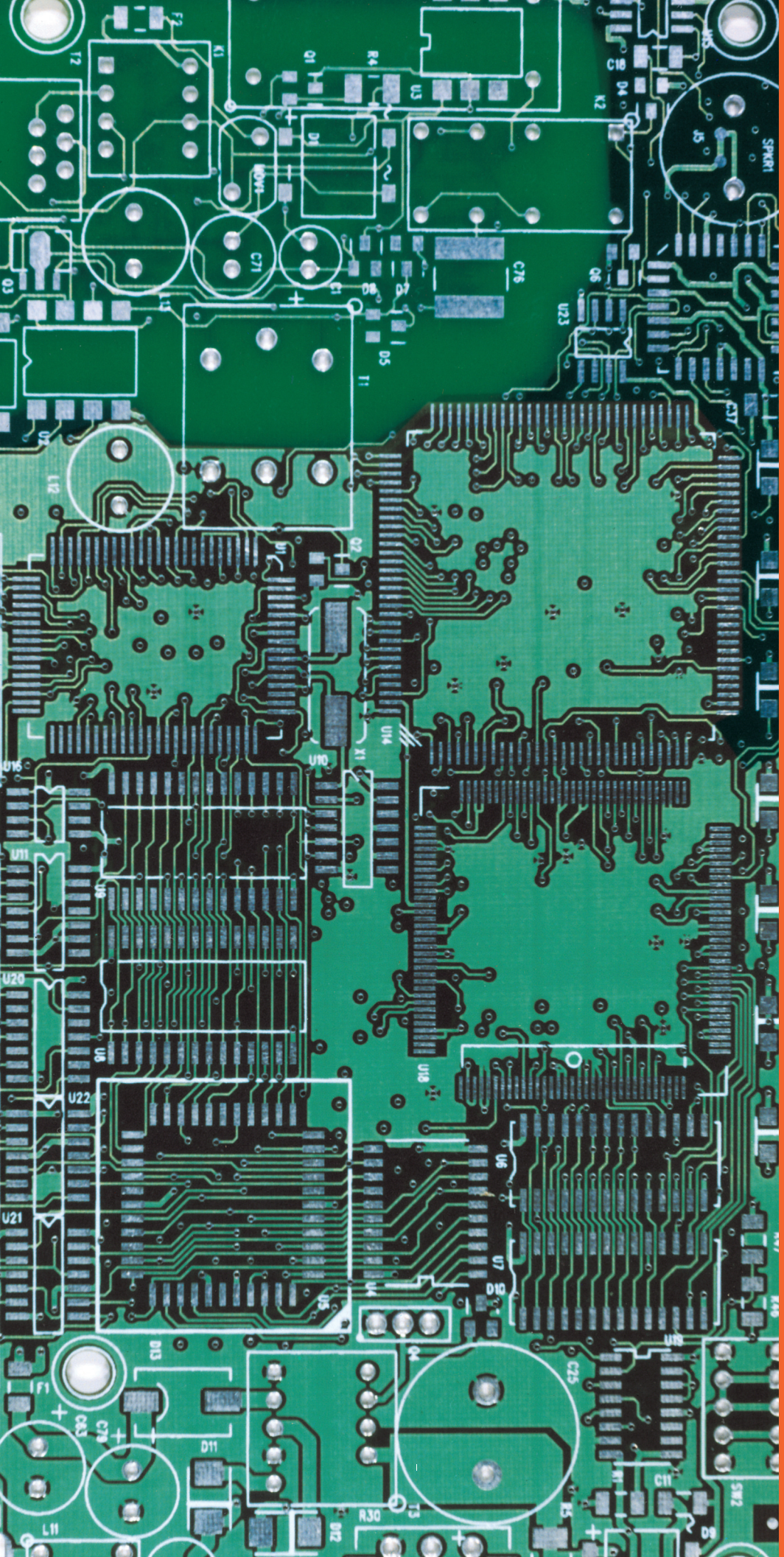


IPC-A-600 CH

修订版 G
2004 年 7 月
代替修订版 F
1999 年 11 月

印制板的验收条件

IPC
ASSOCIATION CONNECTING ELECTRONICS INDUSTRIES®

制定

The Principles of Standardization

In May 1995 the IPC's Technical Activities Executive Committee (TAEC) adopted Principles of Standardization as a guiding principle of IPC's standardization efforts.

Standards Should:

- Show relationship to Design for Manufacturability (DFM) and Design for the Environment (DFE)
- Minimize time to market
- Contain simple (simplified) language
- Just include spec information
- Focus on end product performance
- Include a feedback system on use and problems for future improvement

Standards Should Not:

- Inhibit innovation
- Increase time-to-market
- Keep people out
- Increase cycle time
- Tell you how to make something
- Contain anything that cannot be defended with data

Notice

IPC Standards and Publications are designed to serve the public interest through eliminating misunderstandings between manufacturers and purchasers, facilitating interchangeability and improvement of products, and assisting the purchaser in selecting and obtaining with minimum delay the proper product for his particular need. Existence of such Standards and Publications shall not in any respect preclude any member or nonmember of IPC from manufacturing or selling products not conforming to such Standards and Publication, nor shall the existence of such Standards and Publications preclude their voluntary use by those other than IPC members, whether the standard is to be used either domestically or internationally.

Recommended Standards and Publications are adopted by IPC without regard to whether their adoption may involve patents on articles, materials, or processes. By such action, IPC does not assume any liability to any patent owner, nor do they assume any obligation whatever to parties adopting the Recommended Standard or Publication. Users are also wholly responsible for protecting themselves against all claims of liabilities for patent infringement.

IPC Position Statement on Specification Revision Change

It is the position of IPC's Technical Activities Executive Committee that the use and implementation of IPC publications is voluntary and is part of a relationship entered into by customer and supplier. When an IPC publication is updated and a new revision is published, it is the opinion of the TAEC that the use of the new revision as part of an existing relationship is not automatic unless required by the contract. The TAEC recommends the use of the latest revision. Adopted October 6, 1998

Why is there a charge for this document?

Your purchase of this document contributes to the ongoing development of new and updated industry standards and publications. Standards allow manufacturers, customers, and suppliers to understand one another better. Standards allow manufacturers greater efficiencies when they can set up their processes to meet industry standards, allowing them to offer their customers lower costs.

IPC spends hundreds of thousands of dollars annually to support IPC's volunteers in the standards and publications development process. There are many rounds of drafts sent out for review and the committees spend hundreds of hours in review and development. IPC's staff attends and participates in committee activities, typesets and circulates document drafts, and follows all necessary procedures to qualify for ANSI approval.

IPC's membership dues have been kept low to allow as many companies as possible to participate. Therefore, the standards and publications revenue is necessary to complement dues revenue. The price schedule offers a 50% discount to IPC members. If your company buys IPC standards and publications, why not take advantage of this and the many other benefits of IPC membership as well? For more information on membership in IPC, please visit www.ipc.org or call 847/597-2872.

Thank you for your continued support.

©Copyright 2004. IPC, Bannockburn, Illinois. All rights reserved under both international and Pan-American copyright conventions. *Any copying, scanning or other reproduction of these materials without the prior written consent of the copyright holder is strictly prohibited and constitutes infringement under the Copyright Law of the United States.*

ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES

IPC-A-600G

印制板的验收条件

由 IPC 产品保证委员会(7-30) 的 IPC-A-600 工作组(7-31a) 制定

IPC 对 IPC-A-600 中国工作组在准备这个文件的翻译版本中所作出的努力表示衷心的感谢：
IPC-A-600 工作组组长：陈燕, 麦可罗泰克 (常州) 实验室
IPC-A-600 工作组人员：
张大勇, 深圳市勤基电子有限公司
刘桑, 华为技术有限公司制造技术研究中心
张源, 华为技术有限公司制造技术中心工艺基础研究部
詹同道, 佛山市順德區順達電腦廠有限公司
杨蕾, 利腾电子（苏州）有限公司
朱稚熠, 天合汽车零部件（上海）有限公司
李晓波, 深圳开发科技股份有限公司
Ronnie Lee, Cookson Electronics AP
张勇, 上海普林电路板有限公司
TY Chung, 上海伯乐电路板有限公司
关健, 上海伯乐电路板有限公司
周斌, 上海伯乐电路板有限公司
薛松, 上海伯乐电路板有限公司
毛余喜, 上海伯乐电路板有限公司
盛振雷, 上海美维科技有限公司
龚永林, 中国印制电路行业协会
赵文彬, 刻意创键计算机配套设备(上海)有限公司
陈培良, 中国印制电路行业协会
黎小东, 深圳联能科技
梁永辉, 恩达电路（深圳）有限公司
罗勇, 苏州维信电子有限公司
施兵, 苏州维讯电子有限公司
沈晓英, 佳通科技(苏州)有限公司
高智梅, 苏州生益科技股份有限公司
刘善海, 高德(无锡)电子有限公司
钟秉刚, 中国电子专用设备工业协会
袁从东, 超利电子科技有限公司
汪嵩庆, 安捷利(番禺)电子实业有限公司
江万茂, 深圳市深南电路有限公司
顾军, 深圳市深南电路有限公司
郝宇, 无线电技术出版社
甘元宪, 珠海佳胜电子科技有限公司
扈梅, 广州宏仁电子工业有限公司

IPC 赞赏并且感谢中国印制电路行业协会 (CPCA) 和陈培良先生的支持。

代替:
IPC-A-600F – 1999 年 11 月

IPC 鼓励这份出版物的用户来参加未来修订版的制定。

请联系：

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1219
Tel 847.615.7100
Fax 847.615.7105

IPC - 爱比西国际科技管理咨询(上海)有限公司
上海市宜山路 711 号
邮编：200233
Tel: +86 21 5497 3435
Fax: +86 21 5497 3437

Acknowledgement

Any standard involving a complex technology draws material from a vast number of sources. While the principal members of the A-600 Task Group (7-31a) of the Product Assurance Committee (7-30) are shown below, it is not possible to include all of those who assisted in the evolution of this standard. To each of them, the members of IPC extend their gratitude. who assisted in the evolution of this standard. To each of them, the members of IPC extend their gratitude. Special thanks goes to the members of the D-30 Rigid Printed Board Committee for their efforts in establishing acceptance criteria for printed boards.

Product Assurance Committee
Chair
Mel Parrish
Soldering Technology International

IPC-A-600 Task Group
Chair
Mark Buechner
BAE Systems

IPC Rigid Printed Board Committee
Chair
C. Don Dupriest
Lockheed Martin Missiles & Fire Control

Technical Liaisons of the
IPC Board of Directors

Peter Bigelow
IMI Inc.

Sammy Yi
Flextronics International

Mary E. Bellon, Boeing Satellite Systems
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant Machinery, Inc.
Scott A. Bowles, Sovereign Circuits Inc.
Ronald J. Brock, NSWC - Crane
Dennis J. Cantwell, Printed Circuits Inc.
Byron Case, L-3 Communications
Pei-Liang Chen, Shanghai Printronics Circuit
Phillip Chen, Northrop Grumman Canada Corporation
Christine R. Coapman, Delphi Delco Electronics Systems
W. Glenn Colescott, Delphi Delco Electronics Systems
Dan Colvin, Tyco PCG/Logan Division
Christopher Conklin, Lockheed Martin Corporation
David J. Corbett, Defense Supply Center Columbus
Dennis DeBord, Nortel Networks Center 1
C. Don Dupriest, Lockheed Martin Missiles & Fire Control
Theodore Edwards, Dynaco Corp.
Werner Engelmaier, Engelmaier Associates, L.C.
Gary M. Ferrari, C.I.D.+, Ferrari Technical Services
Lionel Fullwood, WKK Distribution Ltd.
Mahendra S. Gandhi, Northrop Grumman
Thomas F. Gardeski, E. I. du Pont de Nemours and Co.
Floyd L. Gentry, Sandia National Labs Albuquerque
Constantino J. Gonzalez, ACME Training & Consulting
Robert J. Gordon, Visteon Corp.
Hue T. Green. Lockheed Martin Space Systems Company
Ken Greene, Siemens Energy and Automation
Michael R. Green, Lockheed Martin Space Systems Company
Samy Hanna, AT&S Austria Technologie & Systemtechnik
Michael E. Hill, Colonial Circuits
Phillip E. Hinton, Hinton 'PWB' Engineering
Kazuo Hirasaka, Eastern Manufacturing
Ted J. Jones, NSWC - Crane
Thomas E. Kemp, Rockwell Collins
Arshad Khan, Celestica International Inc.
Clarence W. Knapp, Litton Systems Inc.
Jason Koch, Robisan Laboratory Inc.
Raymond L. Kolonchuk, Jr., Defense Supply Center Columbus
Nick Koop, Minco Products Inc.
Leo P. Lambert, EPTAC Corporation
Michael G. Luke, C.I.D., Raytheon Company
Chris Mahanna, Robisan Laboratory Inc.
Wesley R. Malewicz, Draeger Medical Systems, Inc.
Susan S. Mansilla, Robisan Laboratory Inc.
Rene R. Martinez, Northrop Grumman
Brian C. McCrory, Delsen Testing Laboratories
Ronald McIlnay, Medtronic Physio-Control
Randy McNutt, Northrop Grumman
Renee J. Michalkiewicz, Trace Laboratories - East
James H. Moffitt, Moffitt Consulting Services
Bob Neves, Microtek Laboratories
Benny Nilsson, Ericsson AB
Debora L. Obitz, Trace Laboratories - East
William Ortloff, B/C Engineering
Donald G. Pucci, Gould Electronics Inc.
Jim R. Reed, Dell Computer Corporation
Randy R. Reed, Merix Corporation
Gary C. Roper, Eagle Circuits Inc.
Visa Ruuhonen, Nokia Networks
Russell S. Shepherd, Microtek Laboratories
Lowell Sherman, Defense Supply Center Columbus
Akikazu Shibata, Ph.D., JPCA-Japan Printed Circuit Association
Hans L. Shin, Pacific Testing Laboratories, Inc.
Frank A. Stetson, Training & Certification Specialists
Roger Su, L-3 Communications
Gail Tennant, Celestica
Ronald E. Thompson, NSWC - Crane
Dung Q. Tiet, Lockheed Martin Space Systems Company
Robert Vanech
Rob Walls, C.I.D.+, PIEK International Education Centre BV
Ronnie Walker, Northrop Grumman
Clark F. Webster, ALL Flex Inc.
Robert B. Whitehouse, Sanmina-SCI Corporation
Philip W. Wittmer, Delphi Delco Electronics Systems

PWB on front and back cover photo courtesy of U.S. Robotics

目 次

1.0 引言 1
1.1 范围 1
1.2 目的 1
1.3 本文件的使用方法 1
1.4 产品等级 1
1.5 验收准则 2
1.6 引用文件 2
1.7 尺寸与公差 3
1.8 术语和定义 3
1.9 工艺质量 3
2.0 外部可观察特性 4
2.1 板边缘 4
2.1.1 毛刺 4
2.1.1.1 非金属毛刺 5
2.1.1.2 金属毛刺 6
2.1.2 缺口 7
2.1.3 晕圈 8
2.2 基材 9
2.2.1 露织物 10
2.2.2 显布纹 11
2.2.3 露纤维/纤维断裂 12
2.2.4 麻点和空洞 13
2.3 基材表面下 14
2.3.1 白斑 17
2.3.2 微裂纹 18
2.3.3 分层/起泡 19
2.3.4 外来夹杂物 20
2.4 焊料涂层和热熔锡铅层 21
2.4.1 不润湿 21
2.4.2 半润湿 22
2.5 镀覆孔-通则 23
2.5.1 结瘤/毛刺 23
2.5.2 粉红环 24
2.5.3 铜镀层空洞 25
2.5.4 最终涂覆层空洞 26
2.5.5 连接盘起翘（目检） 27
2.6 非支撑孔 28
2.6.1 晕圈 28
2.7 印制接触片 29
2.7.1 表面镀层通则 29
2.7.1.1 表面镀层——引线键合盘 . . . 30
2.7.2 印制接触片——边缘毛刺 . . . 31
2.7.3 外镀层附着力 32
2.8 标记 33
2.8.2 蚀刻的标记 34
2.8.3 网印或油墨盖印标记 35
2.9 阻焊剂(阻焊膜) 36
2.9.1 导线表面的覆盖（跳印） . . . 37
2.9.2 与孔的重合度(各种涂覆层) . . . 38
2.9.3 与其它导体图形的重合度 . . . 39
2.9.3.1 球栅阵列(阻焊剂限定的焊盘) . . 40
2.9.3.2 球栅阵列(铜箔限定的焊盘) . . . 41
2.9.3.3 球栅阵列(阻焊坝) 42
2.9.4 起泡/分层 43
2.9.5 附着力(剥落或起皮) 44
2.9.6 波纹/皱褶/皱纹 45
2.9.7 掩孔(导通孔) 46
2.9.8 吸管状空隙 47
2.10 图形逼真度—尺寸 48
2.10.1 导线宽度和间距 48
2.10.1.1 导线宽度 49
2.10.1.2 导线间距 50
2.10.2 外层环宽的测量 51
2.10.3 支撑孔的外层环宽 52
2.10.4 非支撑孔的外层环宽 53
2.11 平整度 54
3.0 内部可观察特性 55
3.1 介质材料 56
3.1.1 层压板空洞(受热区外) 56
3.1.2 导线与孔的重合度 58
3.1.3 电源层/接地层上的非支撑隔离孔 . 59
3.1.4 分层/起泡 60
3.1.5 凹蚀 61
3.1.5.1 凹蚀 62
3.1.5.2 负凹蚀 63
3.1.6 去钻污 64
3.1.7 金属层上非支撑孔的介质间距 . . 65
3.1.8 层间间距 66
3.1.9 树脂凹缩 67

目 次

3.2 导电图形通则 68
3.2.1 蚀刻特征 69
3.2.2 印制及蚀刻. 71
3.2.3 表面导线厚度(铜箔加镀层) . . . 72
3.2.4 内层铜箔厚度. 72

3.3 镀覆孔通则 73
3.3.1 内层环宽. 75
3.3.2 焊盘起翘(显微切片) 77
3.3.3 铜箔裂缝—(内层铜箔)C 型裂缝 78
3.3.4 铜箔裂缝(外层铜箔) 79
3.3.5 镀层裂缝—(孔壁)E 型裂缝.. . 80
3.3.6 镀层裂缝—(拐角)F 型裂缝 . . .81
3.3.7 镀层结瘤. 82
3.3.8 孔壁铜镀层厚度. 83
3.3.9 镀层空洞. 84
3.3.10 焊料涂层厚度(当有规定时) 85
3.3.11 阻焊剂厚度. 86
3.3.12 芯吸. 87
3.3.12.1 隔离孔的芯吸 88
3.3.13 内层分离—垂直(纵向)显微切片 89
3.3.14 内层分离—水平(横向)显微切片. . 90
3.3.15 埋盲孔的材料填充. 91

3.4 钻孔镀覆孔 92
3.4.1 毛刺 93
3.4.2 钉头 94

3.5 冲孔镀覆孔. 95
3.5.1 粗糙度与结瘤. 96
3.5.2 锥口 97

4.0 其它类型板 98

4.1 挠性及刚挠印制线路 98
4.1.1 覆盖层覆盖性—覆盖膜分离. 99
4.1.2 覆盖层/覆盖涂层的覆盖—粘合剂. . .100
4.1.2.1 焊盘区域粘合剂挤出 100
4.1.2.2 铜箔表面粘合剂挤出 101
4.1.3 覆盖层和增强板上余隙孔的重合度. 102
4.1.4 镀层缺陷 103
4.1.5 增强板的粘接. 104
4.1.6 刚性段与挠性段的过渡区 105
4.1.7 覆盖层下焊料芯吸/镀层迁移 . . .106
4.1.8 层压板完整性. 107
4.1.8.1 挠性印制线路层压板完整性 108
4.1.8.2 刚挠印制线路层压板完整性 109
4.1.9 凹蚀(只适用于 3 型和 4 型板) . . .110
4.1.10 去钻污(只适用于 3 型和 4 型板) . .111
4.1.11 裁切边缘/板边分层. 112

4.2 金属芯印制板 113
4.2.1 分类. 114
4.2.2 层压型板的间距 115
4.2.3 绝缘型金属基板的绝缘层厚度 . . . 116
4.2.4 层压型金属芯板的绝缘填充材料 117
4.2.5 层压型板的绝缘填料中的裂缝 . . .118
4.2.6 金属芯与镀覆孔壁的连接 119

4.3 齐平印制板 120
4.3.1 表面导线的齐平度 120

5.0 清洁度测试 121

5.1 可焊性试验 122
5.1.1 镀覆孔 123

5.2 电气完善性 124

引 言

1.1 范围

本文件描述了可以从印制板的外部或者内部观察到的理想的、可接收的和拒收的条件，给出了在各种印制板规范，即 IPC-6010 系列文件、ANSI/J-STD-003 等文件中描述的最低要求的图示说明。

1.2 目的

本文件中的的目检图示描述了现有 IPC 规范要求的特定标准.为了适当地运用和使用本文件内容,印制线路板宜符合适用的 IPC-2220 系列文件的设计要求和 IPC-6010 系列文件的性能要求。一旦印制线路板不符合这些或等同要求，则使用方和供方之间应规定验收准则作为采购文件的一部分。

本文件中的图示描述了与每页主标题和副标题有关的特定准则,并以文字简述每一等级产品的接收的和拒收的条件(见 1.4“产品等级”)。目检质量验收准则旨在为评定可见的异常情况提供合适的工具。每一种情况下的图示和照片都与特定的要求有关。本文件描述的各种特性均可通过目视观察和/或对目视可观察要素的测量进行评定。

本文件加上了相应的用户要求，为质量保证及制造人员提供了有效的目检准则。

本文件不可能覆盖印制板工业遇到的所有可靠性问题，因此，凡本文件没有提到的特性应由用户和制造商协商。本文件的价值在于可将其作为基础文件，为了使之适合于某些特定的应用，可以对其进行补充、例外和变更等修改。

本文件规定了最低验收要求，而不是用作印制板制造或采购的性能规范。

一旦本文件规定的要求与适用的产品性能规范发生抵触，则应采取以下的优先顺序：

a) 认可的印制板采购文件

b) 适用的性能规范

c) 通用规范

d) 印制板的验收条件（IPC-A-600）

在作接收和/或拒收的决定时，必须遵守以上文件的优先顺序。

本文件可作为观察产品如何因工艺波动而导致其质量可能偏离的一种工具。参见 IPC-9191《实施统计过程控制的一般要求》。

IPC-A-600 提供了一种理解和解释自动检测技术(AIT)结果的有用工具。自动检测技术可用来评定本文件中图示的许多尺寸特性。

1.3 本文件的使用方法

本文件中的有关特性可分为两大类：

- 外部可观察特性（见 2.0）
- 内部可观察特性（见 3.0）

“外部可观察特性”是指那些可在或可从板的表面观察到和进行评定的特性或缺陷。在某些情况下，例如空洞或起泡，其实是一种内部现象，但可以从外观进行检察。
“内部可观察特性”是指那些需要对试样进行显微切片或其它方法处理才能检察和评定的特性或缺陷。在某些情况下，这些特性可以从外表观察到，但仍需要进行显微切片处理，以确定其是否符合可接收要求 。

为了能使检验有效进行，在评定过程中应保证试样有足够的照明。除试样本身引起的阴影外，照明不应在所研究的区域产生阴影。建议采用偏振光和/或暗视场照明,防止在检验强反射材料时受反光的影响。

1.4 产品等级

本文件公认印制板具体缺陷特性的可接收程度，可以由预期的最终使用目的决定。为此，根据功能可靠性和性能要求将印制板分为如下三个通用等级：

1 级 — 一般电子产品：包括消费类产品、某些计算机和计算机外围设备，适用于那些外观缺陷并不重要，主要要求是印制板功能的产品。

2 级 — 专用服务电子产品：包括通讯设备、高级商用机器和仪器。这些产品要求高性能和长寿命，同时希望能够不间断地工作，但不严格。允许有某些外观缺陷。

3 级 — 高可靠性电子产品：包括要求连续工作或应急运行的设备和产品。对这些设备来说，不允许出现故障停机，并且一旦需要就必须正常工作(例如生命支持系统或飞行控制系统)。这一等级的印制板适用于那些要求高级保障且正常运行是其最根本属性的产品。

本文件的验收准则是分级的，可分别按照三个等级中的任何一个等级来评定印制板产品。对某一具体特性使用某一等级并不意味着所有的其它特性也必须使用同一等级。等级的选择应基于最低要求 。用户对确定产品的

评定等级负最终责任。因此，必须根据适用的文件，如合同、采购文件、规范、标准和引用文件来作出接收和/或拒收的决定。用于产业部门例如宇航和军用航空电子的例外要求 在 IPC-6012 的性能规范单中有规定，并定为 3A 级，3B 级等。IPC-A-600 不包括此类例外要求的图示。鼓

引 言(续)

励使用者适用时以 IPC-6012 的相应部分代替 IPC-A-600 的条款。

1.5 验收准则

本文件中的大多数图示和照片同时表示各种具体特性的三个质量等级，即理想条件、可接收条件和不符合条件。而各个等级的验收准则,则分别用不同的文字加以说明。

理想条件 在多数情况下它接近完善的程度。虽然这是理想的状况，但不总是可以达到的，而且也不是保证印制板在其使用环境中的可靠性所必需的条件。

可接收条件 所叙述的状况虽然未必完美，但却能保证印制板在其使用环境中的完整性和可靠性。正如相关可接收准则的规定，可接收条件被认为至少对一个等级或多个等级是可以接收的，但可能不是对所有等级都可以接收的。

不符合条件 所叙述的状况不能足以保证印制板在其使用环境中的可靠性。不符合条件被认为至少对一个等级或多个等级是不可以接收的，但按相关验收准则的规定，可能其它等级是可以接收的。

这里描述的理想条件、可接收条件和不符合条件及相关验收准则只代表一般的行业惯例。对于特殊的产品设计，其要求可能与这些准则不一致。

为了更清楚地表达所讨论的缺陷特性，所用的照片和/或图示，往往有些夸张。条文说明与图示之间并非总是对应的；很难找到许多案例都与验收准则相一致。当本标准中的图例或照片与书面条文的说明不一致时，应采纳书面条文的规定。

还宜注意到本文件中某些照片同时用来表示多种条件。因此，本文件的使用者应特别注意每章的标题，以避免产生误解。

对于给定的不符合条件，应该理解为凡缺陷程度低于不符合条件的所有其它状况都是可以接收的。因此，例如某项准则规定不符合条件为表面 50%出现麻点，这意味着在该等级中，只要产生麻点的表面小于 50%，对该特性来说是可以接收的。显然，1 级板不符合意味着 2 级和 3 级也都不符合；同样，2 级板不符合意味着 3 级也不符合。

检验员**不应**选择所检验产品归属哪一个等级。在作出接收和/或拒收决定时，必须遵守文件的优先顺序。也就是通常的合同、采购文件、规范和引用文件。

在所有情况下，应向检验员提供确定送检产品属于哪一个等级的文件。
与该文件相关的目视检验程序和要求，**应**与所适用的性能规范的要求相一致。

一旦存在抵触时，应采用下列优先顺序：

1. 采购文件。
2. 反映客户详细要求的采购文件。
3. 客户指定的其它文件。
4. 客户要求引用的最终产品的性能规范，例如 IPC-6010 系列文件。
5. 本验收文件。

印制板质量应该一致，并**应**符合 IPC-6010 系列文件的规定。

IPC-6010 系列文件为印制板规定了最低可接受要求。而本文件，即 IPC-A-600，则是为上述要求提供图示解释的一种参考性的补充文件。

IPC-A-600 可以作为一种检验支持性文件。它没有规定对在制产品的检验的频度或最终产品检验的频度，也没有规定出现非正常制造过程警示所允许的次数或对所定义的缺陷允许修复/返工的次数。

对外部特性进行目视检验**应**在 1.75 倍放大镜下（屈光度为 3）进行。如果缺陷的可接收性不明显，则宜将放大倍数逐步调高（直至 40 倍）以确定是否不符合。对于尺寸检验，例如间距或导线宽度的测量，可能要求采用其它放大倍数和使用有标度线或刻度的仪器，以便能对具体的尺寸进行精确测量。合同或规范也可能对放大倍数有其它要求。

对于镀覆孔，**应**在 100 倍放大下检查铜箔和镀层的完整性，而仲裁检验则应在放大 200 倍下进行。

自动检验技术（AIT）可用于评定本文件图示中的许多尺寸特性。

1.6 引用文件

下列文件在本文件规定的范围内，构成本文件的一部分。**应**优先采用订货时的有效版本。

J-STD-003 印制板可焊性试验

IPC-T-50 电子电路互连与封装术语和定义

引 言(续)

IPC-TM-650 试验方法手册
2.1.1E 2004-05 显微剖切
2.1.1.2A 2004 05 显微剖 切，
半自动或全自动技术的剖切设备（替代的方法）
2.2.2 1997-08 光学尺寸验证
2.2.7A 1986-05 镀覆孔尺寸测量
2.3.25C 2001-02 表面离子污染的检察和测量
2.3.26B 1997-08 表面离子污染的检察（动态法）
2.4.1E 2004-05 附着力 胶带试验法
2.4.15A 1976-03 铜箔表面涂层
2.4.22C 1999-06 弓曲与扭曲
2.4.28.1D 2004-05 阻焊剂（阻焊膜）附着力 胶带试验法
2.6.3F 2004-05 湿度和绝缘电阻

IPC-SM-840 印制板用永久性聚合物涂层（阻焊膜）的鉴定与性能规范

IPC-2220 印制板设计标准系列

IPC-6010 印制板性能规范系列

IPC-9191 实施统计过程控制的通用要求

1.7 尺寸与公差

本文件规定的各种尺寸和公差仅适用于最终产品。尺寸以确切的 SI 制（米制）表示，换算的英制（英寸）单位表示在方括号[ ]内。

参考信息在圆括号（ ）内给出。

1.8 术语和定义

术语和定义应符合 IPC-T-50 的规定。

1.9 工艺质量

按本文件的要求制造的各种印制板产品应采用这样一种方式进行生产，即能获得均匀一致的品质，并能防止那些可能影响产品的寿命或使用可靠性的灰尘、外来物、油污、指印、焊剂残渣或其他沾染物的污染。印制板上不应存在超过本文件允许的缺陷，至于本文件没有明确涉及的缺陷能否接收，应由产品的使用方和供方协商确定。

引 言

本节叙述了从表面可观察到的各种特性，它们包括下述印制电路板的外部特性，以及某些可以从表面观察到的内部特性，

- **表面缺陷**：如毛刺、缺口、划痕、凹槽、纤维划伤、露织物和空洞等。
- **表面下缺陷**：如外来夹杂物、白斑/微裂纹、分层、粉红环及层压空洞。
- **导电图形的缺陷**：如附着力下降、由于缺口、针孔、划痕、表面镀层或涂覆层缺陷等引起的导线宽度和厚度的减少。
- **孔的特性**：如孔径、对位不准、外来夹杂物及镀层或涂覆层的缺陷。
- **标记异常**：包括位置、大小、可读性及准确度。
- **阻焊剂表面涂覆层的缺陷**：如对位不准、起泡、气泡、分层、附着力、物理损伤及厚度偏差。
- **尺寸特性**：包括印制板尺寸及厚度、孔径及图形精度、导线宽度及间距、重合度及环宽。

2.1 板边缘

沿着板边缘的诸如毛刺、缺口或晕圈等缺陷，只要它们不超过下列要求，就可以接收。

2.1.1 毛刺

毛刺表现为从表面伸出来的不规则的小块状或团状凸出，它是机械加工的结果，例如钻孔或切割。

2.1.1.1 非金属毛刺

理想条件—1、2、3 级

- 边缘状况—光滑，无毛刺

可接收条件—1、2、3 级

- 边缘状况—粗糙但无缺损。
- 边缘状况—有疏松毛刺但不影响安装和功能

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.1.1.2 金属毛刺

理想条件—1、2、3 级

- 边缘状况—光滑，无毛刺

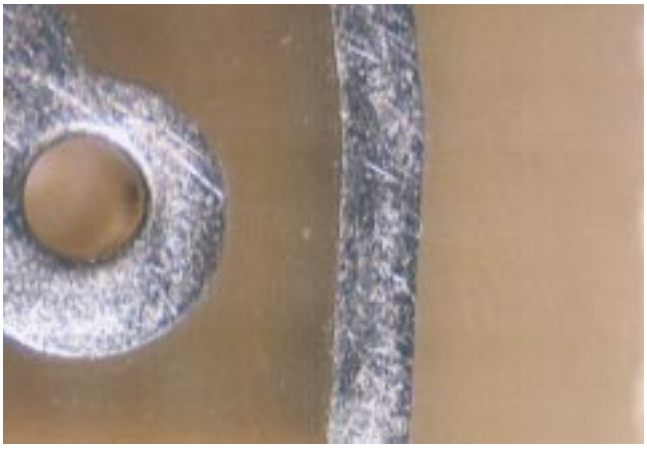
可接收条件—1、2、3 级

- 边缘状况—粗糙但无缺损。
- 边缘状况— 无疏松毛刺

不符合条件—1、2、3 级

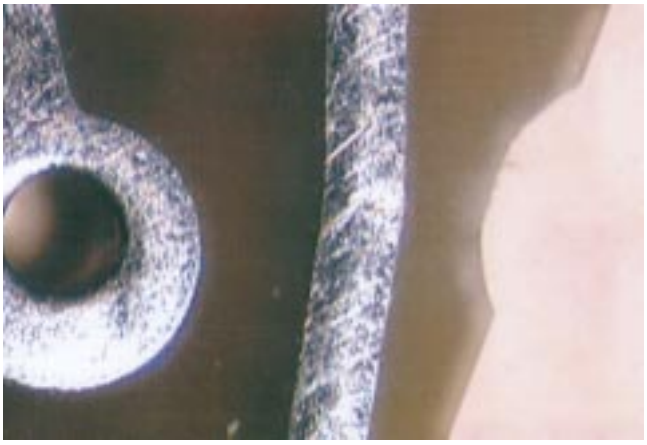
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.1.2 缺口



理想条件—1、2、3 级

- 边缘状况—光滑，无缺口。



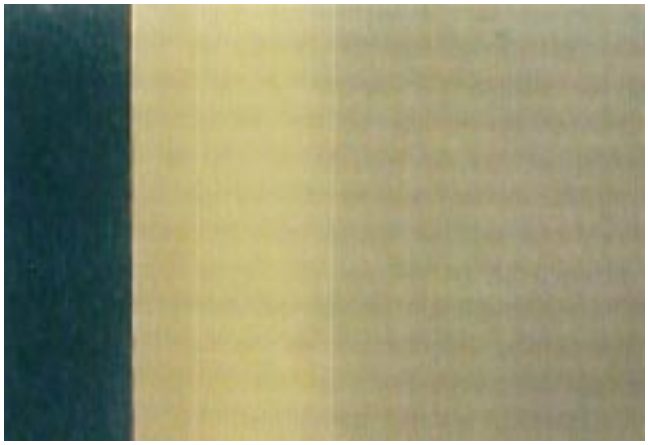
可接收条件—1、2、3 级

- 边缘粗糙，但无缺损。
- 缺口深度不大于板边缘与最近导体间距的 50%或大于 2.5mm [0.0984 in]，两者中取较小值。

不符合条件—1、2、3 级

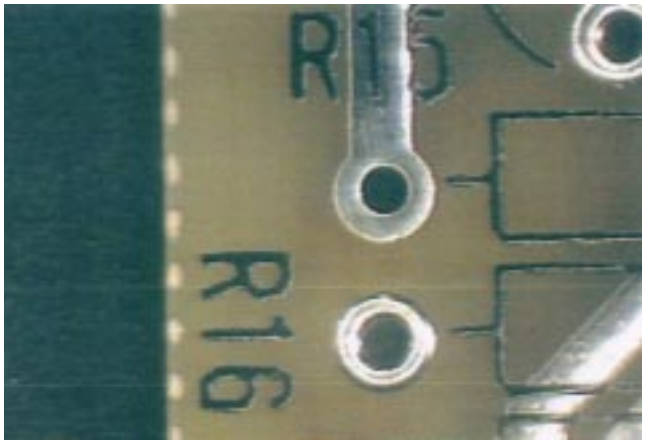
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.1.3 晕圈



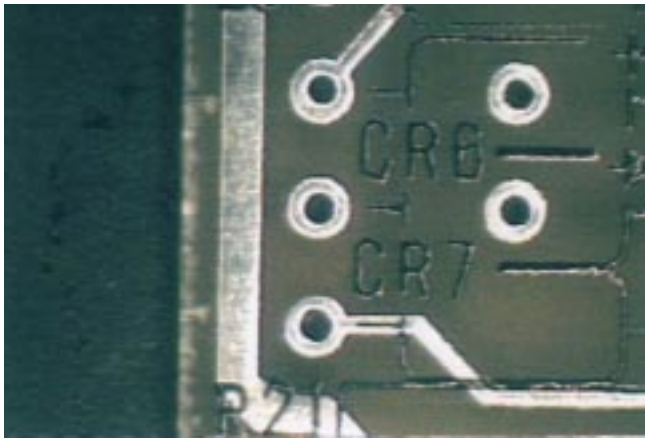
理想条件—1、2、3 级

• 无晕圈.



可接收条件—1、2、3 级

• 晕圈的范围使从板边缘与最近导电图形间未受影响的距离减少不超过 50%，或大于 2.5 mm [0.0984 in]，两者中取较小值。



不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

引 言

缺陷的鉴别

印制板行业中，关于基板中各种缺陷的鉴别存在着相当多的混乱。为了帮助识别这些缺陷，以下这这些章节为各种缺陷提供了相关的定义、图示和照片，精确的解释和区分了下列状况：

表面 2.2

- 露织物 2.2.1
- 显布纹 2.2.2
- 露纤维/纤维断裂 2.2.3
- 麻点和空洞 2.2.4

表面下 2.3

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

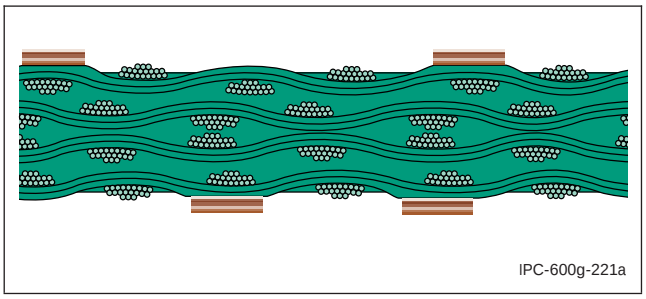
重要的是,我们应注意层压板缺陷可能是在印制板生产者从基板商接收板材时就已经存在,或是在印制板制造期间才显露出来。有些缺陷则可能是在加工过程中产生的。

验收准则的采用

不是每个人都能成为层压板缺陷专家，因此必须制订一些非破坏性的目视准则，以助于作出有关验收等级的决定。

2.2.1 露织物

露织物：指基材的一种表面状况，即尚未断裂的织物纤维没有被树脂完全覆盖。



注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价

可接收条件—1、2、3 级

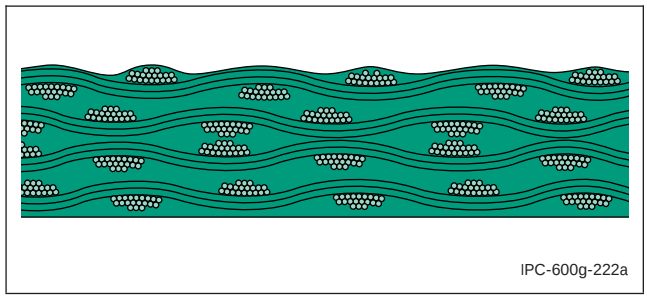
.导体间除去露织物区域之外，余下的距离满足最小导线间距要求。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.2.2 显布纹

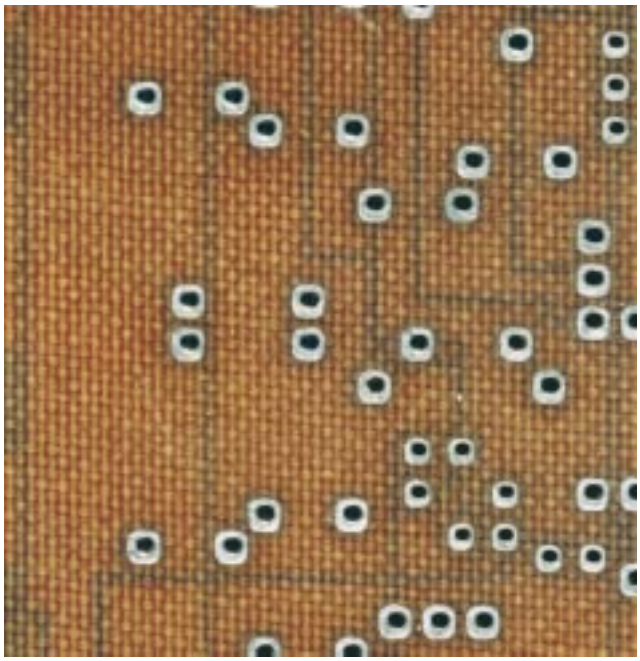
显布纹：指基材的一种表面状况，即尚未断裂的织物纤维虽被树脂完全覆盖，但编织纹路明显。



注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价

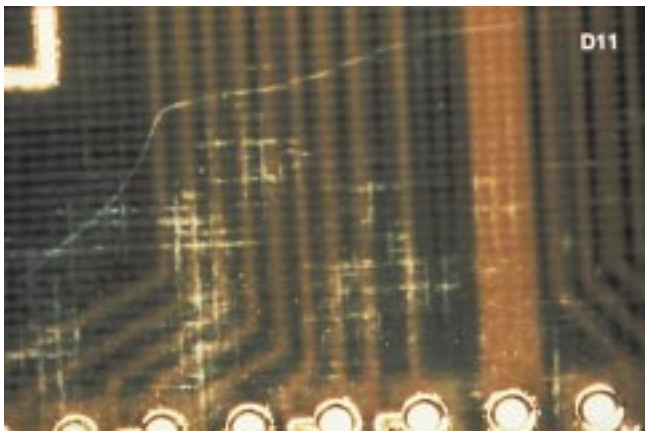
可接收条件—1、2、3 级

. 导体间除去露织物区域之外，余下的距离满足最小导线间距要求。



该示例既可能是露织物，也可能是显布纹。在这视图中无法区分其差别。可采用非破坏性测试（用倾斜照明显微镜观察）或显微剖切确定。

2.2.3 露纤维/纤维断裂



可接收条件—1、2、3 级

• 纤维的暴露断裂范围没有引起导线桥接，也未使导线的间距减少到低于最小要求。

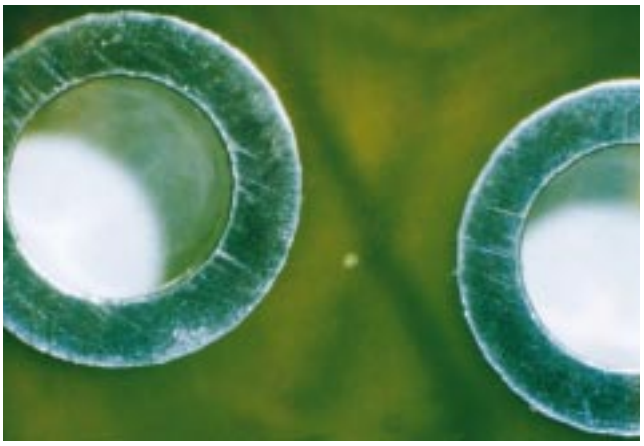
不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.2.4 麻点和空洞

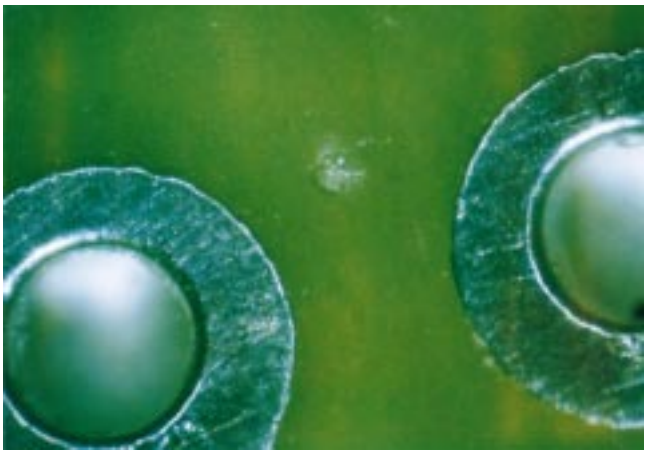
理想条件—1、2、3 级

- 没有麻点或空洞



可接收条件—1、2、3 级

- 麻点或空洞不大于 0.8 mm[0.031 in]。
- 每面受影响的区域小于该面积的 5%。
- 麻点或空洞没有在导体间产生桥接。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

引 言

本节重点介绍透过基材本身和某些阻焊层从外表可观察到的层压基材表面下的状况。最常见的基材表面下状况有：白斑、微裂纹、分层、起泡和外来夹杂物。这些状况可在印制版整个生产过程和检验过程中发现，例如：

- 由基板生产商制造的覆金属箔基材在来料检验时；
- 在印制版生产商蚀刻金属箔后为多层印制板制备“内层”图形的过程中；
- 为了形成所需导电图形和标记，在印制板“外”层蚀刻之后；
- 烘干操作（例如阻焊剂或元件字符）之后；
- 热冲击之后，例如焊料热熔/涂覆或可焊性测试过程。

几十年来，基材的表面下状况已成为印制板行业内不容忽视的问题。在这些表面下状况中，白斑和微裂纹一直最受关注。白斑和微裂纹已成为两届 IPC“蓝带委员会”的专家所关注的焦点。下面是 IPC 蓝带委员会的概述和补充说明：

第一届 IPC 蓝带委员会关于白斑的概述

这届委员会对印制板基材表面和表面下的现象，主要是白斑方面，进行了广泛的探讨。作为该项研究成果，IPC 于 1973 年发表了《印制电路板中的白斑，报告文献》。该委员会旨在尽可能多地搜集现有的关于白斑以及其他表面/表面下现象的资料，并规范其术语、定义（说明）、照片以及实例。委员会一致认为业界已做了充分的研究，委员会可以为“白斑”作结论了。委员会的建议如下：“根据对现有文献和研究及测试数据的全面考察表明，从外观上讲，白斑可能是不好的，但即使是最严重的白斑，对成品的功能特性的影响也是极微的，白斑大多数情况下是无足轻重的。

说明：尽管有委员会的建议和业界的研究数据，仍有多数政府及业界人士强烈抵制，他们拒不接受白斑只是一种外观上的缺陷，在大多数应用中无功能性影响的观点。多数公司的规范中仍保留“没有白斑”的要求。但是当白斑或其他拒收的表面/表面下现象严重影响其生产进度时，用户（或验收部门）就会行文制订白斑（通常包括其他表面和表面下现象）的验收导则。新的验收导则以导线间距减小的尺寸、百分比，以及受影响区域的面积为基础，具体要求因用户不同而异。随着技术的发展，尤其是导线间距的减小，白斑及其他表面/表面下现象的影响重新成为业界关注的焦点。因此，关于白斑的第二届 IPC 蓝带委员会应时而生。

第二届 IPC 蓝带委员会关于白斑的概述

这届委员会成立于 1978 年底。它复审了第一届委员会的发现，向业界征寻了更多的数据资料，并审阅了 IPC 会员提供的专有验收准则。第二届蓝带委员会得出了同样的结论。白斑是一种外观性的制程警示，在大多数应用中，几乎没有任何有关影响产品的性能的报道。一个重要的例外是高压电应用。此时仍有一些政府机构和业界公司反对无条件地接收白斑。因此，该委员会制定了一套由所有 IPC 会员一致同意的白斑/微裂纹规范。适用于印制板电子组装过程中三个主要阶段:层压板材料、印制板终检和印制板组装后。这些规范包括导线间距减小的百分比（不超出最小的导线间距）和基于产品级别的印制板（或组装件）每个面的白斑区的大小。这些规范作为修改单补充到 IPC-A-600C 的首印版中，并纳入 IPC-A-600C 的再版中，在 IPC-A-600D 版中以不同形式出现。

说明：反对方阐明的主要顾虑归纳如下：

• 绝缘电阻，包括体积电阻和表面电阻——一些报告和现有的测试数据都表明，绝缘电阻受白斑或微裂纹的影响不明显。

• 污染——离子残留物可能会扩散或被“抽吸”（由于大气压变化）到白斑或微裂纹中，并会导致绝缘电阻的降低或阴阳极丝(CAF)的生长进而短路。盐雾试验表明，这个根据不能成立，大多数离子物（例如盐）不会扩散到基材中。

• 所用电压——高压应用关系重大（尤其是白斑或微裂纹中可能出现“电晕”的情况下），与类似的无白斑/微裂纹区域，绝缘强度降低了 20%～50%，尤其在 20 km（12.43 mile）以上的高空。

• 环境——大多数白斑/微裂纹不会因环境测试而增加或尺寸扩大。

引 言(续)

IPC-A-600E 版本是第一个反映表面贴装元件技术要求的修订版。由此，对白斑和微裂纹的验收要求便分开了。就白斑而言，验收要求允许其跨接表面导线间距。这样规定是基于白斑的定义、测试数据，而且业界的经验中从来没有白斑导致功能失效的记载。微裂纹是产生于基材内的一种更不受控的分离现象，形成白斑间的互连，其范围可能跨接相邻的导电图形。因此，对白斑的验收要求与类似的分层和起泡情况相同。

相当一段时期内，一些指导规范过于看重白斑现象。再者，外观已成为一个主要的验收准则。事实上，迄今为止，根据所有军方及工业界测试发现，白斑从未导致过任何失效。IPC、业界及各军方机构在极端环境条件下，对出现严重白斑的组件进行了广泛的测试，并没有发现白斑有增长、扩散或有损于组件的功能的现象。白斑不宜作为拒收的理由。

白斑是发生在编织纤维增强型层压基板内的一种内在现象，基材内的纤维纱束在交叉处的粘合发生分离。“微裂纹”一词有时用来描述表面上连成片的白斑阵列现象。这种称作微裂纹的互联的白斑，其实是分层的一种形式，即纤维纱线沿其长度方向与树脂发生了分离。对于未交织的材料，这种情况类似于白斑但是随意排列且形状不规则。（见图 1）

在一项研究案例中，所观察到的白斑现象主要成因是能快速扩散到环氧玻璃中的湿气和元件焊接时的温度共同作用的结果。元件贴装时产生的局部高温造成裹挟的湿气蒸发，并破坏环氧玻璃在“接合点”（环氧玻璃布经线与纬线交叉处）的粘合。根据以往的经验，我们知道环氧玻璃会吸收大气中的湿气，当湿气含量超过 0.3%(重量比)时，在浸焊/热风整平和/或组装焊接作业中会使白斑增加。

造成白斑/微裂纹现象的原因还有：树脂的成分、层压方法、偶合剂，Tg 等。过去搜集到的报告显示，白斑和微裂纹范围超过间距的 50%以上时，也不会影响硬件的可靠性。既然所有测试报告都显示白斑无害，而且没有现场失效的报告，为什么我们还如此关心白斑和微裂纹现象呢？因为理论上看来，如果导线之间布满白斑，同时伴有湿气或其他污染物，那么在导线之间可能有铜的迁移（即绝缘电阻失效）。

尽管上文分析了潜在的失效机理，但出现这样的失效（绝缘电阻或迁移失效）几乎是不可能的。首先需要白斑填满导电图形之间。其次，印制板/组件内需要有潮气，并伴有导电的或离子的污染物，例如氯化物。

引 言(续)

本例是业界一个典型实例。白斑位于两个镀通孔之间的中央（见图 2），其宽度为 0.35 mm。要想使铜迁移成为可能，白斑必须占满两个镀通孔之间的区域。这种情况当然微乎其微。

图 3 表示的是两个表面导线之间存在潜在失效机理的条件。它要求一根带正（+）电的导线刚好落在纤维交织点上，同时还要求另一个带负（-）电的导线也刚好落在纤维交织点上。要想这两个导线通过基材产生电气短路而失效，需存在以下这样一条导电通路：从一根导线开始，经由尚存的介质材料（树脂和纤维）到分离点（纤维交织处，即白斑），沿着分离向另一根导线的方向，再经过尚存的介质材料（树脂和纤维），最后到达另一根导线。上述条件均符合的情况下，还需要这两个相邻导线之间有电位差。这是非常不可能的事情。这也是为什么业界至今尚无任何由于白斑造成可靠性问题的原因。

确定电子组件验收准则时，要考虑上述所有可能发生的情况，不宜把白斑作为拒收的理由。宜作为一个制程警示，告诉你制程正面临失控的可能，赶快纠正问题，而不是报废产品，分析上述种种可能，排查隐患。

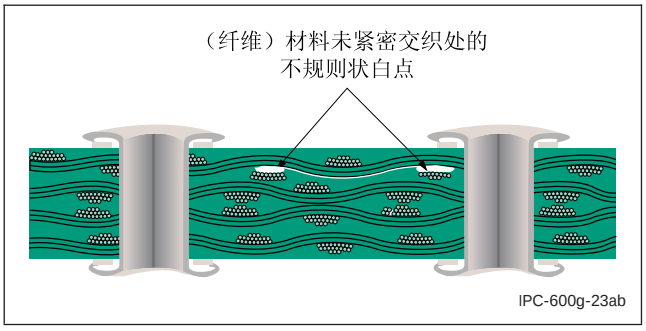


图 1
注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价

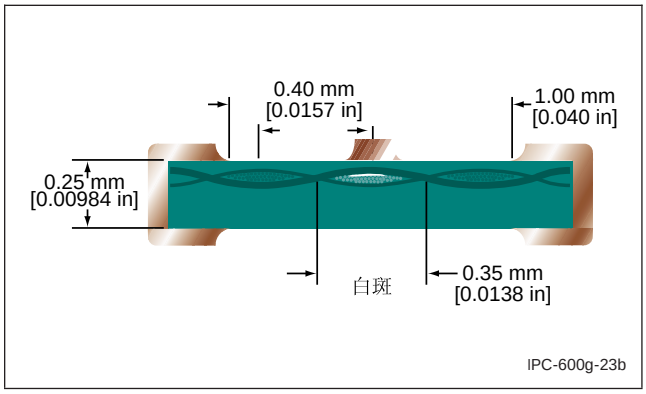


图 2
注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价

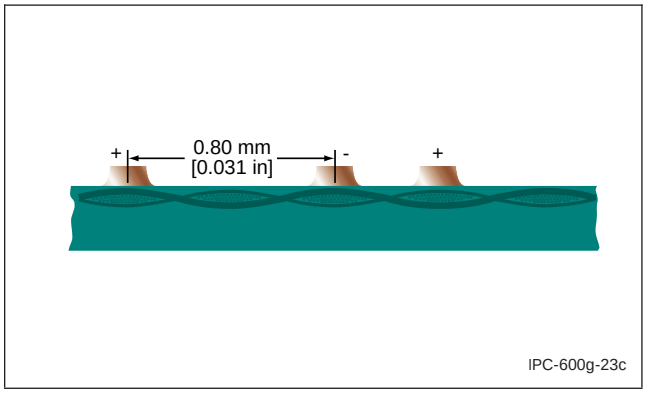
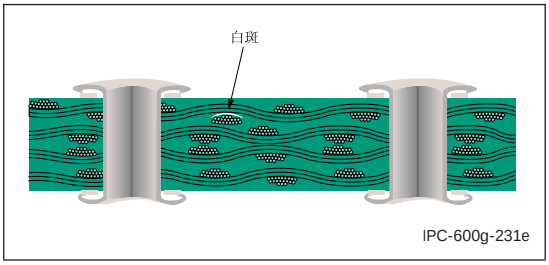


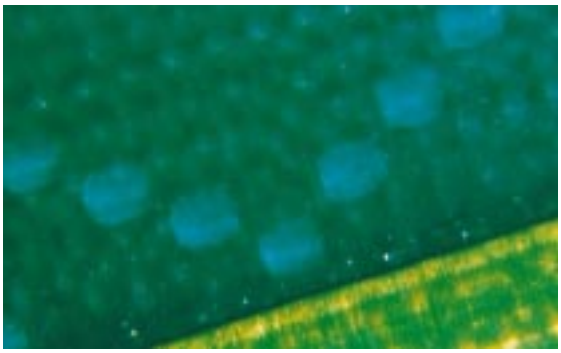
图 3
注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价

2.3.1 白 斑

白斑：白斑表现为基材表面下不连续的白色方块或“十字”纹，其形成通常与热应力有关。白斑是一种基材表面下现象，在新层压基材上和织物增强层压板制成的各种板上都时有发生。由于白斑绝对出现在表面下并且是在纤维束交叉处发生分离而出现，因此，其出现的位置相对于表面导线毫无意义。

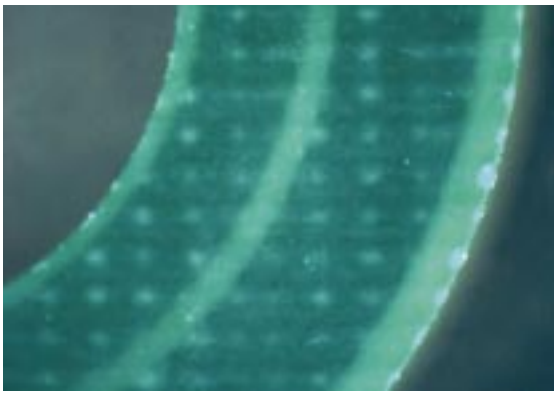


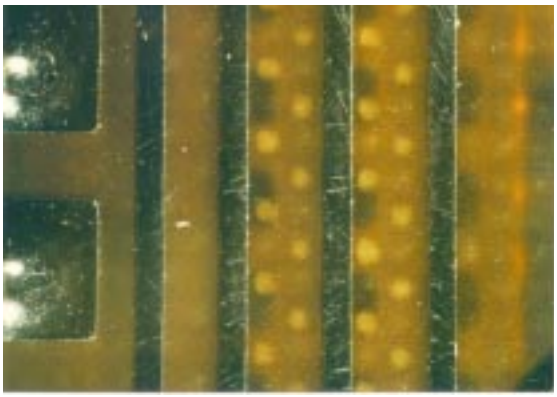
注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价



可接收条件—1、2、3 级

- 除了用户确定的用于高电压场合外，白斑对所有产品来说都是可以接收的。

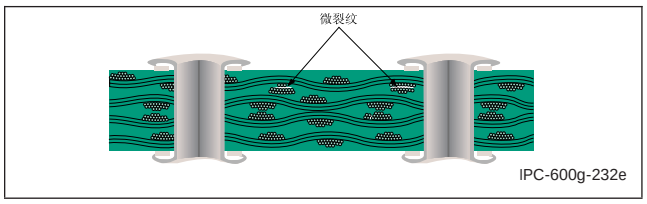




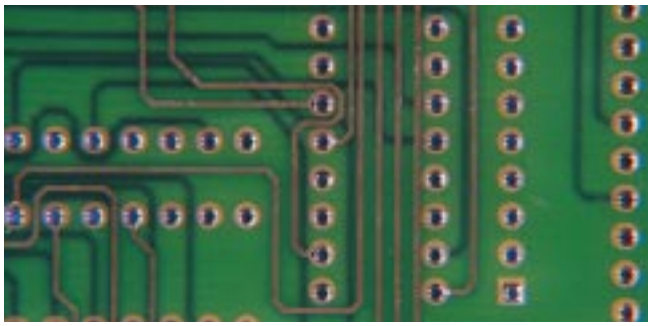
注：白斑从表面观察而得。剖面图仅供图示用。

2.3.2 微裂纹

微裂纹：是层压基材内纤维发生分离的一种内部状况。微裂纹可在纤维交织处或沿纤维丝长度方向出现。微裂纹状况表现为基材表面下相连的白点或“十字纹”，通常与机械应力有关。当十字纹相互连接时，微裂纹状况评定如下：

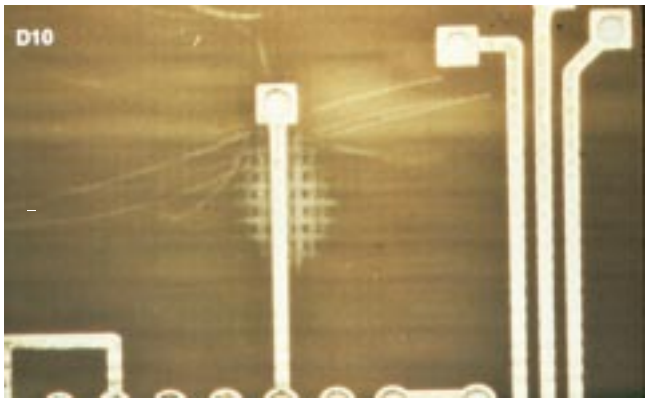


注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价



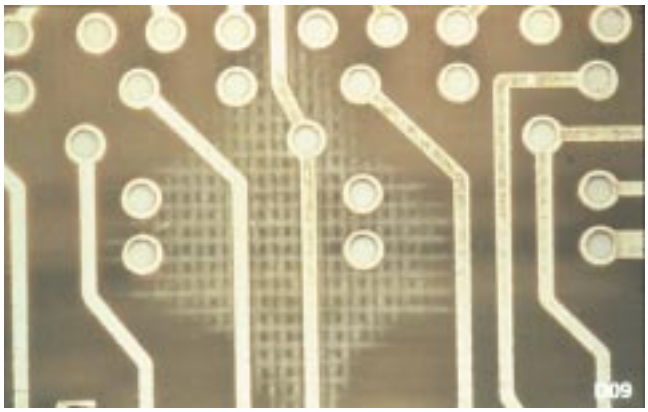
理想条件—1、2、3 级

- 无微裂纹。



可接收条件—2、3 级

- 该缺陷未导线间距低于最小导线间距值；
- 微裂纹的距离不超过相邻非共接电路的导电图形之间距离的 50%；
- 没有因为模拟制造过程的热测试而扩大；
- 板边的微裂纹不会减小板边与导电图形间的最小距离；若未规定时，则为不大于 2.5 mm [0.0984 in]



可接收条件—1 级

- 该缺陷不使导线间距低于最小导线间距值；
- 没有因为模拟制造过程的热测试而扩大；
- 板边的微裂纹不会减小板边与导电图形间的最小距离；若未规定时，则为 2.5 mm [0.0984 in]

不符合条件—1、2、3 级

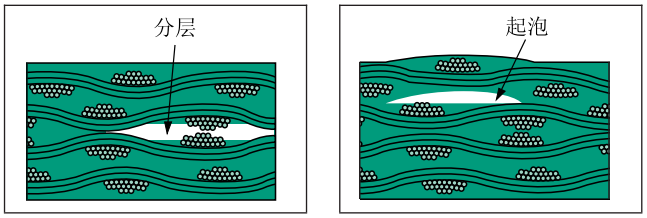
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注：微裂纹从表面观察而得。剖面图仅供说明用。

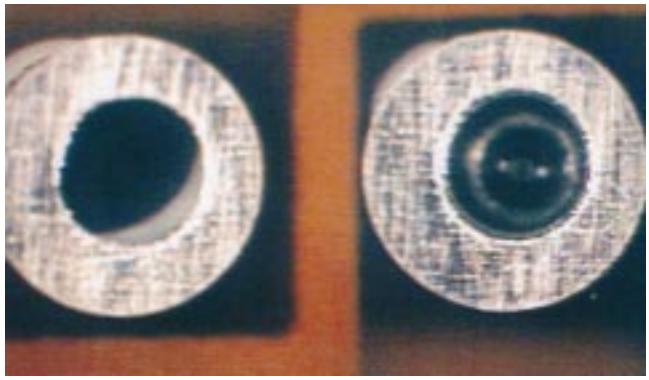
2.3.3 分层/起泡

分层：出现在基材内的层之间、基材与导电箔之间或任何其它印制板层内的分离现象。

起泡：表现为层压基材的任意层之间或者基材与导电箔或保护性涂层之间的局部膨胀和分离的分层。

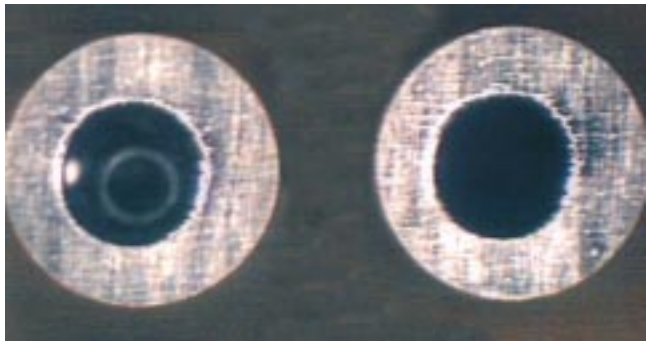


注：此图仅用于图示，并不要求做显微剖切评价



理想条件—1、2、3 级

- 没有分层或起泡

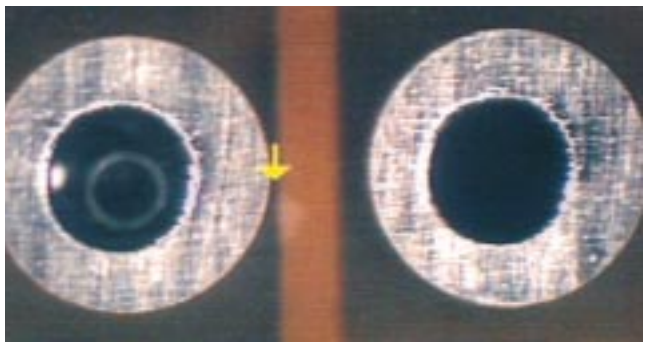


可接收条件—2、3 级

- 受缺陷影响的面积不超过板子每面面积的 1 %。
- 缺陷没有将导电图形间的间距减小到低于规定的最小间距要求。
- 起泡或分层跨距不大于相邻导电图形之间距离的 25%。
- 经过模拟制造条件的热应力试验后缺陷不扩大。
- 与板边缘距离不小于规定的板边缘与导电图形间的最小距离;若未规定时,则大于 2.5 mm [0.0984 in]

可接收条件—1 级

- 受缺陷影响的面积不能超过板子每面面积的 1%。
- 起泡或分层跨距大于相邻导线间距的 25%，但没有将导电图形间的间距减小到低于最小间距要求。
- 经过模拟制造条件的热应力试验后缺陷不扩大
- 与板边缘距离不小于规定的板边缘与导电图形间的最小距离;若未规定时,则大于 2.5 mm [0.0984 in]



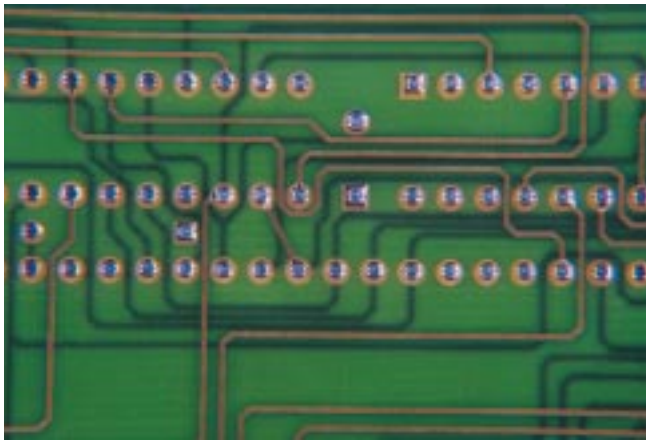
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

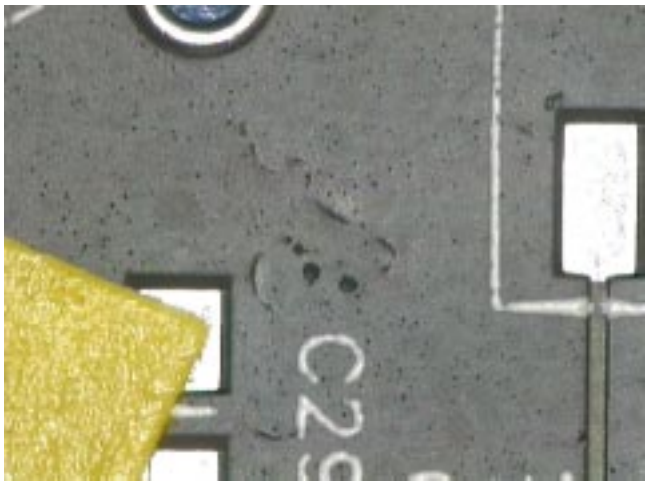
注：受影响的面积，是由各缺陷面积的总和除以印制板的总面积来确定的。各面应分别进行确定。

2.3.4 外来夹杂物

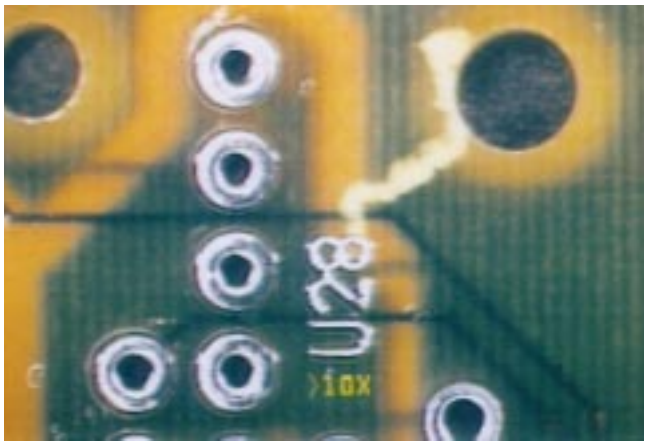
外来夹杂物：是指夹裹在绝缘材料内的金属或非金属微粒。
外来夹杂物可以在基板原材料、预浸材料（B 阶段）、或已制成的多层印制板中被检测出来。外来物可能是导体也可能是非导体，这两种情况均依据其大小及所在部位来确定是否拒收。



理想条件—1、2、3 级
- 没有外来夹杂物。

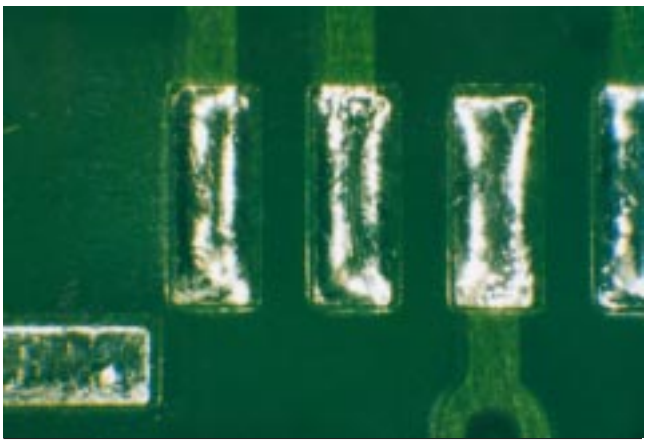


可接收条件—1、2、3 级
- 夹裹在板内的半透明微粒应可接收。
- 板内的不透明微粒在没有减小相邻导线间距至低于 IPC-6010 系列文件中最小间距时应可接收。
- 板的电气性能未受影响。



不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.4.1 不润湿

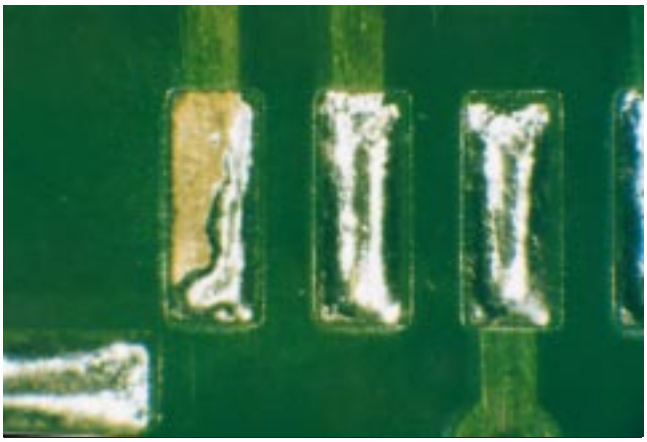


理想条件—1、2、3 级

• 没有不润湿。

可接收条件—1、2、3 级

• 未被阻焊剂或其他涂覆层覆盖的所有导体表面完全润湿。垂直立面（导线和焊盘）区域可以不被覆盖。

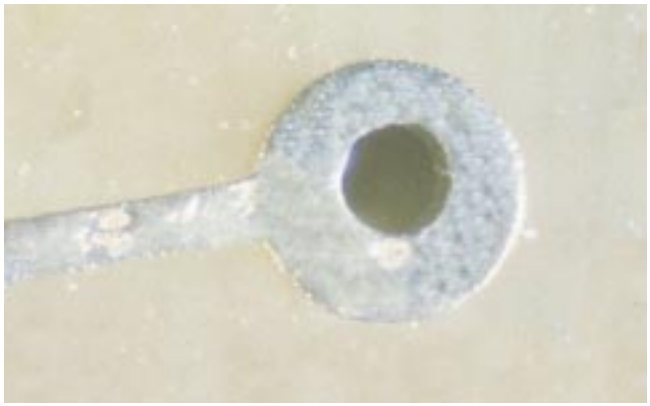


不符合条件—1、2、3 级

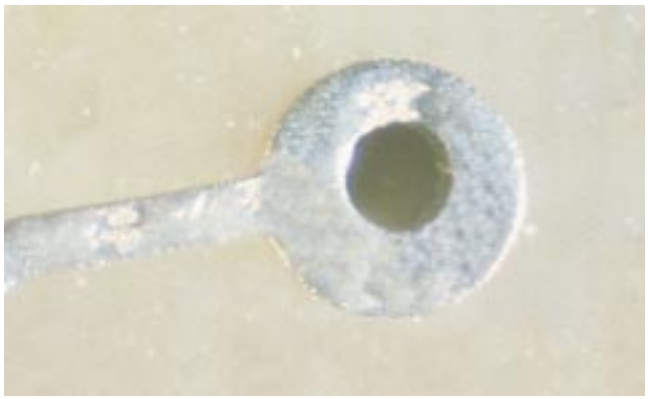
• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.4.2 退润湿

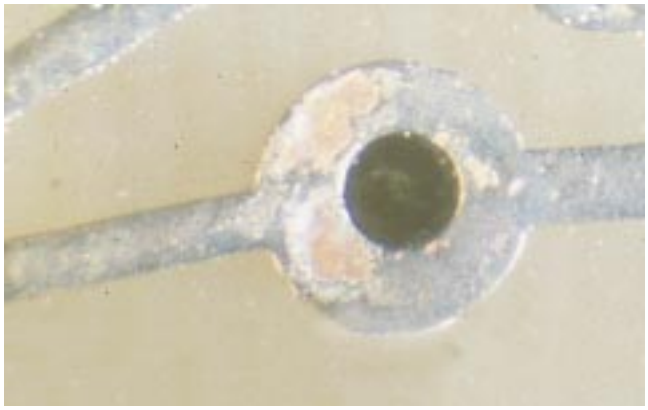
理想条件—1、2、3 级
- 没有退润湿。



可接收条件—2、3 级
- 在导线上和接地层或电源层上。
- 每个焊接连接盘上不大于 5%的面积。

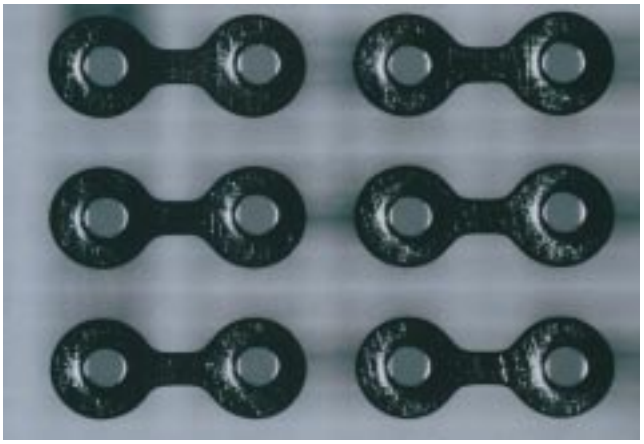


可接收条件—1 级
- 在导线上和接地层或电源层上。
- 每个焊接连接盘上不大于 15%的面积。



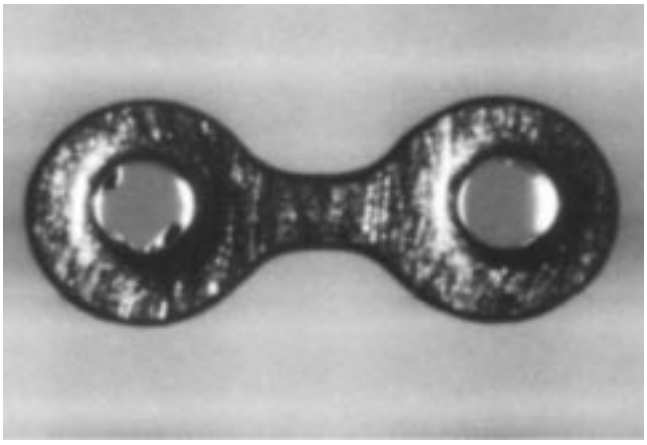
不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.5.1 结瘤/毛刺



理想条件—1、2、3 级

- 没有结瘤或毛刺。



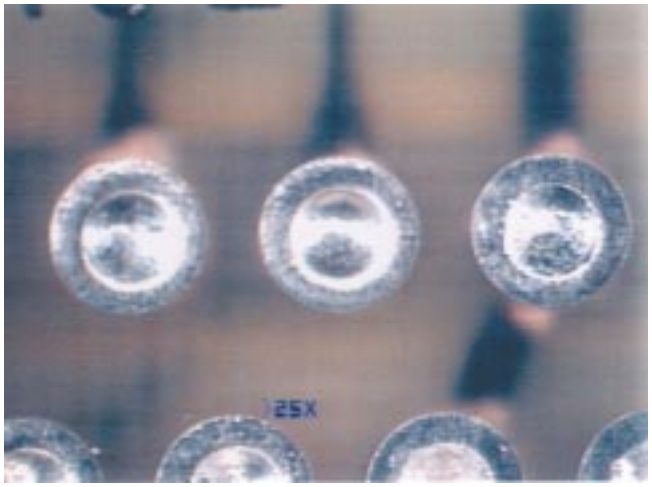
可接收条件—1、2、3 级

- 能满足涂覆后最小孔径的要求。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

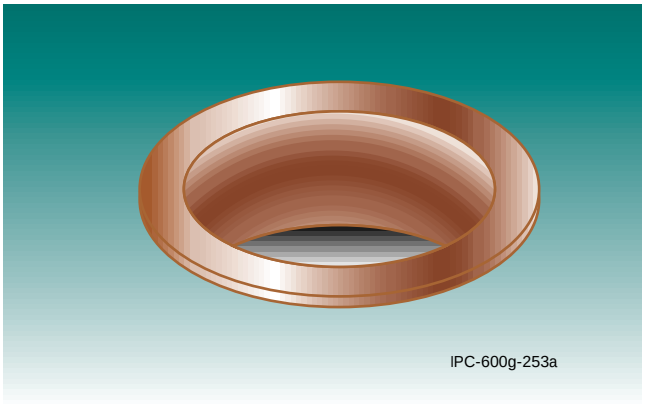
2.5.2 粉红环



理想条件—1、2、3 级

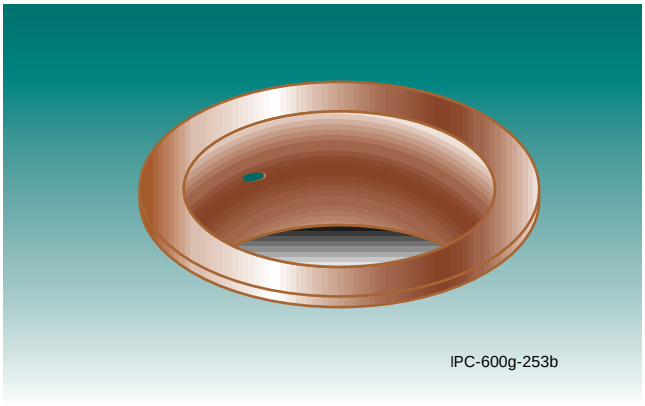
• 没有证据表明粉红环会影响印制板的功能。过量的粉红环可将其考虑为一种工艺过程的警示，但不能作为拒收的理由。应将关注的焦点集中在层压粘结和孔的清洗与调整工艺的质量上。

2.5.3 铜镀层空洞

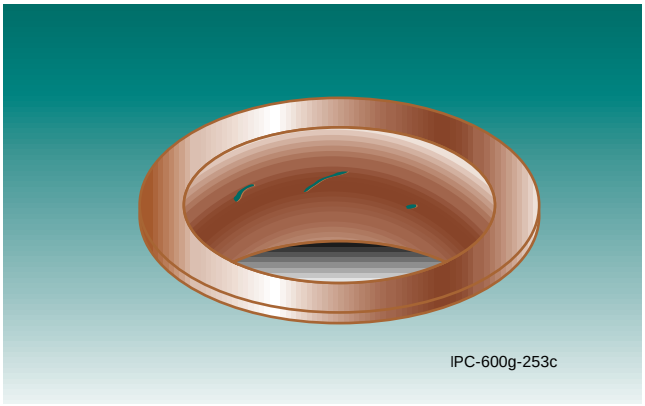


理想条件—1、2、3 级
- 没有空洞。

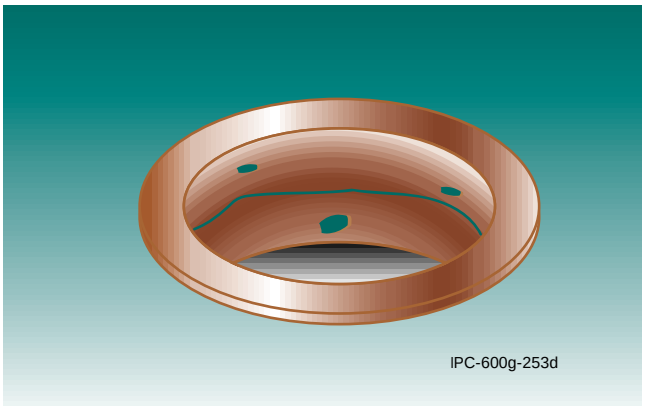
可接收条件—3 级
- 孔内无空洞迹象。



可接收条件—2 级
- 任一孔内空洞不多于一个。
- 含空洞的孔数不超过 5%。
- 空洞长度不超过孔长的 5%。
- 空洞小于圆周的 90° 。

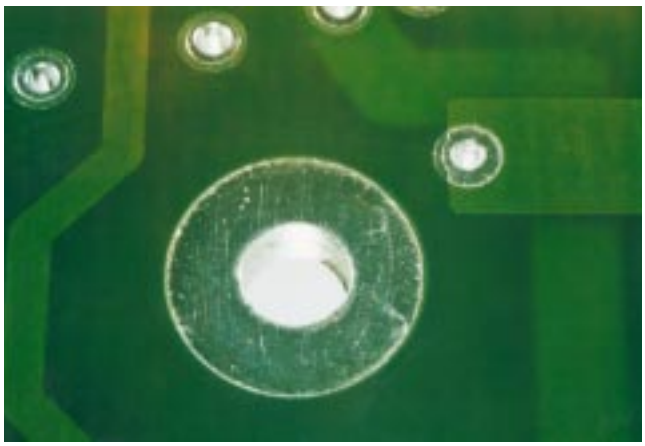


可接收条件—1 级
- 任一孔内空洞不多于三个。
- 含空洞的孔数不超过 10%。
- 空洞长度不超过孔长的 10%。
- 所有空洞小于圆周的 90° 。

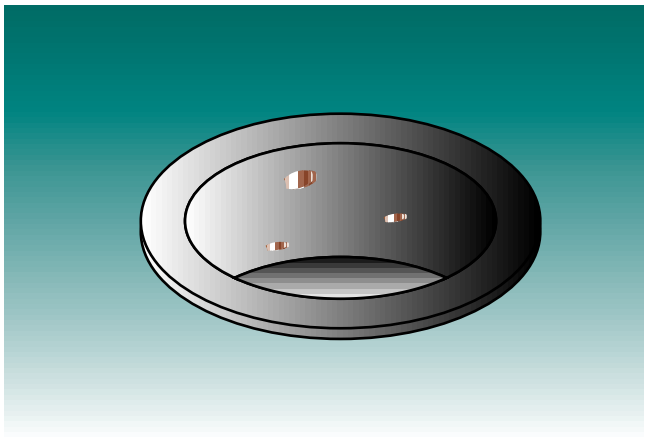


不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.5.4 最终涂覆层空洞

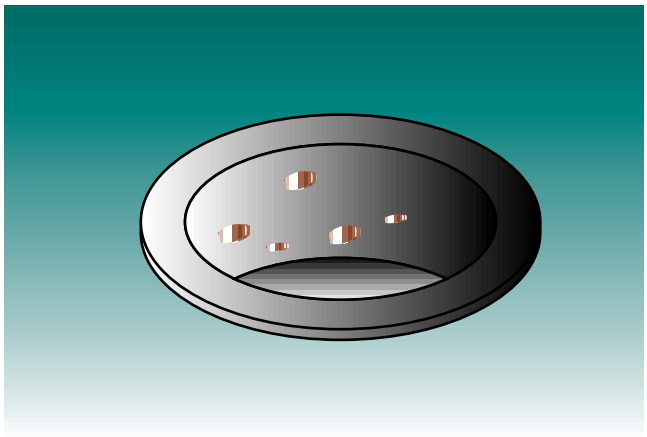


理想条件—1、2、3 级
- 没有空洞。



可接收条件—3 级
- 任一孔内不超过一个空洞。
- 含空洞的孔数不超过 5%。
- 空洞长度不超过孔长的 5%。
- 空洞小于圆周的 90°。

可接收条件—2 级
- 任一孔内空洞不超过三个。
- 含空洞的孔数不超过 5%。
- 任何空洞不超过孔长的 5%。
- 所有空洞小于圆周的 90°。



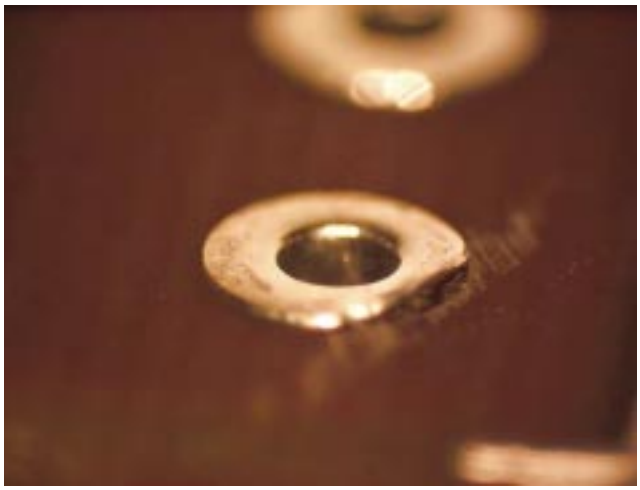
可接收条件—1 级
- 任一孔内空洞不超过五个。
- 含空洞的孔数不超过 15%。
- 任何空洞不超过孔长的 10%。
- 所有空洞小于圆周的 90°。

不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.5.5 连接盘起翘--（目检）

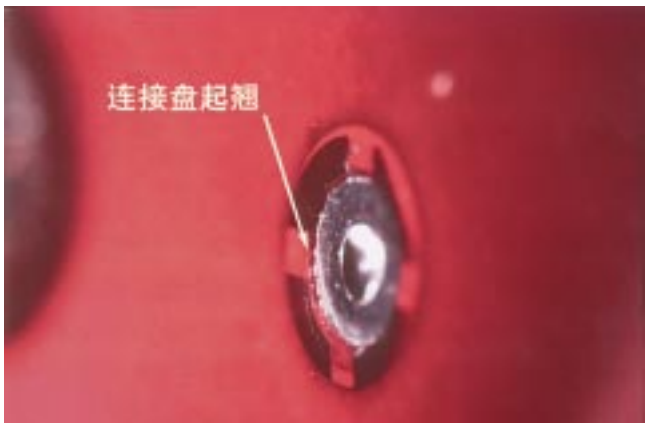
理想条件—1、2、3 级

• 没有连接盘起翘。



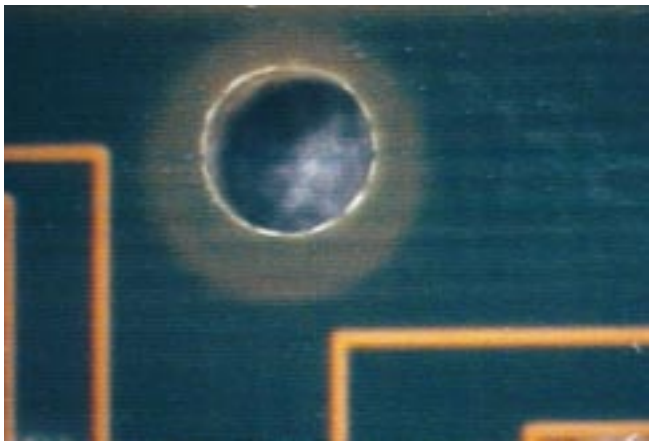
不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。



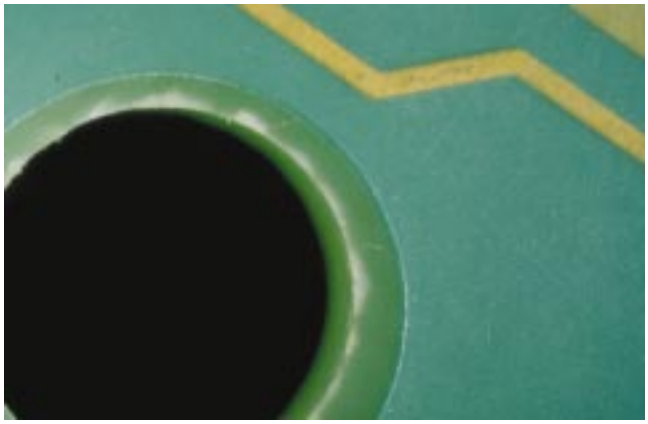
2.6.1 晕圈

晕圈：是一种由于机加工引起的基材表面上或表面下的碎裂或分层现象；晕圈通常表现为在孔的周围或其它机加工的部位呈现泛白区域，或两者同时存在。又见 2.1.3。



理想条件—1、2、3 级

- 没有晕圈。



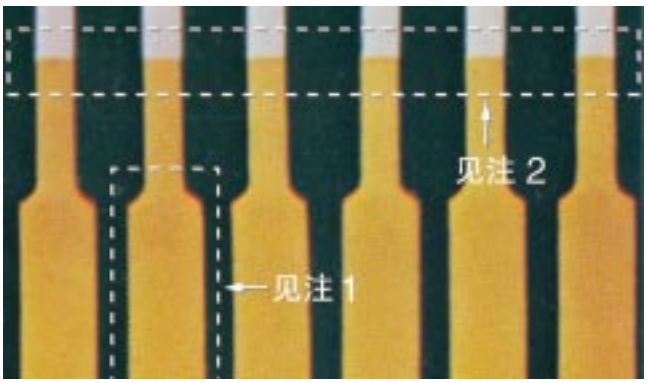
可接收条件—1、2、3 级

- 晕圈的范围使从板边缘与最近导电图形间未受影响的距离减少不超过 50%，或大于 2.5 mm [0.0984 in]，两者中取较小值。

不符合条件—1、2、3 级

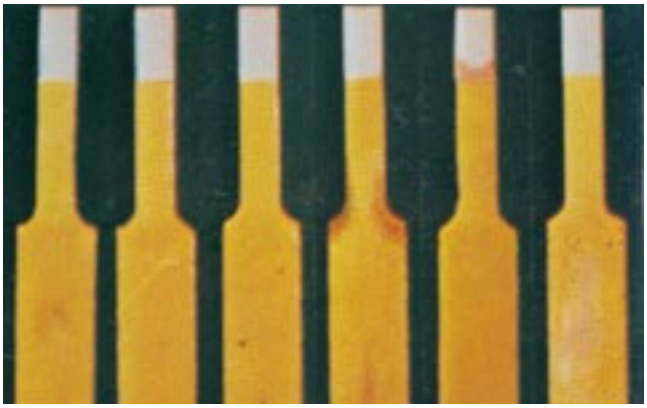
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.7.1 表面镀层 通则



理想条件—1、2、3 级

- 接触片上没有麻点、针孔和表面结瘤。
- 焊料涂层或阻焊膜与插接头镀层之间既没有露铜也没有涂层重叠。



可接收条件—1、2、3 级（接插关键区）

- 在接插关键区内表面缺陷没有曝露底金属。
- 在接插关键区内没有溅出的焊料或铅锡镀层
- 在接插关键区内没有结瘤和金属突出。
- 麻点、凹坑，或凹陷处的最长尺寸不超过 0.15 mm[0.00591 in]。每个插头上的缺陷不超过 3 处，且有这些缺陷的插头不超过插头总数的 30%。

可接收条件—3 级 （露铜/重叠区域）

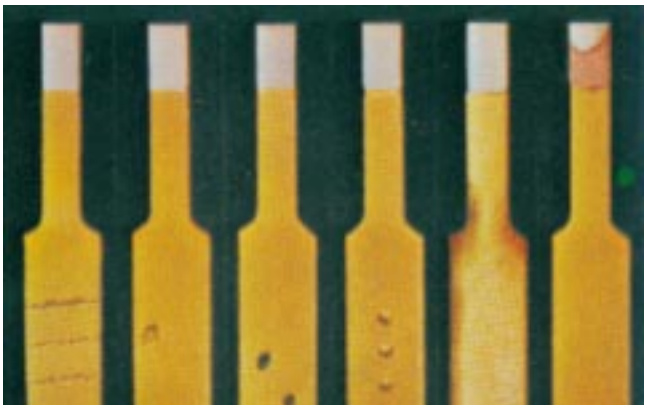
- 露铜/镀层重叠区小于等于 0.8 mm[0.031 in]

可接收条件—2 级 （露铜/重叠区域）

- 露铜/镀层重叠区不超过 1.25 mm[0.04921 in]。

可接收条件—1 级（露铜/重叠区域）

- 露铜/镀层重叠区不超过 2.5 mm[0.0984 in]。

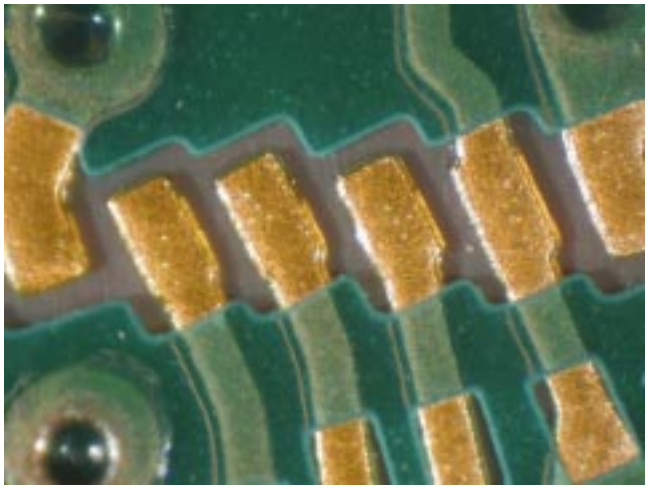


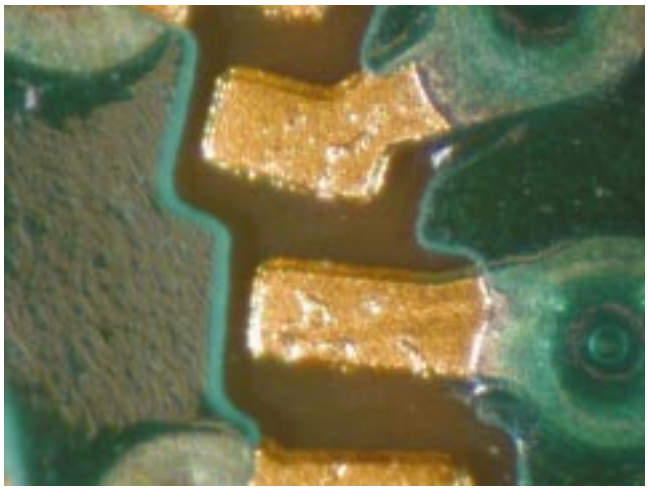
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注 1：这些条件不适用于围绕包括插拔部位在内的印制插头 0.15 mm[0.00591 in]宽的边缘区。
注 2：镀层重叠区允许变色。

2.7.1.1 表面镀层——引线键合盘





理想条件—1、2、3 级

- 接触面在关键区内没有超过 0.8 μm[32 μin]RMS（均方根值）的表面结瘤、粗糙、电气试验记号或划痕，关键区依据供需双方商定的测试方法。如使用 IPC-TM-650 方法 2.4.15，为了获得关键区内的均方根值，建议把粗糙度的截取宽度调节至约为引线键合盘最大长度的 80%。关于表面粗糙度的更多信息请参考 ASME B46.1。
- 关键区的定义是以引线键合盘中心为准，焊盘长度的 80%和宽度的 80%范围内的区域。

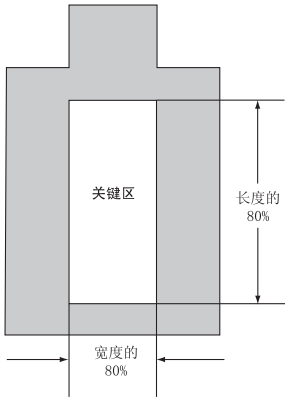
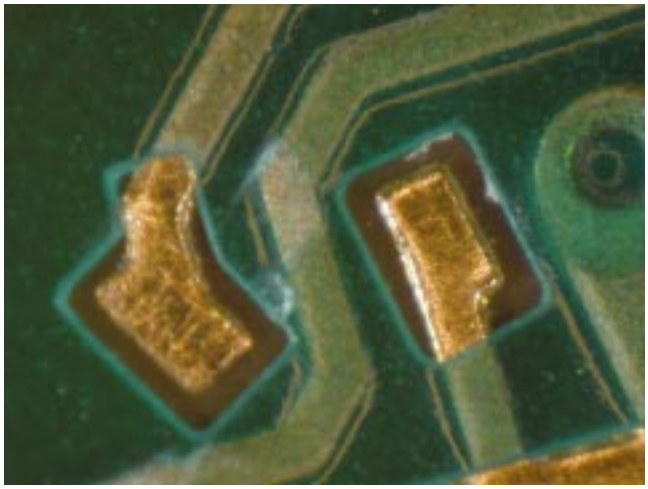
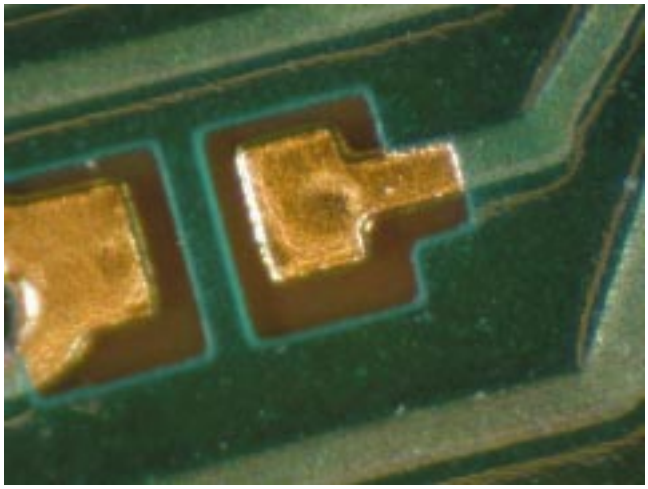


图 1 引线键合盘关键区

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

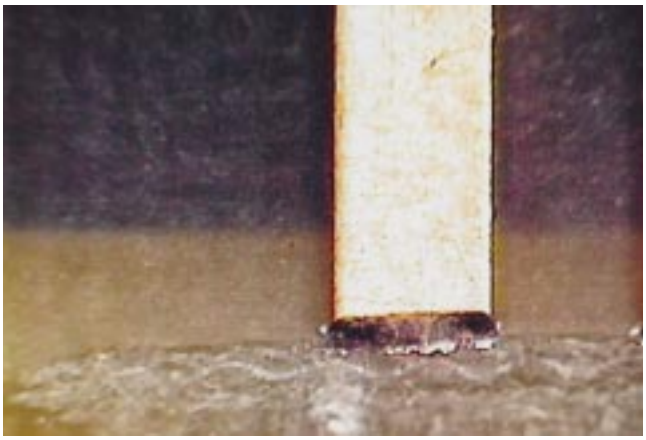




2.7.2 印制接触片——边缘毛刺

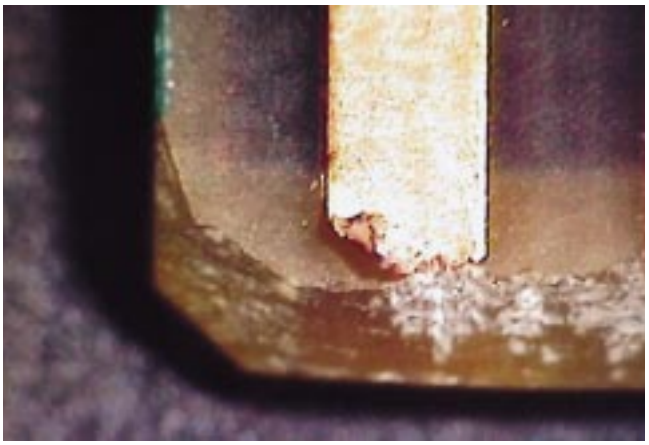
理想条件—1、2、3 级

• 接触片边缘状况——光滑。



可接收条件—1、2、3 级

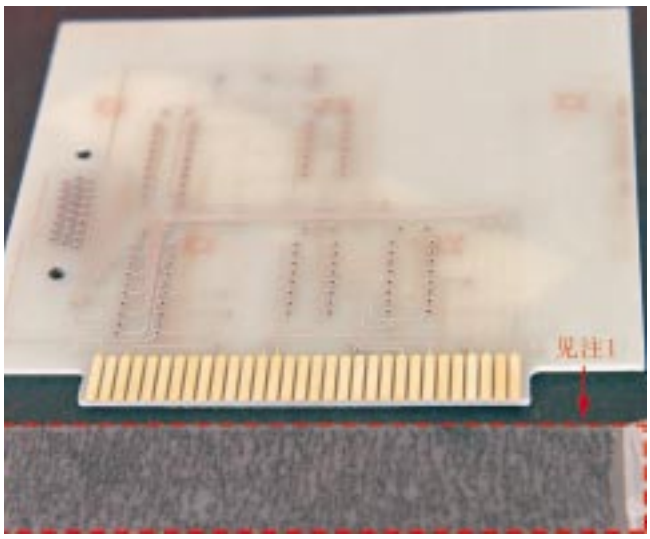
• 接触片边缘状况——平滑、无毛刺、无粗边、印制接触片的镀层不起翘，印制接触片与基材无分离（分层）。接触片的倒角斜边上没松散的玻璃纤维。印制接触片末端允许露铜。



不符合条件—1、2、3 级

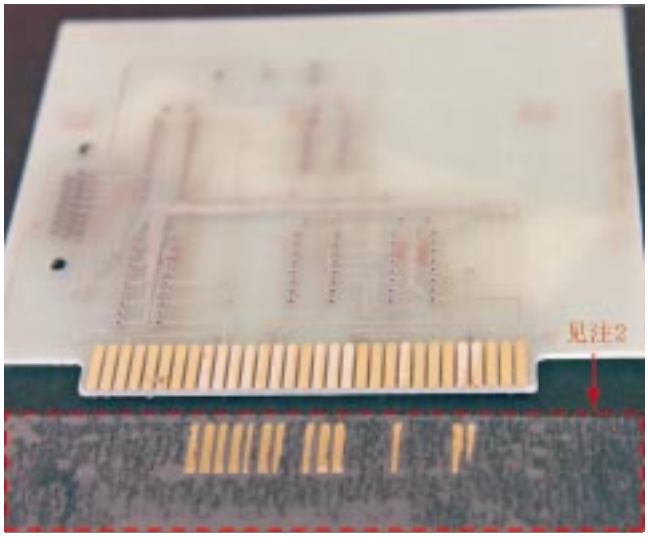
• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.7.3 外镀层附着力



可接收条件—1、2、3 级

- 经胶带试验证明有良好的镀层附着力，没有镀层脱落。如果镀层突沿脱落并粘附到胶带上，它只说明有镀层突沿或镀屑，并非镀层附着力不良。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注 1：镀层附着力应按 IPC-TM-650 方法 2.4.1 进行试验，用一条压敏胶带压贴到镀层表面上，然后沿垂直于电路图形方向以手用力撕离起来。
注 2：镀层粘到胶带上。

2.8 标记

引 言

本节涉及的是印制板标记的验收准则。印制板标记提供了一种识别的方法并在组装时提供帮助。网印在金属表面上的字符，通常会在焊接过程中或严酷的清洗之后变质。因此，不建议在金属表面上印字符。当需要在焊料表面制作字符时，蚀刻字符为理想条件。最低要求宜在采购文件中加以规定。本节所涉及的标记示例如下：

. 采购文件中要求的组装或制造部件号。每一块单独板、每一块鉴定试验板及每套质量一致性试验线路（相对于每块单独的附连板）均应标识，以便追溯板/测试电路及制造历史，并识别供应商（商标等）。
. 采购文件中要求的元件插装位置。
. 加工单中要求的制作顺序号。
. 采购文件中要求的部件号的版本字符。
. 测试点或校准点的指示符号。
. 极性或方位的指示符号。
. UL 标志。

采购文件（照相底图）是规定标记位置和类型的文件。如果采购文件中要求标识部件号，则所制造的板上应标记有该采购文件的版本字符。印制板上的标记应经受住所有的试验、清洗并与其它工艺制程相兼容，并按本标准要求规定，在经受这些考验后板面上的标记应仍可识别（能辨认与读出）。

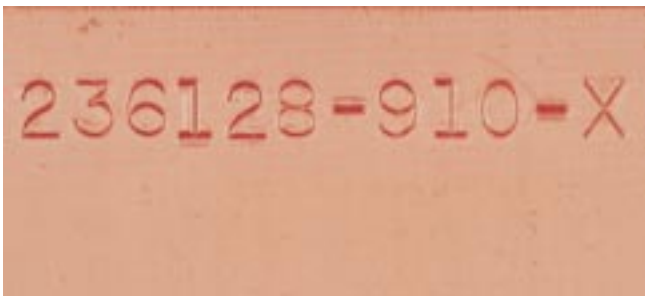
印制板上的标记信息（部件代码）应是永久性的，能经受住印制板所规定的环境试验和清洗步骤。在本文件要求的范围内，标记应是清晰可读的。印制板应在放大倍数不大于 2 倍下进行检验。当采用导电油墨时，它们宜满足 IPC-6010 系列规范的要求。

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

. 蚀刻的标记
. 网印或盖印的标记

除非另有规定，每一块单独板、每一块鉴定试验板、每套质量一致性试验线路（相对于每块单独的附连板而言）均应按采购文件要求施加标记，应包含有日期码和制造者的识别标记（如军用板的商业及政府机构代码[CAGE]或商标等）。制造标记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的油墨或油漆，也可以作为提供标记的目的而采用电笔在金属表面上作标记，或者贴附永久性的标签。导电性标记，不管是铜蚀刻的或黑色的导电性油墨均视为电路的电气元件，它不宜降低电气间距的要求。所有标记都应与材料、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。

尽管在拼板的未使用部分用压印标记是可接收的，但不允许用在成品板上。雕刻式、压印式等任何切入基板内的标记均按划伤同样对待。



2.8.1 蚀刻的标记

蚀刻标记的制作和印制板上的导线制作是相同的。因此，这种类型的标记必需符合下列要求。

理想条件—1、2、3 级

- 每个字符均清晰可辨。
- 蚀刻字符和带电导线之间保持最小导线间距要求。

可接收条件—3 级

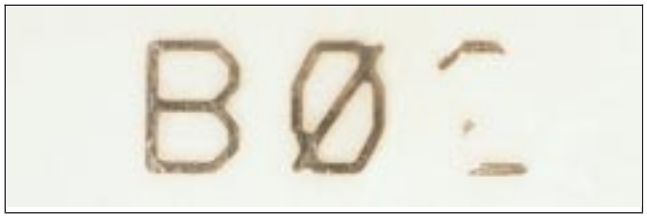
- 在字符清晰可辨的情况下，标记缺陷（例如焊料桥接、过度蚀刻等）均可接收。
- 标记不违反最小电气间距要求。
- 形成字符的线条边缘可以呈现轻微的不规则。

可接收条件—2 级

- 在字符清晰可辨的情况下，标记缺陷（例如焊料桥接、过度蚀刻等）均可接收。
- 标记不违反最小电气间距要求。
- 线条清晰可辨情况下，形成字符的的线条宽度可以减少至 50%。

可接收条件—1 级

- 在字符清晰可辨的情况下，标记缺陷（例如焊料桥接、过度蚀刻等）均可接收。
- 标记不违反最小电气间距要求。
- 字符形状不规则，但字符或标记的一般含义尚可辨认。

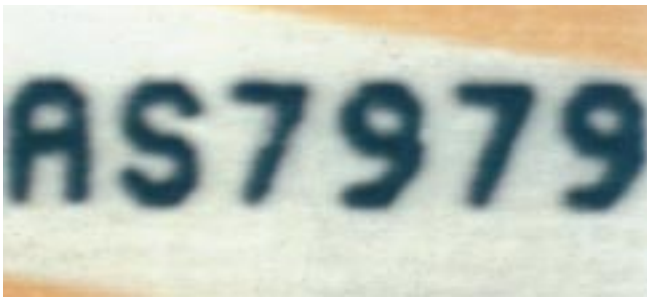


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

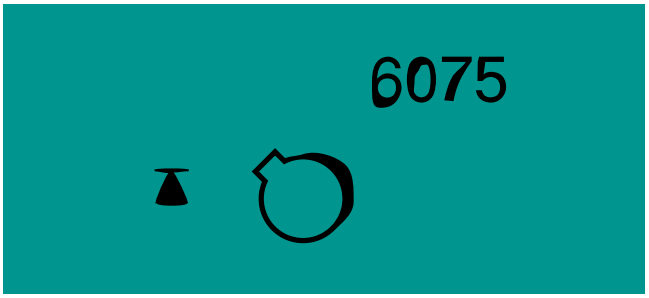
2.8.2 网印或油墨盖印标记

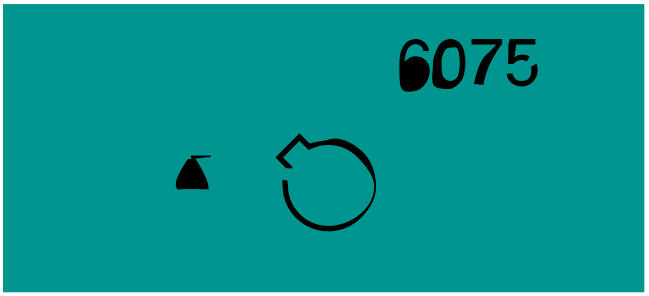
网印或油墨盖印标记：指的是在板面上加印的任何类型的标记，这种类型的标记的制作不可含有切入或蚀刻的作法。



理想条件—1、2、3 级

- 字符清晰可辨。
- 油墨分布是均匀的，没有模糊不清或重影。
- 油墨标记至多与焊盘相切。





可接收条件—1、2、3 级

- 字符清晰可辨。
- 只要字符清晰，油墨可以在字符线条以外堆积。
- 只要要求的方位仍清楚明确，元件方位符号的轮廓可以部分脱落。
- 元件孔焊盘的标记油墨不得渗入元件安装孔内，或造成环宽低于最小环宽。
- 除非采购文件要求孔被焊料完全填充，没有元件引线焊接的镀覆孔和导通孔内允许有标记油墨。
- 阻焊剂没侵犯到板边印制插头或测试点表面。
- 节距大于等于 1.25 mm[0.04921 in]的表面贴装焊盘，只能一侧受侵犯，且不超过 0.05 mm [0.0020 in]。
- 节距小于 1.25 mm[0.04921 in]的表面贴装焊盘，只能一侧受侵犯，且不超过 0.025 mm [0.000984 in]。

可接收条件—1 级

- 标记被涂污或模糊，但仍可辨认。
- 出现重影，但仍可辨认。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9 阻焊剂(阻焊膜)

引 言

术语“阻焊膜”和“阻焊剂”通常是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，术语“阻焊剂”是指用于印制板上的任何类型永久性聚合物涂覆材料。阻焊剂是在印制板装配焊接操作时，用来限制及控制焊料施加在所选定的区域内。阻焊涂覆层还用于在焊接及以后的工艺操作中控制及减少印制板表面的污染，有时还用于减少在印制板基材表面导电图形之间枝状细丝（枝晶）的生长。有关阻焊剂要求的详细规范及资料参见 IPC-6012 及 IPC-SM-840。

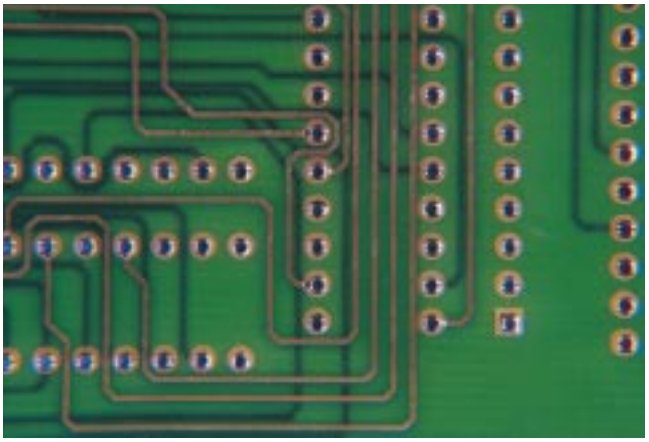
阻焊剂材料不作为装配后覆盖元件、元件引线/端子及焊接点的敷形涂覆层的代用品。阻焊剂材料与敷形涂覆材料或其它的相容性的确定取决于最后组装件的使用环境。

阻焊剂的类型包括：

. 液态网印成像型；
. 静电沉积成像型；
. 液态光致成像型阻焊剂；
. 干膜光致成像型阻焊剂；
. 光致成像型暂性阻焊剂；
. 干膜覆盖在湿膜上的光致成像型阻焊剂。

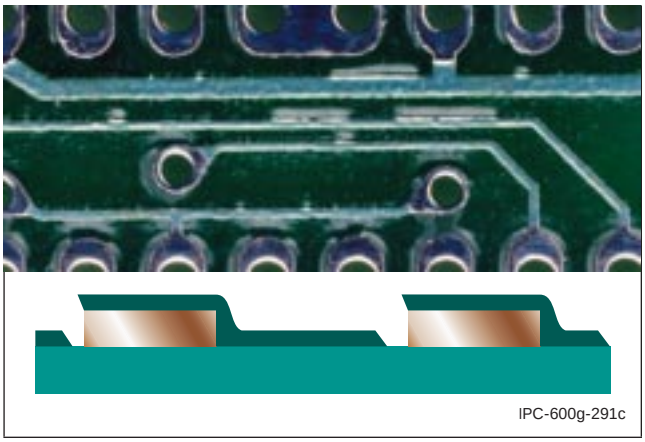
注:如需在这些区域用阻焊剂覆盖作修板时,应使用与最初使用的阻焊剂相匹配的并具有同等耐焊接性和耐清洗性的材料。

2.9.1 导线表面的覆盖（跳印）



理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂在基材表面、导线侧面和边缘处都呈现光滑均匀的外表，并已牢固粘结在印制板表面上，无可见的跳印、空洞或其它缺陷。

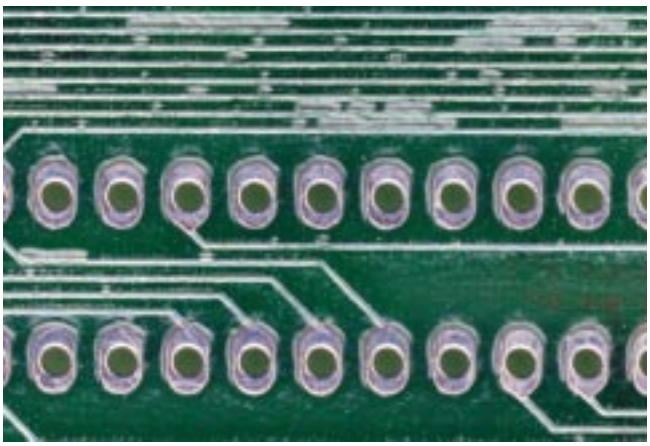


可接收条件—2、3 级

- 在平行导线区域内，除了导线之间有意不覆盖阻焊剂处外，没有由于阻焊剂缺少而使相邻导线暴露。
- 如需在这些区域用阻焊剂覆盖作修板时，应使用与最初所用阻焊剂相匹配的且具有同等耐焊接性和耐清洗性的材料。

可接收条件—1 级

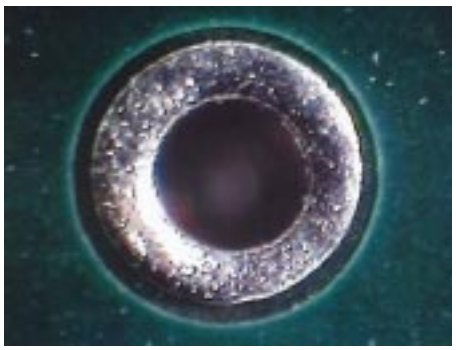
- 阻焊剂的缺失未使导电图形之间导线间距减少至低于最低的验收要求。
- 沿导电图形的侧边有阻焊剂跳印存在。

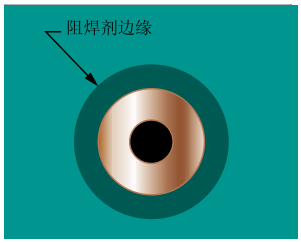


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

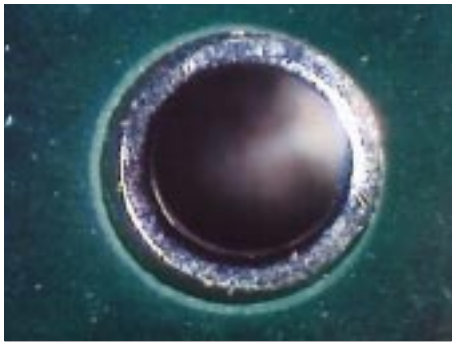
2.9.2 与孔的重合度(各种涂覆层)

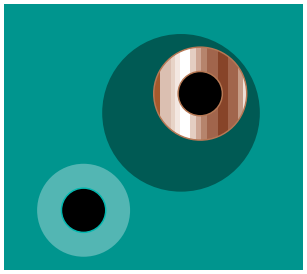




理想条件—1、2、3 级

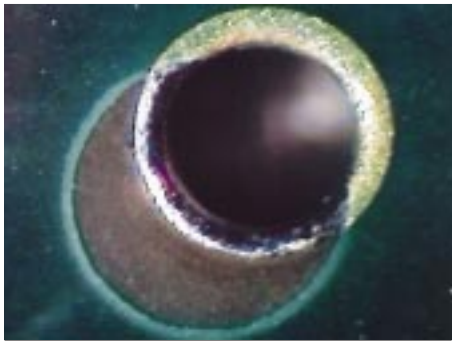
- 未发生阻焊图形错位。阻焊剂在规定的重合间距内，以焊盘为中心环绕在其周围。

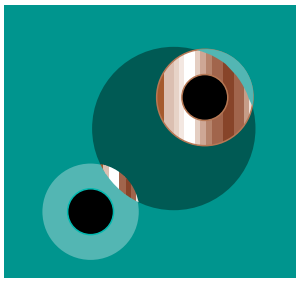




可接收条件—1、2、3 级

- 阻焊图形与焊盘错位，但不违反最低环宽要求。
- 除那些不需焊接的孔外，镀覆孔内无阻焊剂。
- 未暴露相邻的电气非共接孔盘或导线。

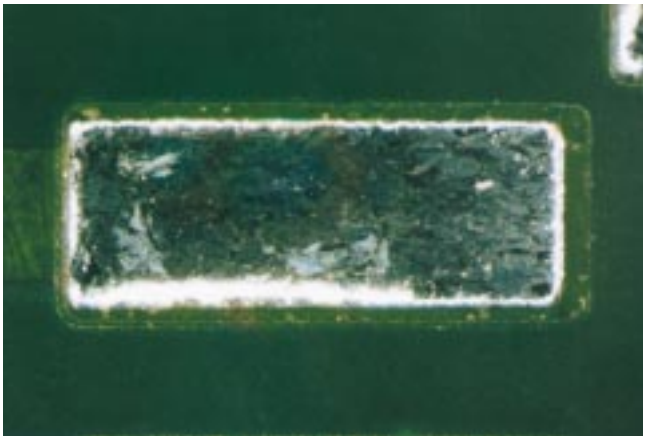




不符合条件—1、2、3 级

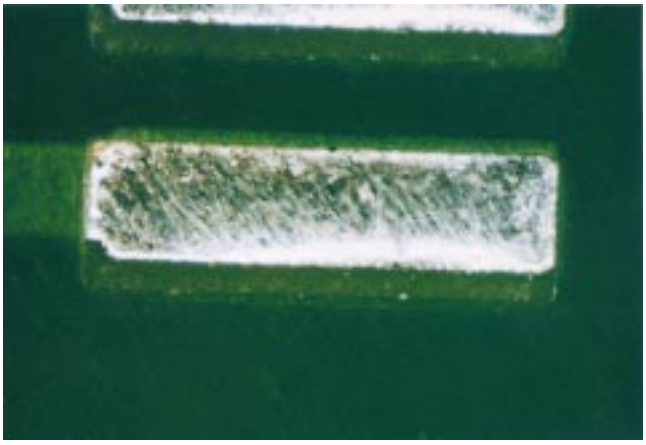
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9.3 与其它导电图形的重合度



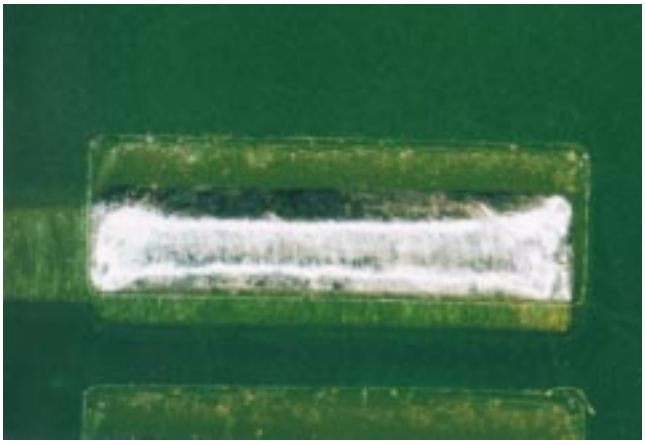
理想条件—1、2、3 级

- 未出现阻焊图形错位。



可接收条件—1、2、3 级

- 阻焊剂限定的焊盘的错位没有暴露相邻孤立的焊盘或导线。
- 阻焊剂没有侵入到板边印制插头或测试点表面。
- 节距大于或等于 1.25 mm[0.04921 in]的表面贴装焊盘,只能一侧受侵犯,且不超过 0.05 mm [0.0020 in] 。
- 节距小于 1.25 mm[0.04921 in]的表面贴装焊盘, 只能一侧受侵犯,且不超过 0.025 mm[0.000984 in] 。

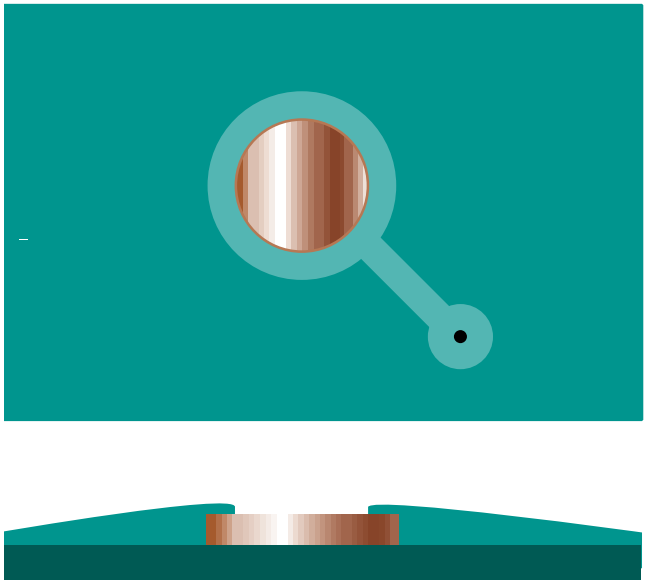


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

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,是用来连接电子元件的球形终端(BGA,精细节距 BGA 等),为了将球形贴装限制在阻焊剂围绕的范围内,阻焊剂涂覆到焊盘的边缘。



理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂交叠区以焊盘为中心,环绕在其周围。

可接收条件—1、2、3 级

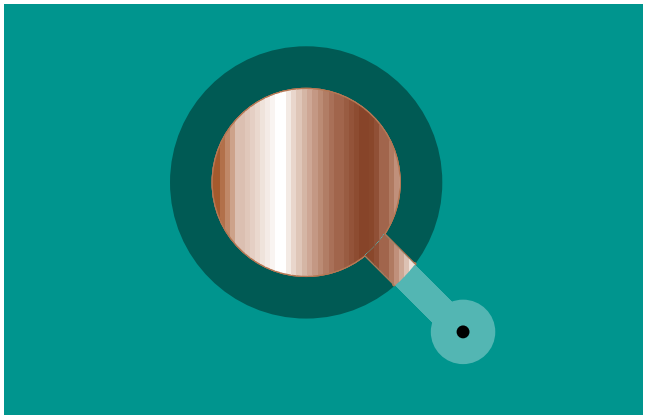
- 偏位使阻焊剂覆盖到焊盘上的破出区域不超过 90°。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9.3.2 球栅阵列(铜箔限定的焊盘)

铜箔限定的焊盘：为导电图形的一部分，通常但并非一定，在焊接过程中，焊盘金属用来连接和/或焊接元件，如果产品涂阻焊剂，焊盘区周围留有间隙。



理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂以铜焊盘为中心，环绕其周围并留有间隙。

可接收条件—1、2、3 级

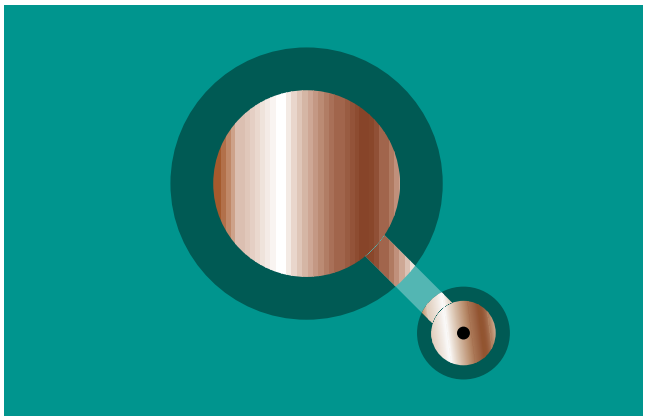
- 除了导线连接处外，阻焊剂未涂覆到焊盘上。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述标准的状况。

2.9.3.3 球栅阵列(阻焊坝)

阻焊坝：阻焊图形的一部分,用于 BGA 或精细节距 BGA 安装连接，以一小段阻焊剂将图形的安装部分与导通孔隔开，以避免焊料从焊接处落入导通孔内。



理想条件—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。

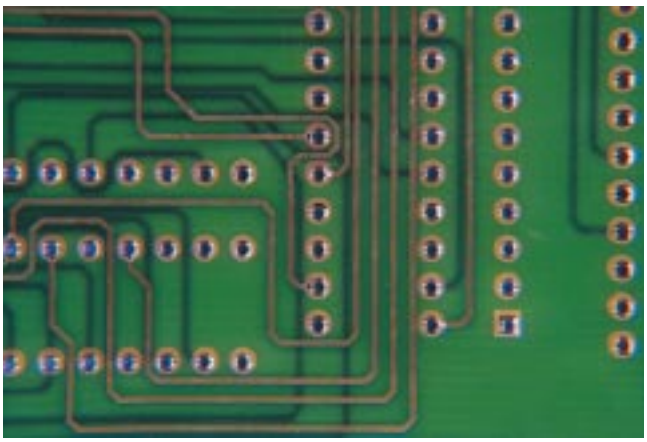
可接收条件—1、2、3 级

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

不符合条件—1、2、3 级

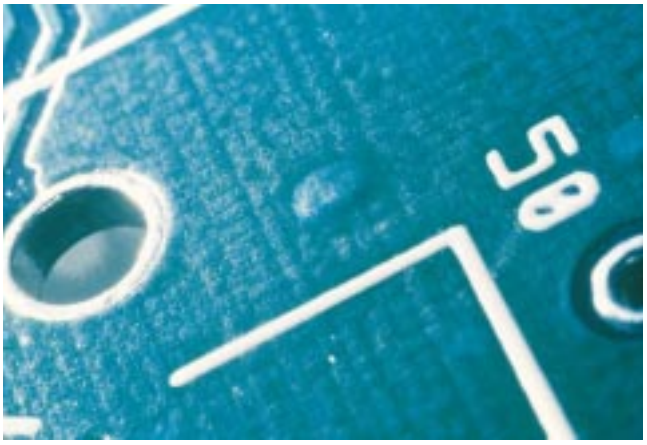
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9.4 起泡/分层



理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂和印制板基材及导电图形表面之间无起泡、气泡或分层迹象。

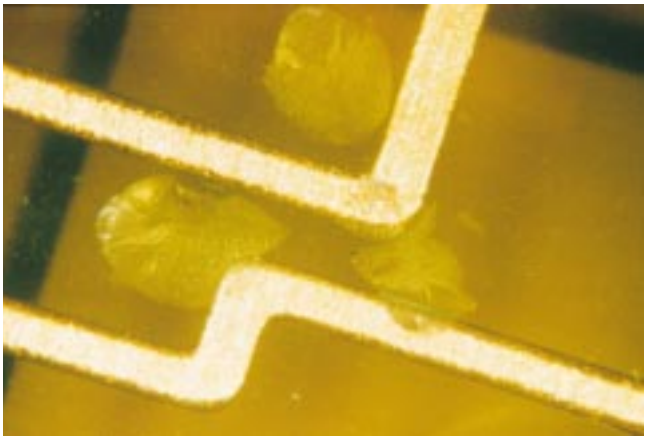


可接收条件—2、3 级

- 印制板每面最大尺寸为 0.25 mm [0.009841 in] 的缺陷可允许两个 。
- 电气间距的减小不超过 25%或小于最小间距。

可接收条件—1 级

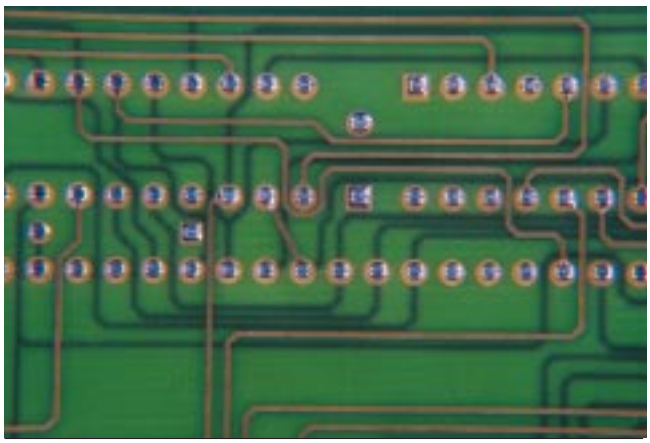
- 起泡、气泡或分层没有使导线之间产生桥接。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9.5 附着力(剥落或起皮)

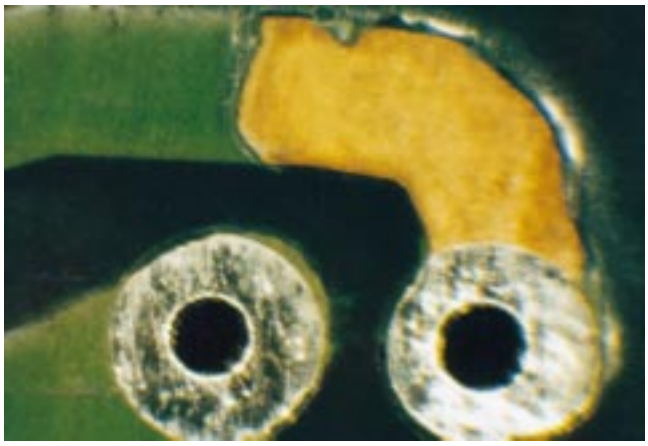


理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂表面外观均匀并牢固地粘附在印制板表面上。

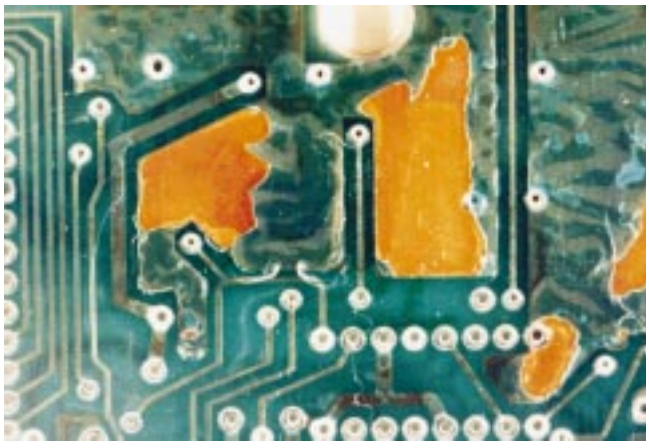
可接收条件—2、3 级

- 测试前阻焊剂未从板面上起翘。
- 按照 IPC-TM-650 方法 2.4.28.1 测试后，阻焊剂脱落的量不超过 6010 系列标准规定的允许限值 。



可接收条件—1 级

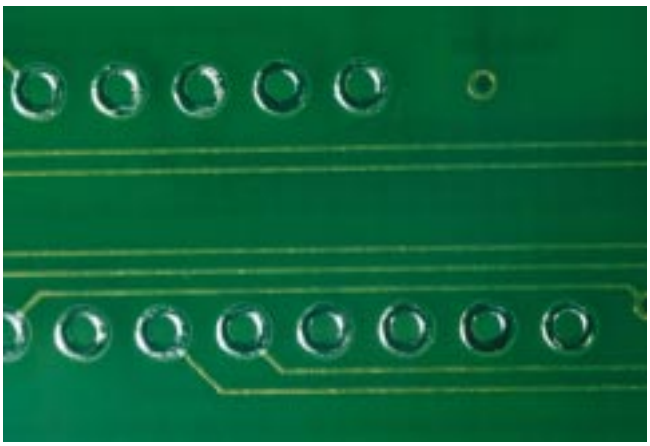
- 测试前有阻焊剂从印制板基材或导电图形表面剥落，但其余阻焊剂牢固地粘附在板面上。缺失的阻焊剂未暴露相邻导电图形或超过脱落的允许值。
- 按照 IPC-TM-650 方法 2.4.28.1 测试后，阻焊剂脱落的量不超过 IPC-6010 系列标准的允许限值。



不符合条件—1、2、3 级

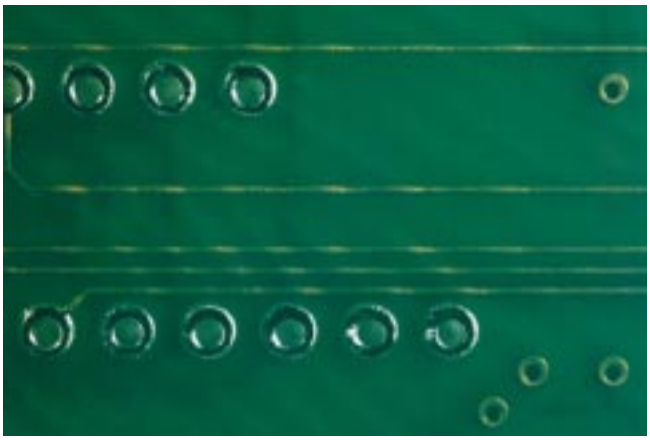
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.9.6 波纹/皱褶/皱纹



理想条件—1、2、3 级

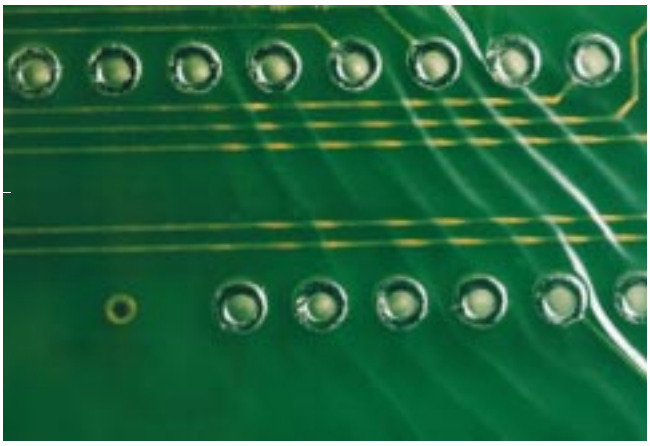
• 在印制板基材表面或导电图形上面的阻焊涂覆层均未出现皱褶、波纹、皱纹或其它缺陷。



可接收条件—1、2、3 级

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

• 在一个区域内出现的轻度皱褶没有使导电图形桥接，并通过 IPC-TM-650 方法 2.4.28.1 的胶带附着力试验。



不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

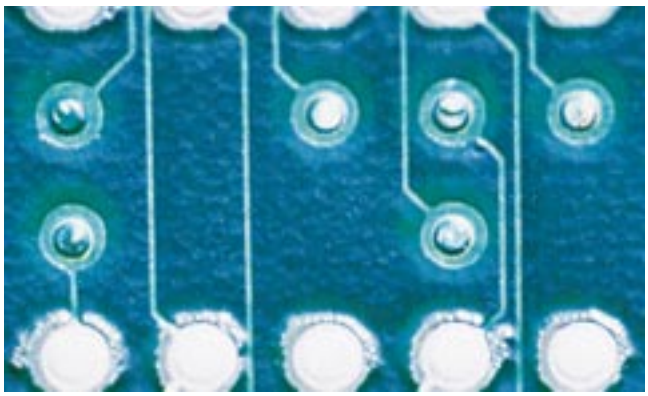
2.9.7 掩孔(导通孔)

理想条件—1、2、3 级

- 所有要求掩蔽的孔都被阻焊剂完全覆盖。

可接收条件—1、2、3 级

- 所有要求掩蔽的孔都被阻焊剂覆盖。

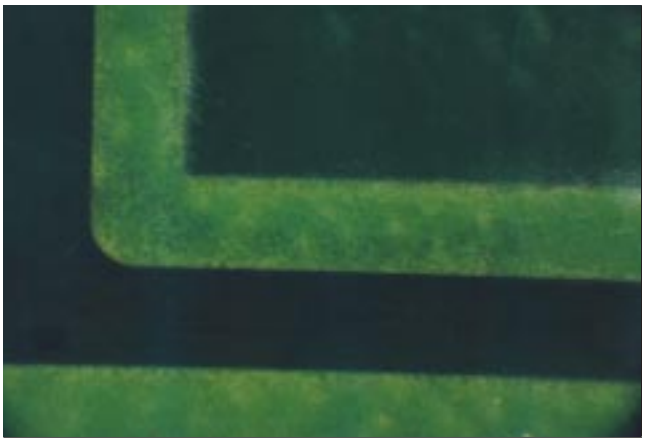


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

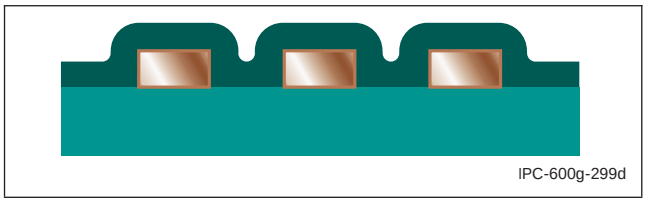
2.9.8 吸管状空隙

吸管状空隙：沿着导电图形边缘的一种细长管状的空隙,即阻焊剂未与基材表面或导体边缘粘结。锡铅热熔焊剂、热熔油、焊接助焊剂、清洗剂或挥发物会被夹封在这种吸管状空隙中。



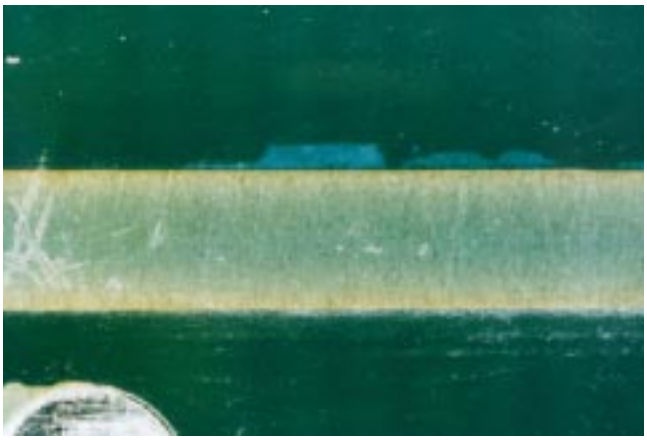
理想条件—1、2、3 级

- 阻焊剂和印制板基材表面以及导电图形的侧边之间均不存在可目视到的空隙。



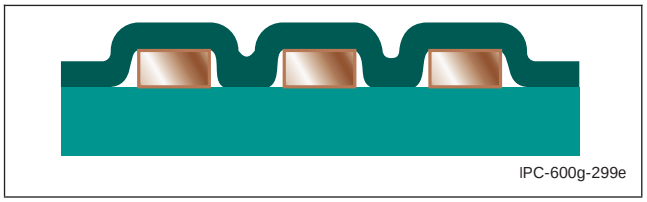
可接收条件—3 级

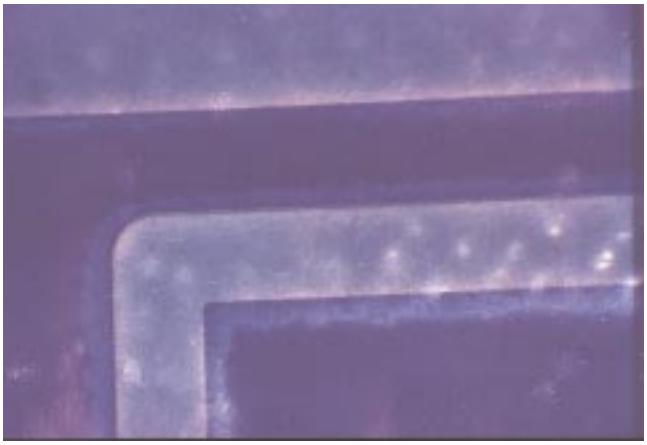
- 没有吸管状空隙。



可接收条件—1、2 级

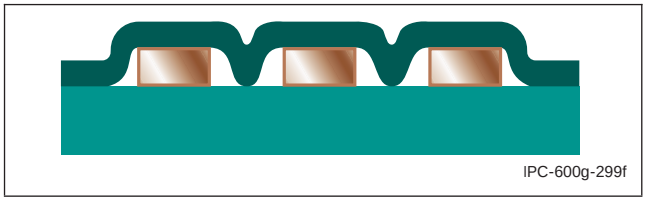
- 沿着导电图形侧面边缘出现吸管状空隙，其造成导线间距减小尚未低于最小规定的要求。
- 吸管状空隙与周围环境完全封闭。





不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。



2.10 图形逼真度—尺寸

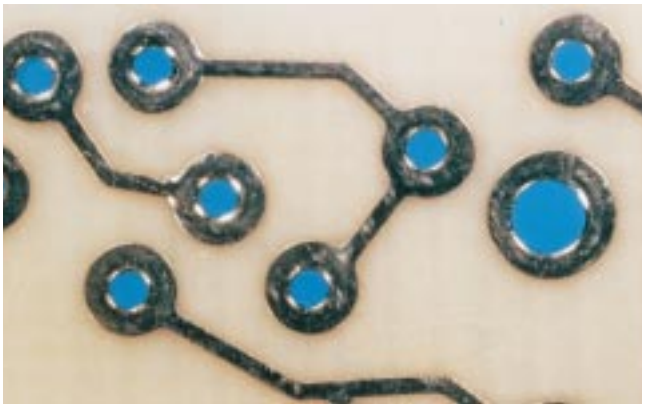
引 言

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、开槽、缺口及板边连接器等。用于检验印制板这些特性的设备的精度、可重复性及可再现性宜为所验证尺寸的公差范围的 10%或更小。

2.10.1 导线宽度和间距

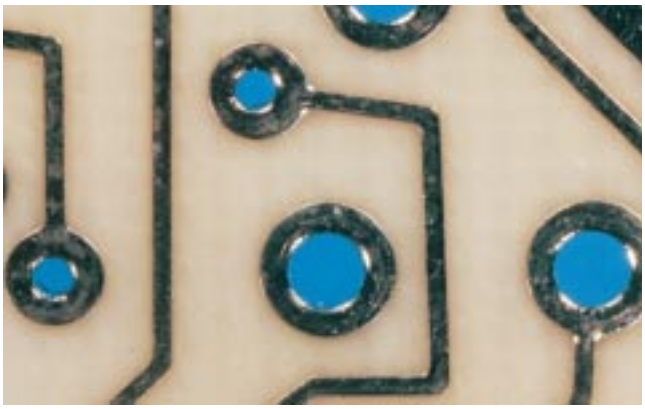
本节内容包括导线宽度和间距的验收要求及准则。导线宽度和间距的可接收性是印制板制造工艺好坏的一种度量，也是原始底片再现情况的一种判定。而原始底片已基本上确定了导电图形的最小线宽和间距要求，除非违背了这些特性，导线边缘逼真度不必作为接收或拒收的条件，但这种“边缘逼真度”却可作为一种工艺制程的警示，可用于检查制造过程是否恰当。此外，对控制阻抗电路，可能是一项重要考虑因素。此类用途的印制板宜在采购文件上规定边缘边缘逼真度的要求。当需要时，线边逼真度按 IPC-TM-650 方法 2.2.2 进行测定。

2.10.1.1 导线宽度



理想条件—1、2、3 级

- 导线宽度及间距满足照相底版或采购文件的尺寸要求。

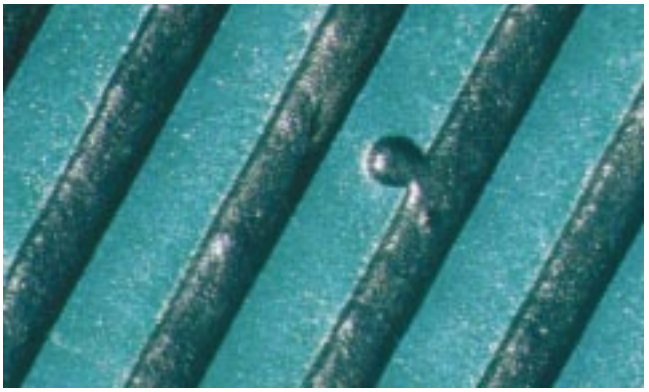


可接收条件—2、3 级

- 导线边缘粗糙、缺口、针孔及暴露基材的划伤等缺陷的任何组合使导线宽度的减小不超过最低宽度的 20%。
- 缺陷（边缘粗糙、缺口等）总长度不大于导线长度的 10%或超过 13 mm[0.512 in]，两者中取较小值。

可接收条件—1 级

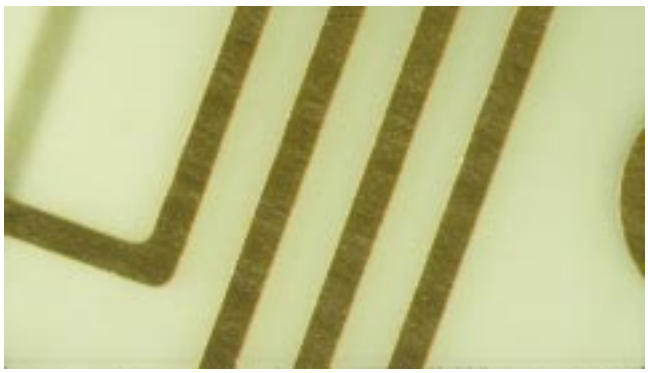
- 导线边缘粗糙、缺口、针孔及划伤露基材等缺陷的任意组合使导线宽度的减小不超过最低宽度的 30%。或更小。
- 缺陷（边缘粗糙、缺口等）总长度不大于导线长度的 10%或超过 25 mm[0.984 in]，两者中取较小值。



不符合条件—1、2、3 级

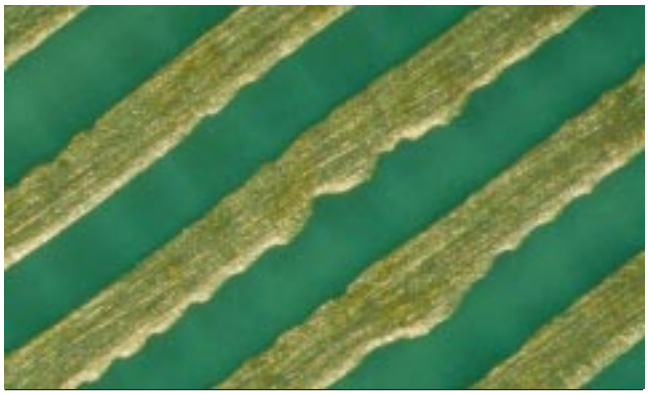
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.10.1.2 导线间距



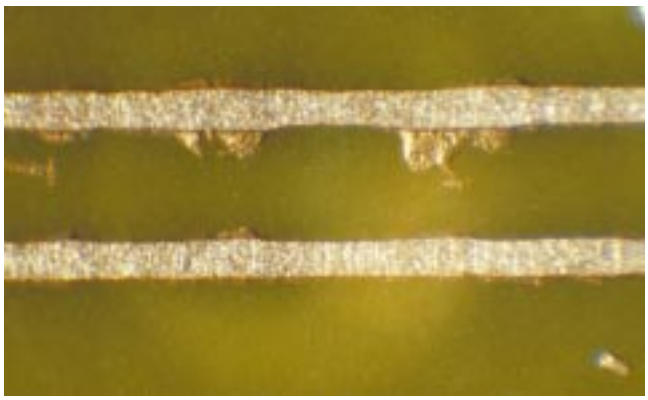
理想条件—1、2、3 级

• 导线间距符合采购文件的尺寸要求。



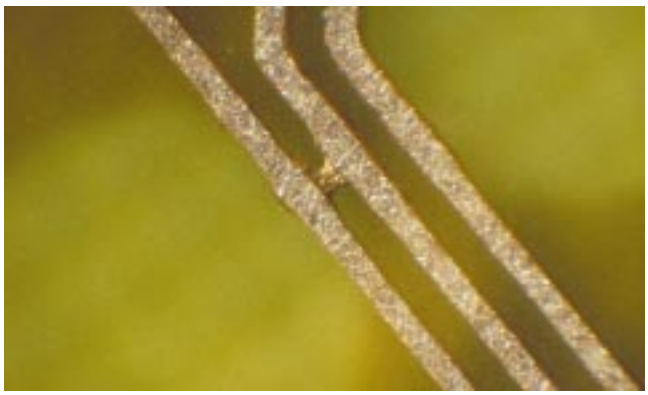
可接收条件—3 级

• 任何单一区域内导线边缘粗糙、铜刺等缺陷的任意组合造成规定最小导线间距的减小不大于 20%。



可接收条件—1、2

• 任何单一区域内导线边缘粗糙、铜刺等缺陷的任意组合造成的规定的导线最小间距的减小不大于 30%。



不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.10.2 外层环宽的测量

环宽：外层最小环宽是成品孔在电镀后孔边缘和焊盘边缘之间（最窄处）的最小量的铜（见图 1）内层最小环宽是钻孔加工后钻孔边缘和焊盘边缘之间（最窄处）的最小量的铜。

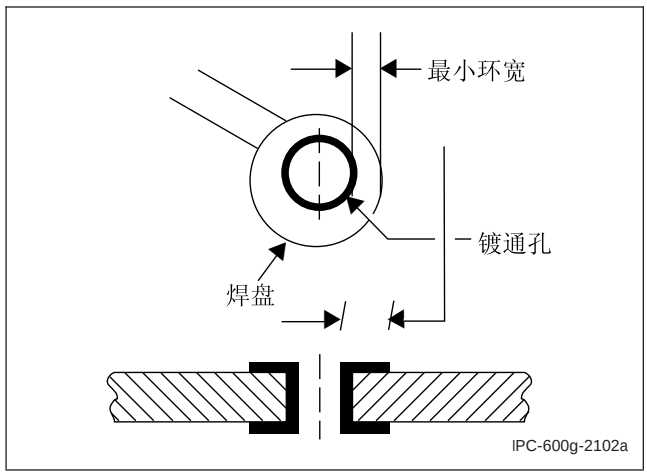


图 1 外层环宽

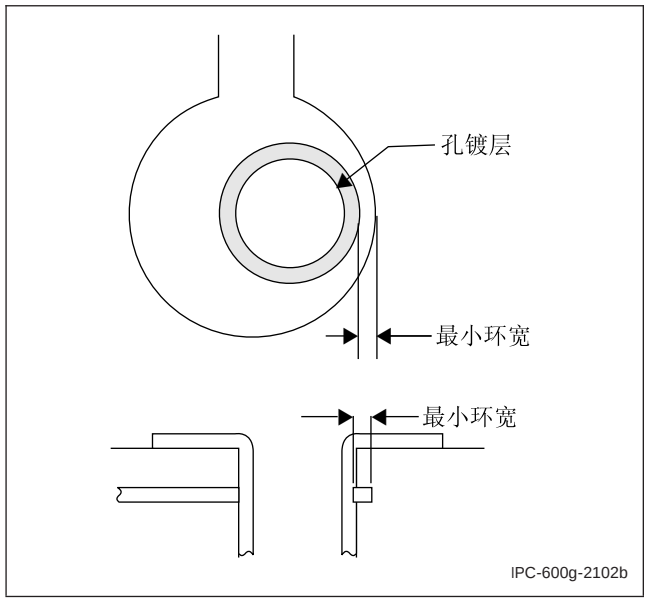


图 2 内层环宽

导线与焊盘的连接区

以导线与焊盘连接点为中心的 90° 区域（见图 3）。该区域仅用于破环的判定。

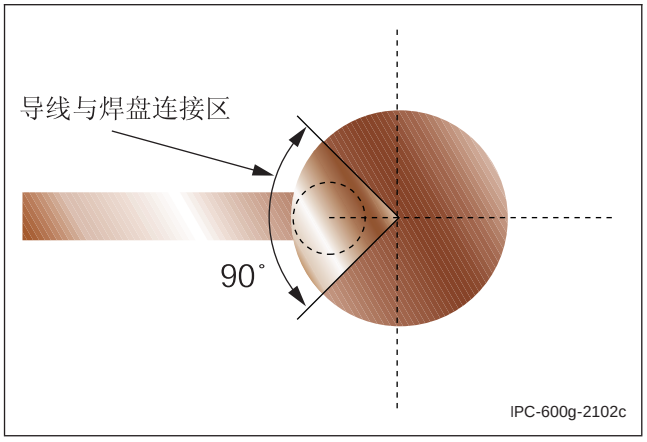
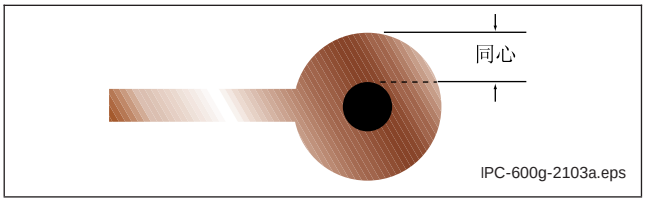


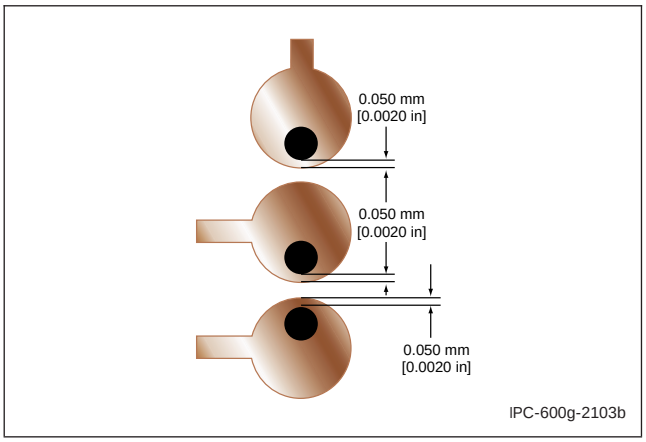
图 3 导线与焊盘的连接区

2.10.3 支撑孔的外层环宽



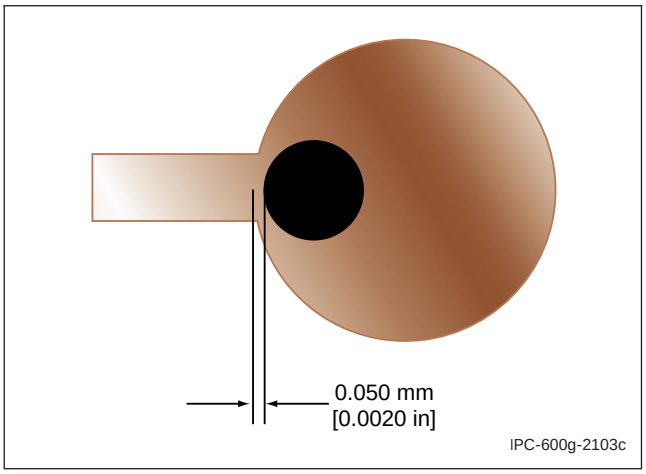
理想条件—1、2、3 级

- 孔位于焊盘中心。



可接收条件—3 级

- 孔不位于焊盘中心，但环宽大于或等于 0.050 mm[0.0020 in]。
- 测量区域内的环宽由于诸如麻点、凹坑、缺口、针孔或斜孔等缺陷的存在，最小外层环宽可以减少 20%。

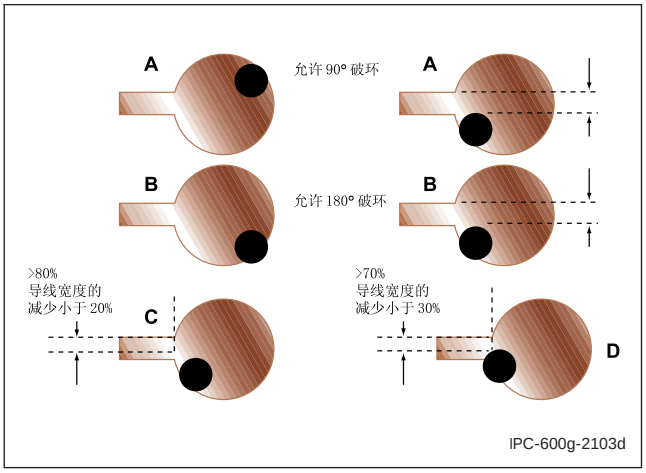


可接收条件—2 级

- 破坏小于或等于 90° （A）。
- 焊盘与导线的连接区导线宽度的减少不大于工程图纸或生产底版中标称的最小导线宽度的 20%，则允许破坏 90° 。导线连接处应不小于 0.050 mm [0.0020 in]或最小线宽，两者取较小值。（C）。
- 满足导线之间最小侧向间距要求。

可接收条件—1 级

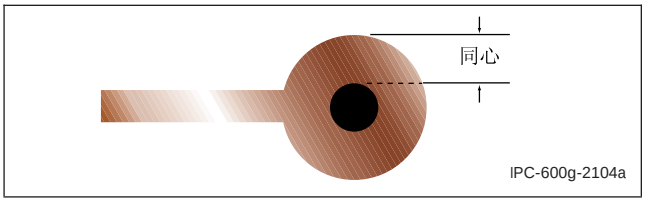
- 破坏小于等于 180° （B）。
- 如破坏发生在焊盘与导线的连接区，导线宽度的减少不大于生产底版中标称的最小导线宽度的 30%。（D）
- 不影响外观、安装和功能。
- 满足导线之间最小侧向间距要求。



不符合条件—1、2、3 级

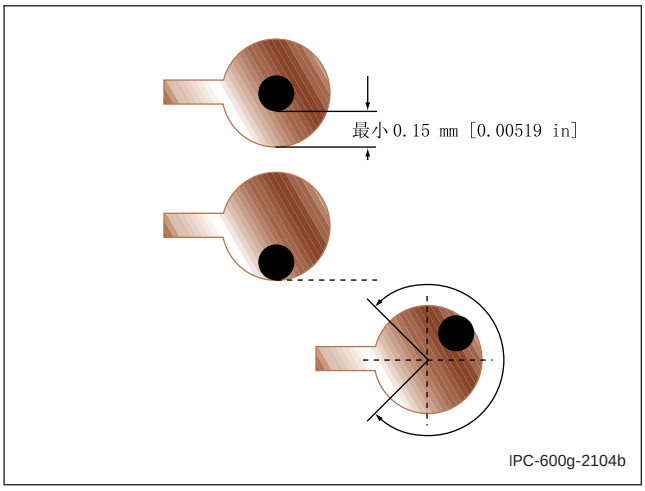
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

2.10.4 非支撑孔的外层环宽



理想条件—1、2、3 级

- 孔位于焊盘中心。

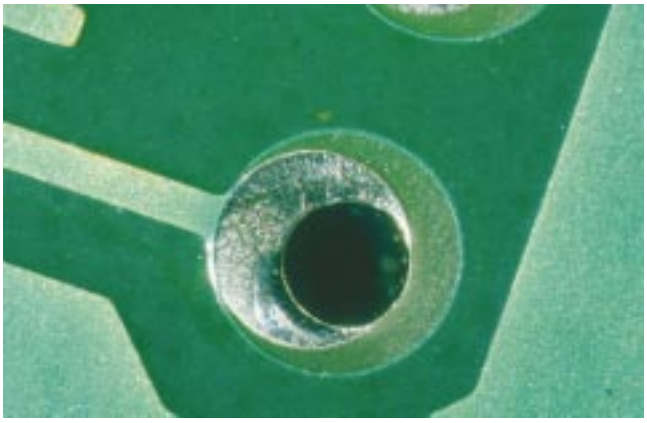


可接收条件—3 级

- 任意方向的环宽均不小于 0.15 mm [0.00591 in]。(A) 测量区域内的孔环，由于诸如麻点、凹坑、缺口、针孔或斜孔等缺陷的存在，最小外层环宽可以减小 20%。

可接收条件—2 级

- 允许有 90° 破环。(B)
- 如破环发生在焊盘与导线的连接区，导线宽度的减少不大于工程图纸或生产底版标注的最小导线宽度的 20%。



可接收条件—1 级

- 允许有 90° 破环。(C)
- 如破环发生在焊盘与导线的连接区，导线宽度的减少不大于工程图纸或生产底版标注的最小导线宽度的 30%。

不符合条件—1、2、3 级

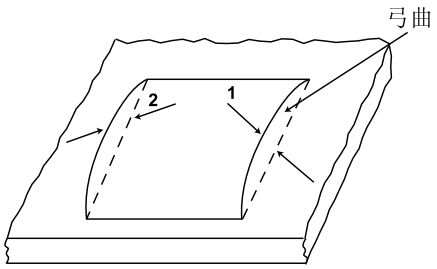
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

引 言

印制板的平整度是由产品的两种特性来确定的：即弓曲和扭曲。弓曲的特点是印制板的四个角处在同一平面上，大致成圆柱形或球面弯曲的状况；而扭曲是板的变形平行于板的对角线，板的一个角不与其它三个角在同一平面上。圆形或椭圆形的板必须评定最高点的垂直位移。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应力消除的条件。板的厚度及材料性能是影响板的平整度的其他因素。

弓曲及扭曲

弓曲、扭曲或其组合应按 IPC-TM-650 的 2.4.22 中的一种方法来测定并计算百分比。含多块印制板的在制板，且以在制板形式安装然后分离的，应以在制板的形式进行评定。



对同一边的两个角施加强制力
1 及 2 为对平面的偏离

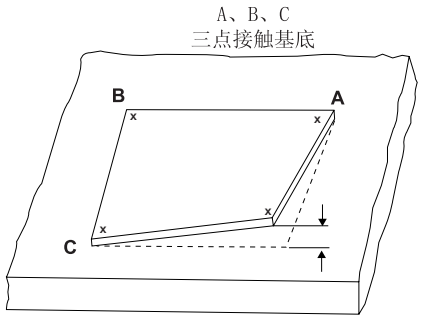
IPC-600g-211a

可接收条件—1、2、3 级

- 对于使用表面安装元件的印制板，弓曲和扭曲应小于等于 0.75%。
- 对于所有其它类型板，弓曲和扭曲应小于等于 1.50%。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。



只对一个角施加强制力

IPC-600g-211b

引 言

本节的目的是为印制板各种内部特性提供验收要求。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、内层的接地层/电源层/散热层等中，如下所述：

. 板材表面下的缺陷，例如分层、起泡和外来夹杂物。

. 多层板材表面下的缺陷，例如空洞、分层、起泡、裂纹、接地层的余隙和层间的间距。

. 镀覆孔的异常，包括孔的尺寸、环宽、钉头、镀层厚度、镀层空洞、结瘤、裂缝、树脂钻污、凹蚀不足或过蚀、芯吸、内层导体与孔壁（圆柱体）分离及阻焊层厚度等。

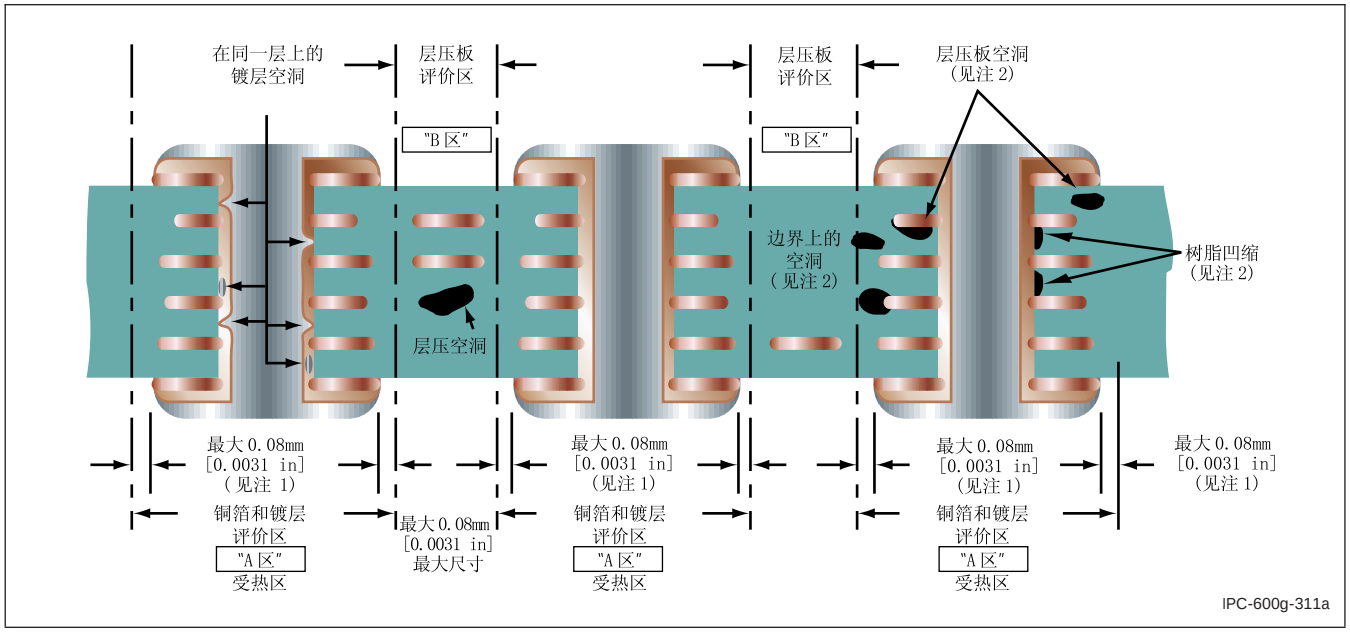
. 内层线路的异常，例如蚀刻过度或不足、导线裂缝及空洞、氧化处理不均匀或不充分，以及铜箔厚度等。

. 目视观察只有在显微切片中进行。

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的。验收态下的评定要求宜在采购文件中作规定。

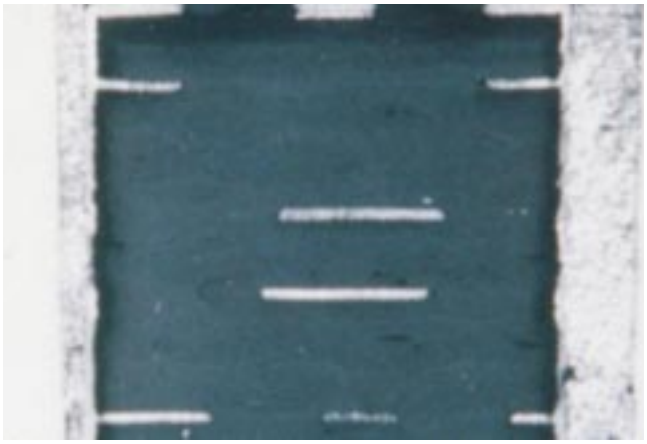
3.1.1 层压板空洞(受热区外)



注： 1、受热区是指从各内层或外层中延伸最远的焊盘边缘向外延伸 0.08 mm[0.0031 in]所包含的区域。
2、已受过热应力或模拟返工试验的试样，A 区内的层压板异常或缺陷不作评价。
3、A 区和 B 区都进行分层和起泡的评价。

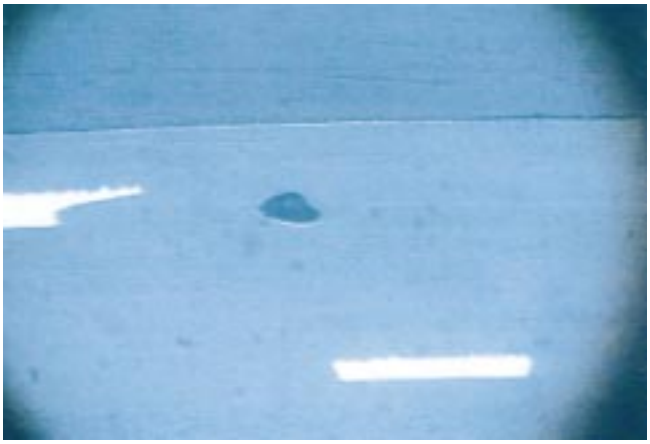
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.1 层压板空洞(受热区外)(续)



理想条件—1、2、3 级

- 层压板均匀一致

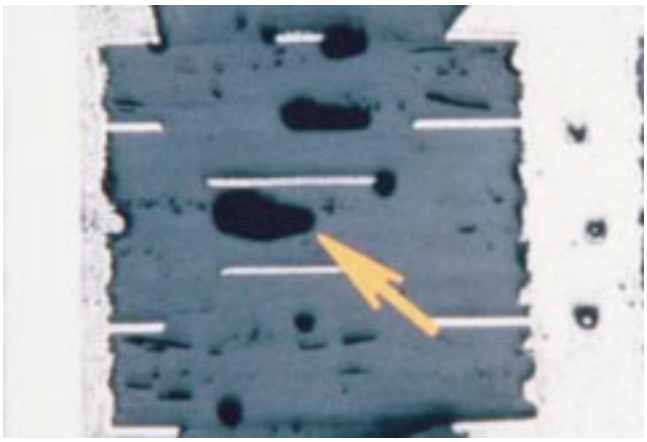


可接受条件---2、3 级

- 空洞小于或等于 0.08 mm[0.0031 in]且不违反最小介质间距的规定。
- 经热应力及模拟返工试验后，A 区出现诸如空洞或树脂凹缩等基材异常或缺陷。
- 当相邻的两镀覆孔间同一层面上出现多个空洞时，其累加长度**不应**超出上述限制。

可接受条件---1 级

- 空洞小于或等于 0.15 mm[0.00591 in]且不违反最小介质间距的规定。
- 经热应力及模拟返工试验后，A 区出现诸如空洞或树脂凹缩等基材异常或缺陷。
- 当相邻的两镀覆孔间同一层面上出现多个空洞时，其累加长度**不应**超出上述限制。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

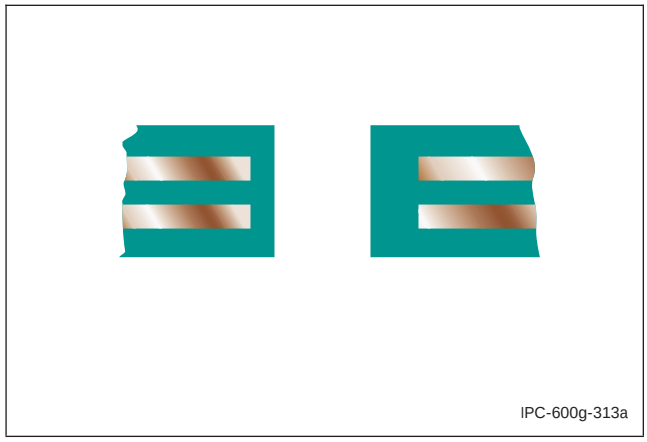
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.2 导线与孔的重合度

导线与孔的重合度通常是相对于镀覆孔焊盘来测定的。
其要求是通过最小内层环宽来确定的。（见 3.3.1）

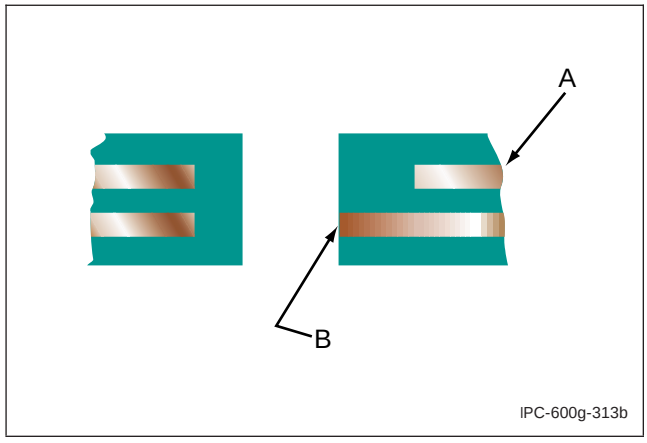
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.3 电源层/接地层上的非支撑隔离孔



理想条件—1、2、3 级

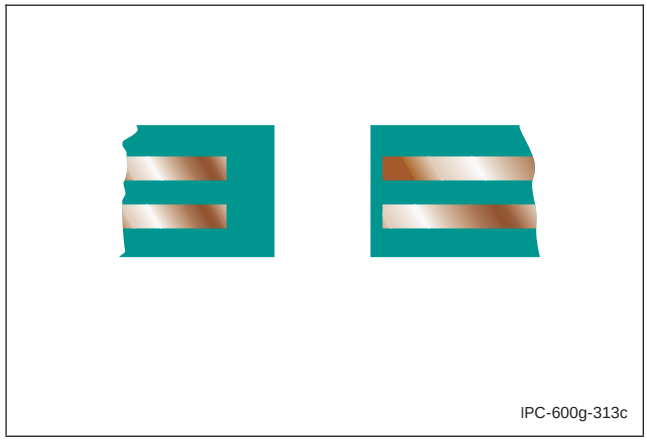
•电源层/接地层到隔离孔的距离符合采购文件的要求。



可接收条件—1、2、3 级

• A）电源层/接地层的缩进大于采购文件规定的最小导线间距。

• B）当采购文件有规定时，接地层可以延伸到非支撑孔的边缘。



不符合条件—1、2、3 级

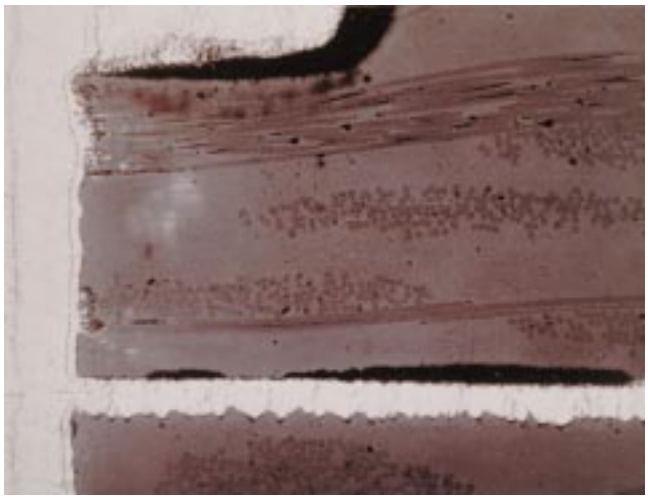
• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

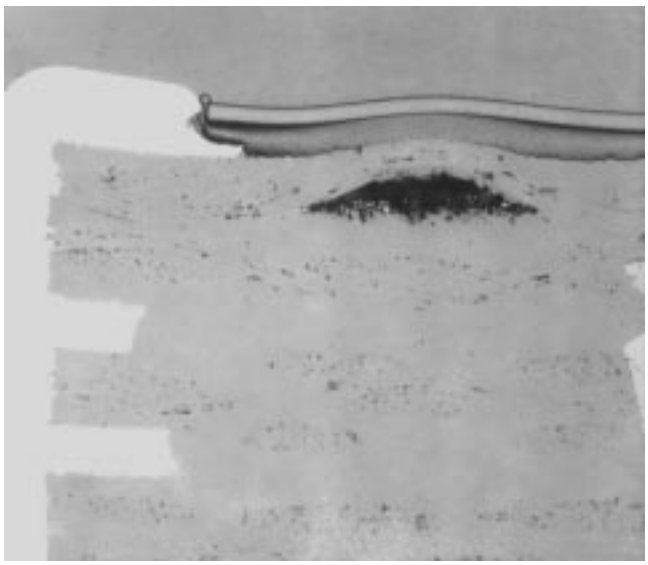
3.1.4 分层/起泡

理想条件—1、2、3 级
• 没有分层或起泡。

可接收条件—2、3 级
• 没有分层或起泡迹象。



可接收条件—1 级
•如有分层或起泡，按 2.3.3 的要求来评定全板。



不符合条件—1、2、3 级
• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.5 凹 蚀

可接收的凹蚀或负凹蚀表现为树脂钻污已经从内层铜箔与钻孔界面处清除干净。图 1 为钻污的例子。有数据认为，“凹蚀”要比“负凹蚀”更为可靠，但也有相反的观点，这要看所采用的电镀铜，铜箔的类型及铜箔的厚度等而定。过度的凹蚀以及过度的负凹蚀都不是目标情况。此两种过度凹蚀对镀通孔的可靠性都会造成负面影响。

凹蚀——凹蚀过程也叫正凹蚀，用于去掉介质材料。树脂材料被凹蚀的迹象说明，所有的树脂钻污已被完全去除，同时镀覆孔的铜和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，使孔壁产生环形裂纹、残胶。过度的凹蚀也会导致可能引起内层铜箔破裂的应力。所谓的凹蚀阴影是指钻孔后的孔壁树脂在实施凹蚀加工时，紧靠铜箔的树脂并未完全被清除。这种情况随处可见，即使在别处已达到可接受的凹蚀情况。

负凹蚀——其理论是，为了将内层铜箔凹蚀又清洁，首先要把钻污全部清除。负凹蚀的优点是不会像凹蚀那样在内层界面处产生应力集中点，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性的长寿命应用的铜镀层特别有利。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，可能引起内层分离。

本节无意于对优先选用哪种凹蚀工艺表示赞成或反对。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，取决于各个设计者或用户，同时也取决于所采用的材料、铜电镀、铜箔和应用等因素，并规定宜采用的凹蚀工艺。

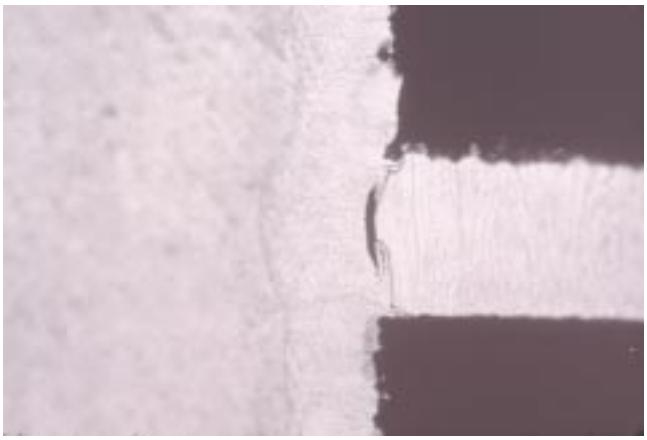
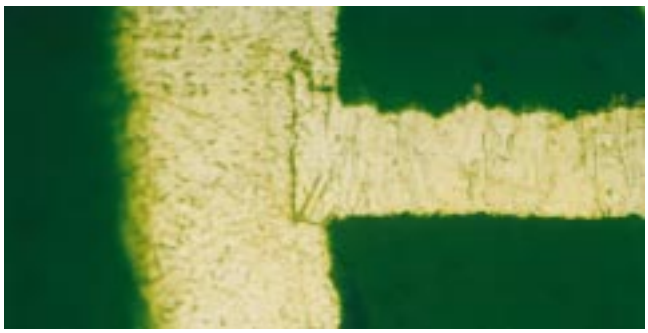


图 1 凹蚀去钻污前钻污的例子

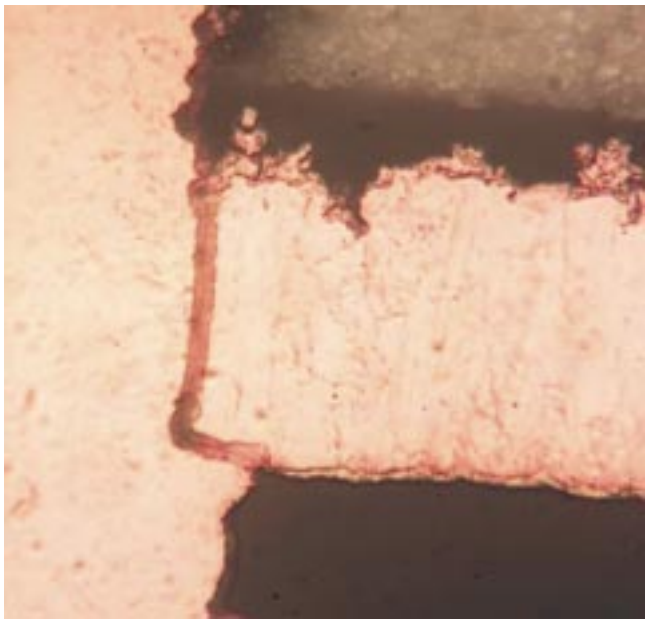
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.5.1 凹 蚀



理想条件—1、2、3 级

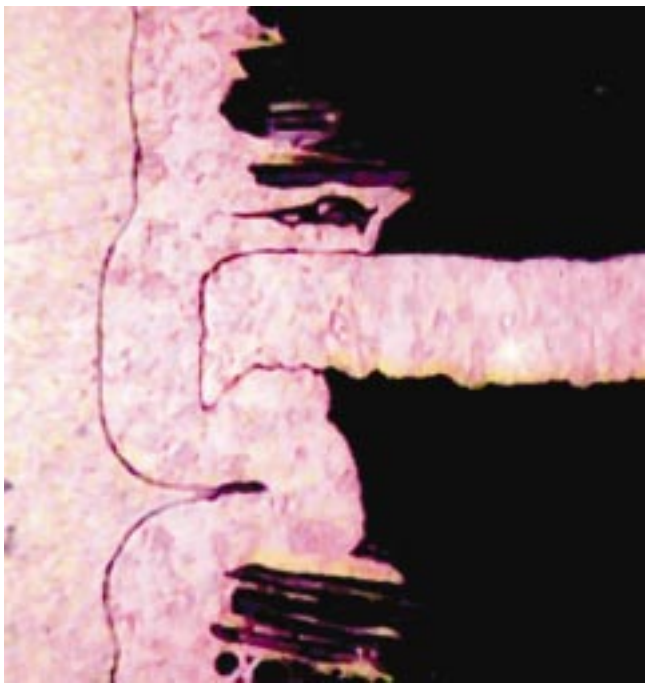
•均匀地凹蚀到最佳的深度 0.013 mm[0.000512 in]。



可接收条件—1、2、3 级

•凹蚀深度介于 0.005 mm[0.0002 in]与 0.08 mm（0.0031 in）之间。

• 每个焊盘的一侧允许出现凹蚀阴影。

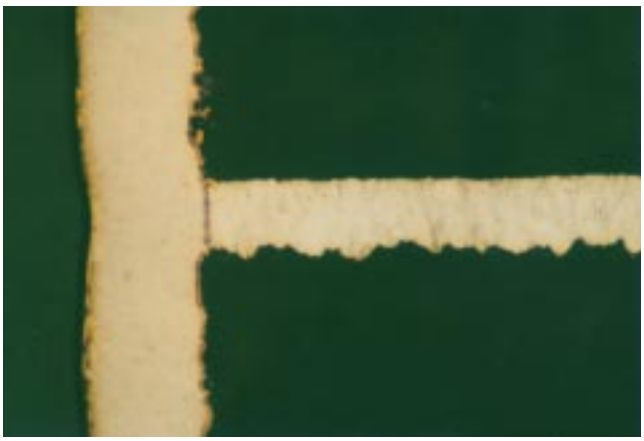


不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

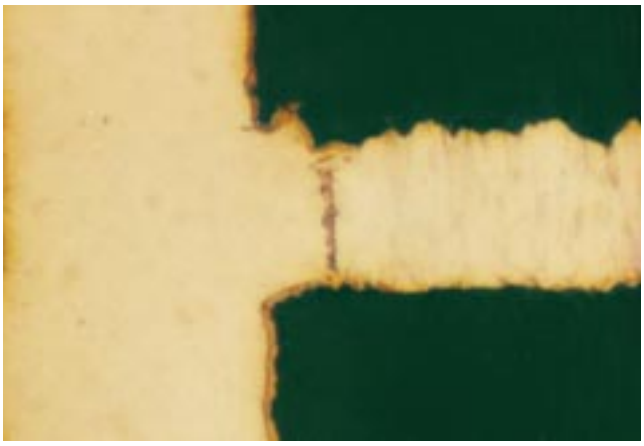
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.5.2 负凹蚀



理想条件—1、2、3 级

• 铜箔上均匀的负凹蚀深度为 0.0025 mm [0.000 098 4 in]。



可接收条件—3 级

• 负凹蚀小于 0.013 mm[0.000 512 in] 。

可接收条件—1、2 级

• 负凹蚀小于 0.025 mm[0.000 984 in] 。

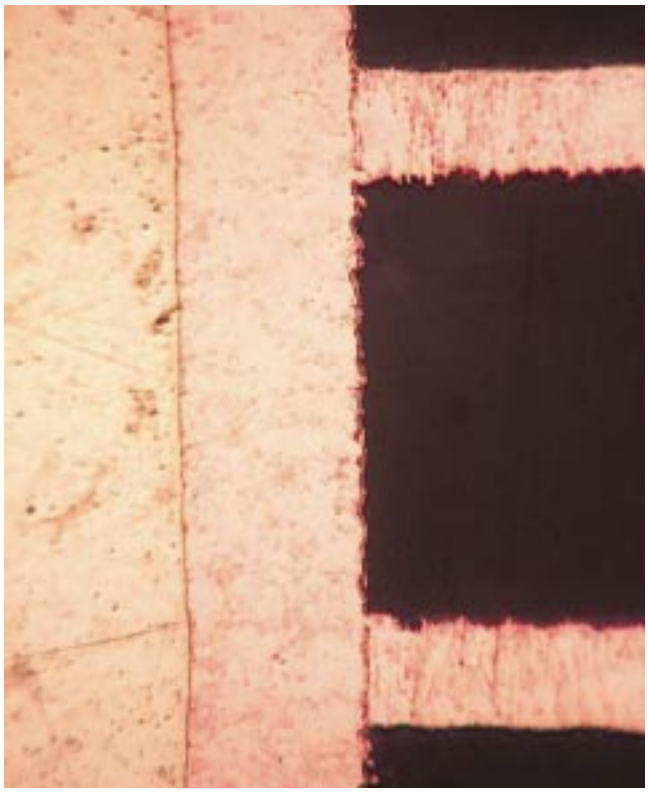
不符合条件—1、2、3 级

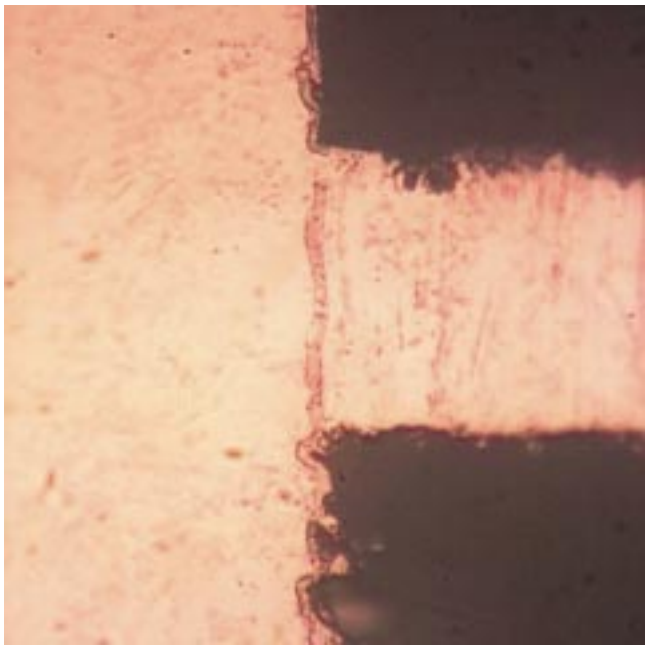
• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.6 去钻污

所谓去钻污是指去除钻孔过程中产生的树脂残渣。





可接收条件—1、2、3 级

- 去钻污产生的凹蚀未超过 0.025 mm[0.001 in]。
- 小块区域钻孔残滴或槽已超过 0.025 mm[0.001 in] 的情况时，应按 3.1.5.1 作为凹蚀进行评价。
- 去钻污完全符合 3.3.13 镀层分离的可接受准则。

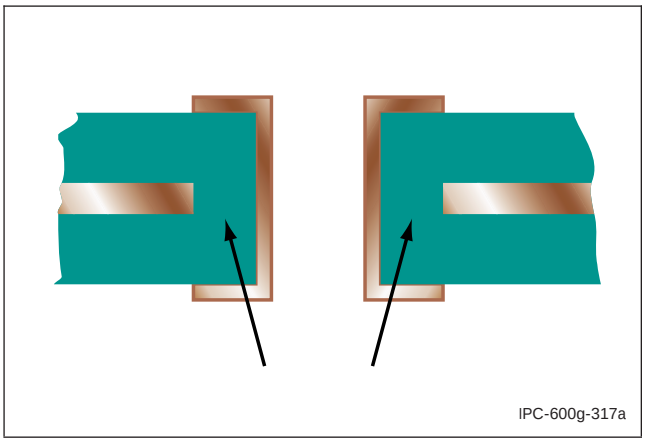
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

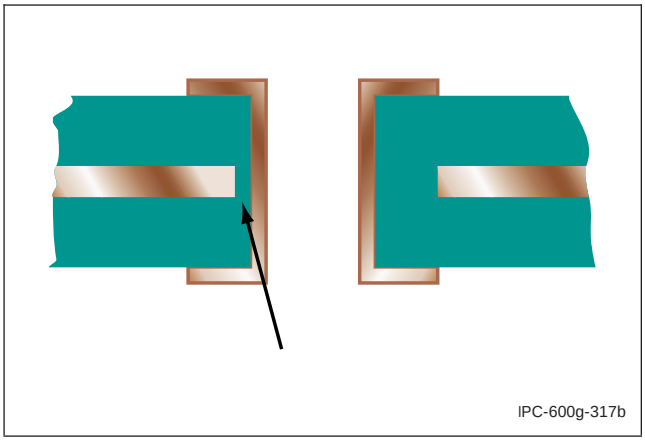
3.1.7 金属层上非支撑孔的介质间距

金属层用作印制板机械增强和（或）电磁屏蔽层，很多要求与金属芯印制板相同。



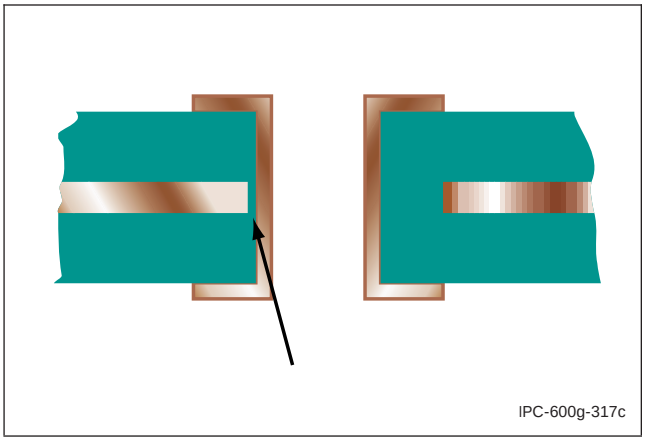
理想条件—1、2、3 级

- 金属层的余隙大于采购文件的要求。



可接收条件—1、2、3 级

- 金属层的余隙等于或大于 0.1 mm[0.004 in]（当采购文件未规定时）。
- 金属层的余隙没有使导体间距缩减到小于采购文件规定的最小要求。



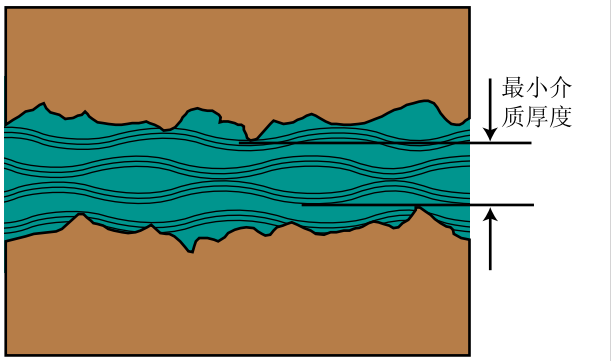
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.8 层间间距

最小介质厚度是适用于耐电压介质强度要求的最大实体状态。



理想条件—1、2、3 级
- 最小介质厚度满足采购文件的要求。

可接收条件—1、2、3 级
- 最小介质厚度满足采购文件的最低要求。

如果未作规定，则层间介质间距必须等于或大于 0.09 mm[0.0035 in]。

不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注：
1. 为传输线阻抗应用而设计的产品，在采购文件上可以规定特殊要求和测量方法。
2. 当图纸上标注的绝缘层厚度小于 90 µm[3543 µin]时，则最小层间间距为 25.0 µm[984 µin]，而增强材料的层数可以由供方选择。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.1.9 树脂凹缩

镀覆孔中树脂凹缩通常是指在孔壁镀层与介质材料之间出现分离的现象。除非采购文件另有规定，否则，在热应力试验后的树脂凹缩对所有的产品等级都是可以接收的。

可接收条件—1、2、3 级

- 经热应力试验后树脂凹缩可以接收。

上述目视观察只在显微切片中进行。

引 言

本节涵盖了印制板的蚀刻、内层和有阻抗控制产品的验收要求。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留下沾污的痕迹。

如果过蚀刻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，则过度蚀刻是拒收的原因。

如果欠蚀刻而使产品上产生的金属残留物使导线之间的间距小于规定的要求，或者导线宽度超过了规定的要求，欠蚀刻也是引起拒收的原因。

除非另有规定，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规定的“最小导线宽度”通常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通常从表面所观察到的实际最窄宽度。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。当导线的单位长度电阻有要求时，则可能有必要对导线横截面的平均宽度进行测量。当有阻抗控制要求时，最大导线宽度的测定对计算阻抗可能很重要，同时往往要求对导线进行剖切。

由于蚀刻剂、抗蚀和金属镀层的厚度的不同，蚀刻后图形的变异可能相当大。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“导线设计宽度”，在光绘生产底片的过程中往往要调整导线的宽度。对“生产底版” 导线宽度的调整量可从 0.025 mm 至 0.05 mm[0.000984 in 至 0.0020 in]。尺寸的调整通过电镀或蚀刻过程的导线宽度增大或减小程度的实验而加以补偿。

3.2.1 中的图示是用来表明不同的加工方法可能产生的几种导线边缘的几何形状，并显示“镀层增宽”、“侧蚀”和“镀层突沿”等不同外形。

用于评价蚀刻条件的定义（见 IPC-T-50）：

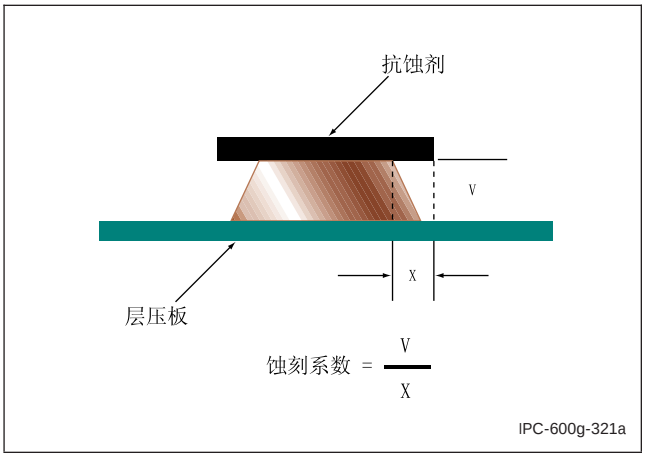
镀层增宽：由于镀层堆积引起的导线一侧宽度增加超过生产底版的绘制宽度。
侧　　蚀：从导线一侧外边缘（包括抗蚀层）到同一侧铜导线的最大凹入点与板面平行的间隔距离。
镀层突沿：镀层增宽和侧蚀量的总和。
导线设计宽度：采购文件上绘制的或标注的导线宽度。

注：1、“生产底版”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。对于控制阻抗的线路，其导线宽度可设置正负公差要求。

生产底版：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。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.2.1 蚀刻特征



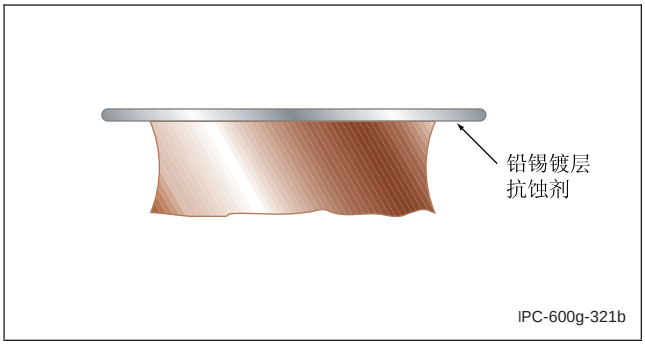
“A”*导线最窄处宽度*：这不是采购文件或性能规范所指的“最小导线宽度”。

“B” *导线底宽*：当采购文件或性能规范标注有“最小导线宽度”时，测量此宽度。

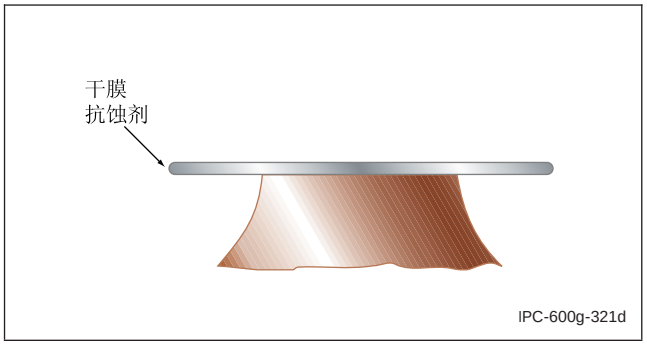
“C” *生产底版导线宽度*：这个宽度通常确定被蚀刻导线上金属或有机抗蚀剂的宽度。

在采购文件中规定的导线设计宽度，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。

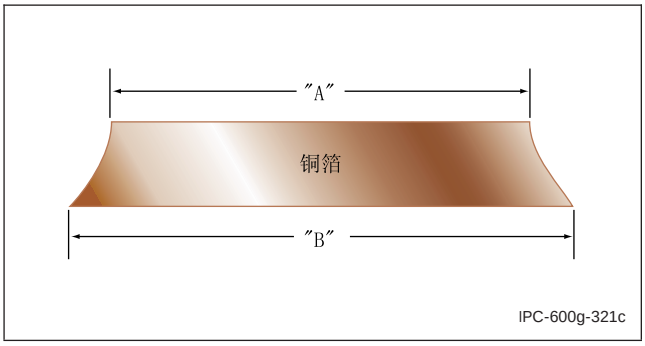
下面两种不同导线外形图，显示导线的宽度可以大于基体底部的宽度。



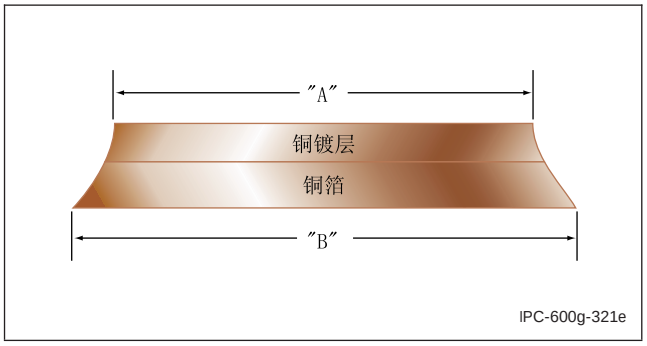
热熔前的图形电镀（干膜抗蚀剂）



去膜前的全板电镀（干膜抗蚀剂）



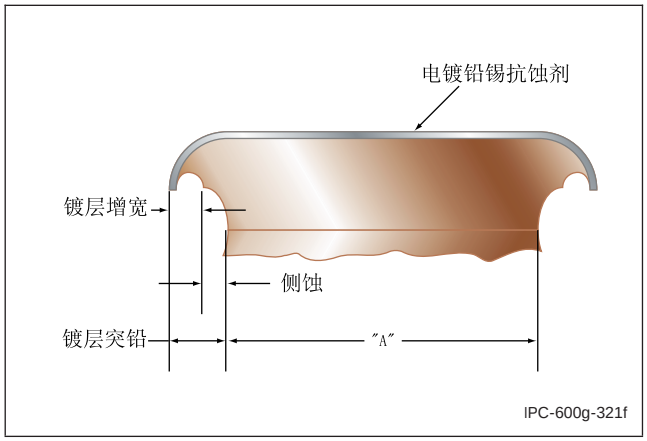
蚀刻后的内层



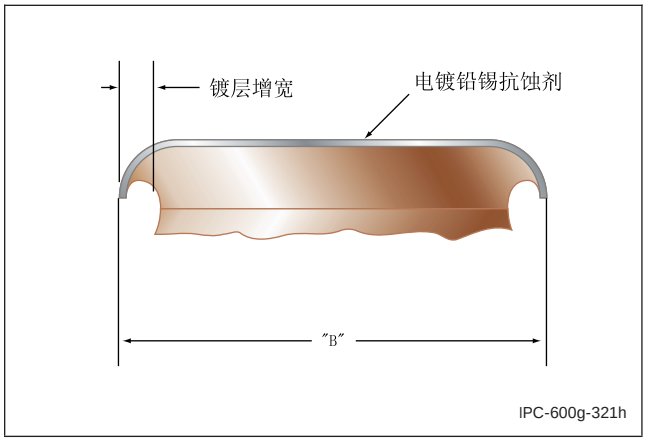
用于埋孔的内层电镀层

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.2.1 蚀刻特征（续）



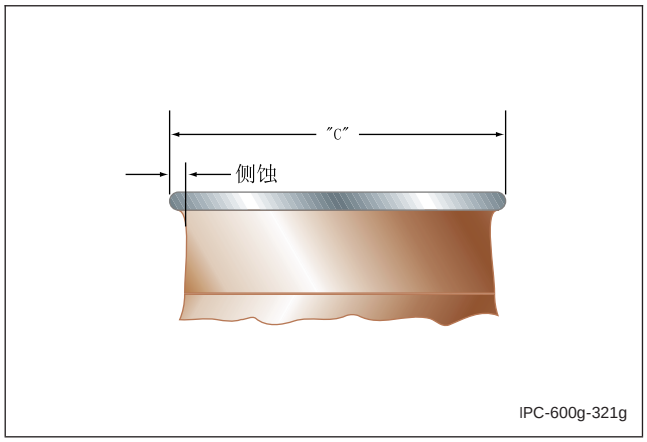
具有镀层增宽的图形电镀（干膜抗蚀剂）



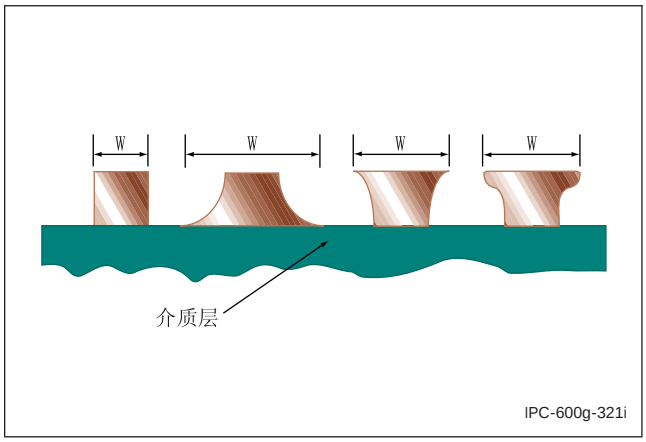
具有镀层增宽的图形电镀（液体抗蚀剂）

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。



薄铜箔与图形电镀（抗蚀剂）

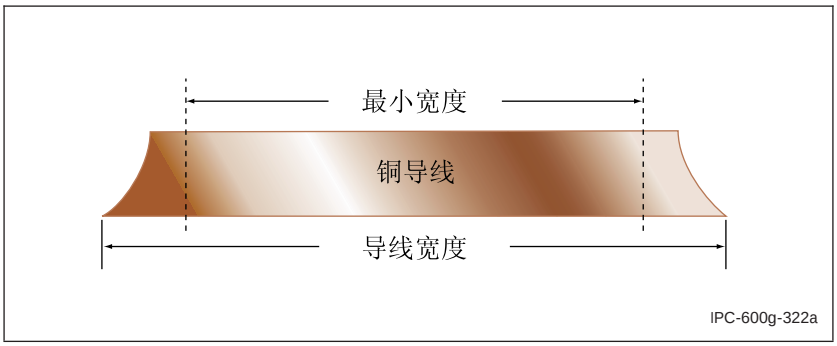


随着表面阻剂 W 的不同，导线有效宽度与导线的宽度可能不相同

上述目视观察只在显微切片中进行。

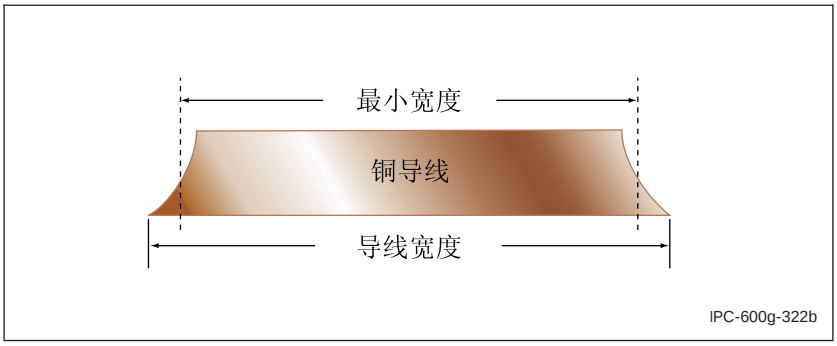
3.2.2 印制及蚀刻

铜导线可由铜箔、铜镀层及化学沉铜层结合而成。通常在显微切片中可以看到的金属抗蚀层、焊料涂覆层及热锡铅镀层，在这里没有给出图示。



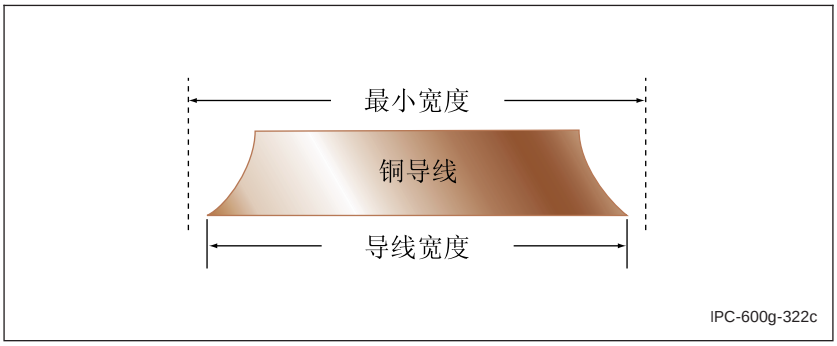
理想条件—1、2、3 级

- 导线宽度超过最小宽度的要求。



可接收条件—1、2、3 级

- 导线宽度满足最小宽度的要求。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.2.3 表面导线厚度(铜箔加镀层)

除非采购文件另有规定,加工后最小总导线厚度(铜箔加镀层)应满足表 3-1 的规定:

表 3-1 工艺后外层导线厚度

重量	铜绝对最小值（IPC-4562 规定值减 10%）（μm）[μin]	对 1 级和 2 级加上最小镀层（20 μm）[787 μin]	对 3 级加上最小镀层（25 μm）[984 μin]	最大加工裕量*（μm）[μin]	工艺后最小表面导线厚度（μm）[μin]	
					1 及 2 级	3 级
1/8oz	4.60[181]	24.60[967]	29.60[1,165]	1.50[59]	23.1[909]	28.1[1,106]
1/4oz	7.70[303]	27.70[1,091]	32.70[1,287]	1.50[59]	26.2[1,031]	31.2[1,228]
3/8oz	10.80[425]	30.80[1,213]	35.80[1,409]	1.50[59]	29.3[1,154]	34.3[1,350]
1/2oz	15.40[606]	35.40[1,394]	40.40[1,591]	2.00[79]	33.4[1,315]	38.4[1,512]
1oz	30.90[1,217]	50.90[2,004]	55.90[2,201]	3.00[118]	47.9[1,886]	52.9[2,083]
2oz	61.70[2,429]	81.70[3,217]	86.70[3,413]	3.00[118]	78.7[3,098]	83.7[3,295]
3oz	92.60[3,646]	112.60[4,433]	117.60[4,630]	4.00[157]	108.6[4,276]	113.6[4,472]
4oz	123.50[4,862]	143.50[5,650]	148.50[5,846]	4.00[157]	139.5[5,492]	144.5[5,689]

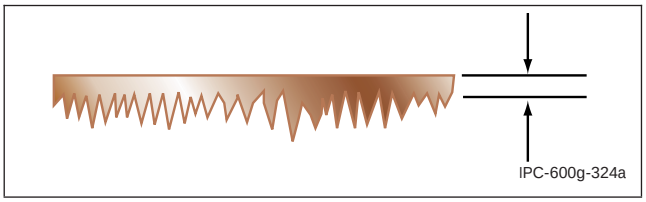
参考：最小铜电镀厚度 1 级=20 μm（787 μin）， 2 级=20 μm（787 μin）， 3 级=25 μm（984 μin）

*对于重量小于 1/2 oz.的铜箔，加工裕量不允许返工过程。对于 1/2 oz 或.以上，加工裕量允许一次返工过程。

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。



加工后所有级别板的最小内层铜箔厚度应符合表 3-2 的规定：

表 3-2 工艺后内层铜箔厚度

重量	铜绝对最小值（IPC-4562 规定值减 10%）（μm）[μin]	最大加工裕量*（μm）[μin]	加工后成品导线最小厚度（μm）[μin]
1/8 oz	4.60[181]	1.50[59]	3.1[122]
1/4 oz	7.70[303]	1.50[59]	6.2[244]
3/8 oz	10.80[425]	1.50[59]	9.3[366]
1/2 oz	15.40[606]	4.00[157]	11.4[449]
1 oz	30.90[1,217]	6.00[236]	24.9[980]
2 oz	61.70[2,429]	6.00[236]	55.7[2,193]
3 oz	92.60[3,646]	6.00[236]	86.6[3,409]
4 oz	123.50[4,862]	6.00[236]	117.5[4,626]
超过 4 oz		6.00[236]	较 IPC-4562 中铜箔厚度减 10%的计算最小厚度再降低 6μm[236μin]

*对于重量小于 1/2 oz.的铜箔，加工裕量不允许返工过程。对于 1/2 oz 或.以上，加工裕量允许一次返工过程。

注：内层导体需要额外电镀层时，应当单独规定其镀层厚度。

上述目视观察只在显微切片中进行。

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。包含在本节中的照片与图片图示分别说明钻孔镀覆孔或冲孔镀覆孔的特性。

所采用的试样应是具有代表性的 IPC-2221 规定的附连板、待测印制电路板的一部分；如果尺寸在范围之内，也可用整块板子。

各试样的孔宜随机选取。建议采用垂直显微切片，它与板边既平行又垂直。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间。抛光的表面在作初始去钻污评价后，镀层厚度测量前宜进行微蚀。

对品质特性与要求的评定，应在经过热应力试验的的板子上进行，且所有要求必须符合。然而，某些不受热应力影响的特性和状况，可以在未经过热应力试验的试样上进行，由供方选择。

a）当供方选择对未受应力的试样进行 b）项的特性检测时，可在镀铜工艺后的任何工序中进行。如果在镀铜后，印制板经受额外高于 Tg（玻璃化温度）的高温，未受应力的试样也应进行同样的高温处理。

b）不受热应力影响的品质特性，包含但不限于以下项目：铜空洞、镀层皱褶或夹杂物、毛刺与结瘤、玻纤束突出、芯吸、最终涂镀层空洞、凹蚀、负凹蚀、镀层/涂层厚度、内层及外层铜层或铜箔厚度。

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. 锥形孔规

  注：孔规使用前必须洁净,并将防锈油脂擦拭干净。
- **目检孔壁质量**
  - A. 空洞、结瘤等缺陷——以裸眼定位，再用高至 10 倍的放大镜进行验证
  - B. 变色、污点等缺陷——采用以裸眼目视及（或）作可焊性试验。

引 言(续)

显微切片：

.镀层厚度测量

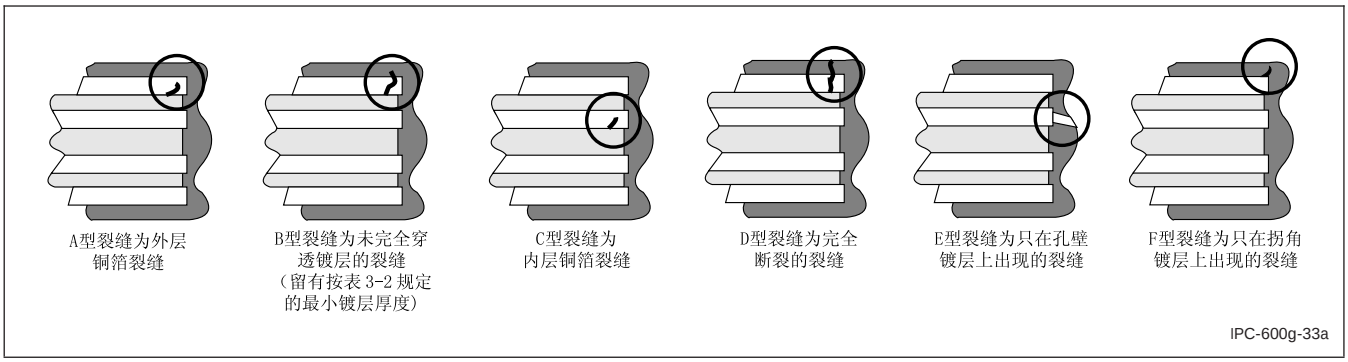
A. 灌封的显微切片检验(IPC-TM-650 方法 2.1.1 或 2.1.1.2):镀铜的平均厚度宜从三个测量值来确定，在镀通孔每侧壁上大约等距离选取三个测试点.不要选用有孤立缺陷的区域,例如空洞、裂缝或结瘤等来测量镀铜厚度。不同裂缝的定义按下图所示。小的局部区域镀层厚度低于最小要求的，作为空洞来评定。

B. 非破坏性方法：微欧姆测量法(IPC-TM-650 方法 2.2.13.1)。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。由于此法与孔的形状的均匀性有关，因此不适合用于测定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，使这种方法在为“统计过程控制”（SPC）提供计量数据时非常有用。

C. 镀层厚度：IPC-6010 系列标准建立了最小厚度要求。

.可焊性

所选取的一组试样或具代表性的样品宜采用 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宜事先加以确定。所试验的镀覆孔宜呈现良好的润湿和毛细管作用。



上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.1 内层环宽

对多层板而言，除了要测量板表面特性之外，如在垂直显微剖切中发现内层孔环有破环，但不能判定破环的程度，则可通过除显微剖切外的非破环性方法，例如特殊图形、探头及（或）软件，以测定内层的重合度。其原理是利用偏出的孔环和偏斜的图形找到情况。这项技术包含但不局限于以下几种：

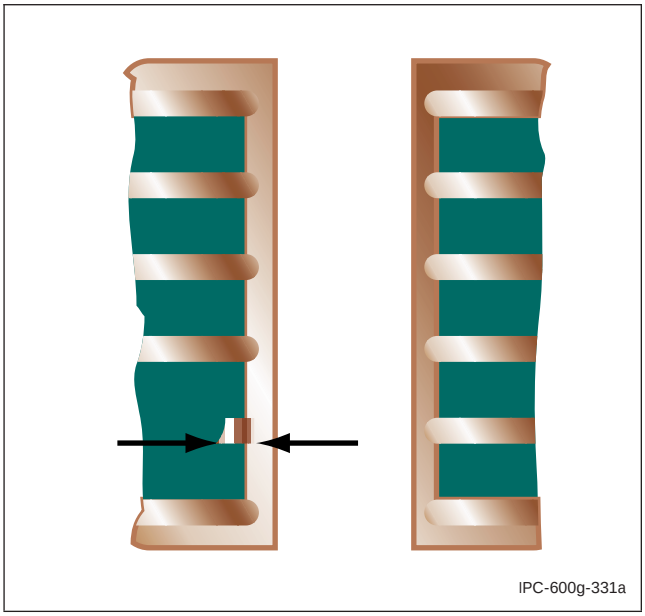
- IPC-2221 中详细描述的可选试样 F；
- 定制的可用于电气测试的试样；
- X 射线术；
- 水平显微剖切；
- CAD/CAM 资料分析与每层线路图形偏差的关联性。

注： **应当**采用显微剖切或统计抽样来验证上述检测技术的符合性，并建立该技术所采用的特定校验标准。

一旦在垂直显微切片上发现破环，注意下列事项：

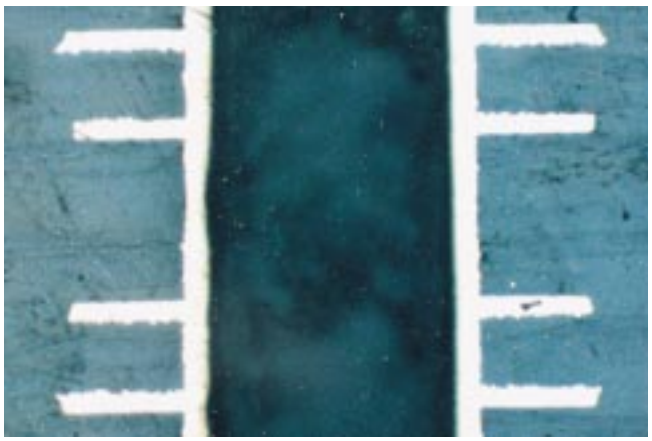
1. 在导线与焊盘的连接区，最小线宽可能受到危及；
2. 有足够的电气间距。

应测定破环的大小与方向。应在适用的试样的受影响区域进行检测并分析可疑层面进行判定，试样可用 IPC-2221 规定的附连测试板或实际生产板，利用上述技术进行测定。



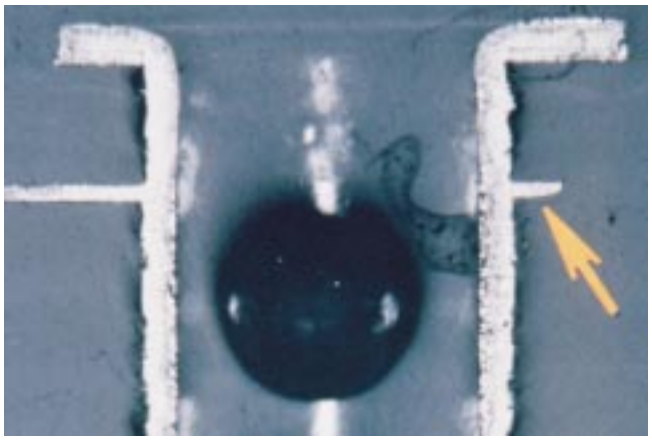
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.1 内层环宽



理想条件—1、2、3 级

- 所有的孔准确地对准焊盘的中心。

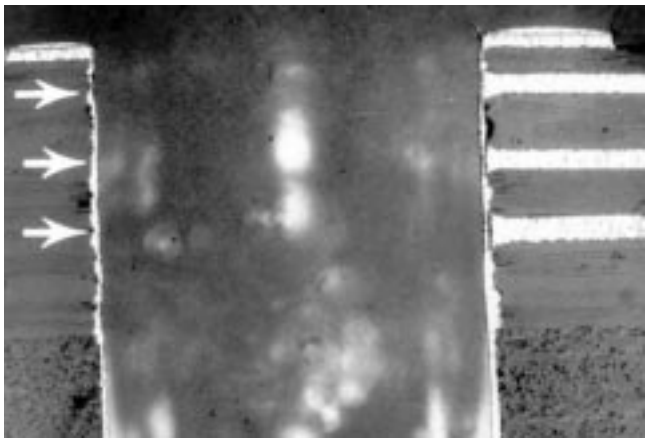


可接收条件—3 级

- 最小环宽大于或等于 0.025 mm[0.000984 in]。

可接收条件—1、2 级

- 破环未使焊盘/导线连接区减少至小于 2.10.1.1 中允许的宽度减少值并保持最小间距。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

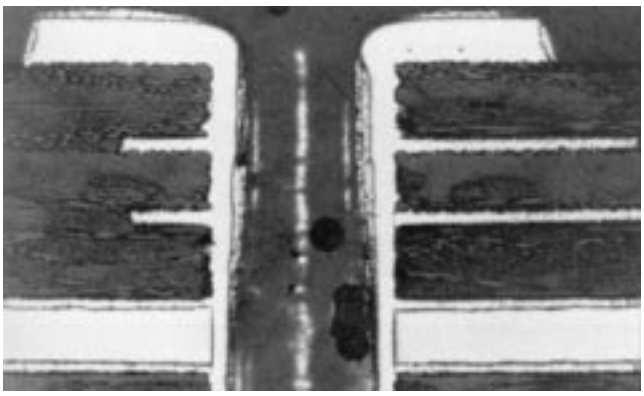
一旦在垂直显微切片上发现破环，注意下列事项：

1. 在导线与焊盘的连接区，最小线宽可能受到危及；
2. 有足够的电气间距。

应测定破环的大小与方向。应在适用的检测试样的受影响区域进行检测并分析可疑层面进行判定，试样可用 IPC-2221 规定的附连测试板或实际生产板，利用上述技术去进行测定。

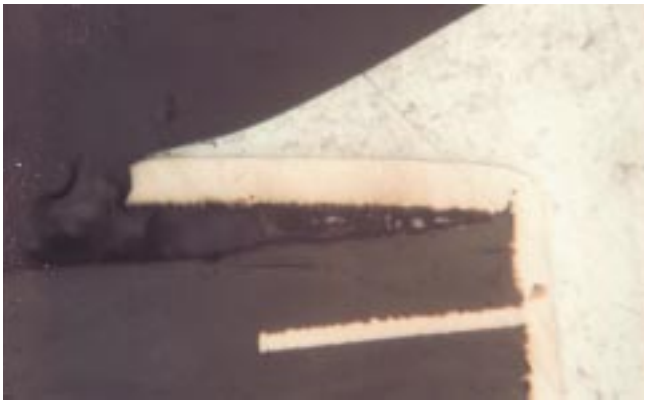
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.2 焊盘起翘(显微切片)



理想条件—1、2、3 级

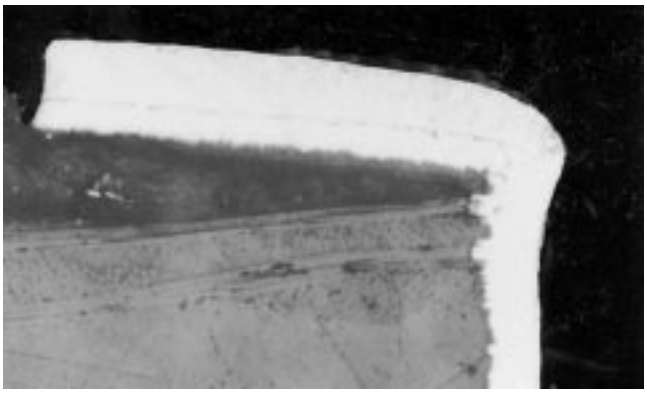
• 没有焊盘起翘。



可接收条件—1、2、3 级

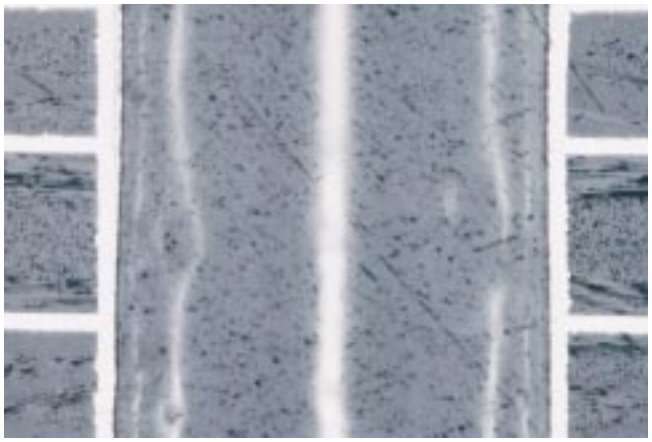
热应力试验或模拟返工后:

• 允许出现焊盘起翘。



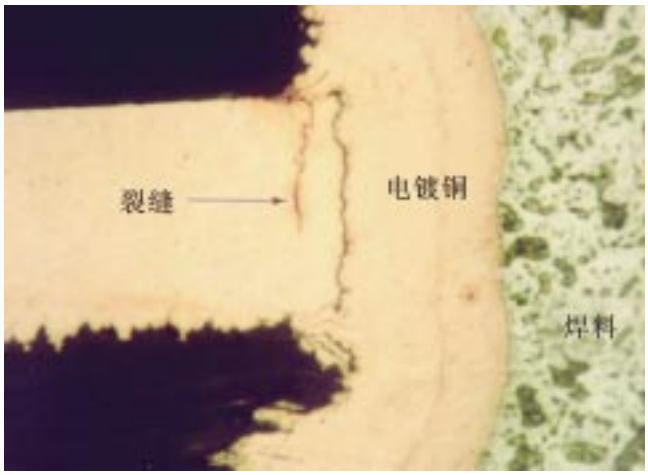
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.3 铜箔裂缝—（内层铜箔）C 型裂缝

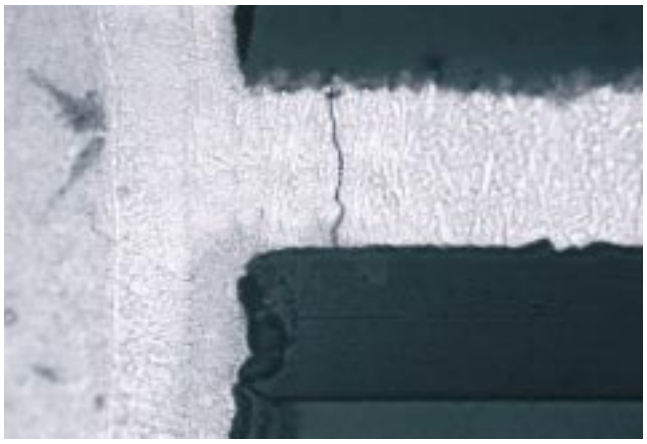


理想条件—1、2、3 级
- 铜箔无裂缝。

可接收条件—2、3 级
- 铜箔上无裂缝迹象。



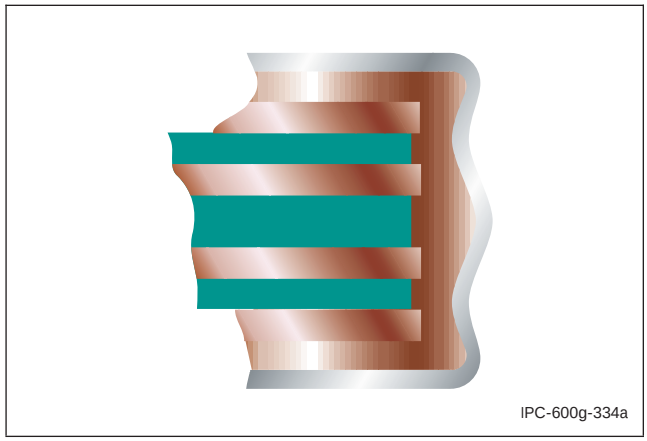
可接收条件—1 级
- 仅允许孔的一侧铜箔有裂缝，且不应穿透整个铜箔厚度。



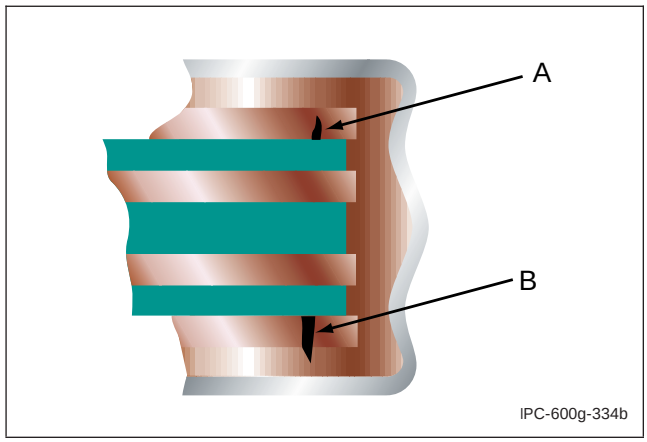
不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.4 铜箔裂缝（外层铜箔）

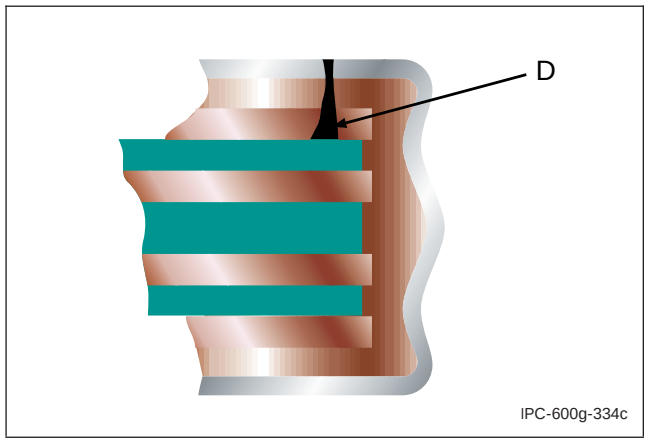


理想条件—1、2、3 级
- 铜箔无裂缝。



可接收条件—1、2、3 级
- 有 A 型裂缝。

可接收条件—1 级
- 有 B 型裂缝。

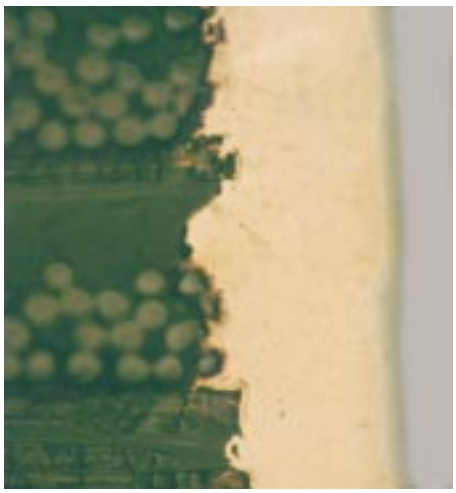


不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注：
- A 型裂缝是在外层铜箔的裂缝。
- B 型裂缝是镀层未完全穿透的裂缝（留有最小镀层厚度）。
- D 型裂缝是裂缝已完全穿透外层铜箔及镀层。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.5 镀层裂缝—（孔壁）E 型裂缝

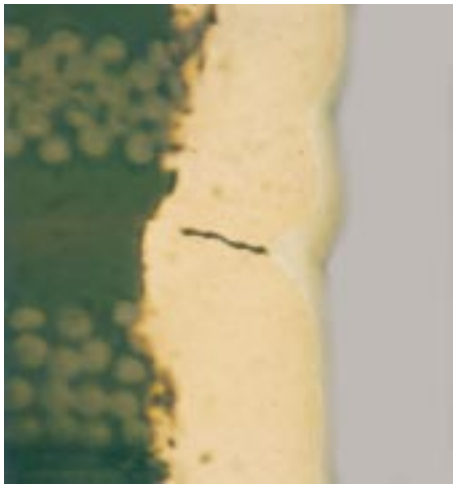


理想条件—1、2、3 级

- 孔壁镀层无裂缝。

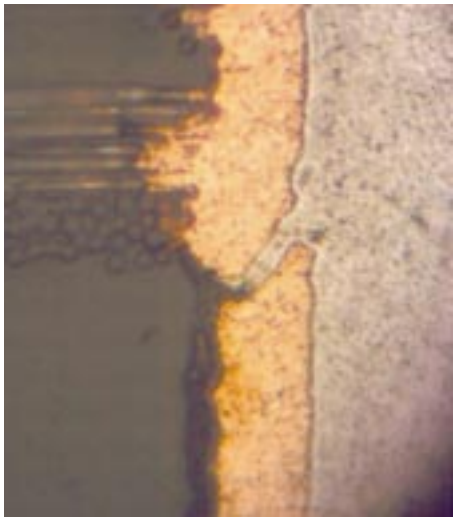
可接收条件—1、2、3 级

- 镀层无裂缝。



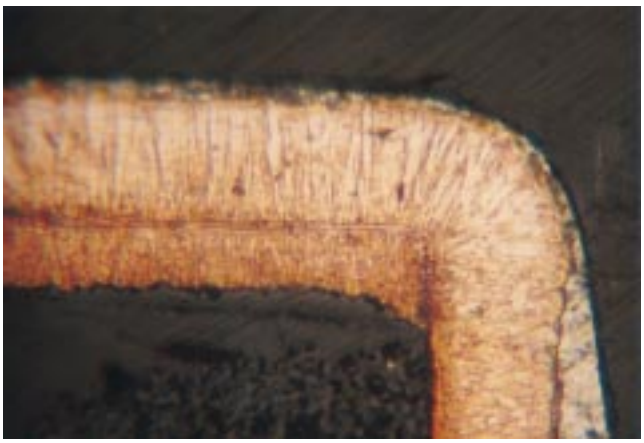
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。



上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.6 镀层裂缝—（拐角）F 型裂缝

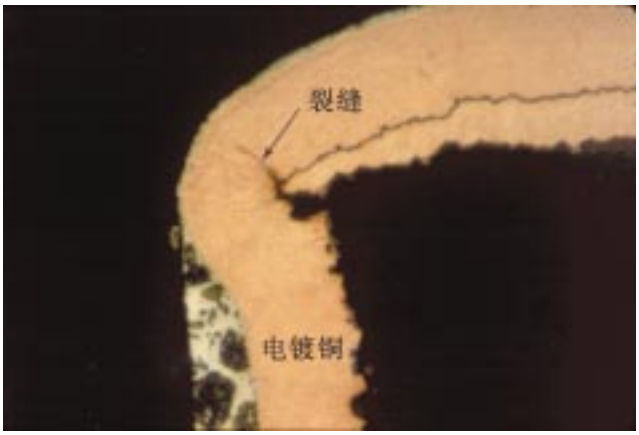


理想条件—1、2、3 级

- 镀层无裂缝。

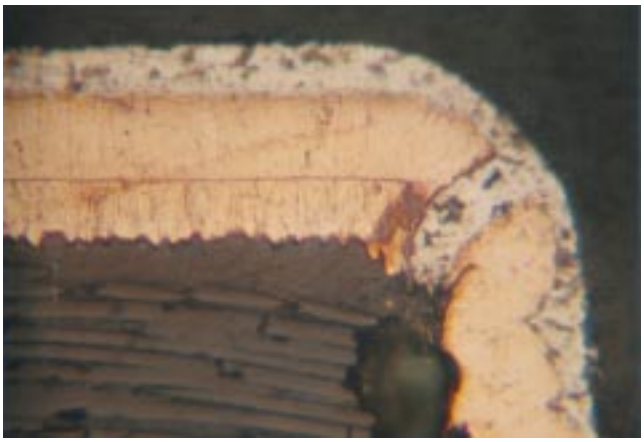
可接收条件—1、2、3 级

- 镀层无裂缝。



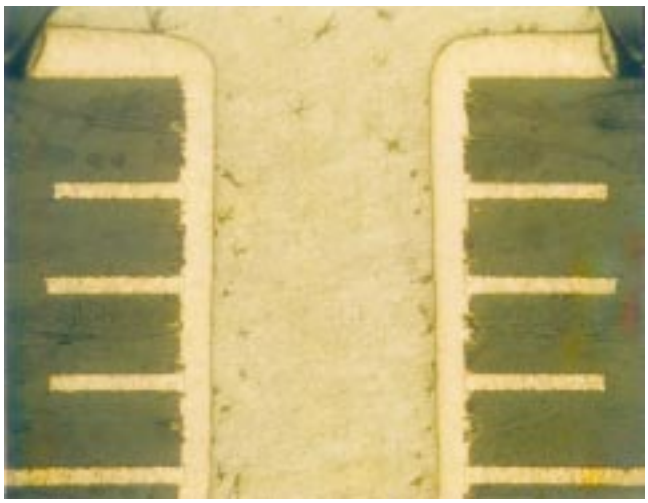
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。



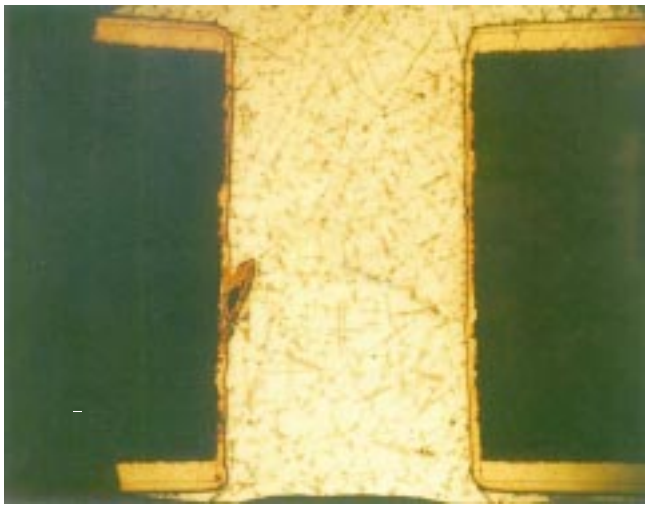
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.7 镀层结瘤



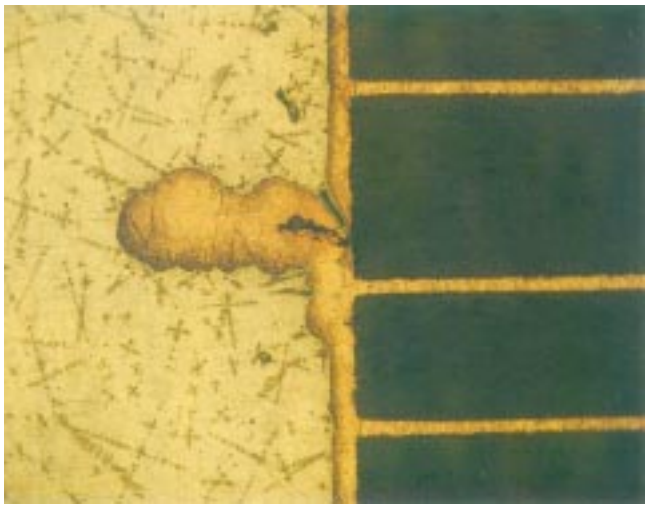
理想条件—1、2、3 级

• 整个孔壁镀层是平滑而均匀的。无粗糙或结瘤。



可接收条件—1、2、3 级

• 粗糙或结瘤没有使镀层厚度减小到低于最低要求或使孔径低于最低要求。

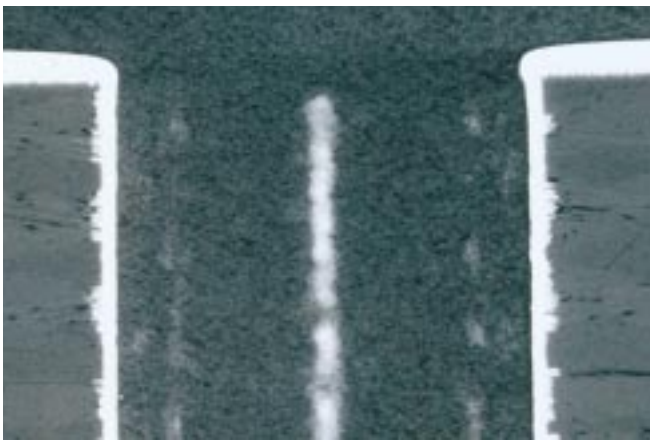


不符合条件—1、2、3 级

• 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.8 孔壁铜镀层厚度

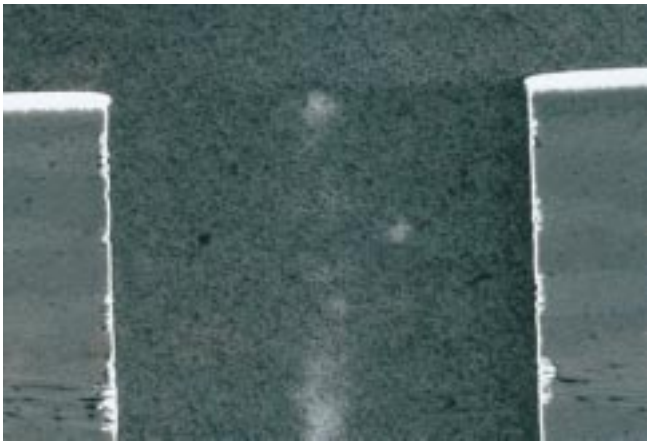


理想条件—1、2、3 级

- 整个孔壁镀层是平滑而均匀的。镀层厚度满足要求。

可接收条件—1、2、3 级

- 镀层厚度有变异，但能满足 IPC 6010 系列中规定的最低平均厚度要求和最低薄区域厚度要求。
- 局部小区域的镀层厚度小于最小要求则评为空洞。

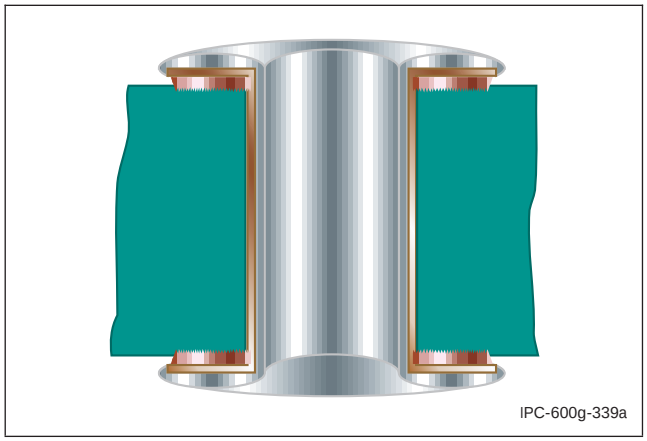


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

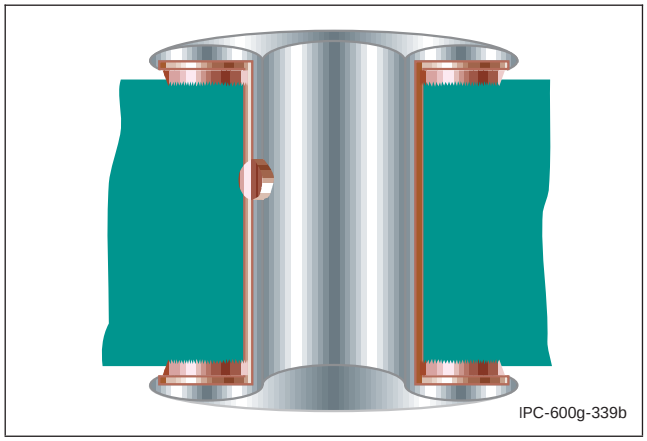
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.9 镀层空洞



理想条件—1、2、3 级

- 孔内无空洞。

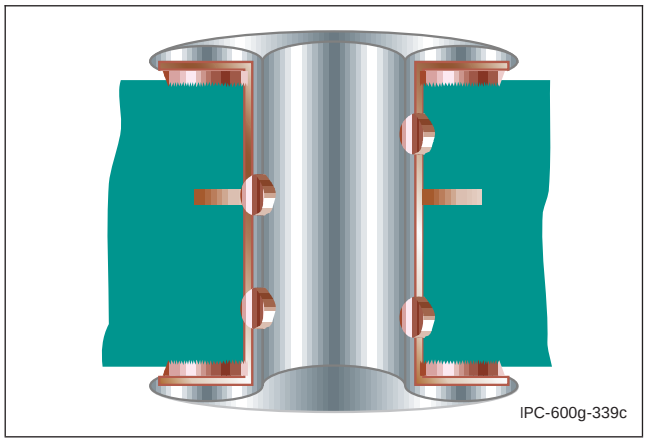


可接收条件—2、3 级

- 每个附连测试板或产品板不多于一个镀层空洞，无论长度或大小。
- 镀层空洞不超过印制板总厚度的 5%。
- 在内层导电层与孔壁镀层的界面无镀层空洞。
- 镀层空洞小于或等于圆周的 90°。

可接收条件—1 级

- 不管长度与尺寸如何，每块附连测试板或生产板上的镀层空洞不超过三个。
- 镀层空洞不超过印制板总厚度的 5%。
- 在内层导电层与孔壁镀层的界面无镀层空洞。
- 镀层空洞小于或等于圆周的 90°。



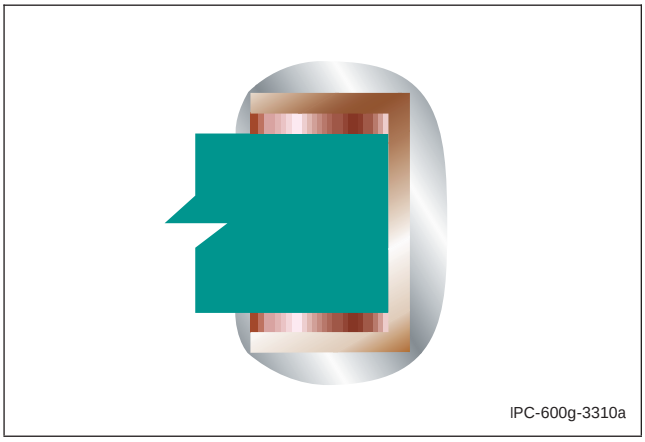
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

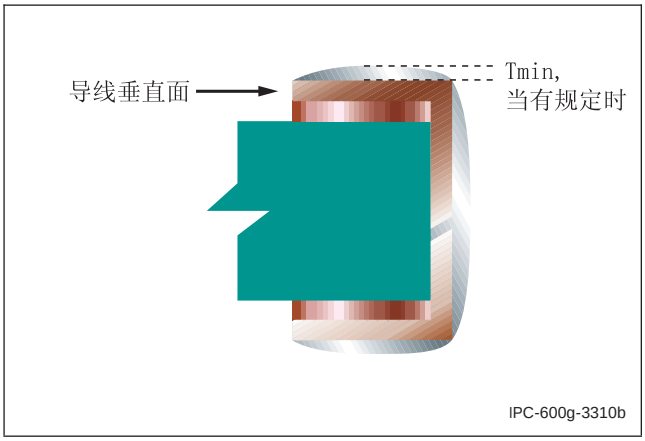
3.3.10 焊料涂层厚度(当有规定时)

当有规定时，焊料涂层厚度应在热应力之前评定。



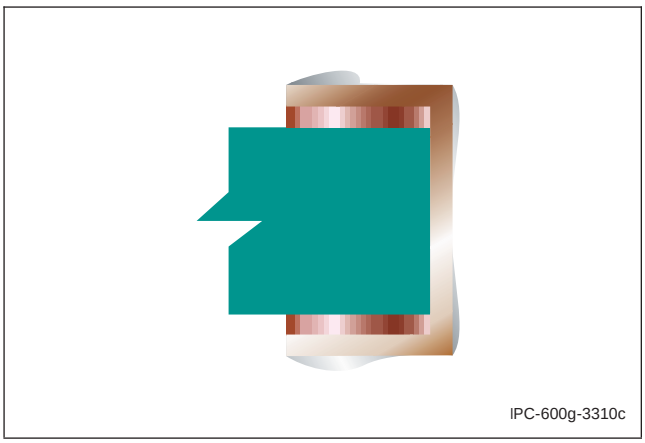
理想条件—1、2、3 级

- 焊料涂覆层厚度是均匀的并覆盖已蚀刻的焊盘边缘。没有明显露铜。



可接收条件—1、2、3 级

- 焊料涂覆层厚度是均匀的,但垂直区域(导线及焊接盘)可以不被覆盖。没有明显露铜。



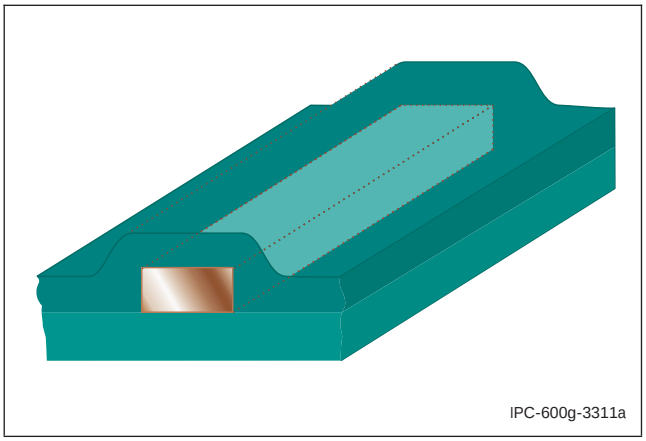
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注:可焊性要求见 5.1

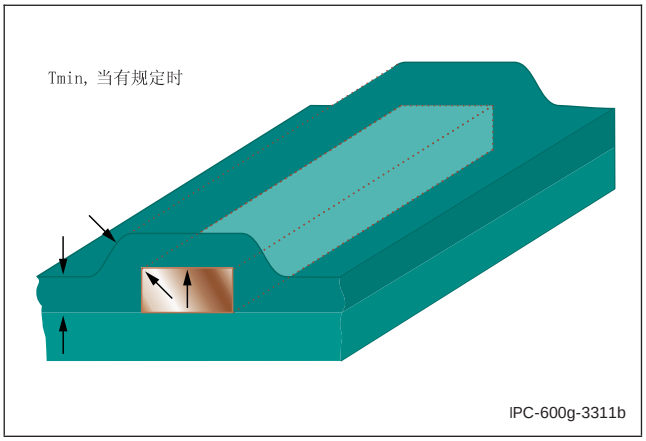
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.11 阻焊剂厚度



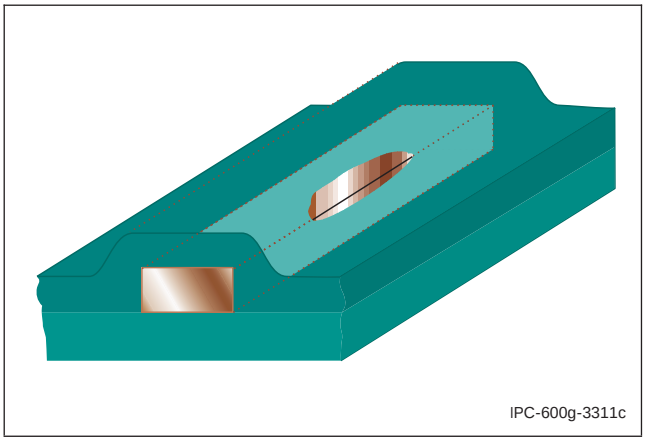
理想条件—1、2、3 级

- 厚度按采购文件中的规定。



可接收条件—1、2、3 级

- 有规定时：阻焊剂厚度符合采购文件中的厚度要求（不能由目检评定）。

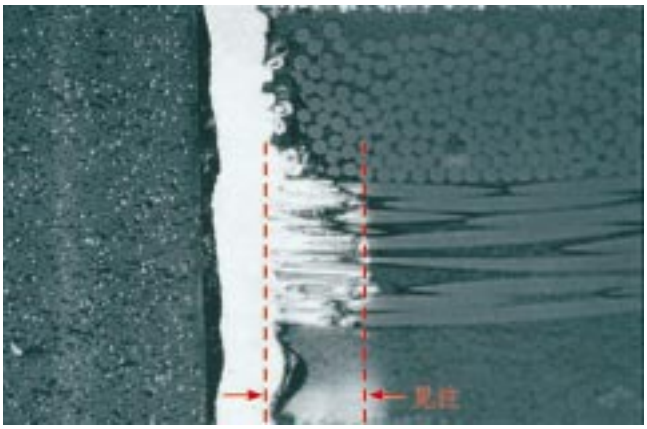


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

3.3.12 芯吸

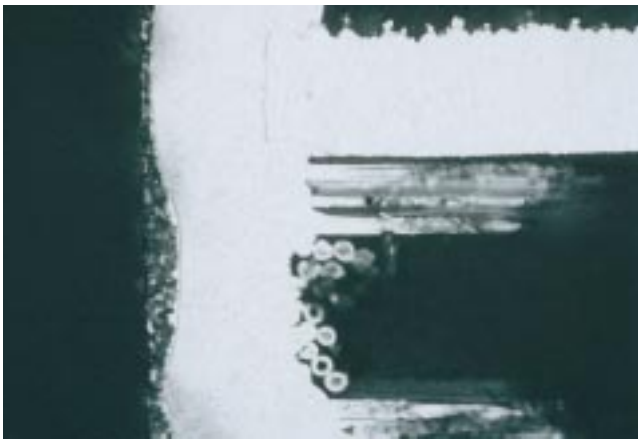
理想条件—1、2、3 级
- 没有出现芯吸。



可接收条件—3 级
- 芯吸不超过 80 µm[3,150 µin]。

可接收条件—2 级
- 芯吸不超过 100 µm[3,937 µin]。

可接收条件—1 级
- 芯吸不超过 125 µm[4,291 µin]。

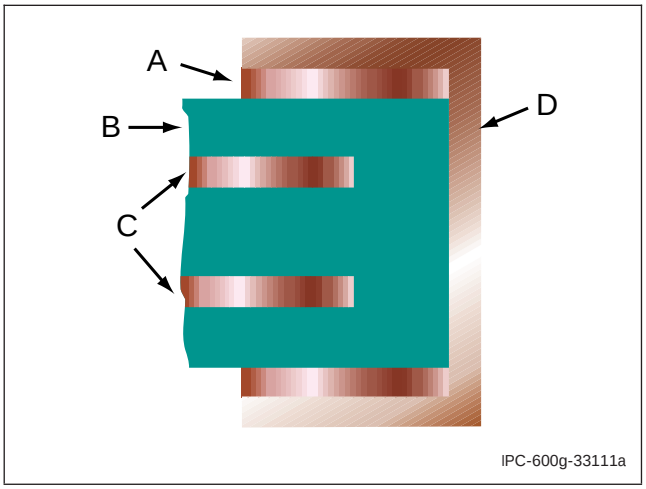


不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

注：芯吸的测量是从基板边缘量起，不包含镀层。

上述目视观察只在显微切片中进行。

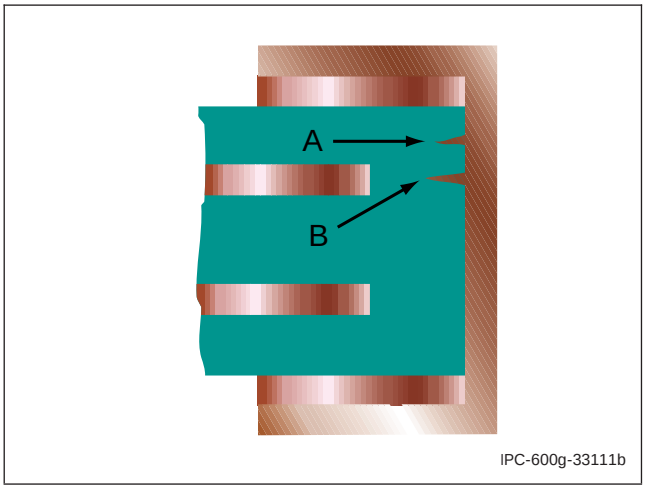
3.3.12.1 隔离孔的芯吸



A)表面焊盘　　C)相邻非共有导线
B)介质　　D)表面镀层

理想条件—1、2、3 级

- 没有导电材料渗入基材或沿着增强材料渗入的芯吸。



可接收条件—1、2、3 级

- 芯吸(B)没有使间距减少至小于采购文件中规定值。

可接收条件—3 级

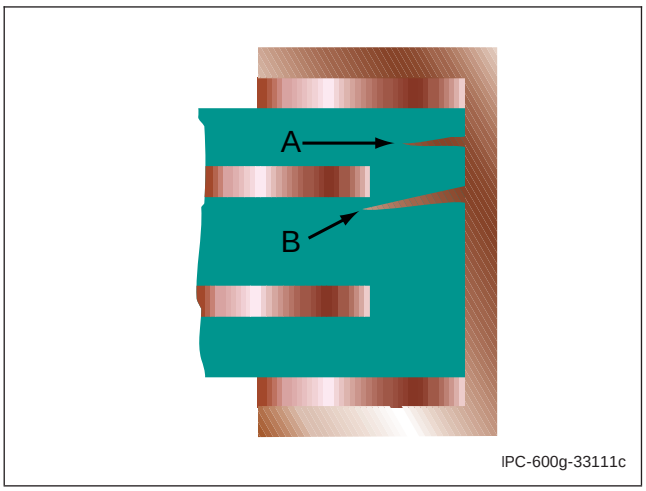
- 芯吸不超过 80 µm[3,150 µin]。

可接收条件—2 级

- 芯吸不超过 100 µm[3,937 µin]。

可接收条件—1 级

- 芯吸不超过 125 µm[4,291 µin]。

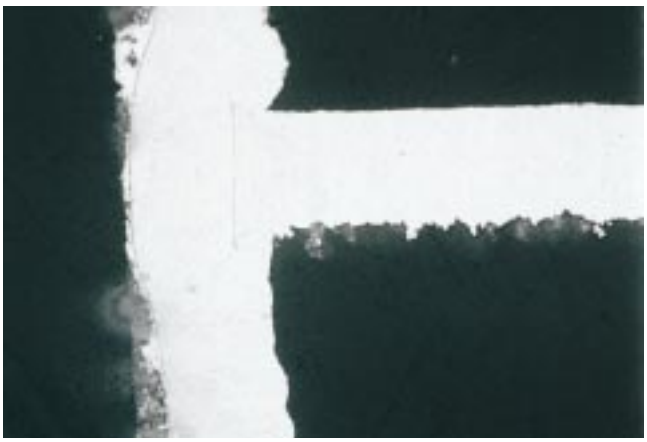


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.13 内层分离—垂直(纵向)显微切片

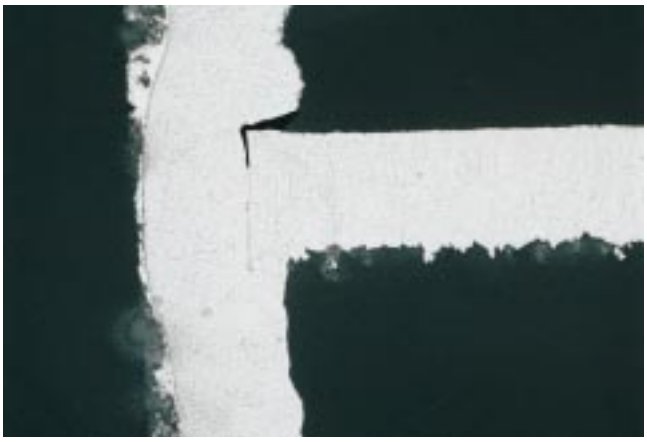


理想条件—1、2、3 级

- 镀铜层直接结合到铜箔层处，不存在内层分离(内层焊盘与通孔镀层间的分离)或内层夹杂物。

可接收条件—2、3 级

- 没有分离迹象。



可接收条件—1 级

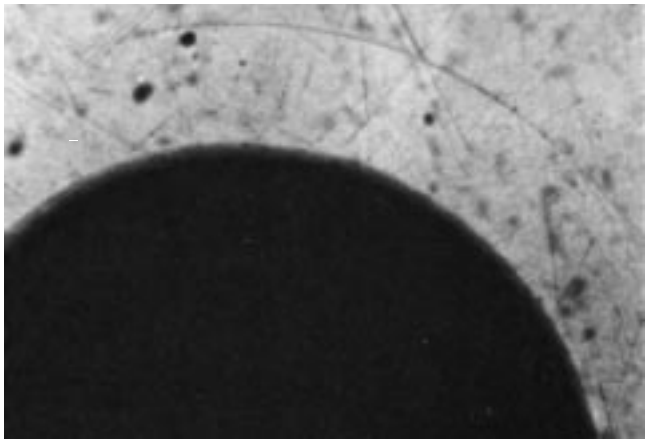
- 在不超过 20%的可查到焊盘中，每个焊盘的位置上只在孔壁的一侧出现内层部分分离或内层夹杂物。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.14 内层分离—水平(横向) 显微切片

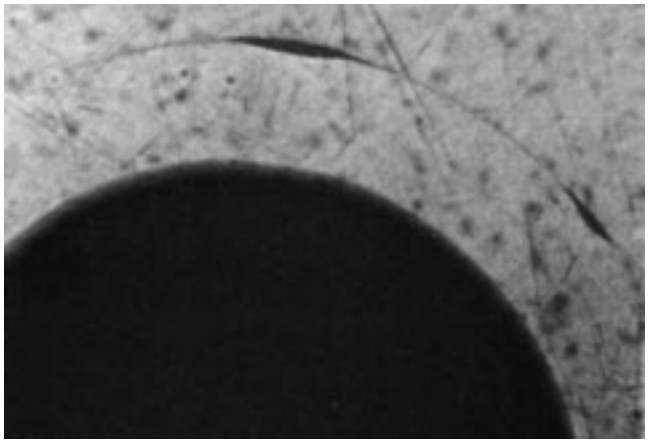


理想条件—1、2、3 级

- 孔中内层铜箔与镀层之间没有分离。镀铜层直接结合到内层铜箔处，两者之间的分界线是由于化学镀铜层优先蚀刻而形成的。

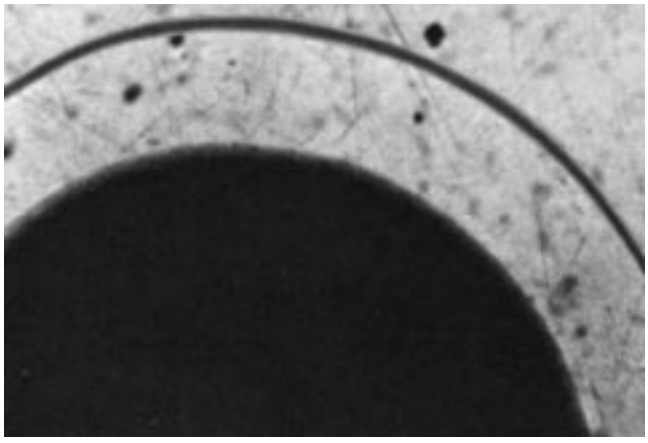
可接收条件—2、3 级

- 没有分离迹象。



可接收条件—1 级

- 存在轻微的分界线并有局部较小的内层分离，但尚未超过规定的要求。



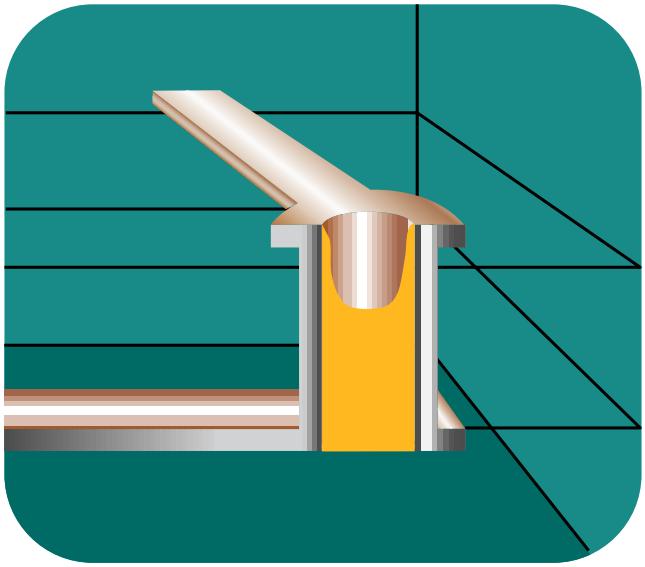
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.3.15 埋盲孔的材料填充

盲孔宜用聚合物或阻焊剂填塞以防止焊料进入，因为小孔内有焊料容易降低可靠性。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。埋孔的填充要求如下：



可接收条件—2、3 级

- 埋孔至少 60%填满层压树脂或类似孔填充材料。

可接收条件—1 级

- 埋孔中完全没有填充材料。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

引 言

本节旨在说明钻孔镀覆孔的验收特性。虽然仅规定了两种特性（毛刺和钉头），但良好的钻孔是优良镀覆孔的关键。钻孔的孔壁宜平滑而没有毛刺、分层、烧焦、破碎绝缘物及纤维突出等。孔宜垂直、圆而非锥形的。差的钻孔会引起的其它许多问题，已经在本文件的其它章节中进行了描述与说明。这些问题是：

. 镀层粗糙；
. 结瘤；
. 镀层空洞；
. 镀层过薄；
. 镀层裂缝(孔壁、拐角)；
. 芯吸(过量)；
. 孔径缩小；
. 粉红环；
. 焊接时出现气孔；
. 跳镀，

个别孔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；
. 钻头进给速率；
. 钻头锐利度。

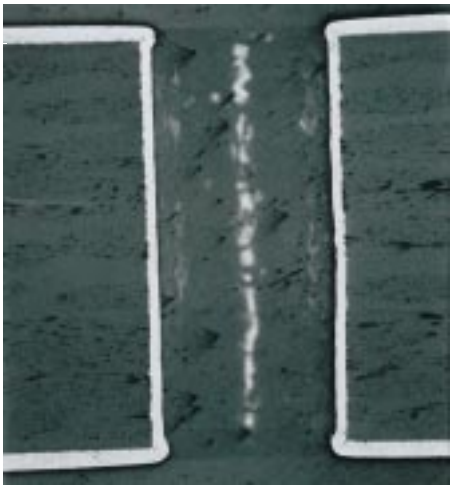
钉头是钻孔加工过程中可能产生的一种状况。它通常是由于钻头磨损、不适当的转速及进给速率，和（或）软的垫板、盖板材料等造成的。这种情况对所有等级均可接收。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.4.1 毛刺

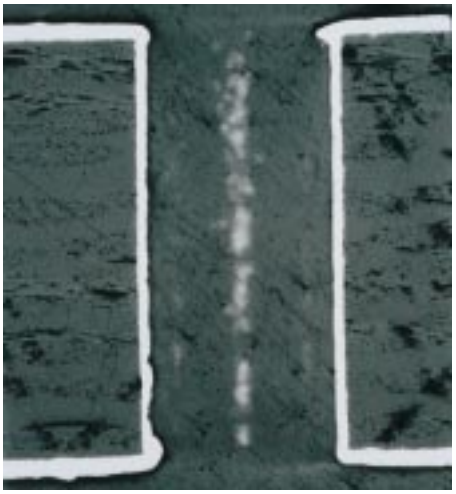
理想条件—1、2、3 级

- 没有毛刺迹象。



可接收条件—1、2、3 级

- 只要没有将孔径或镀层厚度减小到低于最低要求时，则毛刺对所有等级均可接收。



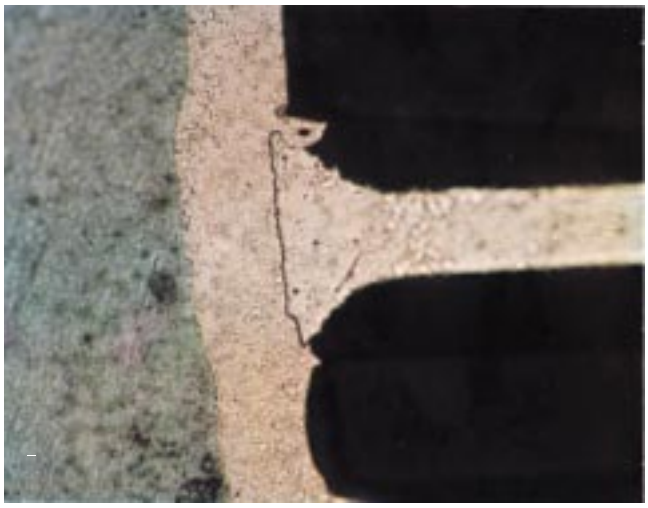
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

3.4.2 钉头

没有证据表明钉头影响功能。钉头的出现可视为过程或设计变异的警示，但不能作为拒收的理由。可考虑评估玻璃纤维束损伤。



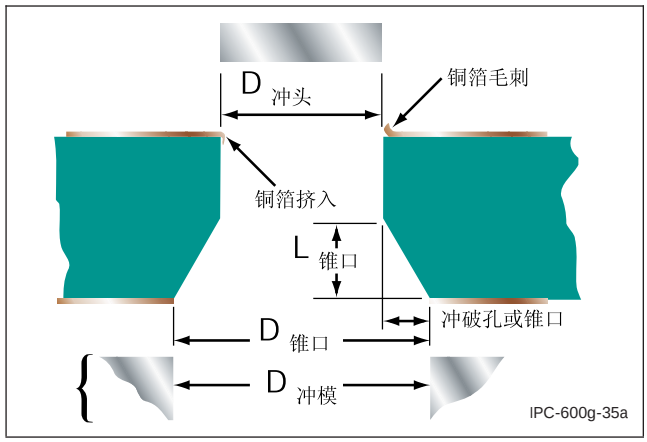
上述目视观察只在显微切片中进行。

引 言

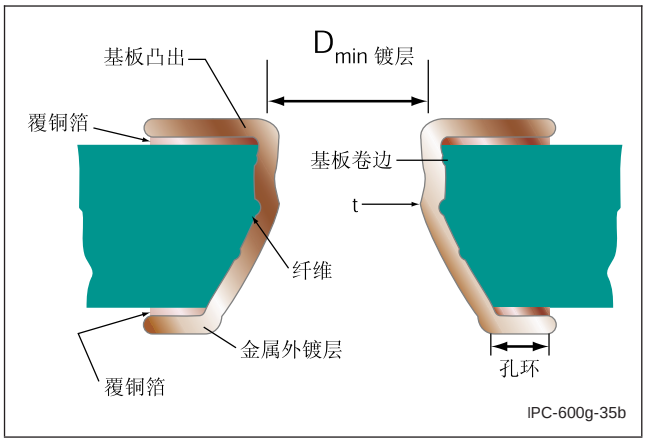
下面各图所示为增强层压板上的冲孔及冲孔镀覆孔的情况。图示表明了冲孔中可能呈现的特性。冲孔外观可能不同于钻孔。钻孔孔壁具有垂直的几何形状，而冲孔的外貌会出现从笔直的孔壁到类似于附图中所看到的各种变化。导致冲孔呈现不同特征归因于：

. 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可冲性的非常重要的因素. 基材全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笔直的孔壁。当期望得到笔直孔壁及较小锥口时，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，则所有等级都是可以接收的。



冲孔

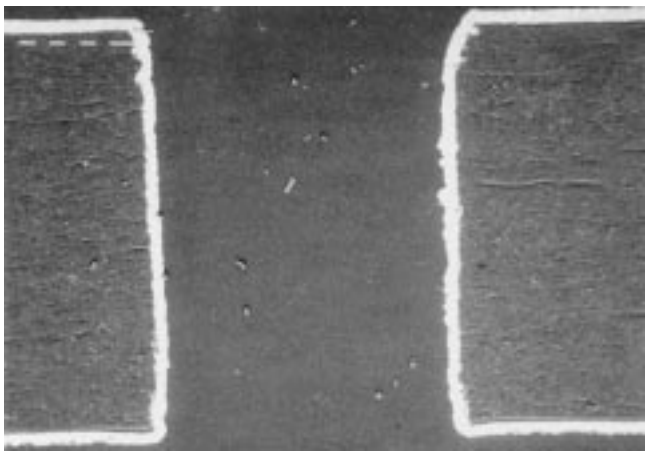


冲孔镀覆孔

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。冲孔中铜箔卷入可能归因于冲头与冲模之间的间隙过大或冲头太钝。另外冲制孔在出口端呈锥形或破孔都是正常现象，其原因可能是孔成形时板材内产生应力所造成。锥口的程度可以通过改变冲头与冲模的间隙及其它加工参数加以控制。

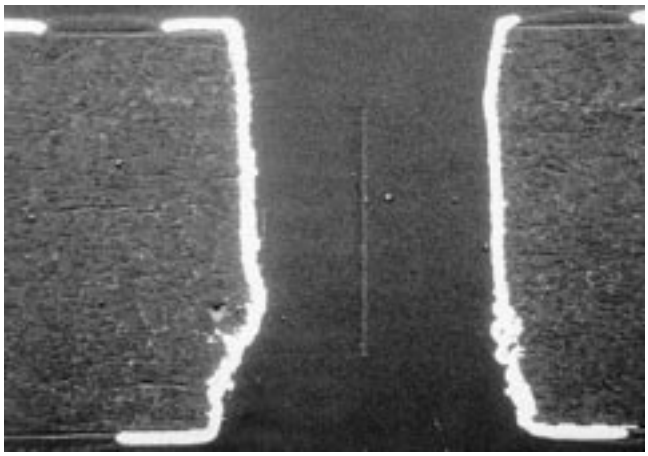
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.5.1 粗糙度与结瘤



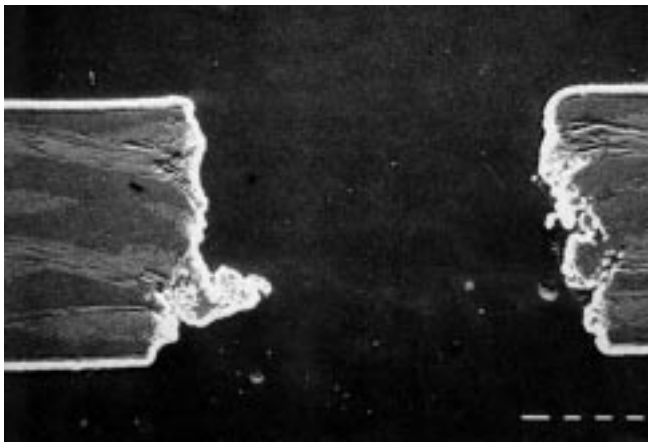
理想条件—1、2、3 级

- 整个孔的镀层平滑而均匀，没有粗糙或结瘤迹象。



可接收条件—1、2、3 级

- 粗糙或结瘤没有使镀层厚度或孔径减小到低于规定的最小要求。

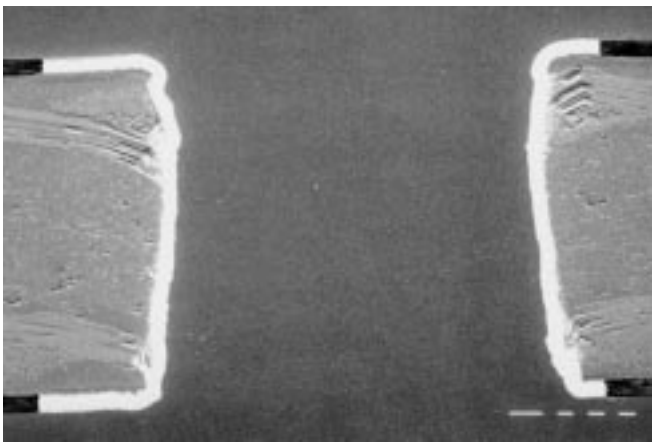


不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

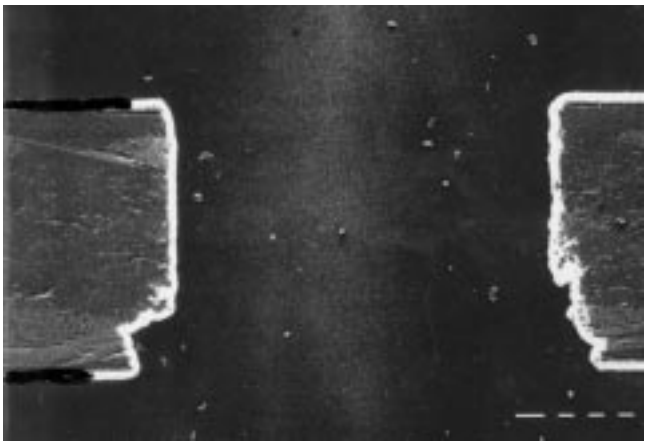
上述目视观察只在显微切片中进行。

3.5.2 锥口



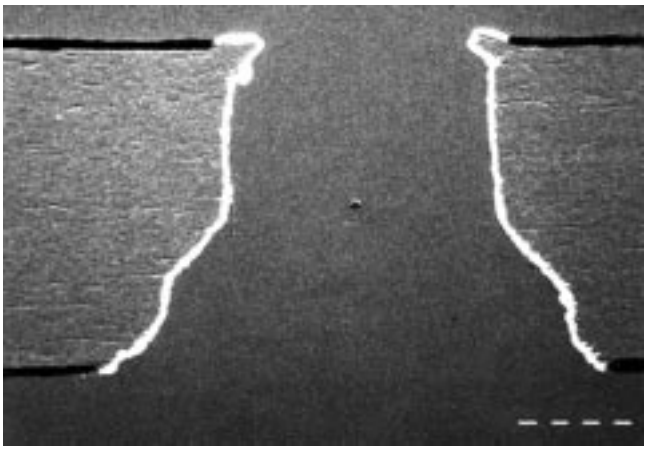
理想条件—1、2、3 级

- 只有轻微的锥口且未违反最小环宽要求。



可接收条件—1、2、3 级

- 有锥口，但没有违反最小环宽要求。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷不符合或超出上述准则的状况。

上述目视观察只在显微切片中进行。

引 言

本节为几种特殊类型的印制板提供验收准则。这些特殊类型板的某些特性要求 ，在通用验收准则之外还需补充若干规定。对于每种特殊类型板来说，本节指出在通用验收准则的何处及怎样作补充。这些特殊类型板是：

. 挠性板；
. 刚挠板；
. 金属芯板；
. 齐平板。

4.1 挠性及刚挠印制线路

引 言

本节描述了挠性和刚挠印制线路的验收准则。本节未涉及的参数将用本文件其它章节来评定。

挠性和刚挠印制线路的数字类型代码与刚性印制板是不同的。挠性和刚挠印制线路的不同类型定义如下：

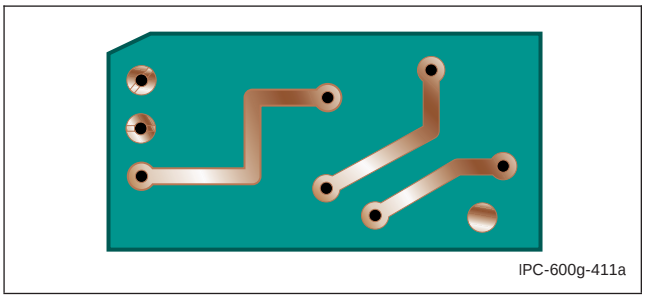
1 型板　包含一个导电层的挠性单面印制线路,有或没有增强板。
2 型板　包含两层导电层的挠性双面印制线路，有镀覆孔，有或没有增强板。
3 型板　包含三层或三层以上导电层的挠性多层印制线路，有镀覆孔，有或没有增强板。
4 型板　包含三层或三层以上导电层的刚性多层和挠性材料组合，有镀覆孔。
5 型板　包含两层或两层以上导电层的挠性或刚挠印制线路，没有镀覆孔。

本节有关挠性和刚挠印制线路类型将采用上述定义。

本文件未涉及折叠挠曲性和耐挠折性的物理要求。如采购文件有要求，参考 IPC-6013。

4.1.1 覆盖层覆盖—覆盖膜分离

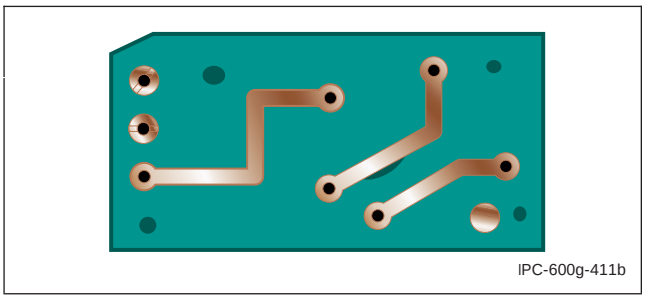
皱褶、折痕和非层压之类的缺陷只要未超过下面的限制及外来夹杂物符合本规定，都是可以接收的。



IPC-600g-411a

理想条件—1、2、3 级

- 覆盖层均匀无分离。
- 无皱褶、折痕或吸管状空隙

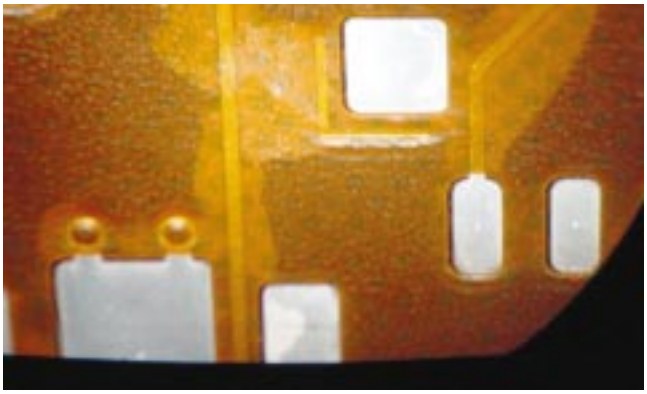


IPC-600g-411b

可接收条件—1、2、3 级

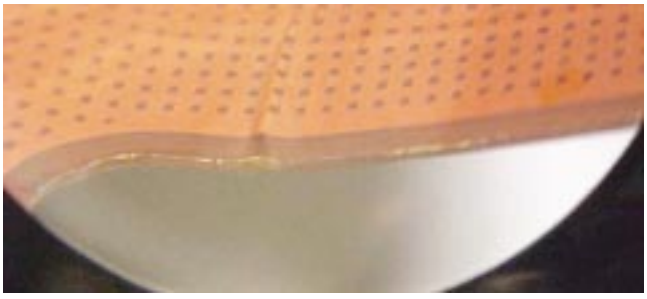
分离和未层压住应符合以下准则：

- 在远离导线的随机位置，每处分离不大于 0.80 mm×0.80 mm[0.0315 in×0.0315 in]且不在板边或覆盖膜开口 1.0 mm[0.0394 in]范围内。
- 在覆盖膜表面任一 25 mm×25mm[0.984 in×0.984 in]区域内，分离总数不得超过三个。
- 分离的总长度没有超过相邻导体间的间距的 25%。
- 沿外部边缘没有覆盖膜未层压住。



不符合条件—1、2、3 级

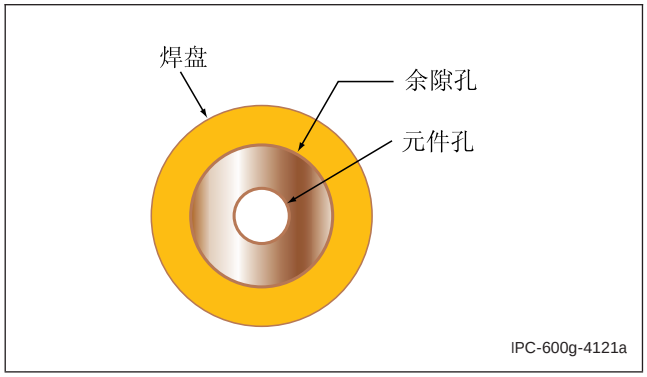
- 缺陷超出上述准则的状况。



4.1.2 覆盖层/覆盖涂层的覆盖—粘合剂

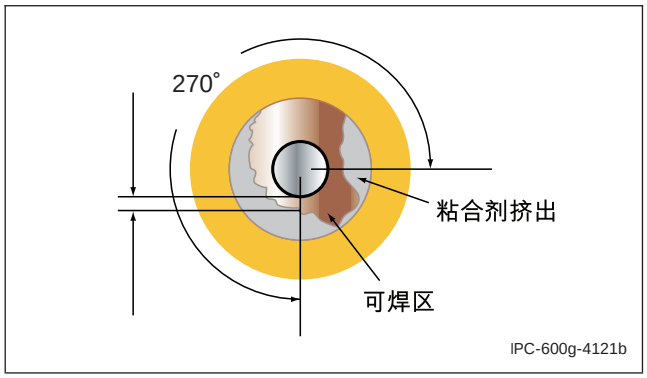
覆盖层的覆盖要求应与本文件中刚性板一节规定的阻焊剂(阻焊膜)的要求相同。本节覆盖层的覆盖验收要求包括下述的焊盘上挤出的粘合剂：

4.1.2.1 焊盘区域粘合剂挤出

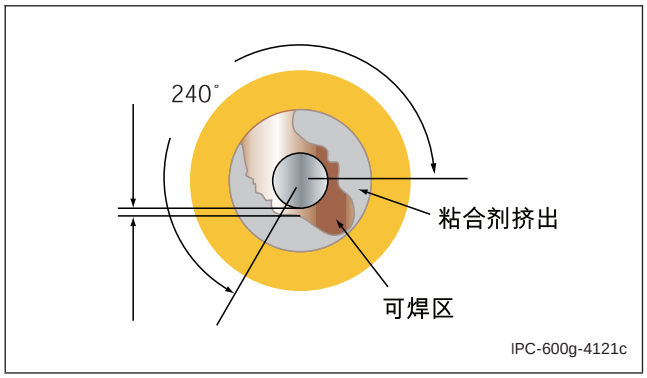


理想条件—1、2、3 级
- 焊盘上无多余的材料。

可接收条件—3 级
- 圆周 360° 范围内有 0.05 mm[0.00197 in] 宽的可焊孔环。



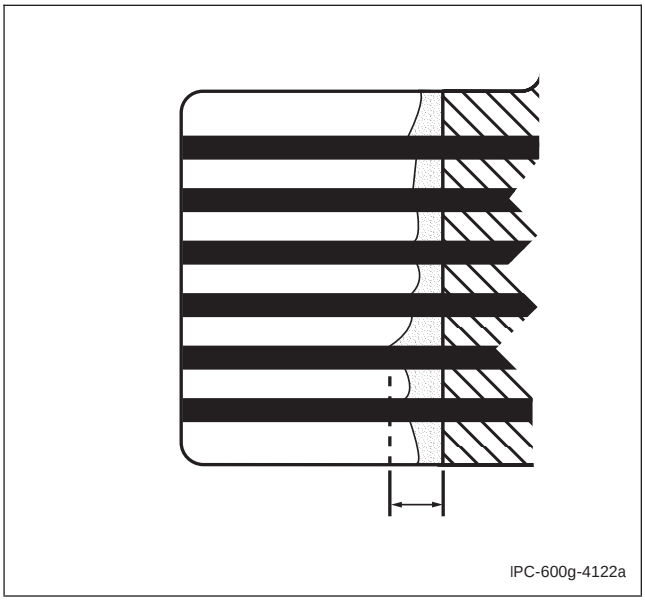
可接收条件—2 级
- 圆周至少 270° 范围内有 0.05 mm [0.00197 in] 宽的可焊孔环。



可接收条件—1 级
- 圆周至少 240° 范围内有可焊孔环。

不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷不符合或超出上述标准的状况。

4.1.2.2 铜箔表面粘合剂挤出



理想条件—1、2、3 级

- 铜箔表面没有多余材料。

可接收条件—3 级

等于或小于 70 μm 铜箔：

- ≤0.2 mm[0.0079 in]。

大于 70μm 铜箔：

- ≤0.4 mm[0.0157 in]或与制造方商定。

可接收条件—1、2 级

等于或小于 70 μm 铜箔：

- ≤0.3 mm[0.0118 in]。

大于 70μm 铜箔：

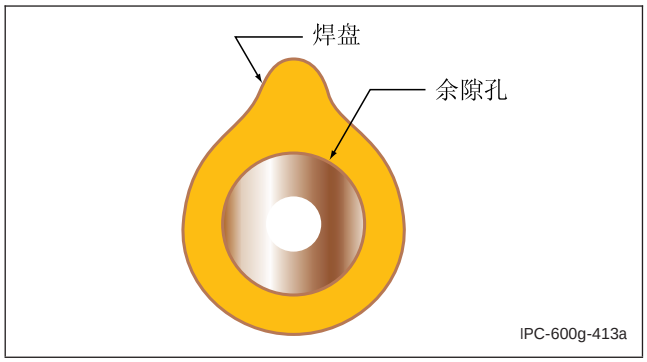
- ≤0.5 mm[0.0197 in]或与制造方商定。

不符合条件—1、2、3 级

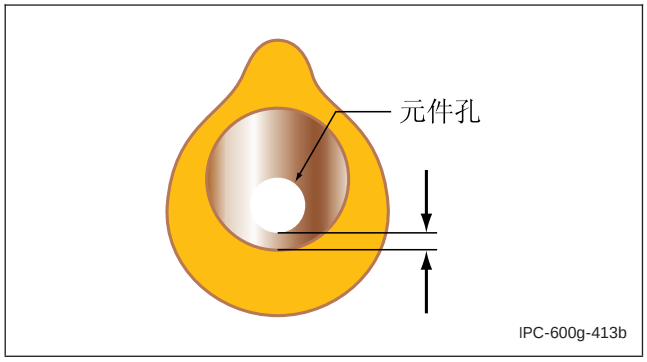
- 缺陷超出上述准则。

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。



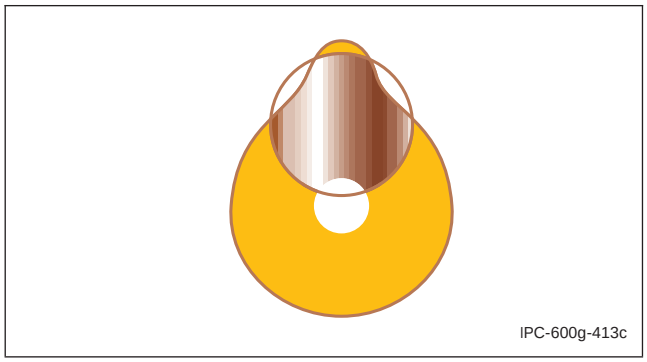
理想条件—1、2、3 级
- 满足标称的重合度要求。



可接收条件—3 级
- 覆盖层或增强板不延伸至孔。
- 对于支撑孔,整个圆周上可焊孔环宽等于或大于 0.05 mm[0.00197 in]。
- 对于非支撑孔,可焊孔环宽不小于 0.25 mm [0.00984 in]。

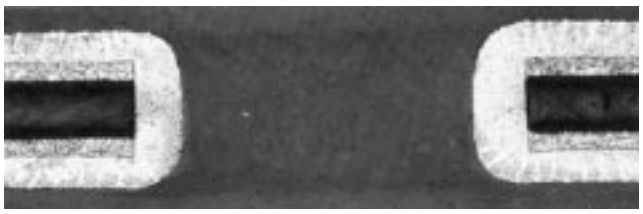
可接收条件—2 级
- 覆盖层或增强板不延伸至孔。
- 圆周上至少 270° 范围内有可焊孔环。

可接收条件—1 级
- 覆盖层或增强板不延伸至孔。
- 圆周上至少 180° 范围内有可焊孔环。



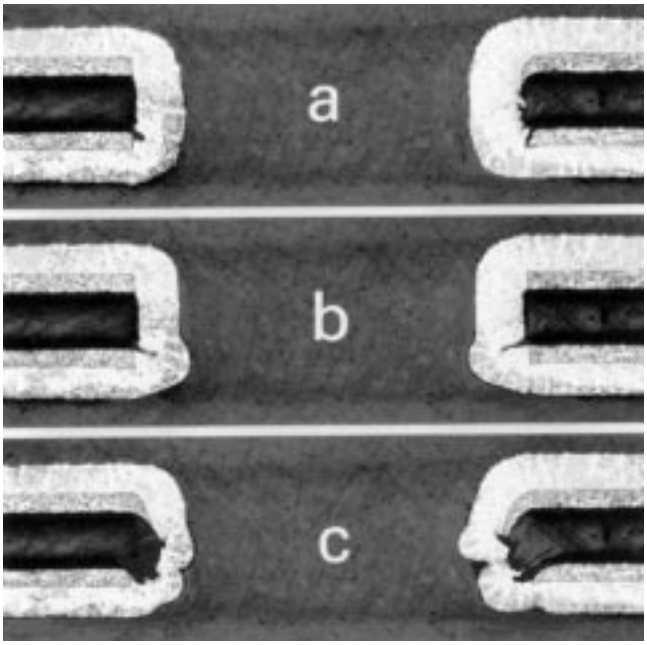
不符合条件—1、2、3 级
- 缺陷超出上述准则。

4.1.4 镀层缺陷



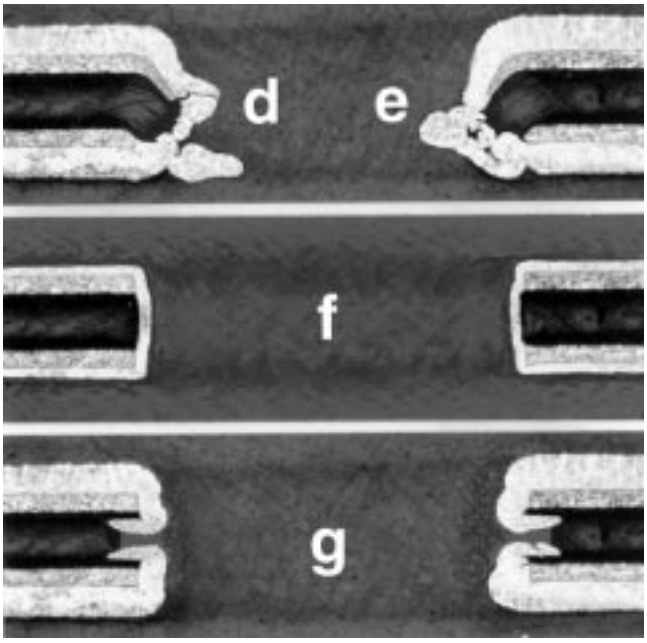
理想条件—1、2、3 级

- 镀层均匀一致且满足最低厚度要求。
- 镀层或基材不存在缺陷。



可接收条件—1、2、3 级

- 出现轻微缺陷但满足最低要求：
  a. 基材轻微变形并有少量钻污；
  b. 粘合剂或介质细丝有小的结瘤，但铜厚度满足最低要求；
  c. 镀层局部偏薄和不均匀；其中一个拐角铜层稍薄和基材出现轻微突出，但铜厚度满足最低要求；
  d. 粘合剂细丝没有引起镀层裂缝；
  e. 基材的结瘤、凸起和变形没有违反最低孔径要求；
  f. 镀层没有违反最低厚度要求；
  g. 没有环状空洞。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

4.1.5 增强板的粘接

只通过下列方法对增强板的机械支撑部分进行评定。

IPC-600g-415a

可接收条件—1、2、3 级

- 要求机械支撑，但不要求无空洞粘接。
- 增强板或用于粘接接增强板的粘合剂不应将可焊孔环的宽度减少到最低要求以下。
- 在增强板粘合剂中有空洞。
- 按下述方法试验时，粘合剂的剥离强度最低为 0.055 kgf/mm。

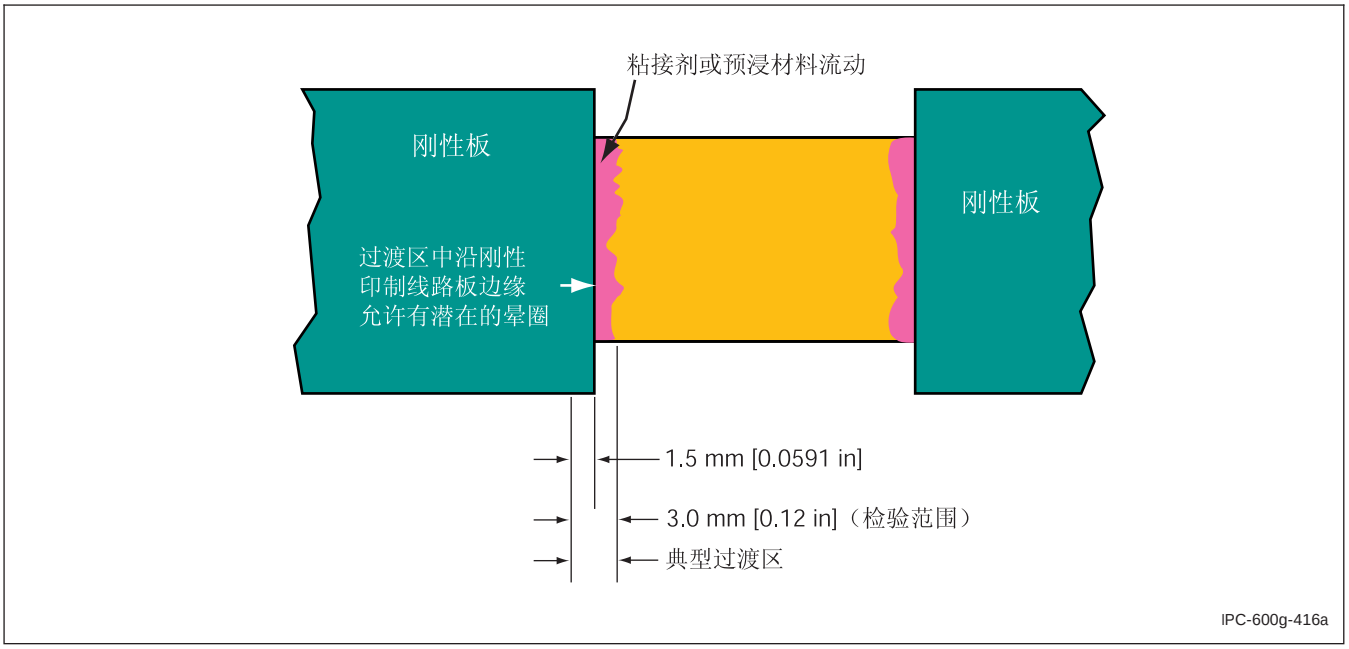
试验方法：用一种锋利的工具，如解剖刀或剃须刀片在挠性线路向增强板方向切割出一条宽约为 10 mm[0.394 in]、长约为 80 mm[3.15 in]的粘合剂带，使在剥离操作进行至约一半时样本与剥离的方向成直角。剥离的速度为 50±6.3 mm/m in。在剥离操作的开始、中间和终止时记下测量数据，将测量数据平均以确定验收性。挠性线路和增强板间的剥离强度最低应为 0.055 kgf/mm。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

4.1.6 刚性段与挠性段的过渡区

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。检验范围限制于过度区的中心（即刚性段的边缘）附近 3 mm[0.12 in]内。



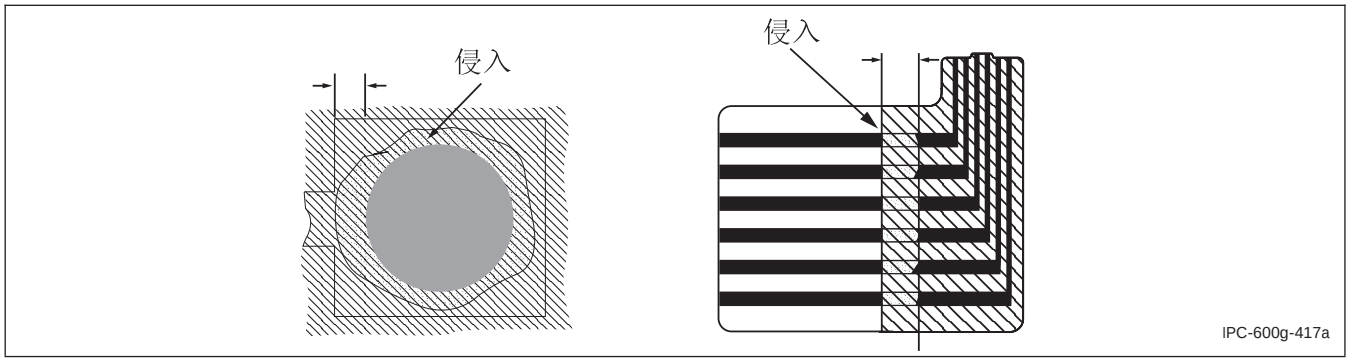
可接收条件—1、2、3 级

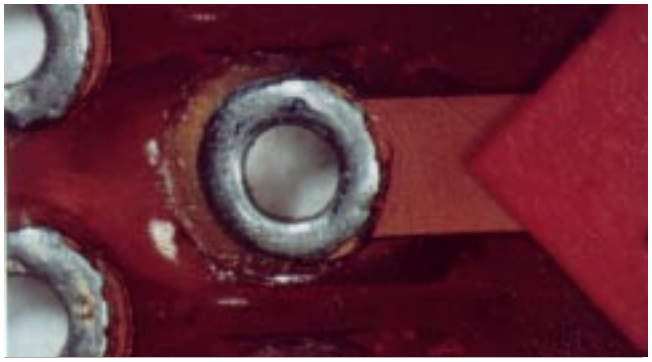
- 粘接剂挤出。
- 绝缘体或导体的局部变形。
- 绝缘材料的突出

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

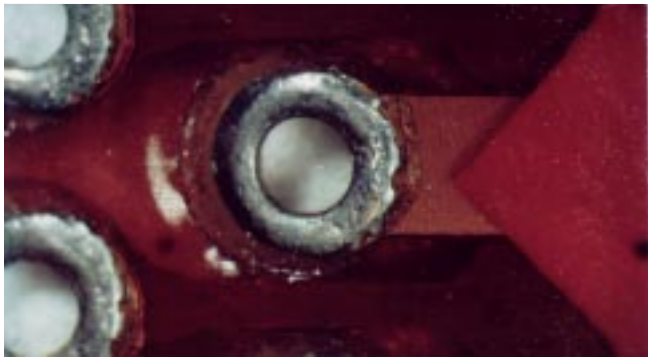
4.1.7 覆盖层下焊料芯吸/镀层迁移





理想条件—1、2、3 级

- 焊盘上的焊料或镀层覆盖了所有裸露的金属并受阻于覆盖层。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸至弯曲或挠性过渡区域。

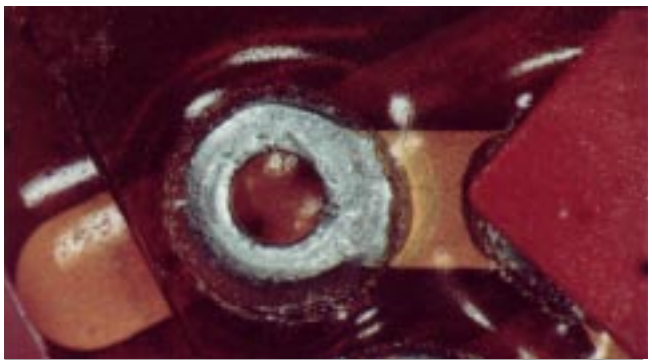


可接收条件—3 级

- 焊料芯吸或镀层迁移在覆盖层下延伸不超过 0.3 mm[0.012 in]。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸至弯曲或挠性过渡区域。
- 满足导线间距要求。

可接收条件—2 级

- 焊料芯吸或镀层迁移在覆盖层下延伸不超过 0.5 mm[0.020 in]。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸至弯曲或挠性过渡区域。
- 满足导线间距要求。



可接收条件—1 级

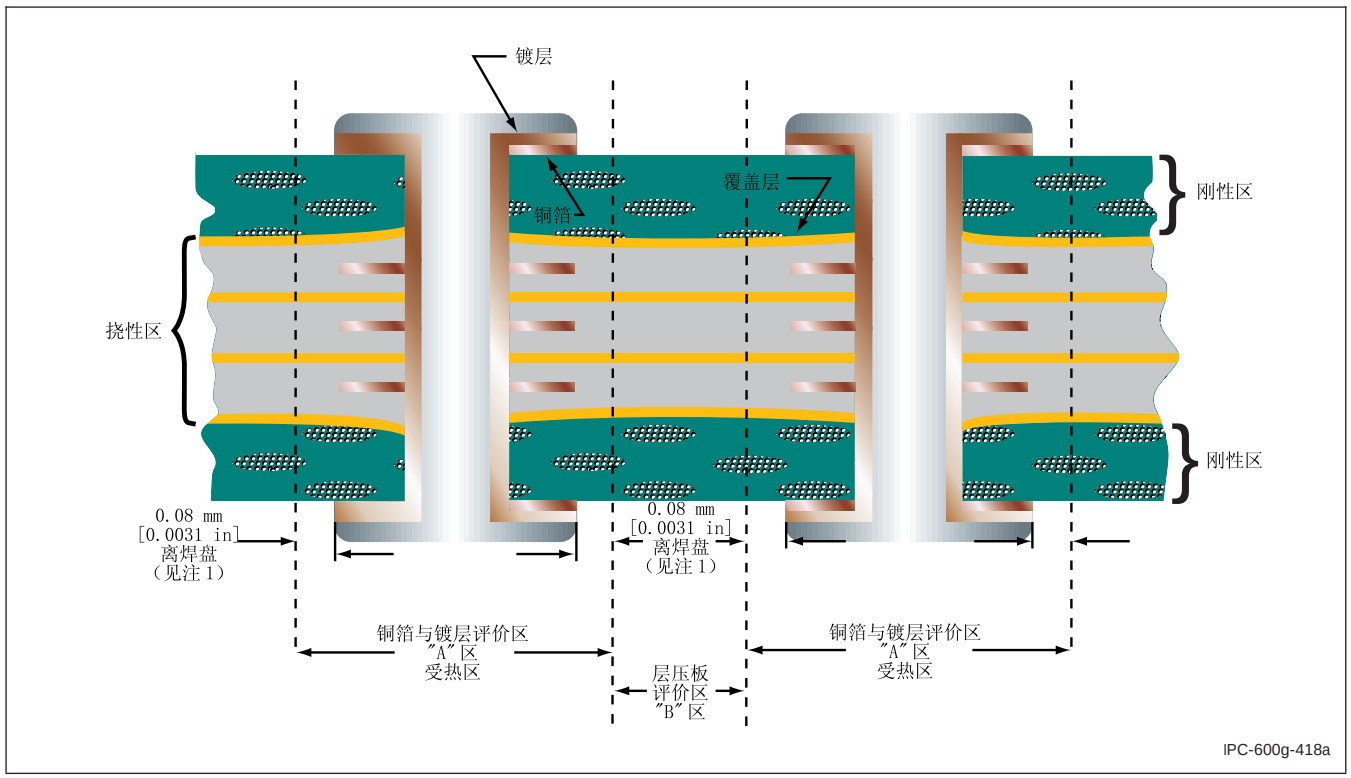
- 焊料芯吸或镀层迁移按供需双方商定]。
- 焊料芯吸或镀层迁移没有延伸至弯曲或挠性过渡区域。
- 满足导线间距要求。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

4.1.8 层压板完整性

本节讨论挠性或刚挠印制线路上可能出现的空洞和裂缝。挠性印制线路部分的要求与刚挠印制线路有所不同，尽管图中只示出了刚挠印制线路部分，但正文对挠性印制线路作了规定。

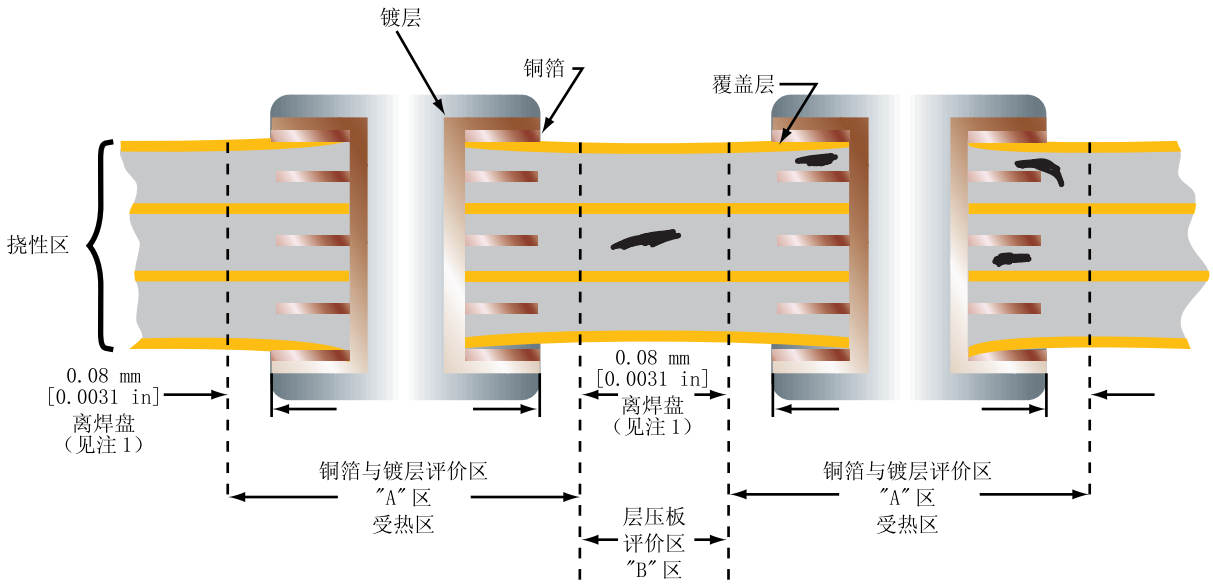


注：1. 受热区是指从各内层或外层中延伸最远的焊盘边缘径向延伸 0.08 mm[0.0031 in]所包含的区域。
2. 对已经受热应力试验或模拟返工试验的试样，A 区内的层压板异常或缺陷不进行评定。
3. 在挠性区域内同一平面上镀覆孔间的多个空洞或裂缝，其累积长度不应超出规定限值。

理想条件

. 无层压空洞或裂缝。

4.1.8.1 挠性印制线路层压板完整性



理想条件

- 没有层压空洞或裂缝。

可接收条件—1、2、3 级

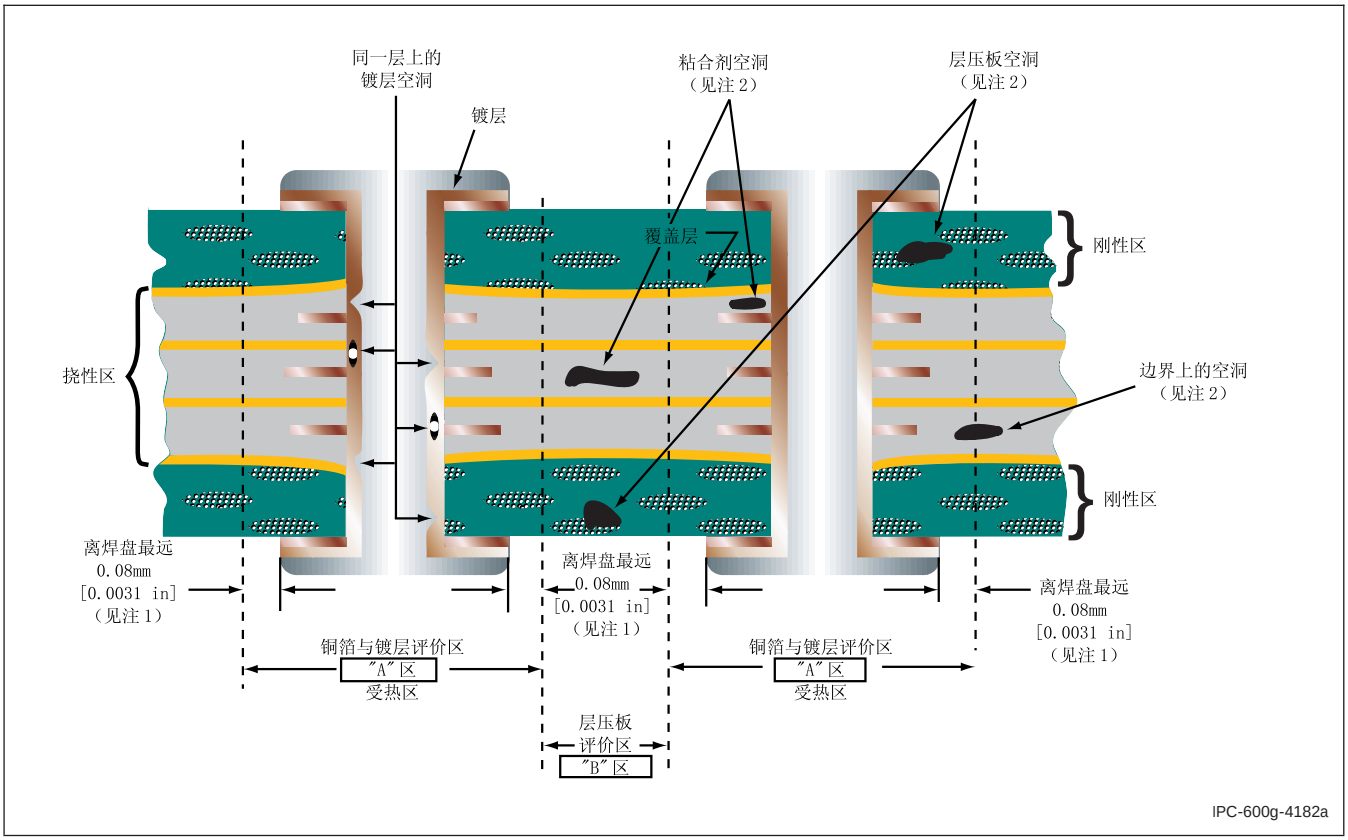
- A 区内层压空洞或裂缝不作评定。
- 挠性印制电路在 B 区中的层压空洞或裂缝不超过 0.50 mm[0.020 in]。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

注：1. 受热区是指从各内层或外层中延伸最远的焊盘边缘径向延伸 0.08 mm[0.0031 in]所包含的区域。
2. 在同一平面上镀覆孔间的多个空洞或裂缝，对所有级别其累积长度不应超出规定的限值。

4.1.8.2 刚挠印制线路层压板完整性



理想条件

. 无层压空洞或裂缝。

可接收条件——2、3 级

- A 区中层压空洞或裂缝不作评定。
- 刚挠印制线路刚性部分的 B 区中的层压空洞或裂缝不超过 0.08 mm[0.0031 in]。
- 刚挠印制线路挠性部分的 B 区中的层压空洞或裂缝不超过 0.50 mm[0.020 in]。

可接收条件——1 级

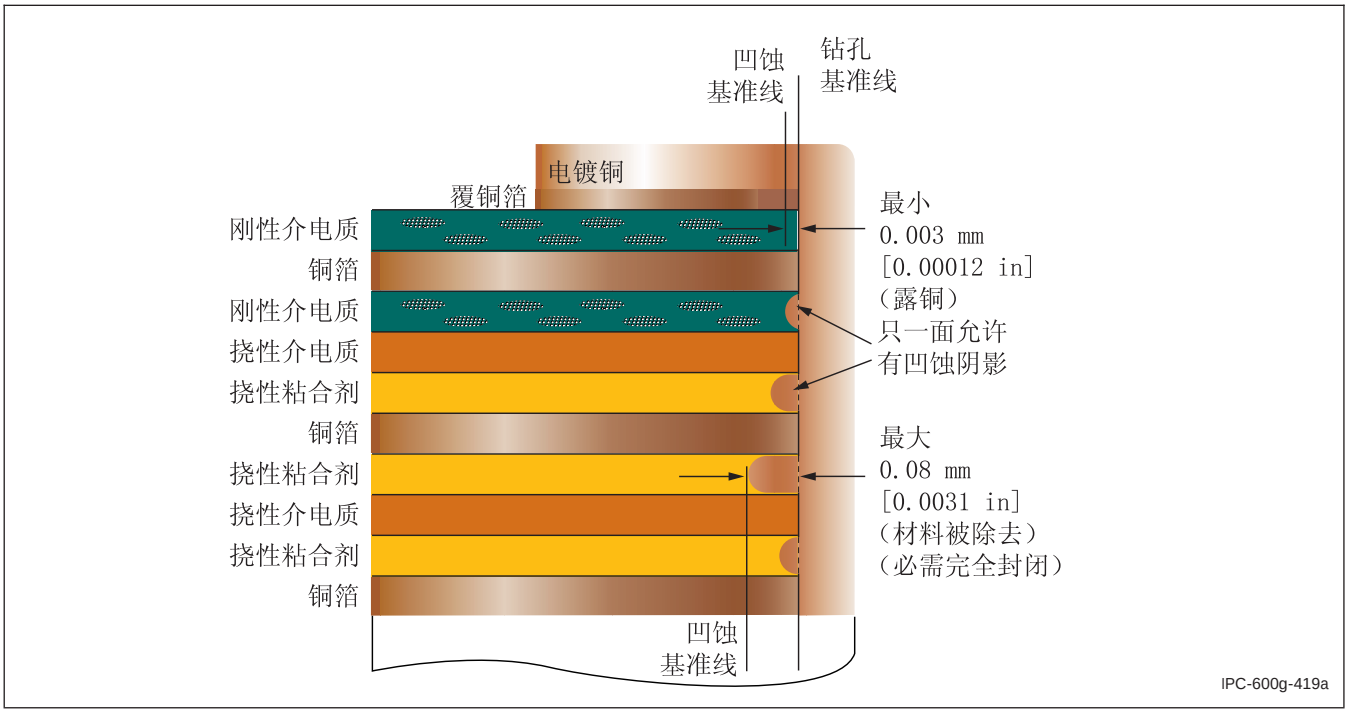
- A 区中层压空洞或裂缝不作评定。
- 刚挠印制电路刚挠部分的 B 区中的层压空洞或裂缝不超过 0.15 mm[0.00591 in]。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述标准。

注：1. 受热区是指从各内层或外层中延伸最远的焊盘边缘径向延伸 0.08 mm[0.0031 in] 所包含的区域。
2. 在同一平面上镀覆孔间的多个空洞或裂缝，对所有级别其累积长度不应超出规定的限值。

4.1.9 凹蚀 (只适用于 3 型和 4 型板)



理想条件/可接收条件—1、2、3 级

- 凹蚀在 0.003 mm[0.00012 in]和 0.08 mm[0.0031 in]之间。
- 允许在孔盘的一侧出现凹蚀阴影。

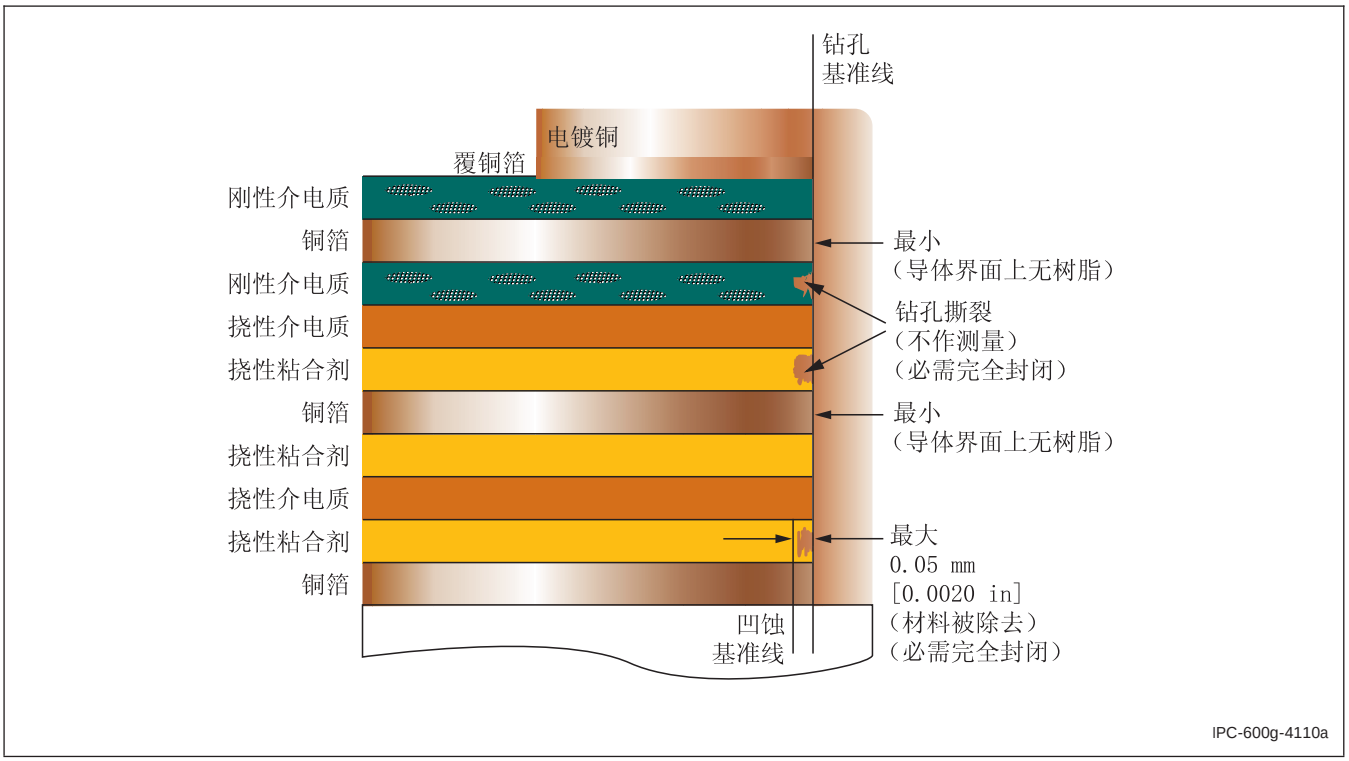
不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述标准。

注：由于刚挠印制线路结构中使用了不同的材料，图显示不同材料的不同优选凹蚀程度。

4.1.10 去钻污(只适用于 3 型和 4 型板)

去钻污是除去在孔形成时产生的碎屑。去钻污宜充分以完全除去导体界面表面的树脂。



理想条件/可接收条件—1、2、3 级

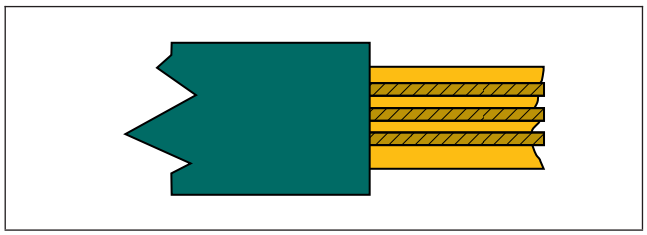
- 去钻污过程不应使凹蚀超过 0.025 mm[0.001 in]。
- 只要保证了介质间距，小区域产生的深度超过 0.025 mm[0.001 in]的随机撕裂或凿槽是可以接收的。
- 充分去钻污以满足镀层分离的验收准则（见 3.3.13）。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

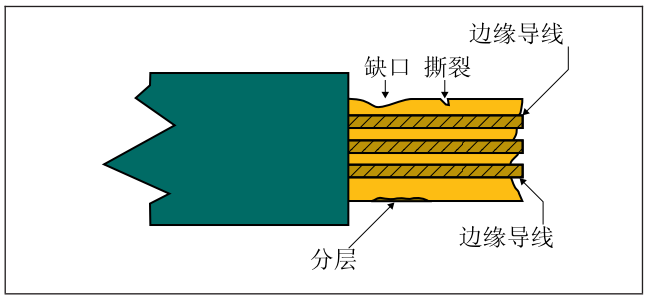
4.1.11 裁切边缘/板边分层

挠性印制线路或刚挠印制线路挠性段的裁切边缘不应有超过采购文件允许的毛刺、缺口、分层或撕裂。采购文件应规定板边到导线的最小距离。



理想条件——1、2、3 级

- 无毛刺和撕裂。满足板边到导线的最小距离。
- 挠性印制电路或已完工的刚挠印制电路挠性段裁切边缘无毛刺、无缺口、无分层和无撕口。



可接收条件——1、2、3 级

- 没有超过采购文件允许的毛刺和撕口。
- 由于便于拆除电路连接头产生的毛刺和撕口应按供需双方商定。
- 挠性段板边到导线间距离符合采购文件规定的要求。
- 沿挠性印制电路板板边缘的缺口或晕圈、切割和非支撑孔，只要侵入不超过板边到最近导线的距离的 50%，或超过 2.5 mm [0.0984in],两者中取较小值。

供需双方商定的可接收条件

- 当缺口和撕裂是由于为便于拆除电路由连接头而产生时，缺陷的程度未超过供需双方商定的要求。

不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

引 言

金属芯板有两种类型，都是在一个绝缘的金属基材的两面有一或多个导电图形。导电图形之间的互连是通过镀覆孔来实现的。

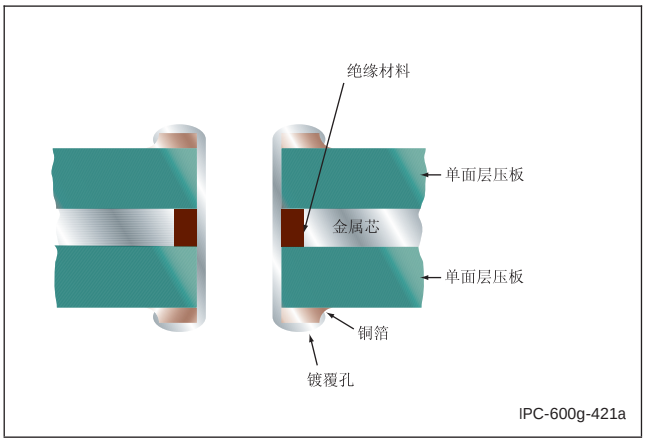
在第一种类型中，对双面板来说，是在金属芯的两面层压单面覆铜层压板来形成双面板，接着采用常规的印制板工艺进行蚀刻和电镀制作导线。作为多层板应用时，另外蚀刻的内层层压到一个金属芯或多个金属芯上。这些金属芯可作为散热层、电源层或接地层，或者作为减小印制板在平面方向的热膨胀系数（CTE）的抑制层。

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）覆铜因瓦钢或钼板。如果金属芯不作为电气连接线路（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加以填充。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、冲孔或其它机械方法加工而成。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没有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铜覆盖在绝缘层上，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。

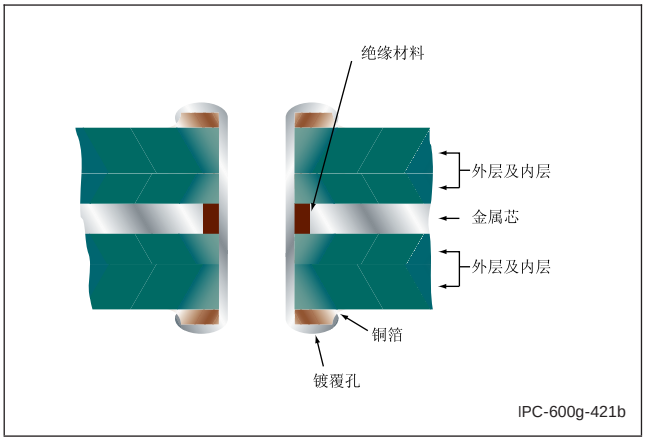
4.2.1 分类

金属芯板类型



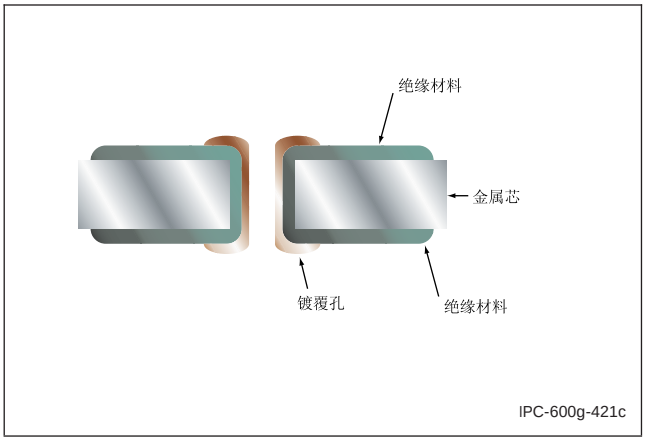
层压型金属芯板

- 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

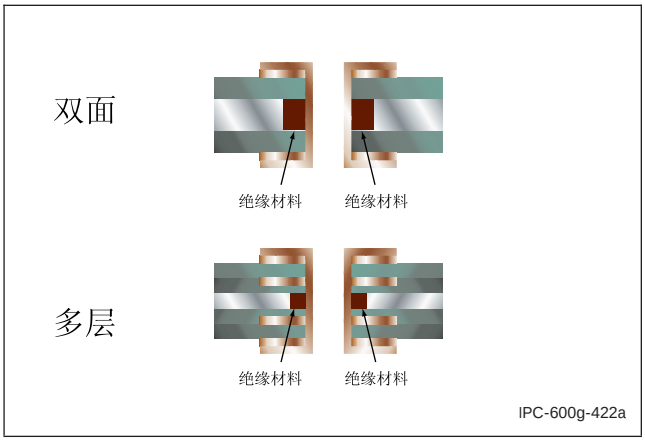
- 与金属芯基材相绝缘的一面或两面上有一个以上的导电层。导电材料是铜箔和电镀铜。



绝缘金属基材型金属芯板

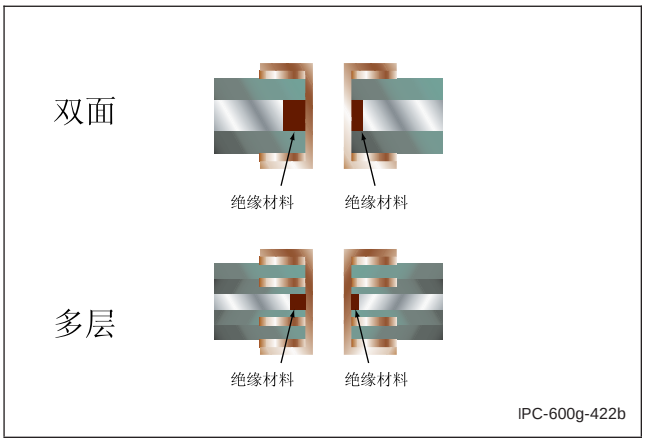
- 金属芯基材两面各有一个与之相绝缘的单面导电层。导电材料是在全部表面进行化学镀铜和闪镀铜。然后再采用常规的印制生产工艺进行制作。这种工艺通常局限于生产金属芯双面板。

4.2.2 层压型板的间距



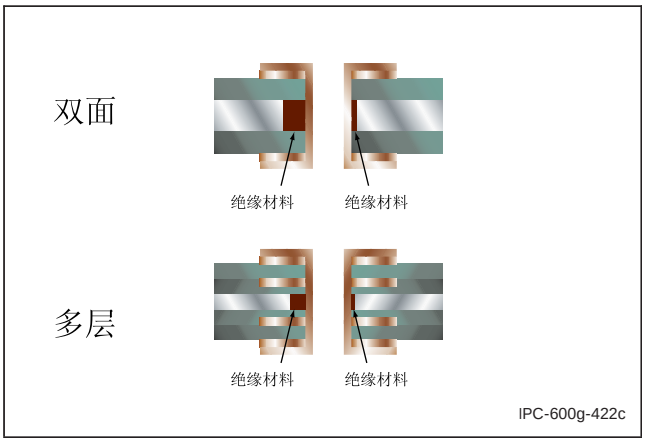
理想条件——1、2、3 级

- 金属芯与邻近导电表面之间的间距超过 0.1 mm [0.0040 in]。



可接收条件——1、2、3 级

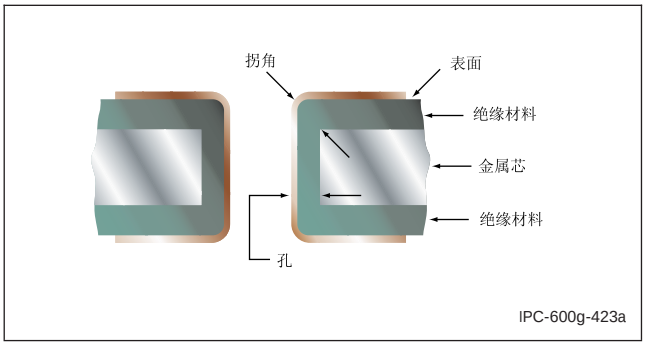
- 金属芯与镀覆孔之间或金属芯与邻近导电表面之间的间距大于 0.1 mm [0.0040 in]。



不符合条件—1、2、3 级

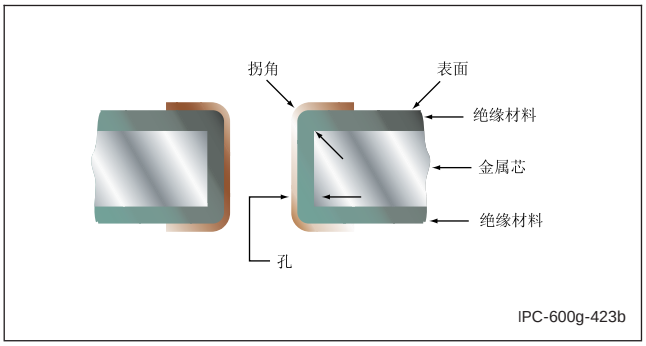
- 缺陷超出上述准则。

4.2.3 绝缘型金属基板的绝缘层厚度



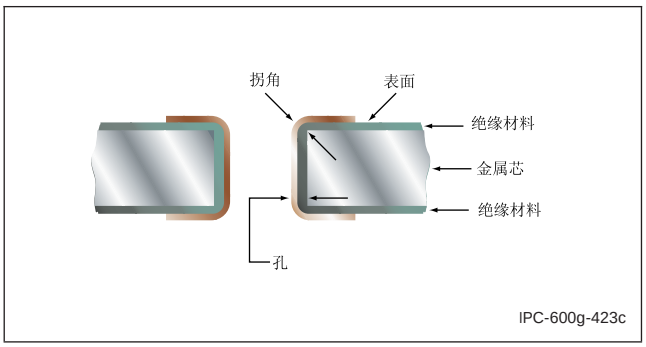
理想条件——1、2、3 级

- 绝缘层厚度超过下表规定的要求。



可接收条件——1、2、3 级

- 绝缘层厚度满足下表规定的要求。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

类别	绝 缘 工 艺*			
	A	B	C	D
孔（最小值）	0.050 mm [0.0020 in]	0.025 - 0.065 mm [0.000984 - 0.00256 in]	0.125 mm [0.004921 in]	0.125 mm [0.004921 in]
表面（最小值）	0.050 mm [0.0020 in]	0.025 - 0.065 mm [0.000984 - 0.00256 in]	0.125 mm [0.004921 in]	N/A
拐角**（最小值）	0.025 mm [0.000984 in]	0.025 mm [0.000984 in]	0.075 mm [0.00295 in]	N/A

* 仅适用于绝缘金属基材型金属芯印制板

** 指孔壁和板面相交处

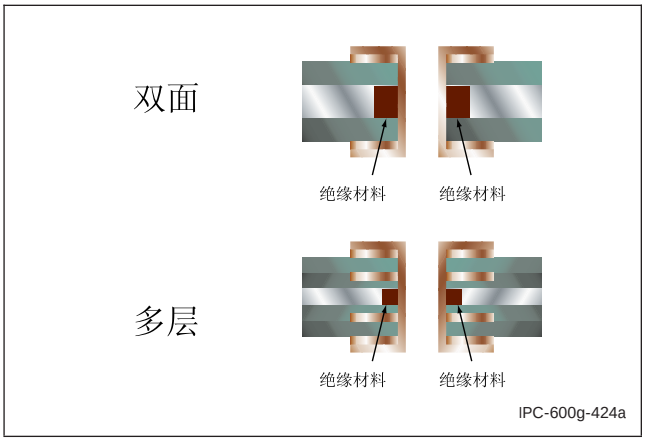
工艺 A—喷涂

工艺 B—电泳沉积

工艺 C—流化床工艺

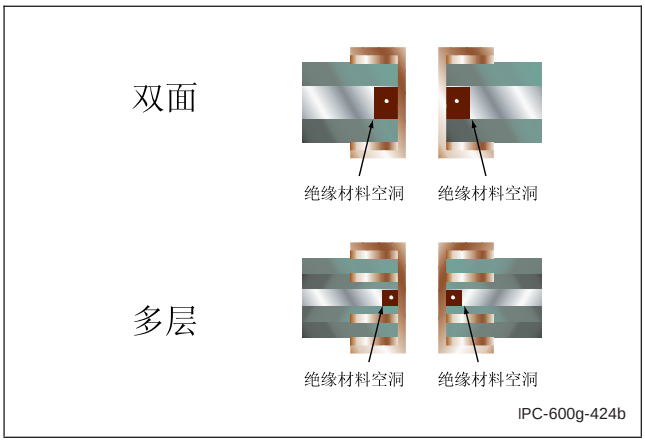
工艺 D—模塑工艺

4.2.4 层压型金属芯板的绝缘填充材料



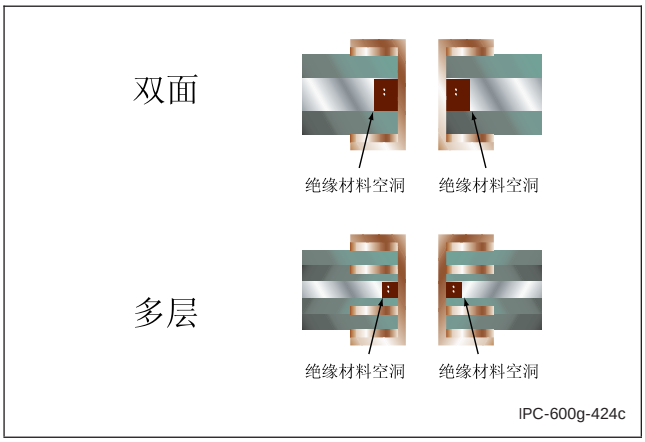
理想条件——1、2、3 级

- 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部位。



可接收条件——1、2、3 级

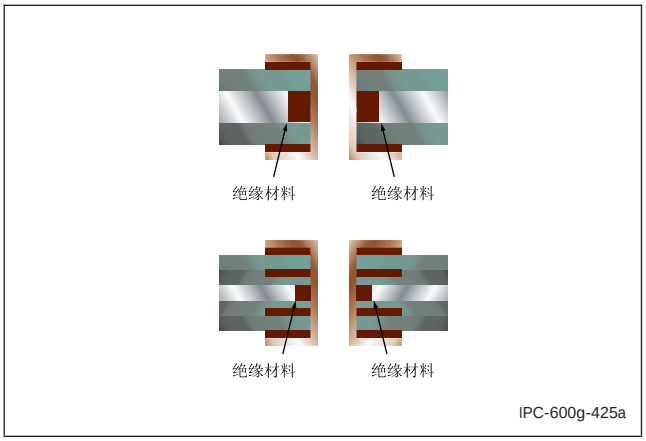
- 填充的绝缘材料满足最小厚度和介质间距的要求。
- 空洞或树脂凹缩没有造成其介质间距低于接收的要求。



不符合条件—1、2、3 级

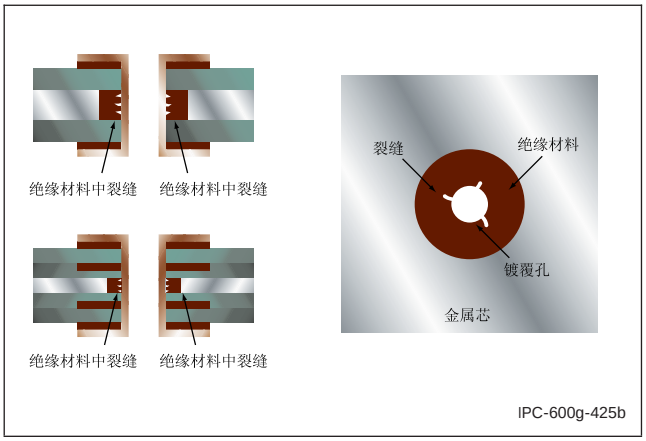
- 缺陷超出上述准则。

4.2.5 层压型板的绝缘填料中的裂缝



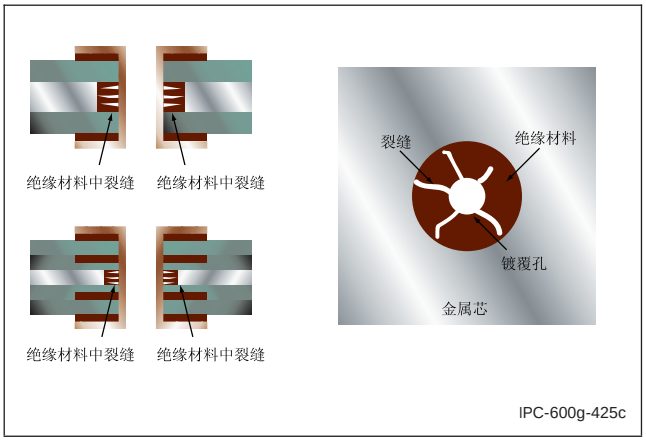
理想条件——1、2、3 级

- 绝缘填料中没有裂缝。



可接收条件——1、2、3 级

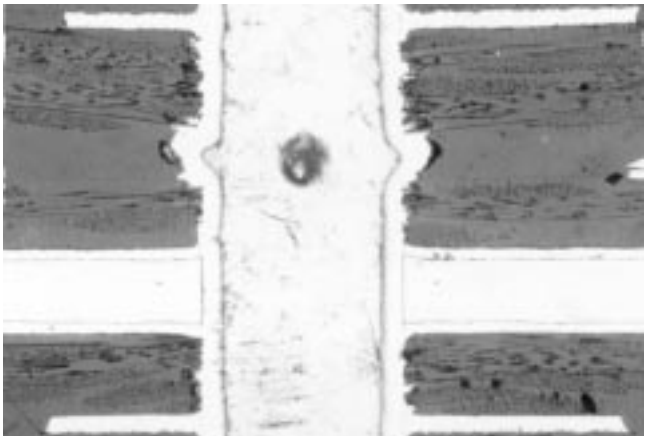
- 芯吸、径向裂缝、横向间距或空洞等没有将相邻导电面之间的电气间距减小到低于 100 μm [0.003937 in]。
- 从镀覆孔边缘到孔内填充物，芯吸和（或）径向裂缝不超过 75 μm[0.00295 in]。



不符合条件—1、2、3 级

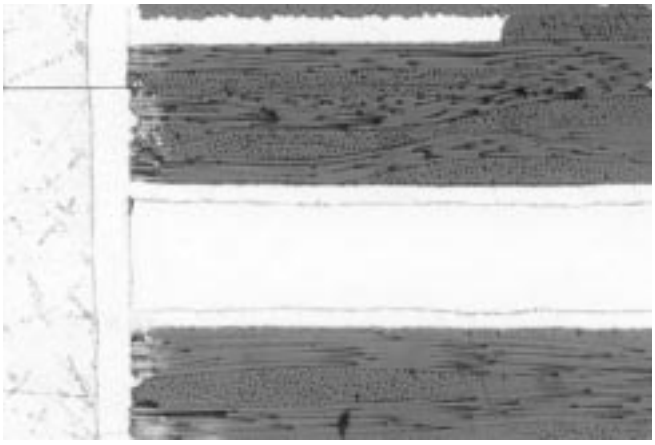
- 缺陷超出上述准则。

4.2.6 金属芯与镀覆孔壁的连接



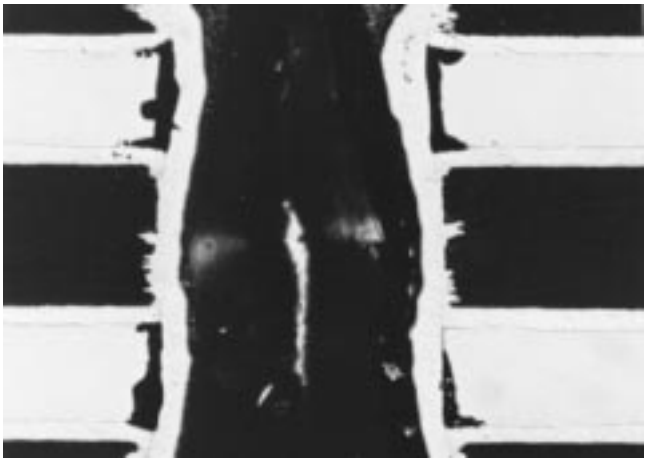
理想条件——1、2、3 级

- 两侧均完全连接。



可接收条件——1、2、3 级

- 互连处出现的分离不大于非铜金属芯厚度的 50%。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。



不符合条件—1、2、3 级

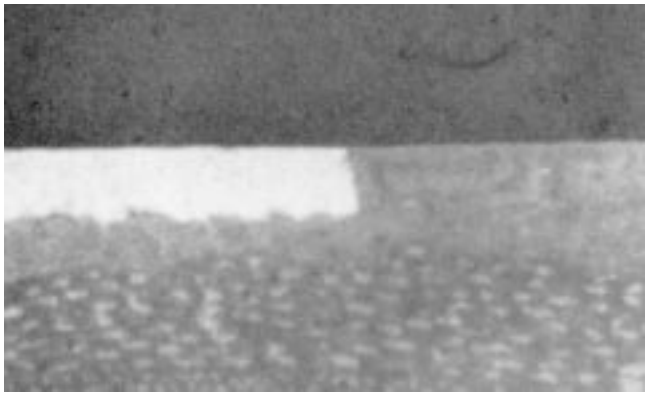
- 缺陷超出上述准则。

引 言

本节覆盖了齐平印制板的验收准则。在齐平印制板中，板的表面、孔和其它性能的验收准则与常规的单面、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。

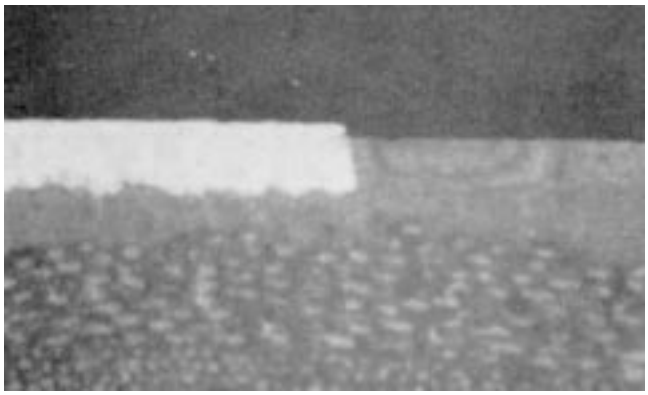
4.3.1 表面导线的齐平度

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。



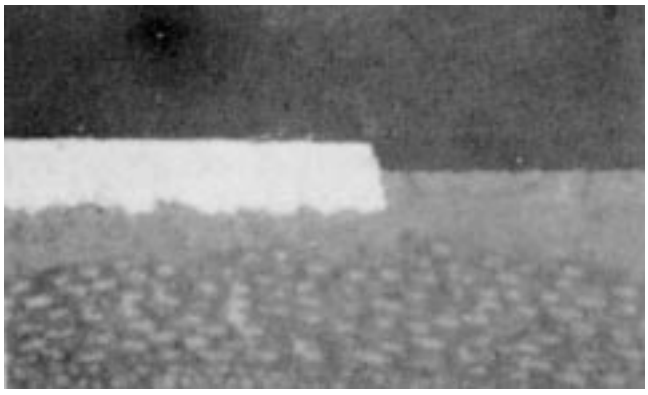
理想条件——1、2、3 级

- 导线与基材或所围绕的绝缘材料表面齐平。



可接收条件——1、2、3 级

- 导线虽不齐平，但满足最低要求。



不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

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持取方法的重要性，以避免在清洁度测试过程中导致损坏和污染。

当持取印制板时，应遵守下列通用规则以使表面污染减至最小：

1. 工作场区应保持清洁与整齐。

2. 工作场区不得吃东西、喝饮料或吸烟或作其它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它工艺带来问题。可以采用特殊配方的洗手液。

4. 持取板子时要求夹持板边。

5. 当持取裸板时，须采用不起毛的棉织手套或一次性塑料手套。手套宜经常更换，因为脏的手套可导致污染问题。

6. 除非提供专门的架子，否则宜避免板子不加间隔保护而叠放。

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污染的例子：

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

由于污染物具有破坏性，建议遵守适用的采购文件的清洁度要求。

除非另有规定，清洗试样溶剂的电阻率应与 IPC-6012 的要求相一致。试样应按照 IPC-TM-650 的方法 2.3.25 和 2.3.26 进行离子污染测试。

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实施的。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（仅测试表面导线和贴装连接盘）。

试验方法 B——旋转浸焊试验（测试镀覆孔、表面导线和贴装连接盘，焊接面）。

试验方法 C——浮焊试验（测试镀覆孔、表面导线和贴装连接盘，焊接面）。

试验方法 D——波峰焊试验（测试镀覆孔、表面导线和贴装连接盘，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部分。下面是有关需要确定的涂覆层耐久性的级别导则，但它不是产品性能的等级。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：

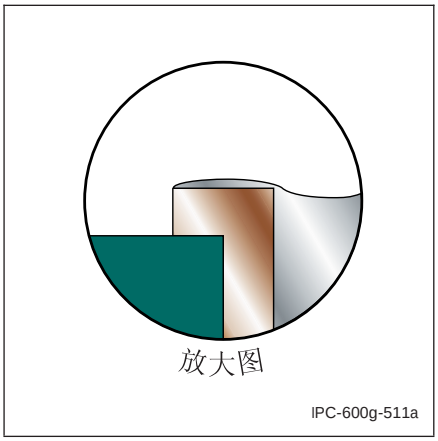
类型 1——最低水平的涂覆层耐久性。此类板子拟在加工后 30 天内焊接，它能承受较低程度的受热。

类型 2——一般水平的涂覆层耐久性。此类板子制成后可经受 6 个月的贮存，它能经得起适度的受热或锡焊。

类型 3——最高水平的涂覆层耐久性。此类板子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。但宜注意到，与印制板的这种耐久性等级的定货相关的是成本可能要增加而交货期会推迟的问题。

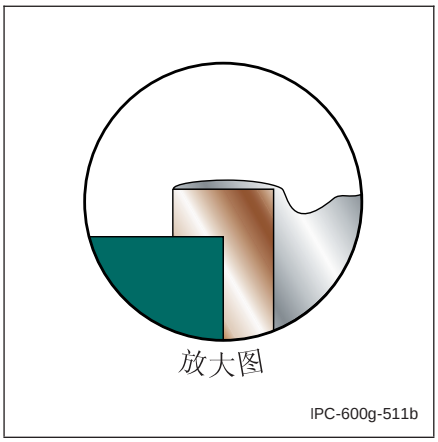
测试样品应为 IPC-2221 规定的代表性测试板、被测试印制电路板的一部分。如果尺寸在限定范围内，以至可以达到测试方法规定的浸焊深度，也可用整块印制板。试样的孔宜随机抽取。

5.1.1 镀覆孔



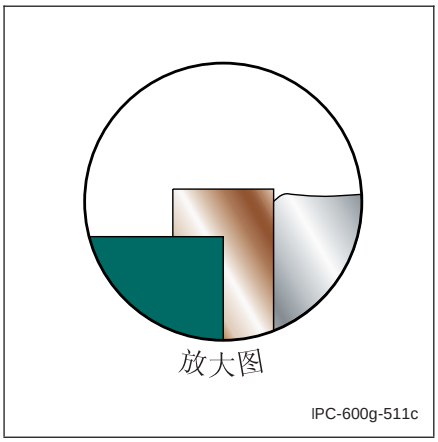
理想条件——1、2、3 级

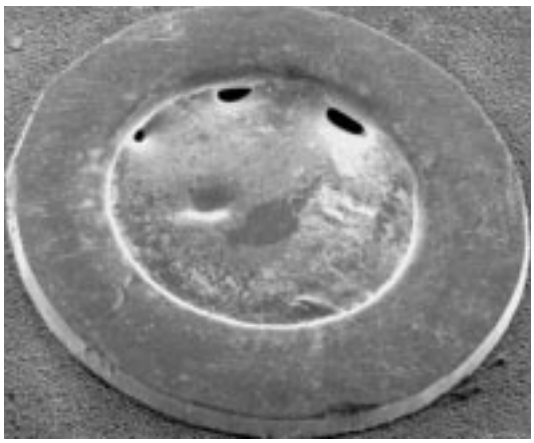
- 所有镀覆孔中焊料已完全攀升。
- 没有不湿润或基底金属露出。



可接收条件——1、2、3 级

- 所有镀覆孔中焊料已完全攀升。
- 有些孔径小于 1.5 mm [0.0591 in]的孔被堵塞。





不符合条件—1、2、3 级

- 缺陷超出上述准则。

5.2 电气完善性

引 言

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

.电气完善性：

多层板功能性电气检验包括：

a. 检查全部导线的电气连通性；

b. 验证是否存在短路。

多层印制板的互连大多数是在板结构内部，因而不能用目视检验。必须通过实施功能性测试才能确定多层板全部互连的电气完善性。

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性和各电气网络之间及接地层、电源层之间不存在内部短路。有很多技术用于实施这种测试，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两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。某些规范要求规定的电路测试时最小电流。

.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的接地层、电源层或电路网络上，而所有其它连接盘以探针依此施加电压进行测试。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 250V 至 1000V 电压（所谓高电位[Hi-Pot]测试），同时观察是否存在击穿或跳火花。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。

IPC
ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

ANSI/IPC-T-50 Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits Definition Submission/Approval Sheet

The purpose of this form is to keep current with terms routinely used in the industry and their definitions. Individuals or companies are invited to comment. Please complete this form and return to:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, IL 60015-1219
Fax: 847 615.7105

SUBMITTOR INFORMATION:

Name: _____

Company: _____

City: _____

State/Zip: _____

Telephone: _____

Date: _____

❑ This is a **NEW** term and definition being submitted.
❑ This is an **ADDITION** to an existing term and definition(s).
❑ This is a **CHANGE** to an existing definition.

Term	Definition

If space not adequate, use reverse side or attach additional sheet(s).

Artwork: ❑ Not Applicable ❑ Required ❑ To be supplied
❑ Included: Electronic File Name: _____

Document(s) to which this term applies: _____

Committees affected by this term: _____

Office Use

IPC Office	Committee 2-30
Date Received: _____	Date of Initial Review: _____
Comments Collated: _____	Comment Resolution: _____
Returned for Action: _____	Committee Action: ❑ Accepted ❑ Rejected
Revision Inclusion: _____	❑ Accept Modify

IEC Classification

Classification Code • Serial Number

Terms and Definition Committee Final Approval Authorization:
Committee 2-30 has approved the above term for release in the next revision.

Name: _____ Committee: IPC 2-30 Date: _____

Technical Questions

The IPC staff will research your technical question and attempt to find an appropriate specification interpretation or technical response. Please send your technical query to the technical department via:

tel: 847-615-7100 fax: 847-615-7105
www.ipc.org e-mail: answers@ipc.org

IPC World Wide Web Page www.ipc.org

Our home page provides access to information about upcoming events, publications and videos, membership, and industry activities and services. Visit soon and often.

IPC Technical Forums

IPC technical forums are opportunities to network on the Internet. It's the best way to get the help you need today! Over 2,500 people are already taking advantage of the excellent peer networking available through e-mail forums provided by IPC. Members use them to get timely, relevant answers to their technical questions. Contact KeachSasamori@ipc.org for details. Here are a few of the forums offered.

TechNet@ipc.org

TechNet forum is for discussion of issues related to printed circuit board design, assembly, manufacturing, comments or questions on IPC specifications, or other technical inquiries. IPC also uses TechNet to announce meetings, important technical issues, surveys, etc.

ComplianceNet@ipc.org

ComplianceNet forum covers environmental, safety and related regulations or issues.

DesignersCouncil@ipc.org

Designers Council forum covers information on upcoming IPC Designers Council activities as well as information, comments, and feedback on current designer issues, local chapter meetings, new chapters forming, job opportunities and certification. In addition, IPC can set up a mailing list for your individual Chapter so that your chapter can share information about upcoming meetings, events and issues related specifically to your chapter.

Trainingnews@ipc.org

This is an announcement forum where subscribers can receive notice of new IPC Training Products.

leadfree.ipc.org

This forum acts as a peer interaction resource for staying on top of lead elimination activities worldwide and within IPC.

IPC_New_Releases@ipc.org

This is an announcement forum where subscribers can receive notice of new IPC publications, updates and standards.

ADMINISTERING YOUR SUBSCRIPTION STATUS:

All commands (such as subscribe and signoff) must be sent to listserv@ipc.org. Please DO NOT send any command to the mail list address, (i.e.<mail list> @ipc.org), as it would be distributed to all the subscribers.

Example for subscribing:
To: LISTSERV@IPC.ORG
Subject:
Message: subscribe TechNet Joseph H. Smith

Example for signing off:
To: LISTSERV@IPC.ORG
Subject:
Message: signoff DesignerCouncil

Please note you must send messages to the mail list address ONLY from the e-mail address to which you want to apply changes. In other words, if you want to sign off the mail list, you must send the signoff command from the address that you want removed from the mail list. Many participants find it helpful to signoff a list when travelling or on vacation and to resubscribe when back in the office.

How to post to a forum:

To send a message to all the people currently subscribed to the list, just send to <mail list>@ipc.org. Please note, use the mail list address that you want to reach in place of the <mail list> string in the above instructions.

Example:
To: TechNet@IPC.ORG
Subject: <your subject>
Message: <your message>

The associated e-mail message text will be distributed to everyone on the list, including the sender. Further information on how to access previous messages sent to the forums will be provided upon subscribing.

For more information, contact Keach Sasamori
tel: 847-597-2815 fax: 847-615-5615
e-mail: sasako@ipc.org www.ipc.org/emailforums

Education and Training

IPC conducts local educational workshops and national conferences to help you better understand conventional and emerging technologies. Members receive discounts on registration fees. Visit www.ipc.org to see what programs are coming to your area.

IPC Certification Programs

IPC provides world-class training and certification programs based on several widely-used IPC standards, including IPC-A-600, IPC-A-610, IPC/WHMA-A-620, J-STD-001 and IPC-7711A/7721A Rework and Repair. IPC-sponsored certification gives your company a competitive advantage and your workforce valuable recognition.

For more information on these programs:

tel: 847-597-2814 fax: 847-615-7105
e-mail: certification@ipc.org www.ipc.org/certification

tel: +86 21 5497 3435 / 3436 fax: +86 21 5497 3437
e-mail: InfoAsia@ipc.org www.ipc.org/WOFE

Designer Certification (C.I.D.)/Advanced Designer Certification (C.I.D.+)

Contact:

tel: 847-597-2827 fax: 847-615-5627
e-mail: certification@ipc.org www.ipc.org/certification

tel: +86 21 5497 3435 / 3436 fax: +86 21 5497 3437
e-mail: InfoAsia@ipc.org www.ipc.org/WOFE

EMS Program Manager Certification

Contact:

tel: 847-597-2884 fax: 847-615-5684
e-mail: susanfilz@ipc.org www.ipc.org/certification

IPC Video Tapes and CD-ROMs

IPC video tapes and CD-ROMs can increase your industry know-how and on the job effectiveness. Members receive discounts on purchases.

For more information on IPC Video/CD Training, contact Mark Pritchard

tel: 505/758-7937 ext. 202 fax: 505/758-7938
e-mail: markp@ipcvideo.org http://training.ipc.org

IPC Printed Circuits Expo, APEX and the Designers Summit

This yearly event is the largest electronics interconnection event in North America. With technical paper presentations, educational courses, standards development meetings networking opportunities and designers certification, there's something for everyone in the industry. The premier technical conference draws experts from around the globe. 500 exhibitors and 6,000 attendees typically participate each year. You'll see the latest in technologies, products and services and hear about the trends that affect us all. Go to www.GoIPCShows.org or contact shows@ipc.org for more information.

Exhibitor information:

Mary Mac Kinnon
Director, Show Sales
847-597-2886
MaryMacKinnon@ip–c.org

Alicia Balonek
Director, Trade Show Operations
847-597-2898
AliciaBalonek@ipc.org

How to Get Involved

The first step is to join IPC. An application for membership can be found in the back of this publication. Once you become a member, the opportunities to enhance your competitiveness are vast. Join a technical committee and learn from our industry's best while you help develop the standards for our industry. Participate in market research programs which forecast the future of our industry. Participate in Capitol Hill Day and lobby your Congressmen and Senators for better industry support. Pick from a wide variety of educational opportunities: workshops, tutorials, and conferences. More up-to-date details on IPC opportunities can be found on our web page: www.ipc.org.

For information on how to get involved, contact:
Jeanette Ferdman, Membership Director

tel: 847-597-2809 fax: 847-597-7105
e-mail: JeanetteFerdman@ipc.org www.ipc.org

ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES

Standard Improvement Form

IPC-A-600G

The purpose of this form is to provide the Technical Committee of IPC with input from the industry regarding usage of the subject standard.

Individuals or companies are invited to submit comments to IPC. All comments will be collected and dispersed to the appropriate committee(s).

If you can provide input, please complete this form and return to:

IPC
2215 Sanders Road
Northbrook, IL 60062-6135
Fax 847 509.9798

1. I recommend changes to the following:

___ Requirement, paragraph number _____

___ Test Method number _____, paragraph number _____

The referenced paragraph number has proven to be:

___ Unclear ___ Too Rigid ___ In Error

___ Other _____

2. Recommendations for correction:

3. Other suggestions for document improvement:

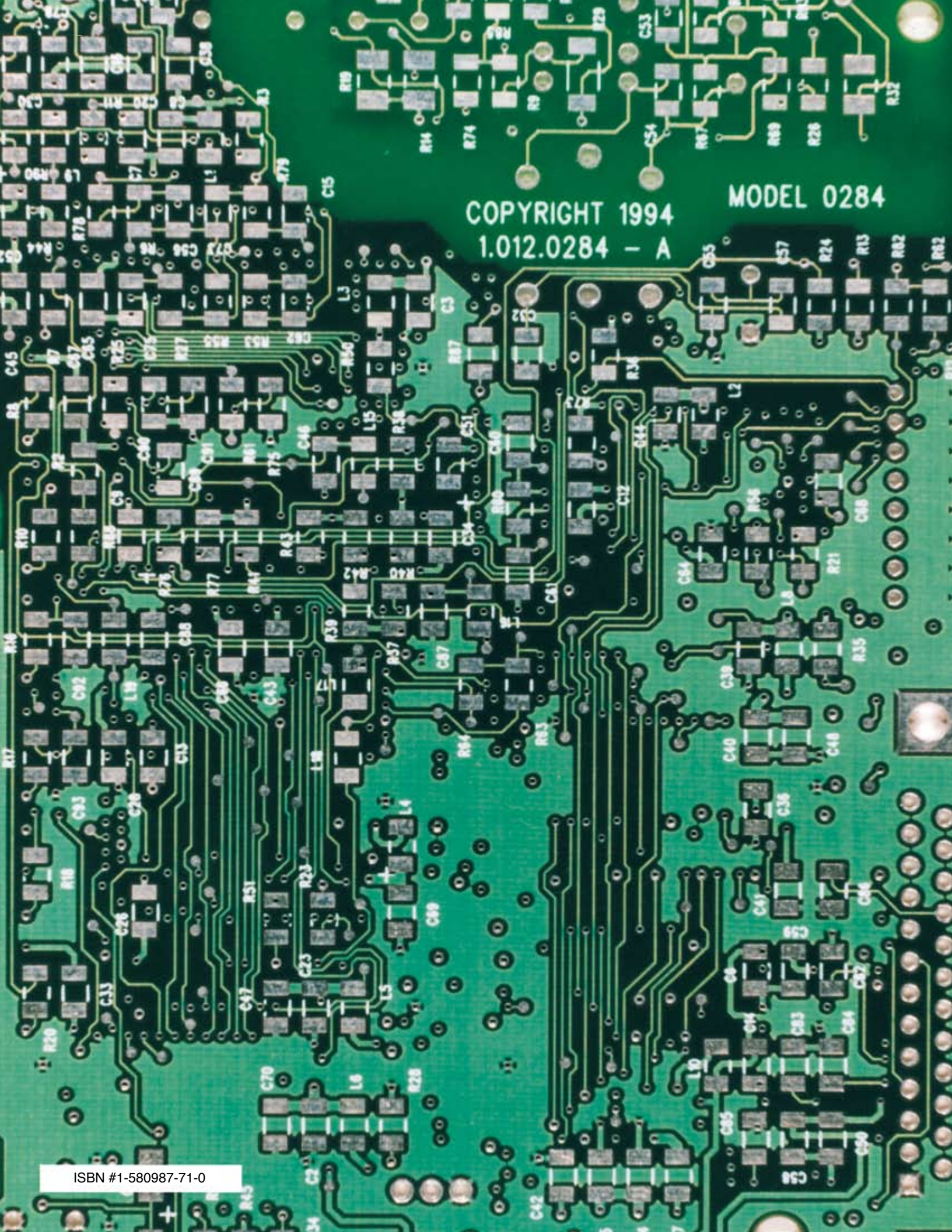
Submitted by:

Name Telephone

Company E-mail

Address

City/State/Zip Date



ISBN #1-580987-71-0