

电镀 技术

潘继民 主编

1000
问



电镀技术 1000 问

主 编 潘继民
副主编 夏 静 陈 永 李立碑
参 编 时爱菊 赵靖宇 孙玉福 刘胜新 翟 震
陈慧敏 李立里 侯晓丽 王志刚 张冠宇
赵 丹 孙华为 杨 娟 邓 晶 吴珊珊
颜新奇 丛康丽 李二兴 张靓颖 隋方飞
刘 茜 毛 磊 张富生 顾 健 负东海
主 审 张金凤



机械工业出版社

本书以问答的形式全面系统地介绍了电镀技术的相关知识。内容包括电镀基础知识、电镀预处理、电镀单金属、电镀合金、特种电镀、电镀设备、镀层性能的检测、常用电镀溶液分析、电镀环保与污染控制,共计1000个问题。本书语言简洁扼要,内容通俗易懂,数据准确翔实,针对性和实用性强,便于读者有针对性地快速查阅并解决电镀实际生产中的技术问题。

本书适合于从事电镀技术的工程技术人员和电镀工人阅读,也可供各类培训院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电镀技术 1000 问/潘继民主编. —北京:机械工业出版社, 2010.10
ISBN 978-7-111-31941-2

I. ①电… II. ①潘… III. ①电镀-技术-问答 IV. ①TQ153-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 182470 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:陈保华 责任编辑:李建秀 版式设计:霍永明

责任校对:肖琳 封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京四季青印刷厂印刷 (三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·28.75 印张·660 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31941-2

定价:59.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010) 88379734

社服务中心:(010) 88361066

网络服务

销售一部:(010) 68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

电镀是金属表面处理的重要组成部分，随着科学技术的进步与发展，电镀已成为一个专门的研究领域并构成了庞大的产业，特别是机械制造、仪器仪表、交通工具、电子信息和航空航天等部门，对电镀技术提出了更多更高的要求。传统电镀工艺技术需要不断改进和提高，电镀新工艺和新技术需要不断开发和研制，社会进步和环境保护的要求对电镀工作者也提出了新的挑战。

为了满足电镀工作者对实用电镀技术的需求和提高他们解决实际问题的能力，我们广泛征求了广大电镀工作者的意见，结合多年的教学、科研和工作实践，针对电镀生产中经常出现的问题和遇到的难题，编写了这本《电镀技术 1000 问》。本书语言简洁扼要，内容通俗易懂，数据准确翔实，查阅快捷方便，侧重应用技术和解决工业生产中经常遇到的实际问题，针对性和实用性强。编写时针对相关问题的回答注入了新的内容，并对已经过时的工艺问题作了删减，紧跟当前电镀技术的发展趋势。本书既有手册一样的功效，又丰富了解决工业生产中实践技术难题的知识。

本书以问答的形式全面系统地介绍了电镀技术的相关知识，全书共 9 章，共计 1000 个问题。内容包括电镀基础知识、电镀预处理、电镀单金属、电镀合金、特种电镀、电镀设备、镀层性能的检测、常用电镀溶液分析、电镀环保与污染控制。本书适合于从事电镀技术的工程技术人员和电镀工人阅读，也可供各类培训院校相关专业师生参考。

本书由郑州大学的潘继民任主编，夏静、陈永、李立碑任副主编。参加编写的人员还有时爱菊、赵靖宇、孙玉福、刘胜新、翟震、陈慧敏、李立里、侯晓丽、王志刚、张冠宇、赵丹、孙华为、杨娟、邓晶、吴珊珊、颜新奇、丛康丽、李二兴、张靓颖、隋方飞、刘茜、毛磊、张富生、顾健、负东海。张金凤老师对全书进行了详细审阅。

在本书编写过程中，我们参考了国内外同行的大量文献资料，谨向有关人员表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，错误和纰漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 电镀基础知识	1
1.1 电化学基础知识	1
1.1.1 什么是原电池?	1
1.1.2 原电池的构成条件有哪些?	1
1.1.3 什么是电解池?	1
1.1.4 电解池发生电解反应的条件有哪些?	2
1.1.5 原电池和电解池有哪些不同?	2
1.1.6 电解池溶液中电位差是如何形成的?	2
1.1.7 电解液物质的放电顺序有何规律?	2
1.1.8 常见酸碱盐溶液的电解类型及其规律有哪些?	3
1.1.9 影响离子放电顺序的因素有哪些?	3
1.1.10 什么是法拉第定律?	3
1.1.11 什么是电流密度?	3
1.1.12 电流效率的表示方法有哪些?	4
1.1.13 什么是参比电极?	4
1.1.14 对参比电极的要求有哪些?	5
1.1.15 如何选用参比电极?	5
1.1.16 什么是可逆电极和不可逆电极?	5
1.1.17 什么是金属的电极电位?	5
1.1.18 什么是标准电极电位?	5
1.1.19 什么是平衡电极电位?	6
1.1.20 什么是析出电位?	6
1.1.21 什么是过电位?	7
1.1.22 什么是非平衡电极电位?	7
1.1.23 什么是极化曲线?	7
1.1.24 什么是极化度?	8
1.1.25 什么是电化学极化?	8
1.1.26 什么是浓差极化?	9
1.1.27 简单金属离子还原时的极化有何特点?	9
1.1.28 络离子电化学还原时有何特点?	9
1.1.29 什么是台阶棱边位离子转化电沉积机制?	9
1.1.30 什么是平台位离子转化电沉积机制?	10
1.1.31 附着镀层的形成机制有哪些?	10
1.1.32 电化学防护性能与机械防护性能有何不同?	10

1.1.33 双电层有哪些形式?	11
1.1.34 双电层中电极界面剩余电荷及电位如何分布?	11
1.1.35 什么是电毛细现象?	12
1.1.36 什么是电毛细曲线?	12
1.1.37 什么是标准电池?	12
1.1.38 使用标准电池时有哪些注意事项?	12
1.2 电镀基本知识	13
1.2.1 什么是电镀?	13
1.2.2 电镀的作用是什么?	13
1.2.3 电镀有哪些种类?	13
1.2.4 什么是电镀过程中阳极“钝化现象”?	13
1.2.5 影响电镀过程中“钝化现象”的主要因素有哪些?	14
1.2.6 电镀溶液由哪些部分组成?	14
1.2.7 电解液中电力线的分布情况有哪些?	15
1.2.8 什么是仿形阳极?	15
1.2.9 什么是辅助阴极?	15
1.2.10 影响分散能力的电化学因素有哪些?	16
1.2.11 电流效率对镀层均匀分布有何影响?	16
1.2.12 什么是电镀溶液的分散能力和覆盖能力?	16
1.2.13 基体材料对电镀溶液的覆盖能力有何影响?	17
1.2.14 如何测定电镀溶液分散能力?	17
1.2.15 如何用凹穴法测定电镀溶液覆盖能力?	17
1.2.16 如何用角形阴极法测定电镀溶液覆盖能力?	18
1.2.17 如何用内孔法测定电镀溶液覆盖能力?	18
1.2.18 金属镀层按用途分为哪些种类?	18
1.2.19 什么是阳极镀层?	18
1.2.20 什么是阴极镀层?	19
1.2.21 镀层的基体材料有哪些?	19
1.2.22 金属的电沉积过程包括哪些步骤?	19
1.2.23 常见的电结晶生长形态有哪些?	19
1.2.24 电镀溶液对电镀层结晶粗细有何影响?	20
1.2.25 阴极电流密度对镀层有何影响?	20
1.2.26 搅拌对镀层质量有何影响?	21
1.2.27 什么是电镀过程中的析氢?	21
1.2.28 析氢对镀层质量有何影响?	21
1.2.29 什么是镀层的安全厚度?	21
1.2.30 什么是镀层的接触腐蚀?	22
1.3 常用电镀相关数据	22
1.3.1 各种常见介质对金属的作用是什么?	22
1.3.2 金属在 25℃下水溶液中的标准电极电位是多少?	23

1.3.3 常用电镀溶液的比热容是多少?	23
1.3.4 常用电镀溶液的阴极电流效率是多少?	24
1.3.5 常见镀层的硬度是多少?	24
1.3.6 厚度为 $1\mu\text{m}$ 镀层的单位面积重量是多少?	25
第 2 章 电镀预处理	26
2.1 粗糙表面的整平	26
2.1.1 金属电镀预处理的意义是什么?	26
2.1.2 电镀预处理需要进行哪些基本工序?	26
2.1.3 什么是磨光?	27
2.1.4 如何确定磨光时磨轮的最佳速度?	27
2.1.5 对工件表面划伤和凹坑的整形有哪些要求?	27
2.1.6 工件电镀前的表面粗糙度值和圆角有哪些要求?	28
2.1.7 如何选择磨光时磨料材料?	28
2.1.8 如何选择磨光时磨料的粒度?	29
2.1.9 如何选用磨光轮?	29
2.1.10 磨光轮的制作方法有哪些?	29
2.1.11 使用磨光轮时的注意事项有哪些?	29
2.1.12 磨光时金刚砂自行脱落的原因及解决办法有哪些?	30
2.1.13 磨光带磨光有何特点?	30
2.1.14 接触轮的特性与用途有哪些?	30
2.1.15 如何选择磨光带的磨光参数?	31
2.1.16 什么是机械抛光?	32
2.1.17 机械抛光有哪些类型?	32
2.1.18 机械抛光与磨光有何异同?	32
2.1.19 常用抛光轮有哪些种类?	33
2.1.20 如何选择抛光轮的转速?	33
2.1.21 抛光膏的种类及应用范围有哪些?	33
2.1.22 抛光膏残留在工件缝隙中对后续施镀有何危害?	34
2.1.23 什么是化学抛光?	34
2.1.24 钢铁工件如何进行化学抛光?	34
2.1.25 钢铁工件化学抛光时有哪些注意事项?	35
2.1.26 铜及铜合金工件如何进行化学抛光?	35
2.1.27 铝及铝合金工件如何进行化学抛光?	35
2.1.28 什么是电化学抛光?	36
2.1.29 电化学抛光具有哪些优点?	36
2.1.30 电化学抛光具有哪些优点?	36
2.1.31 钢铁工件如何进行电化学抛光?	37
2.1.32 如何对铜及铜合金工件进行电化学抛光?	37
2.1.33 铝及铝合金工件如何进行碱性电化学抛光?	38
2.1.34 铝及铝合金工件如何进行磷酸基电化学抛光?	38

2.1.35	钛及钛合金工件如何进行电化学抛光？	39
2.1.36	镍及镍合金工件如何进行电化学抛光？	39
2.1.37	使用通用电解液进行电化学抛光时采用怎样的工艺条件？	40
2.1.38	什么是刷光？操作时有哪些注意事项？	41
2.1.39	常用刷光轮有哪些类型？	41
2.1.40	金属丝刷光轮的类型及用途有哪些？	42
2.1.41	什么是成批光饰？	42
2.1.42	不同的光饰方法有何优缺点？	42
2.1.43	如何选择成批光饰用磨料？	43
2.1.44	如何选用合适的磨料与工件体积比？	43
2.1.45	什么是振动光饰？	44
2.1.46	喷砂有何用途？	44
2.1.47	喷砂常用磨料有哪些？	44
2.1.48	喷砂的种类有哪些？	45
2.1.49	喷丸与喷砂有何异同点？	45
2.1.50	喷丸强度受哪些因素影响？	45
2.1.51	什么是滚光？	45
2.1.52	滚光用滚筒有哪些类型？	46
2.2	脱脂	46
2.2.1	脱脂的目的是什么？	46
2.2.2	常用的脱脂方法有哪些？	46
2.2.3	如何检验脱脂是否彻底？	47
2.2.4	有机溶剂脱脂有何特点？	47
2.2.5	用三氯乙烯脱脂时有哪些注意事项？	47
2.2.6	常用的有机溶剂有哪些？	48
2.2.7	什么是化学脱脂？有哪些类型？	48
2.2.8	常用碱性脱脂的工艺条件是什么？	49
2.2.9	常用酸性脱脂的工艺条件是什么？	50
2.2.10	常用乳化脱脂工艺条件是什么？	50
2.2.11	什么是电化学脱脂？	50
2.2.12	电化学脱脂的特点和适用范围是什么？	51
2.2.13	影响电化学脱脂效果的因素有哪些？	51
2.2.14	电化学脱脂的溶液组成及工艺条件是什么？	52
2.2.15	什么是滚筒脱脂？	52
2.2.16	滚筒脱脂前的滚光操作有何要求？	52
2.2.17	什么是常温脱脂？	53
2.2.18	常温脱脂有哪些注意事项？	53
2.2.19	什么是超声波脱脂？	53
2.2.20	超声波脱脂有何特点？	53
2.2.21	如何控制喷淋脱脂时的出泡量？	54

2.3 浸蚀	54
2.3.1 什么是浸蚀?	54
2.3.2 常用的浸蚀剂有哪些?	54
2.3.3 什么是缓蚀剂?	55
2.3.4 什么是电化学浸蚀?	55
2.3.5 电化学浸蚀有哪些种类?	56
2.3.6 什么是阴极-阳极联合电化学浸蚀?	56
2.3.7 如何选择钢铁工件的化学浸蚀工艺条件?	56
2.3.8 如何选择钢铁工件的电化学浸蚀工艺条件?	57
2.3.9 如何选择钛、钨、铬等金属及其合金的电化学浸蚀工艺条件?	57
2.3.10 如何选择不锈钢和耐热钢的浸蚀工艺条件?	57
2.3.11 如何选择铜和铜合金工件的浸蚀工艺?	60
2.3.12 如何选择镁和镁合金工件化学浸蚀工艺条件?	60
2.3.13 如何选择铝及铝合金工件的化学浸蚀工艺?	62
2.3.14 如何选择锌及锌合金工件的浸蚀工艺?	62
2.3.15 如何选择锌、镉及其合金的浸蚀工艺?	63
2.3.16 如何选择铅、锡及其合金的浸蚀工艺?	63
2.3.17 如何选择钛、钨及其合金的浸蚀工艺?	64
2.3.18 如何进行一步脱脂浸蚀?	64
2.3.19 为什么工件要进行钝化处理? 如何选择钝化处理工艺条件?	65
2.4 不同基体金属的电镀预处理	65
2.4.1 铝及铝合金在电镀时预处理有何特点?	65
2.4.2 如何选择铝浸锌预处理工艺条件?	65
2.4.3 如何进行普通铝及铝合金浸重金属预处理工艺?	66
2.4.4 如何进行铸铝浸重金属预处理工艺?	66
2.4.5 铝及铝合金电镀预处理的注意事项有哪些?	67
2.4.6 锌合金压铸件电镀预处理时有哪些注意事项?	67
2.4.7 锌压铸件在电镀时采用怎样的预处理工艺流程?	67
2.4.8 镁合金电镀预处理有哪些注意事项?	68
2.4.9 镁合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程?	68
2.4.10 钛及钛合金电镀预处理采用怎样的工艺流程?	68
2.4.11 钛及钛合金的化学浸蚀法采取怎样的工艺条件?	69
2.4.12 钛及钛合金的电化学浸蚀法采取怎样的工艺条件?	69
2.4.13 什么是钛及钛合金镀前的喷砂浆处理法?	70
2.4.14 弹簧钢的电镀预处理有哪些注意事项?	70
2.4.15 不锈钢活化工艺有哪些类型?	70
2.4.16 不锈钢工件采用怎样的预处理工艺流程?	71
2.4.17 钢铁工件电镀时采用怎样的预处理工艺流程?	71
2.4.18 铜及铜合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程?	71
2.4.19 镍的不同表面状态应分别用什么方法预处理?	71

2.4.20	镍及镍合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程？	72
2.4.21	高碳钢和低合金钢电镀时采用怎样的预处理工艺流程？	72
2.4.22	铬上镀铬采用怎样的预处理工艺流程？	73
2.4.23	粉末冶金工件采用怎样的预处理工艺流程？	73
2.4.24	钨及钨合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程？	73
2.4.25	钼及钼合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程？	74
2.4.26	铅及铅合金电镀预处理有何特点？	74
2.4.27	铅及铅合金电镀时采用怎样的预处理工艺流程？	74
第3章 电镀单金属		76
3.1 电镀锌		76
3.1.1	如何选择镀锌工艺？	76
3.1.2	碱性锌酸盐镀锌的镀液组成及工艺条件是什么？	76
3.1.3	碱性镀锌常用添加剂有哪些？	78
3.1.4	酸性氯化物镀锌溶液的组成是什么？	78
3.1.5	光亮氯化物酸性镀锌有哪些特点？	78
3.1.6	碱性镀锌工艺维护有哪些措施？	78
3.1.7	铸铁件镀锌后泛“霜”的原因及处理措施有哪些？	79
3.1.8	铵盐镀锌工艺特点及工艺条件是什么？	79
3.1.9	什么是镀锌层的钝化处理？	80
3.1.10	什么是铬酸盐钝化？	81
3.1.11	什么是三价铬钝化？	81
3.1.12	镀锌钝化后出现“白毛”的原因是什么？	81
3.1.13	镀锌钝化后出现“白毛”时如何处理？	81
3.1.14	镀锌过程中镀层发花现象的产生原因是什么？	82
3.1.15	如何解决镀锌过程中镀层出现发花现象？	82
3.1.16	无铵氯化物镀锌工艺条件是什么？	82
3.1.17	无铵氯化物镀锌工艺有何特点？	83
3.1.18	氯化钾（钠）镀锌常见故障及处理方法有哪些？	83
3.1.19	热镀锌中镀锌层的后处理包括哪些？	85
3.1.20	镀锌工艺中电流密度与温度有何关系？	85
3.1.21	锌镀层结合力差的原因及解决方法是什么？	85
3.1.22	影响镀锌层沉积速度的主要因素是什么？	86
3.2 电镀镉		86
3.2.1	氰化物镀镉有何工艺特点？	86
3.2.2	光亮镀镉镀液组成及工艺条件是什么？	87
3.2.3	松孔镀镉、低氢脆镀镉-钛镀液组成及工艺条件是什么？	87
3.2.4	硫酸化磺化蓖麻油的制备工艺是什么？	87
3.2.5	工业硫酸化蓖麻油成品所达到的标准是什么？	88
3.2.6	氰化物镀镉常见故障及处理方法有哪些？	88
3.2.7	氰化物镀镉溶液中碳酸盐及氢氧化钠含量对镀层有哪些影响？	89

3.2.8 镀镉层的钝化处理溶液组成及工艺条件是什么？	89
3.2.9 常用无氰镀镉液组成及工艺条件有哪些？	89
3.2.10 如何配制氨羧络合剂镀镉溶液？	91
3.2.11 氨羧络合剂镀镉的镀液组成及工艺条件是什么？	91
3.2.12 镉镀层的后处理工艺有哪些？	91
3.2.13 出光镀液组成及工艺条件是什么？	92
3.3 电镀锡	92
3.3.1 锡镀层的特点及用途有哪些？	92
3.3.2 控制锡镀层变色的方法是什么？	92
3.3.3 硫酸盐镀锡的工艺特点及工艺条件有哪些？	93
3.3.4 配制镀锡溶液时原料的纯度有何要求？	93
3.3.5 硫酸亚锡镀锡溶液常见故障及处理方法是什么？	93
3.3.6 硫酸盐镀锡溶液的调整与工艺维护有哪些？	93
3.3.7 铜合金基体镀锡时镀层厚度太薄且镀层不均有何缺点？	95
3.3.8 镀锡层均匀性差的原因及解决方法有哪些？	95
3.3.9 镀锡中阳极钝化的原因及解决方法有哪些？	95
3.3.10 硫酸亚锡镀锡层镀层容易烧焦的原因有哪些？	96
3.3.11 氟硼酸盐镀锡的工艺特点及工艺条件有哪些？	96
3.3.12 锡酸盐镀锡的工艺条件有哪些？	97
3.3.13 如何配制锡酸盐镀锡溶液？	97
3.3.14 如何维护锡酸盐镀锡溶液？	97
3.3.15 如何预防镀锡层表面形成氧化膜？	98
3.3.16 线材连续电镀锡采用怎样的设备及工艺条件？	98
3.3.17 多层印制电路板生产中的电镀锡液组成及工艺条件有哪些？	98
3.3.18 如何进行电镀锡镀层缺陷分析？	99
3.4 电镀铜	99
3.4.1 氰化镀铜的工艺有何特点？	99
3.4.2 氰化物镀铜工艺条件是什么？	99
3.4.3 氰化镀铜溶液的配制及工艺维护有哪些？	101
3.4.4 氰化物镀铜常见故障及处理方法有哪些？	101
3.4.5 氰化物镀铜操作注意事项有哪些？	101
3.4.6 如何判断氰化物镀铜溶液被铅离子污染？	102
3.4.7 氰化物镀铜溶液被铅离子污染后如何解决？	102
3.4.8 硫酸盐镀铜的工艺特点及工艺条件是什么？	102
3.4.9 如何配制及维护硫酸盐镀铜溶液？	103
3.4.10 硫酸盐镀铜溶液中硫酸铜和硫酸对镀层质量有何影响？	103
3.4.11 硫酸盐镀铜溶液中添加剂对镀层质量有何影响？	104
3.4.12 光亮硫酸盐镀铜常见故障及处理方法有哪些？	104
3.4.13 酸性亮铜镀层发雾的原因有哪些？	105
3.4.14 焦磷酸盐镀铜的工艺特点及工艺条件有哪些？	105

3.4.15	焦磷酸盐半光亮镀铜溶液组成及工艺条件是什么？	106
3.4.16	如何配制焦磷酸盐镀铜溶液？	107
3.4.17	如何维护焦磷酸盐镀铜溶液？	107
3.4.18	镀液的主成分对焦磷酸盐镀铜质量有何影响？	108
3.4.19	主光亮剂对焦磷酸盐镀铜质量有何影响？	108
3.4.20	工艺条件对焦磷酸盐镀铜质量有何影响？	108
3.4.21	焦磷酸盐镀铜常见故障及处理方法有哪些？	109
3.4.22	柠檬酸盐镀铜的镀液组成及工艺条件是什么？	110
3.4.23	羟基亚乙基二膦酸（HEDP）镀铜镀液组成及工艺条件是什么？	110
3.4.24	有机钹镀铜镀液组成及工艺条件是什么？	111
3.4.25	氟硼酸盐镀铜镀液组成及工艺条件是什么？	111
3.4.26	镀铜层的后处理措施有哪些？	111
3.4.27	不合格镀铜层退除的电解法配方及操作条件是什么？	112
3.4.28	不合格镀铜层退除的化学法配方及操作条件是什么？	112
3.4.29	采用化学法退除不合格镀铜层有何注意事项？	112
3.4.30	如何在碳纤维表面得到良好镀铜层？	113
3.5	电镀铬	113
3.5.1	铬镀层的分类及特点有哪些？	113
3.5.2	防护装饰性镀铬溶液中工艺条件的影响因素有哪些？	113
3.5.3	镀铬溶液中常含有哪些杂质？	115
3.5.4	普通镀铬的工艺特点及工艺条件是什么？	115
3.5.5	普通镀铬溶液的成分及作用是什么？	115
3.5.6	普通镀铬的常见故障及处理方法有哪些？	117
3.5.7	其他常见镀铬方法是什么？	118
3.5.8	电镀硬铬的镀液组成及工艺条件是什么？	118
3.5.9	如何选择电镀硬铬的工艺条件？	119
3.5.10	电镀硬铬后处理有哪些内容？	120
3.5.11	获取松孔镀铬层的方法有哪些？	120
3.5.12	电镀硬铬的常见故障及处理方法有哪些？	120
3.5.13	镀黑铬镀层有何特点？	121
3.5.14	镀黑铬镀层的镀液组成及工艺条件是什么？	122
3.5.15	镀黑铬镀时有哪些注意事项？	122
3.5.16	镀铬层的退镀方法有哪些？	122
3.6	电镀镍	123
3.6.1	镀镍溶液的工艺特点和用途有哪些？	123
3.6.2	半光亮镍层上镀光亮镍后出现“泪痕”的原因及处理方法有哪些？	124
3.6.3	影响镍层结合强度的原因及预防措施有哪些？	124
3.6.4	点焊件镀镍后夹缝处周围产生棕褐色铁锈的原因及处理方法是什么？	126
3.6.5	镍封时有何要求？	126
3.6.6	镍封的镀液组成及工艺条件是什么？	127

3.6.7	什么是镀无光镍?	127
3.6.8	悬浮法镀无光镍的镀液组成及工艺条件是什么?	127
3.6.9	什么是乳液沉积法镀无光镍?	127
3.6.10	用乳液镀无光镍的镀液组成及工艺条件是什么?	128
3.6.11	低光泽添加剂镀无光镍的镀液组成及工艺条件是什么?	128
3.6.12	光亮镀镍工艺有何特点?	128
3.6.13	半光亮镀镍镀液组成及工艺条件是什么?	129
3.6.14	镀镍阳极板钝化的原因及对镀层的影响是什么?	130
3.6.15	亮镍镀层的常见故障及处理方法有哪些?	130
3.6.16	光亮镀镍溶液中杂质的影响及去除方法是什么?	132
3.6.17	阳极包扎过严引起的溶液故障原因及处理方法是什么?	133
3.6.18	pH 值大小对亮镍层质量有哪些影响?	133
3.6.19	用化学法退镀镍的工艺条件是什么?	133
3.6.20	用电解法退镀镍的工艺条件是什么?	134
3.7	电镀铅	134
3.7.1	不同镀铅镀液组成及工艺条件是什么?	134
3.7.2	氟硼酸盐镀铅的镀液组成及工艺条件是什么?	134
3.7.3	酒石酸盐镀铅的镀液组成及工艺条件是什么?	134
3.7.4	镀铅常见故障及处理方法有哪些?	136
3.8	电镀铁	136
3.8.1	高温硫酸盐镀铁的镀液组成及工艺条件是什么?	136
3.8.2	低温硫酸盐镀铁的镀液组成及工艺条件是什么?	137
3.8.3	高温氯化物镀铁镀液组成及工艺条件是什么?	137
3.8.4	低温氯化物镀铁镀液组成及工艺条件是什么?	138
3.8.5	镀铁镀后处理的方法有哪些?	138
3.8.6	不同温度对铁镀层硬度有何影响?	138
3.9	电镀金	139
3.9.1	金镀层的性质和用途有哪些?	139
3.9.2	碱性氰化物镀金有何特点?	139
3.9.3	碱性氰化物镀金镀液组成及工艺条件是什么?	139
3.9.4	酸性和中性镀金有何特点?	140
3.9.5	酸性和中性镀金工艺条件是什么?	140
3.9.6	亚硫酸盐镀金有何特点?	141
3.9.7	亚硫酸盐镀金镀液组成及工艺条件是什么?	141
3.9.8	柠檬酸盐镀金有何特点?	142
3.9.9	柠檬酸盐镀金镀液组成及工艺条件是什么?	142
3.9.10	柠檬酸盐镀金常见故障及解决方法是什么?	142
3.9.11	如何利用硫酸亚铁还原法进行金的回收利用?	143
3.9.12	如何利用锌粉或铝屑置换法进行金的回收利用?	143
3.9.13	如何利用分解氰化物法进行金的回收利用?	144

3.9.14	如何利用离子交换法进行金的回收利用?	144
3.9.15	怎样用王水溶解法对粗金进行提纯?	144
3.9.16	怎样用金氰络盐提纯法对粗金进行提纯?	144
3.9.17	为什么以银作底层的镀金层容易发黑?	144
3.10	电镀银	145
3.10.1	镀银时为什么要进行特殊预处理?	145
3.10.2	预镀银镀液组成及工艺条件是什么?	145
3.10.3	浸银工艺条件是什么?	145
3.10.4	汞齐化工工艺条件是什么?	146
3.10.5	亚氨基二磺酸铵 (NS) 镀银特点及工艺条件有哪些?	146
3.10.6	氰化物镀银镀液组成及工艺条件有哪些?	147
3.10.7	氰化物镀银有何注意事项?	147
3.10.8	硫代硫酸盐镀银的工艺特点有哪些?	148
3.10.9	如何配制硫代硫酸盐镀银的镀液?	148
3.10.10	硫代硫酸盐镀银常见故障及处理方法有哪些?	149
3.10.11	什么是镀银后化学钝化处理?	149
3.10.12	什么是镀银后电化学钝化处理?	150
3.10.13	什么是镀银后有机化合物钝化处理?	150
3.10.14	什么是镀银后电镀贵金属钝化处理?	150
3.10.15	氰化物镀银的常见故障及解决方法有哪些?	151
3.10.16	铜合金铸件镀银后表面出现蓝绿色的原因是什么?	152
3.10.17	如何预防铜合金铸件镀银后表面出现蓝绿色?	152
3.10.18	米黄色银层的漂白方法有何特点?	152
3.10.19	除去银层变色锈蚀产物的工艺条件是什么?	152
3.10.20	如何进行银的回收?	152
3.10.21	预镀后再镀银仍起泡的原因是什么?	153
3.11	电镀其他金属	153
3.11.1	电镀铂工艺有何特点?	153
3.11.2	镀铂镀液组成及工艺条件是什么?	154
3.11.3	电镀钯工艺有何特点?	154
3.11.4	镀钯镀液组成及工艺条件是什么?	154
3.11.5	电镀铑工艺有何特点?	155
3.11.6	镀铑镀液组成及工艺条件是什么?	155
3.11.7	电镀铟工艺有何特点?	155
3.11.8	电镀铽工艺有何特点?	155
3.11.9	电镀钴工艺有何特点?	156
3.11.10	电镀钉工艺有何特点?	156
3.11.11	电镀铈工艺有何特点?	157
3.11.12	碱性镀镍镀液组成及工艺条件是什么?	157
3.11.13	酸性镀镍镀液组成及工艺条件是什么?	157

3.11.14 电镀铈镀液组成及工艺条件是什么?	158
3.11.15 电镀铈镀液组成及工艺条件是什么?	158
第4章 电镀合金	159
4.1 电镀合金基本知识	159
4.1.1 什么是电镀合金? 镀层合金主要有哪几类?	159
4.1.2 电镀法制备的合金与热熔法相比具有什么特点?	159
4.1.3 电镀合金中采取哪些措施可实现合金共沉积?	159
4.1.4 电镀合金中使用的阳极有哪些类型?	160
4.2 电镀铜锡合金	160
4.2.1 铜锡合金镀层有哪些?	160
4.2.2 电镀铜锡合金溶液有哪些?	161
4.2.3 铜锡合金镀层中锡含量与哪些因素有关?	161
4.2.4 电镀铜锡合金时常用阳极有哪些?	161
4.2.5 不同阳极使用时需注意的问题有哪些?	162
4.2.6 电镀铜锡合金时阳极为什么会发生钝化?	162
4.2.7 氰化物锡酸盐电镀铜锡合金镀液组成及工艺条件是什么?	162
4.2.8 焦磷酸锡酸盐电镀铜锡合金镀液组成是什么?	163
4.2.9 焦磷酸锡酸盐电镀铜锡合金常见的故障及处理方法有哪些?	163
4.2.10 为什么要采用无氰型电镀铜锡合金工艺?	164
4.2.11 如何维护含氰型铜锡合金镀液?	164
4.2.12 主盐和光亮剂对氰化物电镀铜锡合金有什么影响?	165
4.2.13 电流密度和温度对氰化物电镀铜锡合金有什么影响?	165
4.2.14 氰化物电镀铜锡合金时如何防止或消除二价锡离子?	165
4.2.15 如何消除锡青铜镀层发红现象?	166
4.2.16 氰化物铜锡合金镀层为什么会起泡或脱皮?	166
4.2.17 采取哪些措施可预防镀层起泡和脱皮?	166
4.2.18 铜锡合金镀液分散能力差及沉积速度慢的原因及处理方法是什么?	166
4.2.19 铜锡合金镀层粗糙及产生毛刺的原因是什么?	167
4.2.20 铜锡合金镀层产生粗糙的处理方法有哪些?	167
4.2.21 铜锡合金镀层产生毛刺的处理方法有哪些?	167
4.2.22 电镀光亮铜锡合金常见故障及处理方法是什么?	168
4.2.23 铜锡合金镀液中碳酸盐的危害是什么? 如何处理?	168
4.2.24 如何获得铜合金彩色镀层?	168
4.2.25 不合格铜锡合金镀层的退除方法是什么?	169
4.2.26 不合格的铜锡合金镀层退除时有哪些注意事项?	169
4.3 电镀铜锌合金	169
4.3.1 电镀铜锌合金的特点及用途是什么?	169
4.3.2 氰化物电镀铜锌合金镀液组成及工艺条件是什么?	169
4.3.3 氰化物电镀铜锌合金时常见故障及解决方法有哪些?	170
4.3.4 甘油-锌酸盐电镀铜锌合金镀液组成及工艺条件是什么?	171

4.3.5	酒石酸盐电镀铜锌合金镀液组成及工艺条件是什么？	171
4.3.6	焦磷酸盐电镀铜锌合金镀液组成及工艺条件是什么？	171
4.3.7	铜锌合金镀层的后处理工艺是什么？	172
4.4	合金电镀锌镍	172
4.4.1	锌合金镀层有什么特点？	172
4.4.2	电镀锌合金主要应用在哪些方面？	173
4.4.3	锌镍合金镀层有哪些优点？	173
4.4.4	酸性体系电镀锌镍合金镀液主要有哪些类型？	173
4.4.5	酸性体系电镀锌镍合金镀液组成及工艺条件是什么？	173
4.4.6	酸性体系电镀锌镍合金常见故障的原因及解决方法是什么？	175
4.4.7	碱性体系电镀锌镍合金镀液组成及工艺条件是什么？	176
4.4.8	电镀锌镍合金时如何控制镀层中的镍含量？	177
4.4.9	如何维护锌镍合金镀液？	177
4.4.10	如何使用电镀锌镍合金的阳极？	177
4.4.11	锌镍合金镀层的彩虹色钝化溶液组成及工艺条件是什么？	177
4.4.12	锌镍合金镀层的黑色钝化溶液组成及工艺条件是什么？	177
4.4.13	锌镍合金镀层的白色钝化溶液组成及工艺条件是什么？	178
4.4.14	锌镍合金彩色钝化难以控制的原因及改进方法有哪些？	178
4.4.15	锌镍合金不合格镀层如何退除？	179
4.5	电镀锌钴合金	179
4.5.1	锌钴合金镀层有什么特点？	179
4.5.2	氯化物电镀锌钴合金镀液组成及工艺条件是什么？	179
4.5.3	如何配制氯化物电镀锌钴合金镀液？	180
4.5.4	碱性锌酸盐体系电镀锌钴合金镀液组成及工艺条件是什么？	180
4.5.5	硫酸盐电镀锌钴合金镀液组成及工艺条件是什么？	181
4.5.6	电镀装饰性锌钴合金镀液组成及工艺条件是什么？	181
4.5.7	影响锌钴合金镀层中钴含量的因素有哪些？	182
4.5.8	电镀锌钴合金时工件上出现毛刺的原因及解决方法有哪些？	182
4.5.9	锌钴合金镀层如何钝化处理？	182
4.6	电镀锌铁合金	183
4.6.1	锌铁合金镀层有什么优点？	183
4.6.2	酸性体系电镀锌铁合金镀液组成及工艺条件是什么？	183
4.6.3	如何配制酸性体系电镀锌铁合金溶液？	184
4.6.4	如何维护酸性体系电镀锌铁合金溶液？	184
4.6.5	碱性体系电镀锌铁合金的镀液组成及工艺条件是什么？	185
4.6.6	焦磷酸盐电镀锌铁合金的镀液组成及工艺条件是什么？	185
4.6.7	如何配制及维护焦磷酸盐电镀锌铁合金溶液？	186
4.6.8	如何控制电镀锌铁合金溶液的稳定性？	186
4.6.9	如何控制好弱酸性电镀锌铁合金溶液的 pH 值？	186
4.6.10	碱性锌酸盐电镀锌铁合金常见故障原因及解决方法有哪些？	187

4.6.11 锌铁合金镀层黑色钝化液组成及工艺条件是什么?	187
4.6.12 彩虹色和蓝白色钝化液组成及工艺条件是什么?	188
4.7 电镀锌钛合金	188
4.7.1 锌钛合金镀层有何特点?	188
4.7.2 酸性体系电镀锌钛合金镀液组成及工艺条件是什么?	188
4.7.3 酸性体系电镀锌钛合金镀液中各成分的作用是什么?	189
4.7.4 碱性体系电镀锌钛合金镀液组成及工艺条件是什么?	189
4.7.5 锌钛合金镀层如何钝化处理?	190
4.8 电镀其他锌合金	190
4.8.1 锌锰合金镀层有什么特点及用途?	190
4.8.2 锌锰合金镀液组成及工艺条件是什么?	190
4.8.3 锌铬合金镀液组成及工艺条件是什么?	191
4.8.4 如何得到光亮细致的锌铬合金镀层?	191
4.8.5 锌铬合金镀层钝化处理工艺是什么?	192
4.8.6 锌磷合金镀液组成及工艺条件是什么?	192
4.8.7 锌铁磷三元合金镀液组成及工艺条件是什么?	193
4.8.8 电镀锌镍铁三元合金的镀液组成及工艺条件是什么?	193
4.8.9 锌镍铁三元合金镀液对主盐及配位剂有何要求?	193
4.8.10 锌铁钴三元合金的镀液组成及工艺条件是什么?	194
4.9 电镀镍铁合金	194
4.9.1 电镀镍合金有哪些? 各有什么特点?	194
4.9.2 镍铁合金镀层有什么优点?	194
4.9.3 电镀镍铁合金镀液组成及工艺条件是什么?	195
4.9.4 如何配制电镀镍铁合金溶液?	196
4.9.5 电镀镍铁合金溶液中的铁离子是有害的金属杂质吗?	196
4.9.6 电镀镍铁合金镀液中的 Fe^{2+} 含量受哪些因素影响?	196
4.9.7 镍铁合金镀层中铁含量受哪些因素影响?	196
4.9.8 如何防止电镀镍铁合金镀液中 Fe^{2+} 的氧化?	197
4.9.9 电镀镍铁合金镀液中常用的稳定剂有哪些?	197
4.9.10 使用镍铁合金电镀中的阳极有何注意事项?	197
4.9.11 如何控制电镀镍铁合金镀液的酸度?	197
4.9.12 电镀镍铁合金时怎样能省镍而又不降低耐蚀性?	198
4.9.13 电镀镍铁合金的光亮剂有哪几种?	198
4.9.14 电镀镍铁合金选用何种润湿剂? 为何停镀后重新电镀前要电解?	198
4.9.15 电镀镍铁合金常见的故障及处理方法有哪些?	198
4.9.16 镍铁合金镀层发花、发灰、脆性大是何原因?	199
4.9.17 电镀镍铁合金镀液整平能力差和低电流区镀层发黑是何原因? 如何解决?	199
4.9.18 如何退除镍铁合金电镀挂具上的镀层?	199
4.10 电镀镍钴合金	200
4.10.1 电镀镍钴合金有什么特点?	200