

引言

1.1 范围

本文件描述了印制板表观的和内在的理想的、接收的和拒收的状况。给出了在各种印制板规范中,即:IPC—6010 系列文件、ANSI/J—STD—003 等,规定的最低要求的图示解释。

1.2 目的

本文件中的图示解释,描述了目前 IPC 规范要求的特定标准。为了恰当地提供和使用本文件的内容,印制板应符合相应的 IPC—2220 系列文件的设计要求和相应的 IPC—6010 系列文件的性能要求。如果印制板不符合这些或相等的要求,那么,接受的准则应是在使用者和供应商之间的协议确认,作为制造文件的一部分。

本文件中的解释,描述到相关于每页标题或付标题的特定标准,概括的描述每个产品等级的接受和拒收的状况(见 1.4 等级分类)。表观质量接受标准是要对评价表观异常提供适当的工具,在每个情形中的解释和照片是相关到特殊要求的,所讲的特征是可以目视观察评价和/或目视观察测量的。

由相应的使用者要求的支持,这个文件应提供对质量保证和制造人员的有效目视标准。

本文件不能包括在印制板工业中遇到的所有的可靠性的内容。因此,在这里没有提到的特征,将依靠客户和供应商协商解决。本文件的价值在于它的使用作为一个基础文件,可以由相应的特殊应用的扩展,例外和变化而修改。

这是一个最低验收要求的文件,不能作为印制板制造或采购的性能规范。

如果在文件要求和相应的产品性能要求之间有不同,按下面的次序进行:

- a) 批准的印制板采购文件;
- b) 总规范;

- c) 相关的性能规范;
- d) 印制板验收标准 (IPC—A—600)。

当进行接受和/或拒收决定时,必须知道文件的优先顺序。

本文件是一个工具,注意到一个产品由于工艺过程的变化而怎样地变化。(参考 IPC—9191 实施统计过程控制的一般要求)。

IPC—A—600 提供了一个有用的工具来理解和说明自动检查技术 (AIT) 结果。AIT 对于在这个文件中说明的很多尺寸特性的评价是适用的。

1.3 本文件的使用方法

有关特性分为两大类:

- 外部可观察特性 (见 2.0 节)
- 内部可观察特性 (见 3.0 节)

“外部可观察特性”的状况是指这些特性或缺陷,可以在或从板的外表面看到和评价的。在一些情况中,如空洞或麻点,实际上是一个内部现象而从外部检查到的。

“内部可观察特性”的状况是指需要样品的切片或其他形式的处理来检测和评价这些特性或缺陷。在某些情况中,这些特征可以从外部看到,但仍要求切片以便评价可接受性要求。

样品在检查时要光线明亮,以便有效的检查。光亮应是没有阴影落在检查区,除非这些阴影是由样品本身引起的。建议在检查高反射材料期间,使用偏振光和/或暗视场照明,以防止反光的影响。

1.4 性能等级

本文件指出,印制板特定特性的缺陷可接受程度可由予期的最终使用目的决定。基于这个因素,在功能可靠性和性能要求的基础上,进行了三个通用级别的分类

引言(续)

1 级—通用电子产品：包括消费产品，某些计算机产品和计算机周边的应用，表面的缺陷不重要，主要的要求是完整的 PCB 功能。

2 级—专业用途的电子产品：包括通讯设备，尖端的商业机器，高性能和长期使用的仪器，要求使用寿命长，但不是很苛刻的，一些表面的缺陷是允许的。

3 级—高可靠性电子产品：包括连续性或性能要求苛刻的设备和产品，停机是不允许的。需要时，设备功能必须正常，如生命支持系统或飞行控制系统。此级适用于高水平保证和服务良好的产品。

本文件中的可接受性标准是分级的，使 PCB 可被评价到三个等级中的任何一级。对于特殊特性的一个级别的使用，并不意味着所有其他特性必须满足同一级别。选择应基于最小的需要，客户有最后的责任确认被评价的产品是属于哪一级。因此，接受或拒收的决定必须基于相应的文件。如：合同，制造文件，规范，标准和参考文件。

例外要求通常用在工业部分，如航天和军事设备，在 IPC—6012 的性能规范所描述的，并指定为 3/A 级，3/B 级等。IPC—A—600 的范围不包括这些例外要求的说明，使用者可用基于相应的 IPC—A—6012 片段的这些性能规范的要求。

1.5 验收标准

在这个文件中的大多数说明和图片代表了每一个特性的质量的三个级别，即：理想状况，可接受的和拒收的状况。每个级别所包含的内容建立了产品每一个等级的“可接受标准”。

理想状况：描述了所要求的条件，这个条件可以不是必需的来保证印制板在其运用环境的可靠性。

接收状况：指出所描述的条件中，而不必是完美的，要在印制板的使用环境中保持其完

整性和可靠性。

拒收状况：指出所描述的条件可在印制板的使用环境中保证其可靠性是不充分的。拒收状况认为至少是产品的一个级别或多个级别不可接收，但可被相关接受标准所说明的其他级别接受。

这里所叙述的理想状况，可接受的和拒收状况及相关的接受标准，是对于一般的工业实际情况。每个特殊产品设计的要求会同这些标准不同。

在图片和/或说明中的实例有时是夸大的，以使涉及的缺陷更明显。在内容和标样之间的关系不总是对应的，很难发现很多的特殊情况会经常满足接受标准。当在这个标准中所含的图片和说明同书面内容中的标准不一致时，书面的内容优先采用。

也应该注意到，一些图片，在相同的实例中会有多于一种类型的状况。所必须的是，这个文件的使用者要特别注意每个部分的主题以避免错误的解释。

应该了解到，对给出的拒收的第一个参考值，暗示着所有其他较小的数值是可接收的。因此，例如，叙述一个拒收状况的标准，50% 表面有麻点，暗示着在那个级别中，小于 50% 的表面有麻点是可接收的。很明显，在 1 级是拒收的，暗含 2、3 级是拒收的；同样，2 级拒收的，暗含 3 级是拒收的。

一个检验员无权决定正在检验的产品属于哪个等级。进行接收和/或拒收决定时，要知道依据文件的先后顺序，即：代表性的合同，采购文件，规范和参考文件。

在所有的情况中，检验员应有文件确认提交的在检验的印制板属于哪一级。

进行与本文件相关的目测的过程和要求，应是与适用的性能规范的要求相一致。

如果有抵触，按下面的优先顺序进行：

1. 采购文件；
2. 反映客户详细要求的采购文件；
3. 其他由客户说明的文件；

引言(续)

4. 客户要求的最终产品性能规范, 如 IPC—6010 系列文件。

5. 本文件

印制板应是质量稳定的和符合 IPC—6010 系列文要求的。

IPC—6010 系列文件对印制板提出了最低的可接受性要求。本文件, IPC—A—600 是一个部分和补充文件, 提供这些要求的图形解释。

IPC—A—600 可以用作检验的支持文件。它没有说明过程检验和最终检验的频率, 既没有指出拒收过程的允许权, 也没有说明允许的修补/返工次数。

目视检查相应的特性, 要在屈光度为 3 的镜下进行(大约 1.75 倍)。如果一个有疑问的缺陷的接收条件不明显, 应用逐渐增高的放大倍数(直到 40 倍)检验来确认这是一个缺陷。尺寸要求, 如间距或导线宽度测量可用其他的带刻度或标尺的放大镜和装置, 得到指定的尺寸的准确测量。合同和规范中可要求使用其他的放大镜。

镀覆孔内部检查铜箔和镀层完整性, 要在 100 倍镜下进行, 裁决检查要求要在 200 倍镜下完成。

自动检验技术(AIT)结果可适用于在本文件中说明的很多尺寸特性的评价。

1.6 参考文件

下列文件形成了这里说明的内容的一部分, 文件的版本在发行时有效。

J—STD—003 印制板的可焊性试验

IPC—T—50 电子线路内连和包装的术语和定义

IPC—TM—650 测试方法手册

2.1.1E 05/04 微切片

2.1.12A 05/04 微切片, 半或全自动微切片设备(可选)

2.2.2 08/97 光学尺寸检验

2.2.7A 05/86 镀孔尺寸大小测量

2.3.25C 02/01 离子表面污染的检测和测量

2.3.26B 08/97 表面污染的离子检测(动力学方法)

2.4.1E 05/04 附着力, 胶带试验

2.4.15A 03/76 表面涂附, 金属箔

2.4.22C 06/99 弓曲和扭曲

2.4.28.1D 05/04 阻焊层附着力, 胶带试验

2.6.3F 05/04 温度和绝缘电阻

IPC—SM—840 永久性阻焊层的鉴定和性能规范

IPC—2220 印制板的设计标准系列

IPC—6010 印制板的性能规范系列

IPC—9191 实施统计过程控制的一般要求

1.7 尺寸和公差

这里说明的所有尺寸和公差仅适用于最终产品, 尺寸以公制表示, 括弧里[]以英制表示。参考数据在括弧()里显示。

1.8 术语和定义

术语和定义应符合 IPC—T—50。

1.9 工艺质量

对于本文件要求生产的印制板, 应是以这样的方式生产, 质量一致, 预防引入脏物、外来物、油、手指印、助焊残渣、或其他可影响产品寿命或服务性的污染物。印制板可没有超过本文件允许的这些缺陷, 缺陷的接收与否没有特定包含在这个文件中, 要由客户和产品的供应商决定。

2.0 外部可观测特性

引言

本节叙述了从表面上可观测到的各种特性，其中包含这些印制板外部和内部的特性。但从表面上可以看到的特性如下：

- 表面缺陷：如毛刺、缺口、划伤沟槽、切口纤维暴露和空洞。
- 次表面的缺陷：如外来物、麻点/裂口、起层、粉红圈和板材空洞。
- 导电图形上的缺陷：如附着力差，由于缺口、针孔、划伤、表面镀层或涂层缺陷而引起的线宽或厚度的减少。
- 孔的特性：如直径、偏位、外来物和镀层、涂层缺陷。
- 标记异常：包括位置、大小、可读性和准确性。
- 阻焊层表面涂层缺陷：如偏位、起泡、气泡、起层、附着力差、机械损伤和厚度不足。
- 尺寸特性：包括印制板尺寸和厚度、孔大小和图形准确性、导线宽度和间距、对位和孔环。

2.1 板边缘

缺陷如毛刺、缺口或板边的晕圈是可接收的，如果它们不超过下面的要求。

2.1.1 毛刺

毛刺是具有不规则形状的小块或大块的东西凸起在表面上，是机器加工产生的，如钻孔或划伤。

2.1 板 边 缘

2.1.1.1 非金属毛刺



理想状况—1、2、3 级

- 边缘条件—光滑、无毛刺。



接受状况—1、2、3 级

- 边缘状况—粗糙但无磨损。
- 边缘状况—疏松毛刺但不影响安装和功能。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

2.1 板 边 缘

2.1.1.2 金属毛刺



理想状况—1、2、3 级

- 边缘条件：光滑、无毛刺。



接受状况—1、2、3 级

- 边缘状况—粗糙但无磨损。
- 边缘状况—无疏松毛刺。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

2.1 板 边 缘

2.1.2 缺口



理想状况—1、2、3 级

- 边缘状况—光滑、无缺口。



接受状况—1、2、3 级

- 边缘粗糙但无磨损。
- 缺口没有延伸到从板边缘到最近导线的距离的 50%, 或大于 2.5mm[0.0984in], 二者中取较小者。

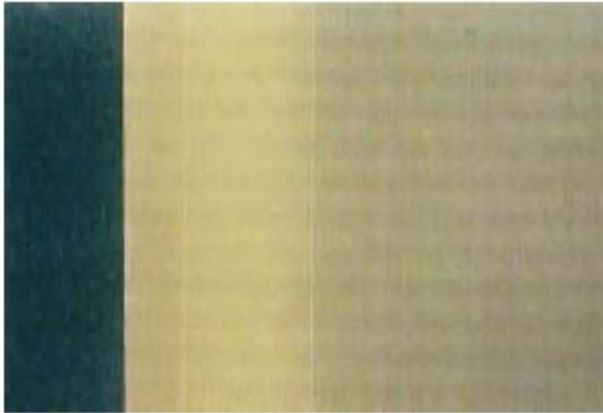


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

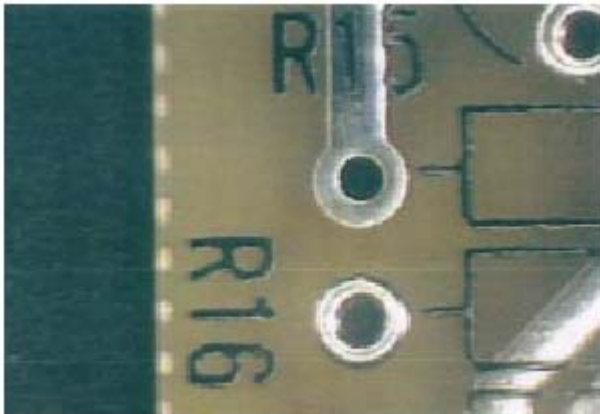
2.1 板 边 缘

2.1.3 晕圈



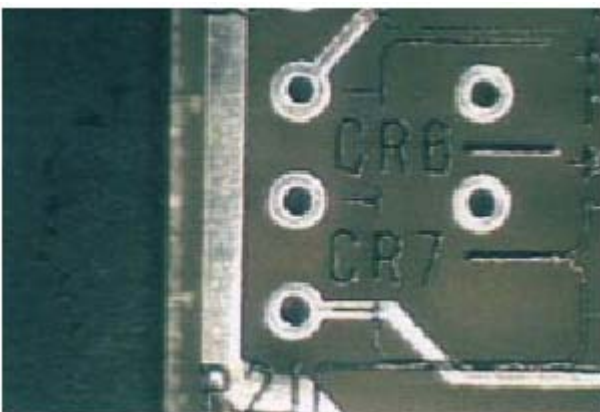
理想状况—1、2、3 级

- 无晕圈。



接受状况—1、2、3 级

- 晕圈的侵入没有减少从板边到最近导电图形的未受影响距离的 50%或大于 2.5mm[0.0984in], 二者中取较小者。



拒收状况 1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

2.2 基 材

引 言

缺陷的鉴别

在行业中存在很多的关于板材缺陷鉴别的混乱，为了帮助鉴别这些状况，请参阅下面的章节，它们对下述缺陷给出了精确的解释和鉴别方法，并配以定义、说明和图片：

表面 2.2

- 织纹暴露 2.2.1
- 织纹隐显 2.2.2
- 纤维暴露/纤维断裂 2.2.3
- 麻点和空洞 2.2.4

表面下(次表面) 2.3

- 白斑 2.3.1
- 裂缝 2.3.2
- 分层/起泡 2.3.3
- 外来夹杂物 2.3.4

当印制板制造者从板材供应商那里接收板材时，要注意到板材缺陷的状况，这是很重要的。否则，在印制板的生产期间会变得明显，一些缺陷会是在加工过程中产生的。

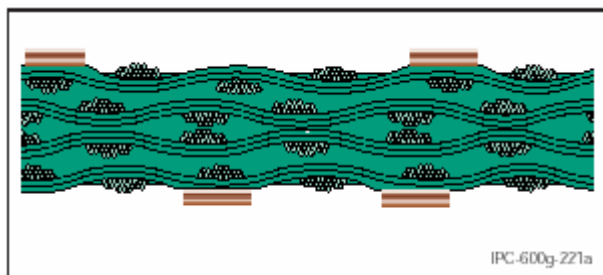
验收标准的采用

不能是每个人都是板材缺陷鉴定的专家，一些非破坏的目视标准必须建立，以帮助进行可接收等级的确定。

2.2 基 材 表 面

2.2.1 织纹显露

织纹显露：基材表面的状况是织布纤维没有断裂，但没有完全被树脂覆盖。



注：这个图仅作为一个说明，并不要求微切片评价。

接收状况—1、2、3 级

- 除有织纹显露的区域外，线条间的空间满足最小的导线间距要求。

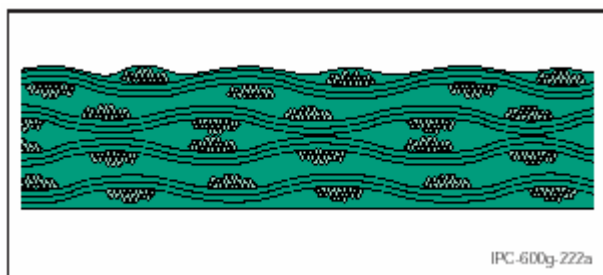
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.2 基 材 表 面

2.2.2 织纹隐显

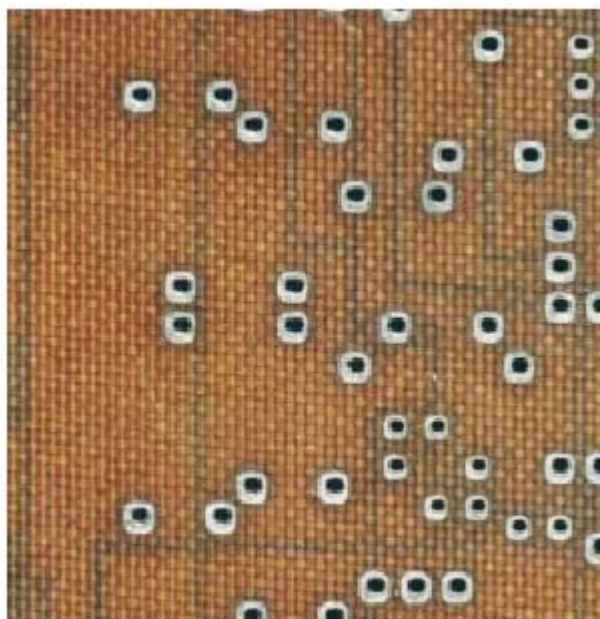
织纹隐显：基材的表面状况是，尽管没有断裂的编织布纤维完全由树脂覆盖，编织布的图形是很明显的。



注: 这个图仅作为说明，并不要求显微切片评价.

接受状况—1、2、3 级

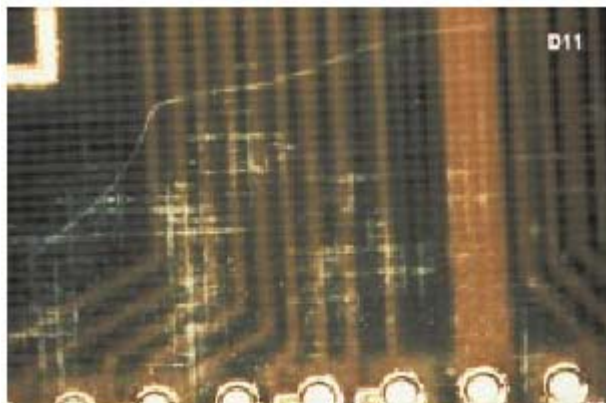
- 织纹隐显在所有级别中都是可接收的，但有时由于相同的现象会同织纹显露混淆。



这个样品可能或是织纹显露或是织纹隐显，从这个图片中不能确定其差别，这个差别可以用非破坏性试验（用显微镜侧面照亮）或微切片来确认。

2.2 基 材 表 面

2.2.3 纤维暴露/断裂



接受状况—1、2、3 级

- 暴露或断裂的纤维没有桥接导线，并没有减小导线间距的最低要求。

拒收状况

- 缺陷或没有满足或超过以上标准规定。

2.2 基 材 表 面

2.2.4 麻点和空洞



理想状况—1、2、3 级

- 没有麻点和空洞。



接收状况—1、2、3 级

- 麻点和洞不超过 0.8mm[0.031in]。
- 每一面受影响的总板面积小于 50%。
- 麻点和空洞没有桥接导线。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上的标准。

2.3 基 材 表 面 下 (次表面)

引 言

本节集中在层压基材的表面下(次表面)状况,是可以通过基材本身和某些阻焊涂层的外观看到的。通常表面下(次表面)基材物质的状况定义为白斑、裂口、分层、起泡和外来异物,这些状况可以通过印制板制造过程和检验过程来观察到的。如:

- 在制造者生产后的覆金属基材来料检验期间。
- 在制作多层印制板内层而蚀刻掉铜后的检验。
- 在蚀刻掉印制板的外层以形成所要求的图形标记后。
- 在烘烤操作后(如:阻焊层或文件字符)。
- 在热冲击之后,如焊剂熔融/喷涂或可焊性试验过程。

基材表面下(次表面)的状况,在印制板行业中是讨论了数十年的一个项目。几个表面下(次表面)状况中,白斑和裂口继续引起大多数人的关注。白斑和裂口是二届 IPC “一流专家委员会”专家的主要的关注。下面是从 IPC “一流专家委员会”来的概括总结和附加评论。

第一届 IPC 一流专家委员会关于白斑的概括总结

委员会对印制板基材的表面和表面(次表面)进行了广泛的观察,主要精力在白斑上,IPC 的“印制板白斑,信息文件”发表在 1973 年,就是这个努力的结果。委员会收集了关于白斑和表面及表面下(次表面)状况的尽可能多的数据。感觉到充分的研究在行业内进行,并规范这些名称,定义(描述),照片和表面及表面下(次表面)状况的说明;感觉到,应由委员会给白斑以定位。委员会的建议如下:“广泛的观察获得的文献和研究及试验数据,白斑美观上讲是有缺陷的,但它对印制板功能上的影响是很小的,在大多数情况下是微不足道的。”

评论:尽管有委员会的建议和数据,大多数政府和工业人员很难接受白斑的状况。在大多数应用中没有功能性的影响,大多数公司继续保持“无白斑”要求在他们的规范中。但当白斑或其他拒收表面/表面下(次表面)状况对他们的生产过程有严重影响的时候,客户(或验收部门)要给出一个文件来完成白斑的接收

指南(经常是其他表面、表面下(次表面)状况)。新的指南注重在尺寸,线间距减少的百分比,和有效面积的数量。它们对于不同的客户也是变化的,因为技术发展了,特别在线间距的减小,白斑的影响和其他表面、表面下(次表面)状况又成为一个行业中广泛关注的。结果,成立了关于白斑的第二届 IPC 一流专家委员会。

第二届 IPC 一流专家委员会关于白斑的概括总结

该委员会建立在 1978 年,这个委员会审核了第一个委员会所发现的事情,征求了行业一些附加数据,审核了 IPC 成员提供的相应标准。第二个一流专家委员会得出了相同的结论。白斑是表面美观的指示,几乎没有报告说明,在大多数使用中,有对产品功能性的影响,主要的一个例外是高压应用。某些政府组织和一些工业公司仍勉强接受白斑问题。如:这个委员会完成了一组白斑/裂口的规范,得到了所有 IPC 成员的同意。结果是适用于印制板电子组装过程的三个主要阶段的验收限定要求:层压材料、印制板最终检验和印制板组装后的检验。这些要求包括线条空间的的百分比减小(没有超过最小的导线间距),印制板(或组装板)的每一面白斑区域的变化量要基于产品的等级。这些要求作为一个补充加到 IPC—A—600 版本 C 的第一次印刷中,并包括在以后印刷的 C 版本,以不同的格式在 IPC—A—600 版本 D 中。

评论:最初的关注被勉强接受。总结如下:(带评论)

- 绝缘电阻,体积和表面,几个报告和得到的数据指出,绝缘电阻是没有受白斑和裂口很大的影响。

- 污染—关注的是离子材料能扩散或被泵到(改变大气压)白斑或裂口里,导致较低的绝缘电阻或导电的阳离子芯增长、短路。盐喷试验指出,这不是一个有效的假设,大部分离子材料(如盐类)不会扩散到基材里。

- 应用电压—高压的使用是一个关心的问题(特别是有可能在白斑或微裂纹里“放电”),介电强度同类似的无白斑/裂纹区相比,减少 20-50%。

2.3 基 材 表 面 下 (次表面)

引 言(续)

特别是在高度大于 20km[12.43miles]的高空。

· 环境——由于环境试验，大多数白斑/裂纹没有出现尺寸增加或出现新的白斑/裂纹。

IPC—A—600，E 版本，第一个反映 SMT 需要的版本。因此，白斑和裂纹的接收要求是分开的。对于白斑其接收要求允许表面线间距下的桥接。这样做是基于白斑的定义、试验数据和工业生产中的白斑经验而进行的。对于不能引起功能性问题的白斑，从没有形成文件。裂纹是很少控制的基材内部的分层，导致在白斑和可能的相近导电图形的内连。因此，裂纹的接收要求类似于分层和起泡。

一段时间后，控制规范又过分注重白斑的存在。另外，美观的表面成为了一个主要的接受标准。实际上，基于所有军事和工业试验，白斑是没有影响的。IPC 行业和各种军事机构进行了广泛的试验，在极端环境条件下，长时间放置若干个白斑组零件，没有发现白斑的增长、扩大或损坏组装功能的，白斑不应是拒收的原因。

白斑是一个内部状况，出现在增强层压基材的编织纤维中。在编织交叉点，结合界限处分开了。术语“裂纹”有时是用于描述一系列从表面出现到内部连结的白斑。当这些白斑看上去是内部连结了，这个状况叫“裂纹”，是一个分层的形式。其中沿着纤维/纱线的长度和树脂有分层。对无编织材料，这个状况类似一个白斑，但很少有确定位置和规则的形状(见图 1)。

在一种情况的研究，观察到的白斑的主要原因是湿气的结合，很容易扩散到环氧树脂—玻璃布中，和焊接时温度高的元件中。元件安装的局部高温引起陷入的湿气蒸发并断开环氧树脂—玻璃布在拐点的结合，(e-玻璃布经向和纬向的内连部分)。从原来的检验知道，环氧树脂—玻璃布吸收大气中的湿气，当湿气超过 0.3%重量时，会产生白斑。

另外一些原因，会产生白斑/裂纹，如树脂成份，层压方法，粘合剂，T_g 值等等。在过去的报告中指出，超过 50%间距破坏的白斑和裂纹，对硬件的可靠性没有相反的影响。如果所有的测试报告说明白斑没有问题，没有报导过现场的失败，为什么我们这么关注白斑和裂纹？因为它出现是有道理的。理论上是可能的，如果白斑 100%破坏了线间距，同时伴有湿气和其他污染物，铜的迁移（绝缘电阻或 IR 失败）在线间会看到。

当上述的潜在的失效机理分析时，几乎是不可能体验到这样的绝缘电阻（IR）或迁移失效。首先，白斑布满两条线间的间距是需要的。其次，印制板/组装板内的湿气并伴有导电的或离子污染物，如氯化物，是必需的。

这时，一个典型的行业例子，白斑是在二个镀通孔之间的中心（见图 2）。白斑是 0.35mm[0.0138in]宽。为了得到可能的铜迁移，白斑必须布满二个镀通孔的间隙。这当然不是可能的。第二个例子（见图 3）。说明在二个表面导线间的潜在失效机理需要什么，一个带正电的（+）导线直接垮过一个接点，一个带负电的（-）导线也要求直接垮过一个接点。对于一个通过基材中这些导线间出现的电短路，应从一个导电图形，通过其余的介电材料（树脂和纱线）到分离层（白斑）需要一个导电路径，沿着另一个导电图形方向的分离层，再通过其余的介电材料（树脂和纱线），到第二个导电图形。为了引导一个以上所述所有成份的失效，在二个线条之间的电势是需要的。这是很不可能的，大多数可能的是因为行业中没有经历过由于白斑的任何影响可靠性问题。

当进行电子硬件的接收时，考虑以上所有提到的问题。白斑不应该认为是一个拒收条件，要认为是一个过程指示，告诉你这个过程是在失控的边缘，改正问题。但不要废弃产品，考虑所有以上提到的变化。

2.3 基本材表面下(次表面)

引言(续)

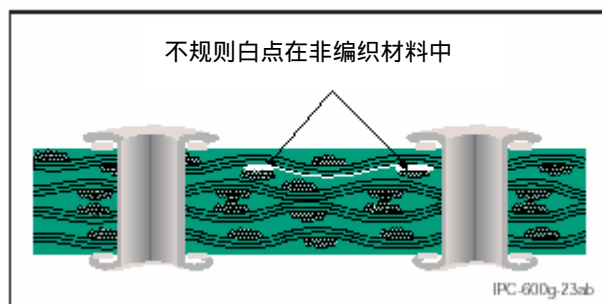


图1 注：这个图仅作为一个说明,并不要求显微切片评价。

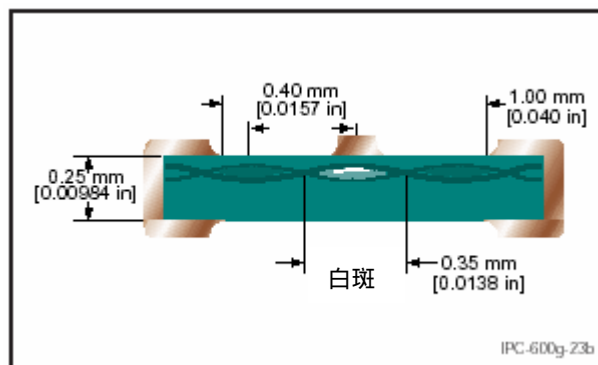


图2 这个图仅作为说明,并不要求显微切片评价。

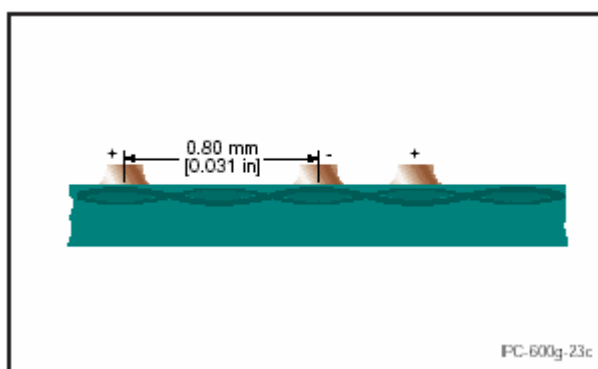
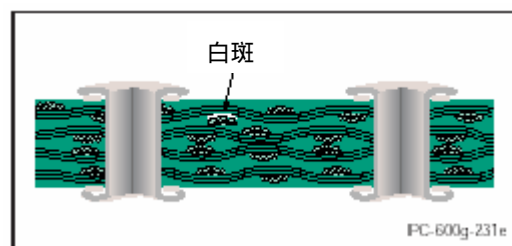


图3 这个图仅作为说明,并不要求显微切片评价。

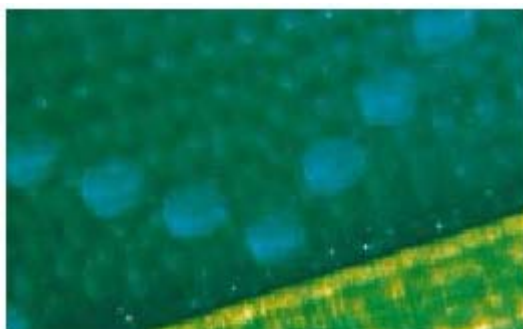
2.3 基 材 表 面 下(次表面)

2.3.1 白斑

白斑：白斑以孤立的白色方块或在基材表面下的“十字”纹来显示它本身，通常与热应力相关。白斑是表面下(次表面)现象，在新层压基材中和由织物增强层压板制成的每种板都先后有发现。因为白斑是严格的表面下(次表面)现象，并作为纤维束在纤维束交叉点的分离而出现，它们的位置与相关导线没有太大的关系。

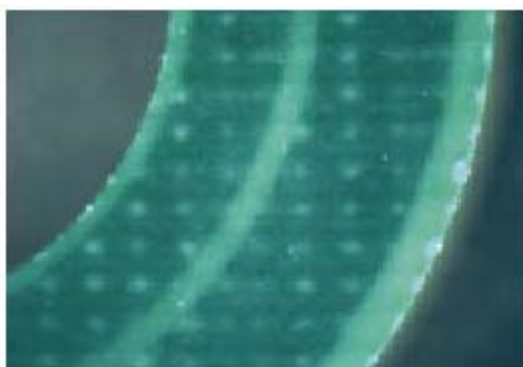


注：这个图仅作为说明，不要求切片评估。



接收状态—1、2、3 级

· 白斑对所有产品可接收，除了如客户确定的高压应用。

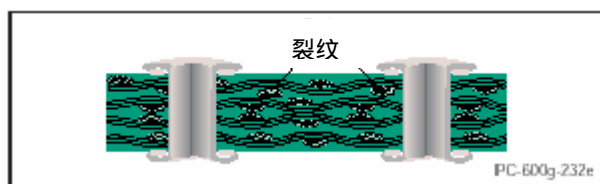


注：白斑是以表面观察的，切片剖面图仅作为说明。

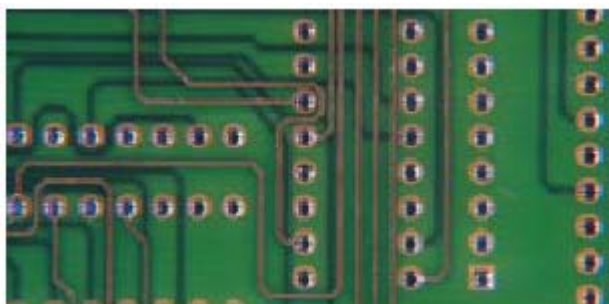
2.3 基 材 表 面 下(次表面)

2.3.2 裂纹

裂纹：在层压基材中出现的一个内部状况，在纱线中的纤维分开了。这个可能出现在编织交叉区或沿着纱线的长度。这个可以以连结白点的形式，或在基材的表面下的“十字”纹表现出来，通常与机械产生的应力相关。当十字纹相连时状况评价如下：



注：这个图仅作为说明，不要求切片评价。



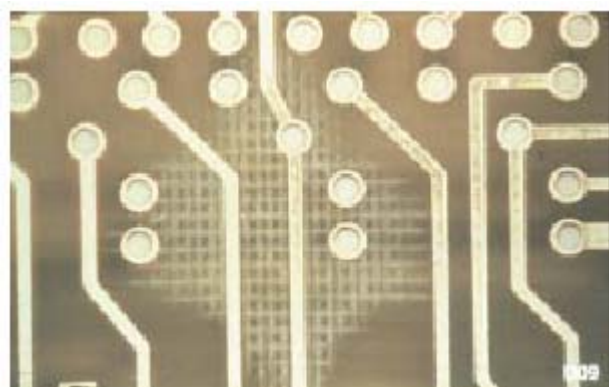
理想状况—1、2、3 级

- 没有裂纹。



可接收状况—2、3 级

- 缺陷没有减小导电图形间的间距到最小导电间距以下。
- 裂纹的长度没有垮到相邻导电图形间距的 50%。
- 重复生产过程, 热力试验结果没有扩大。
- 在板边的裂纹没有减小导电图形到板边的最小距离, 或大于 2.5mm[0.0984in], 如果没有规定的话。



接收状况—1 级

- 缺陷没有减少导线间距的最小值。
- 重复生产过程, 热力测试后, 其结果没有使缺陷扩大。
- 在板边的裂纹没有减小导电图形到板边的最小距离, 或大于 2.5mm[0.0984in], 如果没有规定的话。

拒收状况—1.2.3 级

- 缺陷或没有满足或超过上面的标准。

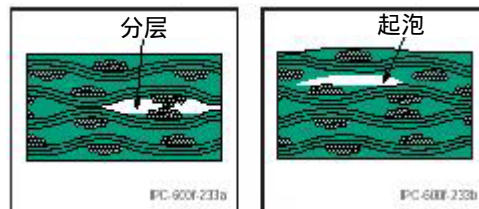
注: 裂纹从表面观察的, 切片剖面仅作为说明

2.3 基 材 表 面 下(次表面)

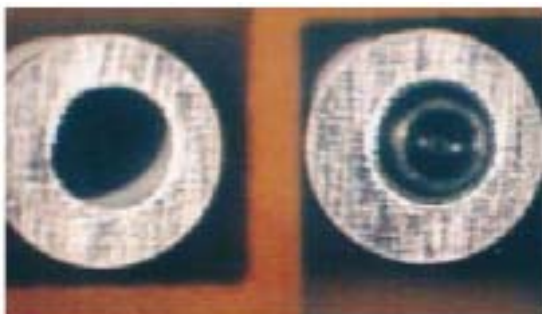
2.3.3 分层/起泡

分层 :在基材中层间的 ,材料和铜箔间的分离或在印制板中的任一平面的分离。

起泡 :在层压基板的任何一个层之间 ,或基材和铜箔之间 ,或基材和保护层之间存在的局部膨胀和分离的分层。

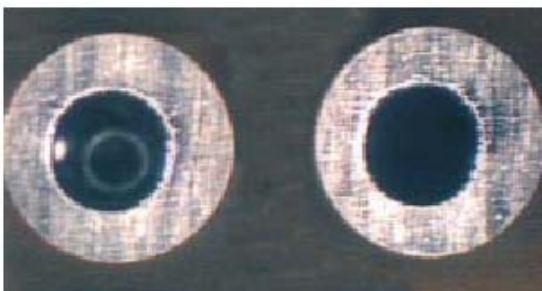


注 这个图仅用于说明, 不要求切片评价。



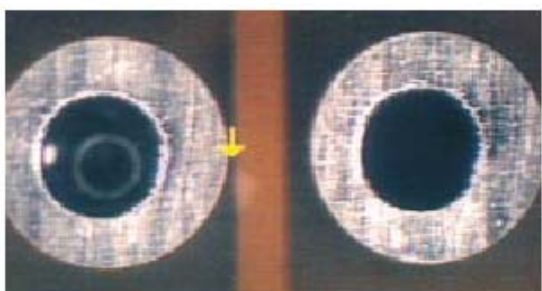
理想状况—1、2、3 级

- 没有起泡或起层。



接收状况—2、3 级

- 被缺陷影响的面积没超过每面板面积的 1%。
- 缺陷没减小导电图形之间间距在最小导电空间以下。
- 起泡或分层没有垮过相邻导线间距的 25%。
- 重复生产的热力试验结果没有扩大。
- 接近板边的距离没有小于最小的板边和导电图形间距。如没有说明, 要大于 2.5mm[0.0984in]。



接收状况—1 级

- 被缺陷影响的区域不超过在每一边的板区域的 1%。
- 起泡或分层超过线条间距的 25%。但没减小到导电图形间距的最小值。
- 重复生产过程的热试验没有扩大。
- 接近板边的距离没有小于所说明的板边和导电图形的最小距离。如没说明, 大于 2.5mm[0.0984in]。

拒收状况—1、2、3 级

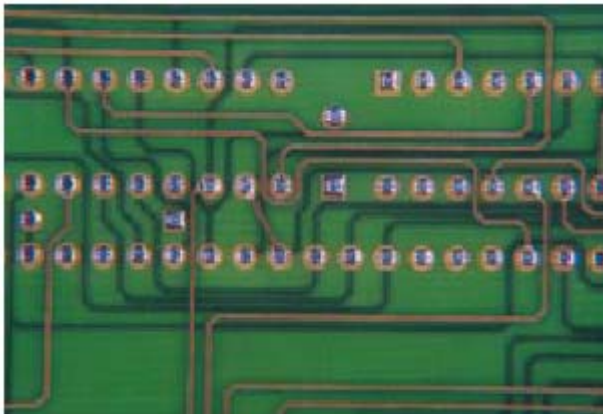
- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

注 : 受影响区域的确定是把每个缺陷的面积加起来除以线路板总面积 , 单独缺陷按一边进行。

2.3 基 材 表 面 下(次表面)

2.3.4 外来杂质

外来颗粒：金属的或非金属的可以陷入或埋入绝缘材料中物质。外来物质可以在原材料中，半固化片（B 阶段）或加工过的多层板中检测到，外来物可以是导体或非导体的。根据尺寸大小和位置，两种形式都是可以拒收的。



理想状况—1、2、3 级

- 没有外来杂质。



接收状况—1、2、3 级

- 陷在板内的半透明颗粒是可以接收的。
- 陷在板内的不透明颗粒，如果颗粒没有减小相邻导线间距到 IPC—6010 系列所说明的最小间距以下。
- 板的电气参数没有受到影响。

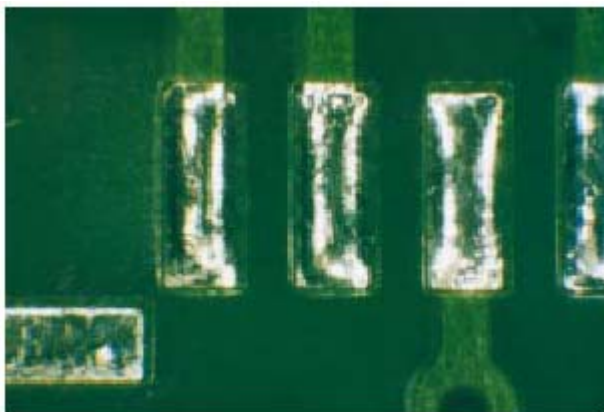


拒收情况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

2.4 焊料涂层和热熔锡铅层

2.4.1 非润湿

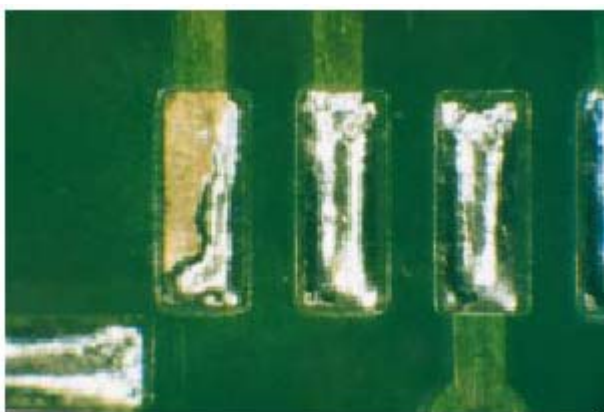


理想状况—1、2、3 级

- 没有非润湿。

接收状况—1、2、3 级

- 在所有的导电表面完全润湿，焊锡没有被阻焊层或其他镀层所替代，不包括垂直边缘区域(线和盘)。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.4 焊料涂层和热熔锡铅层

2.4.2 半润湿



理想状况—1、2、3 级

- 没有半润湿。



接收状况—2、3 级

- 在线条上和接地层或电源面上。
- 对焊接的每一个焊盘区要等于或小于 5%。



接收状况—1 级

- 在线条上和接地层或电源面上。
- 对焊接的每一个焊盘区要等于或小于 15%。

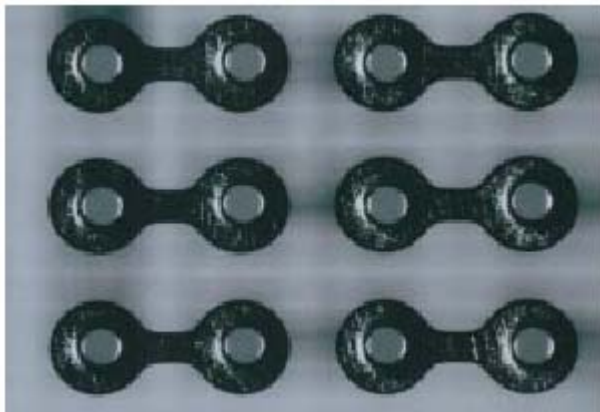


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

2.5 镀覆孔 概 况

2.5.1 瘤状物/毛刺



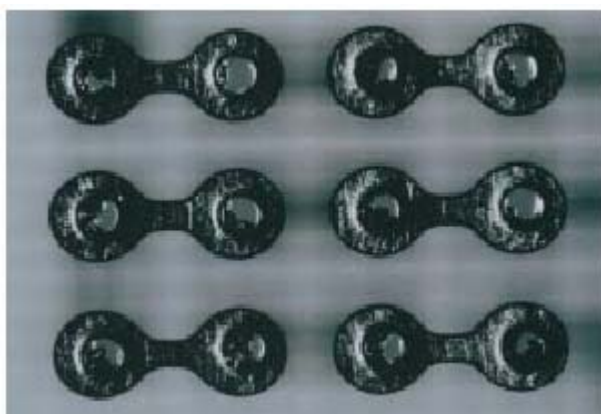
理想状况—1、2、3 级

- 没有瘤状物或毛刺。



接收状况—1、2、3 级

- 如果满足最小的成品孔径要求可允许。

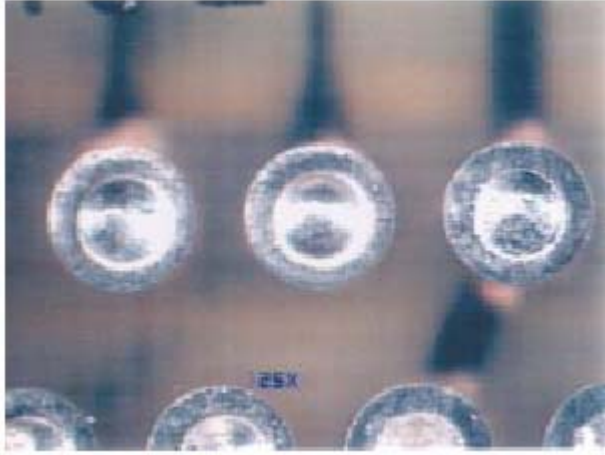


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.5 镀覆孔 概 况

2.5.2 粉红圈

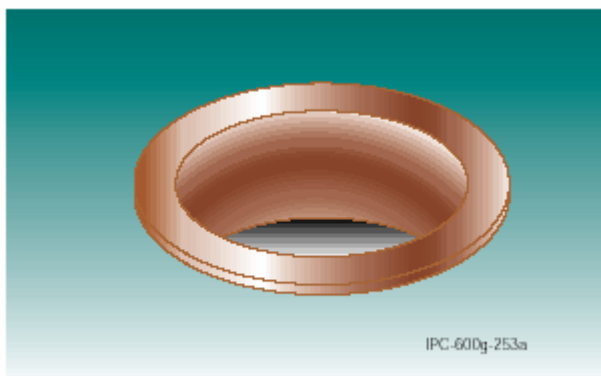


接受状况—1、2、3 级

- 没有证据显示，粉红圈会影响功能。过多的粉红圈存在可认为是制程的警示，但不是不可接收。

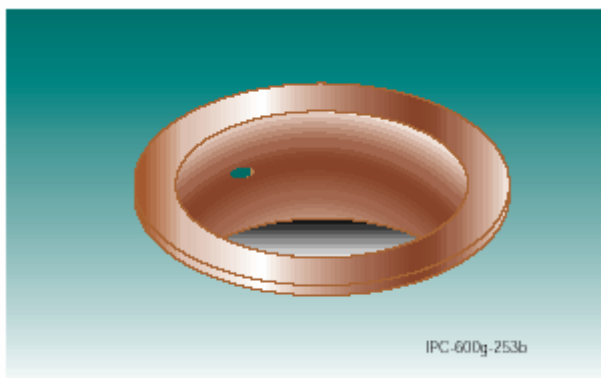
2.5 镀覆孔 概况

2.5.3 空洞—镀铜层



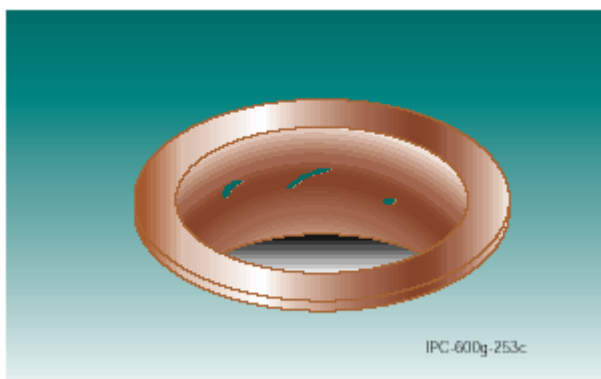
理想状况—1、2、3 级

- 没有空洞。



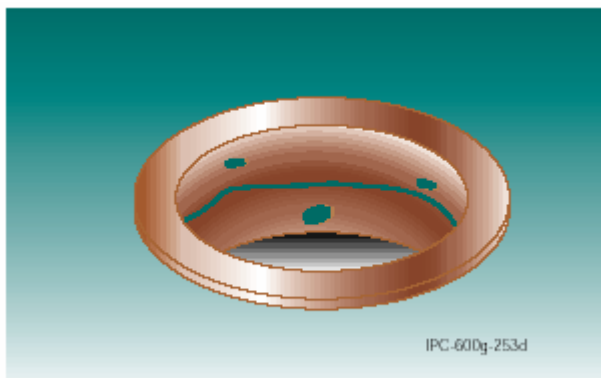
接收状况—3 级

- 孔内无空洞。



接收状况—2 级

- 在任一孔中不多于 1 个空洞。
- 不多于 5% 的孔有空洞。
- 任一空洞不大于 5% 孔长。
- 空洞小于圆周的 90°。



接受状态—1 级

- 在任一孔不多于 3 个空洞。
- 不多于 10% 的孔有空洞。
- 任一空洞不大于 10% 孔长。
- 任何的空洞小于圆周 90°。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

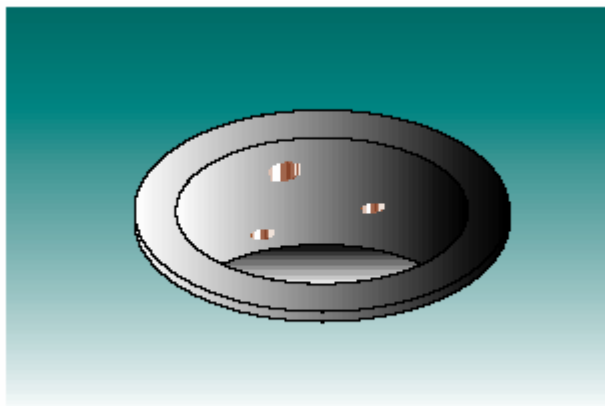
2.5 镀覆孔 概况

2.5.4 空洞 - 最终涂层



理想状况-1、2、3 级

- 没有空洞。

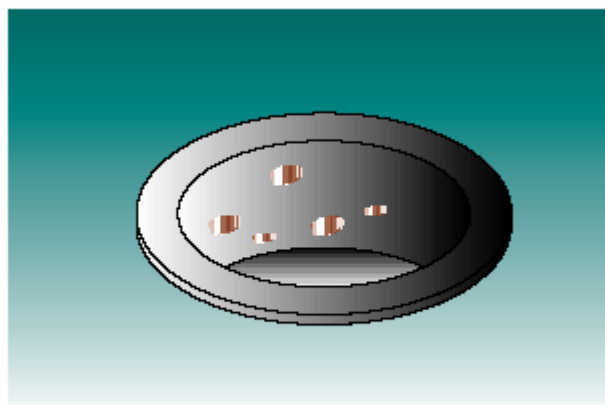


接收状况 - 3 级

- 在任一孔中不多于 1 个空洞。
- 不多于 5 % 的孔有空洞。
- 空洞不大于 5 % 的孔长。
- 所有空洞小于 90 ° 的圆周。

接收状况-2 级

- 在任一个孔中不多于 3 个空洞。
- 不多于 5%孔有空洞。
- 空洞不大于 5%的孔长。
- 所有空洞小于 90 ° 的圆周。



接收状况-1 级

- 在任一个孔中不多于 5 个空洞。
- 不多于 15%的孔有空洞。
- 任一空洞不大于 10%的孔长。
- 所有空洞小于 90 ° 的圆周。

拒收状况-1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

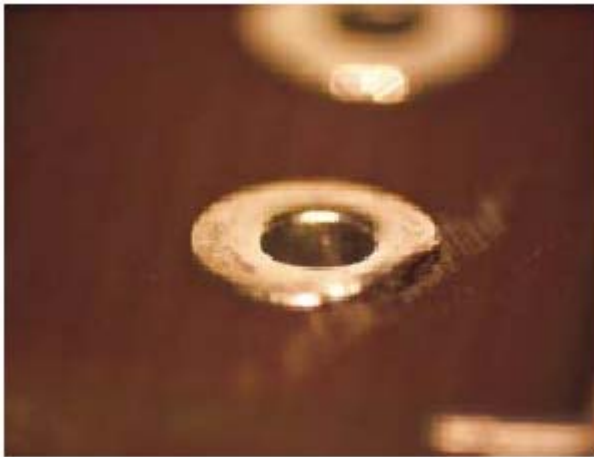
2.5 镀覆孔 概 况

2.5.5 焊盘起翘-（目视）



理想状况/接收状况-1、2、3 级

- 没有焊盘起翘。



拒收状况-1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。



起翘的焊盘

2.6 非支撑孔

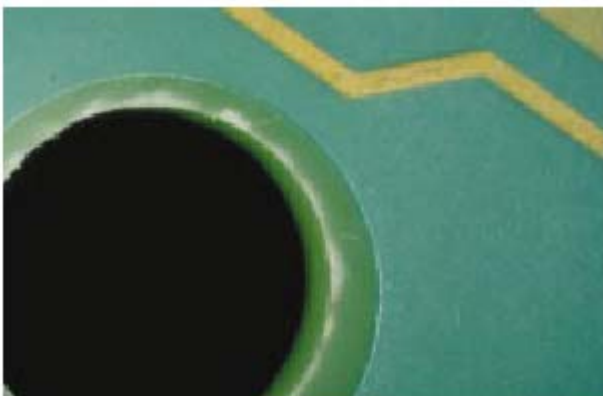
2.6.1 晕圈

晕圈：在基材表面上或表面下由于机械加工引起的裂纹或分层，孔周围的浅色区域，其他加工区或二者通常都是晕圈的表示，见 2.1.3。



理想状况—1、2、3 级

- 没有晕圈。



接收状况—1、2、3 级

- 晕圈的产生没有减小板边到最近导电图形未受影响距离的 50%，或大于 2.5mm[0.0984in]，取其中较小的。

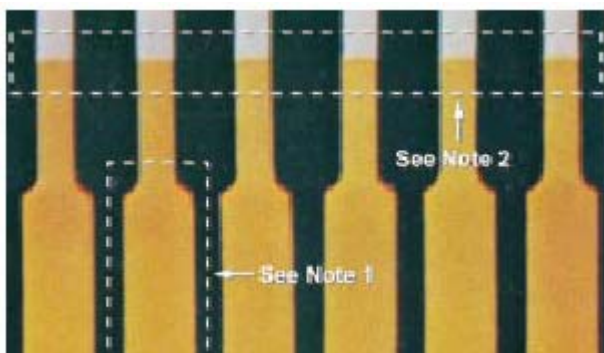


拒收状况

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

2.7 印制接触片

2.7.1 表面镀层—总则



理想状况—1、2、3 级

- 插头无凹坑、针孔和表面结瘤。
- 在焊锡表面或阻焊层和插头镀层之间没有露铜和镀层交叠的区域。



接收状况—1、2、3 级（关键的插头区）

- 在关键的插头区表面下没有露出底金属的表面缺陷。
- 焊锡没有喷溅或锡-铅镀层没有出现在关键的插头区。
- 没有结瘤和金属块在关键的插头区。
- 麻坑、凹坑或压坑不超过最长尺寸 0.15mm[0.00591in]。每片插头不多于 3 个，不出现在多于 30%的插头上。

接收状况—3 级（空区/重叠区）

- 露铜或镀层重叠区小于 0.8mm[0.031]。

接收状况—2 级（空区/重叠区）

- 露铜或镀层重叠区不超过 1.25mm[0.04921in]。

接收状况—1 级（空区或重叠区）

- 露铜或镀层重叠不超过 2.5mm[0.0984in]。



拒收状况—1、2、3 级

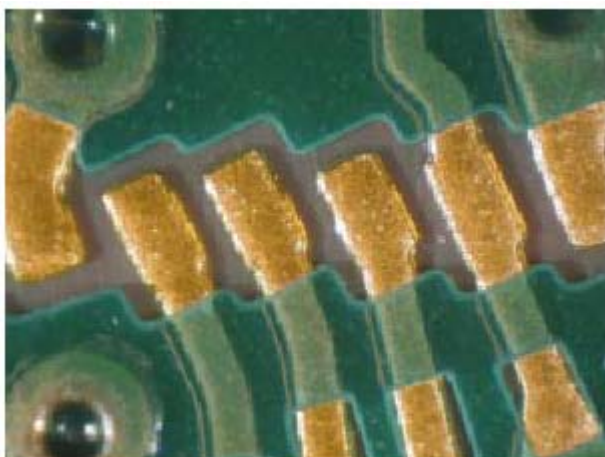
- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

注 1：关键插头区。这个状况不适用 0.15mm[0.00591in]宽的在印制插头周围的条带。

注 2：在镀层重叠区变色是允许的。

2.7 印制接触片

2.7.1.1 表面镀层—连结焊盘



理想状况—1、2、3 级

- 连接焊盘上无表面结瘤、无粗糙、无电测标记或没有在未损区域内超过 $0.8\mu\text{m}$ [$32\mu\text{in}$] RMS (根均方) 的划伤, 要采用在用户和供应商之间达成协议的测试方法进行检测。如果使用 IPC—TM—650, 2、4、15 方法, 建议粗糙测量宽度调节到连结盘最大长度的大约 80%, 在未受损区去获得 RMS (根均方) 值。关于表面粗糙的更多信息参阅 ASME B46、1。
- 未受损的区域定义为在盘中心的 80% 盘宽 \times 80% 盘长的区域。(见图 1)

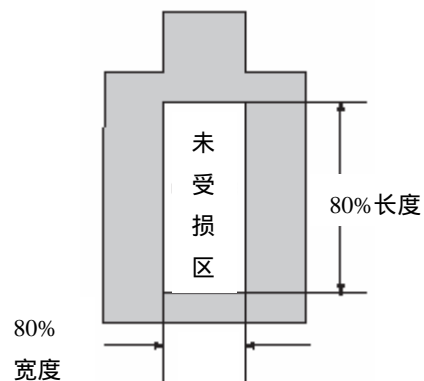
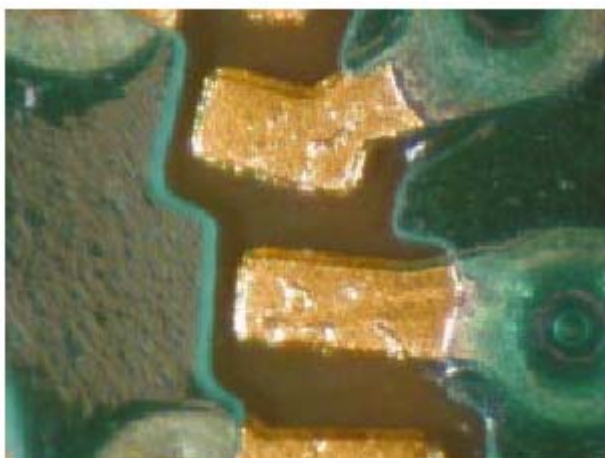
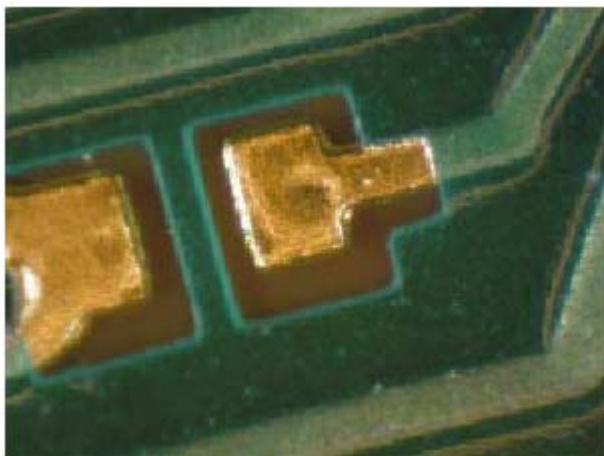
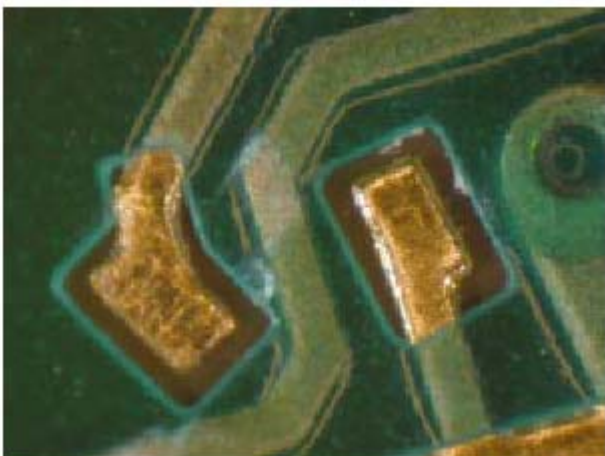


图 1 连结盘未受损区

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或未满足或超过以上标准。



2.7 印制接触片

2.7.2 金手指的毛刺



理想状况—1、2、3 级

- 光滑的边缘状况。



接受状况—1、2、3 级

- 边缘状况—光滑、无毛刺、无粗糙边缘。在金手指上无隆起镀层，从基材上没有插头的分离(分层)。在倒角的边缘没有疏松的纤维，在插头的终端露铜是认可的和允许的。

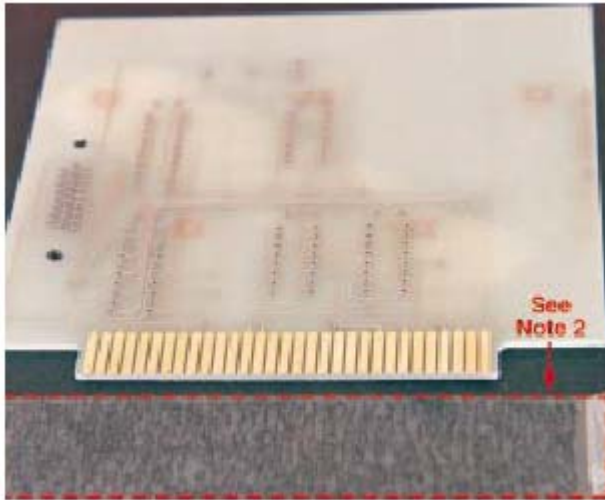


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足的或超过以上标准。

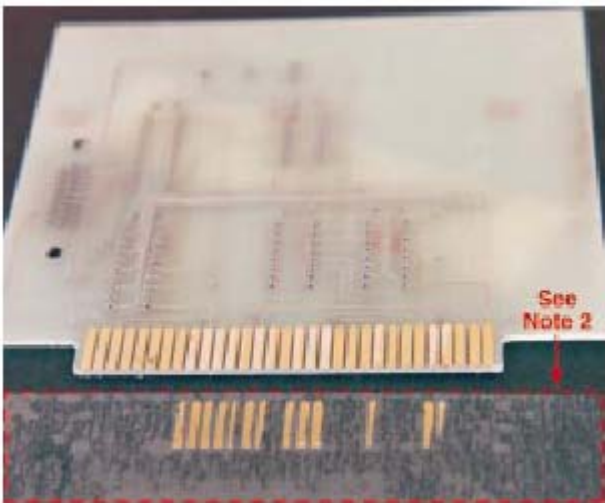
2.7 印制接触片

2.7.3 外镀层附着力



接收状况—1、2、3 级

- 好的镀层附着力要用胶带试验来证实，没有镀层脱落。如果突沿金属脱掉粘附在胶带上它证明是突沿或碎片脱落，而不是镀层附着有问题。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超过以上标准。

注 1：镀层附着力要按 IPC—TM—650，方法 2.4.1 进行试验，用一条胶带压到板面上，垂直于线路手工用力撕掉。

注 2：镀层必须贴紧胶带。

2.8 标识

引言

本节包括了印制板标识的接收标准。印制板的标识提供了一个在组装中识别和帮助的手段。在金属中丝印的字符会在焊接过程或严格的清洗环境中变质，不主张丝印在金属上。当要求在焊锡上有字符时，蚀刻字符是理想状况，最小的要求应在采购文件中说明。标识的例子在本节说明的是：

- 采购文件中有要求时的组装或生产部件号。每一个单独板，每一个检验板和每一组质量一致性试验线路（如每一个切片）要标识出来，以保证在板/测试线路和制造历史间的可追溯性，并识别供应商（商标等）。

- 采购文件要求时，元件插入位置。
- 工作顺序要求时，制造顺序编号。
- 采购文件要求部件号时的版本字母。
- 指定的测试点或调节点。
- 极性或方位指示口。
- UL 标记。

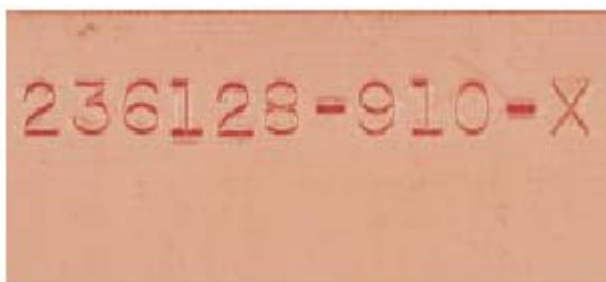
采购文件（照相底图）是控制标识位置和类型的文件。如果采购文件中要求标识工作号，则所制造的板标记有该采购文件的版本字符。印制板上的标识应经受住所有试验。清洗并和其他过程兼容，并按标准要求规定，在经受这些考验后，字符仍可识别（能辨认和识别）。印制板上的标识资料（部件基准标识），应是永久的并能承受印制板规定的环境试验和清洗过程。在本文范围内，标识应是清晰可读的。印制板应在不大于 2 倍的放大镜下检验。当使用导电油墨时，应满足 IPC—6010 系列文件的规定。

本节对所有标识（包括激光、标签、条形码等）制定了通用要求，并对下列类型的标识制定了特殊的标准：

- 蚀刻的标识
- 丝印或盖印的标识。

除非另有规定，每一块单独板，每一块认证板，每套质量一致性试验线路（相对于每块切片的附连板）均应按采购文件要求施加标识，应包括有日期编码和制造者的识别标识。（如军用板的商业及政府机构代码[CAGE]或商标等）制造标识可采用与生产导电图形相同的工艺，或采用永久性的有防霉性能的油墨或油漆，也可以作为提供标识的目的而采用电笔在金属表面上做标识，或贴附永久的标签。导电性标识，不管是铜蚀刻的或黑色的导电性油墨均视为电路的电气文件。它不应降低电气间距的要求。所有标识都应材料与部件相兼容，经各种试验后仍清晰可读，并在任何情况下都不可影响印制板的性能。

尽管雕刻和压印标识在拼板上的无用部位上实施是可接受的，但不允许出现在成品板上，雕刻或压印和任何标识切入到板内是按划伤处理的。



2.8 标识

2.8.1 蚀刻的标识

蚀刻标识的制作和印制板上的导线制作是相同的。因此，这种类型的标识必须符合下列要求：



理想状况—1、2、3 级

- 字母是清晰可读的。
- 蚀刻的符号和带电的导线之间的间距也遵守导线最小间距要求。



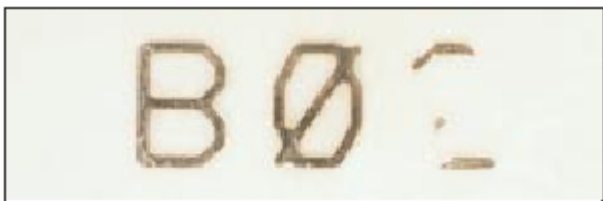
接收状况—3 级

- 只要字符是可读的，标识缺陷是可接受的。不管原因是什么（如：焊锡桥接, 过蚀刻等）。
- 标识没有破坏最小电气间距限定。
- 形成字符的线条边缘可以呈现轻微的不规则。



接收状况—2 级

- 只要字符是可读的，标识缺陷可接受。不管原因是什么（如：焊料桥接、过蚀刻等）。
- 标识没有破坏最小电气间距限定。
- 如果字母可辨认，线宽可减小到 50%。



接收状况 1 级

- 只要字符可读的，标识缺陷可接收的，不管原因是什么(如：焊料的桥接，过蚀刻等)
- 标识没有破坏最小的电器间距限定。
- 字符是不规则的，但字符或标识的一般内容可辨认。

拒收状况 1.2.3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.8 标识

2.8.2 丝印或油墨盖印的标识

丝印或油墨盖印标识是指任何一类标识印在板面上的，不包括切划或蚀刻来制作这类标识。



理想状况—1、2、3 级

- 字符是可读的。
- 油墨分布是均匀的，没有模糊不清或双影。
- 油墨标识没有近到和焊盘相切。



接收状况—1、2、3 级

- 字符是可读的。
- 油墨可以在字符线条外围堆积，只要字符是可读的。
- 元件方位信号外形轮廓可以丢失，只要要求方位清楚、明确。
- 元件孔盘的标识油墨没进入到安装孔或造成最小孔环的减小。
- 元件孔盘的标识油墨进入镀通孔和没有元件引线焊接的通孔是允许的。除非采购文件要求孔是充满焊料的。
- 在金手指或测试点上，没有标识油墨侵入。
 - 在表面安装焊盘上, 1.25mm[0.04921in]或大于的 IC 盘，标识油墨的侵入是仅在盘的一边，并不超过 0.05mm[0.0020]。
- 在表面安装盘上小于 1.25mm[0.04921] IC 盘，标识油墨侵入是仅在盘的一边，并不超过 0.025mm[0.000984in]。

接收状况—1 级

- 标识可涂污或模糊，只要可读。
- 双影是可读的。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

引 言

“阻焊剂”和“阻焊膜”通常是用于指任何类型的永久性或暂时性的聚合物阻焊涂覆材料。在本标准中,“阻焊剂”一词总是用于指印制板上任何类型永久性聚合物涂覆材料的通用词。阻焊剂是在印制板装配焊接操作时,用来限制及控制焊料在所选定的区域上。同时阻焊涂覆层还用于在焊接及以后的工艺操作中,控制及减小印制板表面上导电图形之间的树枝状细丝生长。有关阻焊剂要求的详细规范和资料参见 IPC—6012 和 IPC—SM—840C。

阻焊剂材料不作为装配后覆盖元件,元件引线/端子及焊接点的敷形涂覆层的代用品。阻焊剂材料与敷形涂覆材料或其他物料的相容性的确定,取决于最后组装件的使用环境。

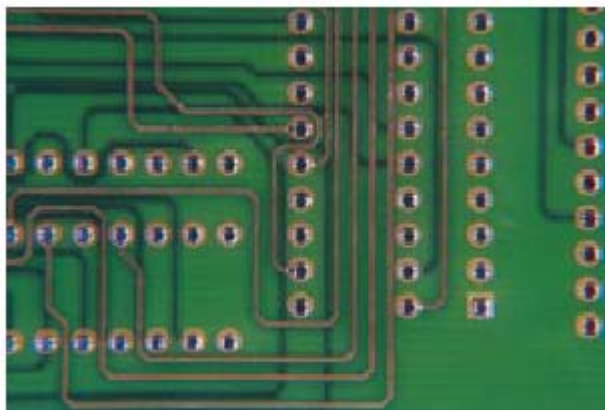
阻焊剂的类型包括:

- 液态网印成像型
- 静电沉积成像型
- 液态光致成像型
- 干膜光致成像型
- 光致成像型暂性阻焊剂
- 干膜覆盖在温膜上的光致成像型

注: 修补时,如需要用阻焊剂加以覆盖,应使用与最初所使用的阻焊剂相匹配的及同等耐焊接和耐清洗的材料。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.1 导线表面的涂覆层(跳印)



理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂在基材表面上,导线表面上和边缘应均匀一致。很牢固地粘附在印制板表面,没有露印空洞或其他缺陷。

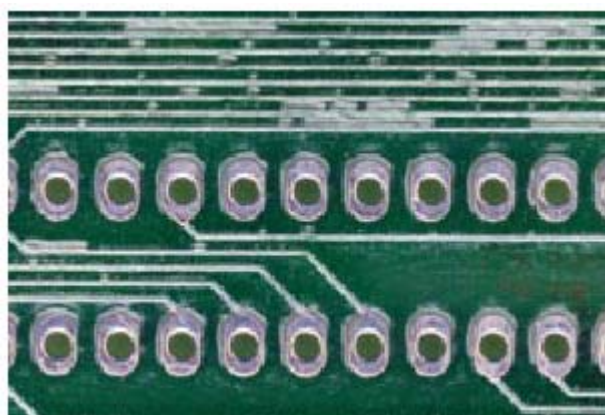


接收状况—2、3 级

- 在含有平行导线的区域,相邻的导线不能都缺少阻焊剂而露铜。除非导线间距有意不覆盖阻焊剂。
- 修补:如果要求用阻焊剂覆盖这些区域,应使用与最初所使用阻焊剂相匹配的,且同等耐焊接和耐清洗的材料。

接收状况—1 级

- 漏印的阻焊剂没有减小导电图形线条间距的最小接收要求。
- 沿导电图形的边有漏印阻焊剂。

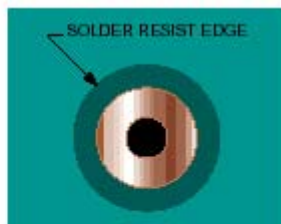
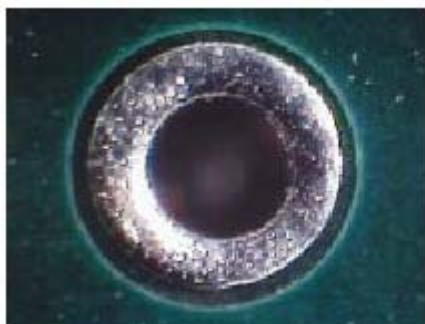


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

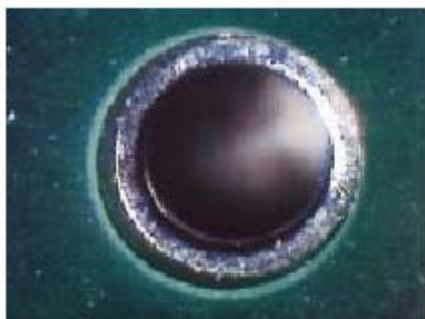
2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.2 与孔的对位(各种涂覆层)



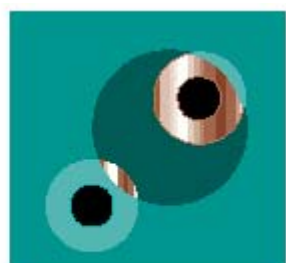
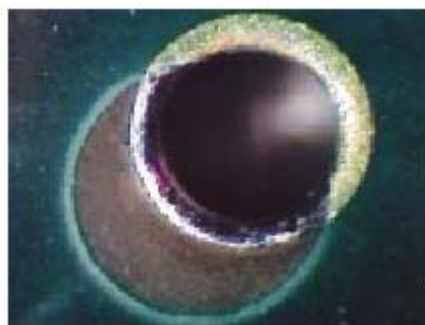
理想状况—1、2、3 级

- 没有阻焊剂偏位，在规定的对位间距内，阻焊剂以焊盘为中心环绕其周围。



接收状况—1、2、3 级

- 阻焊剂对焊盘图形偏位，但没有破坏最小环宽要求。
- 镀通孔中没有阻焊剂，除非这些孔不要焊接。
- 相邻的孤立焊盘或导线没有暴露。

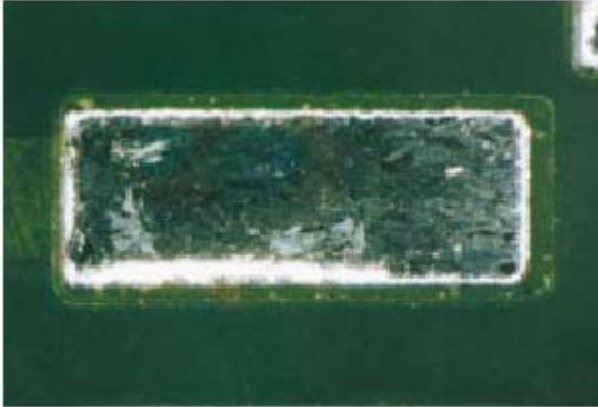


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

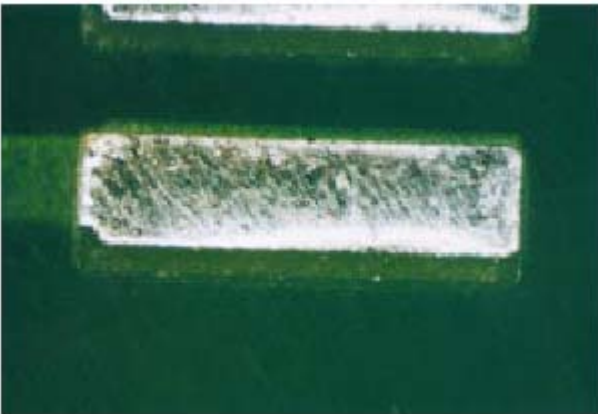
2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.3 于其他导电图形的对准度



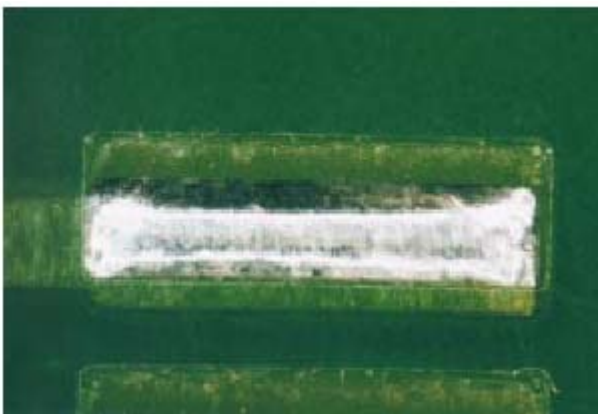
理想状况—1、2、3 级

- 没有阻焊剂偏位。



接收状况—1、2、3 级

- 阻焊剂限定的焊盘偏位，没暴露相邻的孤立盘或线条。
- 没有阻焊剂侵入到板边印制插头或测试点表面。
- 节距大于或等于 1.25mm[0.04921in] 的表面安装焊盘，只能一侧受侵犯，且不得超过 0.05mm[0.0020in]。
- 节距小于 1.25mm[0.04921in] 的表面贴装焊盘，只能一侧受侵犯，不能超过 0.025mm[0.000984in]。



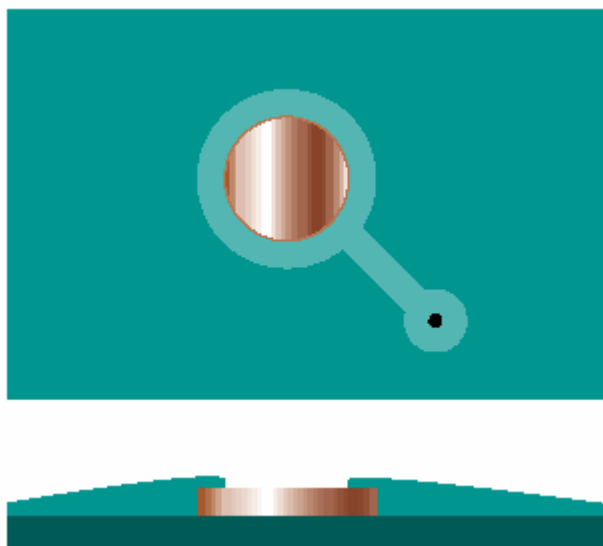
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.3.1 球栅阵列(阻焊剂限定的焊盘)

阻焊剂限定的焊盘：导电图形的一部分，是用于连接电子元器件球形终端的（BGA，精细节距BGA等）。为了限制球形脚贴装在阻焊剂围绕的范围内，阻焊剂涂覆到焊盘边缘上。



理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂交叠区以焊盘为中心环绕在其周围。

接收状况—1、2、3 级

- 偏位产生的阻焊剂破出区域不超过 90°。

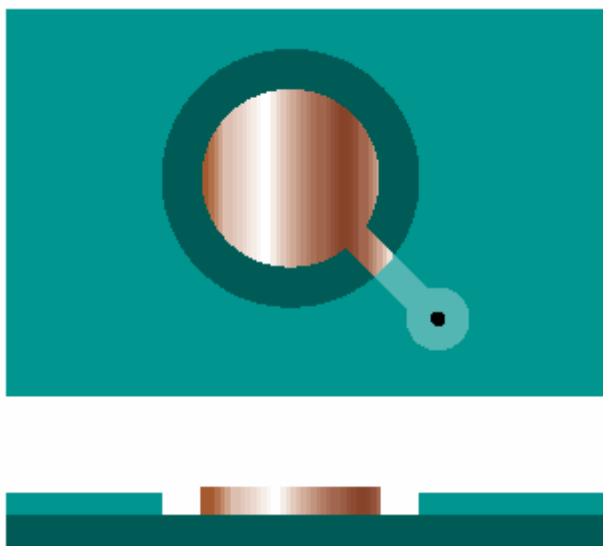
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.3.2 球栅阵列(铜箔限定的焊盘)

铜箔限定的焊盘：通常为导电图形的一部分，但不是绝对的。在焊接过程中，焊盘金属用来连接和/或焊接元器件。所以如果产品要涂阻焊剂，焊盘区周围要留有一定的间隙。



理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂以铜焊盘为中心，环绕其周围并有一定空区。

接收状况—1、2、3 级

- 阻焊剂没有侵入到焊盘上，除了导线的焊接处外。

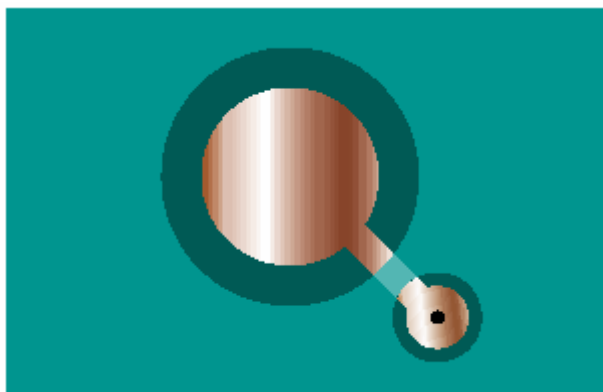
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.3.3 球栅阵列(阻焊坝)

阻焊坝：阻焊图形的一部分，用来与 BGA 或精细节距 BGA 安装部分与导通孔分开，以避免焊料从焊接处落入导通孔内。



理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂分别以铜焊盘和导通孔为中心，并留有间隙。阻焊剂只覆盖铜焊盘与导通孔间的导线。

接收状况—1、2、3 级

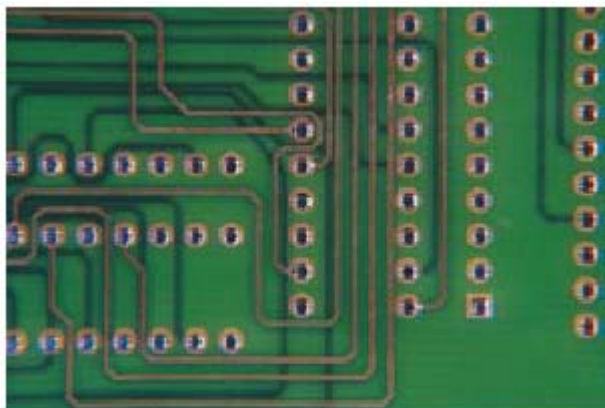
- 如果规定有阻焊坝（防止焊料与导通孔的桥接）阻焊坝应保留在铜被覆盖区域。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.9 阻 焊 剂 (阻 焊 膜)

2.9.4 起泡/分层



理想状况—1、2、3 级

- 在阻焊剂和印制板基材及导电图形之间没有起泡、气泡或分层。

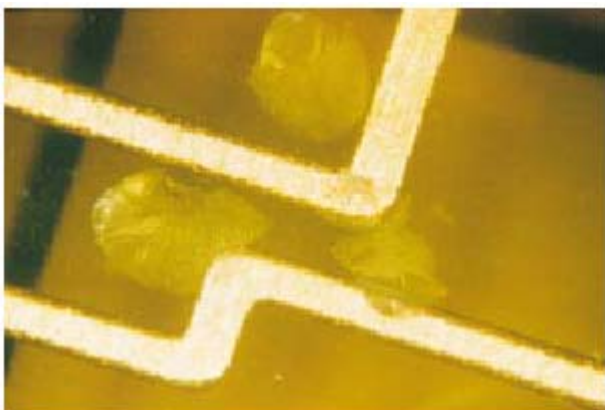


接收状况—2、3 级

- 每面最大尺寸不超过 0.25mm[0.00984in] 的缺陷允许 2 个。
- 电气间距的减小不超过 25%。

接收状况—1 级

- 起泡、气泡或分层没有在导线间产生桥接。

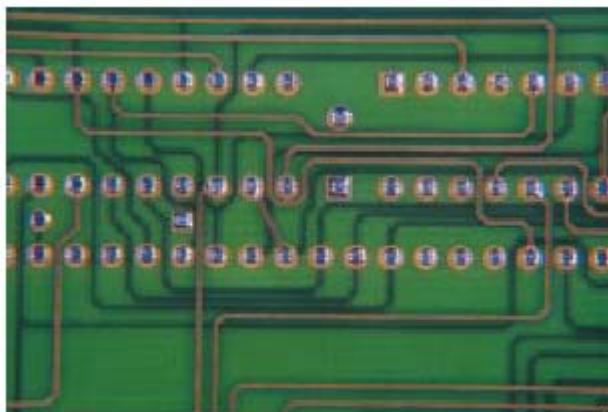


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准。

2.7 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.5 附着力(剥落或起皮)

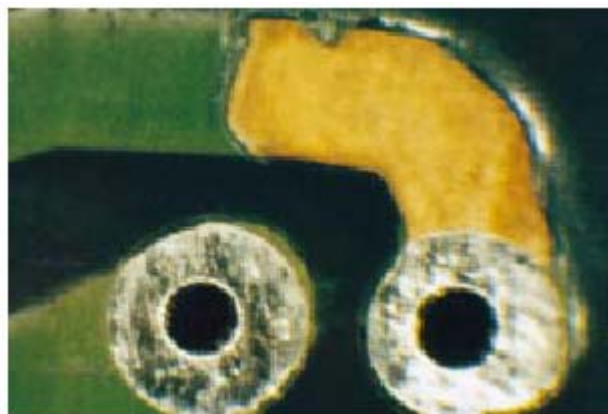


理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂表面外观均匀,并牢固粘附到印制板表面上。

接收状况—2、3 级

- 测试前阻焊剂没有从板面上翘起。
- 按照 IPC—TM—650 方法 2、4、28、1 测试,阻焊剂翘起的量没有超过 6010 系列文件允许的限定值。



接收状况—1 级

- 测试前,阻焊剂从印制板基材或导电图形表面脱落残留的阻焊剂仍牢固地粘附在表面上,缺失的阻焊剂没有暴露相邻导电图形或超过允许的规定值。
- 按照 IPC—TM—650,方法 2、4、28、1 测试后,阻焊剂剥落的量没有超过 IPC—6010 系列文件的规定值。

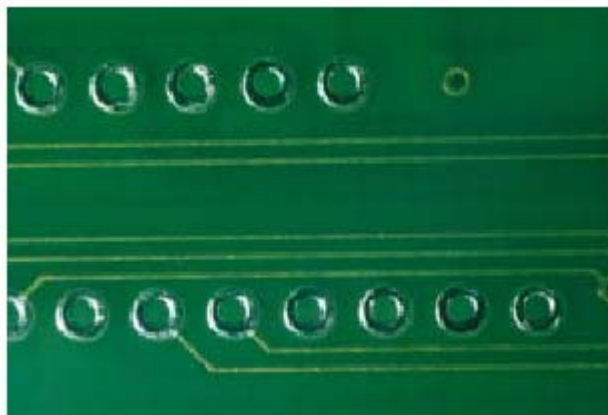


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准规定值。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.6 波纹/皱褶/皱纹



理想状况—1、2、3 级

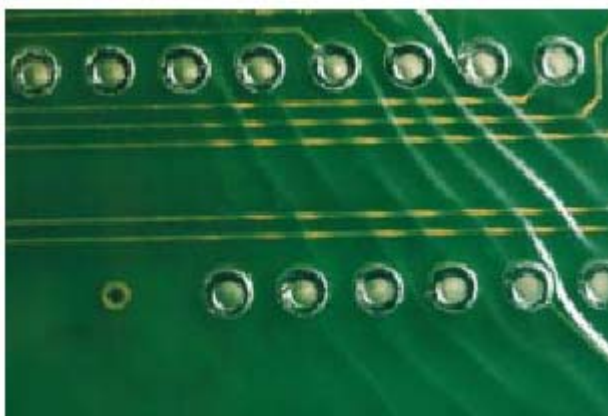
- 在印制板的基材表面上或导电图形上没有皱褶、波纹、皱纹。



接收状况—1、2、3 级

在阻焊剂中的波纹或皱纹没有使阻焊剂涂层厚度减小到低于最小厚度的要求(当有规定时)。

在一个区域里的最小的皱褶没有造成导电图形的桥接,并通过 IPC—TM—600,方法 2、4、28、1 测试(附着力胶带拉脱试验)。

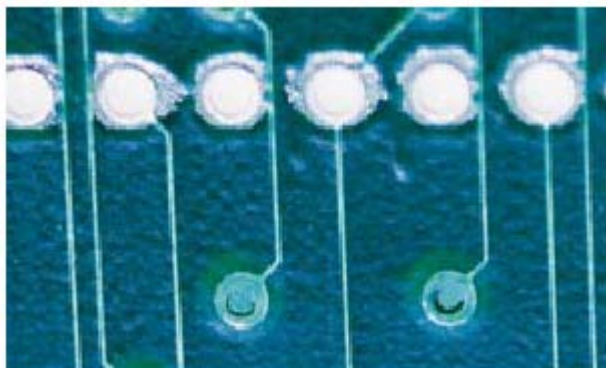


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准规定。

2.9 阻 焊 剂 (阻 焊 膜)

2.9.7 掩孔 (导通孔)

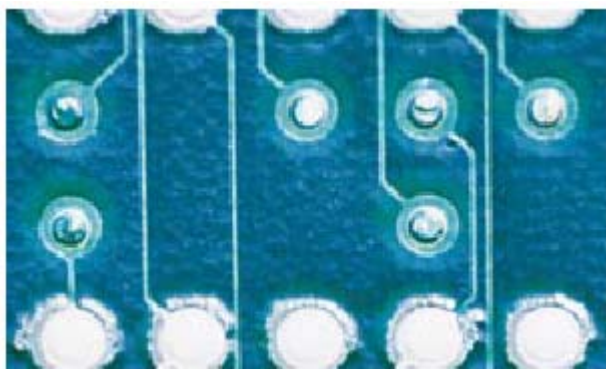


理想状况—1、2、3 级

- 所有要求掩蔽的孔都要被阻焊剂完整地覆盖。

接收状况—1、2、3 级

- 所有要求掩蔽的孔都要被阻焊剂覆盖。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

2.9.8 吸管式空隙

吸管式空隙：沿着导电图形边缘的一种长管式的空隙，即阻焊剂没有与基材表面或导体边缘结合。锡铅热熔助焊剂、热熔油、焊接助焊剂、清洗剂或挥发性物质都可以夹封在这种吸管式空隙中。



理想状况—1、2、3 级

- 阻焊剂和印制板材表面以及导电图形的侧边之间都没有可目视到的空隙。



接收状况—3 级

- 没有吸管式空隙。



接收状况—1、2 级

- 沿着导电图形侧面的边缘吸管式空隙没有减小线间距到最小要求以下。
- 吸管式空隙从外层完全被封住。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准规定



2.10 图形的尺寸限定

引言

印制板应满足采购文件规定的尺寸要求，如板的周边、厚度、切口、开孔、开槽及印制插头等。用于检验印制板这些特征的设备仪器，其精度可重复性及可再现性应为所检验尺寸公差范围的 10% 或更小。

2.10.1 导线宽度和间距

本节内容包括导线间距的接收要求和规范，导线宽度和间距的可接收性是印制板制造工艺好坏的一种度量，也是原始底片再现情况的一种判定。而原始底片已基本上确定了导电图形的最小线宽和间距的要求。除非违背了这些特性，导线边缘齐直度不必作为接收或拒收的条件，但却可以作为一种工艺过程的警示，要求检查制造过程是否恰当。此外，对可控足抗电路来说，这就是一个重要的考虑因素。凡此类用途的印制板应在采购文件上注明边缘齐直度的要求。当需要对线边缘齐直度检测时，应按 IPC—TM—650 方法 2.2.2 进行。

2.10 图形的尺寸限度

2.10.1.1 导线宽度



理想状况—1、2、3 级

导线宽度和间距满足照相底片和采购文件的尺寸要求。



接收状况—2、3 级

- 导线边缘粗糙、缺口、针孔和划伤基材缺陷的任意组合使导线宽度的减小，没有超过最低限度的 20%，或更小。
- 没有出现（边缘粗糙、缺口）大于线条长度 10%或大于 13mm[0.512in]的缺陷，二者中取其小者。



接收状况—1 级

- 导线边缘粗糙、缺口、针孔和划伤基材缺陷的任意组合使导线宽度的减小，没有超过限度的 30%或更小。
- 没有出现（边缘粗糙、缺口）大于 10%线条长度或大于 25mm[0.984in]的缺陷，二者中取其小者。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准规定。

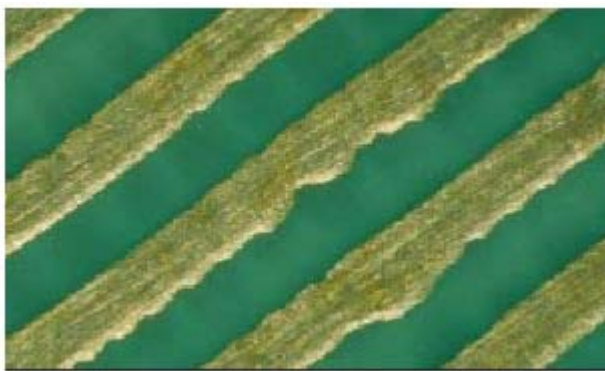
2.10 图形的尺寸限定

2.10.1.2 导线间距



理想状况—3 级

- 导线间距满足采购文件尺寸要求。



接收状况—3 级

- 边缘粗糙、铜刺等缺陷的任意组合没有减小在孤立区域内规定的最小导线间距的 20%。



接收状况—1、2 级

- 边缘粗糙、铜刺等缺陷的任意组合没有减小，在孤立区域内规定的最小导线间距的 30%。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超过以上标准规定。

2.10 图形的尺寸限定

2.10.2 外层环宽的测量

环宽：外层的最小环宽是指在镀铜后的最终孔的焊盘边缘和孔边缘之间铜的最小部分（最窄点）（见图 1）。内层最小环宽是指在钻过的孔的孔边缘和钻孔后的焊盘边缘之间的铜的最小部分（最窄点）（见图 2）。

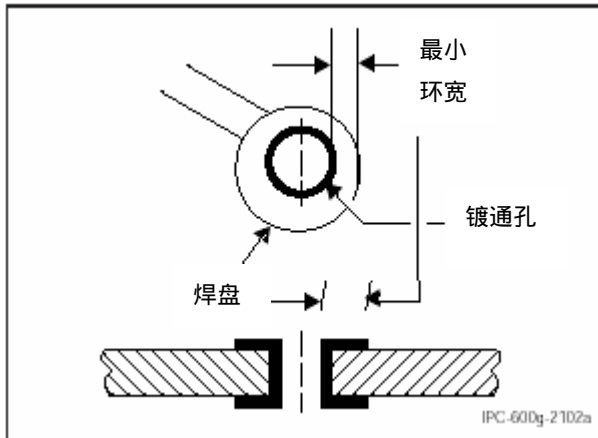


图 1：外层孔环

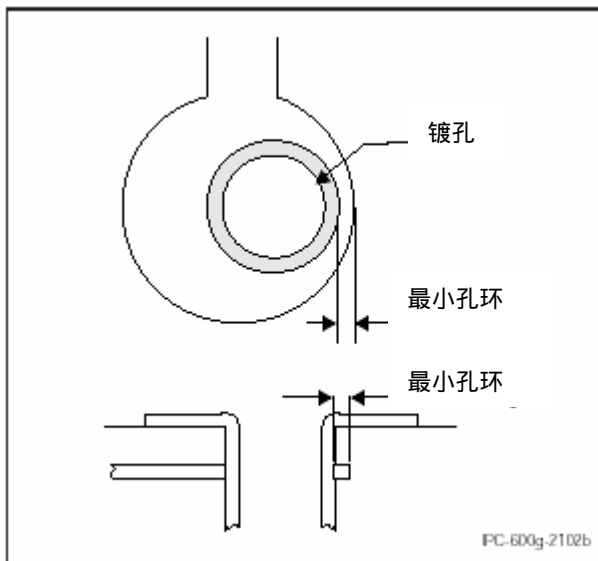


图 2：内层孔环

导线与焊盘的连结部分：

导线连结盘的点为中心的 90° 区域。
（见图 3）。这个区域仅适用于破盘状况。

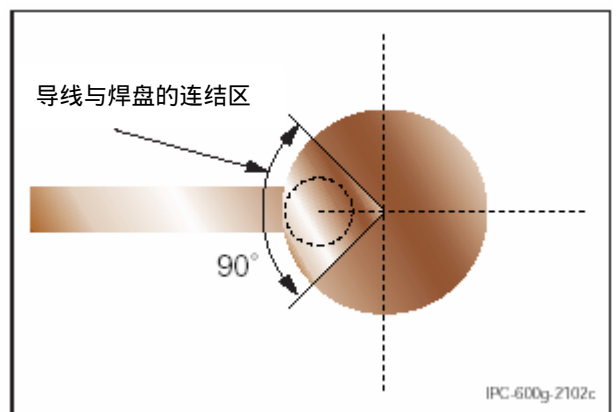
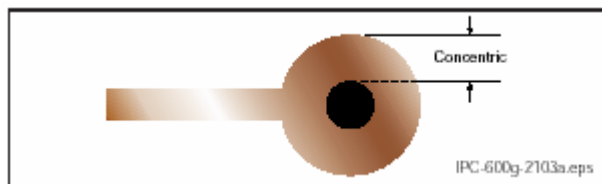


图 3：导线与焊盘的连接区

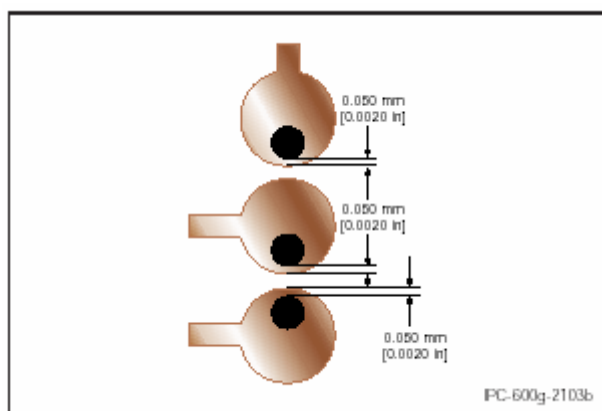
2.10 图形尺寸的限定

2.10.3 支撑孔的外层孔环



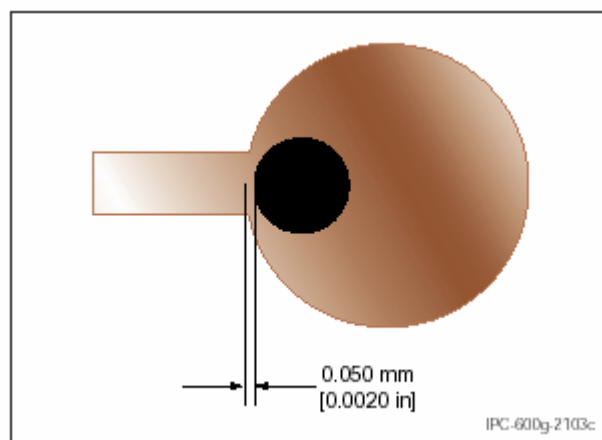
理想状况—1、2、3 级

- 孔是在盘的中心。



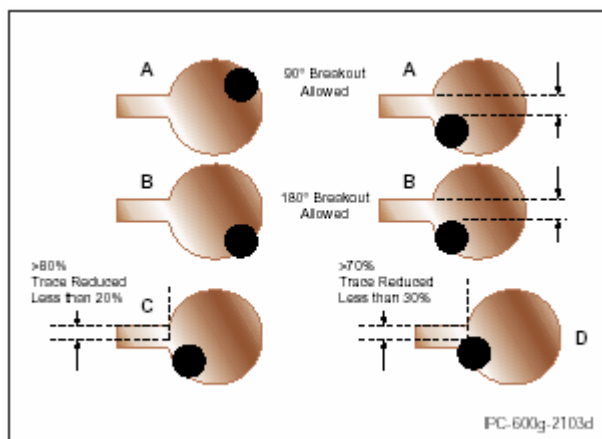
接收状况—3 级

- 孔没有在焊盘中心，但孔环为 0.050mm[0.0020in]或更多。
- 在测量区，由于缺陷如麻点、凹坑、缺口、针孔或外延，最小的外层孔环可有 20%的减小。



接收状况—2 级

- 90°或更小破盘 (A)。
- 如果破盘出现在导线对焊盘的连接区域，对工程图纸上或生产胶片上的线宽的减小不能多于 20%。导线结合处应永不小于 0.050mm[0.0020in]或最小线宽，二者取较小者 (C)。
- 保证最小的导线侧向间距。



接收状况—1 级

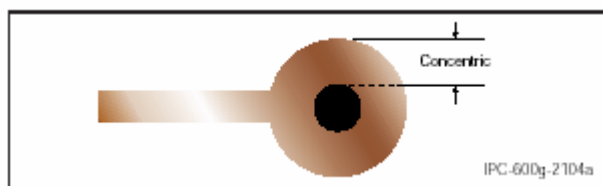
- 破盘 180°或更小 (B)。
- 在导线与盘的连接区，导线宽度的减小不大于生产底片中规定线宽的 30%(D)。
- 外形、安装和功能未受影响。
- 保证最小的导线侧向间距。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准规定。

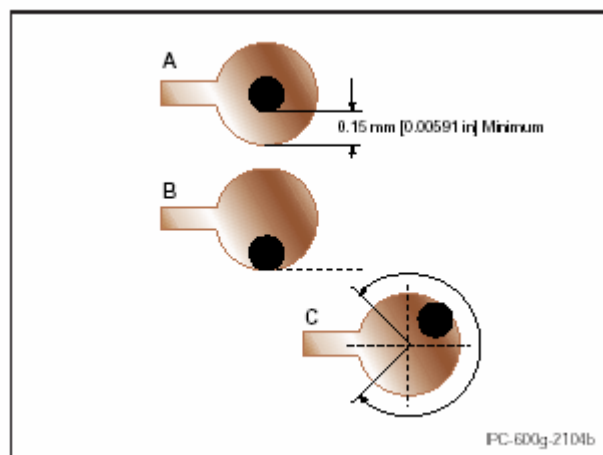
2.10 图形的尺寸限定

2.10.4 非支撑孔的外层孔环



理想状况—1、2、3 级

- 孔位于焊盘的中心。

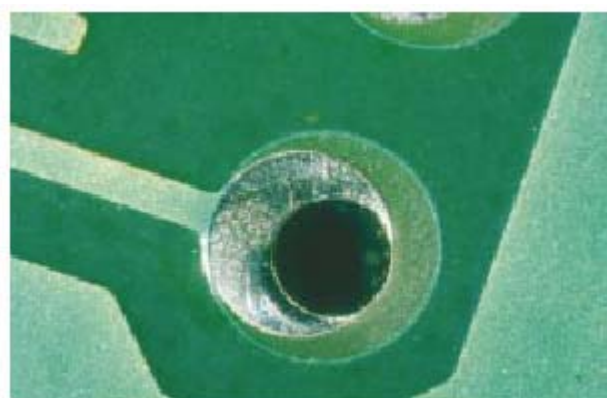


接收状况—3 级

- 孔环在任何方向均不小于 0.15mm [0.00591 in] (A)。
- 在测量区的最小环宽，由于麻点、凹坑、缺口、针孔或斜孔等缺陷的存在，允许最小外层环宽减小 20%。

接收状况—2 级

- 90° 破盘是允许的 (B)。
- 如果破盘出现在导线对焊盘连接区，导线没有减小工程图纸或生产底片上规定的最小导线宽度的 20%。



接收状况—1 级

- 90° 破盘是允许的 (C)。
- 如果破坏出现在导线对焊盘连接区，导线没有减小生产底片规定的最小导线宽度的 30%。

拒收状况—1、2、3 级

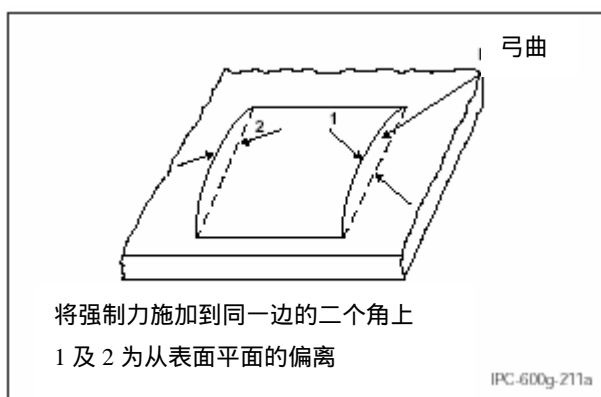
- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定。

2.11 平整度

引言

印制板的平整度是由产品的两种特性来确定的：称作弓曲和扭曲。弓曲的特点是印制板的四个角处在同一平面时，它大致成圆柱形或球面弯曲的状况，而扭曲是指板的一个角不与其它三个角一样在同一平面上，且平行于板的对角线的板子翘曲。圆形或椭圆形的板必须是以垂直位移方向的最高点来测量。板的弓曲和扭曲可能会受板子设计的影响。因为不同的布线或多层板的层结构都会导致产生不同的应力或消除应力的条件。板的厚度及材料特性也是造成影响板的平整度的因素。

弓曲和扭曲 弓曲、扭曲或二者的组合是按照 IPC—TM—650，方法 2、4、22 的物理测量和百分比计算来决定的。含有多块印制板的在制板且是以在制板形式安装，然后又分离的，应以在制板形式进行评定。

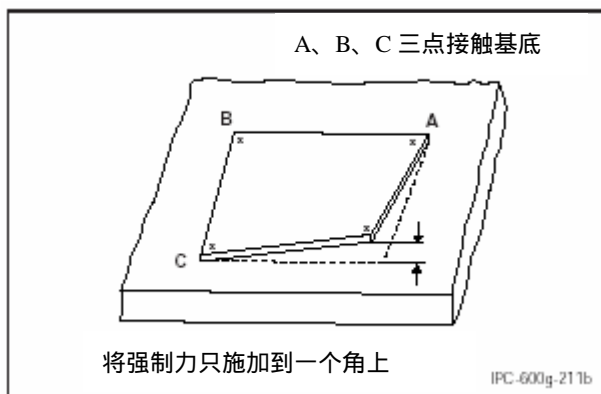


接收状况—1、2、3 级

- 对于有表面安装元件的印制板弓曲和扭曲是不大于 0.75%。
- 对于其他所有类型板，弓曲和扭曲是不大于 1.50%。

拒收状况—1、2、3 级

缺陷或没有满足或超出以上标准规定。



3.0 内部可观测特性

引言

本节描述的是印制板各种内部特性的验收要求。这些特性包括在基材、镀覆孔、内层铜导电图形、内层铜箔的处理和内层的接地层/电源层/散热层中的，如下面所述：

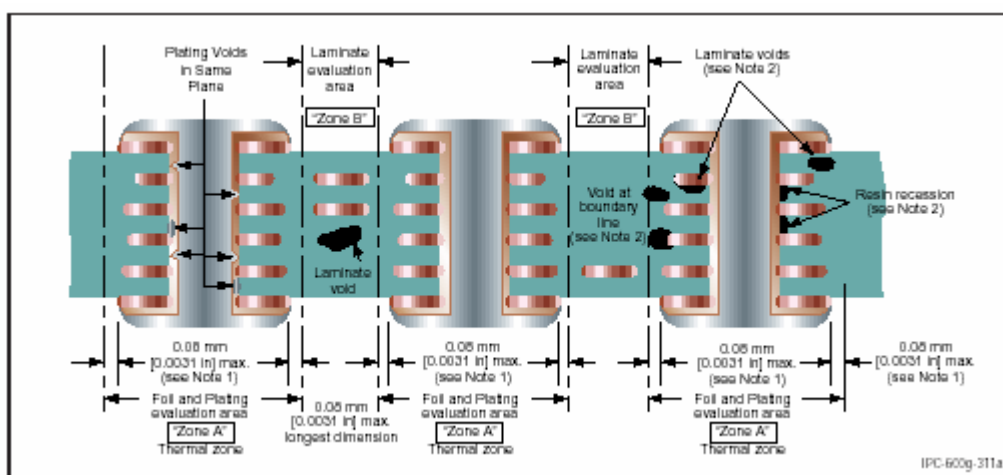
- 板材表面下(次表面)的缺陷，如分层、起泡和外来杂物。
- 多层板表面下(次表面)的缺陷，如空洞、分层、起泡、裂缝、接地层的空区和层间的间距。
- 镀覆孔的异常，包括孔的尺寸、孔环、钉头、镀层厚度、镀层空洞、结瘤、裂缝、树脂、钻污、凹蚀不足或过凹蚀、芯吸现象、内层（圆柱体）分离、及阻焊层厚度。
- 内层导线异常，如蚀刻过度或不足，导线裂缝和空洞，不均匀或不足的氧化处理及铜箔厚度。
- 目视观察仅在切片中进行。

3.1 介质材料

引言

本节描述了介质材料的验收要求。介质材料是在热应力试验后进行评定，验收状态下的评定要求应在采购文件中作规定。

3.1.1 层压板空洞（受热区域外）



- 注：1. 受热区指焊盘的端点延伸 0.08mm[0.0031in]至内层或外层, 延伸到层压区域。
2. 已受过热应力试验或模拟返工试验的样板，A 区中的层压板异常或缺陷是不评价的。
3. 分层/起泡是在 A 区和 B 区进行评价的。

以上的目视观察只在切片中进行。

3.1 介质材料

3.1.1 层压板空洞（受热区域外）（续）



理想状况

- 均匀一致的层压板。



接收状况——2、3 级

- 空洞小于或等于 0.08mm[0.0031in]不违反最小介质空间的规定。
- 热应力和模拟返工试验后,在层压板中有异常或缺陷,如空洞或树脂凹缩。
- 在同一板面上,二个相邻的镀覆孔间有多个空洞。其长度的总和不超过这些限定。



接收状况—1 级

- 空洞小于或等于 0.15mm[0.00591in]并没有违反最小介质间距规定。
- 在经热应力及模拟返工试验后的 A 区中,有层压板的异常或缺陷,如空洞或树脂凹缩。
- 在同一板面的二个相邻镀覆孔之间的多个空洞的总和不超过这些限定要求。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准要求。

以上目视观察只在显微切片上进行。

3.1 介 质 材 料

3.1.2 导线与孔的对位

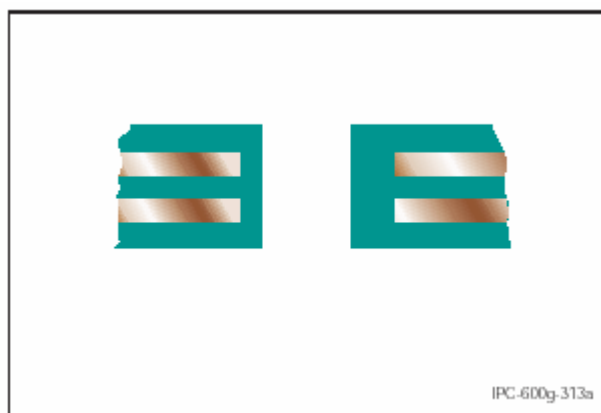
导线的对位通常是相对于镀覆孔焊盘来测定的。

其要求是通过最小的内层环宽确定的。(见 3.3.1)

以上目视观察只在显微切片上进行。

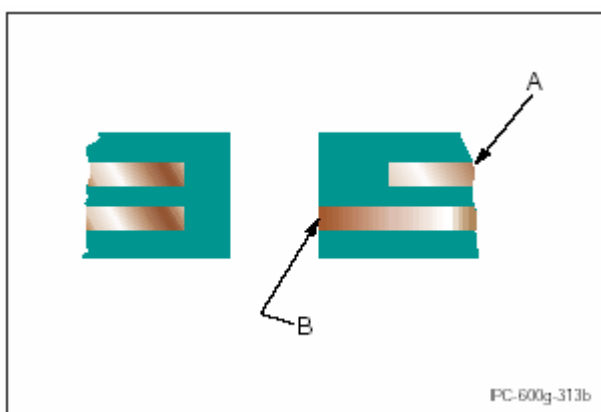
3.1 介质材料

3.1.3 电源层/接地层上的非支撑隔离孔



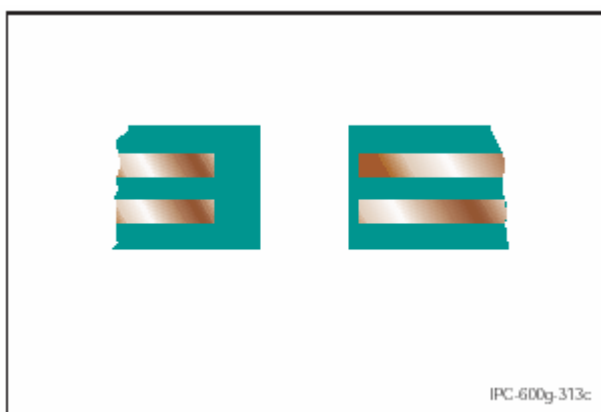
理想状况—1、2、3 级

- 电源层/接地层空区满足采购文件的要求。



接收状况—1、2、3 级

- A) 电源层/接地层的空区大于采购文件规定的最小导线间距。
- B) 当采购文件规定时，接地层可以扩展到非支撑孔的边缘。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上的标准。

以上目视观察仅在显微切片上观察。

3.1 介质材料

3.1.4 分层/起泡



理想状况—1、2、3 级

- 没有分层或起泡。

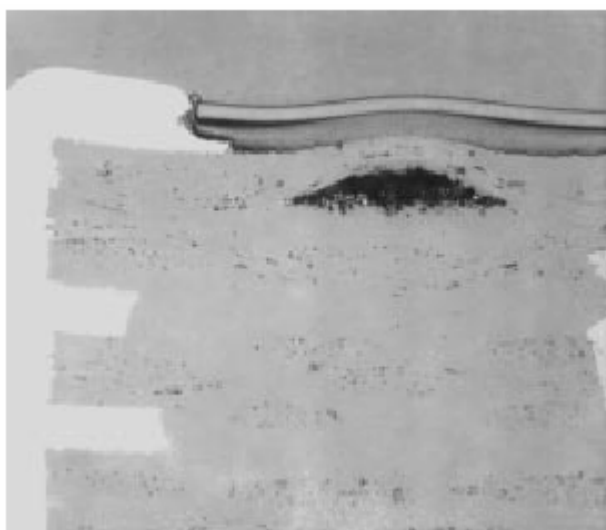
接收状况—2、3 级

- 没有分层或起泡。



接收状况—1 级

- 如果有分层或起泡。按照 2.3.3 节要求来评定全板。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察只在显微切片上进行。

3.1 介质材料

3.1.5 凹蚀

可接受的凹蚀或负凹蚀表现为树脂钻污已从内层铜和钻孔的界面清除掉。一个钻污的例子在图 1 中。有人认为凹蚀比负凹蚀更可靠，也有相反意见，两种看法都有。这完全取决于镀铜类型、铜箔的状态和所有铜箔的厚度。过度的凹蚀和过度的负凹蚀都不是理想状况。这两种过度的凹蚀对于镀覆孔的寿命的可靠性都会有不利的影响。

凹蚀：凹蚀过程也叫正凹蚀，用于去除介质材料。树脂材料被凹蚀的迹象说明，所有的树脂钻污已被完全除去，同时镀覆孔的铜到内层铜箔之间产生出三维界面的结合。三维连接比一个界面连接更加可靠，但缺点是凹蚀会造成孔壁粗糙，会产生镀覆孔镀层裂纹。过度凹蚀会产生内层铜破裂的应力。阴影部分是在凹蚀过程中的一个状态，就是紧靠在铜箔上介质材料没有完全被清除。尽管在凹蚀可接收的状况，某个地方也会出现这种情况。

负凹蚀：其理论是为了让内层铜箔被凹蚀和清洗，需要先清除钻污。采用负凹蚀工艺的优点是在内层界面上不会产生应力点，而正凹蚀是会的。因而负凹蚀可以形成一个非常平滑而均匀的孔壁，平滑的孔壁及负凹蚀对采用高可靠的长寿命应用的镀铜层特别有利。负凹蚀的缺点是，如果负凹蚀过度，由于凹处夹留气泡和污物，会产生内层分离。

本节无意于对选用哪种凹蚀工艺表示赞同或反对，有很多印制板制造商不管是采用凹蚀还是负凹蚀工艺都很成功。采用哪种特定的凹蚀工艺，则由各个设计者或用户决定。同时也取决于所采用的材料、铜电镀、铜箔和应用等因素。

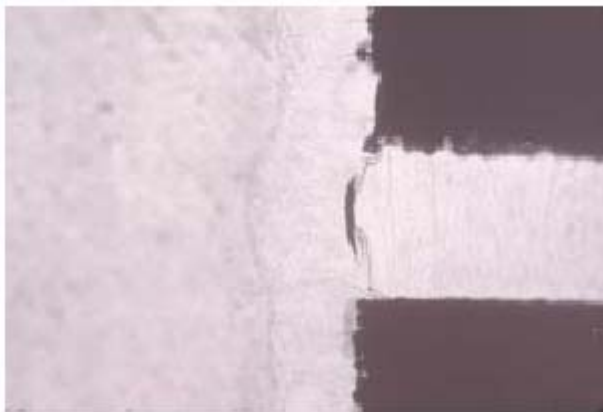


图 1. 钻污被凹蚀除去前的一个例子。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

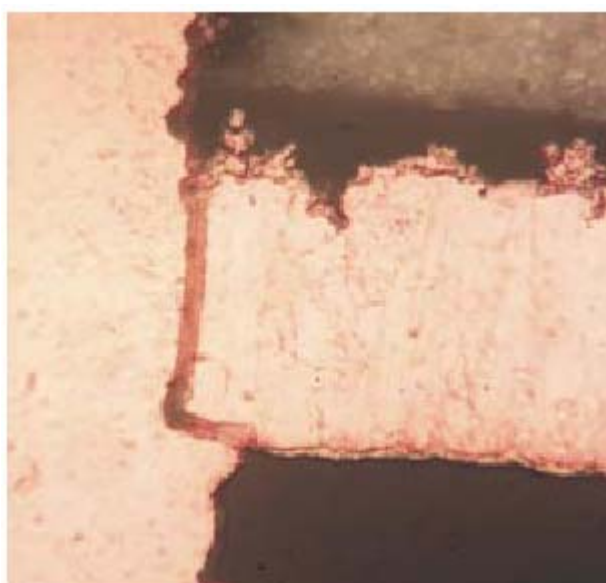
3.1 介质材料

3.1.5.1 凹蚀



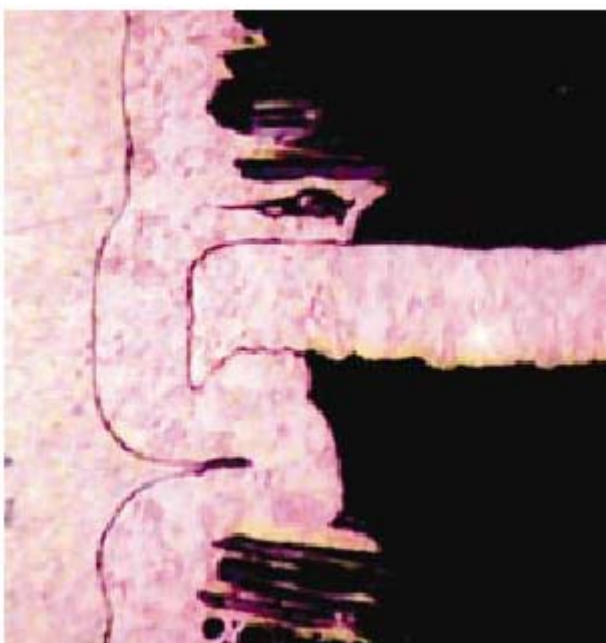
理想状况 - 1、2、3 级

- 均匀地凹蚀到最佳深度
0.013mm[0.000512in]。



接收状况—1、2、3 级

- 凹蚀深度在 0.005mm[0.00020in]和 0.08mm[0.0031in]之间。
- 在每个连接盘的一侧上允许有凹蚀阴影。



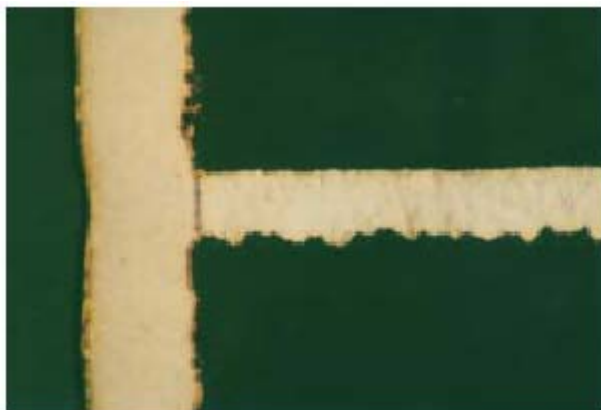
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

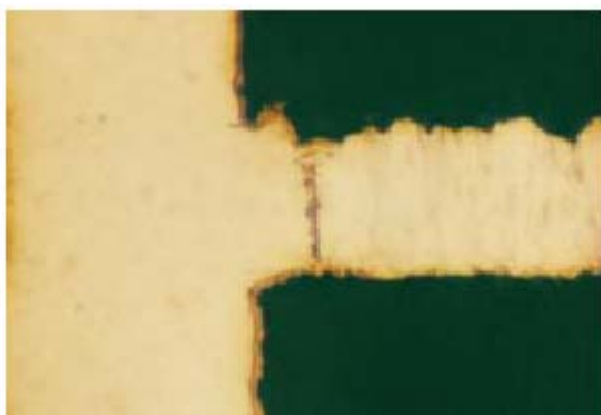
3.1 介质材料

3.1.5.2 负凹蚀



理想状况—1、2、3 级

- 铜箔上有均匀的负凹蚀深度为 0.0025mm[0.0000984in]。



接收状况—3 级

- 负凹蚀小于 0.013mm[0.000512in]。

接收状况—1.2 级

- 负凹蚀小于 0.025mm[0.000984in]。



拒收状况—1.2.3 级

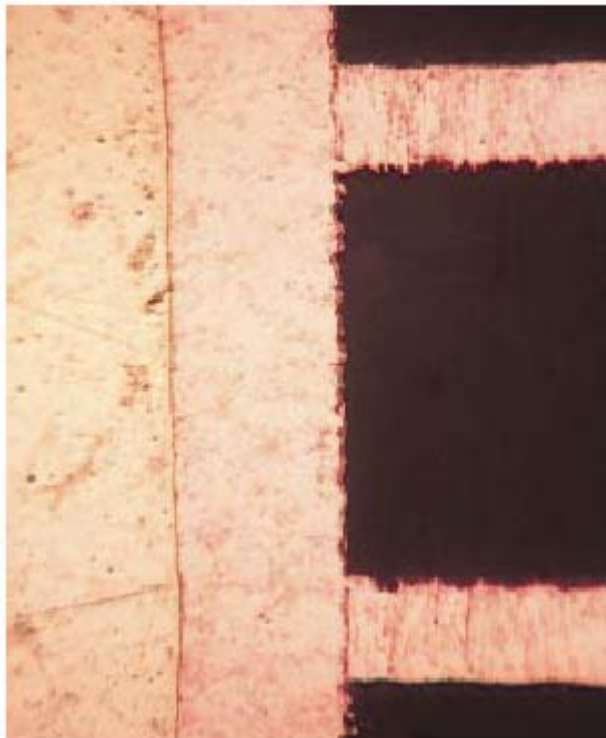
- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.1 介质材料

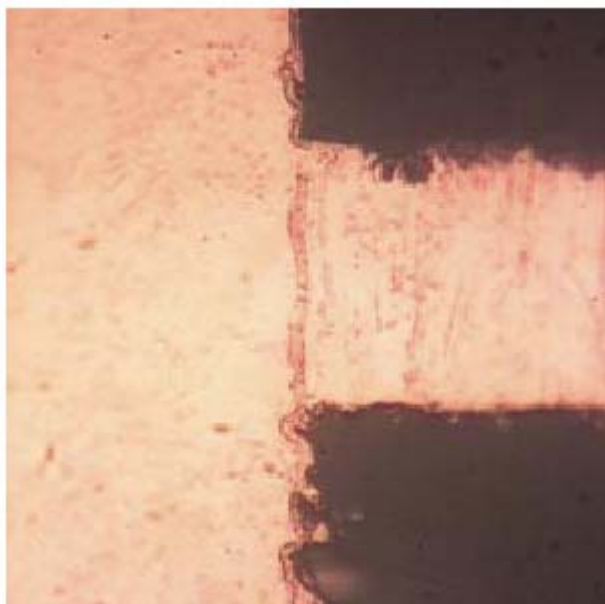
3.1.6 除钻污

除钻污是指来自钻孔过程的树脂的除去。



接收状况—1、2、3 级

- 除钻污被凹蚀不大 0.025mm[0.001in]。
- 偶然的撕裂或钻沟产生小的区域，超过 0.025mm[0.001in]的深度，要按 1.3.1.5.1 节作为凹蚀评价。
- 除钻污充分满足镀层分离的标准 (3.3.13)。



拒收状况—1、2、3 级

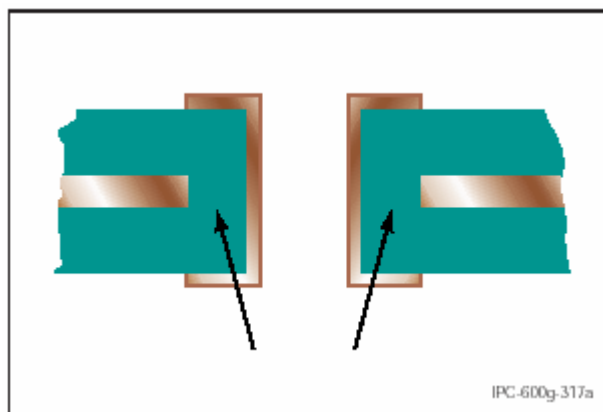
- 缺陷或没有满足或超出以上标准规定。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.1 介 质 材 料

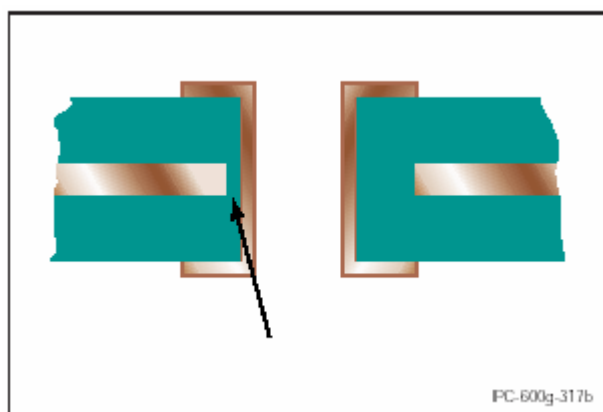
3.1.7 金属面上介质与支撑孔的间隙

印制板中金属层是用作机械增强和/或电磁屏蔽层的，很多要求是与金属芯印制板相同的。



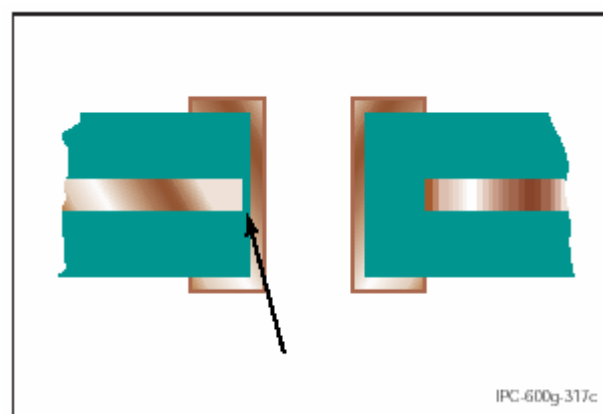
理想状况—1、2、3 级

- 金属层的间隙大于采购文件的要求。



接受状况—1、2、3 级

- 金属层的间隙等于或大于 0.1mm [0.004in] (当采购文件没有规定时)。
- 金属层间隙没有减小导线间距到低于采购文件规定的最小值。



拒收状况—1、2、3 级

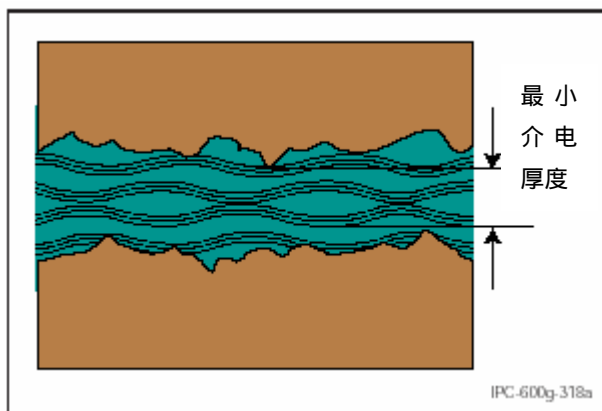
- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.1 介质材料

3.1.8 层间间距

最小的介质厚度是适用于耐电压介电要求的最大实体状态。



理想状态—1.2.3 级

- 最小的介电厚度满足采购文件的要求。

接收状态—1.2.3 级

- 最小的介电厚度满足采购文件的最低要求，如没有规定，必须是等于或大于 0.09mm[0.0035in]。

拒收状况—1.2.3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上文件规定。

注:

1. 对于传输线阻抗应用的产品设计，在采购文件中会有规定的特殊要求和测量方法。
2. 当图上的额定介电厚度小于 $90.0\mu\text{m}$ [$3543\mu\text{in}$] 时，最小的介电间距是 $25\mu\text{m}$ [$984\mu\text{in}$]，并且加强层的数量可由供应商选择。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.1 介 质 材 料

3.1.9 树脂凹缩

在镀覆孔中的树脂凹缩通常是指在孔壁上的镀铜层和介质材料之间出现分离现象。除非采购文件另有规定，否则，在热应力试验后发生的树脂凹缩对所有的产品等级都是可以接收的。



接收状况—1、2、3 级

- 树脂凹缩在热应力试验后是可接收的。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.2 导电图形 概述

引言

本节包括了印制线路板的蚀刻，内层和有阻抗控制的产品的验收要求。可接收的蚀刻工艺必须保证产品上所有的多余金属已被除去，且没有沾污的痕迹留在产品上。

当引起金属抗蚀镀层过大的突沿而产生潜在的金属镀屑，或者造成完工的导线宽度小于规定的要求时，过度蚀刻是拒收的原因。

除非另有规定，一般导线宽度是指铜导线可以观察到的宽度，但不包括有机的或金属的抗蚀层。采购文件或性能文件中通常规定的“最小导线宽度”是在导线的基底处测量的，而不是按显微切片所观察到的或常常从表面所观察到的实际最窄宽度，只从表面观察是不能作为一些产品和蚀刻工艺的可接收依据。当对导线每单位长度的电阻有要求时，则可能有必要对导线横截面的平均宽度进行测量。当有阻抗要求时，最大导线宽度的测定对计算阻抗是很重要的，同时往往要求对导线进行剖切。

由于蚀刻剂，抗蚀剂和金属镀层的厚度不同，蚀刻后图形的变化可能相当大。同时，在成像和显影操作过程中，由于采用的工艺技术的不同，也会使导线宽度可能比生产底片的宽度为大或小。为了达到“线条设计宽度”，在光绘生产底片的过程中，往往要调整导线的宽度。对“生产底片”上导线宽度的调整量可从 0.025mm 至 0.05mm[0.000984-0.0020in]。调整尺寸多少通过电镀或蚀刻过程的导线宽度增大或减小程度的试验而加以补偿。

3.2.1 中的图示是用来表明，由于不同的加工方法，可能导致有些导线边缘的几何形状呈现“镀层增宽”，“侧蚀”和“镀层突沿”等不同形状。

评价蚀刻状况常用的定义(见 IPC-T-50)：

镀层增宽：由于镀层堆积引起的导线一侧宽度增加超过生产底版的绘制宽度。

侧蚀：从导线一侧外边缘(包括抗蚀层)到同一侧铜导线的最大凹入点与板面平行的间隔距离。

镀层突沿：镀层增宽和侧蚀量的总和。

导线设计宽度：采购文件上绘制的或注明的导线宽度。

注：1.“生产底片”可以按加工方法进行调整，而照相底版的导线宽度可以不同于导线设计宽度。

2. 导线设计宽度通常是指导线底部测量的最小宽度。对阻抗控制的线路来说，其导线宽度可设置正负公差要求。

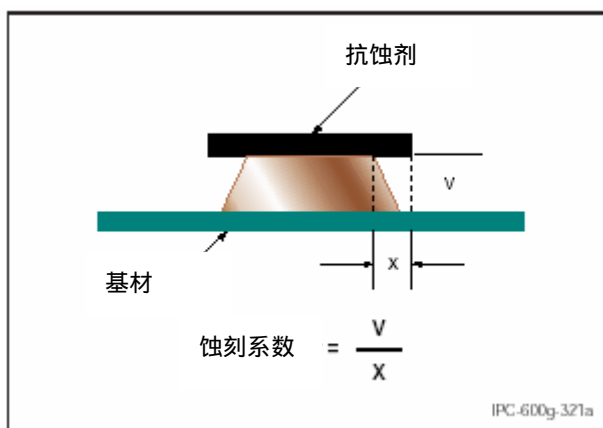
生产底片：用于生产一块或多块印制板的按 1：1 比例绘制的图形，其准确度应在采购文件规定的范围以内。

蚀刻系数：蚀刻深度与侧向蚀刻量之比。

以上目视观察仅在显微切片中进行。

3.2 导电图形 概述

3.2.1 蚀刻特性

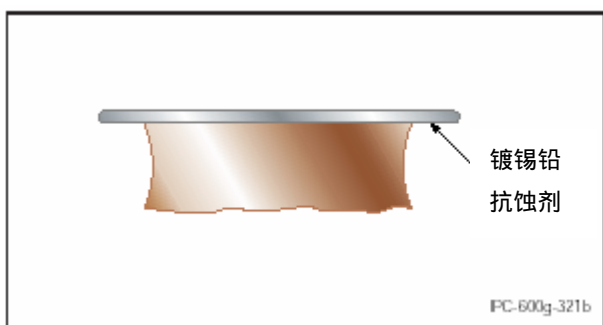


“ A ”表示最窄的导线宽度：这不是采购文件或性能规范所指的 “ 最小导线宽度 ”。

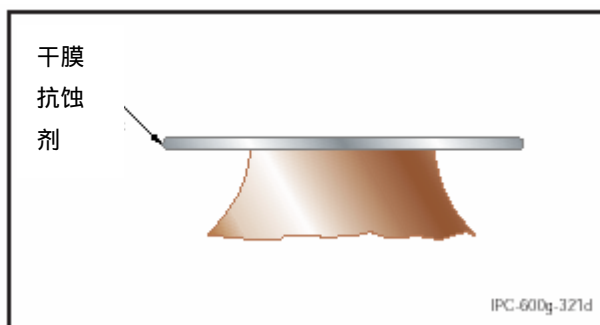
“ B ”表示导线底部宽度 这是标注在采购文件上或性能规范内来测量的 “ 最小导线宽度 ”。

“ C ”表示生产底片上的导线宽度 这个宽度通常决定被蚀刻导线上金属或有机抗蚀剂度，通常测量导线基体底部 “ B ” 的宽度，以确定是否符合 “ 最小导线宽度 ” 的要求。

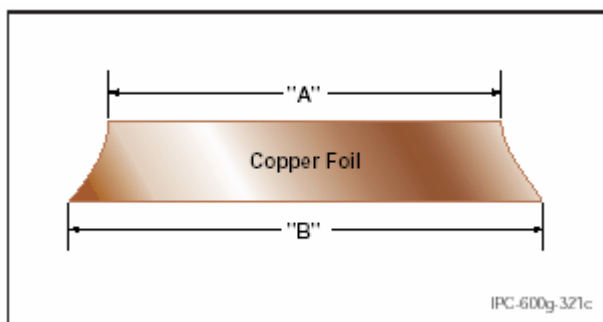
下面两种不同导线外形显示导线表面宽度可以大于基体底部的宽度。



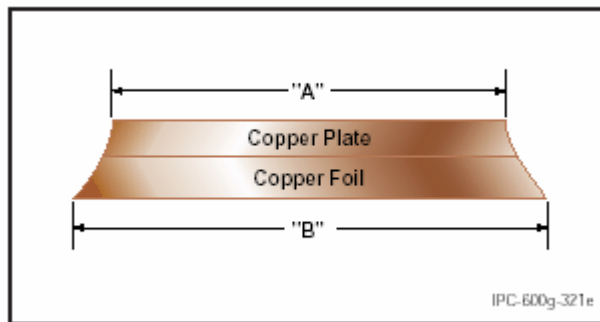
热熔前的图形电镀(干膜抗蚀剂)



去膜前的全板电镀(干膜抗蚀剂)



蚀刻后的内层

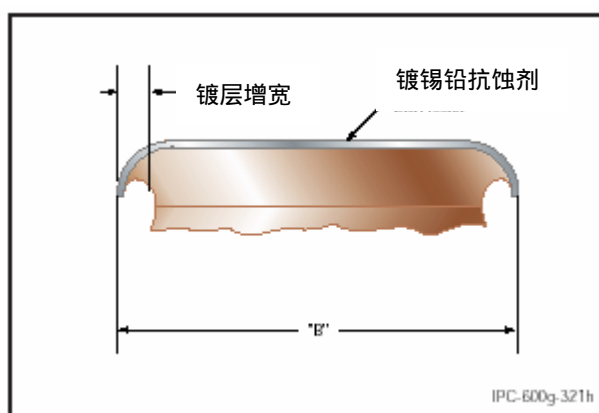
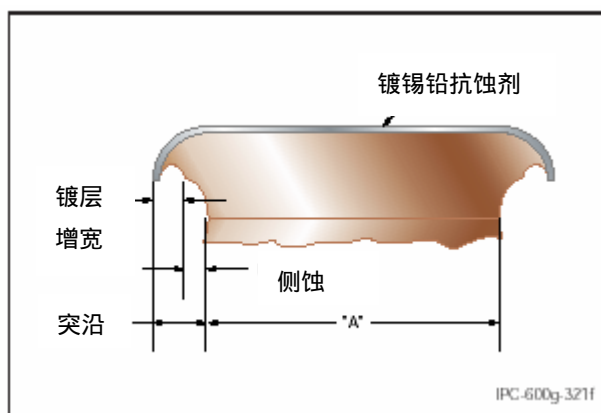


用于埋孔的内层电镀层

以上目视观察仅在显微切片上进行。

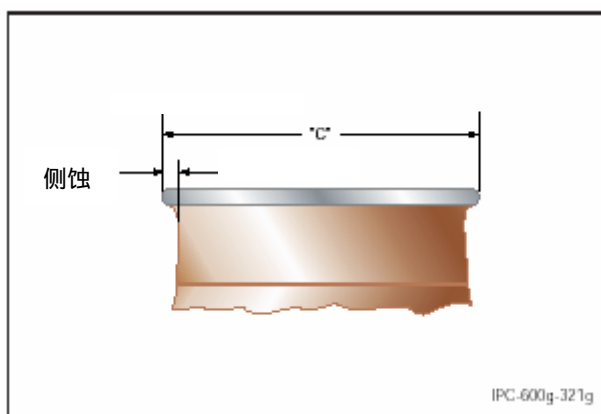
3.2 导电图形 概述

3.2.1 蚀刻特性 (续)

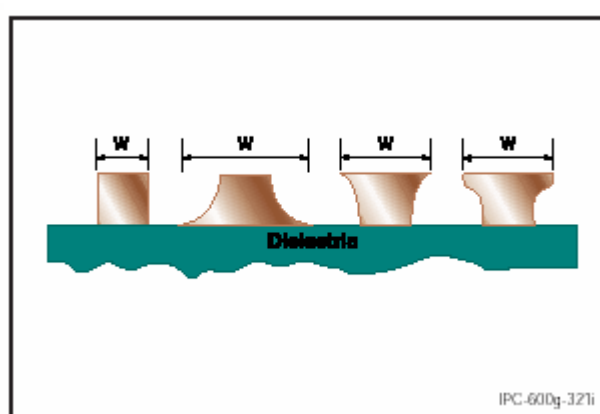


注：镀层增宽的程度与干膜抗蚀剂的厚度有关，当镀层厚度超过抗蚀剂厚度时，就会产生镀层增宽。

注：由于蚀刻外形的不同可能不满足设计目的要求。



薄铜箔和图形电镀 (抗蚀剂)



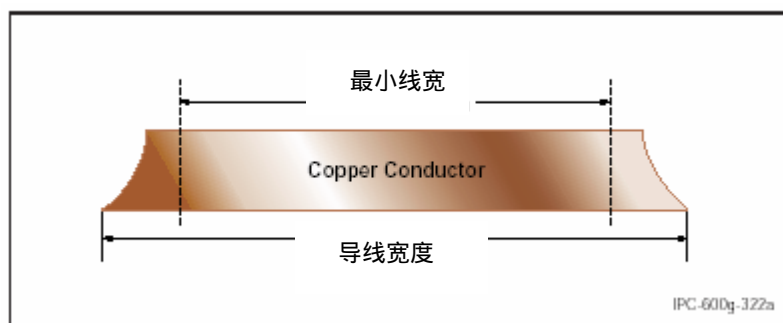
随着表面阻剂 W 的不同，导线有效宽度会与导线宽度不同。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.2 导电图形 概述

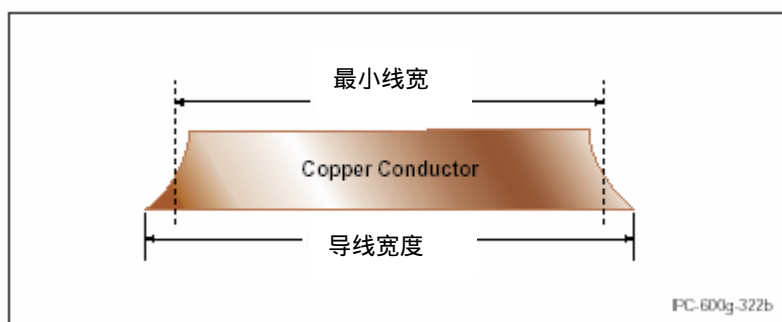
3.2.2 网印和蚀刻

铜导线可由铜箔、铜镀层和化学沉铜层结合而成，通常在显微切片中可以看到金属抗蚀层、焊料涂覆层及热熔铅锡镀层，在这里没有绘出图示。



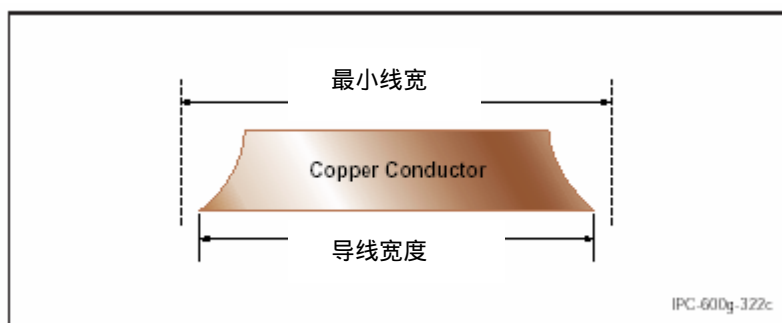
理想状况—1、2、3 级

- 导线宽度超过了最小宽度要求。



接收状况—1、2、3 级

- 导线宽度满足最小宽度要求。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.2 导电图形 概述

3.2.3 表面导线厚度（铜箔加镀层）

除非采购文件另有规定，加工后最小的导线总厚度（铜箔加上镀铜层）应满足以下表 3-1 规定：

表 3-1 镀铜后外层导线厚度

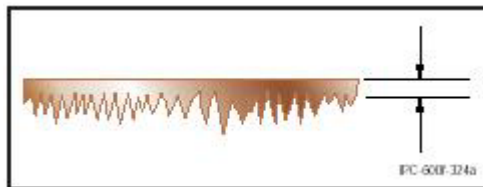
重 量	实际铜最小厚度 (IPC-4562 减少 10 % 以下)(μm)[μin]	对 1、2 级加上最小镀 层厚度 (20 μm)[787 μin]	对 3 级加上最小 镀层厚度 (25 μm)[984 μin]	最大的工艺过 程允许减小量 (μm)[μin]	加工处理后最小的导线厚度 (μm)[μin]	
					1、2 级	3 级
1/8 oz	4.60[181]	24.60[967]	29.60[1.165]	1.50[59]	23.1[909]	28.1[1.106]
1/4 oz	7.70[303]	27.70[1.091]	32.70[1.287]	1.50[59]	26.2[1.031]	31.2[1.228]
3/8 oz	10.80[425]	30.80[1.213]	35.80[1.409]	1.50[59]	29.3[1.154]	34.3[1.350]
1/2 oz	15.40[606]	35.40[1.394]	40.40[1.591]	2.00[79]	33.4[1.315]	38.4[1.512]
1 oz	30.90[1.217]	50.90[2.004]	55.90[2.201]	3.00[118]	47.9[1.886]	52.9[2.083]
2 oz	61.70[2.429]	81.70[3.217]	86.70[3.413]	3.00[118]	78.7[3.098]	83.7[3.295]
3 oz	92.60[3.646]	112.60[4.433]	117.60[4.630]	4.00[157]	108.6[4.276]	113.6[4.472]
4 oz	123.50[4.862]	143.50[5.650]	148.50[5.846]	4.00[157]	139.5[5.492]	144.5[5.689]

参考：最小的镀铜厚度 1 级=20 μm [787min] 2 级=20 μm [787min] 3 级=25 μm [984min]

对 1/2Oz 以下的基铜不允许返工。对 1/2Oz 和以上的基铜只允许返工一次

3.2.4 内层铜箔厚度

最小铜箔厚度（或导体厚度）是传导电流的最大的连续共表面厚度。测量最小铜箔厚度时，包括孤立的划痕，但用于加强金属箔粘结强度的锯齿状“树枝形”表面除外。



加工后最小的内层铜箔厚度要符合表 3-2

表 3-2 加工后内层铜箔厚度

重 量	实际的铜最小厚度 (IPC-4562 减少 10 % 以下)(μm)[μin]	最大的工艺过程允许减小的量 (μm)[μin]	加工处理后最终的最小厚度 (μm)[μin]
1/8 oz.[5.10]	4.60[181]	1.50[59]	3.1[122]
1/4 oz.[8.50]	7.70[303]	1.50[59]	6.2[244]
3/8 oz.[12.00]	10.80[425]	1.50[59]	9.3[366]
1/2 oz.[17.10]	15.40[606]	4.00[157]	11.4[449]
1 oz.[34.30]	30.90[1.217]	6.00[236]	24.9[980]
2 oz.[68.60]	61.70[2.429]	6.00[236]	55.7[2.193]
3 oz.[102.90]	92.60[3.646]	6.00[236]	86.6[3.409]
4 oz.[137.20]	123.50[4.862]	6.00[236]	117.5[4.626]

对小于 1/2Oz 的基铜，不允许返工。对 1/2Oz 和以上的基铜，允许一次返工。

注：内层导体需要额外电镀层时，要单独指定一个镀层厚度。以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

引言

本节确定对用于刚性双面及多层板的镀覆孔的验收特性。包括在本节中的照片与图片图示恰当地说明经钻孔或冲孔后，在镀覆孔方面的特性。

所采用的试样应是具有代表性的附连板，待测印制电路板的一部分，如果尺寸在范围之内，则可用整块板子进行试验。

各试样的孔应随机取样。建议采用垂直显微切片，且与板边形成既平行又垂直的关系。仲裁时，可采用水平的显微剖切技术。在制作时必须采用精密的灌封与金相研磨技术，通过正确的调准，以确保获得高度的抛光剖面，同时使剖面抛光到孔径的中心位置。对抛光的表面在最初的去钻污评价后，镀层厚度测量前应进行微蚀。

所有特性和要求的评价应在热冲击试验切片上进行，并要满足所有的要求。然而，每个供应商可选择，某些特性的状况不受热应力影响，可能用一个没有进行热应力试验的切片进行评价。

a) 当一个供应商选择未热应力试验的切片来评价在 (b) 中的特性时，他可以在电镀铜后的任何过程进行。如果板在镀铜之后，进行另外的 T_g 值（玻璃转化温度）以上的热冲击试验，未热应力试验的切片也要按热应力试验的切片做评估。

b) 没有受热应力试验影响的特性包括但不局限这些：铜空洞、镀层叠合、杂物、毛刺和结瘤、玻璃纤维突起、芯吸、最终涂镀层空洞、凹蚀、负凹蚀、镀/涂层厚度、内部和表面铜层或铜箔厚度。

检验方法：

· 孔径测量（选用方法，可参考 IPC-TM-650 . 方法 2 . 2 . 7）

- A . 光学法
- B . 标准的钻针规或塞规
- C . 锥状孔规

注：在使用前孔规必须清洁，并将防锈油脂擦拭干净。

· 目检孔壁质量

- A . 空洞、结瘤等缺陷—裸眼定位，用至 10 倍放大镜进行验证。
- B . 变色，污点等缺陷—用裸眼目视和/或可焊性试验。

3.3 镀覆孔 概述

引言(续)

显微切片

· 镀层厚度测量

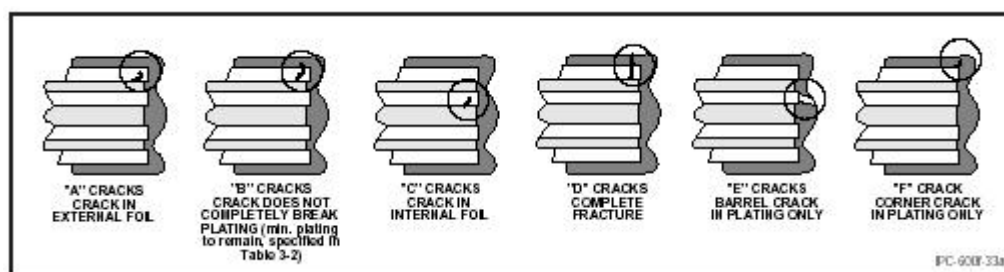
A：灌封的显微切片检验，(IPC—TM—650 方法 2.2.1)：镀铜的平均厚度须从三个测量值来确定，在镀通孔每侧壁上大约等距离选取三个测试点，不同的裂缝按以下所示确定，不能选用有孤立缺陷的区域,如空洞、裂缝或结瘤等来测量镀铜厚度。很小的局部区域镀层厚度低于最小要求的，作为空洞来评定。

B：非破坏性方法，微欧姆测量法。(IPC —TM—650 方法 2.2.13.11)。当此法经过适当的标定后，这种技术可用来测量镀覆孔铜层的平均厚度，这种方法用来测量镀铜的最小厚度，此法与孔的形状的均匀性有关。因此不适合用于测试冲孔的镀覆孔内的镀铜厚度，由于非破坏性的特点，快速且易于测量，使这种方法所提供的计量数据对统计过程控制 (SPC) 非常有用。

C：镀层厚度：IPC—6010 系列标准建立了最小厚度要求。

· 可焊性

所选取的试样或具代表性的样品经采用 ANSI/J—STD—003 的 B、C 或 D 测试方法进行可焊性测试，涂覆层的耐久性要求应事先加以确定，所试验的镀覆孔应呈现良好的润湿和毛细管作用。



“ A ” 裂缝：外层铜箔裂缝。**“ B ” 裂缝：**未完全穿透镀层的裂缝（留有按表 3.2 规范的最小镀层厚度）。**“ C ” 裂缝：**内层铜箔裂缝。**“ D ” 裂缝：**完全断裂的裂缝。**“ E ” 裂缝：**只在孔壁镀层上方出现的裂缝。**“ F ” 裂缝：**只在拐角镀层上出现的裂缝。

以上目视视察只在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.1 内层环宽。

对于多层板，除了物理方法测量板面外，如果在垂直切片上检测到内层孔环破坏，但破坏的程度不能确定，内层对位可以用非破坏性技术，而不是微切片来评定，如特殊图形，探针，和/或软件，来提供内层孔环的余量和图形偏移量，包括，但不局限于下面的技术。

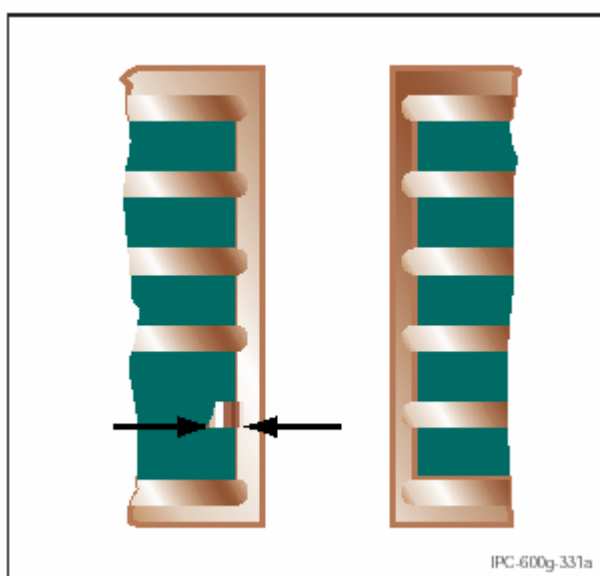
- 选择在 IPC—2221 详述的切片 F 进行。
- 客户设计的可电测的切片。
- X-光射线照相技术。
- 水平微切片。
- 相关层向图形偏移的 CAD/CAM 数据分析。

注：微切片或统计取样法要用于验证所采用技术的相关性，对应用的特殊技术要完成一个校准标准。

如果在垂直微切片中检测到破坏点，关注的是：

1. 在线和焊盘的连接处的最小导线宽度可能被破坏。
2. 没有充分的电绝缘间距。

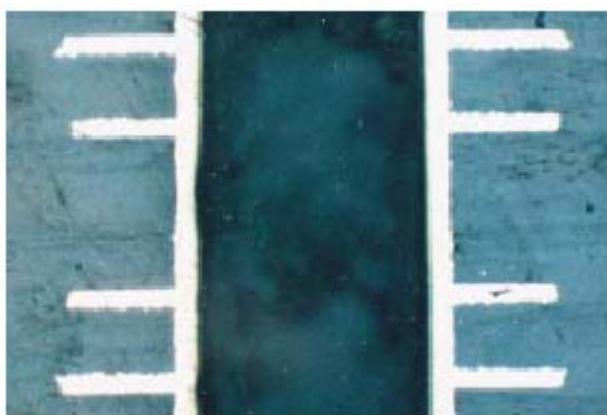
破坏的程度和方向要确定，在 IPC-2221 描述的相应的测试切片或实际生产板,可用于在受影响区进行测试，并分析有疑问内层以确定一致性，这个可以借助以上所列技术来完成。



以上目视观察仅在显微切片上进行。

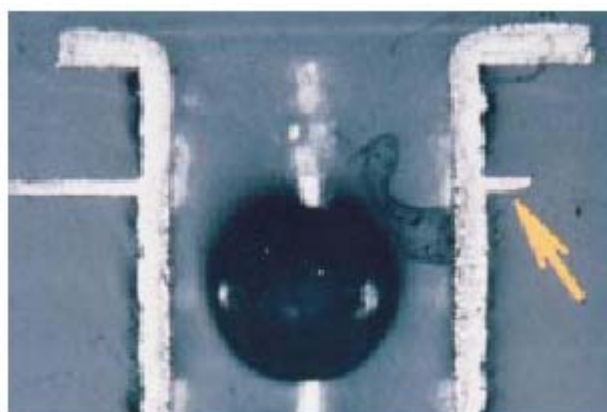
3.3 镀覆孔 概述

3.3.1 内层环宽



理想状况—1、2、3 级

- 所有的孔准确地对准在焊盘的中心处。

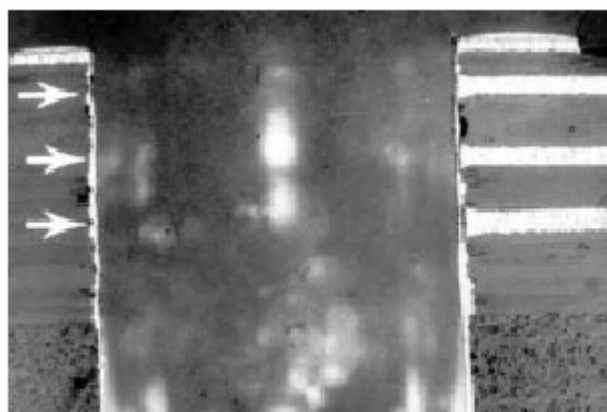


接收状况—3 级

- 最小的环宽不小于 0.025mm[0.000984in]。

接收状况—1、2 级

- 如果焊盘/导线连接处没有减小到在 2.10.1.1 的允许宽度减小值以下,并且保留最小侧面间距孔破是允许的。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定。

注：微切片或统计取样法要用于验证所采用技术的相关性，对应用的特殊技术要完成一个校准标准。

如果在垂直微切片中检测到破坏点，关注的是：

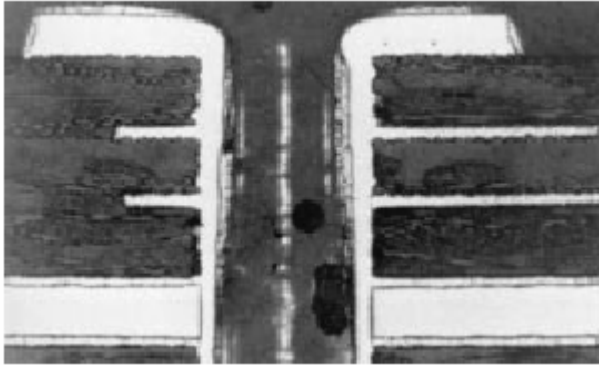
- 1．在线和焊盘的连接处的最小导线宽度可能被破坏。
- 2．没有充分的电绝缘间距。

破坏的程度和方向要确定，相应的测试切片或实际生产板可用于在受影响区进行测试，并分析有疑问内层以确定一致性，这个可以借助以上所列技术来完成。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.2 焊盘起翘(显微切片)



理想状况—1、2、3 级

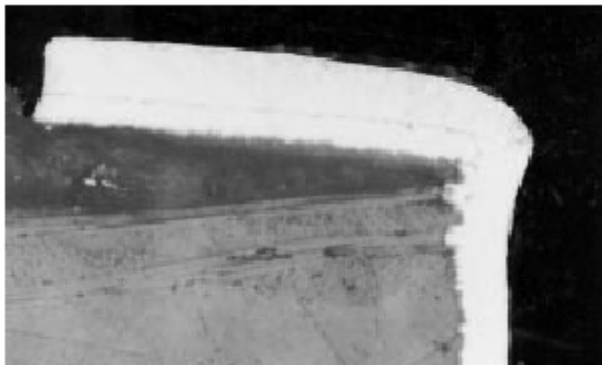
- 没有焊盘起翘。



接收状况—1、2、3 级

在热应力试验或模拟返工后：

- 焊盘起翘是允许的



以上目视视察只在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.3 内层铜箔的裂缝 - “C”裂缝

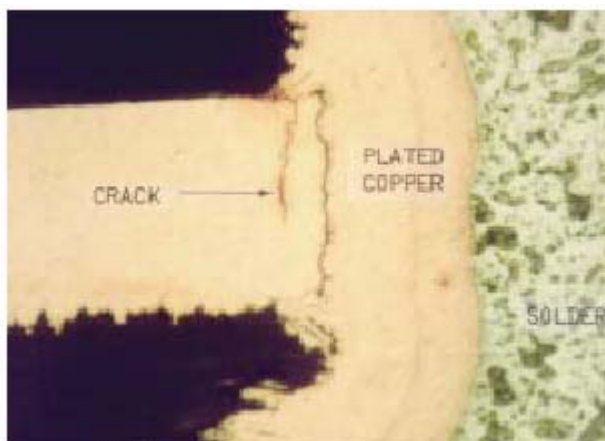


理想状况—1、2、3 级

- 铜箔上没有裂缝。

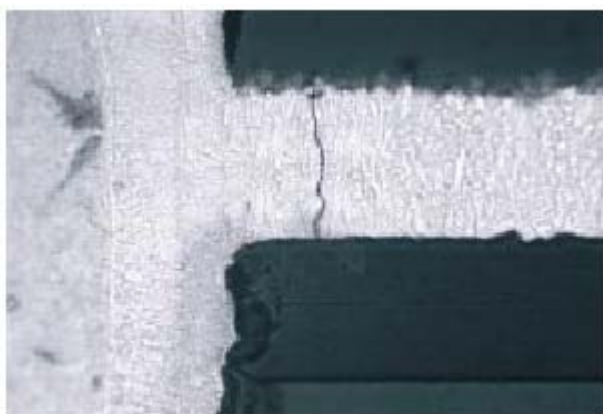
接收状况—2、3 级

- 铜箔上没有裂缝。



接收状况—1 级

- 仅在孔一边有裂缝并不穿过铜箔的整个厚度是允许的。



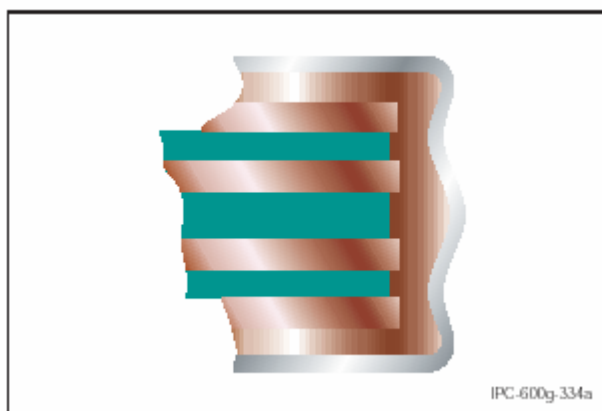
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或不满足或超出以上标准的规定。

以上目视视察只在显微切片上进行。

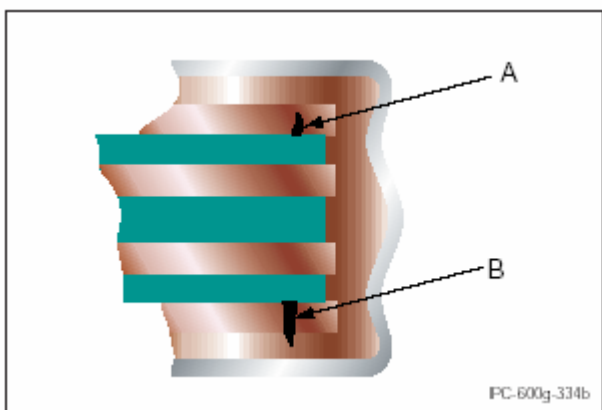
3.3 镀覆孔 概述

3.3.4 外层铜箔裂缝



理想状况—1、2、3 级

- 铜箔上没有裂缝。

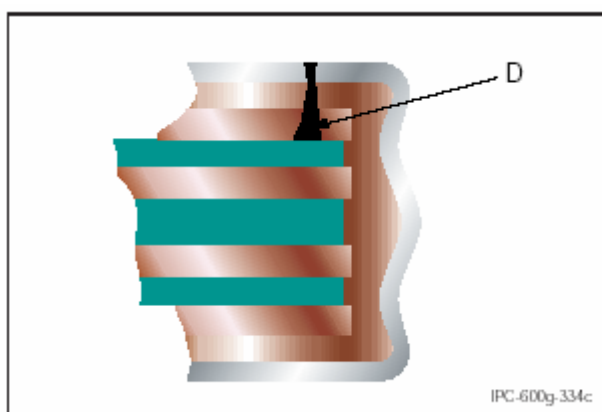


接收状况—1、2、3 级

- 裂缝 A。

接收状况—1 级

- 裂缝 B



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定。

注：“A”裂缝是在外层铜箔上。

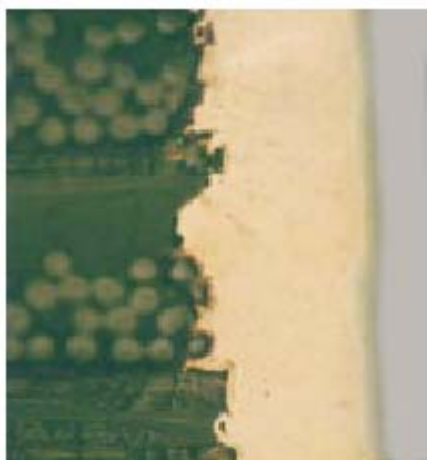
“B”裂缝是没有完全突破铜镀层（保留最小镀铜层）。

“D”裂缝是完全突破外层铜箔和镀层。

以上目视视察只在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.5 孔壁镀层裂缝—“E”裂缝



理想状况—1、2、3 级

- 孔壁镀层没有裂缝。

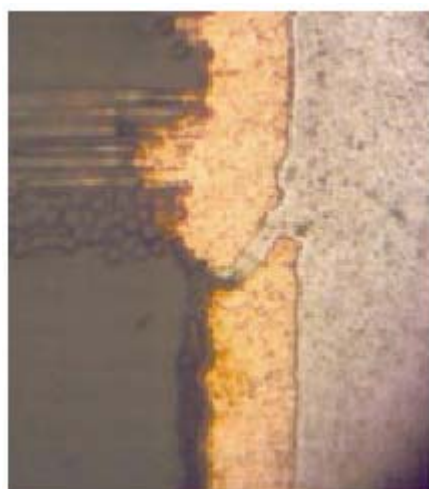
接收状况—1、2、3 级

- 镀层没有裂缝。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。



以上目视视察只在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.6 拐角镀层裂缝—“F”裂缝

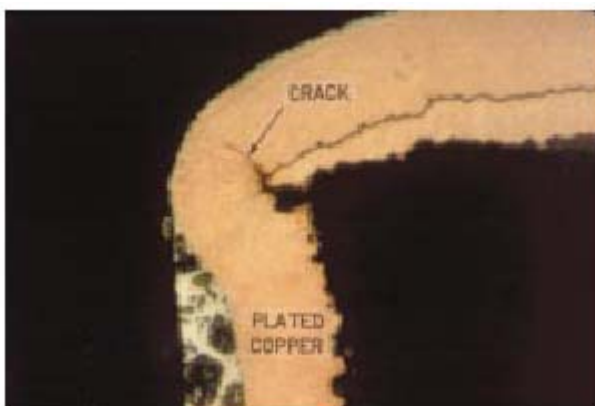


理想状况—1、2、3 级

- 镀层没有裂缝。

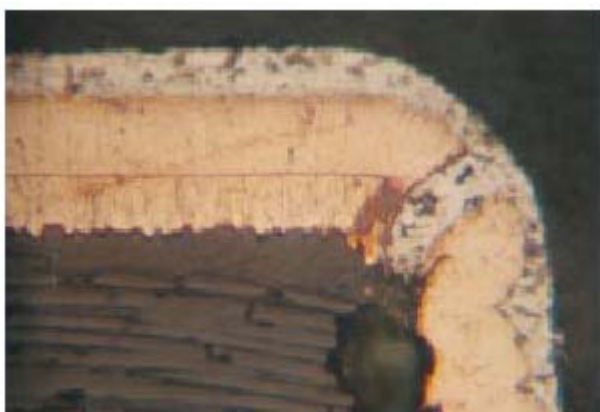
接收状况—1、2、3 级

- 镀层没有裂缝。



拒收状况—1、2、3 级

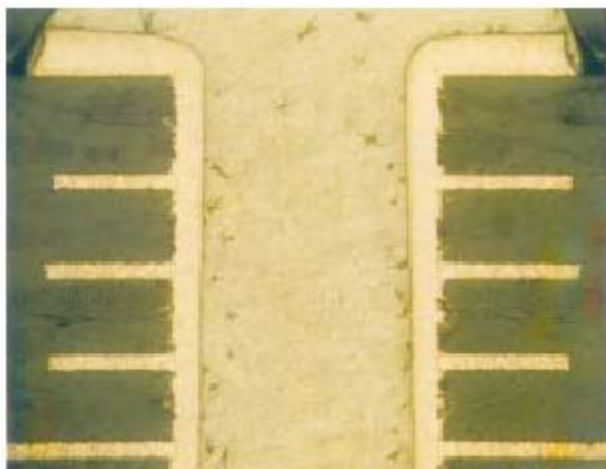
- 缺陷或不满足或超出以上标准的规定。



以上目视视察只在显微切片上进行。

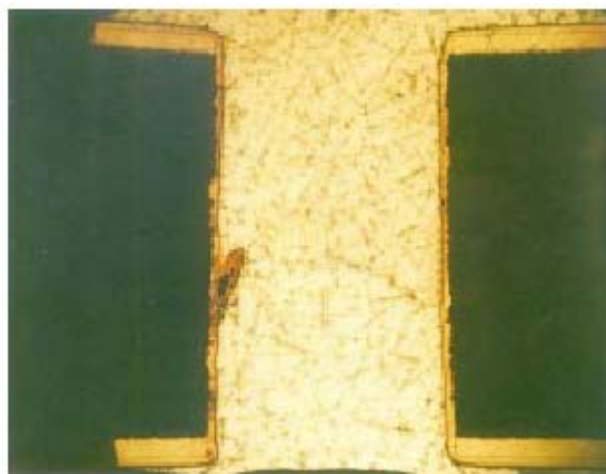
3.3 镀覆孔 概述

3.3.7 镀层结瘤



理想状况—1、2、3 级

- 整个孔壁镀层是平滑的均匀的，没有粗糙和结瘤。



接收状况—1、2、3 级

- 粗糙或结瘤没有减小镀层厚度在最低要求以下或孔径在最低要求以下。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定。

以上目视视察只在显微切片上进行。

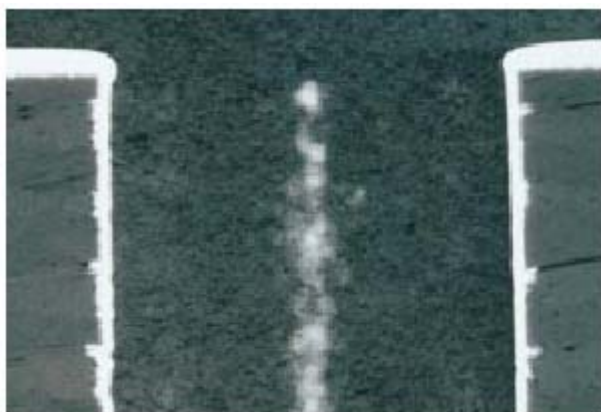
3.3 镀覆孔 概述

3.3.8 孔壁铜镀层厚度



理想状况—1、2、3 级

- 整个孔壁铜镀层是平滑的均匀的，铜镀层厚度满足要求。



接收状况—1、2、3 级

- 铜镀层是变化的，但满足在 IPC—6010 系列标准中规定的最小平均厚度要求和最薄区域要求。
- 小的局部区域的镀层厚度小于最低要求的是认作为空洞。



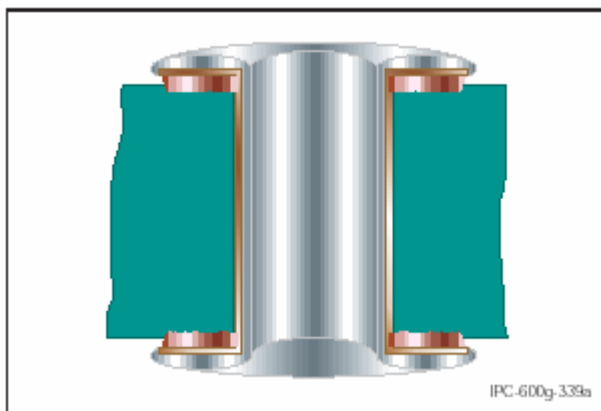
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定

以上目视视察只在显微切片上进行。

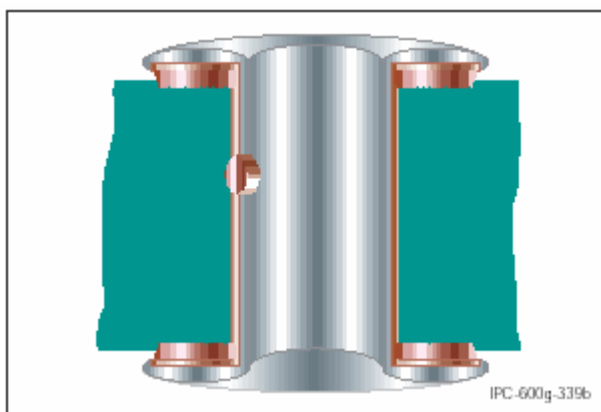
3.3 镀覆孔 概述

3.3.9 铜镀层空洞



理想状况—1、2、3 级

- 孔内没有空洞。

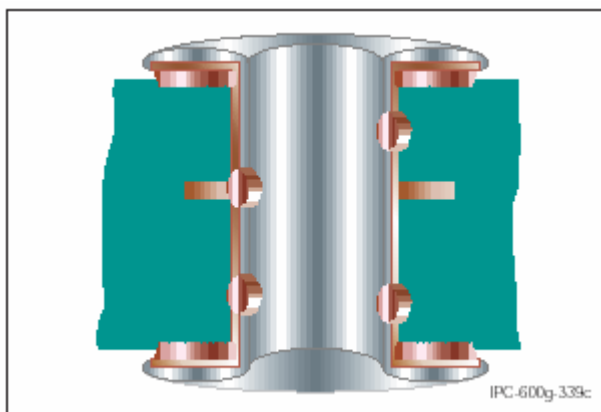


接收状况—2、3 级

- 每个测试切片或生产板没有多于 1 个镀层空洞，不管其长度或大小。
- 镀层空洞没有超过印制板总厚度的 5%。
- 在内层导电层和孔壁镀层交界面上没有镀层空洞。
- 镀层空洞小于或等于圆周的 90°。

接收状况—1 级

- 每个试验切片上或生产板上不多于三个镀层空洞，不管其长度或大小。
- 没有镀层空洞超过印制板总厚度的 5%。
- 没有镀层空洞在内层和孔壁的交接面上。
- 镀层空洞小于或等于 90° 的圆周。



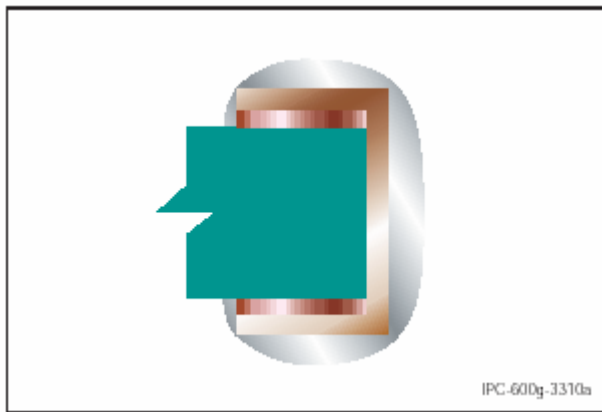
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视视察只在显微切片上进行。

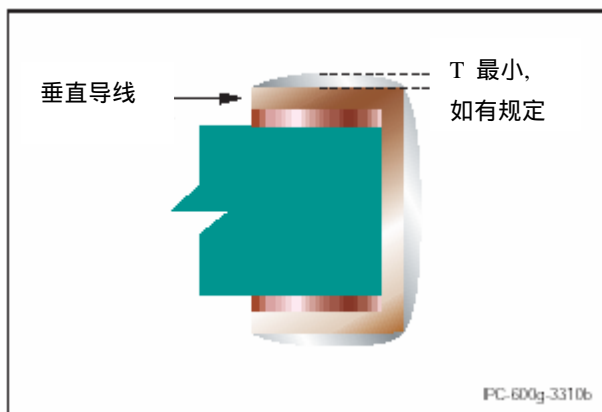
3.3 镀覆孔 概述

3.3.10 焊料涂覆层厚度（仅当有规定时）



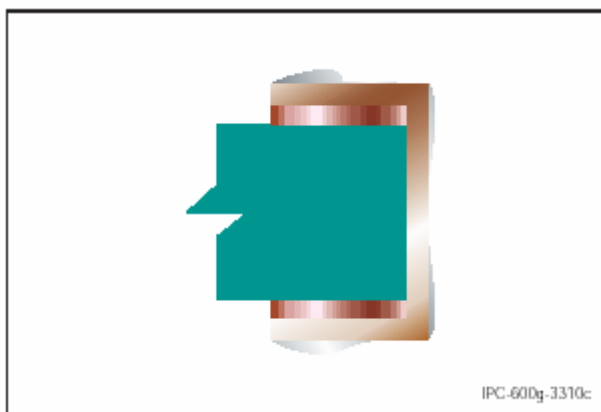
理想状况—1、2、3 级

- 焊料涂覆层是均匀的，并覆盖蚀刻过的焊盘边缘，没有露铜。



接收状况—1、2、3 级

- 焊料涂覆厚度是均匀的。垂直区域（导线和焊盘）可以不被覆盖，没有露铜。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准的规定。

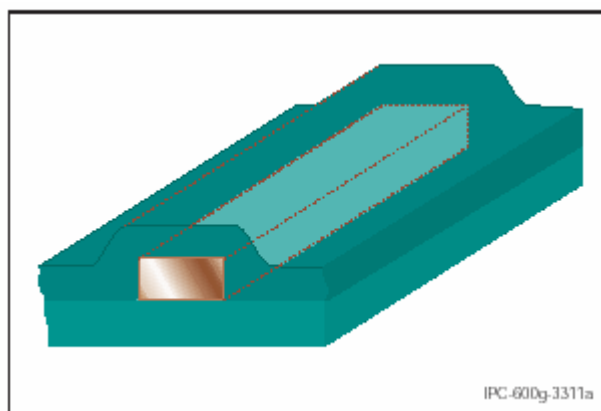
以上目视视察只在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.11 阻焊剂厚度

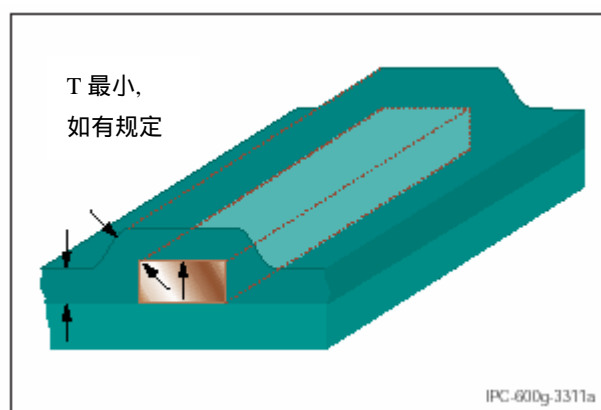
理想状况—1、2、3 级

- 在采购文件中规定的厚度。



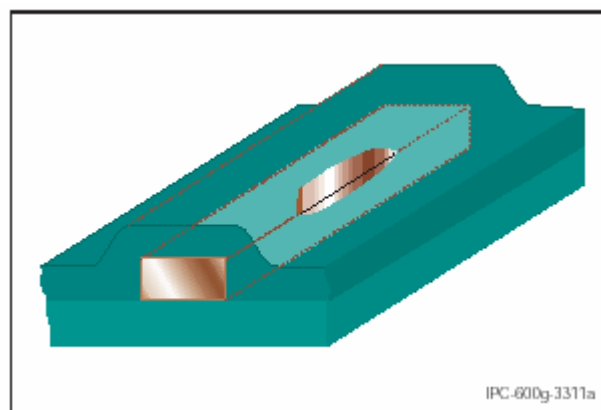
接收状况—1、2、3 级

- 规定:阻焊剂满足采购文件中的厚度要求 (不能目视评估)。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足以上标准。



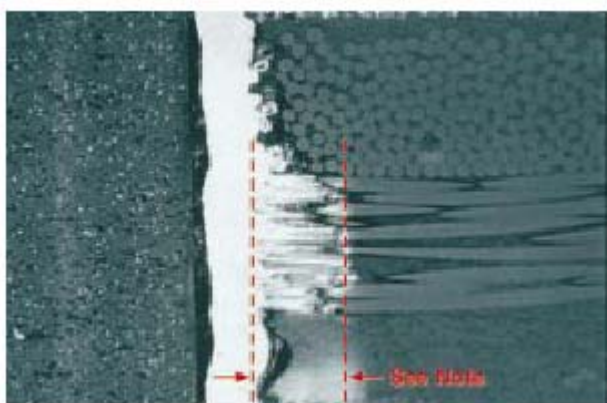
3.3 镀覆孔 概述

3.3.12 芯吸作用



想状况—1、2、3 级

- 没有芯吸现象。



接收状况—3 级

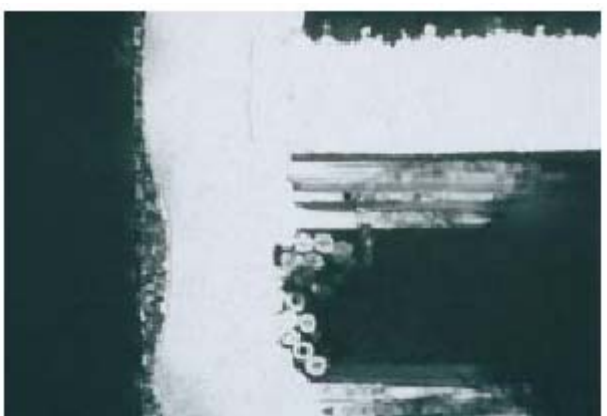
- 芯吸不超过 80um[3.150in]。

接收状况—2 级

- 芯吸不超过 100um[3.937in] 。

接收状况—1 级

- 芯吸不超过 125um[4.291in]。



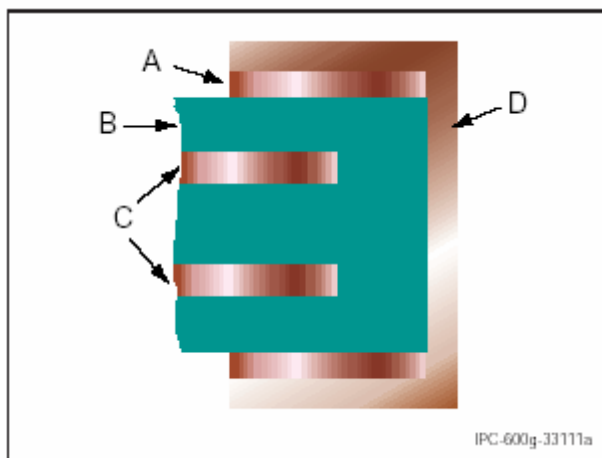
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

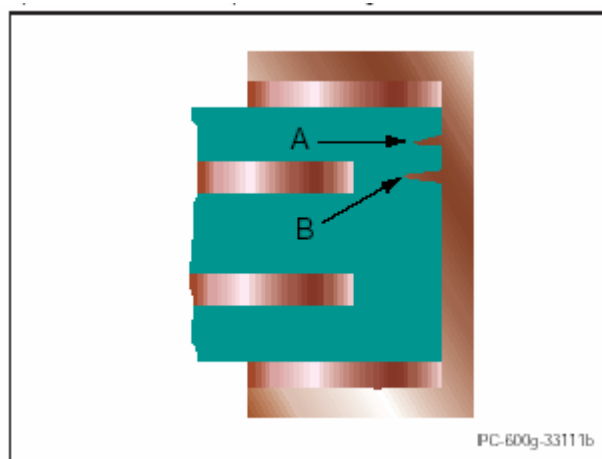
3.3.12.1 隔离孔的芯吸作用



- A) 表面焊盘 C) 相邻的非共用导线
B) 介电 D) 表面镀层

理想状况—1、2、3 级

- 没有导电材料进入基材或沿着加强材料渗入。



接收状况—1、2、3 级

- 芯吸作用(B)没有减少导线间距使之小于采购文件规定的最小值。

接收状况—3 级

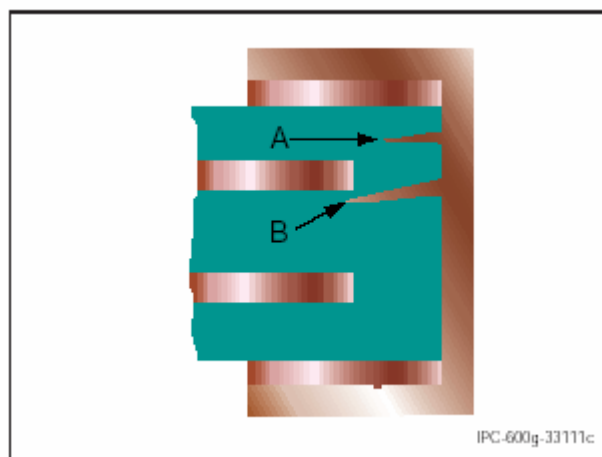
- 芯吸作用(A)没有超过 80mm[3.150min]。

接收状况—2 级

- 芯吸作用(A)没有超过 100mm[3.937min]。

接收状况—1 级

- 芯吸作用(A)没有超过 125mm[4.291min]。



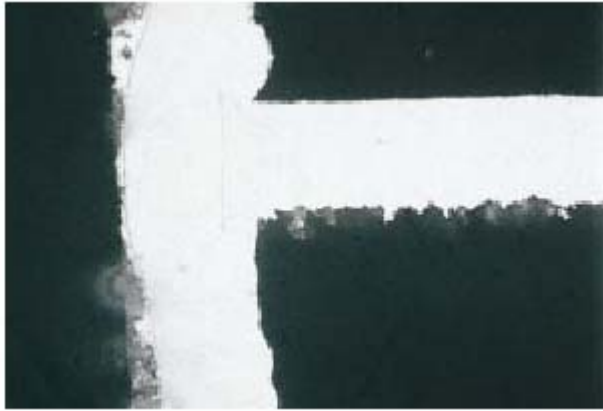
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.13 内层间分离—垂直的（纵向）显微切片

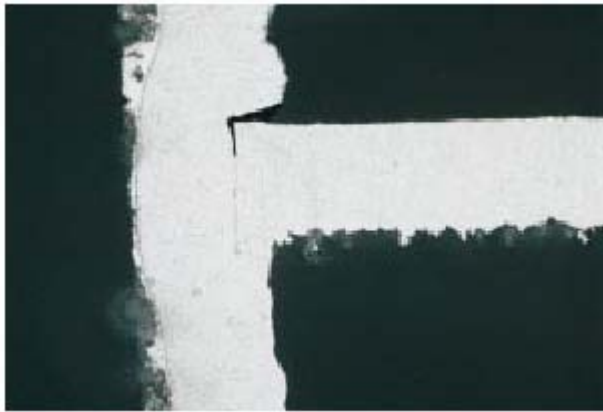


理想状况—1、2、3 级

- 镀铜直接结合到铜箔层处,不存在内层界面分离(内层焊盘与通孔镀层间的分离)或内层界面夹杂物。

接收状况—2、3 级

- 没有分离。



接收状况—1 级

- 在不多于 20%的可查到的焊盘中,每个焊盘的位置上只有孔壁的一侧出现内层界面分离或内层界面夹杂物。



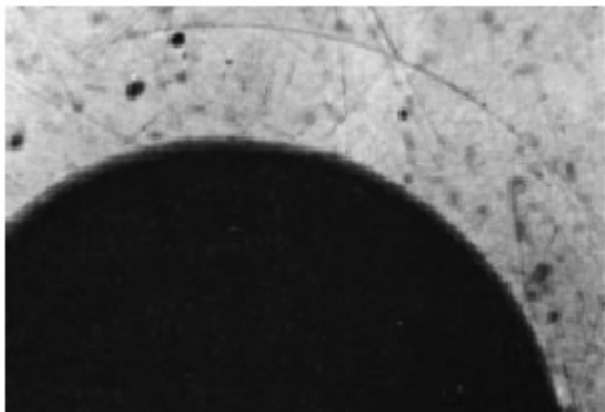
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满面足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.14 内层间分离—水平的(横向)显微切片

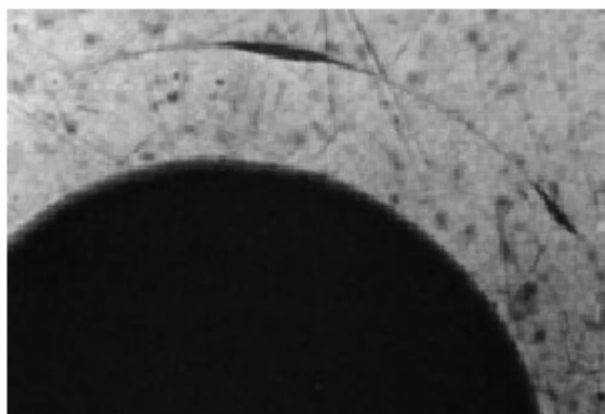


理想状况—1、2、3 级

- 孔中内层铜箔和镀层之间没有分离,镀铜层直接结合到内层铜箔处。二者间的分界线是由于化学镀铜层优先蚀刻而形成的。

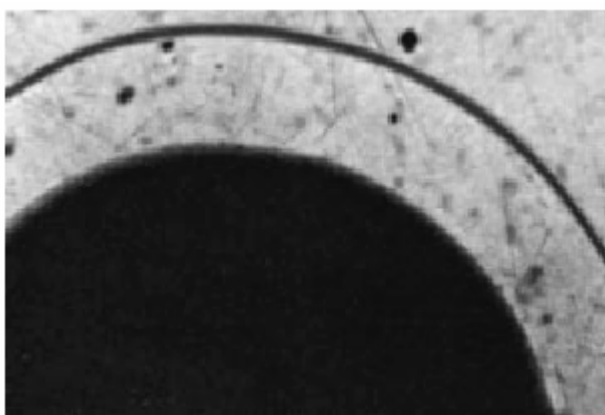
接收状况—2、3 级

- 没有分离。



接收状况—1 级

- 存在轻微的分界线和局部较小的内层分离,但没有超过规定要求。



拒收状况—1、2、3 级

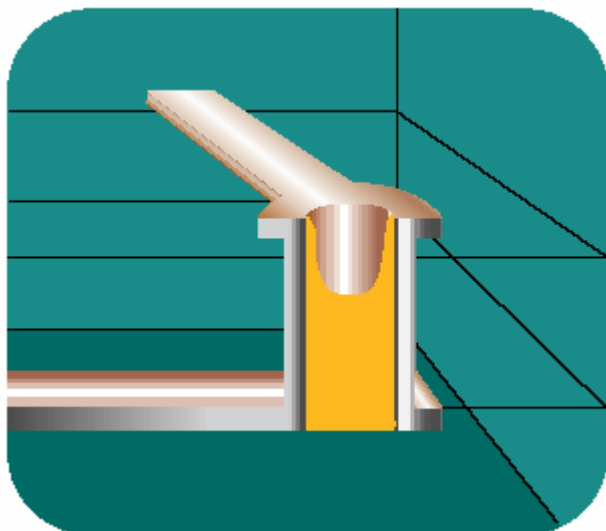
- 缺陷或没有满足或超出以上标准规定。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.3 镀覆孔 概述

3.3.15 盲、埋孔的树脂填充

盲孔需被聚合物或阻焊剂填塞以防止焊料进入，因为小孔内有焊料会降低可靠性。孔未填满时，在回流焊过程中，夹带的空气或焊剂污染物会迅速膨胀而导致板分层。埋孔填充的要求如下：



接收状况—2、3 级

- 至少 60%埋孔深度要用层压树脂或类似通孔填充材料填充。

接收状况—1 级

- 埋孔完全没有填充材料。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.4 镀覆孔 - 钻孔

引言

钻孔的孔壁应是平滑没有毛刺、分层、烧焦本节确认了钻镀覆孔的验收特性，虽然仅认定了两种特征（毛刺和钉头），但良好的钻孔对优良的镀覆孔是必需的。破碎绝缘物及纤维突起等。孔应是垂直的、圆形的和非锥形的，而劣质的钻孔会引起其他许多问题，已经在本文件的其它章节中进行了描述和说明。这些问题是：

- 镀层粗糙
- 结瘤
- 镀层空洞
- 镀层裂缝（孔壁、角）
- 芯吸（过度）
- 孔径减小
- 粉红圈
- 焊接时气孔
- 漏镀

孔壁的个别的物理外形是受以下一项或多项变量的影响：

- 钻尖角
- 钻头转速
- 转头进给速率
- 钻头锐利度

钉头是钻孔过操作过程中可能产生的一种状况。它通常是由于钻头磨损、不适当的转速及进给速率，和/或软的垫板、盖板材料等造成的。这种情况对所有等级均可接收。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.4 镀覆孔 - 钻孔

3.4.1 毛刺



理想状况—1、2、3 级

- 没有毛刺。



接收状况—1、2、3 级

- 如果毛刺没有减小孔径或镀层厚度低于要求的最小值，毛刺对所有级别都是可接受的。



拒收状况—1、2、3 级

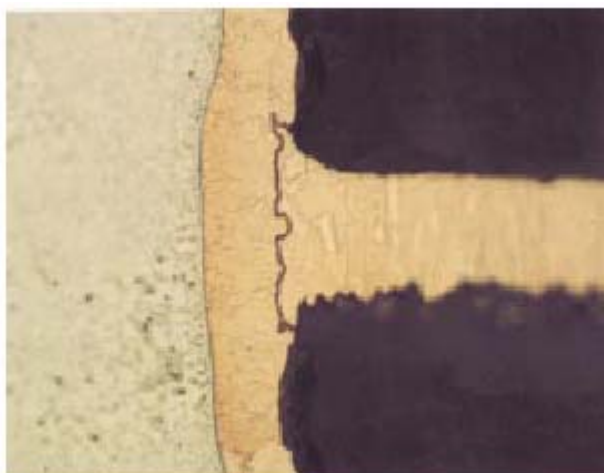
- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

3.4 镀覆孔—钻孔

3.4.2 钉 头

没有证明钉头会影响功能性，钉头的存在可作为工艺过程或设计变量的一个警示，但不是拒收的原因，考虑对玻璃束损坏的评价。



以上目视观察仅在显微切片上进行。

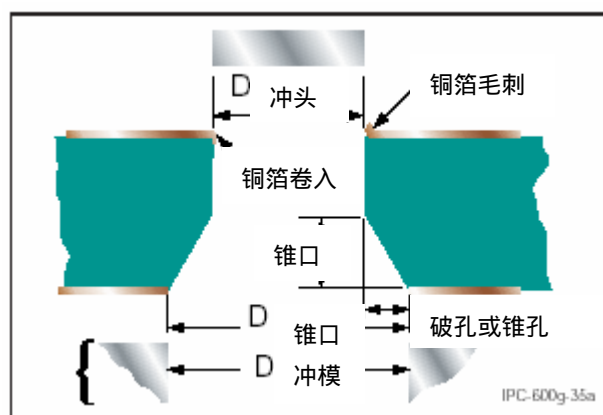
3.5 镀覆孔 - 冲孔

引言

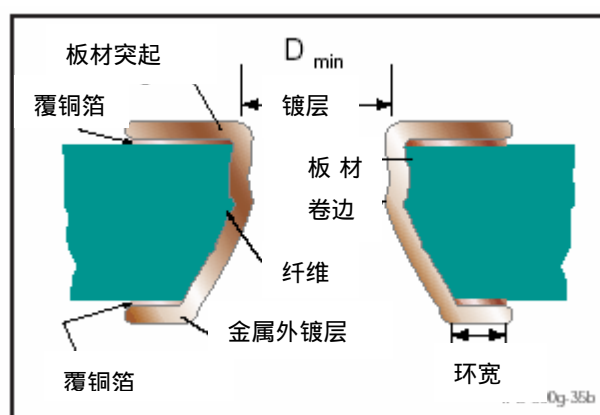
下面各图示为增强层压板上的冲孔及冲孔后镀覆孔的情况。图示表明了冲孔后镀覆孔的情况。图示表明了冲孔所可能具有的特性,冲的孔看来可能不同于钻的孔。钻孔孔壁具有垂直的几何形状,而冲孔的外貌从直立的孔壁到类似于附图中所看到的各种变化都会出现,导致冲孔展现不同特征归因于:

- 层压板的类型及厚度
- 覆铜箔的厚度及类型
- 冲头及冲模的设计
- 工具的维护
- 加工技术

层压板的类型是决定其可冲性的非常重要的因素,基材都是玻璃布的层压板很难进行冲孔,用玻璃布作为上、下面而中间夹入不规则玻璃纤维毡组成的复合板则易于冲孔.同时,也能得到近似钻孔那样的直立的孔壁。当期望得到直立孔壁及较小锥口时,冲头与冲模的间隙以及其锐利性也是很重要的。冲孔后出现如图中的锥口、铜箔毛刺、铜箔挤入,基板凸出,基板卷边等缺陷,只要板子其它方面都符合性能规范与工程说明的要求,并且其缺陷又没有降低镀覆孔的品质时,则所有的等级都可以接收的。



冲孔



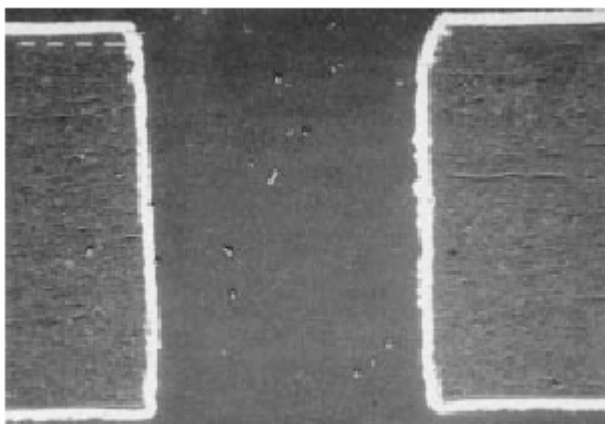
冲孔并镀孔

尽管钻孔的直壁上也会出现毛刺与玻璃纤维,但锥口及铜箔卷入则特别与冲孔成形技术有关。冲孔中铜箔的卷入应归因于冲头与冲模之间的间隙过大或冲头钝。另外冲出的孔在出口端呈锥形或冲破孔都是正常的现象,其原因可能是孔成形时板材内产生应力所造成的.锥口的程度可以通过改变冲头与冲模的间隙及其操作参数加以控制。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

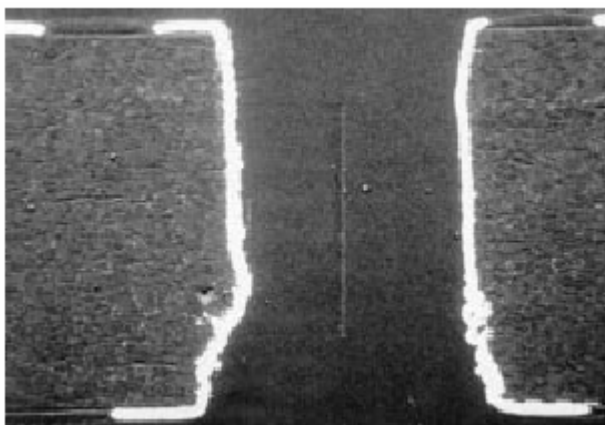
3.5 镀覆孔—冲孔

3.5.1 粗糙和结瘤



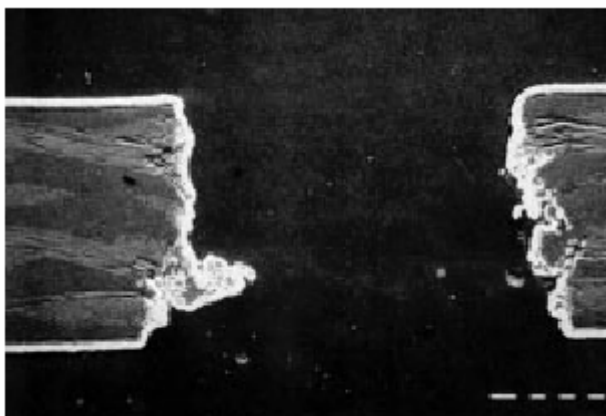
理想状况—1、2、3 级

- 整个孔的镀层是平滑和均匀的,没有粗糙和结瘤。



接收状况—1、2、3 级

- 粗糙或结瘤没有使镀层厚度或孔径减小到低于最小的规定要求。



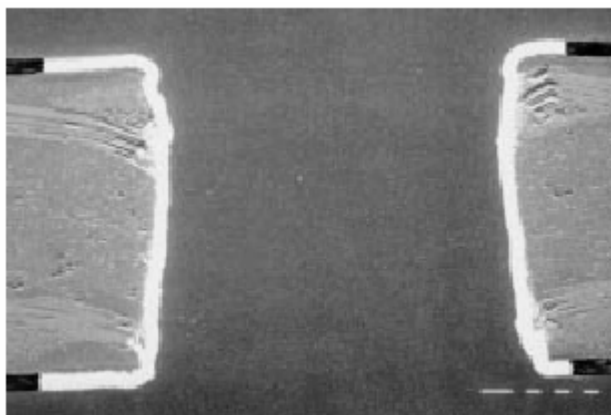
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

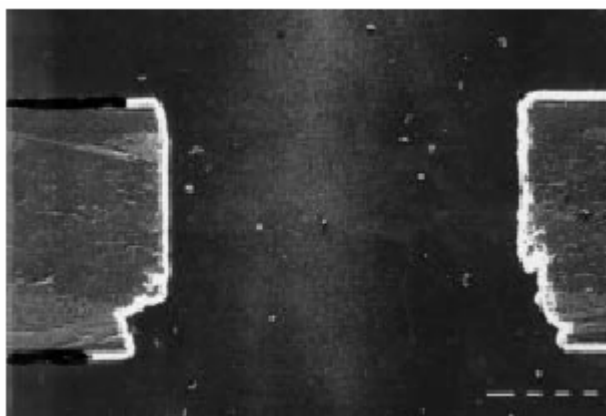
3.5 镀覆孔—冲孔

3.5.2 锥口



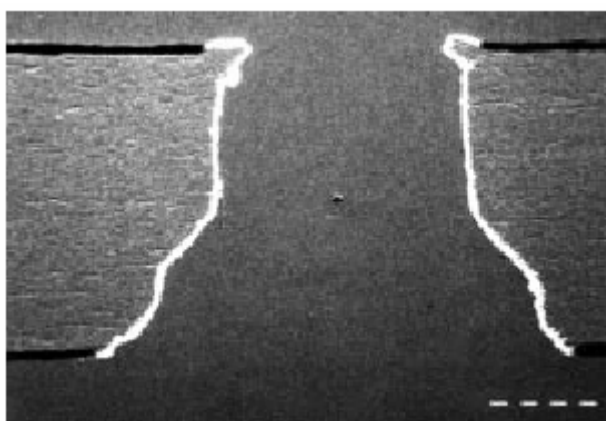
理想状况—1、2、3 级

- 只有轻微的锥口且没有违反最小环宽要求。



接收状况—1、2、3 级

- 粗糙或结瘤没有使镀层厚度或孔径减小到低于最小环宽要求。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

以上目视观察仅在显微切片上进行。

4.0 其它类型板

引言

本节为几种特殊类型的印制板提供验收标准。这些特殊类型板的某些特性要求，在通用验收标准外，还需补充若干规定。对于每种特殊类型作补充。这些特殊类型板是：

- 挠性板
- 刚性
- 金属芯板
- 齐平板

4.1 挠性及刚性印制线路

引言

本节描述了挠性和刚性印制线路的验收标准，本节未涉及的参数将用本文件中其他各节来评定。挠性和刚性印制电路的数字类型代码与刚性印制板的不同，挠性和刚性印制线路的不同类型定义如下：

- 1 型板** 包含一个导电层的挠性单面印制线路，有或没有增强板。
- 2 型板** 包含二层导电层的挠性双面印制线路，有镀覆孔，有或没有增强板。
- 3 型板** 包含三层或三层以上导电层的挠性多层线路，有镀覆孔，有或没有增强板。
- 4 型板** 包含三层或三层以上导电层的刚性多层和挠性材料组合，有镀覆孔。
- 5 型板** 包含二层或二层以上导电层的挠性或刚挠印制线路，没有镀覆孔。

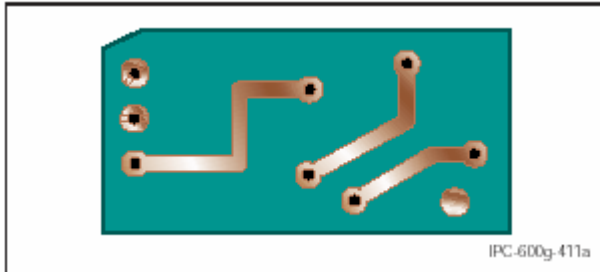
本节中有关挠性和刚挠性印制线路类型将使用上述定义。

本文件未涉及折叠挠曲性和挠折耐久性的物理要求。如采购文件有要求，可参考 IPC-6013。

4.1 挠性和刚挠性印制线路

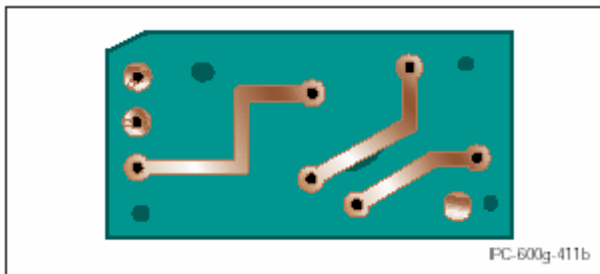
4.1.1 覆盖层分离

皱褶、折痕和非层压之类的缺陷，只要它们没有超过下面的限制及外来物符合本文规定，都是可以接收的。



理想状况—1、2、3 级

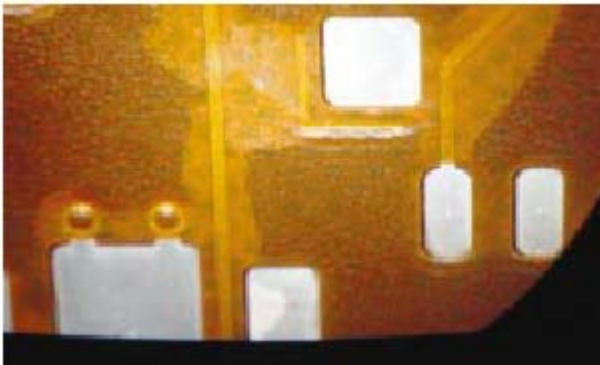
- 均匀并没有分离或分层。
- 没有皱褶、折痕或吸管式空隙。



接收状况—1、2、3 级

分层和非层压之类缺陷要满足下面的标准：

- 在某些区域远离导线，每个分层不大于 $0.80\text{mm} \times 0.80\text{mm}$ [$0.0315\text{in} \times 0.0315\text{in}$] 并且不在板的边缘 1.0mm [0.0394in] 内或覆盖层开口内。
- 在覆盖层任何一个 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ [$0.984\text{in} \times 0.984\text{in}$] 表面区域内,分层的总数不超过 3 个。
- 总的分层不超过相近导线间的间距的 25%。
- 沿着外部边缘没有覆盖层分离。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

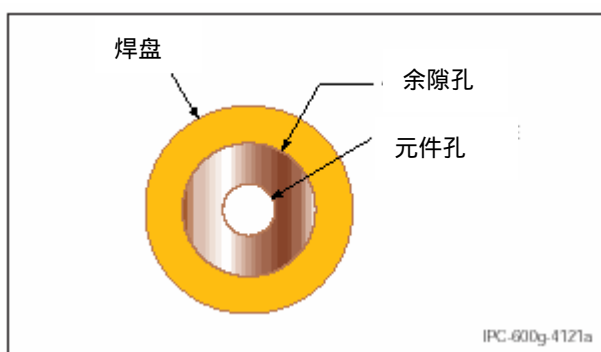


4.1 挠性和刚性印制线路

4.1.2 覆盖层的覆盖性

覆盖层的覆盖性有如在本文刚性板一节中阻焊剂（阻焊膜）相同的要求，本节包括了覆盖层覆盖的验收要求，包括焊盘区上和铜箔表面上挤出的粘合剂。

4.1.2.1 焊盘区挤出的粘合剂

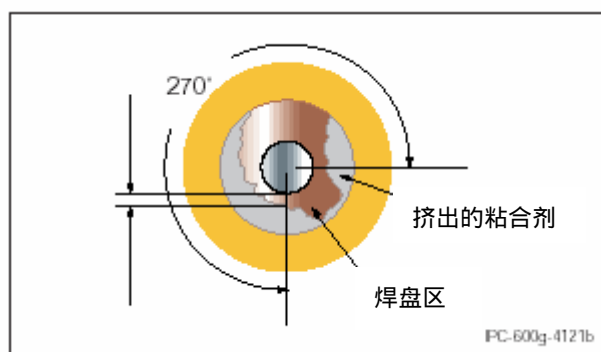


理想状况—1、2、3 级

- 焊盘区无多余的材料。

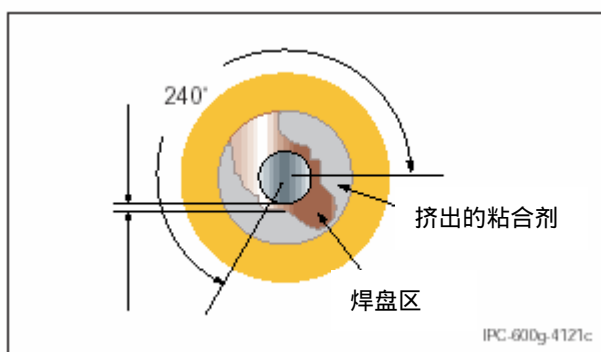
接收状况—3 级

- 一个圆周 360°的可焊环宽
0.05mm[0.00197in]。



接收状况——2 级

- 一个至少 270°圆周的可焊环宽
0.05mm[0.00197in]。



接收状况——1 级

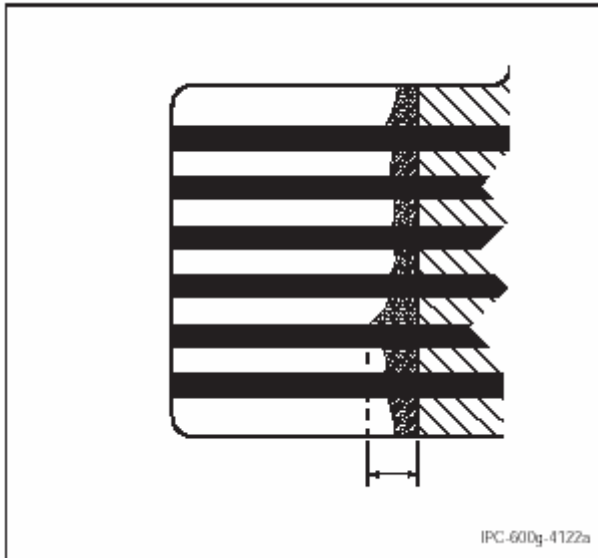
- 一个至少 240°圆周的可焊环宽。

拒收状况——1、2、3 级

- 缺陷或没有满足或超出以上标准。

4.1 挠性和刚挠性印线路

4.1.2.2 铜箔表面挤出的粘合剂



理想状况—1、2、3 级

- 在铜箔表面上没有多余的材料。

接收状况—3 级

70 μm 和其以下的铜箔：

- 0.2mm[0.0079in]。

70 μm 以上的铜箔：

- 0.4mm[0.0157in]或与制造商协议确定。

接收状况—1、2 级

70 μm 和其以下的铜箔：

- 0.3mm[0.0118in]。

70 μm 以上的铜箔：

- 0.5mm[0.0197in]或与制造商协议。

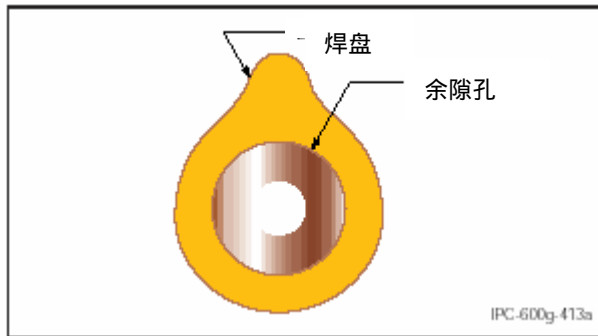
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.1 挠性和刚挠性印制线路

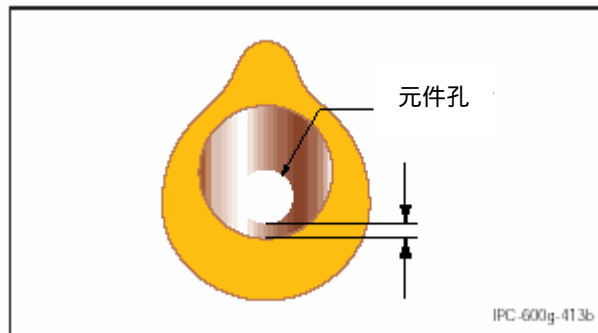
4.1.3 覆盖层和增强板上余隙孔的重合度

当焊盘上有盘趾时，覆盖层应将盘趾覆盖住。



理想状况—1、2、3 级

- 满足标准的对位要求。



接收状况—3 级

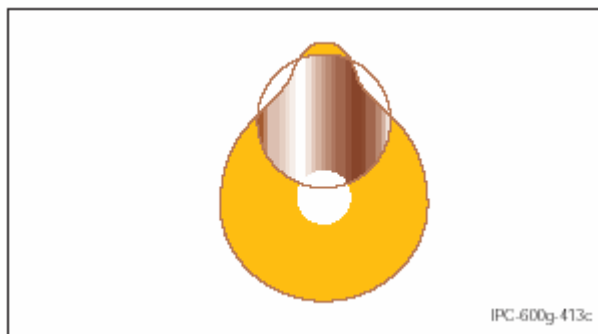
- 覆盖层或增强板没有延伸至孔。
- 对于支撑孔,整个圆周上的可焊环宽不小于 0.05mm[0.0197in]。
- 对于非支撑孔,可焊环宽为 0.25mm [0.00984in]。

接收状况—2 级

- 覆盖层或加强板没有延伸到孔。
- 圆周上至少 270°范围内有一个可焊孔环。

接收状况—1 级

- 覆盖层或加强板没有延伸到孔。
- 圆周上至少 180°范围内有一个可焊孔环。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

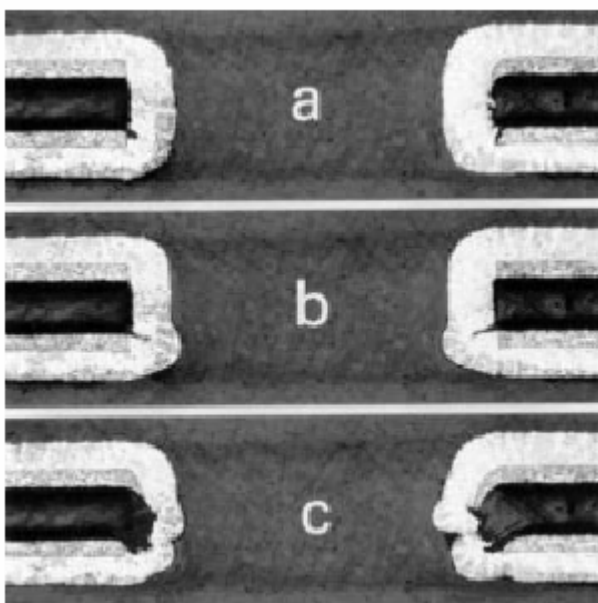
4.1 挠性和刚挠性印制线路

4.1.4 镀铜层缺陷



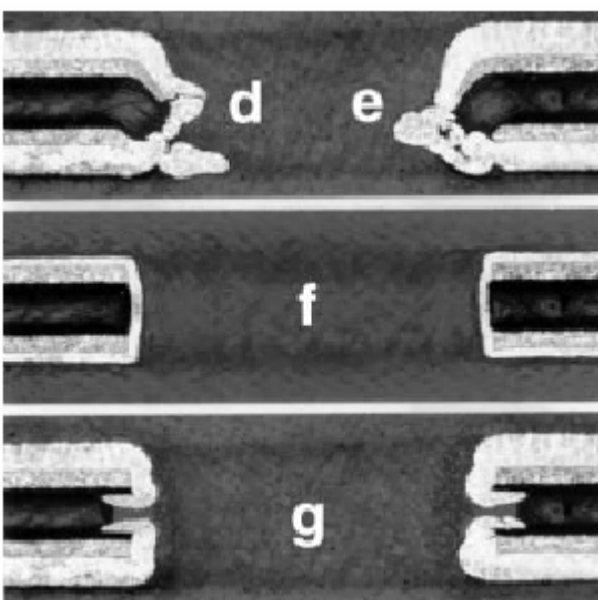
理想状况—1、2、3 级

- 镀铜层是均匀的并满足最低厚度要求。
- 没有镀铜层和基材缺陷。



接收状况—1、2、3 级

- 有较小的缺陷,但满足最低的要求:
 - a. 轻微的基材变形和较小的钻污;
 - b. 粘合剂或介质层有小的结瘤,但铜厚度满足最低要求;
 - c. 镀铜层局部薄和不均匀,在一个角铜层稍薄,并有较小的基材突出,但铜厚度满足最低要求;
 - d. 粘合剂的细丝没有造成镀铜层裂缝;
 - e. 结瘤、突起和基材变形没有违反最低的孔径要求;
 - f. 镀铜层没有违反最低的厚度要求;
 - g. 没有环形空洞。



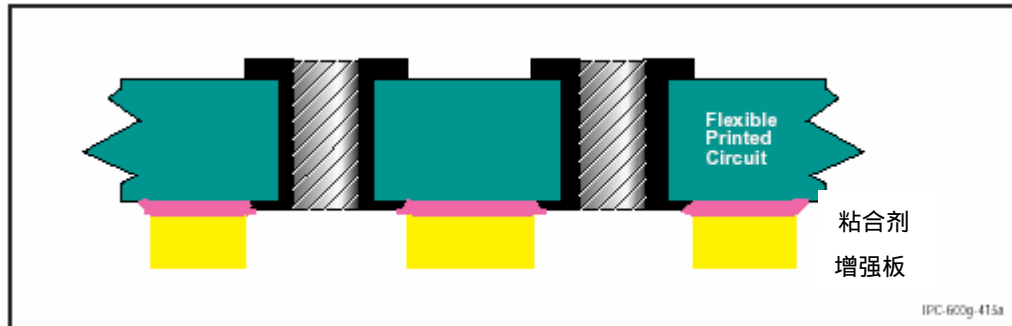
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.1 挠性和刚挠性印制线路

4.1.5 增强板的粘接

只评价增强板的机械支撑部分，测试方法如下：



接收状况—1.2.3 级

- 要求机械支撑，不要求无空隙粘结。
- 增强板或用于粘接增强板的粘合剂不应将可焊环的宽度减小到最低要求以下。
- 增强板的粘合剂有空隙。
- 按下述方法测试时，粘合剂的剥离强度最小是 0.055Kg/mm。

试验方法：用一个锋利的工具,如手术刀或剃须刀,在挠性线路向增强板方向切割出一条宽约为 10mm[0.394in], 长约为 80mm[3.15in]的粘合剂带，使在剥离操作进行一半时样本就与剥离的方向成直角。剥离的速度为 $50 \pm 6.3\text{mm/min}$ 。在剥离操作的初期，中间和终止时记下测量数据，将测量数据平均,以确定验收性。挠性线路板和增强板间的剥离强度最小应为 0.055Kg/mm。

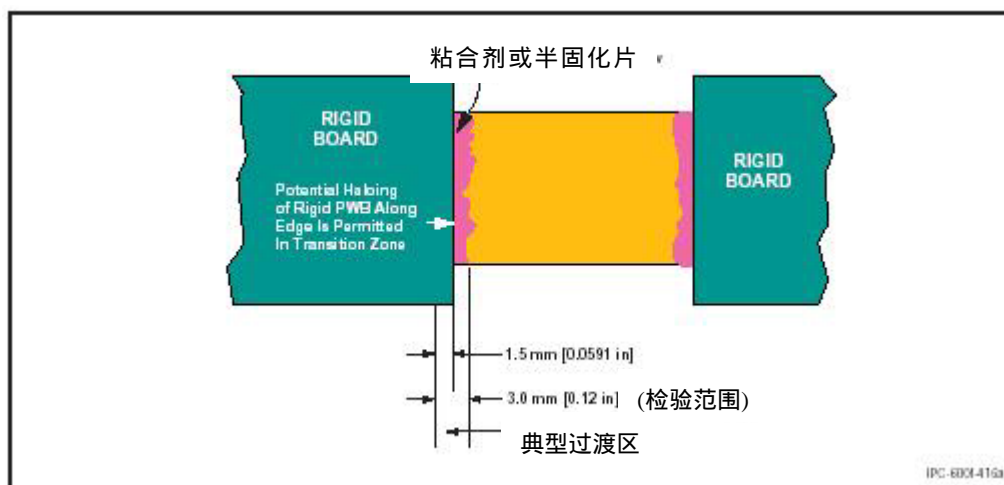
拒收状况—1.2.3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.1 挠性和刚挠性印制线路

4.1.6 刚性段至挠性段的过渡区

过渡区是以刚性段的边缘为中心，挠性段是从这边缘延伸出去的。检测范围限制于在过渡区的中心即刚性段的边缘附近 3mm[0.12in]内。



接收状况—1、2、3 级

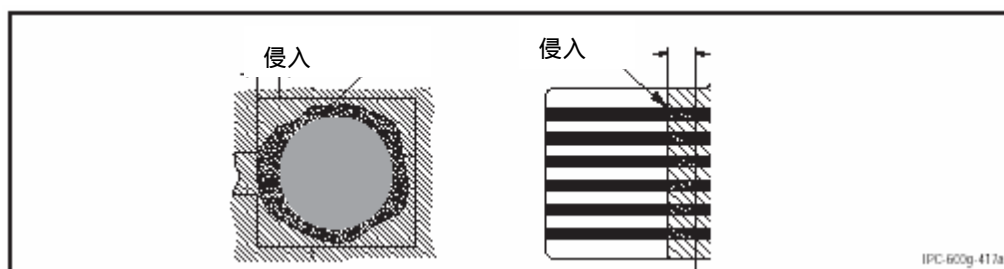
- 粘合剂挤出。
- 绝缘层或导体的局部变形。
- 绝缘材料突出。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

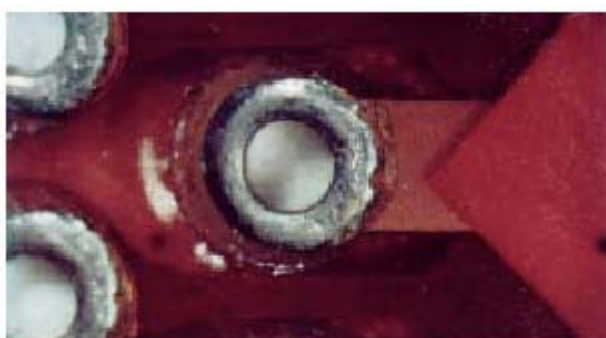
4.1 挠性和刚挠性印制线路

4.1.7 覆盖层下焊料芯吸作用/镀层迁移



理想状况—1、2、3 级

- 焊盘上的焊料或镀层覆盖了所有裸露的金属，并停止在覆盖层。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸入弯曲部和挠曲过渡区。



接收状况—3 级

- 焊料芯吸,镀层迁移在覆盖层下延伸不超过 0.3mm [0.012in]。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸入弯曲部或挠曲过渡区。
- 满足线间距的要求。

接收状况—2 级

- 焊料芯吸,镀层迁移在覆盖层下延伸不超过 0.5mm [0.020in]。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸入弯曲部或挠曲过渡区。
- 满足线间距的要求。



接收状况 - 1 级

- 由客户和供应商协商。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸到挠性过渡区。
- 满足线间距要求。

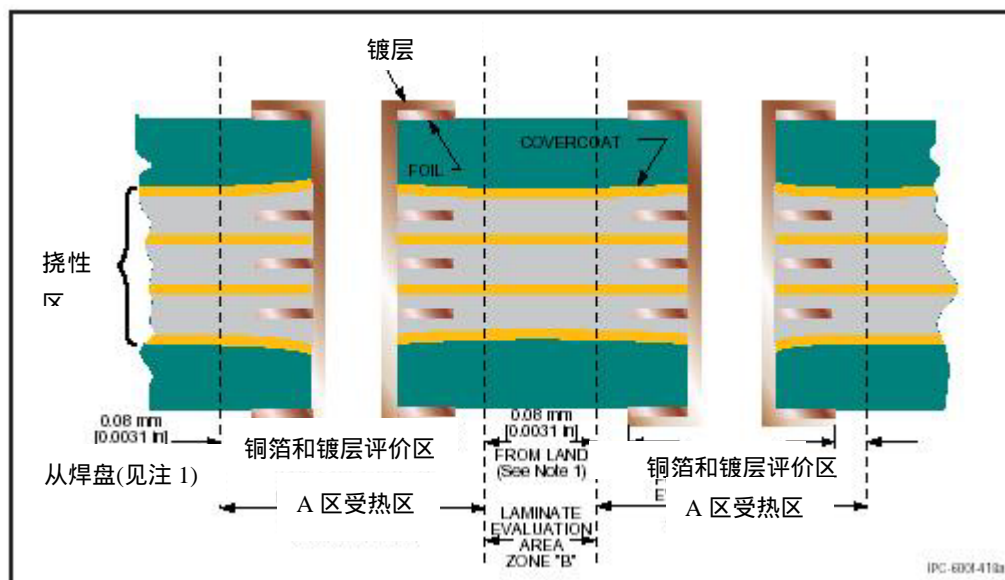
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.1 挠性和刚挠性印制线路

4.1.8 层压板完整性

本节说明了挠性或刚性印制线路板上可能出现的空洞和裂缝。挠性印制线路部分的要求与刚性印制线路有所不同，尽管图中只显示出了刚挠性印制线路部分，但正文对挠性印制线路作了规定。



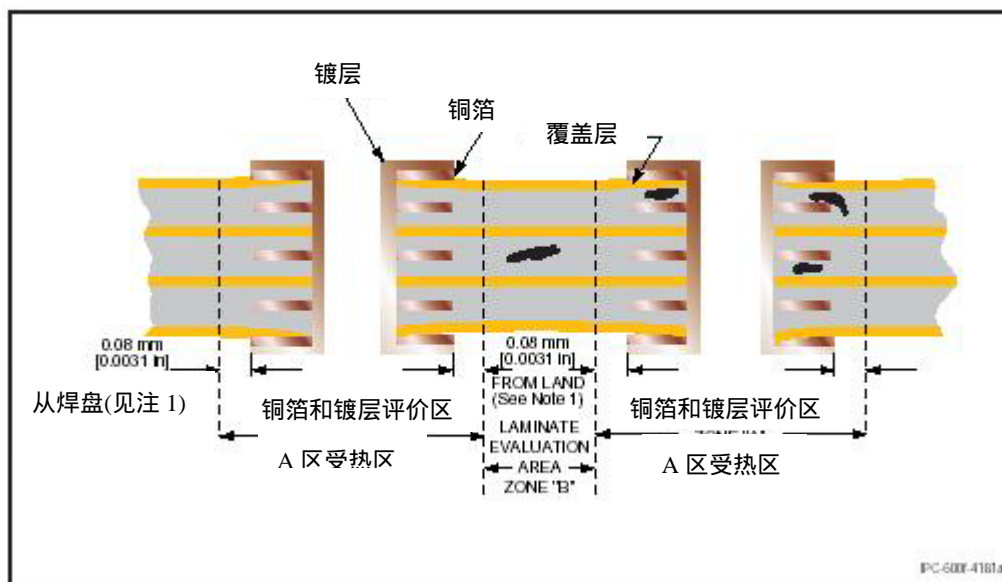
- 注：1. 受热区，无论内层还是外层，从焊盘边缘最大限度地向外延伸 0.08mm [0.0031in]。
2. 对已经受热应力试验或模拟返工的样品，A 区的层压缺陷不进行评定。
3. 在同一个平面上挠性区内，镀覆孔间的多个空洞或裂缝，合并后的长度不应超出规定值。

理想状况

- 没有层压板的空洞或裂缝。

4.1 挠性及刚挠性印制线路

4.1.8.1 层压板完整性——挠性印制线路



理想状况

- 没有层压板空洞或裂缝。

接收状况——1.2.3 级

- A 区中的层压板空洞或裂缝不进行评价。
- B 区中挠性印制线路的空洞或裂缝不超过 0.50mm[0.020in]。

拒收状况——1.2.3 级

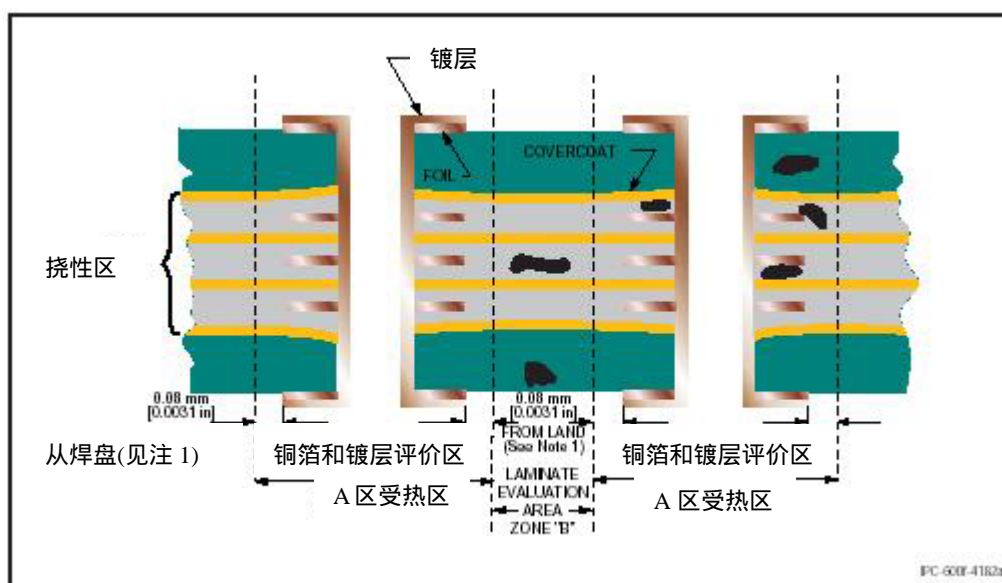
- 缺陷超出以上标准。

注： 1. 受热区，无论内层还是外层，从焊盘边缘最大限度地向外延伸 0.08mm[0.031in]。

2. 在同一平面上，镀覆孔间的多个空洞或裂缝，合并后的长度不应超出所有级别的规定值。

4.1 挠性及刚挠性印制线路

4.1.8.2 层压板完整性—刚挠性印制线路



理想状况

- 没有层压板空洞或裂缝。

接收状况—2、3 级

- A 区中的层压板空洞或裂缝是不评定的。
- 刚挠印制线路中,B 区刚性部分的层压板空洞或裂缝不超过 0.08mm[0.0031in]。
- 刚挠印制线路中,B 区挠性部分的层压板空洞或裂缝不超过 0.5mm[0.0059in]。

接收状况 - 1 级

- A 区的层压板空洞不进行评定。
- 刚挠印制线路中,B 区刚挠部分的层压板空洞或裂缝不超过 0.15mm[0.0059in]。

拒收状况—1、2、3 级

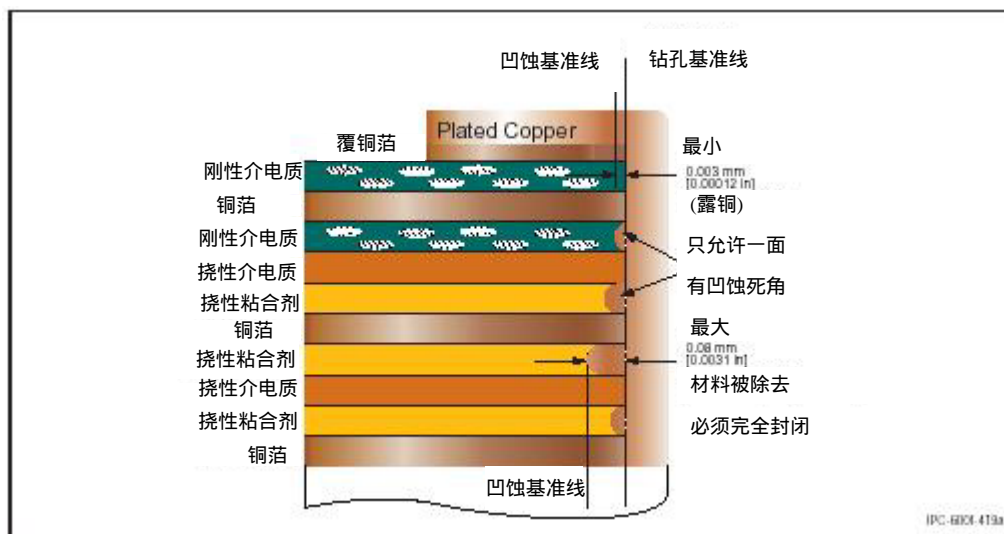
- 缺陷超出以上标准。

注：1. 受热区，无论内层还是外层，从焊盘边缘最大限度地向外延伸 0.08mm[0.0031in]。

2. 在同一平面上，镀覆孔间的多个空洞或裂缝，合并后的长度不应超过所有级别的规定值。

4.1 挠性及刚挠性印制线路

4.1.9 凹蚀（只适用于3型板和4型板）



理想状况/接受状况—1、2、3级

- 凹蚀在 0.003mm[0.0012in]和 0.08mm[0.0031in]之间。
- 只在每个焊盘的一边上有凹蚀阴影。

拒收状况—1、2、3级

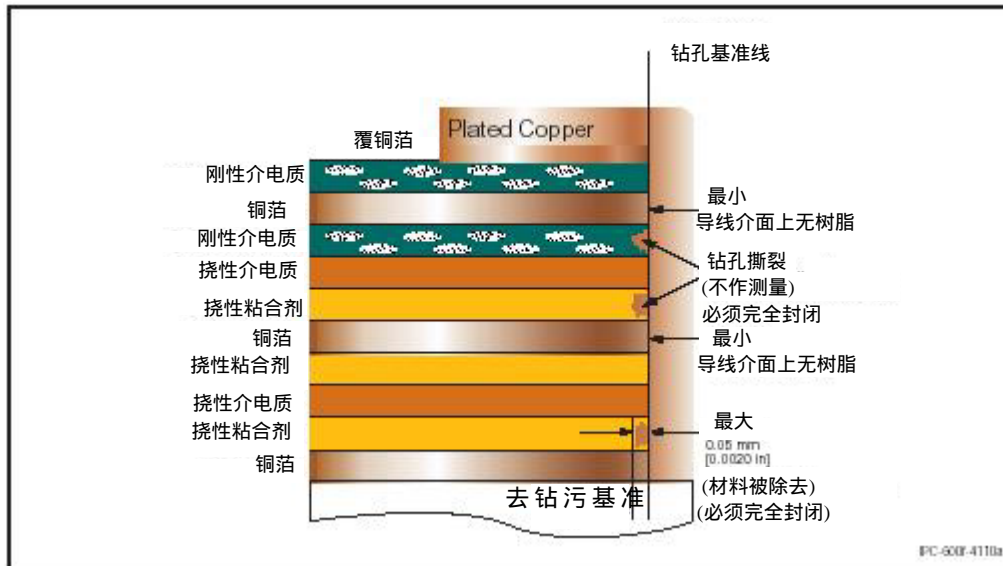
- 缺陷超出以上标准。

注:由于刚挠印制线路结构中使用了不同的材料,图中显示出了对各种材料进行凹蚀的不同优选程度。

4.1 挠性及刚挠性印制线路

4.1.10 去污钻(只适用 3 型板和 4 型板)

去钻污是除去在孔形成时产生的碎屑，去钻污应完全除去导体界面表面的树脂。



理想状况/接受状况—1、2、3 级

- 去钻污过程不应使凹蚀超过 0.025mm[0.001in]。
- 只要保证了介质间距，偶然的撕裂和凿孔所产生的小区域的深度超过 0.025mm[0.001in]。
- 去钻污完全满足镀铜层分离的验收标准。

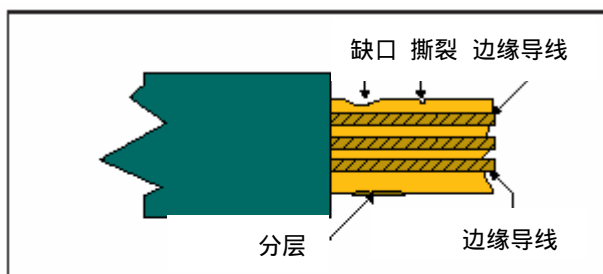
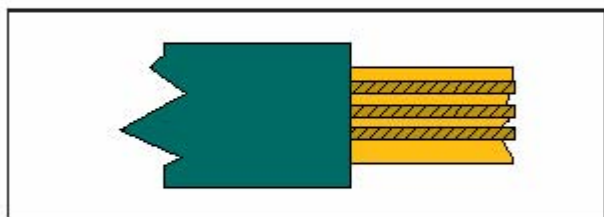
拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.1 挠性及刚挠性印制线路

4.1.11 裁切边缘/板边分层

挠性印制线路或刚挠性印制线路的裁切边缘不应有超过采购文件允许值的毛刺、缺口、分层或撕裂。采购文件应规定板边到导线最小距离。



理想状况—1、2、3 级

- 没有毛刺和撕裂,应满足板到导线的最小距离。
- 挠性印制线路或已完工的刚挠印制线路挠性段裁切边缘应无毛刺、无缺口、无分层和无撕裂。

接收状况—1、2、3 级

- 没有超过采购文件允许的毛刺和撕裂。
- 为了便于拆除电路接头产生的毛刺和撕裂,应由用户和供方协商解决。
- 挠性段板边到导线间距符合采购文件所规定的要求。
- 毛刺或沿挠性印制线路板板边的晕圈、切割和非支撑孔应保证渗透不超过板边到与最邻近导线的距离的 50% 或大于 2.5mm[0.00984in],二者中取较小者。
- 当毛刺和撕裂是由于为便于拆除电路连接而产生时,这些缺陷未超过用户和供方商定的要求。

拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

4.2 金属芯印制板

引言

金属芯板有二种类型，但都是在绝缘的金属基材的每一面上有一个或多个导电图形，导电图形之间的互连是通过镀覆孔来实现的。

在第一种类型中，对双面板来说，是在金属芯的每面上层压单面覆铜层压板来形成双面板，接着采用常规的印制板工艺进行电镀和蚀刻制作导线。作为多层板应用时，另外蚀刻的内层层压到一个金属芯或多个金属芯上。这些金属芯可作为散热层、电源层或接地层，或者作为减小印制板在平面方向的热膨胀系数（CTE）的抑制层。

对于这种类型的金属芯印制板来说，其金属芯通常是铝、铜或（作为控制 CTE 用的）覆铜因瓦钢的或钼板。如果金属芯不作为电气连结线路（这种情况下通常用铝芯），则对于镀覆孔的隔离孔应在层压之前钻孔或冲孔并用绝缘材料填满。铜的金属芯可以通过镀覆孔来实现电气连接。但是，覆铜因瓦钢或钼芯材料则要求采用特殊的加工才能获得可接收的电气连接。

在第二类的金属芯印制板中，隔离孔是在裸芯材中采用钻孔、冲孔或其他机械方法加工而成。然后采用喷涂、电泳工艺或流化床技术涂覆上一层绝缘材料。这种类型的涂覆层必须无针孔，并达到耐漏电和抗电弧放电等所规定的厚度要求。在涂覆绝缘层后，采用化学镀铜和电镀层覆盖在绝缘层上，然后通过蚀刻以提供所要求的表面导线和镀覆孔。对于这种类型来说，金属芯材可以是铜、铝或钢，其功用多数是作为散热片或增强板。

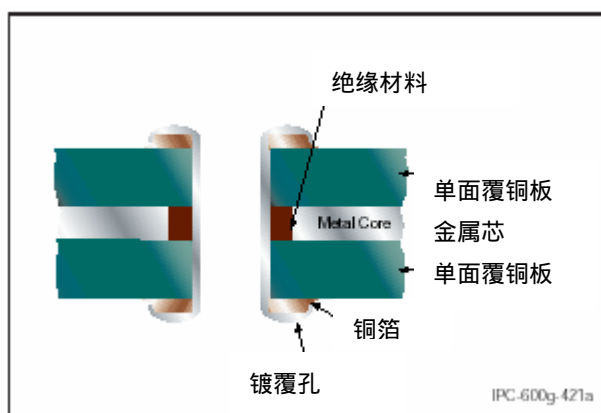
4.2 金属芯印制板

4.2.1 分类

金属芯板类型

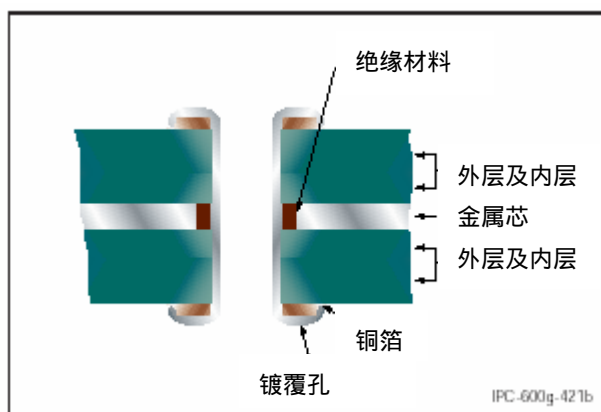
层压型金属芯板

- 与金属芯基材相绝缘的两个表面上各有一个单面的导电层，其导电材料是铜箔和电镀铜。



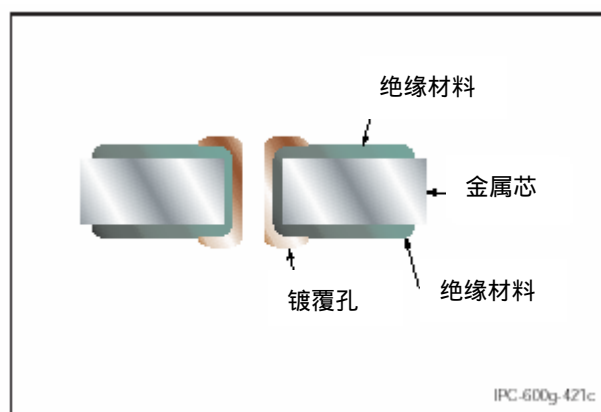
层压型金属芯多层板

- 与金属芯基材相绝缘的一面或二面上有一个以上的导电层，导电材料是铜箔和电镀铜。



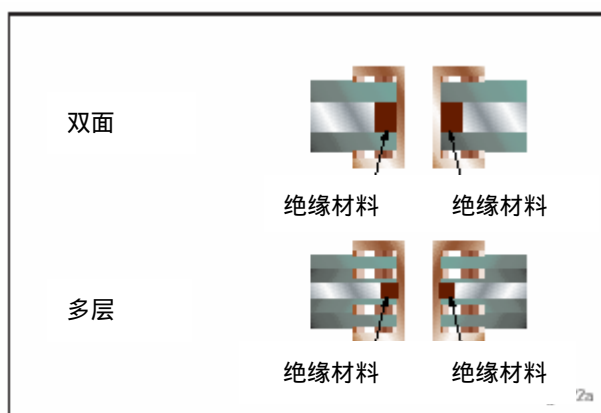
绝缘金属基材型金属芯板

- 与金属芯基材相绝缘的二面各有一个单面导电层，导电材料是化学镀铜和闪镀铜，然后再采用常规的印制板生产工艺进行制作，这种工艺通常局限于生产金属芯双面板。



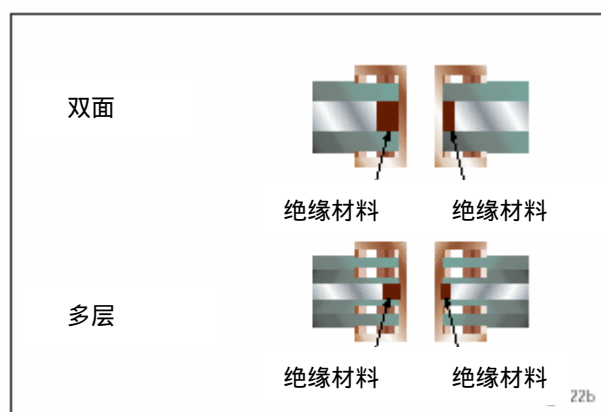
4.2 金属芯印制板

4.2.2 属压型板的间距



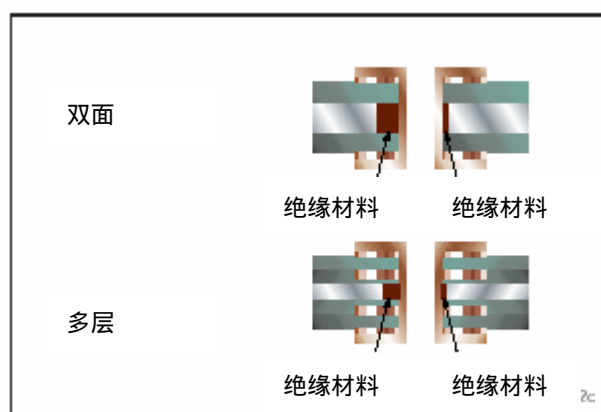
理想状况—1、2、3 级

- 金属芯和邻近导电表面之间的间距超过 0.1mm[0.0040in]。



接收状况—1、2、3 级

- 金属芯和镀覆孔之间或金属芯和邻近导电表面之间的间距大于 0.1mm[0.0040in]。

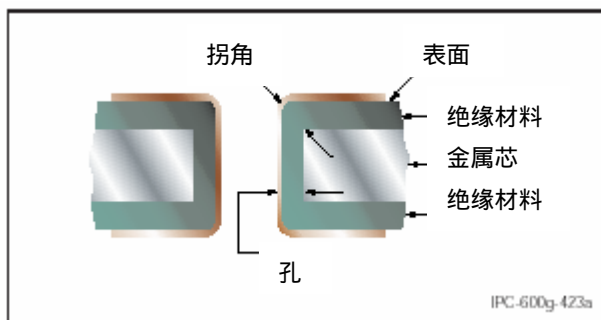


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超过以上标准。

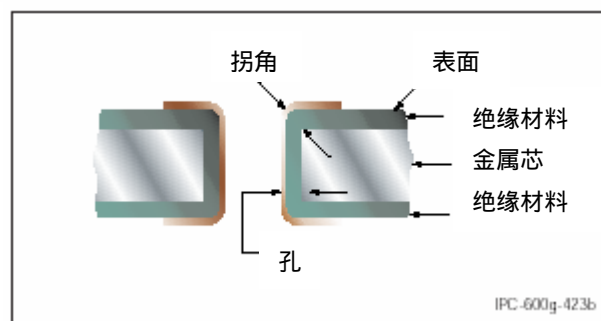
4.2 金属芯印制板

4.2.3 绝缘型板的绝缘厚度



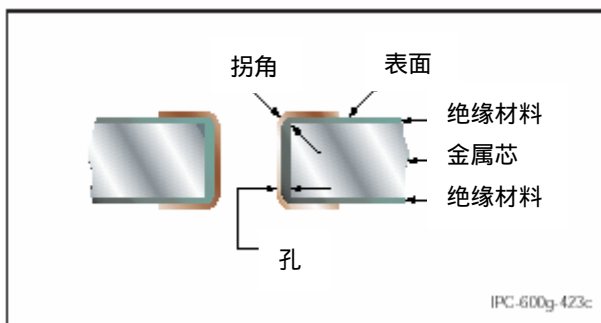
理想状况—1、2、3 级

· 绝缘层厚度超过下表规定的要求。



接收状况—1、2、3 级

· 绝缘层厚度满足下表规定的要求。



拒收状况—1、2、3 级

· 缺陷超过以上标准。

类 别	绝 缘 工 艺 过 程			
	A	B	C	D
孔 (最小值)	0.050mm[0.0020in]	0.025mm[0.000984in]--0.065mm[0.00256in]	0.125mm[0.004921in]	0.125mm[0.004921in]
表 面 (最小值)	0.050mm[0.0020in]	0.025mm[0.000984in]--0.065mm[0.00256in]	0.125mm[0.004921in]	N/A
拐 角 (最小值)	0.025mm[0.000984in]	0.025mm[0.000984in]	0.075mm[0.00295in]	N/A

*仅适用于涂覆绝缘层的金属基板。

**指孔壁和板面相交接处。

工艺 A——喷涂

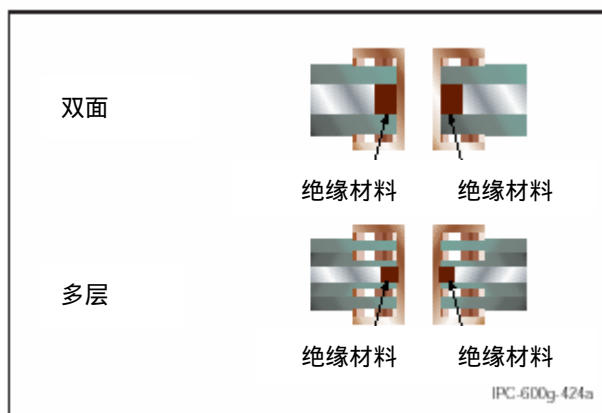
工艺 B——电泳沉积

工艺 C——流化床工艺

工艺 D——模塑工艺

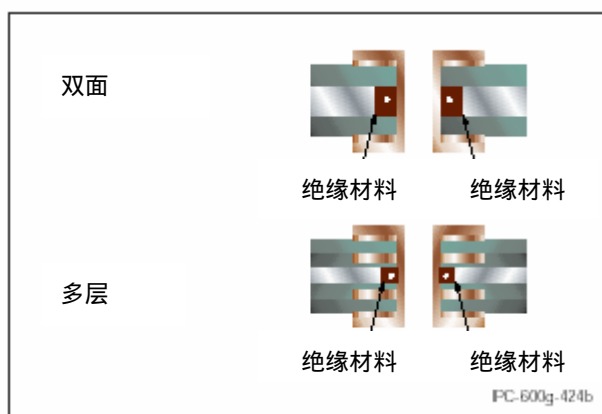
4.2 金属芯印制板

4.2.4 层压型金属芯板的绝缘材料填充



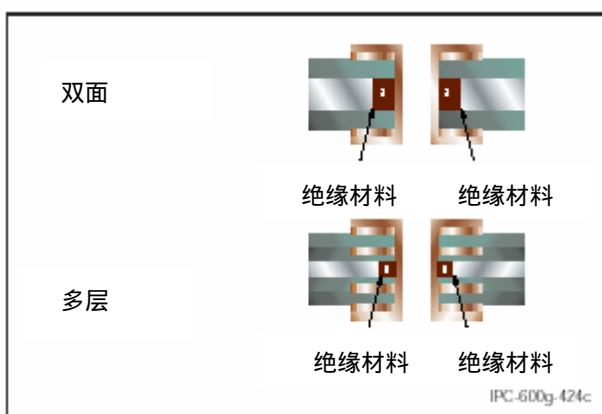
理想状况—1、2、3 级

- 镀覆孔与金属芯之间的整个区域填满绝缘材料而没有任何空洞或绝缘材料缺失的部位。



接收状况—1、2、3 级

- 绝缘材料满足最小厚度和介质间距的要求。
- 空洞或树脂凹缩没有造成其介质间距低于接收的要求。

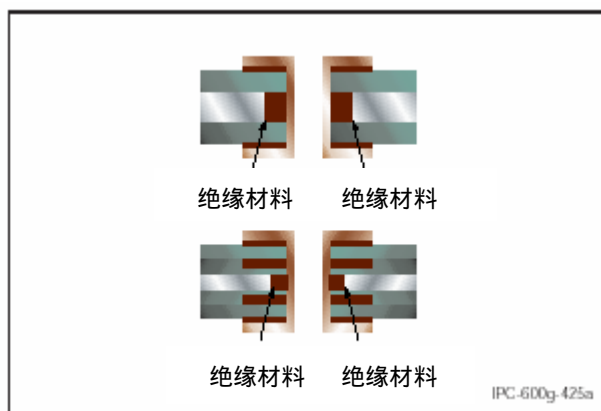


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

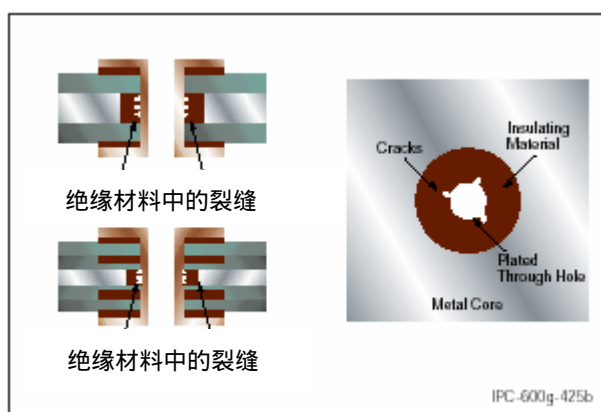
4.2 金属芯印制板

4.2.5 层压型板的绝缘填料中的裂缝



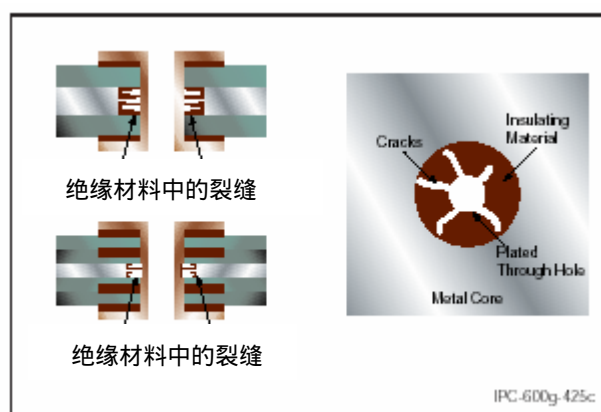
理想状况—1、2、3 级

- 在绝缘填料中没有裂缝。



接收状况—1、2、3 级

- 芯吸作用、径向裂缝、横向间隙或填充材料中的空洞没有将相邻导电面之间的电气间距减小到低于 $100\text{ }\mu\text{m}$ [0.003937in]。
- 从镀覆孔边缘到孔内填充物中，芯吸用和/或径向裂缝不超过 $75\text{ }\mu\text{m}$ [0.00295in]。

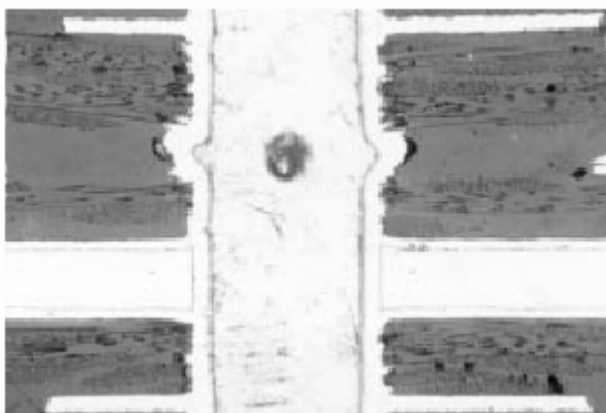


拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

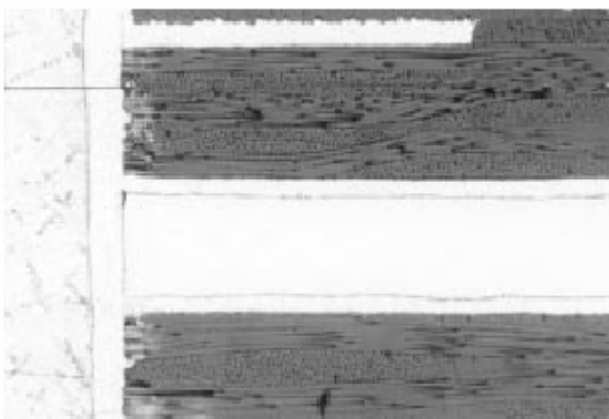
4.2 金属芯印制板

4.2.6 金属芯与镀覆孔壁的连接



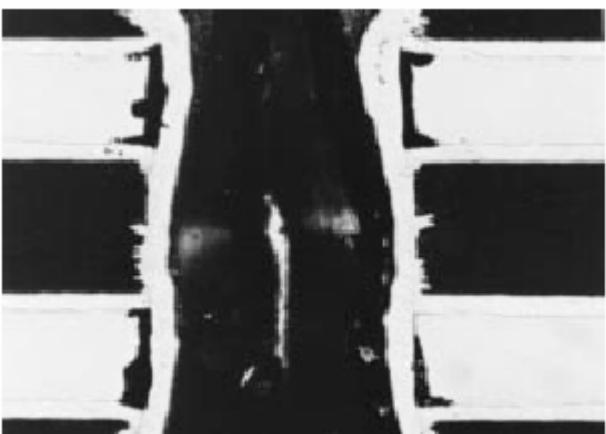
理想状况—1、2、3 级

- 两侧完全连接。



接收状况—1、2、3 级

- 互连处出现的分离不大于非铜芯厚度的 20%, 如果采用覆铜金属芯时, 则在铜的互连部分不应出现任何分离的现象。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超过上述标准。

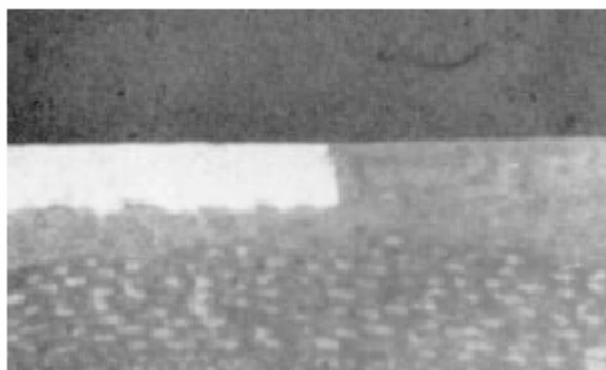
4.3 齐平印制板

引言

本节概括了齐平印制板的验收标准。在齐平印制板中，板的表面、孔和其他性能的验收标准与常规的单面、双面印制板相同。而本节所涉及的是对齐平印制板的评价有重要作用的附加性能。

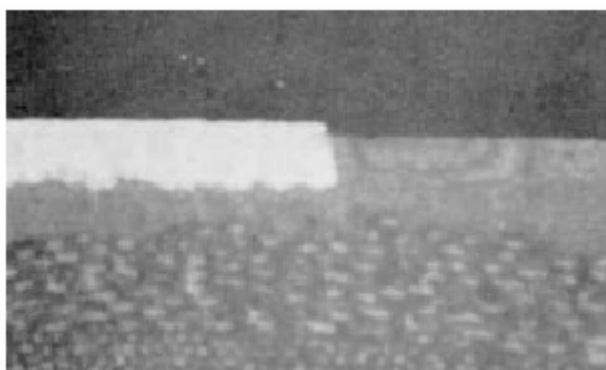
4.3.1 表面导线的齐平度

齐平电路要求导线表面和基材表面实际上处在同一平面上。



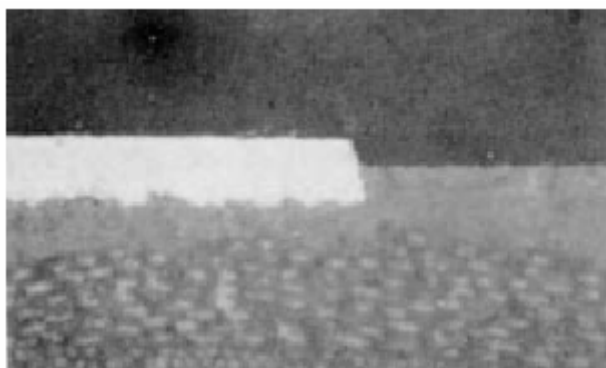
理想状况—1、2、3 级

- 导线与基材或所围绕的绝缘材料表面齐平。



接收状况—1、2、3 级

- 导线虽不齐平于基材，但满足最低的要求。



拒收状况—1、2、3 级

- 缺陷超出以上标准。

5.0 清洁度测试

引言

本节的目的是帮助读者更好地理解正确拿取板子的方法，以避免在清洁度测试过程中导致破坏和污染。

当拿取印制板时，应遵守下更通用规则以使表面污染减至最小。

1. 工作场区应保持清洁和整齐。
2. 工作场区不得吃东西、喝饮料或吸烟或其他可能导致板面污染的活动。
3. 不许使用含硅酮的护手霜和洗手液，因为它们会给印制板的可焊性和其他加工带来问题，可以采用特殊配方的洗手液。
4. 拿取板时要求夹取板边。
5. 当拿取裸板时，须采用不起毛的棉织手套或一次性塑料手套。手套应经常更换，因为脏手套可导致污染问题。
6. 除非提供专门的架子，否则应避免板子不加隔板保护而叠放。

清洁度测试是用来测定有机、无机和离子型或非离子型的污染物的。下面是在印制板上常见的污染的例子：

- | | |
|-----------|------------|
| 1. 助焊剂残渣 | 4. 指印 |
| 2. 颗粒物 | 5. 腐蚀（氧化物） |
| 3. 化学盐类残渣 | 6. 白色残渣 |

由于污染物具有破坏性，建议遵守相应的采购文件的清洁度要求。

试样应按照 IPC-TM-650 的 2.3.25 和 2.3.26 方法进行离子污染测试。除非另有规定，清洗试样溶剂的电阻率应与 IPC-6012 要求一致。

5.1 可 焊 性 试 验

引 言

本节叙述可焊性试验的方法和要求。印制板的可焊性显示在组装时预期的印制板状态，可焊性试验是在板面和镀覆孔内一起进行的。

ANSI/J - STD - 003 详细地叙述了各种不同的可焊性试验：

试验方法 **A**—边缘浸焊试验（仅测试表面导线和安装连接盘）。

试验方法 **B**—旋转、浸焊试验（测试镀覆孔、表面导线和安装的连接盘，焊接面）。

试验方法 **C**—浮焊试验（测试镀覆孔）、表面导线和安装的连接盘，焊接面）。

试验方法 **D**—波峰焊试验（测试镀覆孔、表面导线和安装连接盘、焊接面）。

除了可焊性试验方法以外，用户还应规定把对涂覆层耐久性的要求作为采购协议中的一个部分。下面是有关需要确定的涂覆层耐加速老化和可焊性试验，应按 ANSI/J—STD—003 的规定执行。

涂覆层耐久性分类：

类型 **1**—最低水平涂覆层耐久性。此类拟在加工后 30 天内焊接，它能承受较低程度的受热。

类型 **2**—一般水平涂覆层耐久性。此类板制成后可经受 6 个月的储存，它能经得起适度的受热或锡焊。

类型 **3**—最高水平的涂覆耐久性。此类板制成后可以经受较长时间（超过 6 个月）贮存，它能经得起苛刻的受热或焊接加工过程等。但应注意到，与印制板的这种耐久性等级的定货相关的是其成本要增加，而交货期会推迟的问题。

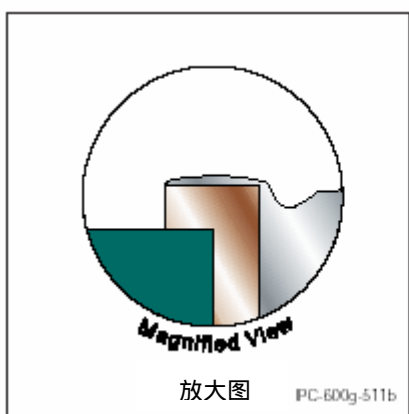
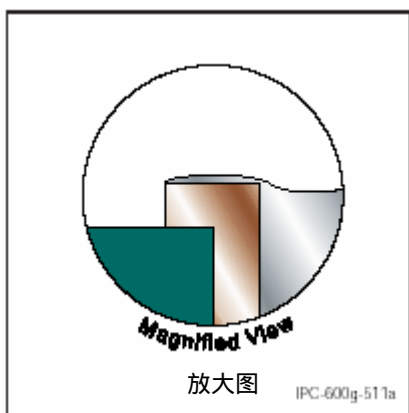
试验的样品应是有代表性的附连板、被测试印制线路板的一部分，如果印制板的尺寸在限定范围内，则可用整板，这样能保证各种测试方法规定的浸锡深度。试样的孔应随机抽取。

5.1 可 焊 性 试 验

5.1.1 镀覆孔

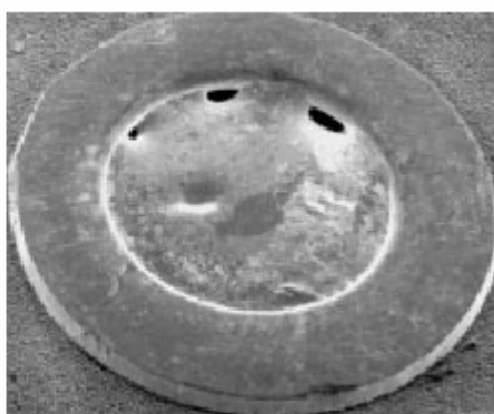
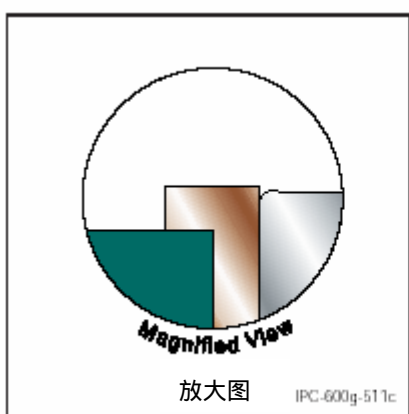
理想状况—1.2.3 级

- 所有镀覆孔中的焊料已完全升上来。
- 没有不润湿或露出基底金属。



接收状况—1.2.3 级

- 所有镀覆孔中的焊料已完全升上来。
- 孔径小于 1.5mm[0.0591in] 的孔可有一些堵孔。



拒收状况—1.2.3 级

- 缺陷超出以上标准。

5.2 电 气 完 整 性

引 言

除非另有规定或经用户同意，按 IPC-6010 系列标准要求对多层板进行电气测试。

电气完整性:

多层板电气功能性的检验包括：

- a.检查全部导线的电气连通性；
- b.验证是否存在短路。

在多层印制板中的大多数互连是在板结构的内部，因而不能用目视检查，必须通过进行功能性测试，才能确定多层板全部互连的电气完整性。

基本上，这些功能性的电气测试应包括：保证印制板所规定的连接盘之间的电气连通和各电气网络之间及接地层、电源层之间不存在内部短路。有很多技术用于进行这种测试，从手动探针测量到复杂的自动化检测方法。

连通性测试：电路连通性测试是在二个应当互连的连接盘上施加一个电压，并观察是否有电流流通，没有电流就意味着开路，为不合格。这个过程继续反复进行直到给定的板上所有互连电路都被测过为止，某些规范要求电路测试时规定最小电流。

内部的短路测试:确定是否有内部短路的测试方法与上述的连通性测试方法相类似。在这种情况下，施加一个电压，到给定的内部接地层、电源层或电气网络上，而所有其他连接盘以探针依次施加电压，进行测试。在测试过程中，已加电的连接盘和各层，或网络之间有电流流通就表示内部存在短路，为不合格。多层板的所有端点和网络以及所有的内层都要重复此种测试步骤。某些规范要求，要采用高电压来测试是否存在短路，则各层与端点之间施加 250---1000V 电压(所谓高压测试)，同时，观察是否存在击穿或打火花。某些规范对印制板不连通的连接盘和给定的内层之间规定了必须存在的最小电阻值。在这种情况下，要采用合适的兆欧表进行测试。