

# 印制电路工艺专辑

三机部第六一五所情报室

1975.12

## 编 者 的 话

本着“互通情报”和向兄弟单位学习的精神，我们搜集了1975年7月在上海召开的“三机部六院有关厂所印制电路板技术交流会”上交流的技术资料，供兄弟单位参考，并希望同志们向我们提出宝贵意见。

除署名以外，其余文章均由我所车间印制电路板小组提供。

三机部第六一五所情报室

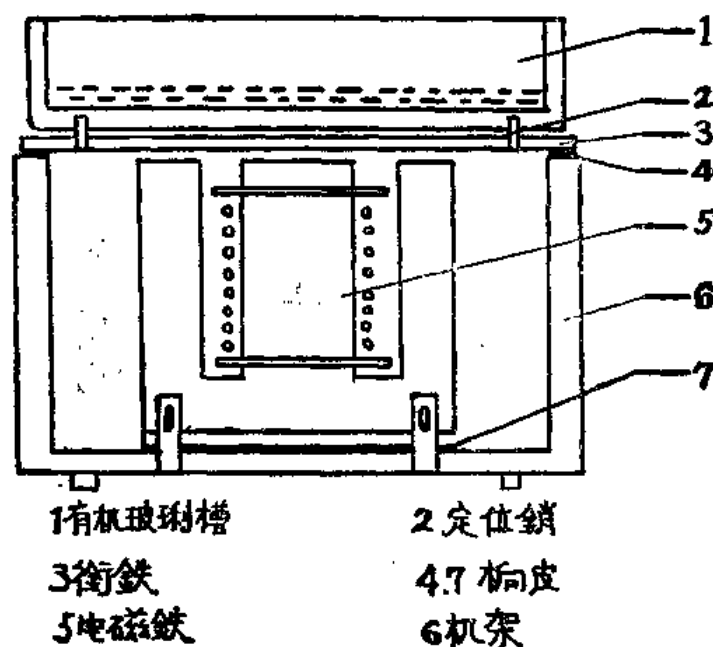
1975.12

## 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 孔金属化电磁振动装置 .....      | 1  |
| 2. 印制电路板孔金属化工艺 .....     | 4  |
| 3. 双面印制电路板孔金属化工艺 .....   | 10 |
| 4. 多层印制电路板孔金属化工艺简介 ..... | 15 |
| 5. 焦磷酸盐镀铜 .....          | 20 |
| 6. 印制电路锡镍合金电镀工艺 .....    | 26 |
| 7. 多层印制电路压制工艺简介 .....    | 33 |
| 8. 印制带状微波器件制造工艺 .....    | 36 |
| 9. 标牌、表盘和面板的印制工艺 .....   | 38 |

# 孔金属化电磁振动装置

孔金属化电磁振动装置是利用电磁铁的原理搞成的多层印制电路板孔金属化工艺过程中的专用设备（图一）。其效能是对孔化工艺过程中的各种溶液起一个振动搅拌作用，即不但使溶液能顺利、均匀地渗透到被孔化小孔内，而且使孔内溶液不断得到更新，气体逸出，最后导致化学沉铜良好，得出理想产品。



图一

经我们一年多来实践证明该装置与目前一般采用超声波、压缩空气，机械搅拌等方法比较，它具有经济，体积小，操作安全简便，振动均匀，没有污染等优点。溶液盛放槽由于采用有机玻璃粘成，故可以观察工艺过程进行情况。整机线路中串入时间继电器SJ，可自控某一工艺过程所需时间。整机电路原理（图2），220V，50周率电经K<sub>1</sub>开关进入调压变压器氩XJ指示有电。当需要工作时，按K<sub>2</sub>，交流接触器J吸合，时间继电器SJ计时，电磁铁线圈亦通电并吸动衔铁而工作。当某一工艺过程中所需时间达到时，SJ常闭断开，过程停止。若需进行第二个过程，再按K<sub>2</sub>即可。

## 选用主要元件：

0.5仟伏安单相调压变压器；CJO—10A 交流接触器；SJ 电动式时间继电器；电磁

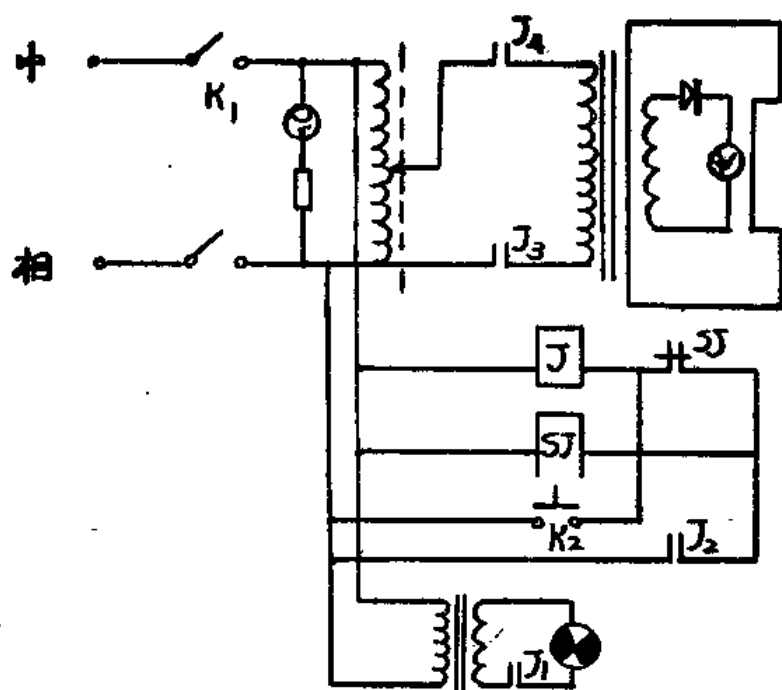


图 二

铁芯截面积为 $35 \times 35$ (毫米), 线径为 $\phi 0.55$ 毫米, 每伏 8 圈。最大振幅时在  $430 \times 300$  (毫米) 槽内放置 2 公升溶液能飞溅, 在放置 4~5 块多层印制线路板后, 振动时, 溶液能十分均匀地从小孔内冒出。衔铁采用 1.5~2 毫米原铁皮, 外形尺寸正好做机箱盖。图中电磁铁线圈次级加一个绕组及一只二极管, 一只直流电压表, 那是为了展示调压后振幅大小而设置的, 其次级绕组多少可根据手头表头量程而定, 若已有低压交流电压表, 二极管即可省去。我们选用 7.5V61cl 表头, 二极管为 2cp15, 电磁铁功率设计与一般变压器设计相似, 这里就不加叙述了。

#### 安装和使用时注意事项:

1. 振动装置效果反映在电磁铁衔铁(振动部分)的振幅上, 振幅越大, 推力越大, 故电磁铁与衔铁之间必须有一个最佳距离, 这可以调节电磁铁与衔铁之间间隙达到, 因衔铁是兼作盖板而固定在机箱上的, 故只要调节电磁铁上下距离即可。所以设计机箱时, 应超过所选用矽钢片高度 15~20 毫米, 相差距离用以调节。用橡皮垫办法, 既可减少机振又可以这到调节间距。铁芯与衔铁最佳距离其间距大约在 3~5 毫米。

2. 衔铁的振动引起有机玻璃槽内溶液振动, 故有机玻璃槽与衔铁之间应紧贴, 以减少能量损失, 但又要考虑到拆卸方便, 以利清洁槽子和检修。其固定靠二边定位销实现(图三), 定位销采用  $4 \times 12$  圆柱销(截除 6 毫米), 一头铆接在衔铁上, 另一头突出约 4 毫米, 在有机玻璃槽对称部分钻二孔(不穿)套上即可。为节约槽底厚度, 但

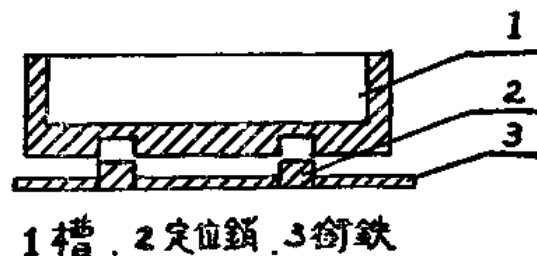


图 三

又要钻定位孔时不穿，弥补办法：可在底部打孔部位粘二条 $10 \times 6$ 毫米，厚4毫米有机玻璃条。

3. 溶液槽选用4毫米厚透明有机玻璃制成，但也可用其他代替，如聚氯乙烯硬板焊接而成。若用有机玻璃粘合，粘合剂为三氯甲烷（俗称氯仿），粘合时端面必须平正无油污，油污可用乙醇，乙醚等有机溶剂去净。粘合前应在三氯甲烷中先溶解少量洁净有机玻璃粉末，粘合时粘合面在滴上氯仿后应轻轻搓动，待有粘力感后即可停止搓动，用力压紧。这样粘合后的容器就是在强振动情况下，长期不会有渗漏现象。

4. 为减少机振噪音，除在电磁铁下面垫衬橡皮外，衔铁与机箱固定处亦应衬上一层2~3毫米厚橡皮，而后靠螺丝紧固。橡皮与机箱粘合可用502或202树脂胶，机箱垫脚也用橡皮机脚。

三机部 615 研究所 朱可安

# 印制电路板孔金属化工艺

本文叙述的多层印制板是六层的，它采用光蚀法进行孔金属化。目前还尚未进行数控自动化，而是采用二次打孔。在常温沉铜和酸性镀铜方面也做了一些试验。

## 一、多层印制板在孔金属化前， 必须从以下几个方面进行检查：

1. 要求两面焊片对准，成圆柱形。
2. 钻孔偏孔不得超过焊片的  $2/3$  或应切。
3. 每孔钻穿、孔内应无钻屑、漆皮膜堵塞。
4. 焊盘应无鼓起或脱落。
5. 扩孔应扩掉边沿漆皮，露出铜环以及不得扩掉焊盘。

多层板采用两次打孔：第一次用  $\phi 0.7\text{mm}$  钻头，转速 11000 转/分，第二次用  $\phi 0.8\text{mm}$ ，转速 11000 转/分，实践证明二次打孔比一次打孔，金属化孔后，其阻值要小。

## 二、粗 化：

它使孔壁形成易亲水的毛糙表面，便于离子渗透和附着，并使孔壁中的各层铜环相对的突出，以增加层间连接的接触面，从而提高附着强度和可靠性，如果粗化处理不佳即使后面各道工序溶液全新，处理严格，孔化的质量也难以合乎要求。

配方：

重铬酸钾  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  40 克

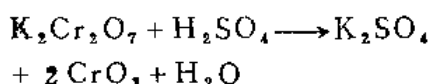
浓硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1000 毫升

配制过程，将  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  放入部分  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中加热溶解，待全部溶解后，冷却至室温加入余量的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  即可使用。

处理时间：5—10 分钟

处理方法：将印制板放入粗化液中振动 2—5 分钟后取出，用流水大量清洗，再放入粗化液中反复二次，我们认为短时间的多次粗化比长时间的一次粗化效果好。由于硫酸对树脂的腐蚀速度较快，若腐蚀时间过长使环氧树脂灰化，而形成焦壳，难以被清洗掉，造成孔内各层铜环不能相应的突出和孔化接触不良等，所以经多次粗化及大量流水冲洗后，即可进行敏化。

注意事项：由于  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  系六价的化合物与浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作用生成橙红色的三氧化铬 ( $\text{CrO}_3$ ) 晶体析出，其反应如下：



三氧化铬又称铬酐是最强的氧化剂之一，氧化后铬酐本身被还原为三价铬的化合物或成为难溶的三氧化二铬而析出，存于溶液之中，三价铬的特征颜色为绿色，所以当粗化液由橙红色变为绿色时即表明已失去氧化能力，应更换新的溶液。

粗化后应仔细冲洗，以去掉铬离子的隐患。

### 三、敏 化：

使孔壁吸附上一层还原剂  $\text{Sn}^{++}$ ，由于  $\text{Sn}^{++}$  是强还原剂，能使具有较高氧化电动势的贵金属阳离子  $\text{Au}^{+3}\text{Pd}^{+2}\text{Ag}^{+1}$  被还原出来，并在孔壁形成催化的结晶核心。

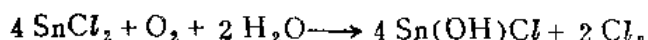
|            |                                           |        |
|------------|-------------------------------------------|--------|
| 1. 配方：氯化亚锡 | $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 50克    |
| 浓 盐 酸      | $\text{HCl}$                              | 150毫升  |
| 蒸 馏 水      |                                           | 1000毫升 |
| 锡粒若干       |                                           | 15—25  |

配制过程：在配制溶液时，为防止氯化亚锡水解，先将  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  溶于盐酸中，加热溶解后，加水稀释至一升（配后溶液为无色液体）

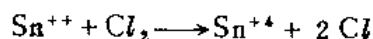
2. 处理时间：5—10分钟

3. 处理方法：将粗化后的印制板放入敏化液中振动处理，使溶液充分浸润孔壁，5—10分钟取出，水冲洗把吸附不牢的  $\text{Sn}^{++}$  洗掉，防止它进入活化液中，然后用蒸馏水漂洗，迅速放入活化溶液中。

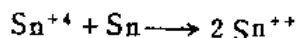
4. 注意事项：①溶液长时间放置会产生锡离子的氧化反映，变为不起作用的稳定的4价锡离子，反应式如下：



反应中放出氯气( $\text{Cl}_2$ )，并不逸出液体外而，而与  $\text{Sn}^{++}$  作用生成  $\text{Sn}^{+4}$  离子，反应式如下



所以为防止  $\text{Sn}^{++}$  变为  $\text{Sn}^{+4}$  在溶液中应加入金属锡粒则可以使  $\text{Sn}^{+4}$  还原为  $\text{Sn}^{++}$  反应式如下

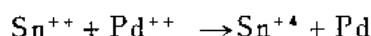


敏化后的印制板，不要在空气中长期放置以防  $\text{Sn}^{++} \longrightarrow \text{Sn}^{+4}$  而失去还原能力，故应迅速放入活化液中。

### 四、活 化：

使孔壁还原上一层毛状的贵金属催化层，〔因为在化学沉铜反应中，铜本身虽是还原催化剂，但氧化还原能力不大，必须用金、钯银盐溶液做活化液，如果缺少催化剂，则会产生沉铜层的空洞〕我们用硝酸银和氯化钯做催化剂，从实践上看以氯化钯孔化效

果为好，使用期也长，反应原理如下：



1. 配方：氯化钯  $\text{PdCl}_2$  0.25克  
浓盐酸  $\text{HCl}$  4毫升  
蒸馏水 1000毫升

配制过程：将  $\text{PdCl}_2$  溶于  $\text{HCl}$  中，加热搅拌，待完全溶解后加水稀释至一升，配后溶液呈浅棕色液体。

2. 处理时间：3—5分钟（室温）

3. 处理方法：将经过敏化后的印制板放入活化液中振动处理3—5分钟后（观孔壁呈黑色），取出用水清洗，然后用蒸馏水漂洗，即可准备沉铜。

4. 注意事项：

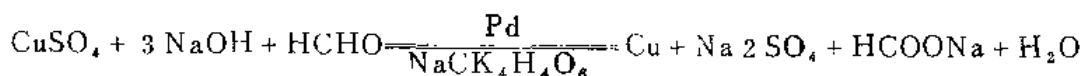
① 当过多的锡带进钯溶液中，会使催化剂中的钯离子得到还原，因而使得被吸附的是钯的金属颗粒，而不是钯离子，所以当溶液出现黑色沉淀时，应进行过滤。

若溶液使用时间过长，颜色变得很淡时，则应补加或更换新液。

② 印制板在活化液中处理时间不能太短，否则不能使孔内形成较完整的催化层，时间稍长没有什么坏影响。

## 五、沉 铜：

通过氧化还原反应在孔壁内沉积一层铜导电层，是使孔贯通的基础，也是孔金属化过程中最重要的一环，反应式如下：



1. 配方：硫酸铜  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  6.6克  
酒石酸钾钠  $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  30克  
氢氧化钠  $\text{NaOH}$  10克  
甲 醛  $\text{HCHO}$  3—5毫升  
蒸 馏 水 1000毫升  
PH 值 11—12

配制过程：将硫酸铜、酒石酸钾钠和氢氧化钠分别溶解后，按顺序混合，配后溶液呈深蓝色，PH值为11—12，甲醛在沉铜时加入。

2. 处理时间：25—30分钟

3. 处理方法：将沉铜溶液加入甲醛后立即将活化后的印制板放入，不断振动观孔壁内有反应产生，并呈红色，25—30分钟后取出，用水冲洗表面，立即进行电镀铜。

4. 注意事项：

① 沉铜时应不断振动，把产生气泡及时排出，防止留在孔内，使沉铜层产生砂眼。

② 在沉铜过程中正常反应是微红色，若出现金黄色，则由于甲醛太少之故，以致

还原作用小,使溶液过于稳定,应补加甲醛,补加第一次的1/3。

③ 沉铜时间不宜过长,一般在20—25分钟内,时间太长,沉铜液越来越不稳定,沉铜层太厚,呈海绵状,不紧密细致,并会产生气泡,沉铜时间过短,则沉积太薄,不均匀,造成孔内砂眼。

④ 沉铜时发现孔化不良的板子,可以敏化开始返工。

⑤ 甲醛作为还原剂,使用量应适当掌握,过少反应太慢,过多反应太快,使用时应去掉甲醛的聚合物(即沉淀物)。

## 六、电 镀 铜:

由于化学沉铜层很薄,必须电镀加厚,我们是采用酸性镀铜液,其优点是成分简单,稳定,价格便宜,毒性较小,缺点是,镀层结构较粗糙,分散能力较差。

### 1. 配方:

|       |                                           |                        |
|-------|-------------------------------------------|------------------------|
| 硫酸铜:  | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 200—250克               |
| 浓硫酸:  | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (比重1.83)          | 70—80毫升                |
| 蒸馏水:  |                                           | 1000毫升                 |
| 电流密度: |                                           | 1—2 安培/公分 <sup>2</sup> |
| 温 度:  |                                           | 室温                     |
| 电镀时间: |                                           | 2—3 小时                 |

### 2. 处理方法:我们采用二次电镀的工序(分一次预镀和二次电镀)

① 预镀:将沉铜后的印制板,用水冲洗后迅速放入带电的镀槽内5—10分钟后取出(时间不宜过长,时间长了,易使孔带帽子),仔细检查,孔壁完整即可剥去漆皮、清洗、抛光、进行两次电镀,如孔壁不完整的要重新返工。

② 预镀目的是使孔内沉积层牢固,使二次电镀抛光、清洗,不损坏沉积层,并便于检查工艺线断缺所造成的镀不上的黑孔。

③ 二次电镀:将预镀后的印制板,剥去漆皮、抛光、清洗电镀加厚。

### 3. 注意事项:

① 当印制板放入镀槽中5—10分钟内,应保持在所需电流1/3以下,以后再增大到电流需要值,70分钟后又恢复到初期电流,这样使镀层均匀、细致、平滑,确保电镀质量,电流太大,镀层粗糙。

② 多层印制板电镀3小时,双面板电镀2小时,镀液应注意保护,定期过滤。

③ 如镀前处理不好,有油污物及氧化层沾染,则使镀层结合不牢。

④ 放入镀槽内的印制板,互相不要重叠,留有一定的空隙,否则板面发黑镀不上。

## 七、镀 金:

由于镀铜后的印制板在空气中容易氧化,将影响焊接性能,我们采用酸性镀硬金的

## 方法和浸金作保护层

### 1. 镀金配方:

|       |                                                               |                          |
|-------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 氯化金   | $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                    | 12—14克                   |
| 氰化钾   | KCN                                                           | 12—14克                   |
| 柠檬酸三铵 |                                                               | 100—120克                 |
| 酒石酸锑钾 | $\text{KSbC}_4\text{O}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ | 0.3克                     |
| 电流密度  |                                                               | 0.2—0.3A/公分 <sup>2</sup> |
| PH 值  |                                                               | 5.2—5.8 (最佳5.5)          |
| 电镀时间  |                                                               | 1小时                      |

配制方法: 先将氯化金溶于1升蒸馏水中加热到50—60°C, 在搅拌下慢慢加入浓度为25%的氨水(用量以每克氯化金需氨水5ml计算)生成棕黄色的雷酸金沉淀, 沉淀静止4—8小时将上面的清液吸出, 在搅拌下滴加氯化钾溶液至沉淀溶解为止, 然后按配方顺序配制, 再以柠檬酸调正PH值为5.2—5.8

2. 操作方法: 将印制板抛光清洗干净, 用蒸馏水漂洗后, 带电入槽。

3. 注意事项:

① 电解液使用寿命短, 应随时注意补充过滤至镀液呈绿色时即失效。

② 严格控制PH值和电流密度在工艺范围内, 否则镀不上, 插头镀1小时, 板面镀40分钟。

③ 印制板挂入镀槽内, 必须避免导电部分与阳极板相碰, 因这时电流突然增大, 镀件严重发黑后就镀不上。

## 八、浸 金:

目的与镀金相同

### 1. 配方:

|       |                                                      |         |
|-------|------------------------------------------------------|---------|
| 氯化金   | $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$           | 2克      |
| 氰化钾   | KCN                                                  | 10克     |
| 磷酸氢二钠 | $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | 6克      |
| 亚硫酸钠  | $\text{Na}_2\text{SO}_3$                             | 3克      |
| 蒸馏水   |                                                      | 1升      |
| PH 值  |                                                      | 12—13   |
| 温 度   |                                                      | 65—75°C |
| 时 间   |                                                      | 1分钟     |

2. 配制方法: 先将氰化钾溶于少量水中, 再将氯化金倒入其中, 搅拌至全部溶解。于另一容器中将磷酸氢二钠与亚硫酸钠混合, 并用少量水溶解, 然后倒入配好的金氰化钾溶液中, 并不断搅拌, 加水到一升。

3. 处理方法: 将印制板表面进行抛光、清洗, 用蒸馏水漂洗后, 放入浸金液中, 并不断抖动, 使反应均匀, 浸金后的板子随即用水冲洗干净, 擦干。

#### 4. 注意事项:

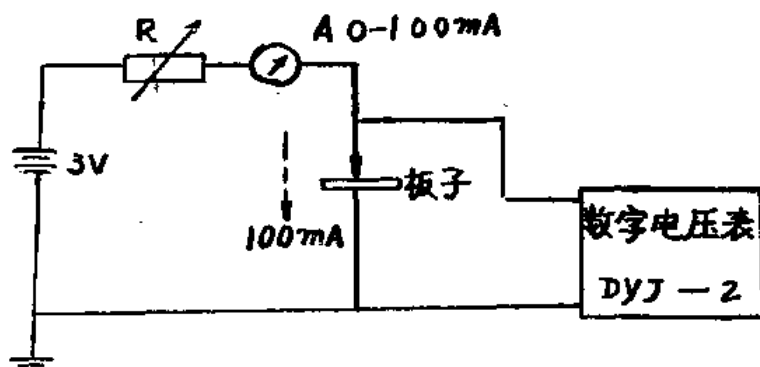
- ① 浸金前板面必须清洗抛光, 清洗不干净, 则浸金不良。
- ② 因系碱性溶液, 故浸金时间不宜过长, 否则板面脱胶。
- ③ 当溶液由无色变成黄色时, 则应补加新成份或更新。

### 九、测 试:

1. 多层板浸金后, 测其对孔阻值和层间线连接, 再经下列例行试验后, 测孔阻值和连接线的通导。

- ① 温度冲击  $-55^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C} \sim 120^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  各半小时 (间隔 5 秒) 反复 5 次。
- ② 温度存储  $-65^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  下保持 4 小时  
 $+100^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  下保持 4 小时
- ③ 烙铁焊: 用 25W 的电烙铁烫孔 5 次, 每次 3 秒钟。
- ④ 每次例行试验后, 测试对孔电阻值, 来检验孔金属化的质量。

#### 2. 测试原理及装置:



3. 操作方法: 测试时, 先调出数字电压表零点, 然后放样品于上下针头之间, 加压使触针与孔环均匀接触直接由数字电压表读数即可, 测每孔电阻值, 一般孔阻值在 2 毫欧以下。

### 十、结 束 语:

我们所生产的印制电路板使用范围较窄, 仅为计算机使用, 目前生产工艺还比较落后, 工艺质量也只能说基本满足使用要求, 但还存在着不少问题, 有待于今后引进新工艺进行改进和提高。

# 双面印制电路板孔金属化制造工艺

在毛主席的革命路线指引下，我国的电子工业突飞猛进的发展，印制电路板制造技术也逐步提高。我们在向兄弟单位学习的基础上，结合本单位的情况拟制了印制电路板孔金属化工艺。所做产品经装机使用和例行试验，基本上未发现问题，但绝缘电阻较低，约 $10^3\Omega$ ，通孔阻值 $10^{-m}\Omega$ ，对工艺原理的理解还有待深化，还需再实践，再提高。现简单介绍如下。

## 一、工 艺 过 程

### 1. 工艺流程

喷漆——打孔——去油——粗化——酸洗——中和——敏化——活化——沉铜——电镀加厚——镀银——镀金。

### 2. 配方及工艺条件

#### ① 去油

用四氯化碳或氢氧化钠

#### ② 粗化

$\text{NH}_4\text{HF}_2$  50克

$\text{H}_2\text{SO}_4$  (浓) 70毫升

$\text{H}_2\text{O}$  1000毫升

温度 室温

时间 振动 2 分钟

#### ③ 酸洗

$\text{CrO}_3$  70~80克

$\text{H}_2\text{SO}_4$  (浓) 100毫升

$\text{H}_2\text{O}$  1000毫升

温度 室温

时间 1~2 分钟

#### ④ 中和

$\text{NH}_4\text{OH}$  5~10%

和 $\text{HCl}$  5%

#### ⑤ 敏化

$\text{SnCl}_2$  20克

$\text{HCl}$  (浓) 20~30毫升

- |                  |        |
|------------------|--------|
| H <sub>2</sub> O | 1000毫升 |
| 温度               | 室温     |
| 时间               | 振动10分钟 |
- ⑥ 活化
- |                   |        |
|-------------------|--------|
| PdCl <sub>2</sub> | 0.5克   |
| HCl (液)           | 10毫升   |
| H <sub>2</sub> O  | 1000毫升 |
| 温度                | 室温     |
| 时间                | 振动1分钟  |
- ⑦ 沉铜
- 甲液:
- |                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| CuSO <sub>4</sub>                               | 19克 |
| KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> | 97克 |
| NaOH                                            | 30克 |
- 乙液: 甲醛
- 使用时: 甲液: 乙液 = 100 : 1.5
- |    |       |
|----|-------|
| 温度 | 室温    |
| 时间 | 振动5分钟 |
- ⑧ 电镀加厚, 先预镀, 然后才电镀加厚。
- |                                                 |                           |
|-------------------------------------------------|---------------------------|
| CuSO <sub>4</sub>                               | 35克/升                     |
| K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>    | 140克/升                    |
| Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                | 95克/升                     |
| KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> | 35克/升                     |
| PH值                                             | 7.5~8                     |
| 温度                                              | 45°~50°C                  |
| 电流密度                                            | 0.4~1.4A/d m <sup>2</sup> |
| 时间                                              | 1~1.5小时                   |
| 阴阳极面积比                                          | 2 : 1                     |
- 搅拌
- ⑨ 镀银
- |                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| AgCl                                                    | 20~30克/升   |
| K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> · 3 H <sub>2</sub> O | 40~60克/升   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (无水)                    | 40~60克/升   |
| KCNS                                                    | 140~150克/升 |
| 温度                                                      | 室温         |
| 时间                                                      | 15分钟       |
| 阴阳极面积比                                                  | 1 : 1      |
- ⑩ 镀金
- Au〔以KAu(CN)<sub>2</sub>形式加入〕20克/升

|                                               |                      |
|-----------------------------------------------|----------------------|
| $(\text{NH})_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_7$ | 80~120克/升            |
| $\text{KSbC}_4\text{H}_4\text{O}_8$           | 0.2~0.3克/升           |
| PH值                                           | 5.5~5.6              |
| 温度                                            | 40°C左右               |
| 电流密度                                          | 0.3A/dm <sup>2</sup> |
| 时间                                            | 10分钟                 |
| 阳极                                            | 铂金片                  |
| 阴阳极面积比                                        | 2 : 1                |

## 二、工 艺 说 明

### 1. 喷漆

采用 G01—5 过氯乙烯清漆

### 2. 打孔

钻头要求无油。钻头尺寸比需要孔径大 0.05~0.15mm。孔壁要求光洁、无切屑、无毛刺。钻孔要慢，防止背面铜箔产生毛刺。钻床的转速，若用硬质合金钻头，则可 1~2 万转/分；若用普通钻头，3 千~5 千转/分即可。因普通钻头转速太高易发热磨损，甚至烧坏。

### 3. 孔金属化前处理

为了去除钻孔时带来的油污、切屑和增强孔壁的亲水能力，必须在敏化处理之前进行一系列处理。

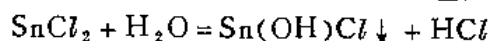
去油，根据不同油污情况而定。若油污较多，用四氯化碳处理几分钟，然后用酒精清洗，以溶解四氯化碳，再用流水冲洗。一般情况下，用氢氧化钠溶液清洗，就能达到去油的目的。

孔壁的清洗，环氧树脂和玻璃纤维用硫酸和氟化氢铵混合液腐蚀，bφ—4 胶用浓硫酸和铬酐或重铬酸钾混合液腐蚀。用铬酐处理后，往往会使板面带上铬离子，板面发黄，经碱中和处理可消除发黄现象。使稀盐酸中和  $\text{OH}^-$ ，防止敏化剂生成碱式盐。

### 4. 敏化

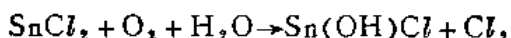
敏化作用在于使孔壁吸附一层还原性物质，活化处理时使高氧化电势的贵金属  $\text{Au}^{+3}$ 、 $\text{Ag}^{+1}$ 、 $\text{Pd}^{+2}$  等还原出来，成为沉铜反应的催化结晶核心。

配制敏化液时，必须先将氯化亚锡溶于盐酸，然后加水稀释。因氯化亚锡在水中极易水解，生成碱式盐，使溶液呈乳白色。其反应式如下：



敏化液最好是现配现用。在空气中放置时间过长，会因氧化作用而失去还原能力，

其反应式如下:



在敏化液中也可加入金属锡粒,以便溶液保持还原状态。

敏化液浓度虽不要求十分严格,但也不能过稀或过浓。过稀,容易造成孔内部分缺陷。过浓,活化时还原出较多的催化中心,沉铜速度过快,铜层粗糙附着不牢。

敏化液  $\text{PH} > 7$  时,则  $\text{SnCl}_2$  易氧化,失去还原能力。一般敏化液呈酸性。

必须指出,敏化处理极为重要的倒是溶液的振动和敏化后的充分水洗。如不彻底清洗,表面上剩余的敏化剂又把催化剂还原,而使沉铜层附着力不强。

敏化处理后的板子最好是立即活化处理,以防止  $\text{Sn}^{+2}$  的氧化而失效。

## 5. 活化

活化剂实际上就是催化剂,虽然在沉铜反应中,铜也是一种催化中心,起自动催化作用,但还原反应推动力不大,因此还必须用催化剂加速还原剂将金属还原。

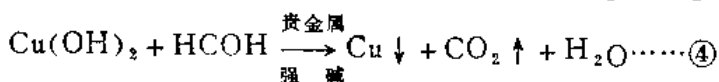
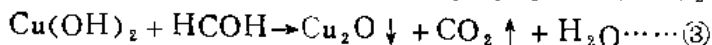
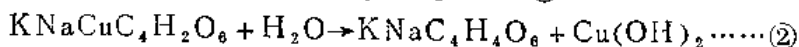
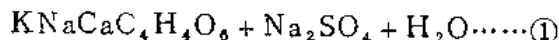
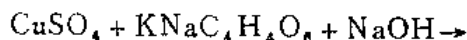
活化剂一般采用贵金属盐,如:  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{AuCl}_3$ 、 $\text{PdCl}_2$  等,我们采用  $\text{PdCl}_2$ 。 $\text{Pd}$  是周期系第八族元素,具有很高的催化活性。

活化剂的浓度和  $\text{PH}$  值等的影响与敏化液的浓度和  $\text{PH}$  值的影响基本上相似。

## 6. 沉铜

化学沉铜的目的是通过氧化——还原反应在板面上和孔中形成一层导电层。

化学沉铜液的成份主要分三种:可溶性铜盐、还原剂和还原速度抑制剂。此外还有一些添加剂如:光泽剂、界面活性剂、 $\text{PH}$  缓冲剂等。主要化学反应有:



影响因素主要是温度、 $\text{PH}$  值和甲醛的加入量。一般来说,温度控制在  $20^\circ \sim 25^\circ \text{C}$  为好。过高,沉铜反应快,颗粒致密度差,附着力降低,铜还原出来不被充分氧化面会形成暗红色氧化亚铜。在实际操作中,沉铜液温度往往不易控制,而我们所处地区温差变化不大,就以控制甲醛用量来控制沉铜反应速度。

还原的有效程度和  $\text{PH}$  值有关,在  $\text{PH}$  值  $11 \sim 13$  的情况下,甲醛的氧化还原电位为正值,具有较强的还原性。用氢氧化钠的量来调节  $\text{PH}$  值在一定范围内。

在沉铜操作过程中要不断振动,把反应产生的气体从孔壁排除,并达到孔中溶液不断更新的目的。

## 7. 电镀加厚

镀铜加厚一般分为两步:孔壁加厚和全面加厚。

焦磷酸铜溶液由于离子的生成使阴极极化随着电流密度的升高而增大，因而扩散能力较好。焦磷酸钾是铜离子的主要络合剂，其含量在保证铜离子全部形成络合物的基础上，为了促进阳极溶解，增加导电率，坚持溶液稳定，还必须有过量的游离焦磷酸钾存在，过量太多，阴极附近将生成 KOH，使 PH 值升高，降低阴极电流效率。

PH 值的高低直接影响镀层质量。PH 值低，铬离子受到影响和破坏，焦磷酸钾易水解成正磷酸盐，从而影响溶液的分散能力和镀孔能力。PH 值高，主要是易使阳极钝化，镀层色泽暗红，结晶粗糙，电流效率变低。

镀液最好能充分搅拌，减少浓差极化的影响，又能使离子不断更新，有利于孔内镀层质量提高。

(第一〇二四所供稿)