

# PCB 流程-内层制作工艺

广州皆利士/宋朝阳

## 1 工艺流程



### 1.1 物料及设备

工序名称	主要物料名称	设备名称
内层图形转移	除油剂/微蚀剂	化学清洗机
	干膜	辘膜机
	感光油	感光机
	曝光底片	曝光机
内层蚀刻(DES)	显影液/酸性蚀刻液/褪膜液	DES
内层中检	/	AOI
内层氧化	棕化药水	棕化线
	黑化药水	黑化线

### 1.2 内层制作能力

工序/Process	项目/Item	数据/Data
内层图形转移 Inner image transfer	最小线粗/线隙 Min line width/Spacing	3/3mil
	层与层对位 Layer to layer registration	≤1.5mil
	内层开窗 Clearance(≤4L)	7mil
	内层开窗 Clearance(≥6L)	10mil
内层蚀刻 Inner etching	底铜 Base copper foil	1/3OZ~3OZ
啤孔 PE punching	精度 Accuracy	±1mil

## 2 内层开料

### 2.1 定义

开料就是将一张大料根据不同尺寸要求用开料机切成小料的过程。开料后的板边粗糙，有铜屑及玻璃纤维丝，需要进行磨边处理，开料后的板边角处尖锐，容易划伤手，同时容易使板与板之间相互擦花造成损坏，所以开料以后再用倒角机倒圆角处理。

### 2.2 板料规格

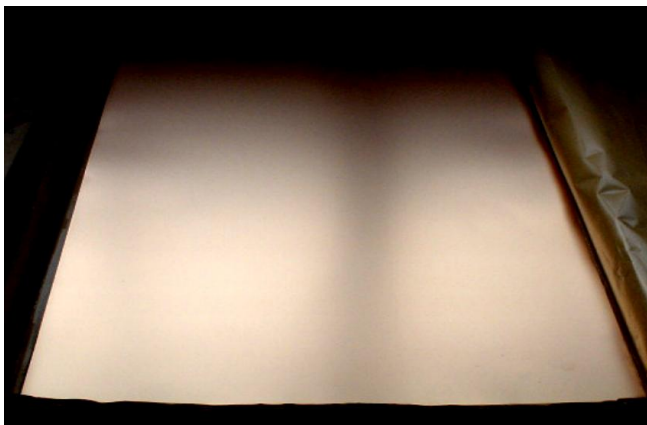
常用的尺寸(单位为英寸)规格有 37"×49"、41"×49"等，大料常用规格有 48"×36"、48"×40"及 48"×42"，常用的厚度规格有 0.8mm、1.0mm 及 1.6mm 等。



开料机器



开料后洗板



基材-大料规格



已完成开料的基材

### 2.3 焯板

目的：消除板料在制作时产生的内应力，提高材料的尺寸稳定性及去除板料在储存时吸收的水份，增加材料的可靠性。

温度：145±5℃、时间 4~5 小时



开料后进行焯板

### 3 内层前处理

内层前处理是 PCB 制造过程中至关重要的一步，旨在清洁和处理基板表面，以确保后续工艺的质量和可靠性。

#### 3.1 定义

内层前处理是指在 PCB 板的内层(即两片铜箔之间)之前，对基板进行的一系列准备工作，其主要目的是清除表面氧化物、污染物和油脂，以提高后续工艺的结合力强度和信号传输质量。

#### 3.2 目的

- (1) 清洁和去污：内层前处理包括清洁步骤，能够有效去除基板表面的油脂、污染物和氧化物等，以提供一个干净的表面，确保后续工艺步骤的粘接和涂覆质量；
- (2) 提高粘接强度：通过内层前处理中的飞镀步骤，在基板表面形成一层薄铜，增加内层与外层之间的粘接度，这有助于防止内层与外层之间的剥离或失效，提高 PCB 的可靠性；
- (3) 确保信号传输质量：内层前处理可以消除内层板材的氧化物和不良杂质，从而提供更好的信号传输性能，可以减少信号损失、降低串扰，并提高 PCB 的信号完整性；
- (4) 改善穿孔质量：通过内层前处理中的引孔处理步骤，可以确保穿孔的准确性、清洁度和质量，这对后续的线路连接、组装和焊接等步骤至关重要；
- (5) 优化图形绘制：内层前处理中的表面处理步骤可以清除残留的铜箔和氧化物，为后续的图形绘制提供更好的基础，这有助于确保电路图案的精度、清晰度和可靠性。



### 4 内层图形转移

#### 4.1 目的

将照相底片上(菲林)的电路图像转移到基材铜箔面上，形成一种抗蚀或抗电镀覆膜图像。

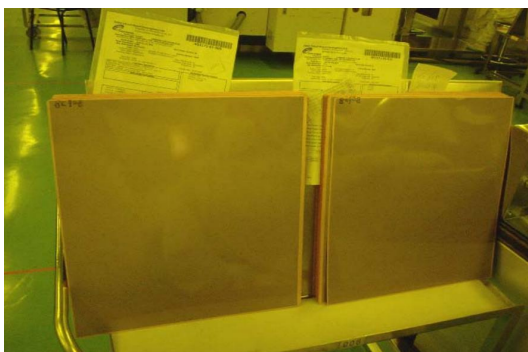
#### 4.2 流程



内层手动曝光机



内层全自动对位曝光机



已完成内层辘干膜的芯板(Core)



已完成内层曝光的芯板(Core)

## 5 内层蚀刻(DES)

### 5.1 工作原理

图形转移以后，那些未被抗蚀剂(例如干膜/感光油)保护的不需要的铜箔，在随后的化学蚀刻工序中被去掉，然后在褪膜段去除抗蚀层，便得到所需的电路图形。

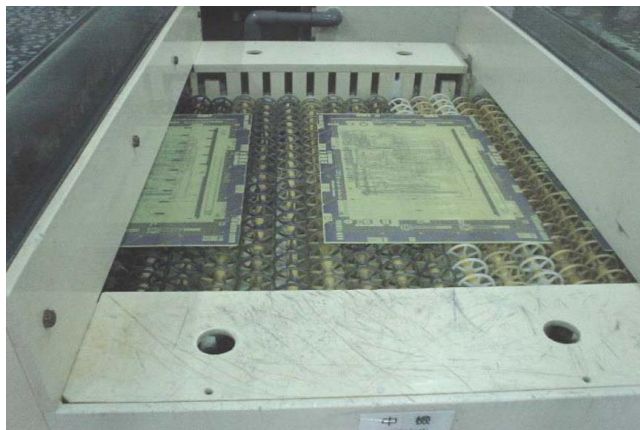
### 5.2 流程



DES 生产线



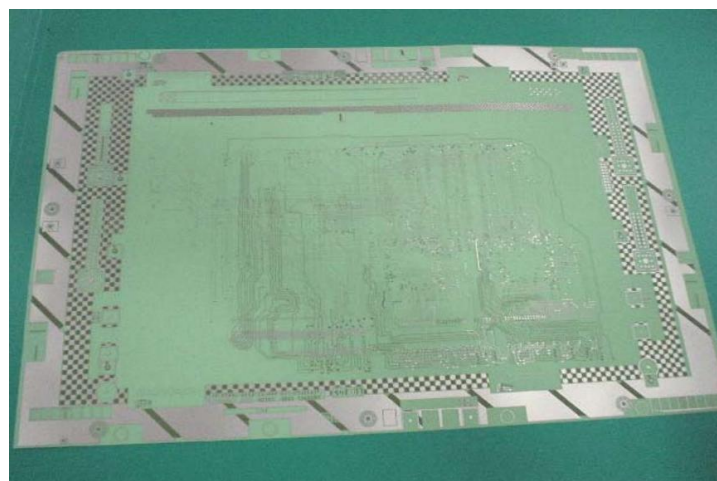
已完成显影段的内层芯板



已完成蚀刻段的内层芯板



已完成褪膜段的内层芯板



已完成内层蚀刻的芯板

## 6 内层中检

### 6.1 AOI

#### 6.1.1 目的

在多层板压合前，确保内层芯板的图形完整性和精度，防止缺陷被“埋藏”在内部无法修复；

避免将有缺陷的内层板压合，导致昂贵的多层板报废，是成本控制的关键环节。

#### 6.1.2 检测对象

已完成图形转移(曝光、显影、蚀刻、褪膜)的内层铜箔基板。

#### 6.1.3 关键检测项

- (1) 开路/短路：线路断裂或不该连接的地方发生连接(铜渣、蚀刻不净等导致)；
- (2) 线宽/线距违规：线路宽度或间距超出设计公差(蚀刻过度或不足、显影不良导致)；
- (3) 缺口/针孔：线路边缘出现缺口或线路中间出现孔洞(影响电流承载能力)；
- (4) 残铜/铜渣：蚀刻后残留的多余铜点或细小铜丝(可能导致短路)
- (5) 凹陷/凸起：线路表面不平整(可能影响后续压合和层间连接可靠性)；
- (6) 划伤/压伤：物理损伤导致的铜箔损伤；
- (7) 异物/污染：附着于板面的灰尘、油污、化学残留等；
- (8) 对位标记识别：确保内层图形定位标记清晰、位置准确，为后续层间对准提供基准。



## 7 内层氧化

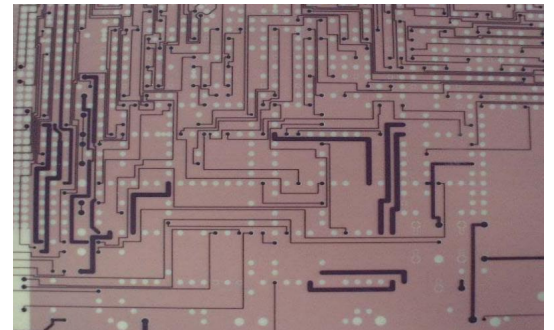
内层氧化指的是对铜表面进行化学处理，以进一步增加表面积，提高粘结力，为后续压合工序准备。内层板完成干膜、蚀刻及线路检测后，需要进行的环节就是内层氧化(棕化/黑化)，黑化是棕化的衍生，棕化的目的很简单，就是为了增强基板和 PP(prepreg)之间的结合力，如果棕化不好会导致 PCB 氧化面分层、内层蚀刻不净、渗镀等品质异常。

### 7.2 棕化

棕化的作用有以下几点：

- (1) 棕化可以去除基板表面的油脂、杂物等，保证板面的清洁度；
- (2) 棕化后使基板铜有一层均匀的绒毛，从而增加基板与 PP 的结合力，避免分层爆板等问题；
- (3) 棕化后必须在一定时间内进行压合，避免棕化层吸水，导致爆板

对于棕化来说，其工艺简单、易于控制，棕化膜的抗酸性好，不会出现粉红圈等缺陷问题，故在工艺要求允许的情况下，棕化是经济实惠的最好选择。



### 7.3 黑化

#### 7.3.1 定义

黑化即黑氧化(Black Oxide)，是一种对铜面进行粗化处理过程，目的在于使多层板的铜面与树脂 P 片之间在压合后能保持较强的固着力。

#### 7.3.2 黑化与棕化的不同点

- (1) 黑化绒毛与棕化绒毛厚度不同，相比而言黑化产生的绒毛厚度更厚；
- (2) 黑化药水的微蚀速率要比棕化药水的微蚀速率大，当然效果好，其药水的价格自然也要贵不少，同时对于其化学药水自然管理存放等方面有着更高的要求；



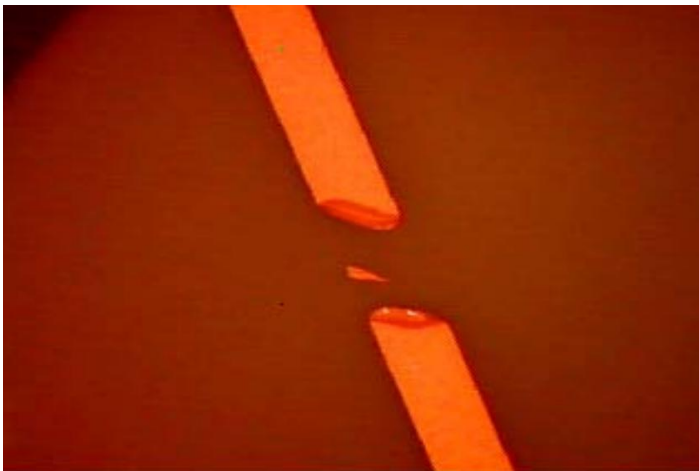
(3) 品质方面，黑化后的板子表面粗糙度较大，若内层线路时线路有轻微刮伤或补线等现象，黑化可以掩盖的很好，棕化则不行。

### 7.3.3 黑化与棕化的相同点

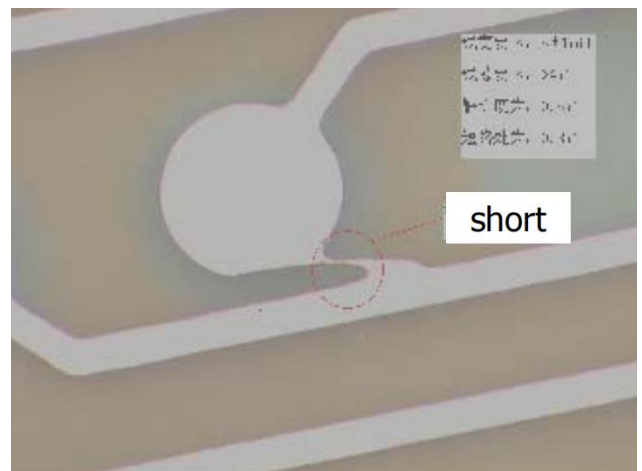
- (1) 增大铜箔与树脂的接触面积，增强两者之间的结合力；
- (2) 增加铜面对流动树脂之间的润湿性，使树脂能流入各死角而在硬化后有更强的附着力；
- (3) 在铜表面生成细密的钝化层，防止硬化剂与铜在高温高压状态下反应生成水而产生爆板。

## 8 常见缺陷

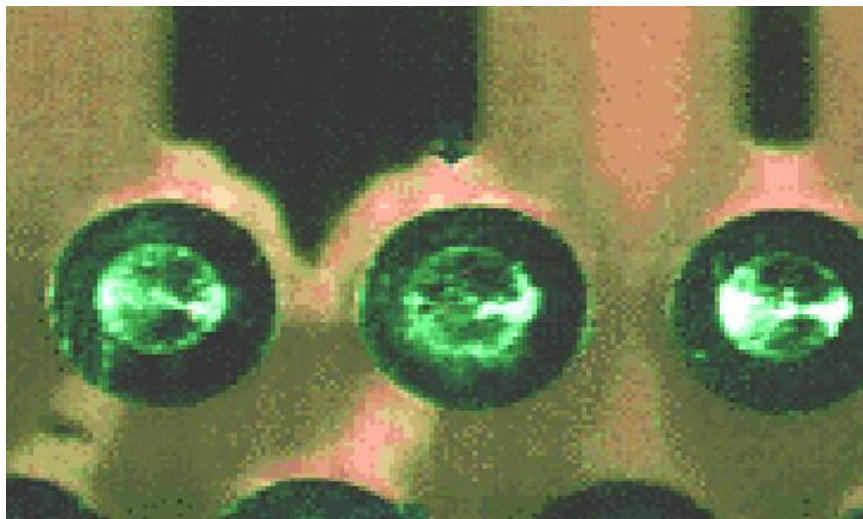
工艺 / Process	主要缺陷 / Main defects
内层蚀刻 / Inner etching	开路/短路
内层氧化 / Inner oxide	氧化不均/粉红圈



开路(Open)



短路(Short)



粉红圈(Pink ring)