

## 七 镀通孔

### 7.1 制程目的

双面板以上完成钻孔后即进行镀通孔(Plated Through Hole , PTH)步骤, 其目的使孔壁上之非导体部份之树脂及玻纤束进行金属化( metalization ), 以进行后来之电镀铜制程, 完成足够导电及焊接之金属孔壁。

1986 年, 美国有一家化学公司 Hunt 宣布 PTH 不再需要传统的贵金属及无电铜的金属化制程, 可用碳粉的涂布成为通电的媒介, 商名为"Black hole"。之后陆续有其它不同 base 产品上市, 国内使用者非常多。除传统 PTH 外, 直接电镀(direct plating)本章节也会述及。

### 7.2 制造流程

去毛头→除胶渣→PTHa 一次铜

#### 7.2.1. 去巴里 (deburr)

钻完孔后, 若是钻孔条件不适当, 孔边缘有 1. 未切断铜丝 2. 未切断玻纤的残留, 称为 burr. 因其要断不断, 而且粗糙, 若不将之去除, 可能造成通孔不良及孔小, 因此钻孔后会有 de-burr 制程. 也有 de-burr 是放在 Desmear 之后才作业. 一般 de-burr 是用机器刷磨, 且会加入超音波及高压冲洗的应用. 可参考[表 4.1](#).

表 4.1 銅面機械式處理 (此表僅供參考)

弘訊國際多媒體

	刷輪材質	Mesh 數	控制方式	其他特殊設計
Deburr 去巴里	Bristle 鬃 毛刷	#180 or #240 Grits	(1) 電壓、電流 (2) 板厚	高壓後噴水洗 前超音波水洗
內層壓膜前處理	Bristle Nylon	#600 Grids	(1) 電壓、電流 (2) 板厚	後面可加去脂或微蝕 處理
外層壓膜前處理	Bristle Nylon	#320 Grits	(1) 電壓、電流 (2) 板厚	後面可加去脂或微蝕 處理
S/M 前表面處理	Nylon	#600 Grits ? #1200 Grits	(1) 電壓、電流 (2) 板厚	有捨刷磨而以氧化處 理的

#### 7.2.2. 除胶渣 (Desmear)

A. 目的:

- Desmear
- Create Micro-rough 增加 adhesion

B. Smear 产生的原因:

由于钻孔时造成的高温 Resin 超过  $T_g$  值, 而形成融熔状, 终致产生胶渣。

此胶渣生于内层铜边缘及孔壁区, 会造成 P. I. (Poor Interconnection)

C. Desmear 的四种方法:

硫酸法(Sulfuric Acid)、电浆法(Plasma)、铬酸法(Cromic Acid)、高锰酸钾法(Permanganate)。

a. 硫酸法必须保持高浓度, 但硫酸本身为脱水剂很难保持高浓度, 且咬蚀出的孔面光滑无微孔, 并不适用。

b. 电浆法效率慢且多为批次生产, 而处理后大多仍必须配合其它湿制程处理, 因此除非生产特殊板大多不予采用。

c. 铬酸法咬蚀速度快, 但微孔的产生并不理想, 且废水不易处理又有致癌的潜在风险, 故渐被淘汰。

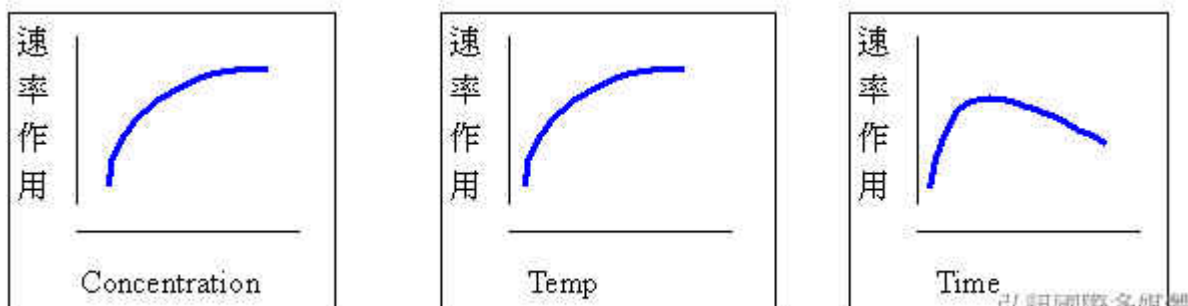
d. 高锰酸钾法因配合溶剂制程, 可以产生微孔。同时由于还原电极的推出, 使槽液安定性获得较佳控制, 因此目前较被普遍使用。

#### 7.2.2.1 高锰酸钾法(KMnO<sub>4</sub> Process):

A. 膨松剂(Sweller):

a. 功能: 软化膨松 Epoxy, 降低 Polymer 间的键结能, 使 KMnO<sub>4</sub> 更易咬蚀形成 Micro-rough 速率作用 Concentration

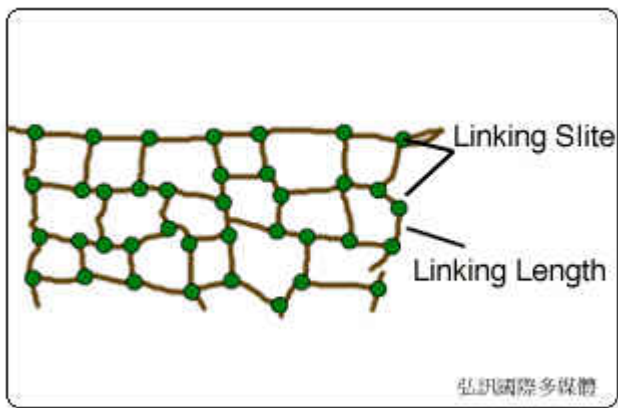
b. 影响因素: 见图 7.1



c. 安全: 不可和 KMnO<sub>4</sub> 直接混合, 以免产生强烈氧化还原, 发生火灾。

d. 原理解释:

(1) 见图 7.2



初期溶出可降低较弱的键结, 使其键结间有了明显的差异。若浸泡过长, 强的链接也渐次降低, 终致整块成为低链接能的表面。如果达到如此状态, 将无法形成不同强度结面。若浸泡过短, 则无法形成低键结及键结差异, 如此将使  $\text{KMnO}_4$  咬蚀难以形成蜂窝面, 终致影响到 PTH 的效果。

## (2) Surface Tension 的问题:

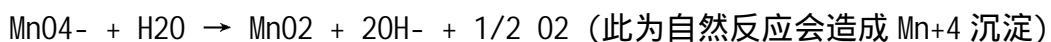
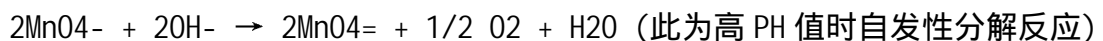
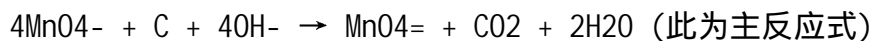
无论大小孔皆有可能有气泡残留, 而表面力对孔内 Wetting 也影响颇大。故采用较高温操作有助于降低 Surface Tension 及去除气泡。至于浓度的问题, 为使 Drag out 降低减少消耗而使用略低浓度, 事实上较高浓度也可操作且速度较快。

在制程中必须先 Wetting 孔内壁, 以后才能使药液进入作用, 否则有空气残留后续制程更不易进入孔内, 其 Smear 将不可能去除。

### B. 除胶剂 ( $\text{KMnO}_4$ ):

a. 使用  $\text{KMnO}_4$  的原因: 选  $\text{KMnO}_4$  而未选  $\text{NaMnO}_4$  是因为  $\text{KMnO}_4$  溶解度较佳, 单价也较低。

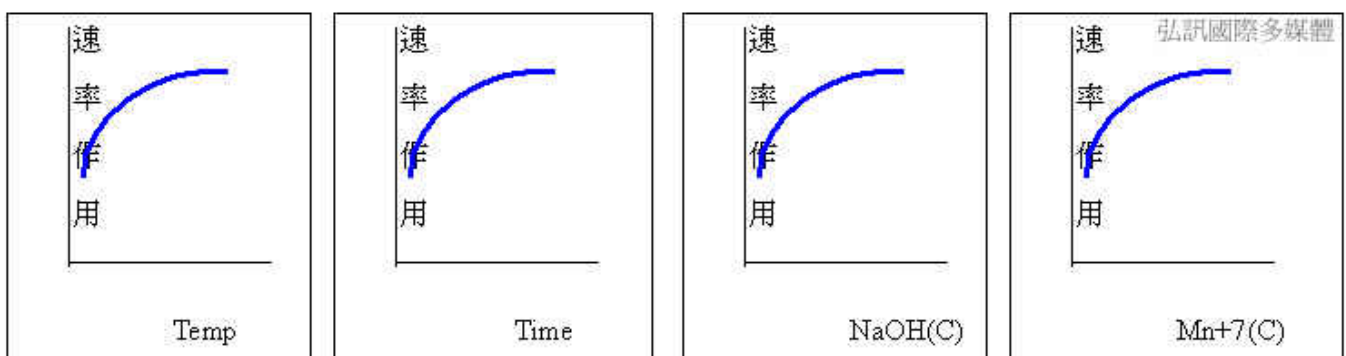
b. 反应原理:



c. 作业方式: 早期采氧化添加剂的方式, 目前多用电极还原的方式操作, 不稳定的问题已获解决。

d. 过程中其化学成份状况皆以分析得知, 但  $\text{Mn}^{+7}$  为紫色,  $\text{Mn}^{+6}$  为绿色,  $\text{Mn}^{+4}$  为黑色, 可由直观的色度来直接判断大略状态。若有不正常发生, 则可能是电极效率出了问题须注意。

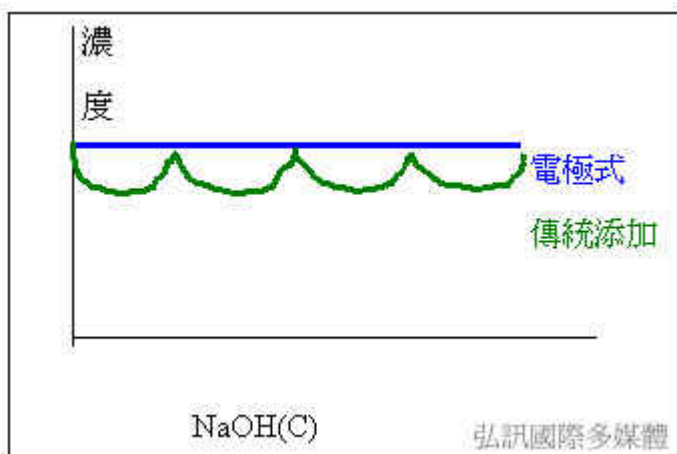
e. 咬蚀速率的影响因素: 见 [图 7.3](#)



### f. 电极的好处:

(1). 使槽液寿命增长

(2). 品质稳定且无 By-product, 其两者比较如图 7.4:



g.  $\text{KMnO}_4$  形成 Micro-rough 的原因: 由于 Sweller 造成膨松, 且有结合力之强弱, 如此使咬蚀时产生选择性, 而形成所谓的 Micro-rough。但如因过度咬蚀, 将再度平滑。

h. 咬蚀能力也会随基材之不同而有所改变

i. 电极必须留心保养, 电极效率较难定出绝对标准, 且也很难确认是否足够 应付实际需要。故平时所得经验及厂商所提供资料, 可加一系数做计算, 以为电极需求参考。

C. 中和剂(Neutralizer):

a.  $\text{NaHSO}_3$  是可用的 Neutralizer 之一, 其原理皆类似  $\text{Mn}^{+7}$  or  $\text{Mn}^{+6}$  or  $\text{Mn}^{+4}$ (Neutralizer)  $\rightarrow$   $\text{Mn}^{+2}$  (Soluble)

b. 为免于 Pink Ring, 在选择 Acid base 必须考虑。HCl 及  $\text{H}_2\text{SO}_4$  系列都有, 但 Cl 易攻击 Oxide Layer, 所以用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  为 Base 的酸较佳。

c. 药液使用消耗分别以  $\text{H}_2\text{SO}_4$  及 Neutralizer, 用 Auto-dosing 来补充, 维护。

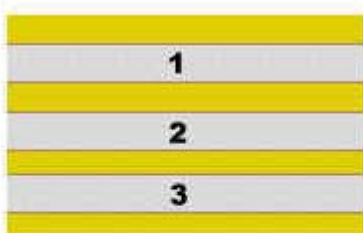
#### 7.2.2.2 . 整条生产线的考虑:

A. Cycle time: 每 Rack(Basket)进出某类槽的频率(时间)

B. 产能计算:

$$(\text{Working hours} / \text{Cycle time}) * (\text{Flight Bar} / \text{Hoist}) * (\text{Racks/Flight Bar}) * (\text{SF/Rack}) = \text{SF/Mon}$$

C. 除胶渣前 Pre-baking 对板子的影响: 见图 7.5



弘訊國際多媒體

a. 由于 2. 在压合后已经过两次 Cure, 结构会比 1, 3 Cure 更完全, 故 Baking 会使结构均

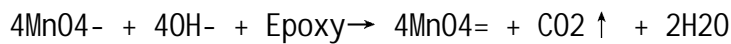
一, 压板不足处得以补偿。

- b. 多量的氧, 氧化了 Resin 间的 Bonding, 使咬蚀速率加剧 2~3 倍。且使 1, 2, 3 区较均一。
- c. 释放 Stress, 减少产生 Void 的机会。

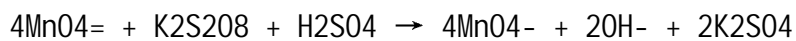
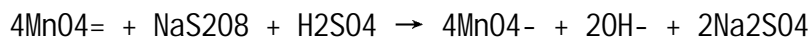
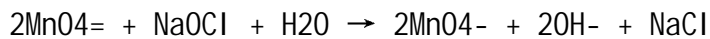
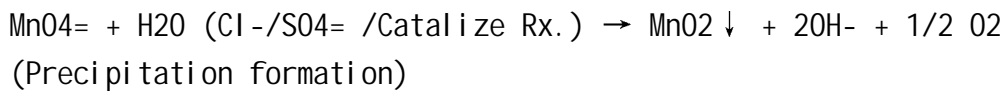
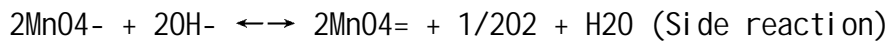
#### 7.2.2.3. 制程内主要反应及化学名称:

##### A. 化学反应:

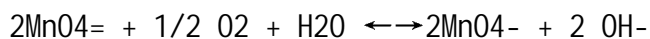
###### a. 主要反应



###### b. 副反应:



(For Chemical regeneration type process reaction)



(Electrolytic reaction: Need replenish air for Oxygen consumption)

##### B. 化学品名称:

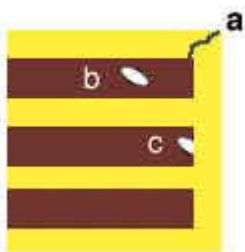
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Permanganate	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Sodium Persulfate
MnO <sub>4</sub> =	Manganate	S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Sulfate
OH <sup>-</sup>	Hydroxide(Caustic)	CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide
NaOCl	Sodium Hydrochloride	MnO <sub>2</sub>	Manganese Dioxide

#### 7.2.2.4. 典型的 Desmear Process: 见表

Sequence	Solution	Make Up	Control range	Operation Temp.	Analysis	Dump
1	Sweller	Sweller 55% D.I. Water 45%	Solvent 40-70%	76±2	3 T/W	
2	Rinse*3	CT Water		45± 1st Step RT 2 <sup>nd</sup> Step RT 3 <sup>rd</sup> Step		1 T/2D 1 T/2D 1 T/2D
3	KmnO4	101: 85 g/L 102:6% D.I. Water	101:70-100 g/L N:1-1.3	76±2	3 T/W	
4	Rinse*3	CT Water		45± 1st Step RT 2 <sup>nd</sup> Step RT 3 <sup>rd</sup> Step		2T/D 2T/D 2T/D
5	Reducer*2	Reducer 10% H2SO4 5% D.I. Water	Reducer 8-12% H2SO4 4-7%	RT 1 <sup>st</sup> Step 35±3 2 <sup>nd</sup> Step	2T/W	1T/3D 1T/W
6	Rinse*2	CT Water		RT		1T/D
7	Hot Air			100±15	弘訊國際多媒體	

#### 7.2.2.5. Pocket Void 的解释:

- A. 说法一: Sweller 残留在 Glass fiber 中, 在 Thermal cycle 时爆开。  
B. 说法二: 见 [图 7.6](#)



- a. 压板过程不良 Stress 积存, 上锡过程中力量释出所致  
b. 在膨胀中如果铜结合力强, 而 Resin 释出 Stress 方向呈 Z 轴方向, 当 Curing 不良而 Stress 过大时则易形成 a 之断裂, 如果孔铜结合力弱则易形成 B 之 Resin recession, 结合力好而内部树脂不够强韧则出现 c 之 Pocket void  
C. 如果爆开而形成铜凸出者称为 Pull away

### 7.2.3 化学铜(PTH)

PTH 系统概分为酸性及碱性系统, 特性依基本观念而有不同。

#### 7.2.3.1 酸性系统:

##### A. 基本制程:

Conditioner → Microetch → Catal pretreatment → Catal deposit → Accelerator → Electroless Deposit

##### B. 单一步骤功能说明:

###### a. 整孔 Conditioner:

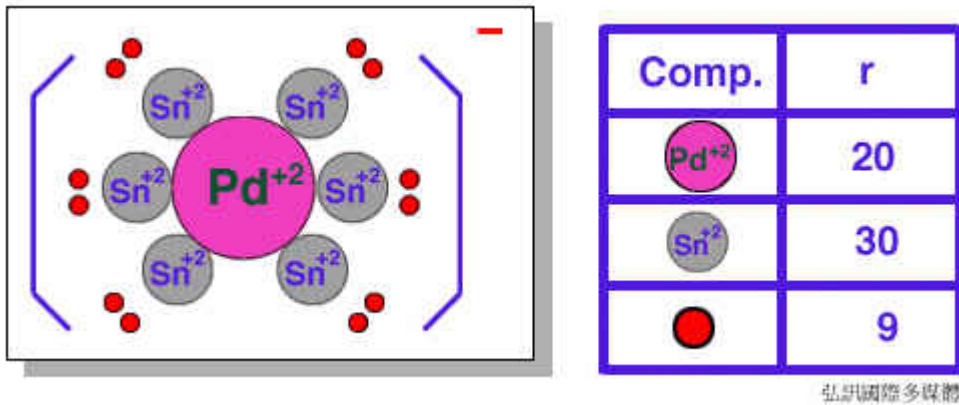
1. Desmear 后孔内呈现 Bi polar 现象, 其中 Cu 呈现高电位正电, Glass fiber、Epoxy 呈负电
2. 为使孔内呈现适当状态, Conditioner 具有两种基本功能
  - (1) Cleaner: 清洁表面
  - (2) Conditioner: 使孔壁呈正电性, 以利 Pd/Sn Colloid 负电离子团吸附
3. 一般而言 粒子间作用力大小 如表

弘訊國際多媒體	Vander Waals	Hydrogen Bond	Ionic Bond	Covalent
Force	1	10	100~300	300
Ads. Thickness	<10Å	30~50Å	50~200Å	Undefinit

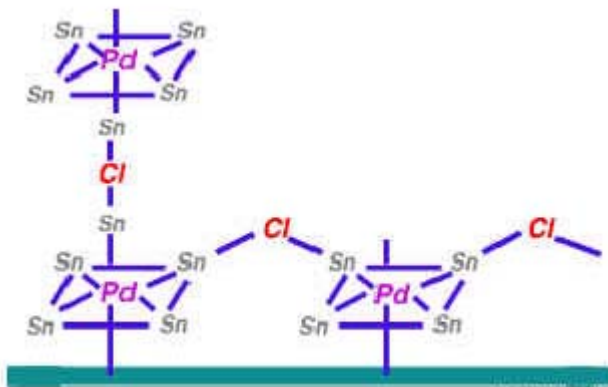
因而此类药液系统会有吸附过多或 Colloid 过多的吸附是否可洗去之顾虑

4. Conditioner 若 Drag In 至 Activator 槽, 会使 Pd<sup>+</sup> 离子团降低
- ###### b. 微蚀 Microetch
1. Microetching 旨在清除表面之 Conditioner 所形成的 Film
  2. 此同时亦可清洗铜面残留的氧化物
- ###### c. 预活化 Catal pretreatment
1. 为避免 Microetch 形成的铜离子带入 Pd/Sn 槽, 预浸以减少带入
  2. 降低孔壁的 Surface Tension
- ###### d. 活化 Catal deposit
1. 一般 Pd 胶体皆以以下结构存在: 见 [图 7.7](#)





2.  $\text{Pd}^{2+} : \text{Sn}^{2+} : \text{Cl}^- = 1 : 6 : 12$  较安定
3. 一般胶体的架构方式是以以下方式结合: 见图 7.8



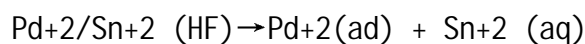
当吸附时由于 Cl 会产生架桥作用, 且其半径较大

使其吸附不易良好, 尤其如果孔内的 Roughness 不适当更可能造成问题。

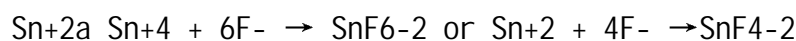
4. 孔壁吸附了负离子团, 即中和形成中和电性
- e. 速化 Accelerator

1. Pd 胶体吸附后必须去除 Sn, 使  $\text{Pd}^{2+}$  曝露, 如此才能在未来无电解铜中产生催化作用形成化学铜

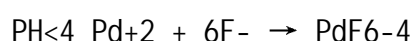
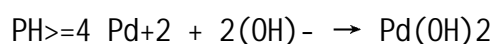
2. 基本化学反应为:



3. 一般而言 Sn 与 Pd 特性不同, Pd 为贵金属而 Sn 则不然, 因此其主反应可如下:



而 Pd 则有两种情形:



4. Pd 吸附在本系统中本身就不易均匀, 故速化所能发挥的效果就极受限制。除去不足时会产生 P.I., 而过长时则可能因为过份去除产生破洞, 这也是何以 Back Light 观察时会有缺点的原因

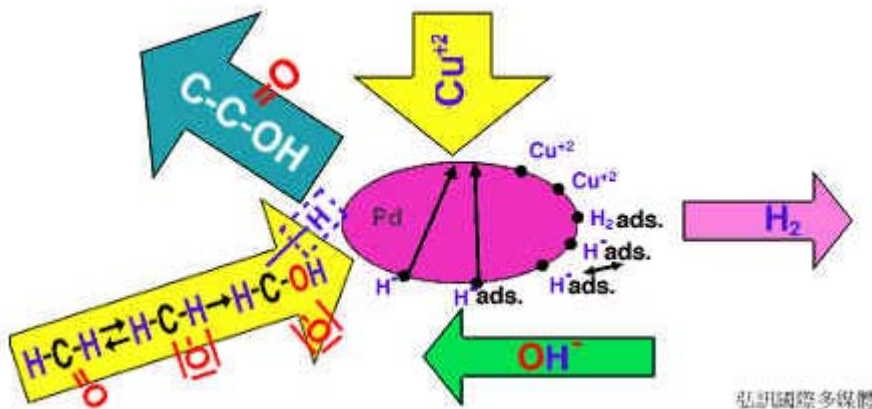
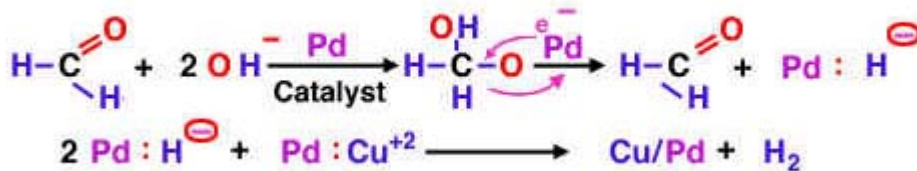
5. 活化后水洗不足或浸泡太久会形成  $\text{Sn}^{2+}$  a  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  或  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ , 此易形成胶体膜。而  $\text{Sn}^{4+}$  过高也会形成  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ , 尤其在 Pd 吸太多时易呈 PTH 粗糙

6. 液中悬浮粒子多, 易形成 PTH 粗糙



## f. 化学铜沉积 Electroless Deposit

1. 利用孔内沉积的 Pd 催化无电解铜与 HCHO 作用, 使化学铜沉积
2. Pd 在化学铜槽的功能有二:
  - (1) 作为 Catalyst 吸附 H<sup>-</sup> 之主体, 加速 HCHO 的反应
  - (2) 作为 Conductor, 以利 e<sup>-</sup> 转移至 Cu<sup>+2</sup> 上形成 Cu 沉积
3. 其基本反应及 Mechanism 见图 7.9a ; 7.9b :

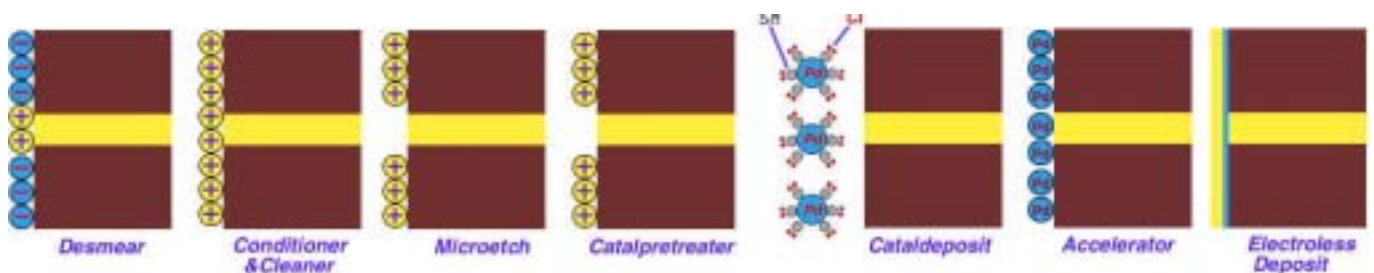


4. 由于槽液在操作开始时缺少 H<sub>2</sub> 含量, 故其活性可能不够, 而且改变温度也易使槽液不稳定。故在操作前一般先以 Dummy boards 先行提升活性再作生产, 才能达到操作要求

5. Bath loading 也因上述要求而有极大的影响, 太高的 Bath loading 会造成过度的活化而使槽液不安定。相反若太低则会因 H<sub>2</sub> 的流失而形成沉积速率过低。故其 Max 与 Min 值应与厂商确认做出建议值

6. 如果温度过高, [NaOH], [HCHO] 浓度不当或者 Pd<sup>+2</sup> 累积过高都可能造成 P.I. 或 PTH 粗糙的问题

g. 整个反应状态见图 7.10 所示



## 7.2.3.2、碱性系统:

#### A. 基本制程:

Conditioner → Etch Cleaner → Catal pretreatment → Activator → Reducer → Electroless Copper

#### B. 单一步骤功能说明

a. Conditioner: Wetting agent + 10 g/l NaOH (A)

1. 以 Wetting agent 的观念, 而非电性中和, 如此可形成较薄的 Film 约 300Å, 且均匀而不致有附着不上或太厚之虞

2. 基本方式系以亲水基与疏水基之特有 Dipole 特性使 Wetting agent 被水排挤, 快速吸附至孔壁。因其形成之单层膜不易再附上其它 Conditioner 而与 Cleaner 共同作用洗去多余杂质

3. 其设计是一道酸一道碱的药液浸泡, 使各种不同来源的板子皆有良好的 wetting 作用, 其 Formula: Wetting agent + 10 ml/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

4. 若水质不洁而含 M<sup>2+</sup>(如: Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup> 等)则 Amine 及 Wetting agent 易与之结合而形成沉淀, 故水质硬度应特别留意

5. 当板子浸入水中, Cu 正电迅速与 OH<sup>-</sup>中和而呈负电。而 Dipole 静电力有限, 不致形成多层覆盖, 故无 Over condition 的顾虑

b. Etch cleaner: (SPS 与 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 两种)

基本功能与酸性系列相似 (SPS: 10g/l)

c. Catal pretreatment: 同 Activator 但少 Complex

d. Activator: Activator + Pd(Amine) complex

1. 基本上此系列的 Pd, 是由 Amine 类形成的 Complex,

2. 其特点如下:

(1) Pd(Amine)<sup>2+</sup> 呈正电荷, 可吸附在 Conditioner 上而甚少吸附在铜上, 少有 P.I.

问题

(2) 没有 Sn 形成的 Colloid, 其粒子较小, 结晶较密且少有 Sn(OH)<sub>2</sub>、Sn(OH)<sub>4</sub> 析出问题。也没有 Sn<sup>2+</sup> + Fe<sup>2+</sup> 或 Sn<sup>4+</sup> + Cu 作用。

(3) 无 Cl<sup>-</sup> 在外围, 由于 Cl<sup>-</sup> 会与 Polyimide 材料产生作用, 故无 Cl<sup>-</sup> 会有较广的适用性

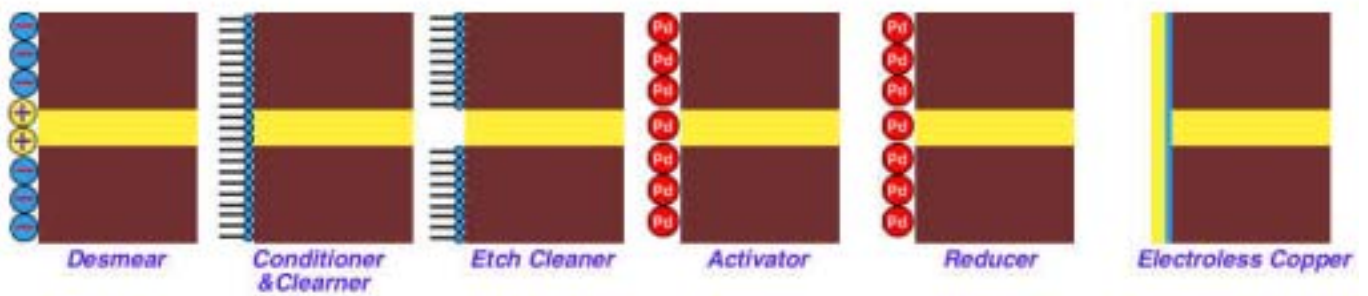
(4) 由于 Pd(Amine)<sup>2+</sup> as Pd<sup>2+</sup> + Amine 为一平衡反应, 吸附反应十分快, 且由于粒子小空隙低因而致密性佳。

(5) Impurity 少有残留, 且吸附 Pd<sup>2+</sup> 少, 故能有较少 P.I. 机会

(6) 由于无 Cl<sup>-</sup>, 对 Black-Oxide 的 attack 相对减少, 故 Pink Ring 较轻微

(7) 由于吸附较密, 将来作无电解铜时 Coverage 也会较密较好

e. 整个反应状态见 [图 7.11](#) 所示



#### 7.2.4 一次铜(Panel plating)

非导体的孔壁经 PTH 金属化后, 立即进行电镀铜制程, 其目的是镀上 200~500 微英吋以保护仅有 20~40 微英吋厚的化学铜被后制程破坏而造成孔破(Void)。有关铜电镀基本理论及实际作业请参看二次铜更详细的解说。

#### 7.3. 厚化铜

传统金属化之化学铜的厚度仅约 20~30 微吋, 无法单独存在于制程中, 必须再做一次全板面的电镀铜始能进行图形的转移如印刷或干膜。但若能把化学铜层的厚度提高到 100 微吋左右, 则自然可以直接做线路转移的工作, 无需再一道全板的电镀铜步骤而省却了设备, 药水、人力、及时间, 并达简化制程减少问题的良好目标。因此有厚化铜制程出现, 此一方式已经实际生产线上进行十数年, 由于镀液管理困难分析添加之设备需要较高层次之技术, 成本居高不下等, 此制程已经势微。

厚化铜的领域又可分为：

A. "半加成 Semi -Additive"式是完全为了取代全板面电镀铜制程。

B. "全加成 Fully Additive"式则是用于制造加成法线路板所用的。日本某些商用消费性电子产品用 24 小时以上的长时间的全加成镀铜, 而且只镀在孔及线路部份。日本之外尚不多见, 高雄日立化成数年前尚有 CC-41 制程, 目前已关掉该生产线。

##### 7.3.1 厚化铜基本观念

a. 厚化铜也仍然采用与传统无电铜相似的配方, 即仍以铜离子、强碱、及甲醛做为反应的原动力, 但与温度及其所产生的副产物关系较大。

b. 无电铜因厚度很薄, 内应力(inner Stress) 影响不大故不需重视, 但厚化铜则必须考虑。也就是说厚化铜与板面铜箔间的附着力也为关键, 应特别注意其镀前活化之过程如整孔及微蚀是否完美。控制不好时可能发生孔壁剥离(pull away)及板面脱皮。

c. 厚化铜之外表能接受油墨或干膜之附着, 所以印刷前尽量少做磨刷或其它化学粗化。在阻剂完成转移后又得要能耐得环境的氧化, 而且也要耐得最低起码的活性清洗及活化。

d. 厚化铜主要的目的是既能完成非导体的金属化同时又可取代一次镀铜, 能够发挥大量的设备、人力、物料、及操作时间的节省, 但化学铜槽本身比传统的无电铜要贵, 管理不易, 要利用特定的自动添加设备。

e. 前处理之各制程比传统 PTH 要更谨慎, 原因是化学铜的沉积是靠铜离子在板子上之活化生长点(Active sites)还原出铜金属并增厚, 当此等生长点被铜覆盖后其它板面上又逐次出现新的生

长点再接受铜的沉积,电镀铜的沉积则不但向上发展,也能横向延伸。故万一底材未能在前处理制程中完成良好的活化时则会造成孔破(Hole Void),而且经过干膜或印刷后,可能进一步的恶化,终必成为板子品质上极大的隐忧。

## 7.4 直接电镀(Direct plating)

由于化学铜的制程中,有很多对人体健康有害的成份(如甲醛会致癌),以及废水处理(如有Chelate)有不良影响的成份,因此早在 10 多年前就有取代传统 PTH 所谓 Direct Plating(不须靠化学铜的铜当导体)商品出现,至今在台湾量产亦有很多条线。但放眼国外,除欧洲应用者很多以外,美、日(尤其是美国)并不普遍,一些大的电子公司(如制造计算机、大哥大等)并不 Approve 直接电镀制程,这也是国内此制程普及率尚低的原因之一。

### 7.4.1 直接电镀种类

大致上可归为三种替代铜的导体

- A. Carbon-碳粉(Graphite 同)
- B. Conductive Polymer-导体高分子
- C. Palladium-钯金属

### 7.4.2 直接电镀后续制程有两种方式:

- A. 一次镀铜后,再做影像转移及二铜
- B. 直接做影像转移及线路电镀

### 7.4.3 [表归纳目前国内已使用中的直接电镀各商品之分析](#), 供业界参考。

表 7.3 直接電鍍製程比較

弘訊國際多媒體

製造商	Shipley	Anotech	APT	IBC	Leasocal	EC	Mardersaid	Anotech	Blasberg
商品名	Crimson	Neopact	ABC	Polymet	Conductron DP	Shadow	Black Hole	Compact	DMS2/DMSE
媒介附着特性	非選擇性 Cu : 50% Re : 100% GF : 60%	非選擇性 Cu : 10% Re : 60% GF : 100%	非選擇性 Cu : 5% Re : 100% GF : 60%	非選擇性 Cu : 5% Re : 100% GF : 60%	非選擇性 Cu : 100% Re : 100% GF : 50%	非選擇性 Cu : 100% Re : 100% GF : 50%	非選擇性 Cu : 100% Re : 100% GF : 50%	選擇性 Cu : 0% Re : 100% GF : 70%	選擇性 Cu : 0% Re : 100% GF : 70%
導電(ohm)	2000-20000	10000-80000	0.5-5	1-10	50-25000	30-300			
製程特性	將 Pd-Sn 硫 化成 Pd <sub>2</sub> SnS 導電性佳	以 Pd/organic colloid 附着 在銅面上, 再以 acids cleaning 移除銅面上有機 物。 僅咬銅 0.5-1 $\mu$ m。 製程短 4 步驟 玻璃纖維附着力佳	Pd-Sn 膠體塗 Sn+2+Cu+2 $\rightarrow$ Sn+4+Cu 反應 將銅附着上銅面。 -導電性佳 -不須咬銅	先以帶正電荷分 子與孔壁結合, 再 以代負電荷高分子與 石墨混合溶液附着 於版面上經高溫與 pH 下降使正負高 分子鍵結形成導電 層 -製程短 3 步驟	先以帶正電荷分 子與孔壁結合, 再 以代負電荷高分子與 石墨混合溶液附着 於版面上經高溫與 pH 下降使正負高 分子鍵結形成導電 層 -製程短 3 步驟	先以帶正電荷分 子與孔壁結合, 再 以代負電荷高分子與 石墨混合溶液附着 於版面上經高溫與 pH 下降使正負高 分子鍵結形成導電 層 -製程短 3 步驟	先以 Mn+7 與孔壁反應成 Mn+4, 再以導電高分子與 之反應成 Mn+2 並與孔壁結 合。 -不須咬銅 -製程短 3 步驟 -玻璃纖維附着力佳		
M-Etch 量	3-6 $\mu$ "	0.5-1 $\mu$ "	0 $\mu$ "	1-2 $\mu$ "	(0)1-2 $\mu$ "	(0) $\mu$ "	(0) $\mu$ "		
廢水處理性	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
直接外層可行 性	$\Delta$ (配合特殊 二銅前處理 液)	X (Pd 太薄)	$\Delta$ (配合特殊二銅前處理液)	$\Delta$ (配合特殊二銅前處理液)	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$ (電阻上 升)	$\Delta$
製程流程	Sensitizer Pre-Activator Converter Enhancer Stabilizer Microetch Press Rinse Dry	Cleaner Etch Cleaner Conditioner Predip Activator Fixation Acid Dip Dry	Cleaner Conditioner Activator Acceleration Acid Dip Dry	Cln/Cond. SHADOW Fuser Dry Micro Etch Anti-tarnish Dry	Cleaner Blackhole Hot air Conditioner Black Hole Hot Air Dry Micro Etch Antitarnish Dry	Micro etch Conditioner Oxide Catalyst Fixation Acid dip Dry	Micro etch Conditioner Oxide Cat./Fix. Acid dip Dry		
製程步驟數	8(3)	8(3)	6(1)	7(2)	10(4)	7(2)	6(1)		

本章中介绍了传统薄化铜, 厚化铜以及直接电镀等几种镀通孔方式. 未来制程走势:

- A. 缩短制程
- B. 减少污染
- C. 小孔通孔能力
- D. 降低成本
- E. 底材多样化处理能力

而此制程是 PCB 制作的基础工程, 若处理不好影响良率及信赖度因此要仔细评估与选择何种药水及设备.



资料收集: <http://www.maihui.net>  
电子邮件: [killmai@163.net](mailto:killmai@163.net)