



# 连接器电镀和涂层

- 连接器镀涂技术类型
- 电镀的作用及其作用方式
- 贵金属镀层
- 镍底的功能
- 贵金属镀层设计
- 非贵金属镀层
- 连接器端子涂层
- 电镀层的选择标准

数据, 案例, 图片, 图示培训时提供



# 连接器端子镀涂技术类型



连接器端子涂层的几大技术:

熔敷 (cladding) 技术: 在高压下金属表面间的机械连接. 有3种方式, 全熔敷 (overlays) 局部熔敷 (toplays) 和镶敷 (inlays). 若熔敷在高温下进行, 金属间的金属互溶 (interdiffusion) 进一步增强连接的强度. 熔敷所用金属是冶炼锻造的金属, 性能与电镀金属不同. 熔敷应用于更广泛 (比电镀工艺) 的金属种类, 尤其是贵重金属合金

热浸镀 (hot dipping): 在连接器领域主要表现为锡和锡合金热浸镀-铜带通过融化的锡 (合金). 用风刀或刷子控制厚度, 热浸镀易产生过多金属间铜锡化合物, 影响锡 (合金) 界面的机械性能 (金属间铜锡化合物硬度比锡高, 不具有典型锡镀层特征) 和可焊性.

化学镀/无电解镀: 化学镀是一种新型的金属表面处理技术, 该技术以其工艺简便、节能、环保日益受到人们的关注. 化学镀使用范围很广, 镀层均匀, 能提高产品的耐蚀性和使用寿命; 在功能性方面, 能提高加工件的耐磨导电性、润滑性能等特殊功能, 因而成为全世界表面处理技术的一个发展. 技术的原理是: 化学镀是一种不需要通电, 依据氧化还原反应原理, 利用强还原剂在含有金属离子的溶液中, 将金属离子还原成金属而沉积在各种材料表面形成致密镀层的方法目前, 对于非金属化学镀镍用得最多的是Pd活化工艺. 当吸附有Sn的非金属表面接触到Pd活化液时, Pd会被Sn还原而沉积到非金属表面形成活化中心, 从而顺利进行化学镀.

电解电镀: 电镀的原理与过程; 电镀的方式.

Encnn enables connection!

[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 电镀的原理和过程

- 来自于电镀液或可溶解的阳极的离子沉淀于阴极上(连接器端子)
- 通过电镀溶液和阴极的电流分布来控制电镀过程
- 被电镀金属在端子基材表面上各点处沉积,随着电镀厚度增加各电镀点横向增长,趋向于完全覆盖端子基材,覆盖的完整性取决于基材的表面特征,干净程度及电镀的工艺
- 电镀的金属的性能与相应的冶炼锻造的金属性能不一样:更硬,更脆,更轻



选择镀-厚度可能不一致

# 电镀的方式

Encnn

全镀

不同  
镀种  
选择  
镀



# 电镀的作用及其作用方式

- 电镀的两大作用:
- 对端子基材的防腐蚀保护
  - 腐蚀的主要方式: 氧化, 硫化, 氯化...
  - 镀层材料的要求: 在应用环境中的腐蚀不至于引起接触界面功能失效
- 在建立和维护接触界面方面, 优化其性能 (电气性能, 机械性能-插拔寿命, 插拔力)
- 贵金属镀层作用方式
  - 保证纯洁性/不生成膜/不受腐蚀
  - 抵御外来腐蚀, 基材元素迁移, 界面磨损
- 非贵金属镀层作用方式
  - 生成厚度受限且在配合时能被渗透的薄膜层
  - 渗透薄膜层抵御界面再受腐蚀.

Encnn enables connection!

[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 贵金属镀层

- 电镀层的系统性：每层履行各自的职能并有机协调
- 金
  - 金层典型厚度：1.27/50; 0.76/30; 0.38/15; 0.20/8(flash)-0.13 ~ 0.2(solderability), 0.025 ~ 0.08(appearance)
  - 特点：优越导电性能，传热性能，高贵性---纯洁性和高成本
- 钯
  - 特点（相对于金）：较差导电性能，较差传热性能，较差高贵性---纯洁性和高成本（历史时期依赖性）；有机物聚合催化剂(微振动引起有机物堆积).
- 贵金属合金
  - 合金化降低导电性和热稳定性
  - 金合金（e.g. gold/platinum/silver）：（相对于金）低成本，高电阻率，高硬度，低热传导，低耐腐蚀性，高耐磨；镶敷工艺-不能电镀.
  - 钯合金（Pd/Ni---底层; Pd/Ag-底层或表层-镶敷工艺）
  - 复合贵金属镀层：Au(flash)/Pd/Ni; Au(flash)/Pd-Ni/Ni; Au(flash)/Pd-Ni/Ni
  - 表层高贵性
  - 固态润滑剂/“砧板效应”



# 合金化降低导电性和热稳定性



- 高温对软金，钯金，钯影响不大，这是它们的高贵性所致
- 高温对硬金和钯镍影响很大，这是镍氧化和钴氧化所致
- 硬金不适合应用在125° 以上
- 正向力，电镀规格，端子材料如何影响接触电阻的实例
- 实例的解读/解释曲线交叉—— (Pd/Ni-brass, Pd-bronze, Au (H) -bronze, Au (S) -bronze, Au/Pd-copper



# 实例的解读

Encnn

$$R_{constriction} = k\rho(H / F_N)^{1/2}$$

- 正向力较小时，表层导电是瓶颈
- 正向力较大时，里层导电是瓶颈
- 正向力较小时，软金具有最小的接触电阻，其次是金钯，硬金，钯，钯镍
- 正向力较大时，里层的电阻率是接触电阻的主导因素





# 镍底的功能

- 镍底与孔隙性腐蚀
- 镍阻碍污染物攀爬
- 氯气阻碍镍的氧化薄膜的形成，影响钝化效果，故镍在氯气环境下的防止孔隙性腐蚀功能与阻碍污染物攀爬的作用打折扣
- 镍底阻碍基材元素扩散
- 镍改善插拔寿命---基材种类，镍底厚度如何影响插拔寿命数据
- 镍的厚度受限制：成本，粗糙度，塑性
- 镍底是贵重金属镀层非常必要的伴侣/电镀层的系统性：每层履行各自的职能并有机协调。



# 镍的孔隙性保护



- 连接器端子空隙性的普遍性: 基材, 电镀过程, 装配, 操作, 包装, 搬运过程...
- 镍的钝化特性: 很薄 (自限) 的氧化膜, 防止基材与外界环境接触





# 镍对腐蚀物的阻碍作用(1)



- 连接器端子底材裸露的不可避免性: 空隙性, 生产过程的划伤, 搬运过程, 设计要求 (预镀材料, 镀后切断) ...
- 越纯净的表面腐蚀物攀爬的越快, 表面张力效应/类似于浸润现象---Au>Pd>Ni
- 镍阻碍腐蚀物在断面的攀爬

Upper: selective gold/contact area + gold flash/overall + nickel/overall

Lower: selective gold/contact area + nickel/overall





# 镍对腐蚀物的阻碍作用(2)

Encnn



|                  | $\Delta d$ |
|------------------|------------|
| Gold             | 40         |
| Gold/Nickel      | 20         |
| Palladium        | 8          |
| Palladium/Nickel | 4          |
| Nickel           | 1          |



Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)



# 镍对腐蚀物的阻碍作用(3)

Encnn



# 镍阻碍基材元素扩散



铜，锌，铍元素在镍的溶解度远远小于它们在金，钯，银的溶解度





# 镍改善插拔寿命（1）



固态润滑原理/“砧板效应”



# 镍改善插拔寿命（2）

ENCNN

固态润滑原理/“砧板效应”



# 贵金属镀层设计

- 基材(组分)裸露的两大方式：扩散至表层；镀层不连续（孔隙性，损坏，磨损...）
- 孔隙性在电镀工艺的必然性：表面零散成核  
→ 核成长 → 核周边部分相互接触 → 核周边更大部分相互接触，重叠 → ...
- 金层孔隙性与电镀厚度的曲线关系
- 贵金属镀层的环境性能
- 孔隙性对接触电阻的影响的争议性---（孔隙性的程度，工作环境的性质）
- 镀金层对磨损的影响





# 孔隙性与厚度的关系

- 金层厚度往往在0.4-1.27，此区间性价比最高
- 基材缺陷，冲压缺陷和电镀工艺明显影响孔隙性及其他电镀缺陷
- 基材缺陷，冲压缺陷和电镀工艺影响曲线位置.



# 贵金属环境性能

Encnn

随机9点

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)



# 贵金属环境性能

Encnn

随机9点

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 贵金属环境性能

Encnn

随机9点

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)



# 贵重金属环境性能

ENChn

随机9点



# 贵重金属环境性能

ENCnn

随机9点



# 贵金属环境性能

Encnn

随机9点  
平均值

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 贵重金属环境性能

Encnn

随机取9点

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)



# 镀金层对磨损的影响

- 提高金硬度和降低摩擦系数（钴，镍，砷，铁）提高耐磨损性能
- 增加镍底，提高耐磨损性能
- 提高金硬度降低导电性和导热性，增加接触电阻。
- 提高金硬度增加金的脆性，诱发磨料磨损机制的可能，降低磨损性能



# 非贵金属镀层

- 非贵金属镀层特点和要求: 本身生成膜; 更大的正向力 (去除膜和保证界面机械稳定性的需要); 更需要配合滑动; 更有利于渗透膜层的几何形状
- 锡/锡合金
- 纯锡: 环保要求, 锡须风险; 93/7: 压制锡须; 工艺性好; 氧化膜易刮除; 分离界面厚度 2.5-4um
- 60/40: 低熔点, 易焊接 (共晶), 不适合分离界面 (更易腐蚀, 不易刮除), 永久界面厚度 1-6um.
- 锡镀层作用方式 锡的微动腐蚀(锡层的主要失效机理)及预防
- 锡须及其缓和措施
- 锡可焊性货架期: 3.0um/6M, 5.0um/2Y; 焊接方式, 储存条件, 材料 (基材, 电镀底层) 依赖性
- 薄金可焊性: 避免氢脆 (0.13-0.2um)
- 银---
- 镍: 作为接触区域镀层, 应用不广泛-用于高温; 表面氧化膜 (钝化) 很难去除需至少 400g 刮除-膜厚可达 100nm (1V 电压可击穿); 接触电阻较大 (高硬度高电阻率); 能产生微动腐蚀-高正向力下, 可能性不大.
- 铜底的作用-表面易腐蚀, 不适于表层电镀
- 改善结合力; 美化外观/填平基材表面 (亮铜底)
- 基材与后续镀层的媒介, e. g. 镍层 (酸性槽液) 无法镀到锌合金 (适用于碱性镀铜槽液) -铜底厚度 12.5-17.5um
- 阻碍基材元素 (e. g. 锌) 扩散至电镀表层---镍底不适合时 (无磁要求)
- 改善导电能力, 尤其在高频场合---趋肤效应



# 镀锡层作用方式

Encnn

- 锡表面生成自限的脆性薄膜
- 薄膜容易被克服，建立金属+金属接触.





# 微动磨损

在相互压紧的金属表面间由于小振幅振动-0.01-0.1mm(e.g. 不同热膨胀系数中的热循环)而产生的一种复合型式的磨损。微动磨损的机理是：摩擦表面间的法向压力使表面上的微凸体粘着。粘合点被小振幅振动剪断成为磨屑，磨屑接着被氧化。被氧化的磨屑在磨损过程中起着磨粒的作用，磨损加速，磨粒累积。由锡表面所形成的这种磨粒导电性不好，不易渗透，接触电阻陡增。



# 微动磨损及预防



预防:

- 增加正向力，防止微动振动——但正向力增大受限制（配合力增大，插拔寿命降低）

- 应用防微动磨损润滑剂



# 微动磨损及预防



- 本案例引起微振动的热循环的温度范围55-60, 该温度范围也能使矿物油挥发

- 锡的氧化薄膜具有非常优越的环境稳定性, 在能预防微振动腐蚀的前提下, 镀锡层具有很广的应用范围, 在贵重金属镀层敏感的高硫高氯环境下也表现稳定.



# 锡须及其缓和措施

- 单晶体：半径5um，常见小于100um长（个别500um），长于压应力表面，直的，弯的，面条状，
- 短路风险（长出表面或脱落）
- 缓和措施：
- 避免镀纯锡—锡银，锡铜合金
- 应用镍底
- 避免表面应力，
- 暗锡替代亮锡
- 镀后退火/过回流焊
- 避免弯曲
- 避免损伤
- 避免表面受压

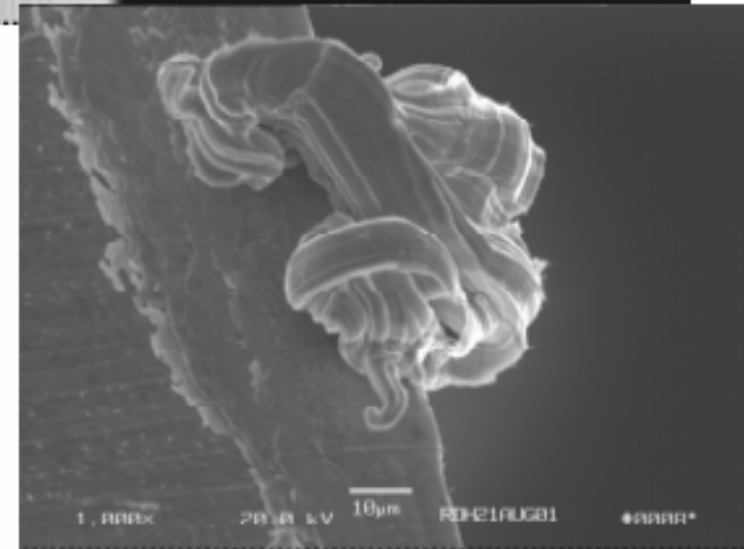
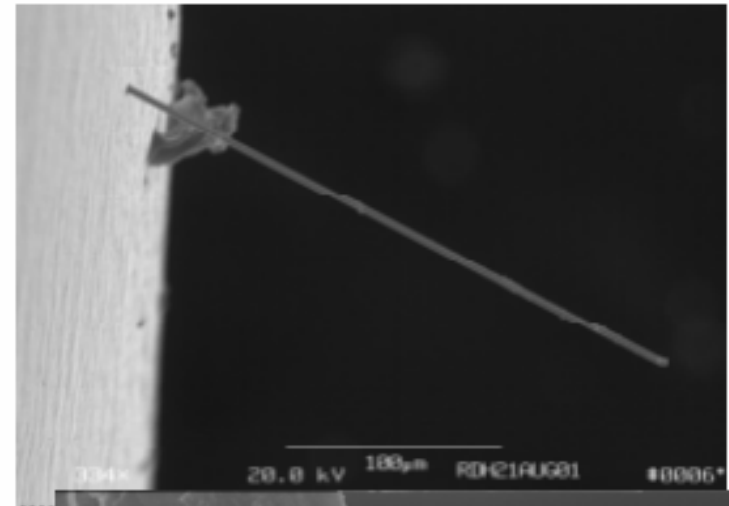
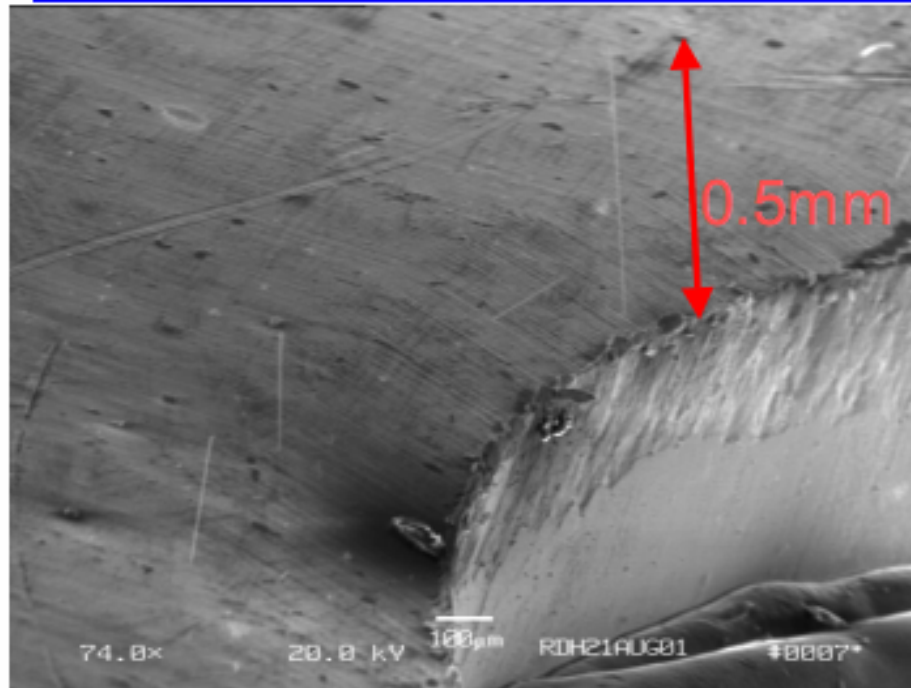




# 锡须及其缓和措施

ENCnn

## 锡须简介



☐ Whiskers can have multiple forms:

- Needles (above and upper right)
- Nodules
- Clumps (right)



# 锡须及其缓和措施



## 锡须简介

- The fundamental mechanisms which drive whisker growth are not completely agreed upon.
- Empirical testing has generated several growth mechanism proposals. These models show that the following conditions promote whiskers:
  - Stress
  - Temperature
  - Suitable metals
  - Crystallographic orientation
  - Thin tin plating (less than 8 microns)
  - Plating grain size (1 to 8 microns preferred to prevent whiskers)



# 锡须及其缓和措施

促进锡须形成的因素

## ***Compressive stress in the plating***

- This can come from internal stress due to plating, externally applied mechanical stress or externally applied thermal stress or intermetallic formation
- Tensile stress alone does not promote whiskering
- Compound stress states will include compressive components and promote whiskering.

## ***Temperature***

- Most commonly used temperatures are near the recrystallization temperature of tin, which is about 52 C.
- Recent publications have promoted that room temperature aging may be more severe than elevated temperature testing.

## ***Suitable metals***

- Tin and dilute tin alloys are susceptible to whiskering
- 93/7 tin/lead can form whiskers under harsh environments
- Eutectic tin/lead is not known to form whiskers
- Reflowed tin layers are not known to form whiskers
- Base metals which can react to form intermetallics with tin can add to stress and can promote whiskers





# 锡须及其缓和措施

ENCNN

促进锡须形成的因素

## ***Crystallographic orientation***

- Crystals of tin in the plating deposit with a preferred orientation.
- Some orientations have been linked to whisker growth while others retard whisker formation

## ***Thin tin plating (less than 8 microns)***

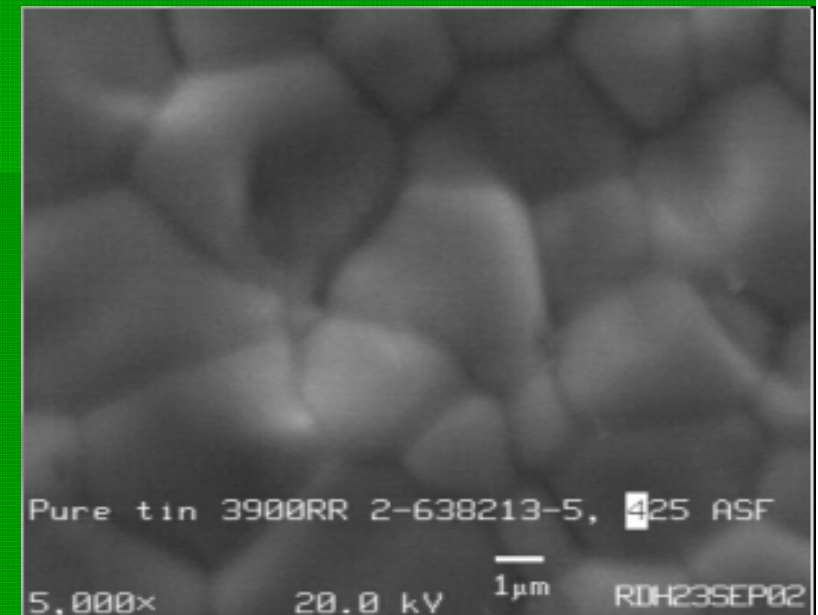
- This is unavoidable for terminal finish applications
- This alone is insufficient to cause whiskering

## ***Grain size and shape***

- Ideal morphology to avoid whiskering is a polygonized grain between 1 and 8 microns
- Image at right is a tin plating
- This shows the preferred morphology

## ***Reflowed tin platings***

- Generally do not whisker







# 锡须及其缓和措施

## 金属间化合物的作用

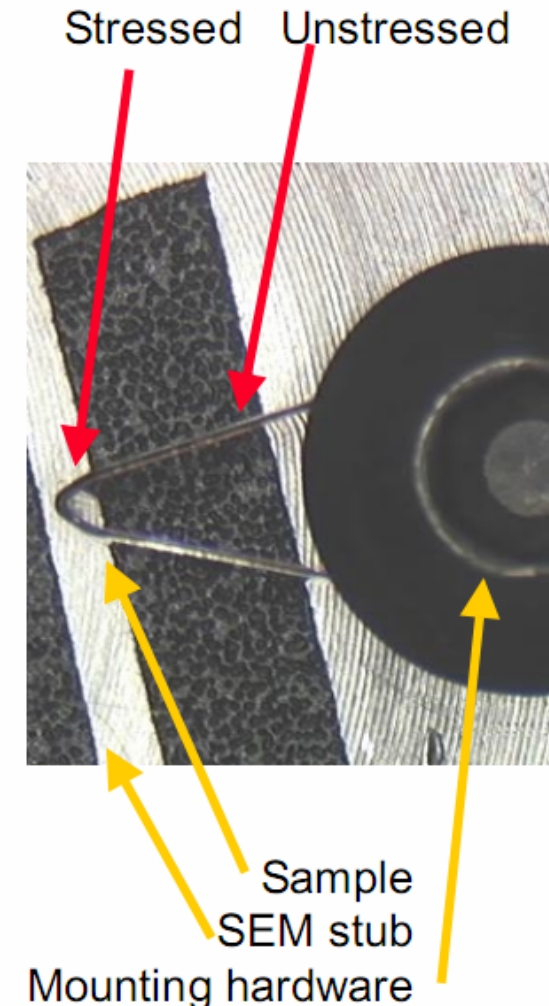
- Intermetallics form when Cu and Sn are available to interdiffuse
- The formation of  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  intermetallic increases the compressive stress in the tin deposit which can increase whiskering.
- The predominant method of reducing the growth of copper-tin intermetallics is to add a diffusion barrier, such as nickel.
- While nickel can also form intermetallics with tin, they result in a tensile stress in the plating.
- Nickel has been shown to drastically retard the formation of whiskers
- A nickel barrier combined with the right tin plating eliminates whiskers. Nickel barriers alone cannot prevent whiskers from forming...



# 锡须及其缓和措施

## 如何检测镀锡层的锡须性

- ❑ Samples are plated with the tin coating
  - Varied process conditions
  - With and without Ni barriers
- ❑ Samples are stressed by 3 point bending to 180 degrees
  - Induces tensile and compressive stress on the part, while leaving the unbent portions unstressed
  - Also induces a triaxial stress state at the wipe interface between the stressed and unstressed regions
- ❑ Samples are exposed to 50 C (uncontrolled humidity) for 6 months and 50 C/90%RH for six months
- ❑ Samples are examined by SEM at 1000X for evidence of whiskers





# 锡须及其缓和措施

## 如何检测镀锡层的锡须性

A terminal finish is considered whisker free if after exposure to the test environment the maximum whisker length is less than 50 microns and the area density of whiskers is less than 10 whiskers/mm<sup>2</sup>







# 镀银层

- 银变暗：与硫生成硫化膜（发暗，半导体，较软，易刮除）；与氯生成氯化膜（较硬，较难刮除）— 非典型场合；硫与氯复合污染物非常顽固，不易处理。
- 电压存在时，PCB铜箔上银层间会迁移
- 典型电镀厚度3-8um
- 不会通过硫化作用产生微动腐蚀
- 硬度较软-与软金类似，不耐磨
- 最好的导电性
- 优越的热传导性
- 大电流下防熔合性能优越. 电源连接器间距较大绝缘较好（银层迁移不是问题），正向力较大（暗化不是问题）大电流。
- 高频连接器的理想镀层。





# 连接器涂层

- 目的：减少摩擦；减少磨损；防腐蚀
- 典型组分：溶剂，基础油，抗磨剂，石蜡，膜软化剂，抗腐剂
- 失效方式：组分丧失（温度失控），低温凝固，组分退化，润滑剂对连接器应用环境的副作用，吸附灰尘
- 失效原因：超出工作温度范围，紫外线曝光分解，环境反应，后续工艺破坏（e. g. 焊接），老化
- 润滑剂应用评估：连接器和润滑剂的材料性质，工艺能力，应用工艺（e. g. 焊接），连接器应用场合（温度范围，环境性质）和性能要求（插拔寿命，应用时配合还是不配合），润滑剂交叉污染，润滑剂客户端检验



# 电镀层的选择标准

- 正向力的两大作用：建立金属/金属接触；维护金属/金属接触
- 保证界面稳定性的正向力的大小要求取决于电镀规格和应用要求
- 插拔寿命：与正向力的关系；与配合距离的关系；与几何形状的关系-赫兹应力；与磨损类型(涂层)的关系；与电镀层的关系（硬度，塑性，摩擦系数，厚度）
- 机械冲击和振动：界面错动/微振动磨损和腐蚀(tin, flashed Pd/Pd-Ni/Ni)
- 热环境：温度变化诱发微振动；较高温度-加速腐蚀, diffusion/膜形成加速, 形成金属间化合物
- 化学因素：湿度(湿度增加腐蚀的速率)；硫&氯(贵重镀层的主要失效方式，对锡镀层没什么影响)；氧(加速锡氧化-微振动腐蚀)。
- 电气参数：电压/电流能够击穿镀层的膜，所需电压/电流依赖于膜的性质与厚度，击穿性能的不可重复性，电流大小决定界面的变异对性能的不同影响（大电流焦耳热破坏界面，小电流则信号断续或噪音）非贵重金属界面在小电流和大电流场合不如贵重金属界面稳定——。
- 底层电镀对可焊性的影响
- 镀层的匹配
- 电镀方式：连续镀（快）；滚镀；化学镀（均匀，慢）；预镀（减去后续电镀，底材裸露引发腐蚀，工艺受限-不能承受大变形，外观敏感）
- 电镀层的选择受限于电镀工艺，电镀工艺受限于产品结构，成本；而批量大小影响成本





# 镀层对正向力的要求

ENCNN



# 各镀层性能参数

Encnn

Encnn enables connection!  
[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 热环境对锡的金属间化合物的影响

一定的温度会加速锡金属化合物的生长, 消耗表层的锡, 界面的物理性能发生变化(锡金属化合物比锡硬). 但一般不会完全消耗完锡.

去掉未消耗完的锡



电压

# 电气参数对镀层选择的影响

Encnn

界面的膜厚要被击穿,使其成为良导体,必须达到一定的阈值电压.这个电压决定于膜的结构(成分,厚度),而结构取决于应用环境

铜接触件受严重氧化后生成的膜层,其阈值电压大于100V.膜层被击穿后,电阻迅速下降(这种现象叫自我修复),但由于热效应加速了膜层附近区域的化学反应,对膜层有一定修复作用,通过这种电压击穿的电阻变异性很大,具不可重复性,于是阻值呈现非线性.在阈值电压附近,电压降的微小波动引起电流可能在二十倍或几十倍范围内变化,使接触电阻发生很大变化;不了解电压电流的这种非线性关系,就会在测试和使用连接器时产生错误.连接器设计倾向于通过机械方式去除膜层或避免膜层的形成.

电流

当电流超过一定值时,由于局部超高温的热作用使金属软化或熔化、电阻可能降低,从而产生小的电压波动(产生噪音);但温度增加时,金属的电阻率增大会进一步增加界面的热负荷,热量可能损伤或熔焊连接器界面.每种镀层具有不同的局部超高温性能:界面电压降=电流 $\times$ 电阻.

## 接触电阻变化与噪声

在传输电路中,连接器接触电阻的变化引起电压变化  $V=IXR$ .  $V$ 迭加在正常传输的信号上就形成电噪声.所以,连接器接触电阻的变化成为一种噪声源,直接影响电路传输质量水平.接触电阻的变化增加了高频信号短时间内的“开路”(触发电压变小)的可能性以致信号或数据变形或丢失.

Encnn enables connection!

[www.encnn.com](http://www.encnn.com)





# 底层电镀对可焊性的影响

- 焊接要求形成锡与被焊接表面组分的金属间化合物. 镍底和铜底均能与锡形成金属间化合物, 作为电镀底层它们具有可焊性
- 镀层的可焊性由表层的锡, 金, 钯等及底层电镀组成. 锡熔化于焊液中并参与与底层电镀层形成金属间化合物. 金可熔化于焊液中让底层电镀层与锡形成金属间化合物-金实际上保证电镀底层的可焊性. 钯溶解较慢但也能与焊料金属结合.
- 锡本身就是焊料的成分, 不会诱发新的焊接失效机理, 金会引发新的失效机理-形成锡金金属间化合物, 该化合物很脆, 降低焊接连接强度, 过多的锡金金属间化合物也影响焊接的过程
- 焊接时形成金属间化合物是必须的. 但金属间化合物不一定可溶解, 过多的金属间化合物会引起焊接问题. 金属间化合物能够在室温下生成会降低产品可焊性的货架期也能使接触电阻增大
- 锡铜金属间化合物生长的比锡镍金属间化合物快.
- 很多铜合金能够溶解于焊料中, 但底层电镀有助于提高可焊性, 尤其对于黄铜材质-黄铜中的锌元素会降低可焊性, 故阻碍锌元素的迁移的底层电镀有利于焊接.



# 镀层的匹配

ENCHN

- 匹配镀层：两接触镀层转移情况相同-Au(H)/ Au(H), Au(S)/ Au(S), Sn/Sn
- 不匹配镀层：转移只发生在一侧-Au/Sn: 一侧露底(镍)失效,另一侧腐蚀生膜,极难刮移-正向力小(金层设计),被转移层特性改变(不再“硬皮嫩肉”); 特例,Pd+Au/Pd(虽“不匹配”，效果极佳)
- 两者之间：Au(H)/ Au(S), Sn/Ag---视应用要求，分析测试
- 润滑剂改善镀层匹配问题.





# 镀层的匹配



连接器标准对镀层匹配的规定-IEEE 1394

It is necessary to standardize the electroplated finish on the contacts to assure the compatibility of plugs and sockets from different sources. The following standardized electroplating are compatible, and one should be used on contacts.

- a) 0.76 mm (30 min), minimum, gold, over 1.27 mm (50 min), minimum, nickel.
- b) 0.05 mm (2 min), minimum, gold, over 0.76 mm (30 min) minimum, palladium, over 1.27 mm (50 min), minimum, nickel.
- c) 0.05 mm (2 min), minimum, gold, over 0.76 mm (30 min) minimum, palladium-nickel alloy (80% Pd-20% Ni), over 1.27 mm (50 min), minimum, nickel.



# 镀层的匹配



连接器标准对镀层匹配的规定-USB3.0&SATA

## USB3.0

under-plating: 2.0  $\mu\text{m}$  Ni

Contact area plating: (Min)0.05  $\mu\text{m}$  Au + 0.75  $\mu\text{m}$  Ni-Pd

## SATA

For 50 durability cycles:

1.27  $\mu\text{m}$  (50  $\mu\text{in}$ ) minimum Ni with either 0.38  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{in}$ )  
minimum 80/20 Pd/Ni with 0.051  $\mu\text{m}$  (2  $\mu\text{in}$ ) minimum Au flash

For 500 durability cycles:

1.27  $\mu\text{m}$  (50  $\mu\text{in}$ ) minimum Ni with either 0.76  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{in}$ )  
minimum Au or 0.76  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{in}$ ) minimum 80/20 Pd/Ni with  
0.051  $\mu\text{m}$  (2  $\mu\text{in}$ ) minimum Au flash

Encnn enables connection!

[www.encnn.com](http://www.encnn.com)