

## 对比分析外壳瓷件化学镀镍-磷及镍-硼镀液与镀层性能

鲍禹希

中国电子科技集团公司第十三研究所, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**通过对比外壳镀液性能, 可以得出结论, 镀液性能主要体现在镀层的附着力、流淌性与耐蚀力等方面, 其中 Ni - P 合金形成的镀液稳定性比较理想, 同时成本低、镀速高, 因此应用范围比较广, 但在使用时对加热设备具有较高的要求, 如果设备达不到标准, 就会直接影响镀层性能。另外, 当厚度达到一定标准后, 与 Ni - B 镀层相比, 采用 Ni - P 镀层, 可以让粗糙度降低, 同时提高其附着力, 但焊料流淌性通常会受到影响。当镀层厚度增大, 镀层性能也会随之发生改变, 这将成为研究的重点。

**[关键词]**镀层性能; 外壳瓷件; Ni - P; Ni - B 镀层

DOI: 10.33142/ec.v4i5.3708

中图分类号: TB306

文献标识码: A

### The Performances of Electroless Ni - P and Ni - B Plating Solutions and Coatings for Shell Porcelain Parts were Compared and Analyzed

BAO Yuxi

The 13th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** By comparing the performance of the shell plating solution, it can be concluded that the performance of the plating solution is mainly reflected in the adhesion, fluidity and corrosion resistance of the coating, among which the stability of the plating solution formed by Ni - P alloy is ideal, the cost is low, the plating speed is high and the application range is wide. However, the heating equipment has higher requirements in use. If the equipment does not meet the standard, the coating performance will be directly affected. In addition, when the thickness reaches a certain standard, compared with Ni - B coating, Ni - P coating can reduce the roughness and improve the adhesion, but the solder fluidity is usually affected. When the thickness of the coating increases, the performance of the coating will also change, which will become the focus of research.

**Keywords:** coating performance; shell porcelain parts; Ni - P; Ni - B coating

## 引言

常用的化学镀镍所采用的溶液中, 次磷酸盐的成分比较高, 或者是以硼氢化物作为主要添加剂, 将这两种物质充当还原剂, 可以得到金属镀层。通过实践证明, 无论是次磷酸盐还是硼氢化物, 还原性都比较理想, 通过这两类镀液的科学、合理利用, 可分别制得不同的镀层, 一种是 Ni - P 镀层; 另一种是稳定性较高的 Ni - B 镀层。

### 1 对比实验

#### 1.1 镀液性能对比

由表 1 可知, 在瓷件金属化生产阶段, 按照反应速率来看, 化学镀 Ni - P 的速率比较高, 反应速度要比化学镀 Ni - B 快得多, 化学镀 Ni - P 采用的还原剂是次磷酸盐, 这种还原剂的经济性比较理想, 价格远远低于硼氢化物, 因此站在镀液配方的经济性角度分析, 前者的成本更低, 应用价值比较高。但是这并不意味着后者没有优势, 化学镀 Ni - B 毫无疑问采用的是硼氢化物充当还原剂, 这种物质稳定性比较高, 对施镀温度要求较低, 对设备的要求并没有像化学镀 Ni - P 那样严格, 后期镀液的维护也相对简单, 维护成本较低。综上所述可以看出, 两种镀液有各自的优势, 一个是前期成本低; 另一个是后期维护成本低, 在实际应用中, 需要结合现实需求, 科学、灵活选择, 保证瓷件金属化生产具备理想的经济性, 实现效益最大化。

表 1 化学镀 Ni-P 和 Ni-B 的相关参数对比

工艺	镀速	还原剂	酸碱值	温度
化学镀 Ni - P	0.2	次磷酸盐	4.7	82-86
化学镀 Ni - B	0.12	硼氢化物	6.2	60-65

## 1.2 镀层性能对比

### 1.2.1 镀层表面状态

由下图 1 可知,无论是化学镀 Ni - P 还是化学镀 Ni - B,两类化学镀镍层都会有明显的变化,大量胞状聚集物附着。通过对比发现,当镍层厚度达到  $1\ \mu\text{m}$  时,此时的胞状结构相对密集且集中,当厚度增加时,分布会变得均匀。想要验证这种结果,可以借助粗糙度测量仪来实现,分别对厚度为 1 和 3 的镀层进行粗糙度测量,可以发现当厚度为 1 时, Ni - P 镀层的粗糙度为 0.549;而 Ni - B 镀层则为 0.561。当厚度达到 3 时, Ni - P 镀层的粗糙度为 0.473;而 Ni - B 镀层的粗糙度数值为 0.546。通过测量数据对比可以得出结论,厚度相同时,化学镀 Ni - B 的粗糙度始终要高于化镀 Ni - P,两者的区别较大<sup>[1]</sup>。针对同类型的镀层,适当增加厚度,可以将两者的粗糙度减小,缩短两者的差距。因此关于镀层厚度的把握,以 1-3  $\mu\text{m}$  最为理想,可以保证瓷件性能相对稳定。



图 1 合金的表面形貌

### 1.2.2 镀层附着力

通过前文介绍可知,关于镀层性能的评判,可以从多种角度进行分析,除了镀层表面状态之外,镀层附着力也是一项重要指标。针对镀层附着力的测量,可以借助力试验机来完成,通过测试可知,附着力和镀层厚度也存在着某种联系。以厚度为  $1\ \mu\text{m}$  和  $3\ \mu\text{m}$  的镀层为例,当厚度为 1 时, Ni - P 镀层剥离应力可以达到 19.11 N;当厚度增加到 3 时,此时镀层剥离应力为 17.17N。这种情况在 Ni - B 合金镀层中同样存在,当厚度为 1 时,剥离应力为 16.29N;当厚度增加到 3 时, Ni - B 合金镀层应力下降至 15.97N。通过上述比较分析发现,镀层的剥离应力取决于镀层的厚度,并且两种镀层应力都达到了相关标准,证明附着力均合格。

### 1.2.3 镀层耐蚀性

现实工作中,镀层耐蚀性的比较可以通过中性盐雾(NSS)试验来完成,在试验 24h 后,可以看出明显变化,通常情况下,  $1\ \mu\text{m}$  厚的 Ni - P 层会发生整体变暗的现象,并且这种现象是极为明显的,主要表现在个别位置颜色较深,颜色呈现不均匀分布,另外伴随严重腐蚀。在  $3\ \mu\text{m}$  厚的化学镀层,可以清晰看到深色斑状区域,并且这种区域会不断增多,整体耐蚀性较好。以上是化学镀 Ni - P 层的反应现象,而化学镀 Ni - B 层,腐蚀现象会相对严重,当镀层厚度为  $1\ \mu\text{m}$  时,可以发现 Ni - B 层整体出现彩色腐蚀斑块;厚度达到  $3\ \mu\text{m}$  时,腐蚀程度会有所缓解,但大部分区域仍有腐蚀发生。相对而言,当两种镀层处于相同厚度时,化学镀 Ni - P 层在镀层耐蚀性的表现要明显优于化学镀 Ni - B 层。与此同时,当两类镀层出现厚度变化时,耐蚀性也会改变,在厚度由 1 增加至 3 微米时,镀层耐蚀性呈现出上升的趋势,耐蚀性能明显增强。

#### 1.2.4 焊料流淌性

除了上述性能外,焊料流淌性同样不容忽视,属于衡量镀层性能的科学指标,在实际应用中非常关键。流淌性不好时,会诱发虚缝等问题,降低焊接的可靠性。基于此,在实际工作中,焊料的流淌性绝对不容忽视,这是镀层可焊性评价的重要参数,应用意义重大。通过研究发现,镀层厚度相同时,Ni-B的流淌性能较为突出,面积会比较大,由此就可以推断,该流淌性要明显优于Ni-P镀层<sup>[2]</sup>。另外,当厚度增加时,流淌性变化较小,这就可以证明在可焊性的影响因素中,不包括镀层厚度这一项,厚度对其影响并不大。

### 2 镀层性能与厚度的关系

陶瓷外壳在长期服役期间很容易受到侵蚀,导致外壳出现坑洼现象,所以必须要采取高效率的保护措施。因为陶瓷外壳性价比较高,性能相对稳定,在微波功率器件等核心领域应用较为广泛,地位是无法撼动的。陶瓷外壳的制备相对复杂,其制备过程涉及到多个环节,主要包括瓷件制备以及相关的外壳镀覆等。在众多环节中,瓷件镀镍十分重要,是非常关键的环节,镀镍层的品质至关重要,可以直接影响瓷件的应用性能,降低或者增加焊料的润湿性,对瓷件的使用影响较大。另外,镀镍层同时也是决定焊料流淌性是否良好的关键,和焊接可靠性密切相关,镀镍层如果质量不佳将会降低外壳强度和相应的气密性,由此可见,镀镍层的重要性。基于这样的前提,在实际应用中,选用恰当的瓷件镀镍工艺,可以最大限度提高外壳的制备性能,具有重大现实意义。实践表明,化学镀镍是一项重要步骤,具有良好分散能力,在瓷件应用中必不可少,整个镀覆过程对电源的依赖度并不高,所得镀层通常情况下都是镍的合金,这种合金物质的物理性能和化学性质都非常优良,在瓷件镀镍生产方面优势十分显著。在实际生产阶段,瓷件化学镀镍层的性能还和镀镍层厚度存在关系,如果太薄,后续的钎焊效果便无法保证,但是太厚的话,也会增加成本,基于这样的前提,在现实工作中,需要参照以往生产经验,合理规划镀镍层厚度,结合以往经验可知,厚度通常在1-3微米范围内比较理想。

表2 化学镀镍工艺条件对比

	质量浓度	PH	温度	负载量	溢流过滤	搅拌方式
化学镀 Ni-P 工艺条件	4.3-4.6g/L	4.7	84	0.5dm <sup>2</sup> /L	5-10 μm 滤芯	上下机械摆动
化学镀 Ni-B 工艺条件	5.5-6.0g/L	6.2	65	0.5 dm <sup>2</sup> /L	1-2 μm 滤芯	上下机械摆动

### 3 结论

综上所述,通过镀层性能比较可以得出以下结论。第一,Ni-P与Ni-B相比,优势较为突出,不仅镀速较快,而且价格相对低廉。但是生产温度要求高,需要有完善的加热设备才可以完成镀层工艺,设备保养费用较高。第二,两种镀层表面状态差异并不明显。在相同厚度条件下,Ni-P镀层的优势在于耐蚀性良好,不足之处主要体现在焊料流淌性稍差。第三,在实际应用中,如果对耐蚀性要求较为普通,化学镀镍层只要适中即可,不宜过厚,否则将会影响镀层性能,增加瓷件加工的成本。

#### [参考文献]

[1] 李海波,张宏程,邓正超. 镀液 pH 和温度对外壳瓷件化学镀镍层性能的影响[J]. 电镀与涂饰,2019,38(21):1149-1151.

[2] 孙林,李华新,芮修平. 外壳瓷件化学镀镍-磷及镍-硼镀液与镀层性能的对比[J]. 电镀与涂饰,2019,38(19):1035-1038.

作者简介:鲍禹希(1986-),男,河北人,汉族,硕士研究生学历,工程师,研究方向电子电镀。