

7.0 涂覆层

本章内容包括敷形涂层和阻焊涂层的合格准则。

要控制涂覆的地方以满足每一种电路板特定的功能要求。有一些要求完全是针对外观的（并非功能上的），而另一些要求则影响板子功能特性。

选择涂覆材料或工艺时必须建立在要求材料达到什么目的的基础上。譬如，涂覆层的功能是作阻焊膜，或者是为了增加电路板在运行环境中的寿命。

应该注意的是：即使涂覆层的缺陷完全是外观上的缺陷，通常就表示材料的选择不当或存在工艺问题，需要改正。

关于阻焊膜的其它资料信息在IPC - SM - 840中获取，有关敷形涂层的资料信息在IPC - CC - 830中获取。

本章论述以下主题：

7.1 敷形涂层

7.1.1 总则

7.1.2 涂覆

7.1.3 厚度

7.2 涂覆—阻焊膜涂覆术语

7.2.1 起皱/破裂

7.2.2 孔隙和鼓泡

7.2.3 断裂

7.1.1 总则

- 涂层应该是均质的，透明的，不带颜色的涂层。
- 涂层应该是彻底固化的，不能显示出其还有粘性。
- 涂层应该保持色泽和牢固程度的均匀性。
- 均匀涂层的分布，部分地取决于操作方法，可能会影响外观特征及拐角处的涂覆。用浸渍法涂覆的PCBA可能会有所谓“浸渍线”或在电路板边缘位置上有少量的堆积，这种堆积可能含有少量气泡，但并不会影响涂层的功能和可靠性。
- 参照IPC - CC - 830。

7.1.2 涂覆范围

规定涂覆的区域应当给予涂覆，规定不涂覆的区域应该免涂覆。某块涂覆的PCBA应该用肉眼检查，含有荧光颜料的材料要借助黑光灯检查以证实涂层范围，（涂有含荧光涂料的地方在黑光的照射下会发出蓝色荧光），白光可以用作辅助检查涂层范围。

敷形涂层应当是组装图上所规定的类型，即：

- a.完全固化并且均质的；
- b.覆盖层仅为组装图规定的那些区域；
- c.没有影响组件工作和敷形涂层的密封特性的鼓泡或断裂。
- d.在元器件导体，印制布线导体（包括接地层）或其它导体上无孔隙、气泡或其它外来物，不违反设计中的电气间距。

- e.不粉化，不起皮或不起皱（未粘住的区域）。

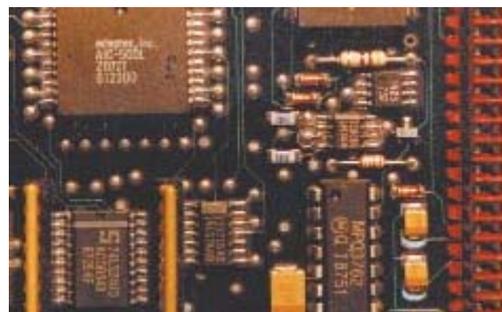


图7 - 1

最佳

- 敷形涂层应使所有的连接焊盘、元器件或导体的表面没有漏漆，不应出现不润湿现象，而且应该是无气泡、波纹、缩孔（鱼眼）或桔皮形缺陷。涂覆层不能含有外来物。

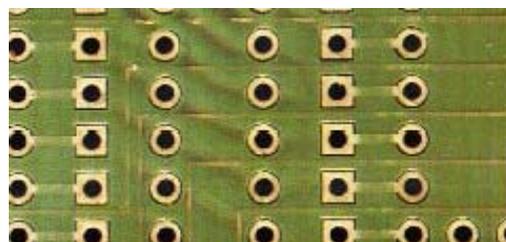


图7 - 2

合格

- 敷形涂层中的波纹不能使敷形涂层的厚度减小至要求的最薄厚度以下。

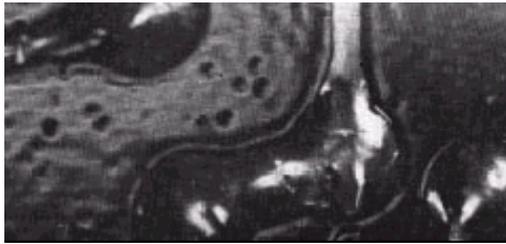


图7 - 3

合格

缩孔：敷形涂层可能表现出邻近阻焊区的地方粘接力不足。由此而产生的孔隙不应使电路板上相连接的焊盘或相邻导体的表面裸露。涂覆层可能会出现不润湿的波纹，缩孔，桔皮形缺陷和外来物。外来物不应使焊盘、元器件或导体表面桥接在一起。

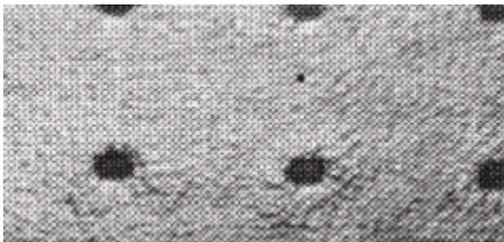


图7 - 4 桔皮形缺陷示例

不合格

- 存在会使元器件、焊盘或导电表面之间的面积减小到违反最小电气设计间距的任何外来物。

不合格

- 存在会使电路，连接的焊盘或相邻导电表层裸露的任何孔隙、气泡、粘接不牢、润湿不良、纹波、缩孔、桔皮形缺陷或外来物。存在使元器件，焊区或导电表层产生桥接的任何外来物。

7.1.3 敷形涂层 - 厚度



图7 - 5

厚度

用各种涂料进行敷形涂敷的厚度规定如下：

AR类—丙烯酸树脂	0.03-0.13mm
ER类—环氧树脂	0.03-0.13mm
UR类—氨基甲酸酯树脂	0.03-0.13mm
SR类—硅树脂	0.05-0.21mm
XY类—对二甲苯树脂	0.01-0.05mm

厚度的测量是在平整、无阻碍、固化的PCBA表面上测量，或是在一个已经组装好的试样上测量。试样可以是与印制板相同类型的材料，或者是象金属或玻璃那样的不能渗透的材料。作为一种可替换的方法，湿膜厚度的测量可以用来确定涂覆层的厚度，只要有湿、干膜厚度关系的资料。引线的端部不能进行敷形涂覆。

7.2 阻焊膜涂覆术语（阻焊膜颜色一般为棕色和绿色，以绿色居多，故业内人士多称之为“绿油”）。

阻焊膜——是用于在焊接过程中及焊接之后提供介质和机械屏蔽的一种覆膜。阻焊膜的材料可以采用液体的或干膜形式。两种类型的阻焊膜都应该满足本准则的要求。

胶带测试（附着强度的胶带测试）——本章中提到的胶带测试，就是IPC-TM-650中的测试方法2.4.28.1。所有变松的、粘性差的材料应当不予采用。

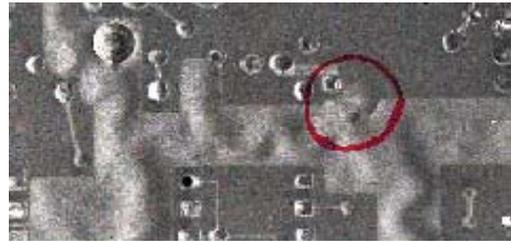


图7 - 8

不合格

- 松散的颗粒不能被完全去除，影响PCBA的操作。

7.2.1 阻焊膜涂覆一起皱/破裂



图7 - 6

合格

- 在进行焊接和清洗之后，阻焊膜没有断裂。只要阻焊膜没有破裂、翘起或老化的迹象，在再流焊过程中的阻焊膜起皱现象是允许的，但起皱区域的粘接性应采用胶带拉脱测试来确认。

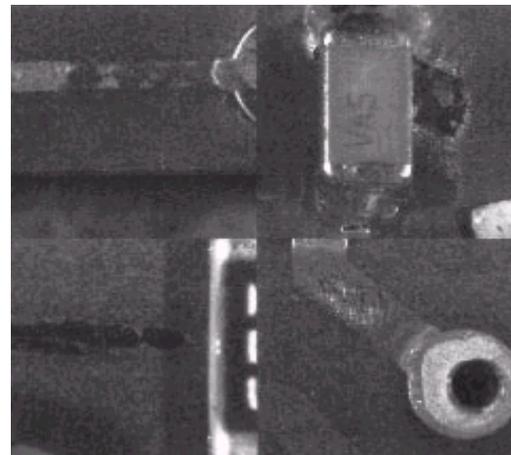


图7 - 9

不合格

- 阻焊膜的老化使得产生桥接或暴露基体金属。

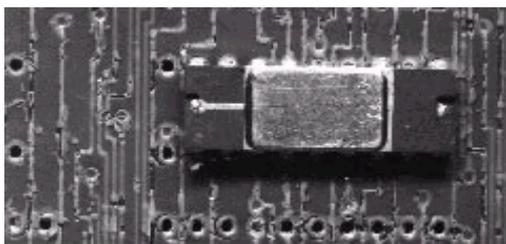


图7 - 7

不合格

- 阻焊膜开裂。
- 清洗后阻焊膜出现过多的鼓泡或明显起皱。

7.2.2 阻焊膜涂覆—孔隙和鼓泡

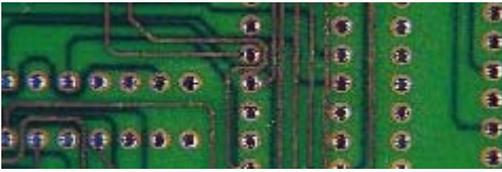


图7 - 10

最佳

- 在焊接与清洗之后，在阻焊膜下无鼓泡、划痕、孔隙或起皱现象。
- 参见企业标准《印制电路板检验规范》。

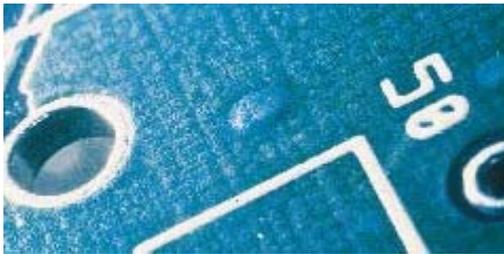


图7 - 11

合格

- 阻焊膜表面的鼓泡、划痕与孔隙没有桥接相邻的电路、导体，或形成如下危险状况：松动的阻焊膜碎粒挡住移动的零件或聚集在两个导电的配合面之间。
- 在鼓泡区内未截留焊剂、油类物质或清洗剂。



图7 - 12

不合格

在焊接组装过程中，阻焊膜阻止焊料产生桥接。在组装完成后，只要松散的颗粒，没有影响到PCBA的其它功能，鼓泡和松散的颗粒是可以接受的。但下述情况之一为不合格：

- 鼓泡/划痕/孔隙与相邻电路产生桥接。
- 在胶带测试之后，鼓泡/划痕/孔隙使PCBA中的阻焊膜分层剥落。
- 在阻焊膜下截留有焊剂，油类物质或清洗剂。

不合格

- 松动的阻焊膜颗粒影响形状配合和功能，鼓泡导致焊料桥接。

7.2.3 阻焊膜涂敷—断裂

合格

- 在整个绝缘区域，阻焊膜的表面均匀，无剥落或起皮现象。

不合格

- 阻焊膜中具有有可能包括金属焊料杂质在内的白色粉末。

8.0 层压板状况

白斑 - - 出现在层压基体材料内部的一种现象，其中玻璃纤维在纵横交叉处与树脂分离。这种现象表现为离散的白点或基体材料表面下的“十字形”，通常与因热形成的应力有关。

微裂纹 - - 发生在层压基体材料内部的一种现象，其中玻璃纤维上与纵横交叉处的树脂分离。这种现象表现为离散的白点与基体材料表面下的“十字形”，通常与因机械形成的应力有关。

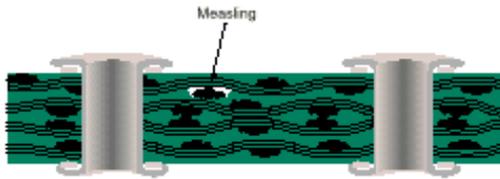


图8 - 1 白斑

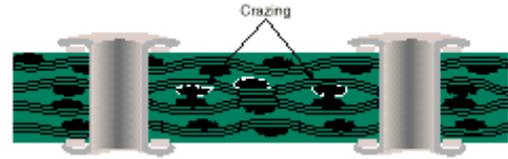


图8-3 微裂纹



图8 - 2

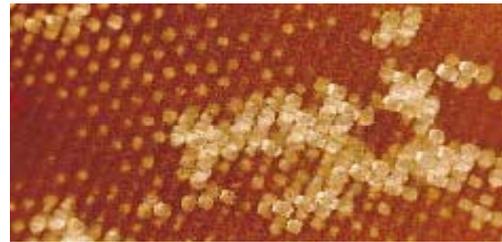


图8-4

白斑和微裂纹的合格性指南

对白斑和微裂纹的唯一标准是组装后能正常工作。这可以通过功能测试或介质阻抗测量来确定。

8.2.2 微裂纹

8.2.3 起泡和分层

一般来讲，发生分层和起泡是因为材料或工艺内在的弱点。非功能区和功能区之间的起泡和分层可以接受，前提是此缺陷的地方不导电，且符合其它标准。

起泡 - - 基体材料任意层之间或材料和金属被覆之间局部的膨胀和分离。

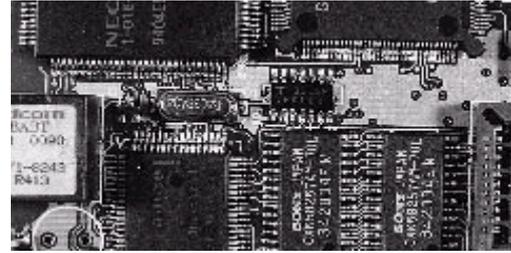


图8 - 9

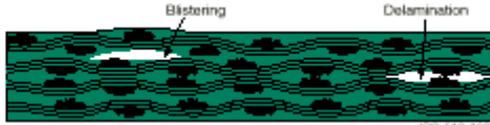


图8 - 5 起泡 分层



图8-6

分层 - - 基体材料任意层之间的分离或基体材料与金属被覆之间的分离。

最佳

- 没有起泡，没有分层。

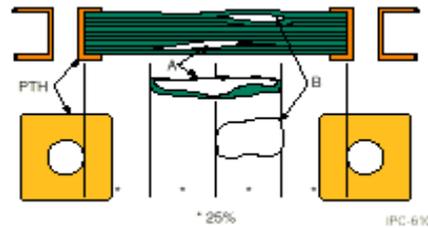


图8 - 10

合格

- A、起泡/分层的大小不超过镀覆孔（PTH）之间或导体之间距离的50%。



图8 - 7

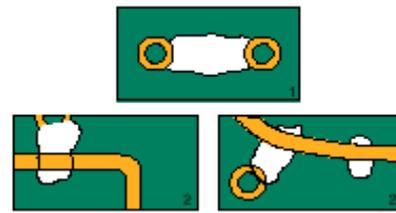


图8 - 11

不合格

- 镀覆孔之间或表面下的导体之间起泡/分层桥接在一起。



图8 - 8

8.2.4 显布纹

显布纹 - - 基体材料的一种表面状况，即基材中编织玻璃布状的纤维未断裂，并被树脂完全覆盖，但在表面显出玻璃布的编织花纹。

露织物 - - 基体材料的一种表面状况，即基材中未断裂的编织玻璃布的纤维未被树脂完全覆盖。

显布纹可作合格处理，但是要注意由于外观相似，容易与露织物混淆。



图8 - 15



图8 - 12

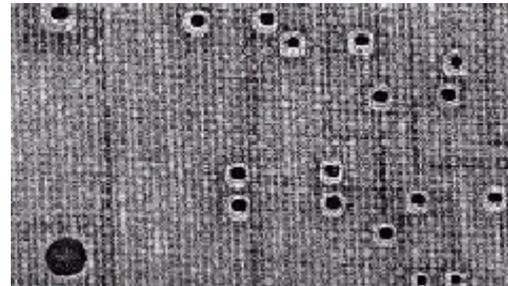


图8 - 16

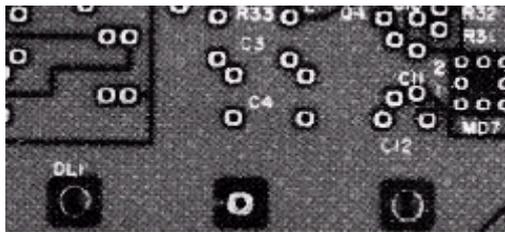


图8 - 13

最佳

- 未露织物。

合格

- 露织物和导体之间的介电距离未减少至最小的规定值以下。

不合格

- 露织物和导体之间的介电距离减少至最小的规定值以下。



图8 - 14

注：显微磨片可作为此状况的一种参考。

8.2.5 露织物

8.2.6 晕圈和板边分层

晕圈 - - 层压板基材中出现的一种状况，它在孔的周围呈现白区域，或在基体材料表面上或其下面的其它机械加工区域呈现出相同现象。

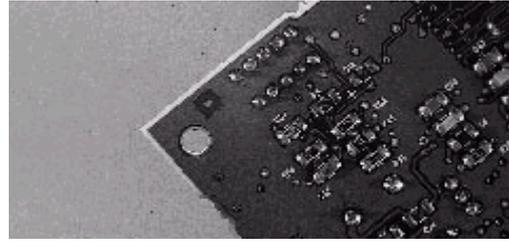


图8 - 19

最佳

- 无晕圈或板边分层



图8 - 17



图8 - 20

合格

- 晕圈和板边分层向邻近的导体图形或元器件体的渗透距离未超过规定值的50%，或在无规定时未超过2.5mm。



图8 - 18

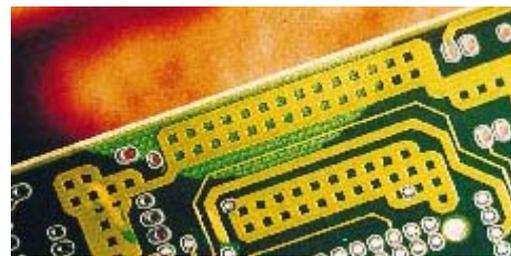


图8 - 21

不合格

- 晕圈和板边分层向邻近的导体图形或元器件体的渗透距离超过规定值的50%，或在无规定时超过2.5mm。

8.2.7 粉红环

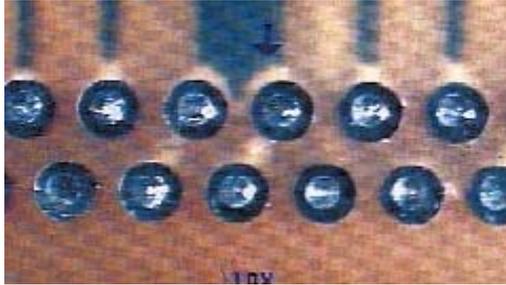


图8 - 22

合格

- 粉红环一般不影响功能。粉红环过多地出现可以作为工艺或设计变化的一种指示，而不作为不合格的一种理由。重要的是层压板粘合的质量。

8.2.8 烧焦/阻焊膜变色 - - 阻焊膜脱落



图8 - 23

合格

- 轻微变色。

不合格

- 表面或组件有物理破坏性质的烧痕。

*注：*由于除去或维修元器件而使阻焊膜发生的变色，可作为合格。

8.3 弓曲和扭曲

按照IPC - TM - 650的方法2.4.22，由实际测量和百分比计算来确定。



图8 - 24

合格

- 焊接之后的弓曲和扭曲，对于通孔插装不应该超过1.5%，对于表面组装不应该超过0.75%。弓曲和扭曲也不应该足以导致贴片、焊接和测试操作发生困难。在将有弓曲和扭曲的PCBA作为废品处理之前，建议留心处于问题状态的PCBA最终要安装运行的环境。要考虑其“形状、配合及功能”以不影响可靠性为限。

9.0 跨接线

- 9.1 跨接线选择
- 9.2 跨接线布线
- 9.3 跨接线固定
- 9.4 镀覆孔
- 9.5 表面安装

本章制定了跨接线（也称为分立导线或跳线）安装的外观验收规范。

ANSI-IPC-R-700列出了如下项目内容。

- 1、跨接线类型
- 2、跨接线布局
- 3、粘接固定
- 4、端点焊点

跨接线可用以下一种或几种方法接起来：电镀孔、抬高式端子、电路焊盘，以及元器件引脚。

跨接线可以认为是一种元器件，并在有关布线、端接、固定和线型的工程指导文件中提到。

根据实际尽可能缩短跨接线，不要在其它替换元器件上方或下方采用跨接线。在布线或固定跨接线时，需要考虑设计限制，如占用位置、可达性和最小电子安装间隙。线长度小于12.7mm，且其通路不穿过导电区域上方和不违反设计间距要求，则可以不作绝缘。当有绝缘要求时，跨接线应该与敷形涂层是相容的。

跨接线的合格要求

相关文件 - - ANSI/IPC-R-700

引言

9.1 跨接线选择

选择导线作为跨接线时应考虑下列因素：

1、如果跨接线长度超过12.7mm或者可能在焊盘之间和元器件引线之间造成短路，应予绝缘。

2、在容易发生腐蚀的情况下，不应使用该镀银线。

3、应选择能载所需电流的最小直径的跨接线。

4、跨接线的绝缘要求应经受焊接温度，能抗磨损，介质绝缘电阻等于或高于电路板绝缘材料的电阻。

5、推荐跨接线为绝缘实心铜线，镀锡铅，具有 Kynar[®]，Milene[®]，Kapton[®]，Teflon[®] 或等同绝缘物的22#~30#线（美国线规）。对于高频单板，跨接线应符合 MIL - W - 81822 的要求或 GB5023-85。

应避免测试点与端接点。留出足够的布线、剥皮和连接的长度，参见图9 - 1。

有相同部件号的PCBA，其跨接线布线方式应相同。

每一部件号的布线应予记载，并毫无偏差地遵守。

在主面，跨接线不允许穿过任何元器件的上面或下面，但它们可以穿过汇流条或散热区等无源零件，参见图9 - 2。

跨接线在主面可以穿过焊接区上方，只要跨接线足够松弛，这样跨接线就能从焊区移开以便更换元器件。参见图9 - 35。

跨接线必须避免与产生高温的元器件的散热片接触。

在辅面，除了电路板边上的连接器外，跨接线不得穿过元器件焊盘区，除非组件布局禁止在其它地区布线。参见图9 - 3和9 - 4。

在辅面，跨接线不得经过用作测试点的图形或通孔（见图9 - 5）。

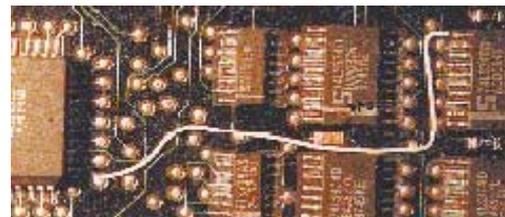


图9 - 1

最佳

· 布线最短。不经过元器件上方或下方。不经过用作测试点的焊区或通孔。

合格

· 跨接线足够松弛，使得在更换元器件时能从焊区移开。

9.2 跨接线布线

如果没有高速度和高频率要求，跨接线应尽可能以最短的直线方式布线，且

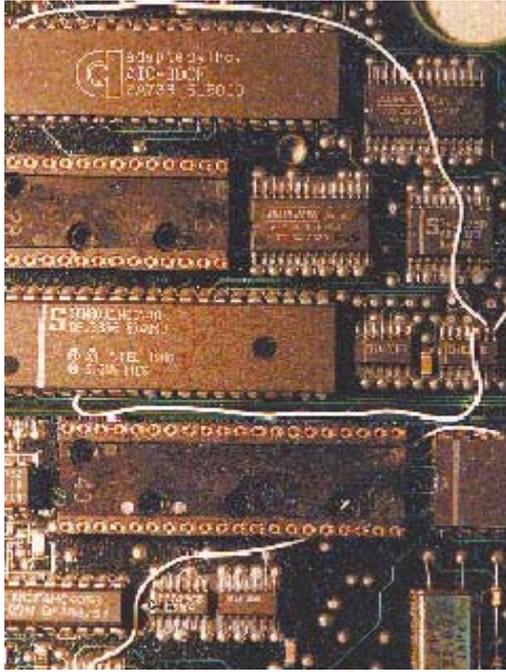


图9 - 2

不合格

- 在元器件下方或上方布跨接线。

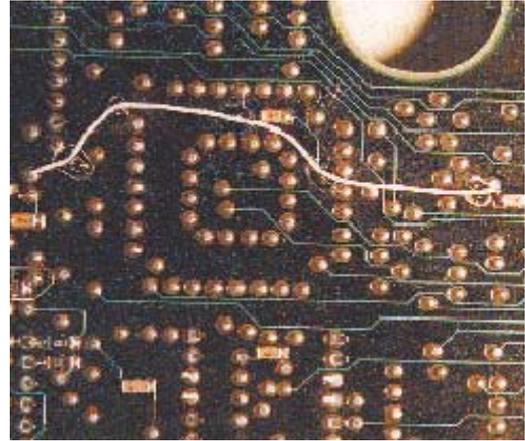


图9 - 3

合格

- 跨接线不穿过元器件焊区或焊盘。

合格

- 不可避免穿越元器件焊区时，跨接线未覆盖焊盘。

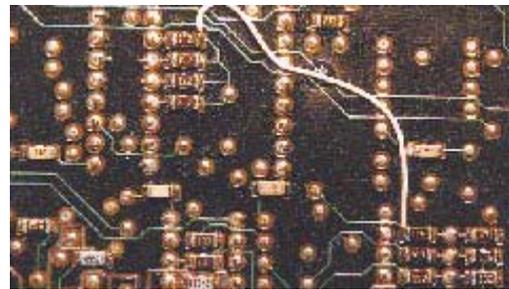


图9 - 4

不合格

- 跨接线穿过元器件焊区或焊盘。

9.3 跨接线固定

固定

1、应利用认可的粘结剂将跨接线固定到基体材料（或基体材料的整个散热区，或固定的紧固件）上。粘结剂混合应按照制造商的说明进行。所有粘结剂必须在合格性检验前完全固化。

2、粘接点要使围缝足以裹住跨接线，且没有过量溢出到邻近焊盘或元器件上。

3、跨接线不能固定到可移动的或有插座的元器件上，在有设计约束障碍时，跨接线的固定位置应与客户商量。

4、跨接线不能固定到或碰撞到在每一方向每一弯曲半径范围内的任何移动零件。

5、跨接线应该根据工艺文件的要求按照一定间隔进行排列，并且应在方向变换处，限制跨接线移动。跨接线不得松弛到拉紧时会伸展到邻近元器件高度以上。

6、跨接线及其粘接胶不能突出板边。

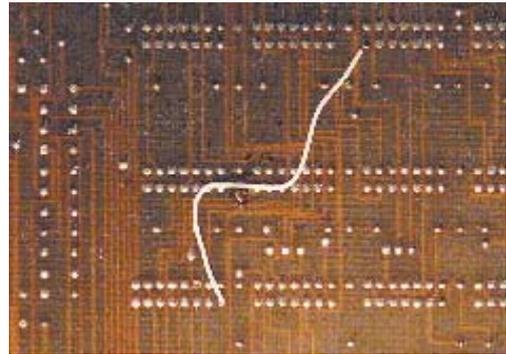


图9 - 6

不合格

- 在端头处无粘接剂固定。

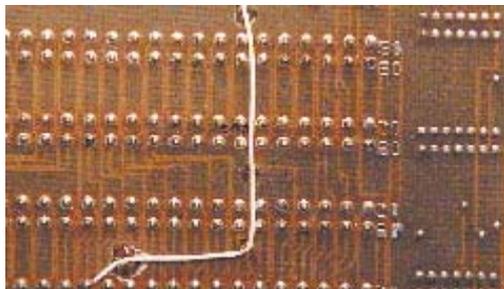


图9 - 5

合格

- 符合上述第5段的要求。

9.4 跨接线 - - 镀覆孔

跨接线可以采取下列方法之一连接。但是，特殊组件类型所采用的方法应在该组件工艺上使用。

引脚凸出部分

跨接线末端可以通过搭接或绕线的形式与元器件凸出的引脚相连接。其末端在元器件引线四周形成一完整的180 - 360°的回路（见图9 - 11）。跨接线头可搭焊到元器件引线一边和镀覆孔焊盘上（见图9 - 10）。

如果跨接线搭焊在元器件上而不是轴向引线上，应如图9 - 8所示那样焊在元器件引线上。要确信焊点长度和绝缘间隙符合最小/最大合格性要求。

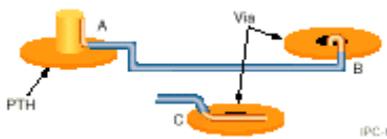


图9 - 7

合格

A、跨接线搭焊至元器件引线上。



图9-8



图9-9

B、跨接线被焊到通孔里（图9 - 9）

C、搭焊到通孔表面（SMT技术）（图9 - 8）

合格

- 跨接线与元器件引脚一起焊到有的镀覆孔中。



图9 - 10



图9 - 11

合格

- 跨接线/引线界面处的焊点合格。
- 跨接线的轮廓在焊料中可见。
- 焊料中无绝缘物。
- 跨接线未超出元器件端头。



图9 - 12

不合格

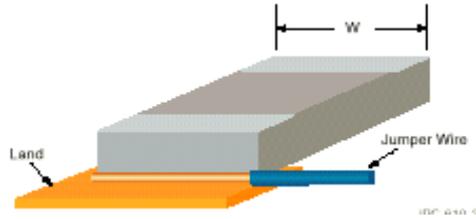
- 焊接点破裂。

9.5 跨接线 - - 表面安装

元器件本体、引线或焊盘上不得有粘接剂。粘接剂淤积物不应遮蔽焊点。

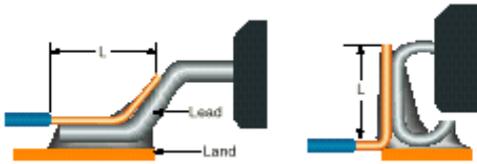
为达到合格的目的，必须符合下列要求：

- 1、跨接线和引线/焊盘都正确润湿。
- 2、跨接线末端和引线/焊盘之间的焊点最小长度，对有引脚的元器件必须是“L”长度（见图9 - 13，9 - 14），对无引脚元器件必须是“W”长度（见图9 - 15）。
- 3、跨接线不得松弛到拉紧时能延伸到高于邻近元器件的高度。
- 4、跨接线必须固定以满足9.3节的要求。
- 5、焊点上（跨接线与引线、焊端、通孔或无论它们的哪种组合）无破裂。



焊盘 跨接线

图9 - 15



引脚 焊盘

图9 - 13



图9 - 14

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>