氧气老化试验设备原理示意图

10 试验 22a: 印制板表面离子污染

10.1 方法要点

通过用萃取液清洗试样表面并测量收集液的电阻率,计算出表示印制板污染程度的单位面积上的氯化钠含量。

10.2 试验大气条件

试验应在下列正常大气条件下进行:

温度 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$;

相对湿度 $45\% \sim 75\%$;

大气压力 $86 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ 。

10.3 试剂

- a) 异丙醇(A.R);
- b) 氯化钠(A.R);
- c) 蒸馏水(市售);
- d) 氯化钠校准液:称量 0.060 g 氯化钠溶解在 100 mL 蒸馏水中;
- e) 萃取液:由异丙醇 75% (体积)和蒸馏水 25% (体积)配制而成,其电阻率必须大于 $6 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

10.4 试验仪器和工具

- a) 兆欧仪或其他等效测量仪器;
- b) 温度计($0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$);

- c) 密度计:(0.800~1.000);
- d) 天平:感量为 0.1 mg;
- e) 吸球、镀铬钳子(长 25 cm);
- f) 量杯(500 mL)、移液管(2 mL)、烧杯(3 000 mL)、洗瓶(200 mL)、漏斗;
- g) 阴离子和阳离子树脂交换柱:各 1 个。

10.5 试样

未涂覆防护涂层的印制板。

10.6 测试步骤

10.6.1 手工萃取法

10.6.1.1 将 1 个适合试验的玻璃漏斗,放在收集萃取液的烧杯上,并使漏斗尾端紧靠烧杯内壁,然后将试样悬挂在漏斗内。

10.6.1.2 洗瓶装每平方厘米试样需要 1.5 mL 的萃取液,以细流方式冲洗试样表面,直到萃取液全部收集到烧杯内(至少需要 1 min)。

10.6.1.3 用电导电桥或等同量程和精度的仪器,测量收集液电阻率(p)。

10.6.1.4 按下列公式计算单位面积上的氯化钠含量

$$W_r = 1.56 \times \frac{2}{p} \dots\dots\dots (5)$$

式中: W_r ——试样每平方厘米面积上的氯化钠含量, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$;
2——当试样含有 1.56 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 氯化钠时的电阻率, $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$;
 p ——收集液的电阻率, $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$;
1.56——电阻率值为 2 $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 时试样单位面积所含相应的氯化钠量, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

10.6.2 仪器萃取法(仲裁法)

手工萃取和仪器萃取两种方法是等效的,其相当因素对照表见表 4。

表 4 相当因素对照表

方法	电 阻 率/($\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)	相 当 因 素	相应的氯化钠量/($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
溶剂萃取物电阻率	2	1	1.56
欧米加表 TM	2	1.39	2.20
离子记录器 TM	2	2.01	3.10
离子跟踪 TM	2	3.25	5.10

注: TM——仪器商标。

- 10.6.2.1 仪器接上电源,打开溶液循环回路开关。
- 10.6.2.2 将贮存在容器中的萃取液,通过离子交换柱进行净化处理,直到萃取液电阻率值达到 20 $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。
- 10.6.2.3 使萃取液在测试槽中,保持在槽刻度 100 的液面高度,然后测量萃取液的温度和密度,并按图 19 查出的相应的异丙醇溶液体积百分比浓度。
- 10.6.2.4 按照仪器说明书校准电阻率测试仪表头。
- 10.6.2.5 将校准测试仪表头后的萃取液,通过离子交换柱循环系统再处理,直至萃取液电阻率值达到 20 $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$,然后将萃取液保持在槽刻度为 100 的液面高度。
- 10.6.2.6 将试样放入测试槽内搅拌 5 min,然后将试样取出继续搅拌 3 min,测量其电阻率值并作记录。此溶液再进行离子交换循环处理,以备再用。
- 10.6.2.7 用 10.6.2.3 查到的异丙醇溶液体积百分比浓度和 10.6.2.6 所测得的电阻率值,从图 20 中查出相应的氯化钠含量。

10.6.2.8 按下列公式计算单位面积上氯化钠含量:

$$W_r = \frac{6.2 \cdot h \cdot m}{S} \dots\dots\dots (6)$$

式中: W_r ——试样每平方厘米面积上氯化钠含量, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$;

h ——萃取液在测试槽中液面位置刻度;

m ——收集液中所含氯化钠总量, μg ;

S ——被测试样的面积, cm^2 ;

6.2——系数。

10.7 规定的细目

a) 单位面积上所含氯化钠最大量;

b) 与本标准试验方法的任何差异。

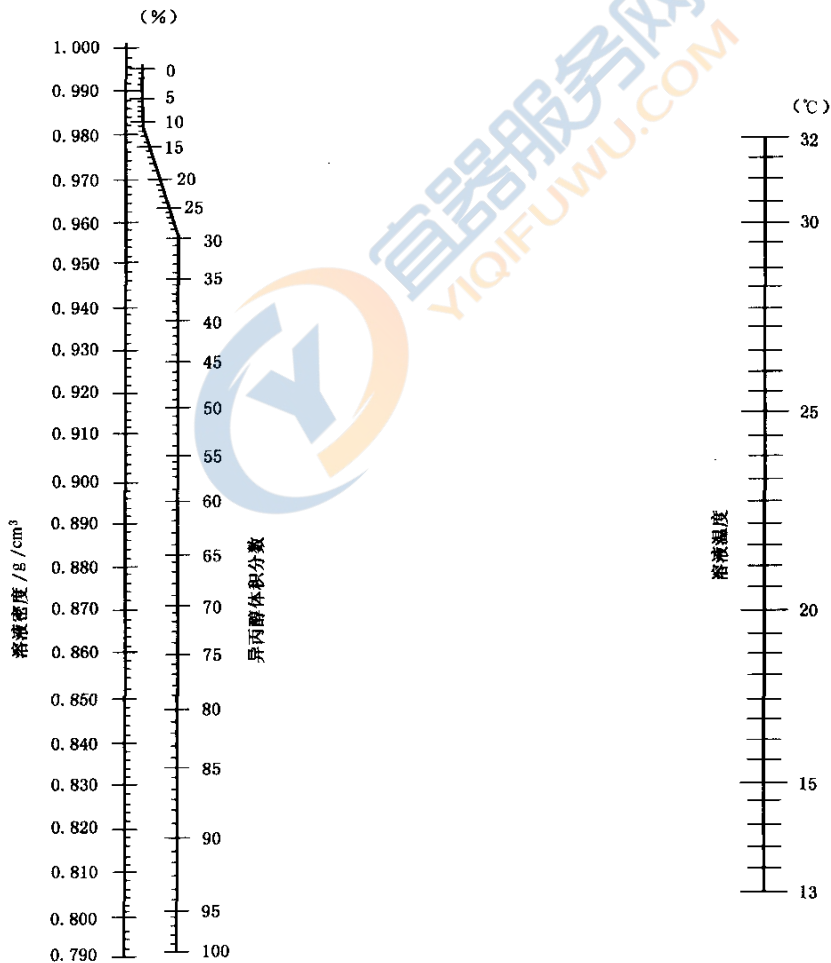


图 19 异丙醇溶液质量浓度计算图解

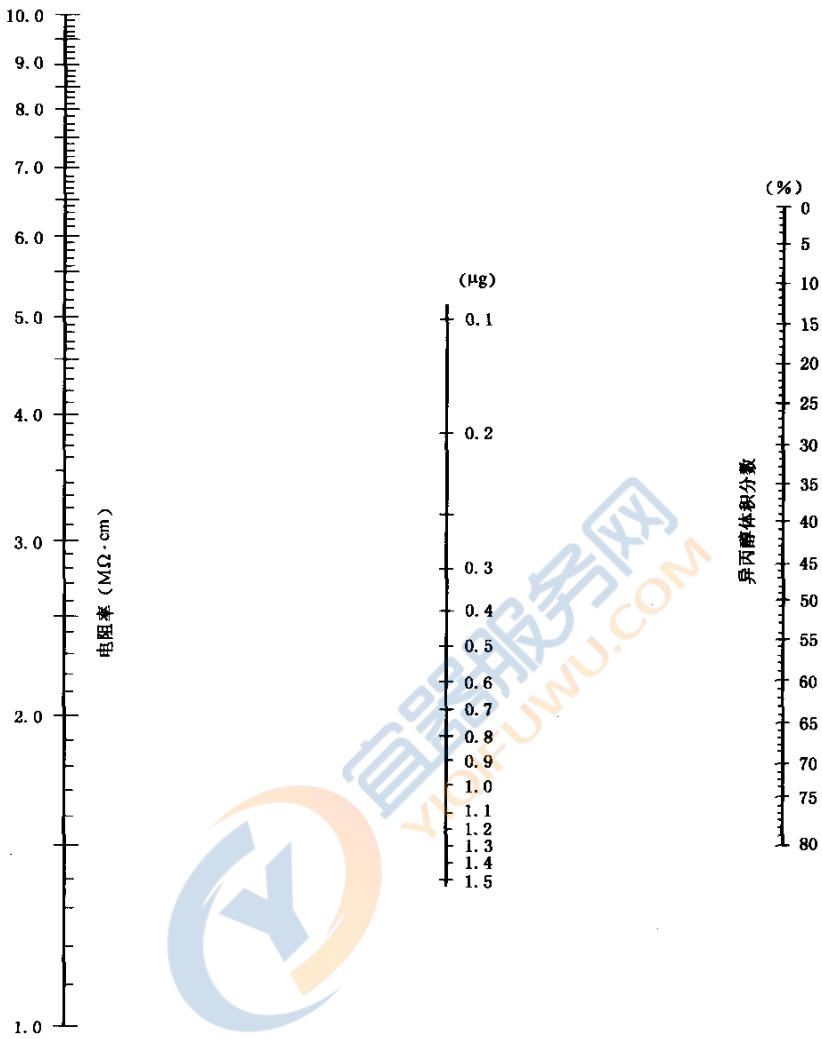


图 20 氯化钠质量浓度计算图解

附 录 A
(标准的附录)
试验方法索引

表 A1 试验方法索引

试验方法号	试 验 方 法	本标准的章条号
	一般检验	
	目检	5.1
1a	3 倍放大	5.1.1
1b	10 倍放大	5.1.2
1c	250 倍放大	5.1.3
	尺寸检验	5.2
2a	光学方法	5.2.2
	电气测试	
	电阻	6.1
3a	导线电阻	6.1.1
3b	互连电阻	6.1.2
3c	镀覆孔电阻的变化 热循环	6.1.3
	电气完善性	6.2
4a	电路绝缘性	6.2.1
4b	电路连通性	6.2.2
	耐电流	6.3
5a	镀覆孔的耐电流	6.3.1
5b	导线耐电流	6.3.2

表 A1(续)

试验方法号	试 验 方 法	本标准的章条号
	绝缘电阻	6.4
6a	表层绝缘电阻	6.4.1
6b	内层绝缘电阻	6.4.2
6c	层间绝缘电阻	6.4.3
	耐电压	6.5
7a	表层耐电压	6.5.1
7b	层间耐电压	6.5.2
8a	频率漂移	6.6
9a	电路阻抗	6.7
	机械试验	
	剥离强度	7.1
10a	标准大气条件下的剥离强度	7.1.1
10b	高温下的剥离强度	7.1.2
10c	标准大气条件下,挠性印制板的剥离强度	7.1.3
	拉脱强度	7.2
11a	非镀覆孔焊盘的拉脱强度	7.2.1
11b	无焊盘镀覆孔的拉出强度	7.2.2
	翘曲度	7.3
12a	翘曲度	7.3.1
12b	翘曲度	7.3.2
21a	挠性印制板的弯曲疲劳	7.4
	其他试验	

表 A1(续)

试验方法号	试 验 方 法	本标准的章条号
	表面镀层	8.1
13a	镀层附着力 胶带法	8.1.1
13b	镀层附着力 摩擦法	8.1.2
13c	镀层孔隙率 气体暴露法	8.1.3
13d	铜上镀金层孔隙率 电图像法	8.1.4
13e	镍上镀金层孔隙率 电图像法	8.1.5
13f	镀层厚度	8.1.6
13g	镀覆孔镀层厚度	8.1.7
14a	可焊性	8.2
	分层和显微剖切	8.3
15a	热应力分层	8.3.1
15b	显微剖切	8.3.2
	阻然性	8.4
16a	刚性板的水平燃烧试验	8.4.1
16b	刚性印制板的灼热丝试验	8.4.2
16c	刚性印制板的针焰试验	8.4.3
17a	耐溶剂和耐焊剂性	8.5
	环境试验	
	预处理	9.1
18a	标准大气条件下的预处理	9.1.1
18b	125℃预处理	9.1.2
	热应力	9.2
19a	热应力浸油	9.2.1

表 A1(完)

试验方法号	试 验 方 法	本标准的章条号
19b	热应力浸流沙	9.2.2
19c	热应力浮焊	9.2.3
19d	热应力手工焊接	9.2.4
19e	热应力浸焊	9.2.5
19f	热应力浮焊 280℃	9.2.6
19g	热应力模拟汽相再流焊	9.2.7
	气候环境试验	9.3
20a	加速老化蒸汽/氧气	9.4
22a	印制板表面离子污染	10

附 录 B
(提示的附录)
镀覆孔的放气试验
(非破坏性)

总则:本附录的试验方法仅供参考。

B1 目的

采用非破坏性的方法,检查镀覆孔内的针孔或裂缝在加热条件下的放气,本试验方法适用于刚性双面、多层印制板和挠性印制板。

注:本试验的目的不在于确定印制板耐试验的能力,即经过试验后在显微剖切下观察有无严重变色或分层及镀覆孔破坏等。

B2 试样

试样可以有镀覆孔的成品印制板、附连测试板或综合测试板。当要求对单个孔进行试验时,孔径应在 0.6 mm~1.2mm 之间。

承制方和使用方应对经过该试验的印制板是否可以交付或在何种条件下交付达成协议。

B3 试样的准备

准备进行试验的孔中应填入油,油面应是凹形的(见图 B3),以便于观察放气和放气点。使用的油应是 ISO 标准 3448(ISO 32 40℃下执行 3E)中规定的或等效的。有几种供选择的准备方法。

试验的孔较多时,可以将印制板放在油槽的支架上,使板子的下表面与油相接触,浸入的深度为试样厚度的 1/2,时间为 3 s~5 s,如图 B1 所示。然后将板子从油中取出,倾斜 60°、1 min~2 min,以使多余的油流下。

将适当的吸油纸折叠成长度比印制板宽度大 10 mm~15 mm 的尺寸,吸油纸的倾斜角度为 45°,并使它与印制板的上表面相接触,不断地擦印制板的上表面,直到所有的油面都由凸形变成凹形。

一些小工具可能有助于持拿吸油纸。带有两个纸夹或鳄鱼口夹的把手有助于支撑吸油纸的两端。

当只对一个或几个孔进行试验时,不应将孔连接到热体上。应用合适的工具,如直径 0.6 mm~0.7 mm 的金属针,向孔中注油。当为了形成凹油面而使用了过多的油时,可以用吸油纸或直径大约为 2 mm 的小油漆刷除去多余的油,直到形成凹油面为止。

印制板应如图 B2 所示,固定在夹具上,将被油润湿的表面向下。

将适当的立体显微镜放在图 B2 所示的位置。显微镜的放大倍数应有 5 倍和 25 倍,5 倍用于气泡的一般检验,25 倍用于对气泡产生处孔壁的贴近检验。

注:当使用更高的放大倍数时,本检验方法(不使用烙铁)也是检验镀覆孔孔壁镀层质量、裂纹、空洞等的有效方法。

B4 试验方法

烙铁应符合试验 19d 的规定,温度为 $(270 \pm 10)^\circ\text{C}$,并应放在被检验孔的焊盘上 20^{+2}_0 s 。

同时还应通过立体显微镜观察孔中油内的气泡形成。

不断有气泡放出就是放气,表明镀覆孔存在针孔、裂纹或空洞等缺陷(见图 B3)。

当检验结束后,用适当溶剂除去所有的油残余物。如果可能,用超声方法去除。

注:未热熔的电镀锡铅的印制板,在加热后金属刚熔融时会出现气泡(放气),这种放气是镀层中的有机物被放出,会在 2 s~3 s 内停止。在对表面区域的交叉检验中,可能有助于区别各种放气原因。

B5 规定的细目

- a) 要求；
- b) 与本标准试验方法的任何差异。

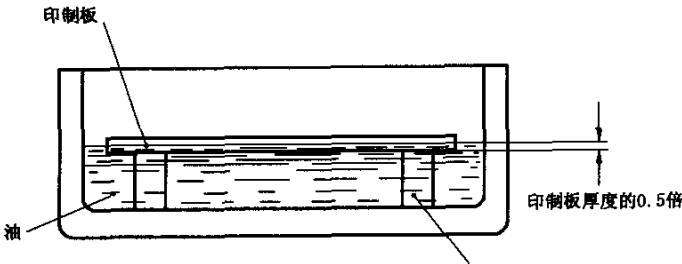


图 B1

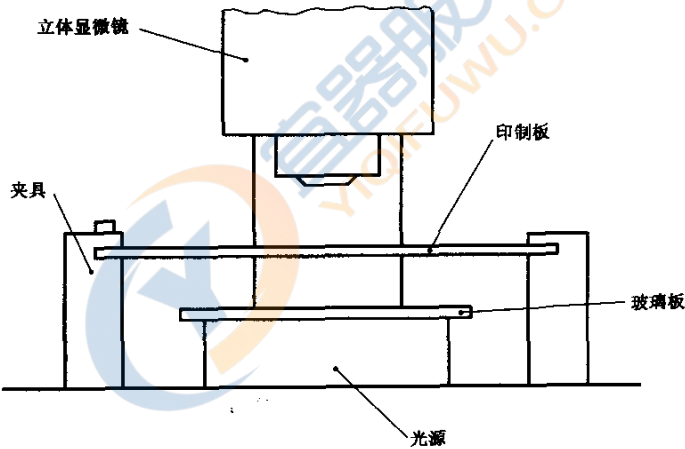


图 B2

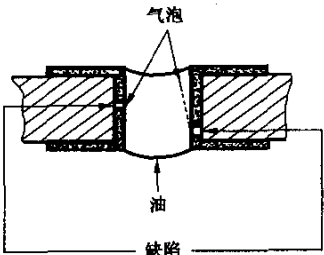


图 B3

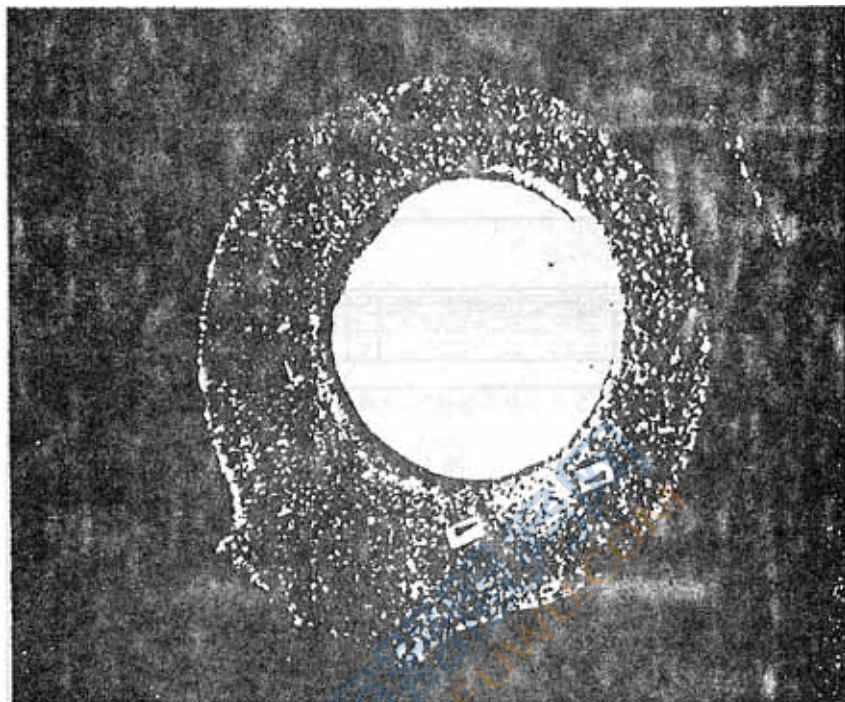


图 B4 在立体显微镜下观察到的无油的镀覆孔(焊盘经过烙铁处理)

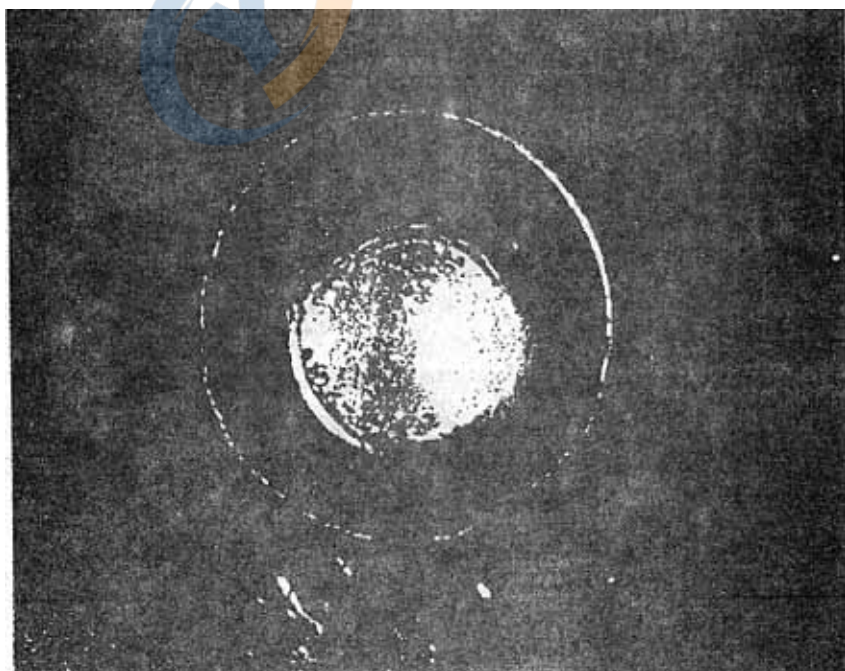


图 B5 镀覆孔中的油面是凸的,看不到孔壁

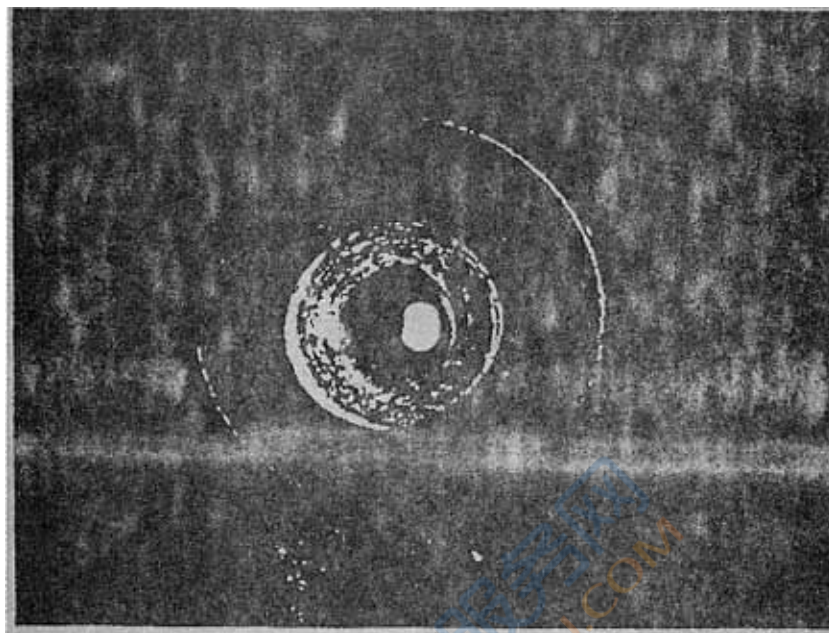


图 B6 镀覆孔中的油面是凹的, 可以看到孔壁

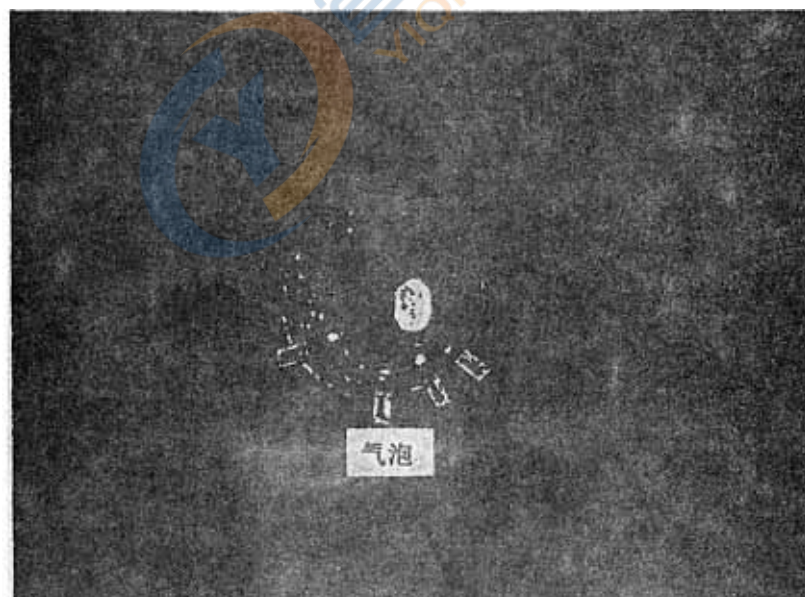


图 B7 有缺陷的镀覆孔, 在油中气泡的排列形状