

# 接插件电镀

JIECHAJIAN DIANDU

— 沈涪 编著 —



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TQ153  
237  
1=

# 接 插 件 电 镀

沈 涪 编 著

国 防 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

接插件电镀 / 沈涪编著. — 北京: 国防工业出版社,  
2007. 5

ISBN 978-7-118-04998-5

I. 接… II. 沈… III. 电镀 IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021489 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 710×960 1/16 印张 12 字数 156 千字

2007 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 26.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764



# 序

作为国内首次出版的电子电镀系列图书中的第一本电子电镀专业书籍,《接插件电镀》今天终于和读者见面了。它的出版肩负着两项重要的任务:一项是为电子电镀系列图书后面陆续推出的《印制版电镀》、《框架电镀》、《电子整机电镀》收集市场的反馈信息,便于后面这几本书如何掌握在写作方式和内容上更加贴近读者;另一项任务是通过这本书的出版,为开展电子电镀基础知识培训,振兴我国电子电镀行业技术奠定基础。

自我国改革开放以来,国内的电子信息技术有了较快的发展。受电子产业发展的影响,国内的电子电镀行业逐渐占据了推动电子工业技术发展举足轻重的地位。作为电子产品中应用范围较广、产量增速较快、国内电子元件市场占有率近十年来稳速增长的电接插件,在电镀工艺技术的改进方面有着明显的特点。特别是在电镀新技术的应用方面始终居于电子电镀行业首位。

目前国内的大小接插件电镀厂估计有 5000 个左右,产值在 100 亿人民币以上。无论哪一种电子产品:通信领域、汽车领域、航空航天、家用电器、计算机及外设领域都离不开接插件,接插件质量的好坏,直接影响到电子整机的使用性能。由于接插件的镀层质量直接影响产品的可靠性,所以接插件的电镀质量也是产品质量的一个重要环节。

随着电子整机日趋小型化、轻量化,接插件品种更新换代较快,新产品其技术规范越来越严格,对镀层质量要求越来越高,使电镀加工的难度不断加大。同时,接插件涉及的基体材料较多,如黄铜、铅黄铜、锡青铜、磷青铜;铁及铁合金;各种不锈钢及可伐合金;甚至还有多种非金属材料如:聚苯硫醚、聚醚酮、聚酰亚胺等。涉及的电镀种类较多,如镀金和金合金、镀银和银合金、镀镍和镍合金、镀锡和锡合金、镀铜和铜合金、镀钯和钯合金、以及镀铬、镀锌、镀镉、镀铈等。涉及的电镀方式较

多,挂镀、滚镀、振动镀、刷镀、化学镀、带料及线材高速电镀、以及各类选择性电镀等。所以,接插件电镀技术是一项高、精、难的电子电镀技术,是电子电镀的大头。

但是,即便是这样一个在电子电镀体系中有着代表地位的电子产品制造专业,目前国内还没有一本该行业的专业电镀书籍。对于国内从事接插件电镀的众多行业人员来说,也迫切需要有一本这样的专业指导书。为了促进该行业电镀技术健康、稳步发展,电子电镀专家委员会借鉴国外电镀同行的先进经验,认为有必要组织编写出接插件电镀的专业书籍,把规范该专业电镀工作者的生产操作行为,推广电镀新技术这项工作贯穿到书的内容之中。实现接插件电镀技术普及提高的目的。同时,通过接插件电镀专业技术的普及带动电子电镀行业其他专业电镀技术的普及和发展。

为了在书的内容上贴近电子电镀专业读者,同时也为了使该书在内容特点上跟过去已出版的同类电镀书籍有所区别,电子电镀专家委员会集中了国内电子电镀行业中具有较高电镀专业技术的专家代表来进行书籍的编辑评审工作。于2006年组建了《接插件电镀》一书的编委会;委托电镀专业实践经验较为丰富的沈涪高工和张荣光高工来分别承担该书的编写和审稿工作。并在书的初稿完成后反复几次征询电子电镀专家委员会荣誉主任委员、副主任委员的意见和建议,经过作者一年多来三易其稿,于2007年初完成书稿的再次修改后,通过胡国辉高工、黄渭澄高工、张荣光高工等人组织的审稿会进行的审定。为电子电镀系列图书后续书籍顺利出版探寻出了一条成功之路。

先期出版的《接插件电镀》具有这样的特点:

1. 专业性。由于书的内容是针对接插件这种产品的电镀技术直接描述,在书的章节安排上按照接插件的两大部件:接触体和外壳的电镀工艺进行划分,把接插件新兴的电镀方式作为专门章节介绍。这样,对于接插件制造行业的电镀工作者有明显的指导意义;既可帮助读者较快掌握这门专业技术的基本知识,又能引导读者对本专业新兴工艺技术作进一步的了解。

2. 规范性。内容形式等同于工厂的工艺文件,强调了工艺过程的细化、规范。在书中对于当前电镀行业中容易混淆的内容以及关键工序的把关尺度结合了最新的国家技术标准进行说明。对规范电镀生产者的操作行为,提高整体素质有一定帮助。

3. 实用性。该书集中了电镀一线生产中的丰富实践经验,在介绍每个镀种和每个新工艺的章节末尾都有经验总结。书中还依据详实的图表、数据对生产中常见的质量问题进行了各种因素综合分析。既有问题分析思路,又有对应措施,对于生产经验不足的电镀工艺人员来说帮助较大。

4. 新颖性。在介绍常用的传统工艺的同时,对于国内外接插件电镀行业的新工艺、新设备(其中包括中国大陆现暂时还未推广应用的电镀新技术——如喷流电镀、TTH 代镉电镀)采用了专门的章节进行介绍,对于一些老的传统电镀工艺,例如使用范围较广的滚镀方式,在设备的改进方面作了重点介绍,介绍手法图文并茂。同时还对接插件电镀的发展方向进行了预测。

由于科学技术的不断改进,现代电子电镀的工艺也在日新月异的发展,在这本书的编写过程中由于不可能作到全面收集信息,同时随时间变化也将难免会出现一些即将被淘汰的知识内容,为了在书的编写收集内容上及时跟上新的技术发展形势,真正起到专业指导作用,电子电镀专家委员会决定在书籍出版后每间隔三年时间就改版一次,一些过时的内容都将在今后三年一次的改版编辑中被新的内容取代。

电子信息产业是我国国民经济的支柱产业,电子电镀是电子产业的重要支撑技术之一。多年来,电子新技术的开发对世界各国的国民经济发展起到了重大的作用,作为影响电子产品性能的电子电镀技术在近半个世纪发展十分迅速。和国外发达国家相比,我们的电子电镀技术虽有较快发展但还是存在着较大的差距。这个差距有人保守估计是二十年左右。为了缩短这个差距,提高我国电子产品在国际市场的竞争力,我们电子电镀行业中每一位热心电镀事业的工作者,有必要从电子电镀行业的基础工作抓起,把及时了解和掌握电镀新信息,普及电子电镀先进技术,推行环保电

镀,提高电子电镀整个行业的技术能力作为近期的工作目标。

但愿《接插件电镀》的出版能为我国电子电镀技术的普及和发展起到良好的作用。

让我们共同祝愿我国的电子电镀技术从此走向新的辉煌。

蒋宇侨

2007年1月



# 前

# 言

接插件是电子设备中电气连接的重要元器件,广泛应用于航空、航天、交通、家电、计算机、通信设备、机电控制等领域。自改革开放以来,国内电子制造行业得到了飞速发展,作为电子制造行业中需求量较大的电子元件,国内接插件的制造技术也得到了较快的发展,接插件电镀技术与 20 世纪中期相比,有了突飞猛进的发展。无论是电镀工艺还是电镀设备都呈现出了较大的变化。

我国接插件行业起步于 20 世纪 50 年代末,其行业成员初期几乎全部为国有企业,其中又以电子部、航天部、航空工业部的部分军工企业为主。由于这些接插件生产厂其电接插件设计制造技术长期以来沿用苏联相关技术标准,产品规格少,生产数量低。各生产厂电镀镀种单一,电镀规模都较小。自 20 世纪 80 年代起,国内电子工业迅速发展,接插件的需求量迅速增加,国家在接插件的电镀生产技术改进上投入了大量人力、财力。以电子部为首,在太原工艺试验所的带领下,电子部的几大接插件生产厂先后组织进行了“六五”镀银工艺攻关、镀金工艺攻关,使接插件的电镀质量有了一定的提高。随着改革开放的不断进行,国外大量先进技术、设备进入我国电子电镀领域,国内电接插件的制造技术得到迅速提高。电镀设备由手工操作逐步过渡到自动化控制,电镀工艺也由几个简单的单金属镀种发展到数十个不同品种的功能性复合金属镀种。振动电镀、带料选择性电镀、化学镀在接插件电镀行业中逐渐占据了主导地位。

由于接插件在电子系统中担负着电能传输和信号控制与



传递的主要作用,接插件的性能、可靠性直接影响到电子设备的性能和可靠性。在接插件的生产制造过程中,产品电镀质量的好坏将直接影响到电接触件的电气性能。所以接插件的电镀质量是满足其产品可靠性的关键因素。在我国,以前习惯上把电连接器、开关、键盘和管座统称为接插件。但是,近年来国内外大量文章和技术文件中所说的接插件主要是指各类电连接器,因此,本书所涉及的内容也是属于电连接器电镀相关范围。近几年来,由于接插件生产量在国内电子产品中占有的比例较大,其产品产量和种类的增速始终保持在较稳定的数值,所以接插件电镀在电子电镀技术中占有比较突出的位置;同时在接插件电镀过程中出现的大多数质量问题在电子电镀行业中也具有明显代表性。因此,解决接插件电镀质量问题在电子电镀行业中具有相当重要的意义。作者根据自己在接插件电镀行业30年来的工作实践经验,对接插件电镀中一些常见质量问题的产生原因进行了分析总结,认为目前国内存在于接插件电镀中的大多质量问题的首要原因就是由于没有严格按电镀程序操作,镀前准备工作不充分和镀后处理不当造成。再一个重要的原因就是产品整个制造过程缺乏全面统一的科学管理,电镀质量问题责任没有分清,把受其他工序(产品设计、材料供应、基体加工、部件装配、成品包装、运输与储存等)影响产生的镀层质量问题归咎于电镀工序。因此,本书在介绍接插件电镀各类电镀工艺和相关设备时,以一些常见质量问题结合实例的分析做为重点介绍,同时尽量辅以实物图片加以说明,以帮助读者对这些质量问题做进一步的分析。为了让本书突出以应用为主的特点,书中对于国内接插件行业近些年来大家熟知的常用镀种的电镀工艺仅在应用情况方面做了简短回顾,而把接插件电镀的操作程序特别是镀前和镀后的工作内容做了重点介绍;本书对目前应用于接插件电镀的几种新兴电镀方式的技术及设备的工作原理做了简要概括,同时也对接插件电镀的发展方向进行了简单预测。

从本书的内容中你可以了解到接插件电镀整个过程所必经的各种程序,也可更加明确哪些工序是影响镀层质量的重要工序。愿各位读者通过阅读本书,能够启迪你解决电镀质量问题的思路,给你的工作带来帮助。

在本书的编写过程中,电镀专家委员会蒋宇侨主任委员和各位副主任委员给予了工作上大力支持,为稿件的修改完善提出了许多宝贵的意见,特别是安茂忠教授在本书的规范用语方面给予了及时指正,使该书减少了不少谬误之处,在此向他们以及其他参加本书编审的专家们表示衷心感谢。

沈涪

2007年1月1日

# 目

# 录

<b>第 1 章 镀前准备</b> .....	1
1.1 镀前检验 .....	2
1.2 镀前处理 .....	6
1.2.1 去毛刺 .....	6
1.2.2 镀件清洗 .....	6
1.2.3 降低基体表面粗糙度.....	11
1.2.4 镀件活化.....	16
1.3 确定电镀方式.....	20
1.3.1 各种电镀方式的特点.....	20
1.3.2 几种零件混镀.....	21
1.4 镀液镀前检查和电镀主要参数计算.....	23
1.4.1 镀液镀前检查项目.....	23
1.4.2 电镀主要参数计算.....	24
1.5 电镀设备检查.....	25
1.5.1 电镀电源.....	25
1.5.2 温控系统.....	25
1.5.3 循环过滤系统.....	26
1.5.4 镀液补充系统.....	26
参考文献 .....	26
<b>第 2 章 电镀工艺</b> .....	27
2.1 接触体电镀工艺.....	28
2.1.1 接触体镀金工艺.....	28
2.1.2 接触体镀银工艺.....	61
2.1.3 接触体镀锡和镀锡铅工艺.....	68
2.1.4 其他接触体电镀工艺.....	75
2.2 外壳电镀工艺.....	78
2.2.1 外壳镀锌工艺.....	78
2.2.2 外壳镀铬工艺.....	86
2.2.3 外壳镀镍工艺.....	92
2.2.4 其他外壳电镀工艺.....	95
参考文献 .....	97
<b>第 3 章 接插件电镀中新兴的电镀方式</b> .....	99
3.1 振动电镀 .....	100

3.1.1	振动原理 .....	100
3.1.2	设备类型 .....	102
3.1.3	振动电镀工艺 .....	110
3.1.4	使用振动电镀应注意的事项 .....	111
3.2	带料电镀 .....	113
3.2.1	带料连续选择性电镀设备 .....	114
3.2.2	带料连续选择性电镀方法 .....	115
3.2.3	带料连续选择性电镀工艺 .....	120
3.3	可伐合金玻璃封接电连接器电镀 .....	126
3.3.1	传统的可伐合金连接器多层电镀工艺 .....	127
3.3.2	可伐合金连接器选择性电镀工艺 .....	128
3.3.3	在采用选择性电镀工艺过程中要注意的问题 .....	131
3.4	铝外壳化学镀镍 .....	132
3.4.1	铝外壳基体质量 .....	133
3.4.2	化学镀镍工艺选择 .....	135
3.4.3	铝外壳化学镀镍工艺流程 .....	138
3.4.4	化学镀镍设备 .....	140
3.4.5	铝外壳化学镀镍应注意的问题 .....	143
	参考文献 .....	145
<b>第四章</b>	<b>镀后处理</b> .....	<b>147</b>
4.1	镀后处理与镀层质量的关系 .....	148
4.2	镀后处理工作内容 .....	148
4.2.1	镀后清洗 .....	148
4.2.2	高温处理 .....	149
4.2.3	镀后钝化 .....	149
4.2.4	镀后浸涂防护剂 .....	150
4.2.5	镀后检验 .....	151
4.2.6	镀后镀件的包装、运输和储存 .....	154
4.3	镀后处理要注意的一些问题 .....	155
4.4	不合格镀件的返镀 .....	156
4.4.1	镍打底镀金零件返镀工艺 .....	157
4.4.2	镀银零件返镀工艺 .....	158
4.4.3	镀锡铅合金零件返镀工艺 .....	159

4.4.4	铁基体、铜及铜合金基体外壳镀镍退镀工艺	160
4.4.5	带料零件返镀工艺	160
	参考文献	161
<b>第5章</b>	<b>接插件电镀的发展方向</b>	<b>162</b>
5.1	新兴电镀方式将逐步取代常规的传统电镀方式	163
5.1.1	以振动电镀方式替代常规滚镀	163
5.1.2	以带料电镀为提高产品生产效率奠定基础	164
5.1.3	以化学镀开辟新材料在接插件产品的应用前景	164
5.2	选择性电镀将成为接插件电镀的主要电镀方式	165
5.2.1	散件接触体选择性电镀	165
5.2.2	外壳选择性电镀	166
5.3	电镀新设备、新工艺将会在接插件电镀行业得到进一步推广	167
5.3.1	TTH 镀层	167
5.3.2	铝件等离子放电氧化工艺	170
5.3.3	电镀方式和电镀装置的改进	173
5.4	实施清洁生产和坚持科学的全面质量管理才是提高产品竞争力的唯一途径	178
	参考文献	179

# 第1章

## 镀前准备

镀前准备是指电镀操作者在接受生产任务后,领到的镀件在未进入镀槽或电镀自动生产线前,在即将开始电镀这一阶段要做的全部准备工作,也是接插件电镀过程中一项重要的工作。如果镀前准备工作做得不好将会给镀件的镀层质量留下隐患。为了保证镀件在电镀后取得良好的质量效果,在接插件的电镀前必须要做好以下准备工作。

### 1.1 镀前检验

操作者在领取镀件后首先要对照镀件的产品图纸认真进行自验,以确定该镀件是否与设计图相符合。镀前检验必须进行的项目如下。

#### 1. 检查基体材料是否采用符合图纸规定的基体材料加工

首先要明确基体材料的种类和杂质成分。比如图纸标注某种接触体基体材料为铜件,操作者应明确该镀件是属于那一类铜材。要知道是青铜还是黄铜?接下来要进一步知道是属于哪一种青铜或哪一种黄铜。因为在接插件常用的基体材料中,青铜里面有锡磷青铜和铍青铜之分;黄铜里面有普通黄铜和铅黄铜之分;甚至普通黄铜中还有 H59 黄铜和 H62 黄铜之分;这些材料因其化学成分不同,镀前处理的工艺也就有所区别。如果,发现在同一批次的同种零件中出现两种材料的加工件,应及时报告相关人员并退回上道工序作分选处理。

#### 2. 检查镀件的外形和尺寸与图纸是否相符

要检查镀件的形状是否与图纸一致,有无零件弯曲和变形的现象。特别是要检查带料冲制件有没有镀件翘曲或单载体(单搭边)带料件拉伸时出现扇形的现象。对镀件各个尺寸特别是关键尺寸要仔细检查有没有出现尺寸超差。同时要弄清楚图纸上标注的关键尺寸是指镀前尺寸还是镀后尺寸(一般情况下是在镀后尺寸数字右上角标注“▲”)。若是镀后尺寸,还要把检验时测量到的尺寸加上镀层的总厚度,再跟图纸上标注的尺寸相比较,看看有没有给出酸洗量,给出的酸洗量是多少,电镀后会不会出现尺寸超差现象。

通常所说的关键尺寸是指:

(1) 长度。

(2) 外径。

(3) 螺纹和孔的通止(外螺纹分别用环规的通端和止端测量,内螺纹和孔分别用塞规的通端和止端测量,通端能通过但不能过松,止端能止住但不能过紧)。要注意镀前使用的环规和塞规为非标准量具,只有镀后使用的环规和塞规才是标准量具;非标准量具一般是指标准量具使用一段时间后有一定磨损量再另其使用的量具,或是指为要求较高的镀件专门制作的量具。两种量具的差值正好等于镀件的镀覆量。

(4) 安装台阶宽度。

(5) 焊线槽长度(同一批次的镀件焊线孔铣弧长度必须一致)。

当镀件焊线孔孔径小于1mm时,焊线槽铣弧长度必须大于孔长度1/2,并且孔底设计有一横向工艺通孔(电镀时保证溶液流通),否则将会影响焊线孔的镀层质量。

3. 检查镀件传送卡上的镀覆标记是否与图纸一致,并弄清镀覆标记内容

镀件相关图纸以及随镀件加工工序同行的传送卡上所采用的金属镀覆和化学处理表示方法必须一致。应按最新技术版本即GB/T 13911—92表示方法来表示。

金属镀覆表示方法:

基体材料/镀覆方法·镀覆名称镀覆层厚度·镀覆层特征·后处理  
例如:Cu/EP·Sn(60)-Pb15·Fm表示铜件电镀15 $\mu\text{m}$ 以上的含锡60%锡铅合金,镀后热熔。

化学处理和电化学处理表示方法:

基体材料/处理方法·处理名称处理特征·后处理(颜色)  
例如:Al/Et·APt(A04-9)表示铝件阳极氧化喷氨基漆(括号内是漆的牌号)。

电镀操作者应清楚产品设计者使用该镀覆标记的目的,对于镀覆要



求不清楚或因受电镀工艺限制预计镀后无法满足设计要求时,应及时请电镀工艺工程师解释或会同电镀工艺负责人与产品设计人员进行沟通。

在核对镀件传送卡上的镀覆标记时操作者必须要搞清楚以下几点。

(1) 镀层厚度。图纸所指的镀层厚度是下限值,也就是说镀后按规定部位测量镀层厚度时,镀层厚度不能低于图纸要求的厚度,且厚度单位统一是微米( $\mu\text{m}$ )。

(2) 电镀顺序。采用多层电镀时,各种电镀方法的先后次序。

(3) 金属含量。合金镀层中各种金属的百分含量,化学镀镍是镀高磷镍还是中磷镍。

(4) 镀层亮度。镀层有无亮度要求,例如接触体镀锡是要求光亮锡还是雾锡。

(5) 后处理要求。镀后是浸漆或喷漆,浸硝基漆还是浸醇酸漆或喷硝基漆还是喷氨基漆? 镀层钝化还是不钝化(有可焊性或粘胶要求的镀件不能采用镀后钝化处理)? 对镀层的后处理有颜色要求的(氧化着色或铬酸盐化学钝化),要明确是什么颜色。

例如:Al/Ep·Cd10·c2D 表示铝件电镀镉 $10\mu\text{m}$ 以上深色钝化,但在同一钝化等级还有:草绿色、橄榄绿、棕褐、黑色之分。如果图纸上未进一步标明,应按用户提供的样品作为颜色标准,或在电镀前向设计人员或用户了解清楚。

#### 4. 检查镀件的表面状态

对于油污较重的镀件作该项鉴定前,最好是取少量镀件采用以下方法处理后再作判定:

化学去油→热水洗→冷水洗→去氧化皮→冷水洗→混合酸洗→冷水洗→钝化→冷水洗→热水洗→烘干→交验。

镀件表面状态主要是指:

(1) 镀件基体表面清洁度。清洁度包括油污程度(要特别注意深孔件的孔内有无干涸油污)和氧化程度(检查镀件表面有无严重锈蚀)。

(2) 镀件内外有无毛刺。镀件带有毛刺会直接影响镀层质量,电镀