

团 体 标 准

T/CPCA 6045A—202X

代替 T/CPCA 6045—2017

高密度互连印制电路板技术规范

Technical Specification for high density interconnect printed circuit board

(征求意见稿)

本草案完成时间：2023. 11. 15

提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

20XX-xx-xx 发布

20XX-xx-xx 实施

中国电子电路行业协会 发布

目 次

前 言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分级	2
5 要求与检验方法	2
5.1 总则	2
5.2 优先顺序	2
5.3 材料	2
5.3.1 通则	2
5.3.2 基材	3
5.3.3 粘结材料	3
5.3.4 铜箔	3
5.3.5 阻焊剂	3
5.3.6 标记印料	3
5.4 设计	3
5.5 外观和尺寸	3
5.5.1 总则	3
5.5.2 外观	3
5.5.2.1 印制板边缘	3
5.5.2.2 导电图形	4
5.5.2.3 连接盘	5
5.5.2.4 基准标记及元件定位标记	6
5.5.2.5 印制插头	7
5.5.2.6 孔	8
5.5.2.7 阻焊膜	10
5.5.2.8 符号标记	12
5.5.2.9 表面涂覆	13
5.5.3 尺寸	14
5.5.3.1 导体尺寸	14
5.5.3.2 连接盘尺寸	15
5.5.3.3 孔相关尺寸	17
5.5.3.4 印制插头尺寸	19
5.5.3.5 基准标记及元件定位标记尺寸	20
5.5.3.6 板厚度	21
5.5.3.7 外形	21
5.5.3.8 表面涂覆层厚度	22
5.6 结构完整性	23
5.6.1 热应力浮焊	23

5.6.1.1	热应力浮焊检验方法	23
5.6.1.2	热应力浮焊要求	23
5.6.2	热应力再流焊	23
5.6.2.1	热应力再流焊检验方法	23
5.6.2.2	热应力再流焊要求	23
5.6.3	显微剖切	23
5.6.3.1	总则	23
5.6.3.2	镀涂层厚度	23
5.6.3.3	导体厚度	24
5.6.3.4	内层铜箔最小厚度	25
5.6.3.5	绝缘层厚度	25
5.6.3.6	阻焊厚度	26
5.6.3.7	层压完整性	26
5.6.3.8	孔壁镀层	27
5.6.3.9	芯吸	27
5.6.3.10	凹蚀	27
5.6.3.11	介质去除	28
5.6.3.12	负凹蚀	28
5.6.3.13	镀层折叠/夹杂物	28
5.6.3.14	铜箔裂缝	29
5.6.3.15	镀层分离	29
5.6.3.16	包覆铜镀层要求及树脂塞孔空洞与裂纹	29
5.6.3.17	盖覆铜镀层要求	31
5.6.3.18	盲孔	32
5.6.3.19	连接盘起翘	33
5.6.3.20	盲孔填孔的要求	33
5.6.3.21	盲孔侧壁玻璃纤维突出	34
5.6.3.22	阻焊入盲孔	34
5.6.3.23	盲孔孔底树脂胶污残留	34
5.6.3.24	盲孔孔底裂缝	34
5.6.3.25	盲孔孔底松散	35
5.6.3.26	盲孔蟹脚	35
5.6.3.27	盲孔结晶	35
5.7	其它性能及检验方法	36
5.7.1	导体电阻	36
5.7.1.1	导体电阻检验方法	36
5.7.1.2	导体电阻要求	36
5.7.2	电气性能	36
5.7.2.1	连通性	36
5.7.2.2	绝缘性	36
5.7.3	耐电压	36
5.7.3.1	耐电压检验方法	36
5.7.3.2	耐电压要求	37
5.7.4	耐电流 (HCT)	37

5.7.4.1	耐电流检验方法	37
5.7.4.2	耐电流要求	37
5.7.5	阻抗	37
5.7.5.1	阻抗测试检验方法	37
5.7.5.2	阻抗测试要求	37
5.7.6	插入损耗	38
5.7.6.1	插入损耗测试检验方法	38
5.7.6.2	插入损耗测试要求	38
5.7.7	物理性能	38
5.7.7.1	镀层附着力	38
5.7.7.2	阻焊层附着力	38
5.7.7.3	弓曲和扭曲	39
5.7.7.4	非支撑孔连接盘拉脱强度	39
5.7.7.5	铜箔剥离强度	39
5.7.7.6	盲孔拉脱强度	40
5.7.7.7	可焊性	40
5.7.7.8	阻燃性	40
5.7.7.9	金属线键合盘性能	40
5.7.8	环境适应性	42
5.7.8.1	冷热冲击(气体-气体)	42
5.7.8.2	湿热绝缘电阻	42
5.7.8.3	耐离子迁移性(CAF)	43
5.7.8.4	互连应力(IST)	43
5.7.9	化学性能	43
5.7.9.1	耐溶剂性	43
5.7.9.2	离子污染	43
5.7.10	限用物质	44
5.7.10.1	限用物质检验方法	44
5.7.10.2	限用物质要求	44
5.8	修补和返工	44
6	质量保证	44
6.1	总则	44
6.2	检验与测试条件	44
6.3	鉴定检验	44
6.4	质量一致性检验	44
6.4.1	概述	44
6.4.2	逐批检验	44
6.4.2.4	抽样方案	47
6.4.2.5	拒收批	48
6.4.3	周期检验	48
6.4.3.1	检验样本	48
6.4.3.2	检验项目和频率	48
6.4.3.3	不合格	48

7 标识、包装及贮存	49
7.1 总则	49
7.2 标识	49
7.2.1 产品标识	49
7.2.2 包装标识	49
7.3 包装	49
7.3.1 内包装要求	49
7.3.2 外包装要求	49
7.4 贮存	49
7.4.1 一般要求	49
7.4.2 超期处理方法	50

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本文件由中国电子电路行业协会文件化工作委员会提出。

本文件由中国电子电路行业协会归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件替代 T/CPCA 6045-2017，与 T/CPCA 6045-2017 相比主要变化如下：

- 将 2017 版本 4-6 章拆分重组为本文件第 5 章；
- 新增并修订了部分参考标准（见第 2 章）
- 删除部分术语说明，新增部分新术语（见第 3 章）；
- 新增第 4 章“分级”、第 6 章“质量保证”；
- 新增第 5 章中“总则、优先次序、材料、设计”四个部分，并对第 5 章中其他细节进行修订和增补。
- 对第 7 章的内容进行修订。

本文件主要起草单位：

汕头超声印制板公司、安捷利美维电子（厦门）有限责任公司

本文件主要起草人：

马志彬、马步霞、黄伟、朱云、柯娇娜

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- T/CPCA 6045-2017。

高密度互连印制电路板技术规范

1 范围

本文件规定了高密度互连印制电路板的性能和鉴定规范。内容包括要求与检验方法、质量保证以及标识、包装与贮存要求。

本文件适用于积层法和其它工艺制作的高密度互连印制板（以下简称 HDI 印制板或印制板）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，标注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 4588.3 印制板的设计和使用
- GB/T 4677 印制板测试方法
- GB/T 4721 印制电路用刚性覆铜箔层压板通用规则
- GB/T 4725 印制电路用覆铜箔环氧玻璃布层压板
- GB/T 4937.22 导体器件 机械和气候试验方法 第22部分：键合强度
- GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法
- GB/T 5230 印制板用电解铜箔
- GB/T 16261 印制板总规范
- GB/T 26125 电子电气产品六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定
- GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB/T 33015 多层印制板用粘结片通用规则
- SJ 20828 合格鉴定用测试图形和布设总图
- SJ 21093 印制板物理性能测试方法
- SJ 21094 印制板化学性能测试方法
- SJ 21096 印制板环境试验方法
- SJ 21193 印制板离子迁移测试方法及要求
- SJ 21194 印制板互连应力测试方法及要求
- SJ 21554 印制板背钻加工工艺控制要求
- SJ/T 10309 印制板用阻焊剂
- SJ/T 10329 印制板返修和返工
- SJ/T 21555 印制板高速电路信号传输损耗测试方法
- SJ T 202 81 印制板通用技术要求和试验方法
- T/CPCA 1001 电子电路术语
- T/CPCA 1201 印制板的包装、运输和保管
- T/CPCA 4307 印制板用标记油墨
- T/CPCA/Z 5101 印制板特性阻抗时域反射测定指南

3 术语和定义

T/CPCA 1001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

失效阈值

若一个性能指标上升或下降到某个数值时,该性能指标被认为已经失效、无法继续使用,则此数值称为该性能指标的失效阈值。

4 分级

本文件涉及的产品按照应用等级分为以下3个等级,产品应用等级若高于3级的要求,则应该在采购文件中单独说明或由供需双方协商决定:

a) 1级:一般电子产品

指外观要求低,主要要求为印制板功能完整的产品。例如消费类、某些计算机及外部设备产品等。

b) 2级:耐用电子产品

指要求高性能、使用寿命较长、能不间断工作的非关键性设备用产品。例如一些通讯设备、复杂的商用机器及仪器等。

c) 3级:高可靠性电子产品

指在严酷环境下保证能不中断持续使用的关键性设备产品;或用于生命维持系统、必要时随时可以工作的关键性设备产品。

5 要求与检验方法

5.1 总则

当客户对HDI印制板的要求与检验方法有特殊要求时,应在采购文件(包括订购合同、产品设计文件、技术协议、质量协议及更改文件等)中规定。当采购文件未规定时,HDI印制板的要求与检验方法可引用本文件要求。本文件未提及的规定由供需双方商议决定。

5.2 优先顺序

当本文件的要求与其它文件要求有矛盾时,文件应满足如下a)~d)的优先次序:

- a) HDI印制板采购文件(包括订购合同、产品设计文件、技术协议、质量协议及更改文件等,这些文件中,需要首先执行的是订购合同及后续的更改文件);
- b) 客户的规范或其他指定文件;
- c) 本文件;
- d) 其它相关文件。

5.3 材料

5.3.1 通则

HDI 印制板使用的所有材料应符合采购文件的规定,所含环境限制物质必须满足国家相关环保标准要求。如客户对 HDI 印制板的材料没有明确规定,承制方应使用满足本文件规定的性能要求的材料。

5.3.2 基材

刚性覆金属箔层压板及刚性未覆箔层压板应符合GB/T 4721和GB/T 4725的规定。

5.3.3 粘结材料

粘结材料（预浸渍材料或半固化片）应符合GB/T 33015的规定。

5.3.4 铜箔

铜箔应符合GB/T 5230的规定。

5.3.5 阻焊剂

阻焊剂应符合SJ/T 10309的规定。

5.3.6 标记印料

标记印料应符合T/CPCA 4307的规定。

5.4 设计

HDI 印制板应符合相关设计规范的要求。除非另有规定，HDI 印制板的设计应按 GB/T 4588.3 的规定执行。测试图形的设计应按 SJ 20828 的相关要求进行。

5.5 外观和尺寸

5.5.1 总则

按照 GB/T 4677-2002 中 5.1 的规定对成品外观进行检验。微导通孔在 30 倍放大镜下、其他孔类在 10 倍放大镜下检查，若存在无法确定的可疑表现，可使用更高放大倍数的显微镜（最大达到 40 倍或按供需双方协商确认的放大倍数）进行检验。

对于有尺寸要求的精确测量，应采用读数不低于最小允许数值的量具，也可采用带十字标线和满足测量精度刻度的光学仪器或影像测量仪进行检验。当采购文件有特殊要求时，应按照采购文件规定的放大倍数进行检验。

光照度要求范围：700lx~1200lx，如采购文件有特殊要求，按专用光照度台面检查。

5.5.2 外观

5.5.2.1 印制板边缘

成品板边缘应光滑，没有金属毛刺；以割槽或铣槽方式拼板应符合组装板的分板要求；工艺边连接处允许有轻微损伤，邮票孔轻微破损，但不应出现断裂、露铜或印制板翘曲。

5.5.2.1.1 毛刺

板边缘应切割整齐，没有金属毛刺。允许出现非金属毛刺，但不应有磨损或出现疏松毛刺，且非金属毛刺不应影响外形尺寸、安装和功能要求，如图 1 a)、b) 所示。

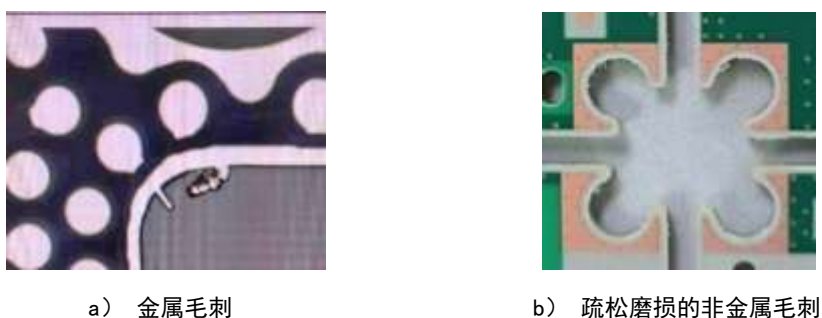


图 1 金属和非金属毛刺

5.5.2.1.2 缺口

板边缺口边缘不应出现磨损，板边缘缺口磨损不大于板边缘与最近导体间距的 50%、且不超过 2.5 mm 时是允许的，如图 2 所示。



图 2 不合格缺口

5.5.2.1.3 白边（晕圈）

当板边白边（晕圈）不大于板边缘与最近导体间距的 50%，且不超过 2.5 mm 时，是允许的，如图 3 所示。

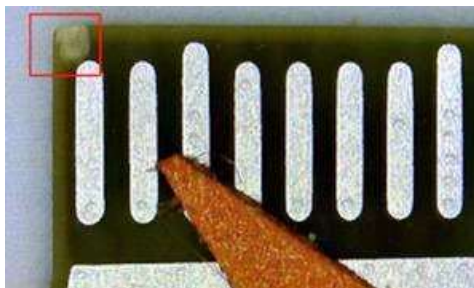


图 3 不合格白边（晕圈）

5.5.2.1.4 V 型槽异物残留

V型槽内不允许有影响印制板功能的异物残留。

5.5.2.2 导电图形

5.5.2.2.1 导体表面

导体表面应无起泡、褶皱、裂纹；导体与基材应无分离；导体端部不允许有翘起的金属片。导体表面不应有影响后道工序的变色、污染及异物附着，经过电镀处理或表面涂覆处理的导体

表面不允许露铜。

导体表面的缺损（如边缘缺口、针孔、粗糙及划痕等）导致的导体宽度减少应不大于成品导体宽度的 20%，缺损长度应不大于导体长度的 10%且总长度不超过 13 mm。

5.5.2.2.2 导体之间

导体间不应有可造成电气绝缘及电压击穿等可靠性问题的异物或离子污染物存在。

导体间残留物（如：蚀刻产生的凸起、残铜等）的宽度应不大于成品导体间距的 30%且不超过 0.30 mm。

5.5.2.3 连接盘

5.5.2.3.1 矩形连接盘

如图 4 所示，矩形连接盘长度方向 80%和宽度方向 80%的中心区域定义为完好区域，应当完好无缺陷，完好区域外探针压痕可接受，完好区域内不影响表面涂覆的测试探针压痕可接受。

沿连接盘外部边缘的缺陷包括但不限于缺口、压痕、结瘤、针孔等，沿连接盘外部边缘及连接盘内的累积缺陷应当符合表 1 的规定。

连接盘突起导致的与相邻导体间最小间距的减少，应符合 5.5.2.2.2 的要求。

表 1 矩形连接盘的缺陷

项目	1级	2级	3级
沿矩形连接盘外部边缘的缺陷	缺陷不应侵占矩形连接盘的完好区域；累积缺陷不超过矩形连接盘长度或宽度的 30%	缺陷不应侵占矩形连接盘的完好区域；累积缺陷不超过矩形连接盘长度或宽度的 20%	缺陷不应侵占矩形连接盘的完好区域；累积缺陷不超过矩形连接盘长度或宽度的 20%
矩形连接盘内的缺陷	缺陷不应侵占表面贴装连接盘的完好区域；累积缺陷不超过连接盘长度或宽度的 30%	缺陷不应侵占矩形连接盘的完好区域；累积缺陷不超过矩形连接盘长度或宽度的 10%	缺陷不应侵占矩形连接盘的完好区域；累积缺陷不超过矩形连接盘长度或宽度的 10%

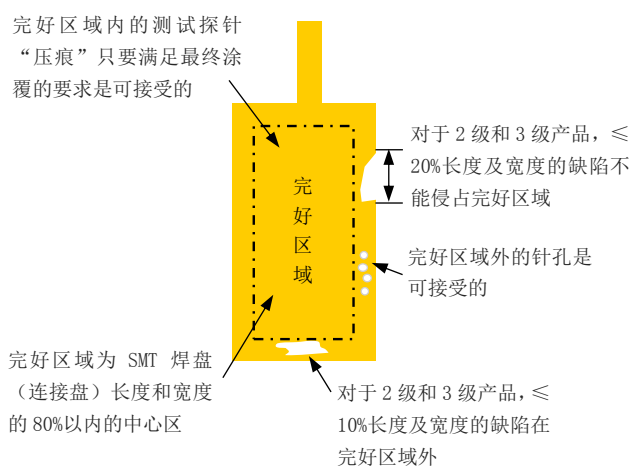


图 4 矩形连接盘的缺陷

5.5.2.3.2 BGA 连接盘

如图 5 所示，BGA 连接盘以圆心为中心，直径 80%覆盖的区域定义为完好区域，应当完好无缺陷；完好区域外探针压痕可接受，完好区域内不影响表面涂覆的测试探针压痕可接受。

BGA 连接盘外部边缘的缺陷包括但不限于缺口、压痕、结瘤、针孔等，连接盘的累积缺陷应当符合表 2 的规定。BGA 连接盘突起导致的与相邻导体间最小间距的减少，应符合 5.5.2.2.2 的要求。

表 2 BGA 连接盘的缺陷

项目	1级	2级	3级
BGA 连接盘外部边缘的缺陷	缺陷不应侵占 BGA 连接盘的完好区域；累积缺陷不超过 BGA 连接盘周长的 30%；缺陷向连接盘中心的径向辐射不超过连接盘直径的 10%	缺陷不应侵占 BGA 连接盘的完好区域；累积缺陷不超过 BGA 连接盘周长的 20%；缺陷向连接盘中心的径向辐射不超过连接盘直径的 10%	缺陷不应侵占 BGA 连接盘的完好区域；累积缺陷不超过 BGA 连接盘周长的 20%；缺陷向连接盘中心的径向辐射不超过连接盘直径的 10%

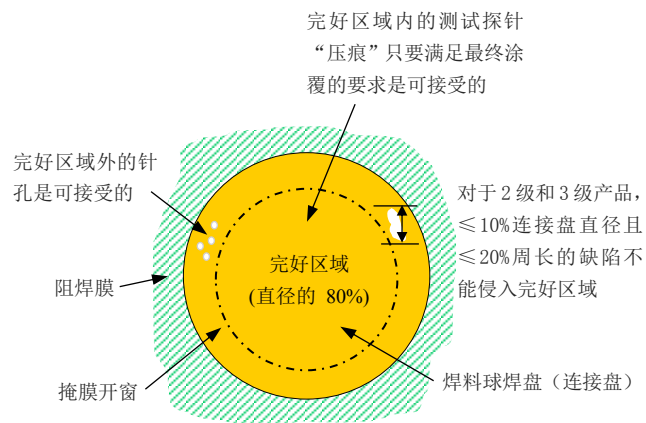


图 5 BGA 连接盘缺陷

5.5.2.4 基准标记及元件定位标记

如图 6 所示，基准标记及元件定位标记外观应平整、光亮、无缺损，存在不影响识别点识别的轻微缺陷是允许的。

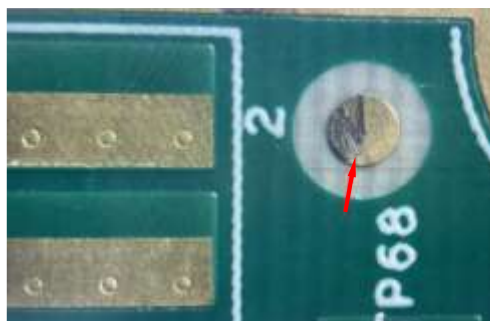


图6 识别点损伤（不合格）

5.5.2.5 印制插头

如图7所示，印制插头宽度方向的80%和长度方向的90%的中间区域定义为完好区域。

5.5.2.5.1 表面色泽及附着物

印制插头上不允许有阻焊膜或其他附着物；印制插头接触片不应出现氧化、发黑现象；用橡皮擦或75%左右酒精擦拭可去除的轻微变色可以接受。

5.5.2.5.2 划痕

印制插头划痕应符合如下a)~b)的要求：

- 每个印制插头关键区域允许有不露铜及不露底材的划痕，但发生缺陷印制插头的累计数量不应超过印制插头总数的10%；
- 每个印制插头非关键区域允许有不露铜及不露底材的划痕，但发生缺陷印制插头的累计数量不应超过印制插头总数的50%。

5.5.2.5.3 露铜露镍

印制插头出现露铜露镍应符合如下a)~c)的要求：

- 印制插头刨斜边后前端允许露铜但不允许出现铜箔起翘、剥离。
- 印制插头关键区域不允许露铜及露镍；
- 每个印制插头的非关键区域只允许一处露镍/铜，且缺陷最长尺寸不大于0.127 mm；有缺陷的印制插头数量不超过总数量的10%，如果印制插头总数量小于10个，则不允许出现有缺陷的印制插头。

5.5.2.5.4 凹陷、凸块、结瘤、异物

印制插头出现凹陷、凸块、结瘤、异物等缺陷应符合如下a)~b)的要求：

- 印制插头关键区域：不允许出现针孔、压痕，不允许出现直径大于0.15 mm的凹陷及直径大于0.127 mm的结瘤或金属凸块。凹陷不大于0.15 mm及结瘤或金属凸块直径不大于0.127 mm可以接受。但单个印制插头出现这些缺陷的累计数量不超过3个，且出现缺陷的印制插头累计数量不超过印制插头总数的30%；
- 印制插头非关键区域：印制插头间不允许有导电异物；不允许出现连续性凸块、缺口或缺损。出现不脱落、不影响印制插头接触的非导电异物可以接受；印制插头出现凸出、缺口或缺损导致插头宽度减小、插头间间距减小时应满足其最小宽度及最小间距的要求。

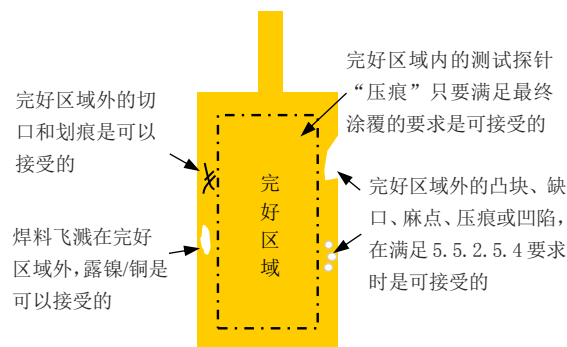


图7 印制插头的缺陷

5.5.2.5.5 印制插头镍金镀层与焊料涂层的结合处

印制插头镍金镀层与焊料涂覆层在结合位置的露铜或镀层重叠，露铜间隙应不超过 1.00 mm，镀镍金重叠区长度应不超过 1.00 mm。叠层位置外观露铜或镀金重叠区变色可以接受，如图 8 所示。

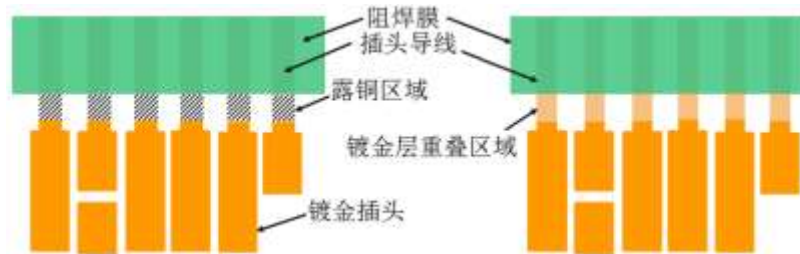


图 8 印制插头镍金镀层与焊料涂层结合处

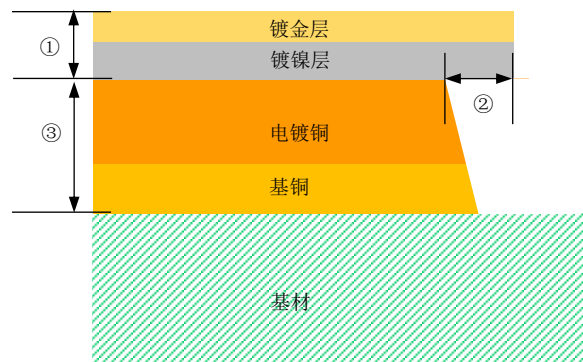
5.5.2.5.6 印制插头倒角损伤

印制插头因印制板边缘有轻微不平整导致的倒角损伤是允许的，但不允许出现铜箔剥离、镀层剥离或印制插头浮离等现象。

5.5.2.5.7 印制插头镀镍层突沿

印制插头镀镍层突沿应符合如下a)~b)的要求：

- a) 如图 9 所示，从侧面测量时，印制插头镀镍层突沿不应超过基铜与电镀铜的总和；
- b) 镀镍层突沿不允许脱落，不能影响电性能。



- ①——镀镍金层
- ②——镀层突沿
- ③——基铜层加上电镀铜层

图9 印制插头镀镍层突沿示意图

5.5.2.6 孔

5.5.2.6.1 镀通孔结瘤或毛刺

镀通孔中产生结瘤或铜丝时应能满足最小孔径的要求，镀铜厚度必须符合最小要求且无裂缝产生，如图 10 a)、 b) 所示。

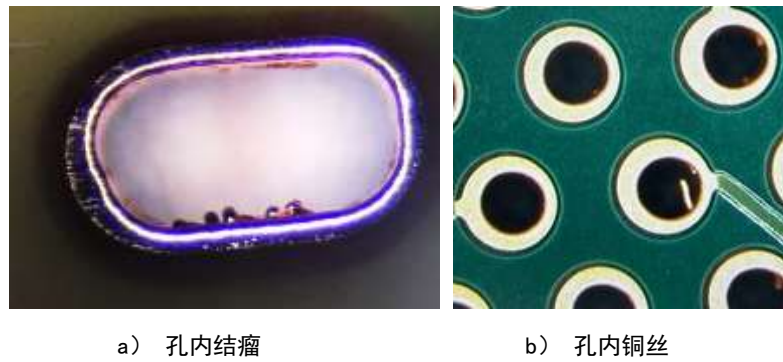


图 10 镀通孔一致性

5.5.2.6.2 铜镀层空洞

铜镀层空洞长度不应超过板厚的 5%，宽度不应超过孔周长的 25%，且孔内空洞数不应超过 1 个，有空洞的孔数不应超过孔总数的 5%。

微导通孔铜镀层不应有空洞，铜镀层不应出现剥离或断裂，如图 11 所示。

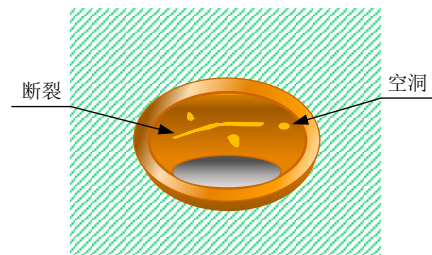


图 11 镀通孔铜镀层空洞示意图

5.5.2.6.3 最终涂覆层空洞

微导通孔最终涂覆层不应有空洞。表面处理层的空洞长度不应超过板厚的 5%，宽度不应超过孔周长的 25%，且孔内空洞数不应超过3个，有空洞的孔数不应超过孔总数的 5%；如图 12 所示。

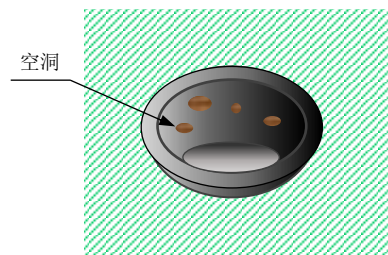


图 12 最终涂覆层的镀层空洞示意图

5.5.2.6.4 填塞孔

5.5.2.6.4.1 非镀通填塞

非镀铜填塞孔需满足如下a)~g)的要求：

a) 通常情况下，芯板埋孔及多次积层板中形成的埋孔应做填孔处理；

- b) 对于多次积层板中形成的微导通孔按加工需要及供需双方商定做填孔处理；
- c) 填塞孔后其凹、凸度应满足介质厚度的最低要求。在两个非公共电气的导电图形之间的空洞，无论水平方向还是垂直方向，均不应使最小介质厚度减小；
- d) 微导通孔及导通孔填充材料时应从外表面密封内部空洞；
- e) 背钻孔填孔时，背钻面的填孔材料应能从外表面密封内部空洞；
- f) 填孔后不允许从任何外部表面延伸出空洞；
- g) 填孔材料应至少填充孔腔的 60%。

5.5.2.6.4.2 填塞孔盖覆电镀

填塞孔要求铜盖覆电镀时，需满足如下a)~b)的要求：

- a) 除非被阻焊膜盖住，否则盖覆电镀层不允许有暴露树脂填塞料的空洞；
- b) 在保证结构完整性的前提下盖覆电镀孔上可见的凹陷和凸块是可接受的。

5.5.2.6.5 背钻孔

5.5.2.6.5.1 背钻孔表层铜环

背钻孔要完全去除掉背钻的表层孔环，不允许有铜环残留。

5.5.2.6.5.2 背钻孔壁残铜

背钻部分的孔壁不允许残铜。

5.5.2.6.5.3 背钻孔壁剥离

背钻边缘部分不允许有与孔壁分离的现象。

5.5.2.6.5.4 背钻内层走线与背钻孔的距离

内层走线不可露铜。

5.5.2.6.5.5 外来物质

背钻孔内不允许有金属残留物；非金属杂质不影响孔径公差可以接受。

5.5.2.7 阻焊膜

5.5.2.7.1 阻焊膜色差

在正常检测亮度下，距离板面300 mm~400 mm观察时，同一块板两面无明显色差，同批次印制板之间无明显色差。

5.5.2.7.2 阻焊膜表层缺陷

阻焊膜上不应有影响使用的划伤、剥落、针孔及异物，不应有横跨导体之间的气泡。

5.5.2.7.3 阻焊后露铜

阻焊后露铜应符合如下 a)~d)的要求：

- a) 阻焊膜覆盖区域不应露出金属导体。如需采用阻焊剂修补阻焊覆盖区域，应采用相同的材料；
- b) 除非采购文件或布线总图有意设计留出的设计，在平行导体区域，阻焊层不应导致已做绝缘处理的相邻导体露出；
- c) 齐平电路中，阻焊层不需要与连接盘表面齐平；

d) 由阻焊窗定义的对位偏移不应导致相邻的导体露出，如图13所示。



图 13 阻焊膜开窗

5.5.2.7.4 阻焊膜的偏移、覆盖、渗透

图 14 a) 所示，插件安装的印制板外层连接盘因阻焊膜偏移引起的最小连接盘宽度 (w) 应符合表 3 的规定。

表 3 最小连接盘宽度

单位为毫米

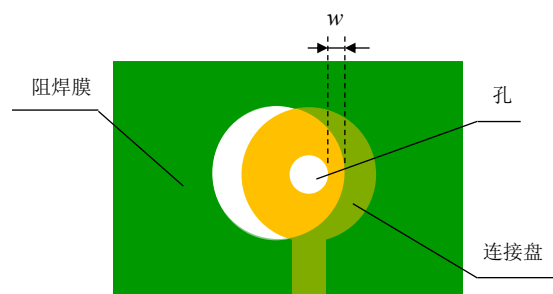
项目	最小连接盘宽度 (w)
主面	$w \leq \text{孔的半径}$
辅面	$w \geq 0.03$, 且有效焊接面积应不小于 70% (w 根据供方布线图确定)

图 14 b)、c) 所示，覆盖、渗透、偏移至表面安装用印制板的矩形连接盘上的阻焊膜宽度应符合表 4 的规定。设计阻焊膜覆盖在焊脚上的宽度由供需双方商定。

表 4 覆盖、渗透、偏移至印制焊脚上的阻焊膜宽度

单位为毫米

项目	阻焊覆盖、渗透、偏移宽度 (w_1 、 w_2)
焊盘节距 ≤ 0.65	供需双方商定
$0.65 < \text{焊盘节距} \leq 1.25$	仅允许一侧侵入阻焊剂，最大尺寸 ≤ 0.025
焊盘节距 ≥ 1.25	仅允许一侧侵入阻焊剂，最大尺寸 ≤ 0.05



a) 阻焊膜偏移引起的最小连接盘宽度

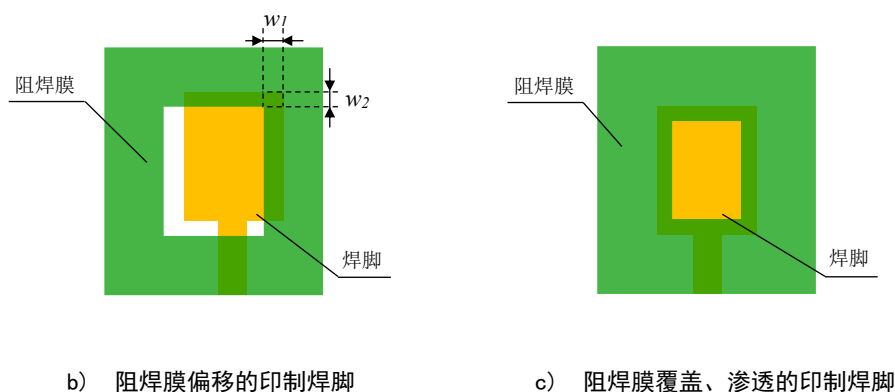


图 14 阻焊膜的偏移、覆盖、渗透

5.5.2.7.5 阻焊塞孔

5.5.2.7.5.1 表面涂覆前塞孔

表面涂覆前做塞孔应符合如下a)~c)的要求:

- 如图15 a)所示, 单面塞孔深度 $\geq 30\%$;
- 如图15 b)所示, 双面塞孔深度 $\geq 70\%$;
- 塞孔印料凸起高度不能高于相邻表面贴装连接盘 $50\ \mu\text{m}$ 。

5.5.2.7.5.2 表面涂覆后塞孔

如图15 a)所示, 表面涂覆后塞孔情况下, 塞孔深度应满足不透白光的要求。

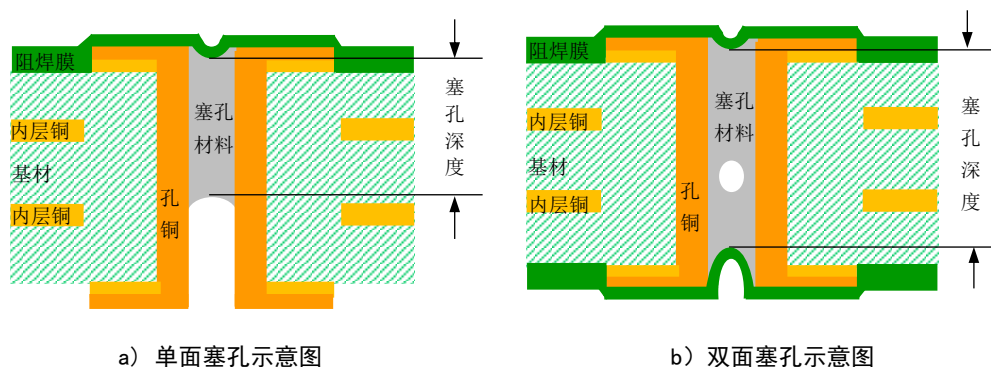


图15 阻焊塞孔

5.5.2.8 符号标记

为保证印制板或测试条的可追溯性、方便识认制造商(如商标)或标识印制板属性(如符合环保要求)等, 常常需要在HDI印制板上增加符号标记。其增加方式以在单块印制板上为首选, 如因尺寸、空间等因素限制导致符号标记不能添加, 则标识方式可由供需双方共同商定。

通常情况下, 可采用字符标记、蚀刻标记或阻焊标记等方式。无论采用哪种符号标记, 都应满足如下a)~c)的要求:

- 标记文字清晰可辨, 无错印、漏印, 便于判别识读; 允许不影响辨认的字符轮廓脱落;
- 蚀刻标记不应影响电路性能;
- 非蚀刻标记侵入连接盘导致焊环宽度不足等影响焊接性能的情况不可接受。

5.5.2.9 表面涂覆

5.5.2.9.1 化学镍金

化学镀镍金表面允许存在表面处理前的磨痕以及表面处理后的滚轮印导致的色差。表面处理后的镀层不可脱落，不应存在边缘漏镀、焊盘漏镀；应完全覆盖，表面平整，不应存在多余的镀屑，应满足导体公差及最小间距要求，如图 16 a)~ c)所示。

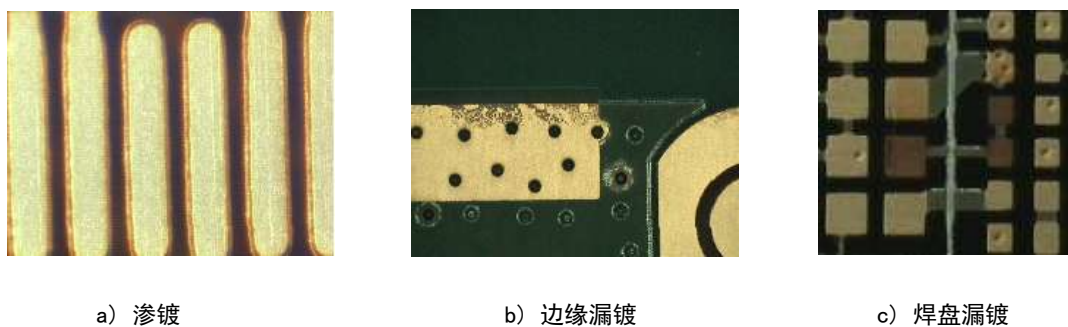


图 16 化学镍金表面缺陷

5.5.2.9.2 化学沉银

化学沉银焊盘表面应完全覆盖、平整一致，不应出现污渍，如图 17 所示。

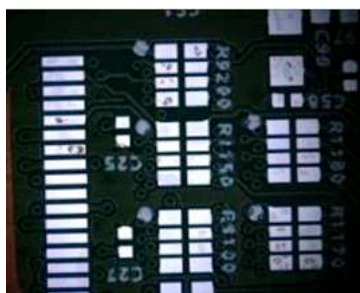


图 17 沉银镀层银面污渍

5.5.2.9.3 沉锡

沉锡处理焊盘表面应完全覆盖、平整。板件颜色及光泽一致的情况下，沉锡表面色泽可介于亚光白到亮银色之间，不应出现多余镀屑、漏镀、发暗发黑、变色或阻焊剂对偏的情况，如图 18 所示。化学沉锡过程阻焊剂的伸缩不应导致回流焊前后阻焊剂发生破损。

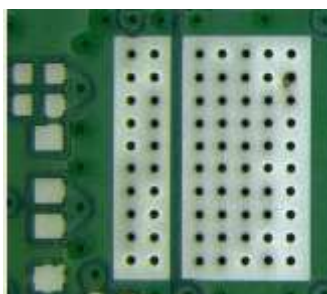


图 18 沉锡镀层锡面发暗

5.5.2.9.4 有机可焊性保护膜

镀通孔内及连接盘表面通过有机可焊性保护膜处理的膜厚应厚度均匀，有一致的光泽度，无污染、发暗现象发生。

5.5.2.9.5 选择性化金

选择性化金表面处理时，对应不同的表面涂覆区，应符合各自涂覆层的外观和技术要求。

5.5.2.9.6 化学镀镍钯金

化学镀镍钯金金属线键合盘在完好区域内允收探针压痕，不允许露镍，因表面结瘤、粗糙、划痕缺陷不可影响邦定功能，非完好区域不允许露铜，其中完好区域的定义是以引线键合盘中心为基准，引线键合盘长度的 80%和宽度的 80%范围内的区域，如图 19 所示。

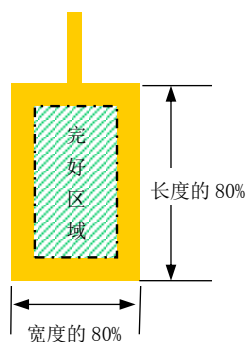


图 19 化学镍钯金完好区域

5.5.3 尺寸

5.5.3.1 导体尺寸

5.5.3.1.1 导体宽度的测量

通常情况下，不含镀层的铜导体宽度应测量导体底部（如图 20 右侧所示），若有特殊要求测量导体顶部（如图 20 左侧所示），由供需双方商定说明。

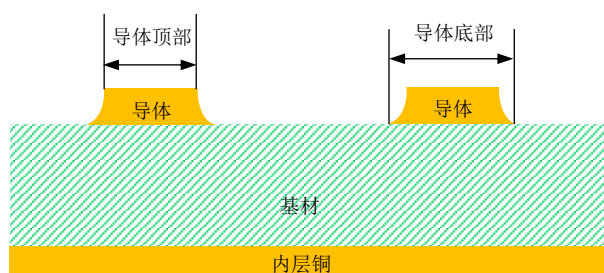


图 20 导体宽度测量示意图

5.5.3.1.2 导体宽度

设计的最小导体宽度应能满足产品的电气性能。

成品导体宽度的公差因导体标称宽度不同而有所不同，应符合表 5 的规定。另外，有阻抗要求的导体或设计宽度不足 $75\ \mu\text{m}$ 导体，成品的导体宽度公差由供需双方商定。

表 5 成品导体宽度公差

单位为微米

导体说明	公差
导体宽度 < 75	供需双方商定
75 < 导体宽度 ≤ 100	±25%
100 < 导体宽度 ≤ 200	±20%
200 < 导体宽度 ≤ 300	±15%
300 < 导体宽度	±10%
阻抗线	内层±10%，外层±20%，或由供需双方商定

5.5.3.1.3 导体间距

最小导体间距应能满足产品的电气性能；成品导体间距应在布设总图规定的公差范围内；导体与印制板边缘之间的最小间距应当符合布设总图的规定。

如未规定最小间距，成品导体间距对比标称间距的减少，在保证最电气性能前提下，1、2级产品允许减少量为30%；3级产品允许减少量为20%。

5.5.3.2 连接盘尺寸

5.5.3.2.1 矩形连接盘的测量

通常情况下，矩形连接盘尺寸应测量其顶部（如图 21 左侧所示），若有特殊要求测量底部（如图 21 右侧所示），由供需双方商定说明。

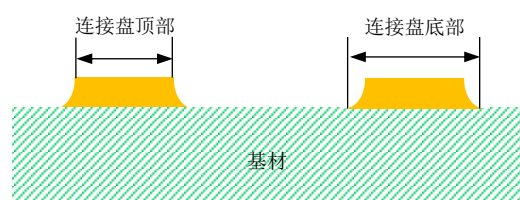


图 21 矩形连接盘宽度测量示意图

5.5.3.2.2 矩形连接盘的宽度

矩形连接盘宽度 (w) 的公差应符合表 6 的规定。

表 6 矩形连接盘的宽度公差

单位为毫米

连接盘宽度 (w)	公差
$w \leq 0.15$	由供需双方商定
$w > 0.15$	±20 %

5.5.3.2.3 矩形连接盘中心距

如图 22 所示, 相邻两矩形连接盘的中心距离 (p) 及并排位置的两端矩形连接盘的中心距离 (d) 的公差应符合表 7 的规定。

表 7 矩形连接盘中心距的公差

单位为毫米

矩形连接盘中心距	公差
p	± 0.03
d	± 0.05

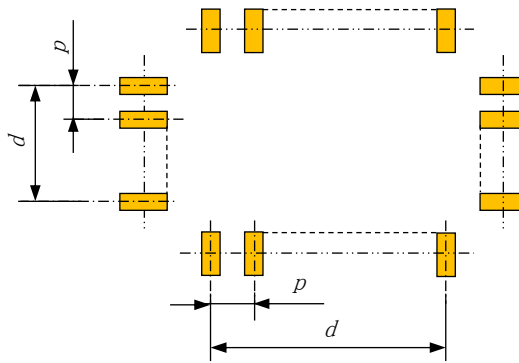


图 22 矩形连接盘的中心距离

5.5.3.2.1 BGA 盘的测量

通常情况下, BGA 盘径尺寸应测量其顶部 (如图 23 左侧所示), 若有特殊要求测量底部 (如图 23 右侧所示), 由供需双方商定说明。

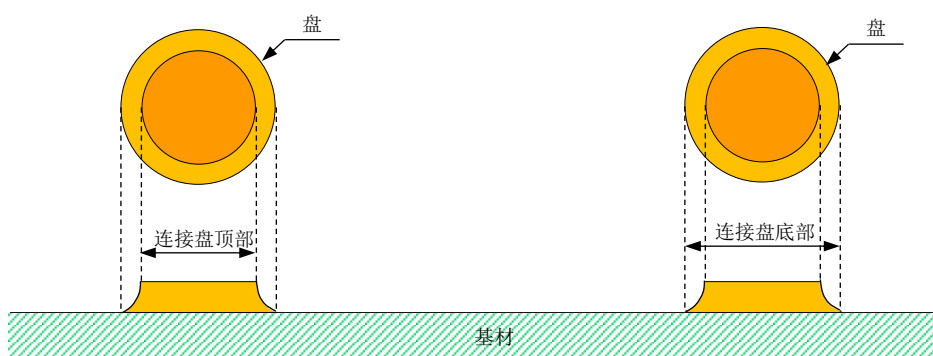


图 23 由导体图形所界定的 BGA 的盘径测量示意图

5.5.3.2.3 BGA 的盘径

由导体图形所界定的 BGA 的盘径尺寸公差应符合表 8 的规定; 当盘径小于 0.20 mm 时, 盘径公差由供需双方商定。

表 8 由导体图形所界定的 BGA 的盘径公差

导体厚度 ^a (t) μm	盘径公差 mm
$t < 40$	+ 0.03 - 0.03
$t \geq 40$	+ 0.05 - 0.05
^a 导体厚度=铜箔厚度+镀层厚度-过程加工减少量	

如图 24 所示，由阻焊膜开窗所界定的 BGA 的盘径 (d) 公差为 $\pm 0.03 \text{ mm}$ 。

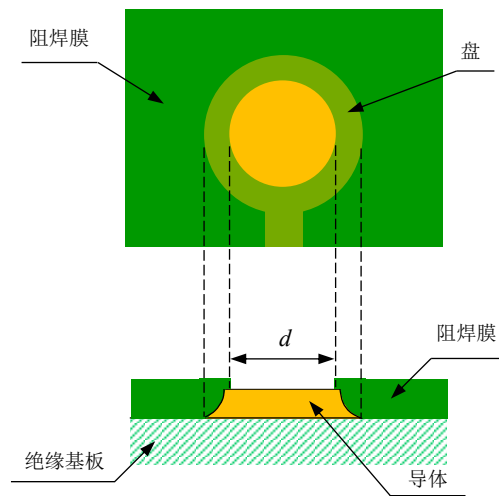


图 24 由阻焊膜开窗所界定的 BGA 盘径

5.5.3.3 孔相关尺寸

5.5.3.3.1 机械孔位精度

机械孔孔位精度： $\pm 0.076 \text{ mm}$ ；压接孔孔位精度： $\pm 0.05 \text{ mm}$ ；
其他装配孔孔位精度有特殊要求的按供需双方协商确定。

5.5.3.3.2 微导通孔叠孔对准度

有微导通孔叠孔设计的，叠孔对准度应满足目标连接盘需覆盖 A 区域的要求，如图 25 所示。

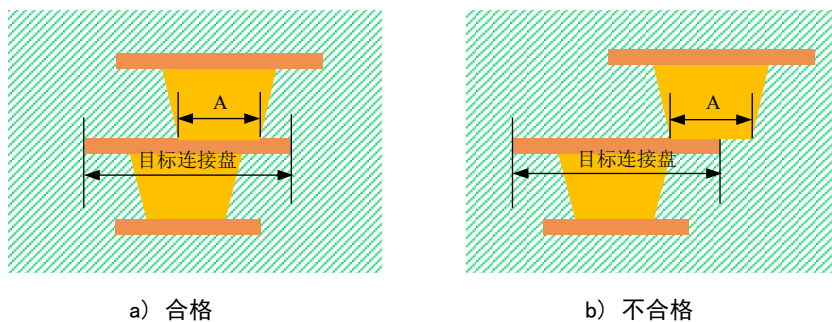
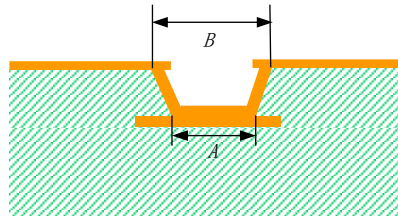


图 25 导通孔叠孔对准度

5.5.3.3.3 微导孔

微导孔孔径公差：±0.025 mm（孔径指金属化前直径）。

孔底接触尺寸（ A ）应大于孔口尺寸（ B ）的70%，且不超过100%，如图26所示。



注1： B —标称孔径±0.025 mm（为金属化前直径）

注2： $70\% < A/B \leq 100\%$

图26 微导孔孔径要求

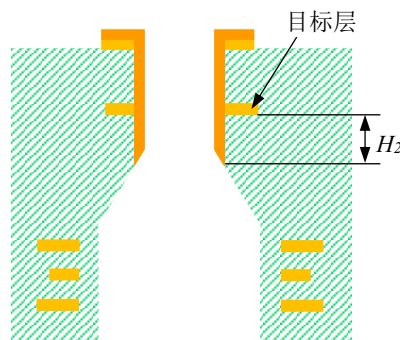
5.5.3.3.4 背钻孔

5.5.3.3.4.1 背钻孔孔铜

以通孔孔铜厚度要求为准。

5.5.3.3.4.2 背钻孔残桩长度

如图27所示，背钻孔残桩长度 H_2 要求： $0.05 \text{ mm} \leq H_2 \leq 0.30 \text{ mm}$ ，或由供需双方商定。



H_2 ——残桩长度

图27 背钻孔

5.5.3.3.5 孔壁与板边的距离

孔壁与印制板边缘之间的距离应符合布线总图设计要求。

5.5.3.3.6 孔环

若采购方有更高要求，孔环要求应在其合同或采购文件中单独说明，或按照表9的要求控制。

外层环宽应测量从孔内侧到连接盘边缘的宽度，导通孔应包含孔的镀铜厚度，导体或连接盘的连接处不应出现孔环破坏；内层环宽的测量仅包含钻孔的内层连接盘的宽度，不包含镀覆孔壁厚度。如图28所示，外层可焊孔环允许有阻焊膜偏位等问题，但最小可焊孔环应满足表9的要求。

表9 孔环宽度要求

项目	1级	2级	3级
外层连接盘 (金属化孔)	破坏 $\leq 180^\circ$ 在未增加泪滴或填角的情况下, 连接盘与导体连接处的最小环宽应 $\geq 25 \mu\text{m}$	破坏 $\leq 90^\circ$ 在未增加泪滴或填角的情况下, 连接盘与导体连接处的最小环宽应 $\geq 25 \mu\text{m}$	环宽 $\geq 50 \mu\text{m}$ 孤立的针孔、缺口等缺陷导致最小环宽减小20%的范围内可接受
外层连接盘 (非支撑孔)	破坏 $\leq 90^\circ$	破坏 $\leq 90^\circ$	环宽 $\geq 150 \mu\text{m}$
内层环宽	连接盘和导体连接处的减少小于5.5.4.3规定的最小导体宽度的要求时允许 $\leq 90^\circ$ 的破坏 在未增加泪滴或填角的情况下, 连接盘与导体连接处的最小环宽应 $\geq 25 \mu\text{m}$	连接盘和导体连接处的减少小于5.5.4.3规定的最小导体宽度的要求时允许 $\leq 90^\circ$ 的破坏 在未增加泪滴或填角的情况下, 连接盘与导体连接处的最小环宽应 $\geq 25 \mu\text{m}$	环宽 $\geq 25 \mu\text{m}$
激光盲孔- 微导通孔捕获 连接盘	破坏 $\leq 180^\circ$ 连接盘和导体连接处应不小于最小导体的宽度	破坏 $\leq 90^\circ$ 连接盘和导体连接处应满足 $\geq 50 \mu\text{m}$, 或不小于最小导体的宽度, 两者取较小值	环宽应没有破坏
激光盲孔- 微导通孔目标 连接盘	-	破坏 $\leq 90^\circ$ 如果发生破坏, 应当保证导体最小间距及最小介质层间隙; 且应当保证微导通孔的镀层的完整性	环宽应没有破坏

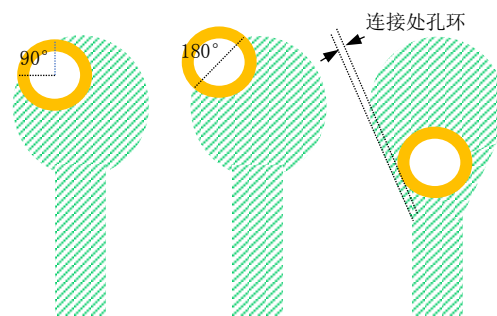


图28 外层环宽

5.5.3.4 印制插头尺寸

5.5.3.4.1 印制插头宽度

印制插头的宽度 (w) 公差应符合表10的规定。

表 10 印制插头宽度的公差

单位为毫米

插头宽度 (w)	公差
$w \leq 1.0$	± 0.05
$w > 1.0$	± 0.10

5.5.3.4.2 印制插头的中心距离

如图 29 所示，两个印制插头的中心距离 (d 或 d_n) 小于 100 mm 时，公差为 ± 0.05 mm，当两个印制插头的中心距离大于 100 mm，每增加 20 mm，公差增加 0.01 mm，最大不超过 ± 0.10 mm。

插头中心到板边缘的距离 (d_l) 公差为 ± 0.05 mm 或按照采购文件的要求。

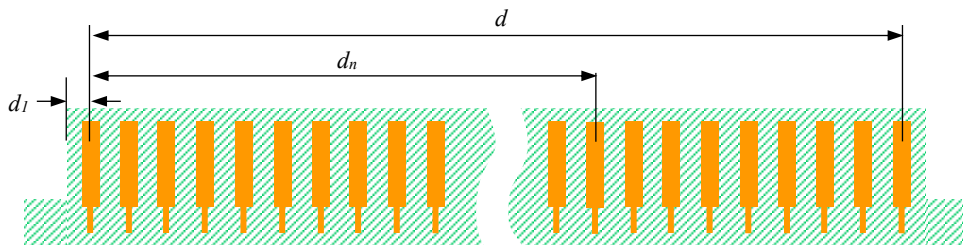


图 29 印制插头的中心距离

5.5.3.4.3 主面和辅面的印制插头中心之间的偏差

主面和辅面的印制插头中心之间的最大偏差 (n) 为 ± 0.05 mm。插头中心之间的偏差值可使用金相切片测量，如图 30 所示。

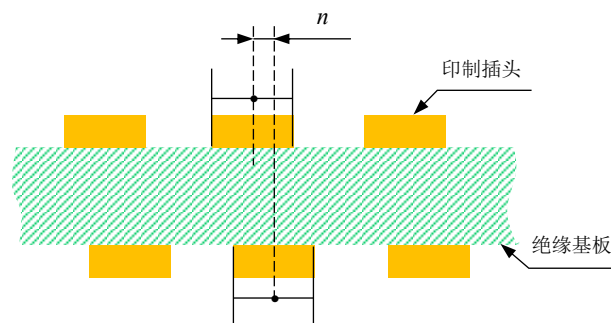


图 30 主面和辅面印制插头中心位移的偏差

5.5.3.5 基准标记及元件定位标记尺寸

如图 31 所示，典型的基准标记及元件定位标记一般为圆形焊盘，尺寸公差为 ± 0.05 mm。

基准标记 (R) 及元件定位标记 (L) 如图 46 所示，(R) 与 (L) 之间的位置 (横轴或纵轴距离) 公差为 ± 0.1 mm。

元件定位标记 (L) 与最远矩形连接盘间的距离 (d_1 、 d_2) 公差为 ± 0.05 mm。

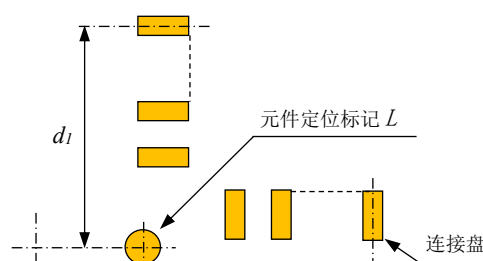


图 31 基准标记及元件定位标记

5.5.3.6 板厚度

图32所示，整板厚度（ D ）包括电镀层、阻焊层及文字标记，其公差应符合表 11的规定。

表11 板厚及测量要求

单位为毫米

板厚 (D)	公差
$0.1 \leq D \leq 0.5$	± 0.075
$0.5 < D < 1.0$	± 0.1
$D \geq 1.0$	$\pm (D \times 10\%)$
注 1: 有印制插头时，板厚测量位置为板边印制插头位置。	
注 2: 无印制插头时，板厚测量位置为双面文字标记之间位置。	

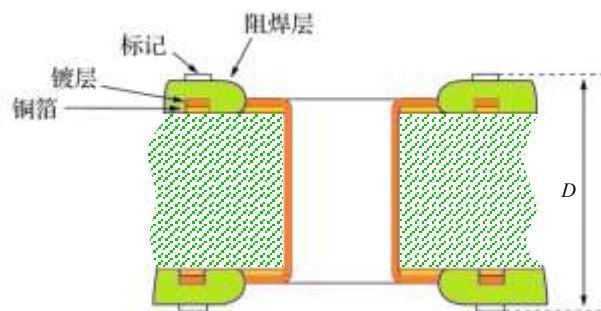


图 32 带有标记、阻焊层、铜箔和镀层的 HDI 印制板

5.5.3.7 外形

5.5.3.7.1 外形尺寸

若采购方有更高要求，外形尺寸公差要求应在其合同或采购文件中单独说明，或按照表 12 的要求控制。

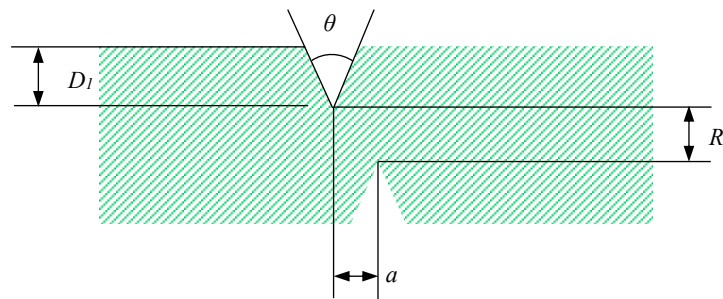
表12 外形尺寸公差要求

单位为毫米

尺寸	公差
尺寸 ≤ 300	± 0.10
尺寸 > 300	± 0.13
孔中心到边尺寸	± 0.10
定位槽尺寸	± 0.10

5.5.3.7.2 V型槽

如图 33 所示，V 型槽剩余板厚公差 D_I ： $\pm 0.1\text{mm}$ ；上下槽中心偏位 a ： $\pm 0.1\text{mm}$ 。



- R ——V槽深度
 θ ——V槽角度
 a ——偏位
 D_I ——板厚余厚

图33 V型槽示意图

5.5.3.8 表面涂覆层厚度

表面涂覆层厚度应符合表 13 的规定。

表 13 表面涂覆层厚度要求

单位为微米

序号	表面涂覆层	项目	要求
1	有机可焊性保护膜 (OSP)	有机可焊性保护膜层	覆盖且可焊
2	化学镍金	化学镍层 (最小厚度)	3.0
		化学金层 (最小厚度)	0.05
3	化学浸银	浸银层	覆盖且可焊
4	化学浸锡	浸锡层	覆盖且可焊
5	化学镍钯金	化学镍钯层	3.0~6.0
		化学金层	0.05~0.30
6	化学浸金	浸金层 (最小厚度)	0.03

5.6 结构完整性

5.6.1 热应力浮焊

5.6.1.1 热应力浮焊检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 9.2.3 的试验 19c 方法测试，试验条件为 $(288 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ， 10_0^1 s ，重复 3 次或由供需双方商定。

5.6.1.2 热应力浮焊要求

热应力试验后，应在 (100 ± 5) 倍的放大倍率下对镀覆通孔、铜箔和镀层的完整性进行检验。仲裁检验应在 (200 ± 5) 倍的放大倍率下进行。

对层压板厚度、铜箔厚度、镀层厚度、叠层方向、层压和镀层空洞等的检验应当在上述规定的放大倍率下完成。低于 $1 \mu\text{m}$ 的镀层厚度不应当采用显微剖切技术测量，而应当采用其它适当的方法进行检验，如 x-ray 法。

5.6.2 热应力再流焊

5.6.2.1 热应力再流焊检验方法

表 14 中为热应力再流焊的主要参数要求，板面峰温为温度测量仪实际测量板温度，非再流设定温度，停留时间为板面到达指定温度的时间，或按采购文件中的再流焊曲线进行测试。

表 14 热应力再流焊主要参数要求

再流测试	液相线以上时间	板面峰温	停留时间	再流次数
有铅	183 °C 以上, 120 s~150 s	$(245 \pm 5) ^\circ\text{C}$	240 °C 以上 20 s ~30 s	5 次
无铅	217 °C 以上, 120 s~150 s	$(260 \pm 5) ^\circ\text{C}$	255 °C 以上 20 s ~30 s	5 次

5.6.2.2 热应力再流焊要求

印制电路板需保证再流次数 5 次或由供需双方商定后，绝缘介质材料之间、绝缘介质材料与导体铜层及导体铜层与铜层之间不应有分层，阻焊不应有起泡、变色，字符不应有脱落现象。

5.6.3 显微剖切

5.6.3.1 总则

热应力试验后，显微剖切应按 GB/T 4677-2002 中 8.3.2 的试验 15b 方法进行，应在孔中心偏差 10% 内的垂直平面上进行镀覆孔的显微剖切，一个显微剖切至少应包括三个最小镀覆孔。

5.6.3.2 镀涂层厚度

5.6.3.2.1 镀涂层厚度检验方法

按 GB/T 4677-2002 中 8.3.2 的试验 15b 方法进行显微镜剖切后检验，采用显微剖切和适当的测量装置测量镀覆孔壁厚，并记录每侧孔壁 3 个测量值的平均厚度，孤立的厚或薄区域不应用于计算均值。由于玻纤突出造成的孤立区铜箔厚度减薄应满足最小厚度要求，测量从突出的末端到孔壁的镀层厚度。如在孤立区测量的厚度低于要求，则视为一个空洞。

5.6.3.2.2 镀涂层厚度要求

通孔、埋孔和盲孔的孔壁最小镀铜厚度应符合表 15 的规定。孔壁铜镀层厚度不包括表面处理镀层厚度（例如镍金厚度）。其它要求由供需双方商定。

表 15 镀涂层厚度要求

单位为微米

序号	镀涂层	1 级	2 级	3 级
1	表面和孔内铜镀层（大于 2 层的埋孔，平均最小值）	20	20	25
2	表面和孔内铜镀层（大于 2 层的埋孔，单点最小值）	18	18	20
3	微导通孔（盲孔和埋孔，平均最小值）	12	12	12
4	微导通孔（盲孔和埋孔，单点最小值）	10	10	10
5	2 层的埋孔芯板（平均最小值）	13	15	15
6	2 层的埋孔芯板（单点最小值）	11	13	13
7	包覆铜最小厚度（大于 2 层的埋孔、镀覆孔和盲孔）	覆盖	5	5
8	包覆铜最小厚度（微导通孔、盲孔和埋孔）	覆盖	5	5
9	包覆铜最小厚度（2 层的埋孔芯板）	覆盖	5	5

5.6.3.3 导体厚度

5.6.3.3.1 导体厚度检验方法

导体厚度 (t_c) 测量，如图 34 所示。导体厚度 (t_c) 测量包括导体表面粗糙度轮廓的平均值。

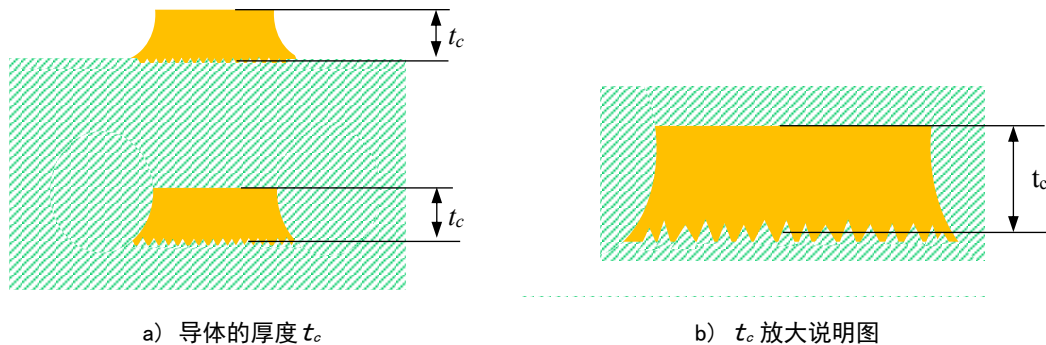


图 34 导体的厚度

5.6.3.3.2 导体厚度要求

加工后成品印制板外层导体（铜箔加电镀铜）的最小总厚度应符合表 16 的规定。当采购文件规定了导体厚度或公差范围时，外层导体厚度应符合规定值或在规定的公差范围内。

表 16 外层导体最小厚度

单位为微米

标称基体铜箔厚度	最小底铜厚度	加工后外层导体最小总厚度
5.1	1.6	23.1
8.5	3.1	26.2

表 16 (续)

标称基体铜箔厚度	最小底铜厚度	加工后外层导体最小总厚度
12	4.7	29.3
17.1	5.7	33.4
34.3	12.5	47.9
68.6	27.9	78.7
102.9	43.3	108.6
137.2	58.8	139.5

注：基体铜箔厚度超过137.2 μm时，每增加35 μm，则允许在标称基体铜箔厚度减少10%后的基础上再减少6 μm。

5.6.3.4 内层铜箔最小厚度

5.6.3.4.1 内层铜箔最小厚度检验方法

内层铜箔最小厚度检验方法同 5.6.3.3.2 导体厚度检验方法。

5.6.3.4.2 内层铜箔最小厚度要求

成品印制板的内层铜箔最小厚度应符合表 17 的要求。当采购文件规定了内层铜箔的厚度或公差范围时，内层铜箔厚度应符合规定值或在规定的公差范围内。

表 17 内层铜箔最小厚度

单位为微米

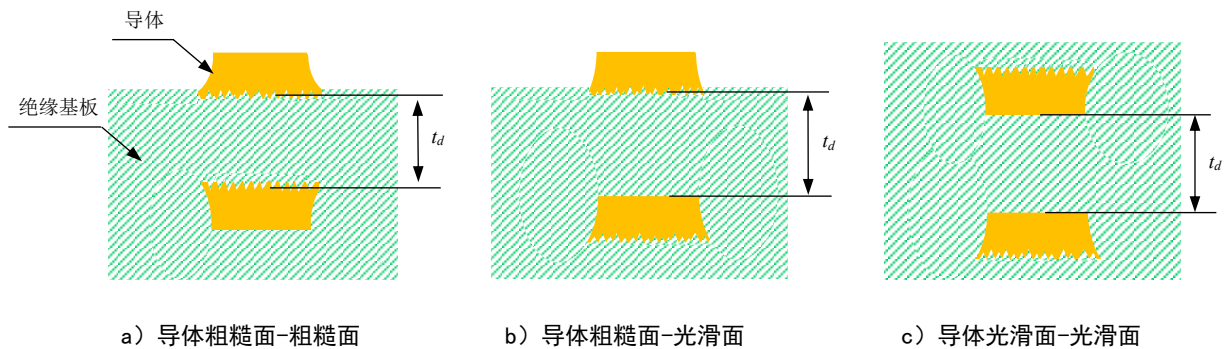
标称基体铜箔厚度	铜厚最小绝对值（与标称值相比减少 10%）	加工允许减少的最大值	加工后内层铜箔最小厚度
5.1	4.6	1.5	3.1
8.5	7.7	1.5	6.2
12	10.8	1.5	9.3
17.1	15.4	4.0	11.4
34.3	30.9	6.0	24.9
68.6	61.7	6.0	55.7
102.9	92.6	6.0	86.6
137.2	123.5	6.0	117.5

注：基体铜箔厚度超过137.2 μm时，每增加35 μm，则允许最小内层铜箔厚度减少13 μm。

5.6.3.5 绝缘层厚度

5.6.3.5.1 绝缘层厚度检验方法

绝缘层的介质厚度 (t_d) 测量，如图 35 所示，包括导体表面粗糙度轮廓的平均值。

图 35 绝缘层的厚度 t_d

5.6.3.5.2 绝缘层厚度要求

绝缘层厚度要求应在采购协议文件中规定。

5.6.3.6 阻焊厚度

5.6.3.6.1 阻焊厚度检验方法

应按GB/T 4677 中 8.3.2 的规定进行显微剖切后检查。

5.6.3.6.2 阻焊厚度要求

除另有规定，阻焊膜厚度应符合如下a)～c)要求：

- a) 铜面上阻焊厚度应 $\geq 10 \mu\text{m}$ ；
- b) 拐角处阻焊厚度应 $\geq 5 \mu\text{m}$ ；
- c) 基材上阻焊厚度与附近的表面安装连接盘高度差应 $\leq 35 \mu\text{m}$ 。

5.6.3.7 层压完整性

5.6.3.7.1 层压白斑

不应有层压白斑。当层压白斑同时满足以下a)～b)要求时，是可接受的：

- a) 白斑是可接受的；
- b) 层压板基板中白斑面积大于相邻导体间距的50%时，对于采购方有更高要求的产品是一种制程警示，说明材料、设备或工艺出现异常，产品经评估后可照常使用。

5.6.3.7.2 层压微裂纹

不应有层压微裂纹。当层压微裂纹应同时满足以下 a)～b) 要求时，是可接受的：

- a) 微裂纹未影响到导体间距的最小间距，且没有因为热应力或模拟组装过程的热测试而扩大；
- b) 微裂纹的跨距不能超过相邻导体距离的50%。

5.6.3.7.3 层压空洞/裂纹

不应有层压空洞或裂纹。当层压空洞或裂纹应同时满足以下 a)～c) 要求时，是可接受的：

- a) 空洞或裂纹长度1级产品不应超过 $150 \mu\text{m}$ ，2级和3级的产品不应超过 $80 \mu\text{m}$ ；
- b) 同一层面上相邻两个镀覆孔之间的多个空洞或裂纹的累加长度不应超过上述a)限制，且不允许桥接相邻镀覆孔；

- c) 位于两个非公共的导电图形之间的空洞或裂纹未使垂直和水平方向的绝缘间距低于最小间距要求。

5.6.3.7.4 层压分层和气泡

不应有层压分层和气泡。

5.6.3.8 孔壁镀层

5.6.3.8.1 镀层空洞

所有镀层厚度应符合 5.6.3.2 的规定。若小于规定的最低厚度要求应认为是镀层空洞。可接受的导通孔的镀层空洞应同时满足以下 a) ~d) 要求:

- 对于1级产品,每块板的镀层空洞不应多于3个,2级和3级产品每块板镀层空洞不应多于1个;
- 镀层空洞的长度不应大于印制板总厚度的 5%;
- 在内层导电层和孔壁的界面上不应有镀层空洞;
- 镀层空洞不大于圆周的 90° 。

5.6.3.8.2 其他镀层缺陷

允许存在没有使镀层厚度和孔径减少到低于相关详细规范或文件要求的最低要求的孔壁镀瘤、电镀加强的突出物等缺陷。

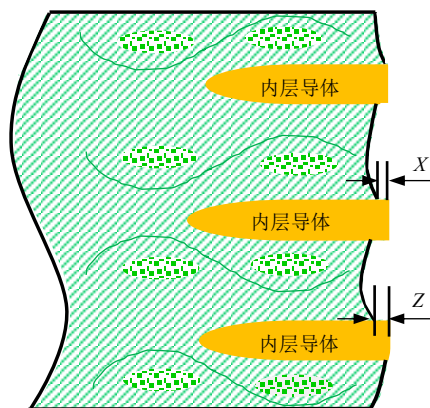
5.6.3.9 芯吸

芯吸不能使导线间距减小到低于规定的最小间距要求,且需满足产品铜镀层芯吸不超过 0.1 mm。

5.6.3.10 凹蚀

如图 36 所示,当凹蚀同时满足以下a) ~c) 的要求时,是可接受的:

- 凹蚀深度介于 $5\mu\text{m}$ 至 $80\mu\text{m}$ 之间,最佳深度 $13\mu\text{m}$;
- 任何情况下,单独的凹蚀最大情形都不能超标;
- 每个焊盘只允许一侧出现凹蚀阴影。



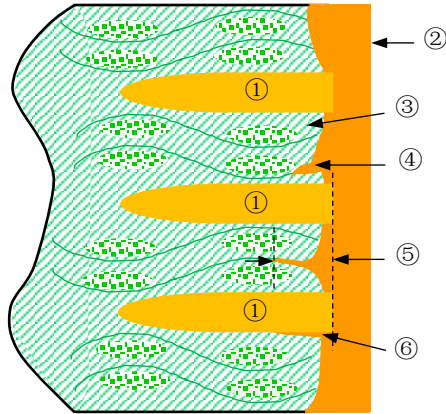
X——正凹蚀测量 (最小值)

Z——正凹蚀测量 (最大值)

图 36 凹蚀的量测示意图

5.6.3.11 介质去除

介质去除量是去钻污凹蚀量加上芯吸的总和，1 级产品不应超过 125 μm ，2 级产品不应超过 100 μm ，3 级产品不应超过 80 μm 。最大介质去除量的测量如图 37 所示。



- ①——内层导体
- ②——镀铜层
- ③——介质
- ④——钻凿或随机撕裂举例
- ⑤——介质去除量：从金属箔的钻孔边缘开始测量，其芯吸允许值加上凹蚀量或去钻污允许值（最大值）之和。
- ⑥——伴随渗铜的沿内层金属箔的介质去除量，从金属箔的钻孔边缘开始测量，其芯吸允许值加上凹蚀量或去污允许值（最大值）之和。

图 37 介质去除量示意图

5.6.3.12 负凹蚀

负凹蚀如图 38所示。当负凹蚀同时满足以下要求时，是可接受的：

- a) 负凹蚀量 (X) 不应大于 25 μm ；
- b) 最大负凹蚀量 (Z) 不能超过 (X) 的1.5倍。

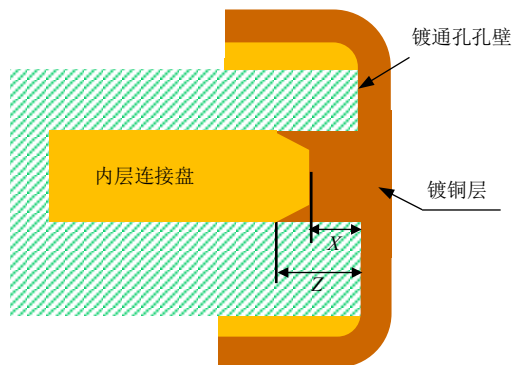


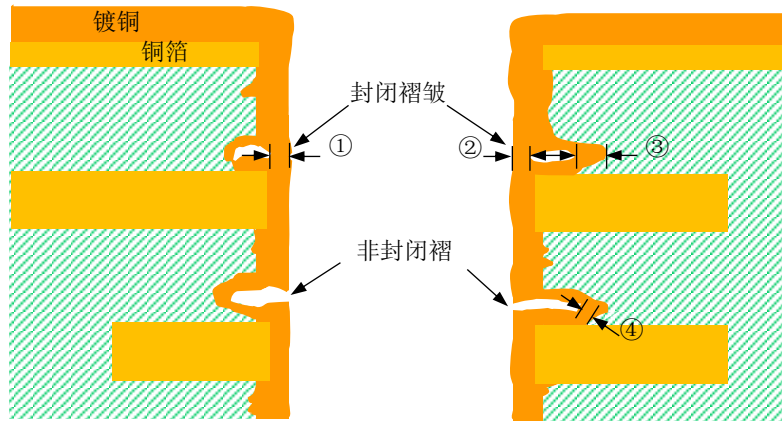
图 38 负凹蚀示意图

5.6.3.13 镀层折叠/夹杂物

当负凹蚀造成铜镀层的折叠或有夹杂物时，孔壁铜厚的测量如图 39 所示，孔壁铜厚应满足以下 a) ~c) 的要求：

- a) ① 满足最小铜镀层厚度，则封闭的镀层褶皱可接受；

- b) ② 与 ③ 尺寸之和满足最小铜镀层厚度，且镀覆褶皱区域内的空洞和镀覆内边缘之间无镀层分离界面；
- c) ④ 满足最小铜镀层厚度，则非封闭的镀层褶皱可接受。



- ①、②——镀铜封闭褶皱处孔壁镀铜厚度测量位置
- ③——封闭褶皱基材折叠处孔壁镀铜厚度测量位置
- ④——非封闭褶皱基材折叠处孔壁铜厚测量位置

图 39 镀层折叠/夹杂物

5.6.3.14 铜箔裂缝

5.6.3.14.1 内层铜箔裂缝

内层铜箔均不应有裂缝。

5.6.3.14.2 外层铜箔裂缝

外层铜箔裂缝仅接受外层铜箔中的裂纹，不接受没有完全穿透镀层的裂纹（保留最小镀层）和不接受已完全穿透了外层铜箔和镀层的裂纹。

5.6.3.14.3 孔壁和拐角裂缝

不应有孔壁和拐角裂缝。

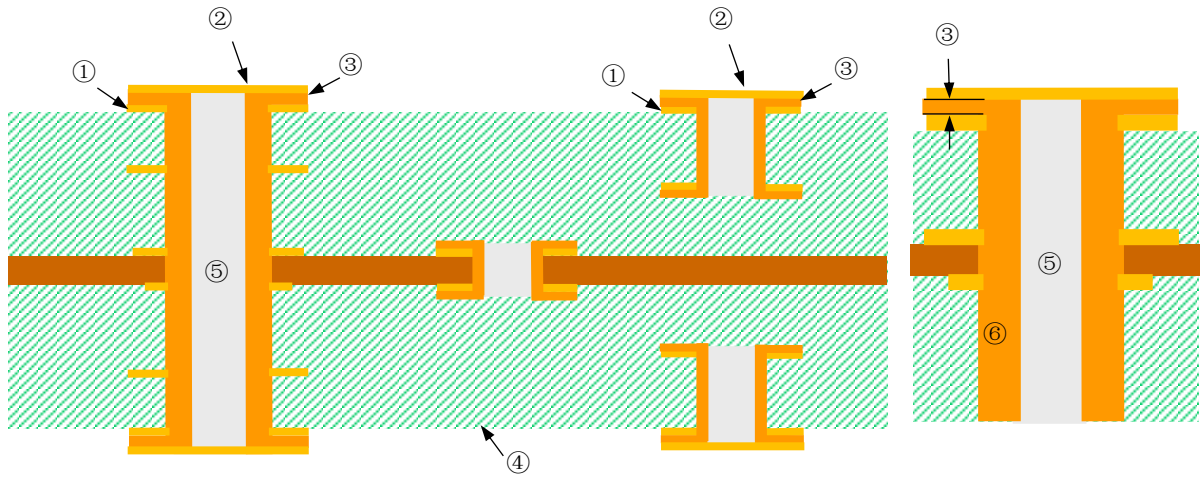
5.6.3.15 镀层分离

不应有镀层与镀层之间产生的分离。

5.6.3.16 包覆铜镀层要求及树脂塞孔空洞与裂纹

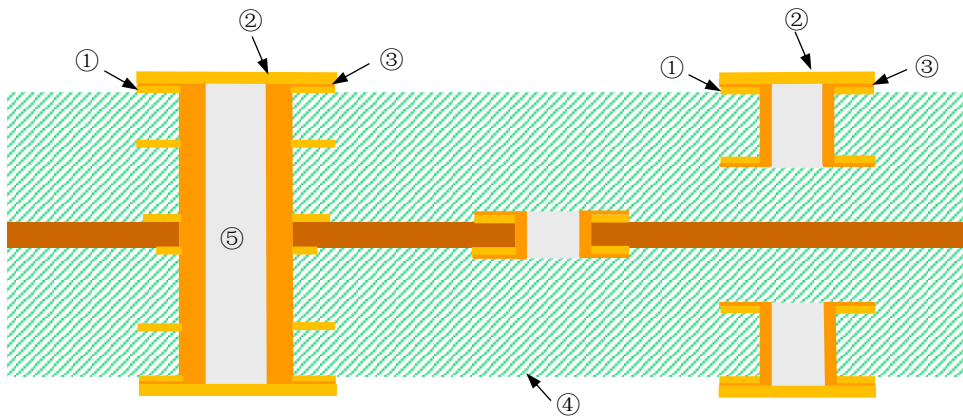
5.6.3.16.1 包覆铜镀层要求

包覆铜镀层应满足镀层厚度的要求。从填充的镀覆孔到任何电镀结构的外表面应是连续的，且延伸出至少 25 μm ，包覆铜厚度满足表 16 的要求。可接受和不可接受的示意图见图 40 和图 41 所示。



- ①——基底铜箔
- ②——盖覆铜镀层
- ③——包覆铜镀层
- ④——基材
- ⑤——塞孔材料
- ⑥——孔镀层

图 40 可接受的包覆铜镀层



- ①——基底铜箔
- ②——盖覆铜镀层
- ③——包覆铜镀层太薄（厚度小于 $5\mu\text{m}$ ）
- ④——基材
- ⑤——塞孔材料
- ⑥——孔镀层

图 41 不可接受的包覆铜镀层

5.6.3.16.2 树脂塞孔空洞与裂纹

树脂塞孔允许孔内空洞，但不应有裂纹延伸至孔口。

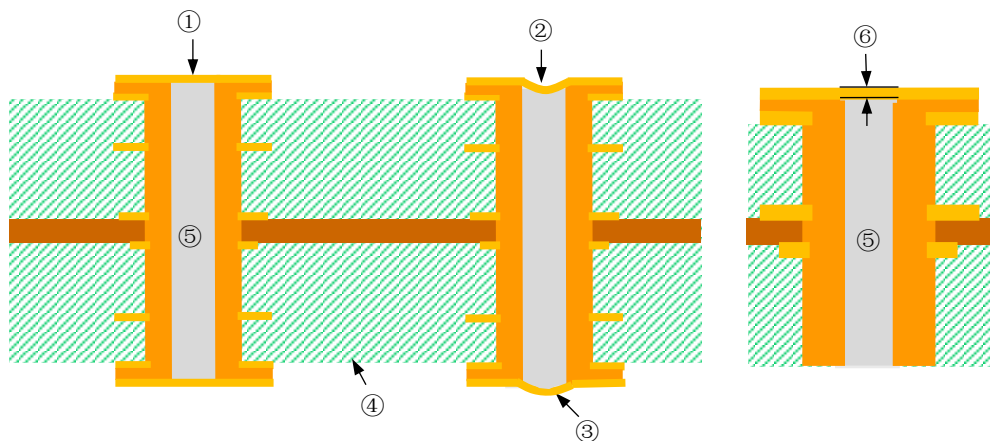
5.6.3.17 盖覆铜镀层要求

当采购文件有规定塞孔后盖覆电镀时，盖覆铜镀层应满足以下 a) ~ e) 要求，如图 42 和图 43 所示：

- 盖覆铜镀层厚度应满足规定，若无规定，则应符合表 18 的要求，盖覆铜镀层的厚度应当按图 42 测量；
- 不允许有盖覆铜镀层空洞，除非空洞被阻焊层覆盖；
- 盖覆铜镀层和填塞材料之间的分离是可接受的，盖覆铜镀层与基底镀铜层之间不允许分离；
- 盖覆铜镀层和底层镀层之间的密封夹杂物未超过接触长度 50 % 时应当可以接受；
- 盖覆铜镀层之间由于树脂填充产生的凹陷深度和凸起高度应符合表 18 的要求。

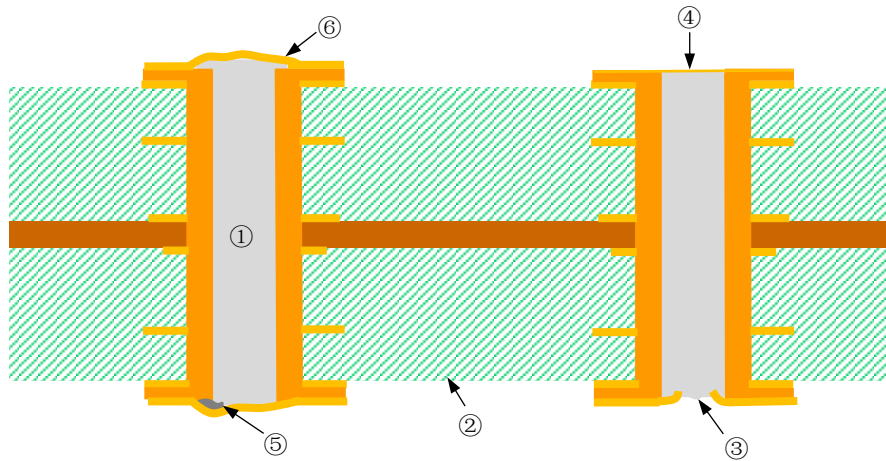
表 18 盖覆镀铜层厚度要求

项目	单位为微米		
	1级	2级	3级
盖覆铜-最小厚度	无暴露填充材料	5	12
填充镀覆铜凹陷(凹面)-最大	150	127	76
填充镀覆铜凹陷(凸面)-最大	50	50	50



- ①——平整的盖覆铜镀层
- ②——凹陷的盖覆铜镀层
- ③——凸起的盖覆铜镀层
- ④——基材
- ⑤——塞孔材料
- ⑥——盖覆铜测量位置

图 42 可接受的盖覆铜镀层



- ①——塞孔材料
- ②——基材
- ③——盖覆铜空洞
- ④——盖覆铜铜薄
- ⑤——密封夹杂物
- ⑥——盖覆铜分离

图 43 不可接受的盖覆铜镀层

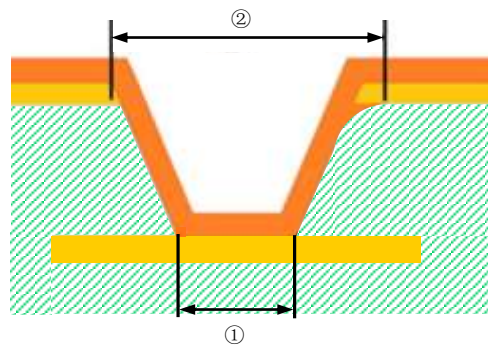
5.6.3.18 盲孔

5.6.3.18.1 盲孔目标连接盘接触尺寸

盲孔目标连接盘接触尺寸如图 44 所示，接触尺寸仅指目标连接盘的表面，目标连接盘渗透生成的垂直平面测量部分不作为尺寸的一部分，当测量目标连接盘接触尺寸时，目标连接盘上任何异物的宽度或任何分离的长度应从测量尺寸中扣除。

盲孔目标连接盘接触尺寸需满足以下 a) ~ d)：

- a) 目标连接盘接触尺寸减少不超过捕获连接盘上孔径的 50%（激光盲孔）；
- b) 1 级和 2 级产品接触尺寸内不超过 1 个异物，且异物不超过捕获连接盘盲孔直径的 10%，3 级产品接触尺寸中要求无夹杂物（激光盲孔）；
- c) 完全刺穿目标连接盘（机械盲孔）；
- d) 1 级产品允许电镀导通孔与目标连接盘的一测有不超过每层厚度 20%的内层连接盘和导通孔镀层间的内层分离，2 级和 3 级产品不允许内层分离。（机械盲孔）



- ①——目标连接盘接触尺寸
②——捕获连接盘

图 44 盲孔目标盘接触尺寸

5.6.3.18.2 盲孔目标连接盘刺穿

当目标连接盘发生如图 45（非故意刺穿和有意刺穿）所示的盲孔刺穿，目标连接盘下的介质厚度不应小于采购文件所规定的最小介质间距。针对激光盲孔，刺穿面积不应当评价为在盲孔目标连接盘接触面积的减少。



a) 盲孔目标连接盘的非故意刺穿（激光钻孔）

b) 盲孔目标连接盘上有意刺穿（机械钻孔）

- ①——最小介质厚度

图 45 盲孔目标连接盘刺穿示意图

5.6.3.19 连接盘起翘

热应力后，除激光盲孔外，其他连接盘允许连接盘起翘。

5.6.3.20 盲孔填孔的要求

5.6.3.20.1 盲孔电镀铜填孔要求

5.6.3.20.1.1 盲孔电镀填铜凹陷及凸起

对于有激光盲孔电镀填孔要求的情况，凹陷深度参考值为内层叠孔位置凹陷深度 $\leq 15\mu\text{m}$ ，外层填孔位置凹陷深度 $\leq 25\mu\text{m}$ 或由供需双方商定，填铜凹陷和凸起如图25所示。

5.6.3.20.1.2 盲孔电镀填铜空洞

孔内镀铜空洞不能贯穿到镀层表面要完全被密封，且需保证孔壁四周的最小铜厚要求时，可接受，如图46 a)所示。空洞未完全密封，未保证最小孔壁铜厚的空洞时，不可接受，如图 46 b)所示。

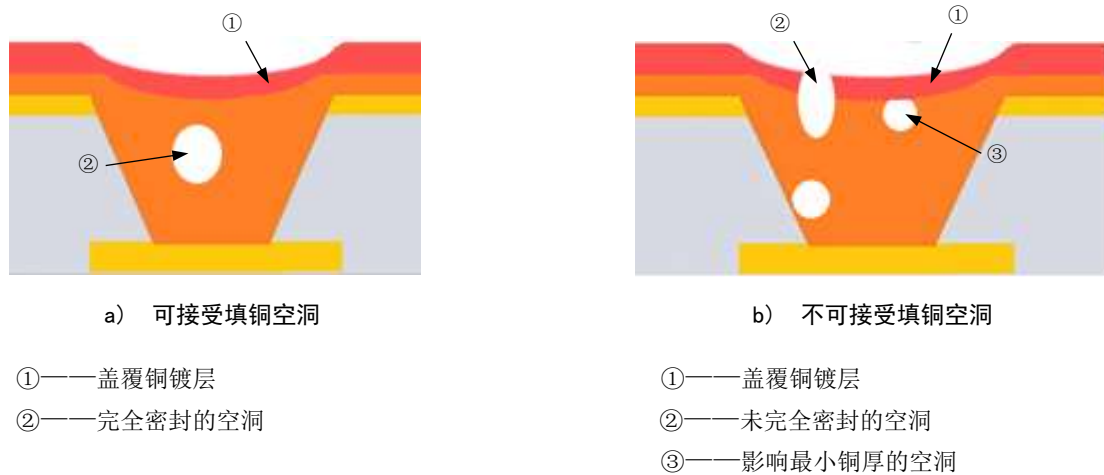


图 46 填铜空洞

5.6.3.20.1.3 盲孔结构材料填塞要求

盲孔结构材料填塞要求需满足以下 a) ~ d):

- a) 当用树脂, 导电或除铜的非导电性材料填塞时, 填塞深度应当不小于填充孔深度的 60%;
- b) 当指定盖覆电镀时, 需要满足 5.6.3.17 要求;
- c) 当没有指定铜盖覆电镀时, 盲孔内的填塞材料应密封内部空洞并且与表面的平整度在 $\pm 0.076 \text{ mm}$ 以内;
- d) 当未规定盖覆电镀时, 无空洞延伸到任意外表面。

5.6.3.21 盲孔侧壁玻璃纤维突出

盲孔侧壁玻璃纤维突出可接受。

5.6.3.22 阻焊入盲孔

盲孔未要求阻焊塞孔时, 孔内应无阻焊残留。

5.6.3.23 盲孔孔底树脂胶污残留

盲孔孔底镀铜与基铜之间不应有分离, 如图 47 所示。

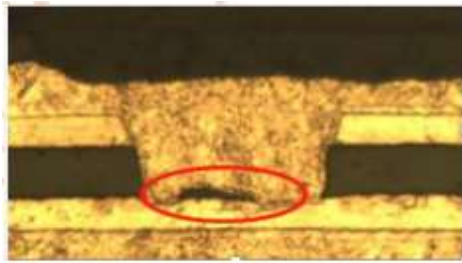


图 47 盲孔孔底树脂胶污残留

5.6.3.24 盲孔孔底裂缝

盲孔孔底不应有裂缝, 如图 48 所示。

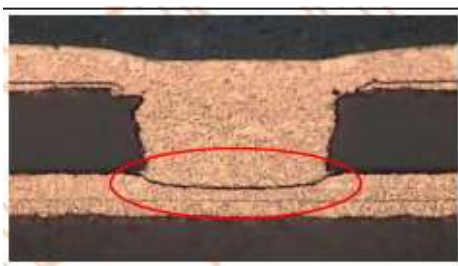


图 48 盲孔孔底裂缝

5.6.3.25 盲孔孔底松散

盲孔孔底不应有松散，如图 49 所示。



图 49 盲孔孔底松散

5.6.3.26 盲孔蟹脚

盲孔不应有蟹脚，如图 50 所示。

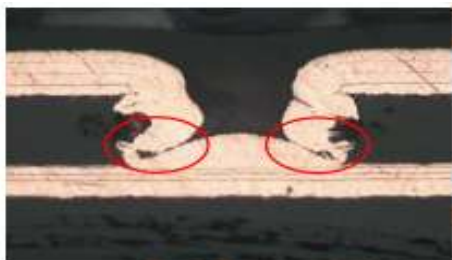


图 50 盲孔蟹脚

5.6.3.27 盲孔结晶

盲孔不应有结晶，如图 51 所示。

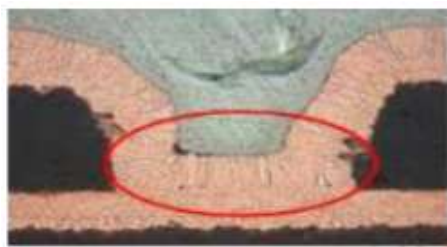


图 51 盲孔结晶

5.7 其它性能及检验方法

5.7.1 导体电阻

5.7.1.1 导体电阻检验方法

5.7.1.1.1 导线电阻

应按 GB/T 4677-2002 试验方法 6.1.1 试验 3a 进行检验。

5.7.1.1.2 互连电阻

应按 GB/T 4677-2002 试验方法 6.1.1 试验 3b 进行检验。

5.7.1.2 导体电阻要求

导体电阻由供需双方商定。

5.7.2 电气性能

5.7.2.1 连通性

5.7.2.1.1 连通性检验方法

应按 GB/T 4677-2002中 6.2.2试验 4b的规定进行检验。测试电压不应小于DC50 V，额定电流不大于 20mA。在每个网络的终端施加电流，使电流通过每个网络。通过导体的电流不应超过规定的额定电流。

5.7.2.1.2 连通性要求

电路的点线连通性符合设计要求。对于复杂设计，当电路中任意点间通过的电流表明电阻值小于 5Ω 或符合相关布设总图的规定值时，就认为电连通性是符合设计要求的。

5.7.2.2 绝缘性

5.7.2.2.1 绝缘性检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 6.2.1 试验 4a 的规定进行检验。在每个网络 and 所有相邻的其它网络之间施加测试电压，测试同一层的电路非连通性。在每层网络和每个相邻层的电气隔离网络间施加电压，测试相邻层的电路非连通性。手工测试时的电压最小应为 DC200V，持续至少 5 秒。当使用自动测试设备时，最小的测试电压应符合布设总图的规定。若无规定，应按网络的最大额定电压测试。若无规定最大额定电压，测试电压不应小于 DC50 V。

5.7.2.2.2 绝缘性要求

规定点之间应符合绝缘性的要求，不应有短路。评定时，不同网络导体之间通过电流确定的电阻值应保持在 $10\text{M}\Omega$ 或由供需双方商定。

5.7.3 耐电压

5.7.3.1 耐电压检验方法

应按 GB/T 4677-2002中 6.5试验 7方法进行测试，测试电压经 5秒爬升到规定值，然后维持试验电压保持到规定的时间，鉴定试验的保持时间为60秒或按客户采购文件检验。

5.7.3.2 耐电压要求

耐压测试过程中应无冒烟、飞弧、击穿等现象产生，耐压测试后应无分层现象。同一平面内导线间的试验电压应符合表 19 的规定，层间的试验电压应符合表 20 的规定。大电压下的漏电流不得超过 10 微安或由供需双方商定。

表 19 同一平面内的耐电压试验电压（直流电压）

导线间距 (l) mm	试验电压 V
$l < 0.08$	250
$l \geq 0.08$	500

表 20 层间的耐电压试验电压（直流电压）

层间厚度 (d) mm	试验电压 V
$d < 0.08$	250
$0.08 \leq d < 0.20$	500
$d \geq 0.20$	1000

5.7.4 耐电流（HCT）

5.7.4.1 耐电流检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 6.3 进行检验。

5.7.4.2 耐电流要求

通过施加在样品上的电流和电压变化、样品计算的温度变化来评定样品是否失效。耐电流应同时满足以下 a) ~ c) 要求或由供需双方商定。

- a) 电流失效：电流突变电压抖动；
- b) 温度变化失效：电流不变温度突升；
- c) 电流设置：测试时间内，温度超出设置或未达到设置范围，为参数设置不准，而不是测试样品失效。

5.7.5 阻抗

5.7.5.1 阻抗测试检验方法

应按 CPCA/Z 5101 印制板特性阻抗时域反射测定指南进行测试。

5.7.5.2 阻抗测试要求

如采购文件无相关规定，阻抗测试需满足下表 21 的相关要求。

表21 阻抗测试要求

项目	阻值公差	测量要求
阻抗	±10%	测量平均值合格 量测区间：30%~70%

5.7.6 插入损耗

5.7.6.1 插入损耗测试检验方法

应按 SJ 21555 印制板高速信号传输插入损耗测试方法进行测试。

5.7.6.2 插入损耗测试要求

插入损耗测试满足下表 22 的相关要求。

表22 插入损耗测试要求

单位为分贝每厘米

板材等级及线类型		频率 4GHz	频率 8GHz	频率 12.89GHz	频率 16GHz
中损耗板材	内层线	-0.26	-0.46	-0.69	-0.83
	外层线	-0.27	-0.50	-0.76	-0.91
低损耗板材料	内层线	-0.20	-0.33	-0.49	-0.59
	外层线	-0.23	-0.41	-0.62	-0.74
超低损耗材料	内层线	-0.14	-0.23	-0.33	-0.38
	外层线	-0.22	-0.39	-0.58	-0.70
注：对于其他等级的材料，需要与采购设计方确定插损要求。					

5.7.7 物理性能

5.7.7.1 镀层附着力

5.7.7.1.1 镀层附着力检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 8.1.1 试验 13a 镀层附着力(胶带法)进行测试。用一条压敏胶带压贴到被测试样镀层面积至少 1 cm² 的部位上，并注意排除全部空气而无气泡，放置 10 秒，用手加一个与镀层表面垂直的力，迅速把胶带拉下。用肉眼观察胶带和试样，从胶带上的镀层或图形箔的颗粒以确定镀层是否从样品上剥离。

5.7.7.1.2 镀层附着力要求

经测试后，压敏胶带上不应有附着除突沿（镀屑）脱落以外的镀层或导体图形箔的拉脱颗粒。

5.7.7.2 阻焊层附着力

5.7.7.2.1 阻焊层附着力的检验方法

应按 SJ 21093测试方法 4.3的规定进行检验。

5.7.7.2.2 阻焊层附着力要求

已固化阻焊层从基材、导线和连接盘表面脱离的面积占测试样品阻焊层面积的比例不应超过表23的要求。

表23 阻焊层附着性要求

阻焊层部位	阻焊膜脱离面积比例(不超过)
裸铜或基材层压板上	5%
金和镍层上	10%

5.7.7.3 弓曲和扭曲

5.7.7.3.1 弓曲和扭曲检验方法

应按 GB/T 4677 中 7.3.2 试验 12b 方法执行，可以使用计算法，也可以使用塞规法。

5.7.7.3.2 弓曲和扭曲要求

对于用于表面贴装元器件的印制电路板，最大弓曲和扭曲不应超过 0.75%；其他印制电路板，最大弓曲和扭曲不应超过 1.5%。

5.7.7.4 非支撑孔连接盘拉脱强度

5.7.7.4.1 非支撑孔连接盘拉脱强度检验方法

应按 GB/T 4677中 7.2.1的方法进行。

5.7.7.4.2 非支撑孔连接盘拉脱强度要求

非支撑孔连接盘应能够经受 19.6 N[2 kg]或 343 N/cm²[35 kg/cm²]的拉力，两者取较小值。

5.7.7.5 铜箔剥离强度

5.7.7.5.1 铜箔剥离强度检验方法

铜箔剥离强度应满足表 24 的要求，或由供需双方商定。

表 24 铜箔剥离强度

单位为牛每毫米

材料类型	铜箔剥离限定值		
	普通高温高延展性电解铜箔		低轮廓铜箔
	T oz	≥ H oz	
常规材料	≥0.875	≥1.050	-
高频高速材料	≥0.700	≥0.875	≥0.525

5.7.7.5.2 铜箔剥离强度要求

应按 GB/T 4677 中 7.1.1 方法进行。测试导体不应做表面处理（如化学镀金），导体厚度不应超过 35 μm。

5.7.7.6 盲孔拉脱强度

5.7.7.6.1 盲孔拉脱强度检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 7.2.2 方法进行。

5.7.7.6.2 盲孔拉脱强度要求

盲孔拉脱强度各单位点最小值需满足 $\geq 35 \text{ kg/cm}^2$ 且未发生盲孔孔底与目标连接盘分离，或供需双方商定。

5.7.7.7 可焊性

5.7.7.7.1 孔可焊性

5.7.7.7.1.1 孔可焊性检验方法

应按 GB/T 4677-2002中 8.2的方法进行检验。

5.7.7.7.1.2 孔可焊性要求

试验后，焊料应润湿到孔顶部周围的连接盘上，并完全润湿孔壁，不允许有半润湿、不润湿或露基底金属；允许有孔中的焊料相对于孔壁的接触角小于 90° 的未完全填满孔现象。板厚与孔径比大于 5 的印制板，镀覆孔的可焊性应由供需双方商定。

5.7.7.7.2 表面可焊性

5.7.7.7.2.1 表面可焊性检验方法

应按 GB/T 4677中 8.2的方法进行检验。

5.7.7.7.2.2 表面可焊性要求

检验后，试样表面的 95%应润湿，导电图形不应有其它形式的损坏。

5.7.7.8 阻燃性

5.7.7.8.1 阻燃性检验方法

应按 GB/T 5169.16-2017的规定进行检验。

5.7.7.8.2 阻燃性要求

阻燃性能应达到 V-0 级别。

5.7.7.9 金属线键合盘性能

5.7.7.9.1 金属线键合盘键合剪切

5.7.7.9.1.1 金属线键合盘键合剪切检验方法

应按 GB / T 4937.22 导体器件 机械和气候试验方法 第 22 部分：键合强度中方法 G 程序进行检验。

5.7.7.9.1.2 金属线键合盘键合剪切要求

键合剪切力的单个最小值和平均值大于或等于表 25 给出的值，则可认为球形键合是可接受的或由供需双方商定。

表25 金球键合的可接受的单个剪切值最小值和最小剪切平均值

键合球直径		最小剪切平均值 N	单个剪切值最小值 N
mil	mm		
2.0	0.0508	0.1176	0.0559
2.1	0.0533	0.1372	0.0666
2.2	0.0559	0.1519	0.0794
2.3	0.0584	0.1676	0.0931
2.4	0.0610	0.1842	0.1068
2.5	0.0635	0.2019	0.1215
2.6	0.0660	0.2195	0.1372
2.7	0.0686	0.2391	0.1529
2.8	0.0711	0.2597	0.1705
2.9	0.0737	0.2803	0.1882
3.0	0.0762	0.3018	0.2068
3.1	0.0787	0.3254	0.2264
3.2	0.0813	0.3489	0.2460
3.3	0.0838	0.3734	0.2666
3.3	0.0838	0.3989	0.2881
3.5	0.0889	0.4253	0.3107
3.6	0.0914	0.4528	0.3342
3.7	0.0940	0.4812	0.3577
3.8	0.0965	0.4126	0.3832
3.9	0.0991	0.5410	0.4616
4.0	0.1016	0.5713	0.4341
4.1	0.1041	0.6037	0.4616
4.2	0.1067	0.6370	0.4900
4.3	0.1092	0.6703	0.5184
4.4	0.1118	0.7046	0.5468
4.5	0.1143	0.7409	0.5782
4.6	0.1168	0.7771	0.6086
4.7	0.1194	0.8144	0.6399
4.8	0.1219	0.8526	0.6723
4.9	0.1245	0.8918	0.7056
5.0	0.1270	0.9320	0.7399

5.7.7.9.2 金属线键合盘拉力

5.7.7.9.2.1 金属线键合盘拉力检验方法

因按 GB/T 4937.22 导体器件 机械和气候试验方法 第 22 部分：键合强度中方法 B 程序进行检验。

5.7.7.9.2.2 金属线键合盘拉力要求

检验后，失效判定如下 a) 和 b) 或由供需双方商定。

- a) 记录引线或键合点开裂时的拉力值，并与表 26 给出的最小拉力值金线比较，已确定是否可以接受；
- b) 逐渐施加拉力到规定的最小值。如果引线和键合点都没有开裂，则认为该键合合格。

表26 金属线键合盘最小拉力值

金线直径		最小拉力值 N
mil	mm	
0.6	0.0152	0.0147
0.7	0.0178	0.0196
0.8	0.0203	0.0274
0.9	0.0229	0.0314
1.0	0.0254	0.0392

5.7.8 环境适应性

5.7.8.1 冷热冲击（气体-气体）

5.7.8.1.1 冷热冲击检验方法

应按 SJ 21096 第 6 章的试验方法，测试温度范围应在 $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，样品在 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度先维持 15 分钟，在 2 分钟内转移到高温箱，并在 $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下维持 15 分钟。

5.7.8.1.2 冷热冲击要求

冷热冲击测试后应满足以下要求或按供需双方商定：

- a) 在线测试，样品在第 100 个高温循环阶段的孔链电阻值与在第一个高温阶段的孔链电阻值的比值，不应超过 $\pm 10\%$ ；
- b) 离线测试，接受态测试孔链初始电阻值，经过 100 个冷热冲击循环后再次测试孔链电阻，测试后的孔链电阻变化率不应超过 10%；
- c) 显微剖切评价，不应出现超过规定允许的起泡、白斑、裂纹、分层、孔底裂缝等缺陷。

5.7.8.2 湿热绝缘电阻

5.7.8.2.1 湿热绝缘电阻检验方法

同一平面内的绝缘电阻测试方法按 GB/T 4677 中 6.4.1 试验 6a 及 GB/T 4677 中 6.4.2 试验 6b 方法进行测试。层间的绝缘电阻测试方法应按 GB/T 4677 中 6.4.3 试验 6c 方法进行测试。试验电压

100 V或供需双方商定。

5.7.8.2.2 湿热绝缘电阻要求

湿热绝缘电阻应满足以下a)~b)要求:

- a) 接受态的绝缘电阻应不小于 500 M Ω ;
- b) 耐湿热(温湿度循环/稳态)后,绝缘电阻应不低于 100 M Ω ,客户有要求时按客户要求;测试完成后,试样应无起泡或分层。

5.7.8.3 耐离子迁移性(CAF)

5.7.8.3.1 耐离子迁移性检验方法

应按 SJ 21193 规定进行检验。

5.7.8.3.2 耐离子迁移性要求(在线测试)

测试后,如出现以下情况中的任一种,则判定样品失效或按供需双方商定。

- a) 96 小时静置后,绝缘电阻 \leq 10 M Ω ;
- b) 测试结束时,绝缘电阻 $<$ 100 M Ω ;
- c) 在测试过程中有 3 次及以上记录显示绝缘电阻 $<$ 100 M Ω 。

5.7.8.4 互连应力(IST)

5.7.8.4.1 互连应力检验方法

应按 SJ 21194 的规定进行检验。

5.7.8.4.2 互连应力要求

测试完成判定标准为测试样板电阻值达到或超过电阻失效阈值或完成预定循环数,或由供需双方商定。

5.7.9 化学性能

5.7.9.1 耐溶剂性

5.7.9.1.1 耐溶剂性试验的检验方法

应按 SJ 21094中第7章的规定进行检验。

5.7.9.1.2 耐溶剂性要求

试样耐化学品溶剂试验后不应有起泡、剥离现象且不应有阻焊膜或印料粗糙、发粘、起皱、变色等现象,字符标识应能识别读出。

5.7.9.2 离子污染

5.7.9.2.1 离子污染试验检验方法

应按 GB/T 4677-2002 中 10 试验 22a 方法进行测试。

5.7.9.2.2 离子污染要求

涂覆阻焊膜前/后的印制电路板离子污染度氯化钠当量应不大于 1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$;有机可焊性保护层

(OSP) 表面处理后的印制板的离子污染度不适用。

5.7.10 限用物质

5.7.10.1 限用物质检验方法

应按 GB/T 26125 第 5 章进行样品制备, 然后按第 6 章 X 射线荧光光谱法作筛选, 如不能满足限值要求, 应作进一步检测。

当适用时, 可采用产品评价和生产商自我声明等方式证明其符合性。

5.7.10.2 限用物质要求

应符合 GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求。

5.8 修补和返工

应按 SJ/T 10329 的要求。

6 质量保证

6.1 总则

质量评定可分为鉴定检验和质量一致性检验, 其应符合 GB/T 16261 第 6 章的要求。

6.2 检验与测试条件

除另有规定外, 检验和测试的环境条件应满足以下 a)~c) 的要求:

- a) 温度: 15℃~35℃;
- b) 相对湿度: 45%~75%;
- c) 气压: 86 kPa~106 kPa。

6.3 鉴定检验

测试样品应接受表 27 和表 28 的所有检验和测试, 鉴定检验应符合 GB/T 16261 的 6.7 的要求。

6.4 质量一致性检验

6.4.1 概述

质量一致性检验分为逐批检验和周期检验, 其应符合 GB/T 16261 的 6.8 和本文件的要求。

6.4.2 逐批检验

6.4.2.1 检验批

一个检验批的 HDI 印制板, 应由使用相同材料, 采用相同工艺过程、具有相同结构, 在一个月生产并一次提交检验的全部印制板组成。具有下列所有共同特征的 HDI 印制板为结构类似:

- a) 同类型的基材;
- b) 同类型的印制板;
- c) 同类型的镀层和涂覆层;
- d) 产品的复杂性相似。

6.4.2.2 抽样方案和样品

抽样样品由成品HDI印制板、拼板或测试附连板构成，并按表 27规定的项目及表 28的抽样方案进行检验，所有测试要求零失效。

6.4.2.3 检验项目和频度

应对交付给顾客的产品全部按检验批次逐批检验。其中，对应不同级别产品的检验项目和频度应符合表 27 的要求。

表 27 检验项目与频度

检验项目	要求章节号	检验方法章条号	检验样品	检验频度	
			成品 印制板	附连测试板	
外观要求					
印制板边缘	5.5.2.1	5.5.1	√		抽样 (2.5)
导体图形	5.5.2.2	5.5.1	√		抽样 (2.5)
连接盘	5.5.2.3	5.5.1	√		抽样 (2.5)
基准标记及元件定位标记	5.5.2.4	5.5.1	√		抽样 (2.5)
印制插头	5.5.2.5	5.5.1	√		抽样 (2.5)
孔	5.5.2.6	5.5.1	√		抽样 (2.5)
阻焊膜	5.5.2.7	5.5.1	√		抽样 (2.5)
符号标记	5.5.2.8	5.5.1	√		抽样 (2.5)
表面涂覆	5.5.2.9	5.5.1	√		抽样 (2.5)
尺寸					
导体尺寸	5.5.3.1	5.5.1	√		抽样 (4.0)
连接盘尺寸	5.5.3.2	5.5.1	√		抽样 (4.0)
孔相关尺寸	5.5.3.3	5.5.1	√		抽样 (4.0)
印制插头尺寸	5.5.3.4	5.5.1	√		抽样 (4.0)
基准标记及元件定位标记尺寸	5.5.3.5	5.5.1	√		抽样 (4.0)
板厚度	5.5.3.6	5.5.1	√		抽样 (4.0)
外形	5.5.3.7	5.5.1	√		抽样 (4.0)
表面涂覆层厚度	5.5.3.8	5.5.1	√		抽样 (4.0)
结构完整性 (显微剖切)					
镀涂层厚度	5.6.3.2.2	5.6.3.2.1		√	每批产品随机选取两个样品
导体厚度	5.6.3.3.2	5.6.3.3.1		√	
内层铜箔最小厚度	5.6.3.4.2	5.6.3.4.1		√	
绝缘层厚度	5.6.3.5.2	5.6.3.5.1		√	
阻焊厚度	5.6.3.6.2	5.6.3.6.1		√	
层压完整性	5.6.3.7	5.6.3.7		√	
孔壁镀层	5.6.3.8	5.6.3.8		√	
芯吸	5.6.3.9	5.6.3.9		√	
凹蚀	5.6.3.10	5.6.3.10		√	
介质去除	5.6.3.11	5.6.3.11		√	

表 27 (续 1)

检验项目	要求章节号	检验方法章节号	检验样品	检验频度	
			成品 印制板	附连测试板	
负凹蚀	5.6.3.12	5.6.3.12		√	每批产品随机 选取两个样品
镀层折叠/夹杂物	5.6.3.13	5.6.3.13		√	
铜箔裂缝	5.6.3.14	5.6.3.14		√	
镀层分离	5.6.3.15	5.6.3.15		√	
包覆铜镀层要求	5.6.3.16.1	5.6.3.16.1		√	
树脂塞孔空洞与裂 纹	5.6.3.16.2.	5.6.3.16.2		√	
盖覆铜镀层要求	5.6.3.17	5.6.3.17		√	
盲孔目标连接盘接 触尺寸	5.6.3.18.1	5.6.3.18.1		√	
盲孔目标连接盘刺 穿	5.6.3.18.2	5.6.3.18.2		√	
连接盘起翘	5.6.3.19	5.6.3.19		√	
盲孔电镀填铜凹陷 及凸起	5.6.3.20.1.1	5.6.3.20.1.1		√	
盲孔电镀填铜空洞	5.6.3.20.1.2	5.6.3.20.1.2		√	
盲孔结构材料填塞 的要求	5.6.3.20.1.3	5.6.3.20.1.3		√	
盲孔侧壁玻璃纤维 突出	5.6.3.21	5.6.3.21		√	
阻焊入盲孔	5.6.3.22	5.6.3.22		√	
盲孔底树脂胶污残 留	5.6.3.23	5.6.3.23		√	
盲孔孔底裂缝	5.6.3.24	5.6.3.24		√	
盲孔孔底松散	5.6.3.25	5.6.3.25		√	
盲孔蟹脚	5.6.3.26	5.6.3.26		√	
盲孔结晶	5.6.3.27	5.6.3.27		√	
电气性能					
电阻	5.7.1.2	5.7.1.1	√		仅在要求情况 下
连通性	5.7.2.1.2	5.7.2.1.1	√		100%
绝缘性	5.7.2.2.2	5.7.2.2.1	√		100%
耐电压	5.7.3.2	5.7.3.1		√	仅在要求情况 下
耐电流	5.7.4.2	5.7.4.1		√	仅在要求情况 下
阻抗	5.7.5.2	5.7.5.1	√	√	仅在要求情况 下
插入损耗	5.7.6.2	5.7.6.1		√	仅在要求情况 下
物理性能					
镀层附着力	5.7.7.1.2	5.7.7.1.1		√	仅在要求情况

					下
阻焊层附着力	5.7.7.2.2	5.7.7.2.1	√		抽样(4.0)
弓曲和扭曲	5.7.7.3.2	5.7.7.3.1	√		仅在要求情况下
非支撑孔连接盘拉脱强度	5.7.7.4.2	5.7.7.4.1	√		下
铜箔剥离强度	5.7.7.5.2	5.7.7.5.1		√	仅在要求情况下
					下

表 27 (续 2)

检验项目	要求章节号	检验方法章节号	检验样品		检验频度	
			成品 印制板	附连测试板		
盲孔拉脱强度	5.7.7.6.2	5.7.7.6.1		√		仅在要求情况下
孔可焊性要求	5.7.7.7.1.2	5.7.7.7.1.1	√			抽样(4.0)
表面可焊性	5.7.7.7.2.2	5.7.7.7.2.1	√			抽样(4.0)
阻燃性	5.7.7.8.2	5.7.7.8.1	√			仅在要求情况下
金属线键合盘键合 剪切	5.7.7.9.1.2	5.7.7.9.1.1	√			抽样(4.0)
金属线键合盘键合 拉力	5.7.7.9.2.2	5.7.7.9.2.1	√			抽样(4.0)
环境适应性						
冷热冲击	5.7.8.1.2	5.7.8.1.1		√		仅在要求情况下
绝缘电阻	5.7.8.2.2	5.7.8.7.1		√		仅在要求情况下
耐离子迁移	5.7.8.3.2	5.7.8.3.1		√		仅在要求情况下
互连应力	5.7.8.4.2	5.7.8.4.1		√		仅在要求情况下
化学性能						
耐溶剂	5.7.9.1.2	5.7.9.1.1	√			仅在要求情况下
离子污染	5.7.9.2.2	5.7.9.2.1	√			抽样(4.0)
限用物质	5.7.10.2	5.7.10.1	√			仅在要求情况下
注 1: 测试频度括号内数字是接收质量限(AQL)。						
注 2: 评判孔的结构完整性,除了用水平剖切法外,也可以用垂直剖切法作为评价手段。						
注 3: 抽样成品印制板数量按照制作的拼板数计算(交付客户的一个拼板可能包含一块或多块印制板)。						

6.4.2.4 抽样方案

抽样方案则需按表 28 的规定。

表 28 抽样方案

批次数量	接收质量限(AQL) ^a									
	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
1~8	—b	—b	—b	—b	—b	—b	—b	5	3	2
9~15	—b	—b	—b	—b	—b	13	8	5	3	2
16~25	—b	—b	—b	—b	20	13	8	5	5	3
26~50	—b	—b	—b	32	20	13	8	7	7	5
51~90	—b	80	50	32	20	13	12	11	7	6

91~150	125	80	50	32	20	13	12	11	9	7
151~280	125	80	50	32	29	20	19	13	11	8
281~500	125	80	50	48	47	29	21	17	12	10
501~1200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	12
1201~3200	125	120	116	73	53	42	31	24	17	14
3201~10000	192	189	116	86	68	50	38	29	23	16
≥10000	294	189	135	108	77	60	46	35	29	16
<p>^a 检验样品接收值采用 (0, 1)。</p> <p>注^b: 批次数量小于抽样数量的检验情况应由供应双方协商确定。</p>										

6.4.2.5 拒收批

如有一个或多个样品未通过上述检验项目中的一个或多个检验项目，则该批应被拒收。

如一个批次被拒收，承制方可以返修该批次产品以纠正缺陷或剔除有缺陷的产品，重新提交进行复验。重新提交的检验批次应采用加严检验。检验时，应按表 28 将 AQL 水平向左加严 1 级。对于重新检验批次应清晰标明为复验批，并与新的批次严格区分。

如被拒收产品的缺陷不可纠正或复验不合格，则该批次不得交付。

6.4.3 周期检验

6.4.3.1 检验样本

应从通过逐批检验的一个或多个批次中随机抽取相应量的样本作为检验样本。

6.4.3.2 检验项目和频率

周期检验应在材料和工艺不变的情况下按表 29 频率进行测试。

表 29 周期检验

检验项目	要求章节	试验方法章节	频率	抽样（允许失效数）
耐电压	5.7.3.2	5.7.3.1	每半年一次	10 (0) ^a
湿热绝缘电阻	5.7.8.2.2	5.7.8.2.1	每年一次	2 (0) ^b
铜箔剥离强度	5.7.7.5.2	5.7.7.5.1	每半年一次	10 (0) ^a
耐离子迁移性 (CAF)	5.7.8.3.2	5.7.8.3.1	每年一次	2 (0) ^b
非支撑孔连接盘拉脱强度	5.7.7.4.2	5.7.7.4.1	每半年一次	10 (0) ^a
冷热冲击（气体-气体）	5.7.8.1.2	5.7.8.1.1	每半年一次	2 (0) ^b
互连应力 (IST)	5.7.8.4.2	5.7.8.4.1	每年一次	2 (0) ^b
<p>^a 至少应当检验 10 个抽样样本（5 个纵向+5 个横向）；</p> <p>^b 至少应当检验 2 个抽样样本。</p>				

6.4.3.3 不合格

只要有一个样品未能通过周期检验，则该型号产品周期检验为不合格，且其它使用相同材料和加工工艺生产的同一周期产品均认为失效。同时对于受影响的在途产品、库存产品、客户端的或客户端已装配的样品需要同步评估，必要时协同客户一起评估。

7 标识、包装及贮存

7.1 总则

标识、包装及贮存需满足以下要求，其它未提及部分应符合T/CPCA 1201的规定。

7.2 标识

7.2.1 产品标识

在产品许可条件下，产品标识应包含但不限于以下内容：

- a) 产品名称或产品代号；
- b) 制造厂名或代号；
- c) 生产周期。

7.2.2 包装标识

包装标识可以是文字或条码，包装上的标识应包含但不限于以下内容：

- a) 产品类型；
- b) 产品名称或代号；
- c) 包装内的数量；
- d) 可追溯制造过程的制造批号或制造年/月/周；
- e) 制造厂名称或其代号；
- f) 产品的贮存期限。

7.3 包装

内、外包装均应达到保护产品不受损及防潮效果，所用包装材料不应含有有害气体及腐蚀性物质，且不含硫、卤素及其他影响可焊性的物质。

7.3.1 内包装要求

内包装应有防止产品受损，避免产品受潮的措施，如板件隔纸、使用干燥剂、使用合适的硬质材料作为印制板的上下衬垫等，具体包装要求可由供需双方商定。

化学镀银板，应在完工之后立即包装，不可接触空气中的氯或硫，板间隔无硫纸后进行真空包装，不加干燥剂和湿度指示卡，包装材料不应使用含硫物料。

其它表面涂覆印制板，采用铝箔袋、透明 PE 袋或同等防潮效果的材料抽真空包装，可采用增加干燥剂及湿度指示卡等方式加强防潮效果及监控。

7.3.2 外包装要求

外包装采用瓦楞纸箱，填充珍珠棉以对箱内印制板做保护。具体外包装要求可由供需双方商定。

7.4 贮存

7.4.1 一般要求

HDI 印制板成品使用前应保持内包装完好，并储存在温度适宜、有防潮、防腐措施的场所。存储环境温度 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ，环境中无腐蚀性气体。

印制板自生产完成后包装入库之日起的有效期与表面涂（镀）层种类、印制板类别及贮存环境有关，需符合表 30 的规定，或由供需双方商定。

表 30 印制板的保存期要求

表面涂覆方式	有效期
化学镍金	12个月
电镀金	12个月
化学镍钯金	12个月
有机可焊性保护膜	6个月
有机可焊性保护膜+其他表面涂覆	6个月
化学镀银	6个月
其它	12个月

7.4.2 超期处理方法

如超过有效保存期限，用户可进行干燥处理后试用；必要时镀层的氧化去除后，根据有关规范对某些性能重新进行性能试验，经检验合格后仍可使用。
