

电子工业 生产技术手册

10

通用工艺卷

化学工艺

塑料成型加工·电镀

电子工业生产技术手册

(10)

通用工艺卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

国防工业出版社

(京)新登字106号

内 容 简 介

本分册包括化学工艺篇、塑料成型加工篇和电镀篇。

化学工艺篇共五章：涂料与涂装技术；胶粘剂与胶接技术；绝缘材料与绝缘处理；环境条件及其防护；丝网印刷与平版印刷。

塑料成型加工篇共六章：塑料的组成及性能；塑料制件设计工艺性；塑料成型设备；塑料模设计；塑料制件的成型工艺；塑料着色及制件表面装饰。

电镀篇共十五章：镀层分类标记及电镀常用名词术语；镀前表面处理；防护装饰性镀层；电镀贵金属；电镀可焊性镀层；铝及铝合金的阳极氧化和电镀；电镀其它功能性镀层；在非金属材料上电镀及电铸；化学镀；化学转化膜；特种电镀；真空气相镀；镀液性能测定；镀层性能测试；电镀设备及仪器。

本分册可供从事电子工业产品生产、设计、工艺和应用的有关科技人员及高等院校师生参考。

电子工业生产技术手册

(10)

通用工艺卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

*

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)

新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张62 插页2 1436千字

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷 印数：0,001—3,000册

ISBN 7-118-00447-2/TN·91 定价：52.70元

科技新书目 263-045

出版说明

《电子工业生产技术手册》(以下简称《手册》)是由电子工业部和中国电子学会联合组织编写的一部大型综合性工具书。全书共约一千五百万字,分成五卷:

1. 电子元件卷(1~3分册);
2. 电真空器件卷(4~5分册);
3. 半导体与集成电路卷(6~8分册);
4. 通用工艺卷(9~14分册);
5. 生产质量技术保证卷(15~17分册)。

《手册》主要是供具有中专以上水平的电子工业工程技术人员、高级技术工人及生产技术管理干部查阅使用,也可作为高等院校和中等专业学校电子类专业的教学参考书。

《手册》是在总结我国电子工业三十多年来生产技术实践经验的基础上,适当参阅了国外有关技术资料中对我国适用的电子生产技术编写而成的。对于一些即将淘汰与不宜继续采用的现行生产技术,一般不予编入;对那些国内外新近出现的,虽尚未经实践反复验证,但具有方向性的新技术,则在有关篇的“今后展望”中予以介绍。

《手册》力求突出电子工业生产技术的特點,原则上不编入与其他手册相重复的内容。但是,鉴于现代电子工业属高技术密集型工业,涉及的技术门类多,除与电子、机械、化工、冶金等基础科学有密切关系外,还涉及许多边缘科学。为便于查阅,也适当地收集了一些散见于其他手册中的共性资料。

在《手册》的编写过程中,结合我国电子工业的实际情况,认真贯彻了1984年国务院颁发的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》和《全面推行我国法定计量单位的意见》。

由于电子产品发展很快,更新换代频繁,各种生产技术进步迅速,第一次编写生产技术性的手册缺少经验,初版会有许多不足之处。为了使《手册》在我国电子工业的发展中能够不断地起到促进和指导作用,希望读者在使用《手册》过程中,如发现谬误或对《手册》的内容有新的建议,请及时与《手册》总编辑部(山西省太原市第115信箱)联系。今后将根据各篇的技术发展情况,及时修订或出版续篇。在适当时间,将全部重新编写出版。

《手册》的编写和出版工作,得到了中央各有关部、委、各省(市)电子工业领导部门及有关厂、所、院、校的大力支持。参加编写、审校和讨论的各方面的专家、教授、科技人员近千人。谨向这些单位与有关人员致以谢意。

《手册》总编辑委员会

一九八六年八月二十五日

总 编 辑 委 员 会

主 任 委 员

孙 俊 人

副主任委员

(按姓氏笔划为序)

边 拱 陆崇真 周文盛 童志鹏 谢高觉 蒋葆增

委 员

(按姓氏笔划为序)

厉声树 刘联宝 陈力为 陈克恭 张立鼎

杨臣华 沈金宝 武尔楨 周生珣 林金庭

郭文昭 郭桂庭 袁行健 戴昌鼎

总 编 辑 部

主 任

孙凤阁

成 员

(按姓氏笔划为序)

李桂馨 赵全喜 虞苏玮

前 言

随着科学技术的发展,生产技术所涉及的技术领域越来越广,其核心是工艺技术和实现工艺技术的工艺装备、工艺材料以及检测控制技术等。本卷主要介绍由原材料或半制品经过改形和改性加工成零件后,再经组合装配而成为整件或整机的电子产品通用工艺,它是机电产品制造工业的基础。

鉴于电子产品的结构多数是由中小型零部件组成的,所以,着重介绍中小型零部件生产的通用工艺。

本卷通用性与适用性较强,其内容突出电子工业特点,面向生产实际,力求使工艺工作者能迅速方便地从中获得有用的技术资料和数据,也能使有关人员,如结构设计者、生产组织者和工艺操作者从中获得有益的知识。

通用工艺中的某些专业内容,虽然不是电子工业的重点,但考虑到内容的完整性和为工艺工作者提供必要的参考,也作了扼要的介绍。

本卷共十七篇,分属本手册第9~14六个分册。

第9分册:切削加工,特种加工(含电火花加工、电化学加工、超声加工、激光加工);

第10分册:化学工艺(含涂料、胶接、绝缘处理、三防、印字等工艺),塑料成型加工,电镀;

第11分册:焊接,铸造,热处理;

第12分册:装联,木材加工,印制电路;

第13分册:模具制造,冷冲压,金属塑性加工,粉末冶金;

第14分册:天线馈线、天线座制造。

本卷内容也适用于电子工业以外的机电产品工业。由于我们的专业水平有限,编写中难免有缺点和错误,恳请读者在使用中发现问题,提出修改和补充意见,以便再版时修正。

电子工业生产技术手册

通用工艺卷编辑委员会

一九八六年十月

卷编辑委员会

主任委员

陆崇真

副主任委员

(按姓氏笔划为序)

厉声树 张立鼎

委员

(按姓氏笔划为序)

王仁道	王克颖	刘习圣	刘雨森	严根禄
吴维侃	姜以宏	胡传锦	陶 枳	袁志诚
顾昌寅	顾静刚	郭桂庭	郭鹤桐	龚邦永
薛蕃荣				

卷编辑部

主任

高显明

成员

(按姓氏笔划为序)

孟同享 焦志林

责任编辑

赵克英

目 录

第3篇 化 学 工 艺

第1章 涂料与涂覆 3

1.1 涂料与涂覆概述 3

1.1.1 涂料的分类、命名及型号 3

1.1.2 涂料的组成 6

1.1.3 涂覆使用条件及产品外观要求 10

1.1.4 涂料涂覆标记 11

1.2 电子工业常用涂料的性质及用途 13

1.2.1 一般涂料的主要优缺点和特种涂覆 涂料的选择 13

1.2.2 电子工业常用涂料的性质及用途 14

1.3 低污染、省资源、省能源涂料 与特种装饰、防护涂料 25

1.3.1 水性涂料 25

1.3.2 粉末涂料 26

1.3.3 高固体分涂料和无溶剂涂料 27

1.3.4 紫外线固化涂料和电子束固化涂料 28

1.3.5 非水分散涂料 28

1.3.6 低温快干氨基漆 29

1.3.7 特种装饰、防护涂料 32

1.4 涂料的选择配套及涂覆方法 32

1.4.1 涂料的选用原则、配套原则和配色 原则 32

1.4.2 被涂物件的表面处理 39

1.4.3 涂料的涂覆方法与设备 53

1.4.4 涂料涂覆的单元操作和典型涂覆 程序 61

1.4.5 电子工业用部分涂料涂覆施工参数参 考表 66

1.5 涂料与涂膜质量检验 69

1.5.1 涂料产品质量检验 69

1.5.2 涂膜质量检验 70

1.5.3 环氧粉末涂料的质量指标和试验 方法 71

1.6 涂料及涂覆疵病分析 72

1.6.1 一般涂料及涂覆疵病分析 72

1.6.2 静电喷漆涂覆疵病分析 79

1.6.3 电沉积涂料涂覆疵病分析 80

1.6.4 静电喷粉涂覆疵病分析 81

参考文献 83

第2章 胶接 84

2.1 概述 84

2.1.1 胶接的定义及特点 84

2.1.2 胶粘剂的组成 84

2.1.3 胶粘剂的分类 88

2.2 交联型树脂胶粘剂 91

2.2.1 酚醛树脂胶粘剂 91

2.2.2 环氧树脂胶粘剂 93

2.2.3 聚氨酯胶粘剂 100

2.2.4 反应型丙烯酸酯胶粘剂 100

2.3 线型树脂胶粘剂 101

2.3.1 烯烃类树脂胶粘剂 101

2.3.2 丙烯酸酯树脂胶粘剂 103

2.3.3 芳香环树脂及氟树脂胶粘剂 104

2.3.4 线型塑料溶剂胶粘剂 105

2.4 橡胶胶粘剂 106

2.4.1 氯丁橡胶胶粘剂 106

2.4.2 丁腈橡胶胶粘剂 107

2.4.3 硅橡胶胶粘剂 108

2.5 功能性胶粘剂和其它胶粘剂 110

2.5.1 热熔胶粘剂 110

2.5.2 压敏胶粘剂 111

2.5.3 导电、导磁、导热胶粘剂 112

2.5.4 厌氧胶粘剂及光敏胶粘剂 113

2.5.5 液态密封胶剂及制动胶剂 114

2.5.6 磷酸-氧化铜胶剂 115

2.6 胶粘剂的选用原则和胶接接头 设计 116

2.6.1 被粘材料化学性质 116

2.6.2 被粘材料物理性质 117

2.6.3 胶接接头的使用条件 118

2.6.4 被粘件许可的工艺条件 119

2.6.5 胶接接头设计 119

2.7 胶接工艺 122

2.7.1 表面处理 122

2.7.2 胶粘剂的配制和涂敷 125

2.7.3 胶粘剂的晾置与固化 126

2.8 胶接接头的耐久性及胶接质量 检验 127

2.8.1 环境因素对胶粘剂性能的影响.....127	4.2.1 电工、电子产品环境防护的基本原则...177
2.8.2 影响胶接接头耐久性的作用机理.....127	4.2.2 环境控制.....177
2.8.3 提高胶接接头耐久性途径.....128	4.2.3 选择合理的外壳防护类型.....179
2.8.4 常用胶粘剂的耐久性能.....128	4.2.4 选择优质材料.....186
2.8.5 胶接质量检验.....129	4.2.5 采取合适的防护措施.....192
2.8.6 常见胶接缺陷产生原因及解决方法.....130	4.2.6 加强工艺处理.....197
参考文献134	4.3 环境试验.....208
第3章 绝缘处理135	4.3.1 自然曝露试验.....208
3.1 绝缘材料.....135	4.3.2 人工模拟环境试验.....208
3.1.1 绝缘材料的定义和用途.....135	参考文献211
3.1.2 理想的绝缘材料.....135	第5章 丝网印刷和平版印刷212
3.1.3 常用绝缘材料及溶剂.....136	5.1 概述.....212
3.2 绝缘处理的分类.....146	5.1.1 电子工业印刷的特点.....212
3.2.1 按绝缘处理材料分类.....145	5.1.2 电子工业的主要印刷方式.....212
3.2.2 按绝缘材料耐热等级分类.....146	5.1.3 印刷的要素.....214
3.2.3 按绝缘处理工艺特征分类.....147	5.2 原稿.....214
3.2.4 按绝缘层所适用的环境条件分类.....147	5.2.1 名词术语.....214
3.3 绝缘处理工艺的特性及应用范围.....147	5.2.2 原稿的制备.....214
3.4 绝缘处理.....148	5.3 制版照相.....219
3.4.1 绝缘处理的过程.....148	5.3.1 照相制版通用设备.....219
3.4.2 绝缘处理技术的改进.....149	5.3.2 制版照相感光材料.....225
3.4.3 绝缘处理材料使用的安全问题.....150	5.3.3 制版照相过程.....228
3.4.4 绝缘结构设计及工艺.....152	5.4 制印刷模版.....237
3.4.5 绝缘处理典型工艺.....154	5.4.1 制版感光材料.....237
3.4.6 绝缘处理专用设备.....163	5.4.2 丝网制版.....239
3.5 绝缘处理过程中的疵病及其排除.....163	5.4.3 平印制版.....252
3.6 检验.....164	5.5 印刷油墨.....256
3.6.1 绝缘漆的检验.....164	5.5.1 丝网印刷油墨.....256
3.6.2 绝缘处理后工件的检验.....164	5.5.2 平版印刷油墨.....257
参考文献166	5.6 印刷.....259
第4章 环境与防护167	5.6.1 丝网印刷.....259
4.1 环境条件的分类及其应用.....167	5.6.2 平版印刷.....263
4.1.1 气候环境条件.....169	5.7 检验方法.....265
4.1.2 生物环境条件.....173	5.7.1 印刷件的质量检验.....265
4.1.3 化学活性物质环境条件.....175	5.7.2 可供参考的检验标准.....267
4.2 电工、电子产品的环境防护.....177	参考文献268

第4篇 塑料成型加工

第1章 塑料的组成与性能271	1.4.4 聚丙烯.....315
1.1 塑料的分类与组成.....271	1.4.5 苯乙烯类塑料.....318
1.2 塑料的助剂.....272	1.4.6 聚甲基丙烯酸甲酯及其共聚物.....321
1.3 热固性塑料的品种与性能.....292	1.4.7 氟塑料.....322
1.4 热塑性塑料的品种与性能.....302	1.4.8 聚碳酸酯.....324
1.4.1 热塑性塑料的综合性能.....302	1.4.9 聚苯醚及其改性.....326
1.4.2 聚氯乙烯.....307	1.4.10 聚砜.....326
1.4.3 聚乙烯.....311	1.4.11 聚甲基.....327
	1.4.12 聚酰胺(尼龙).....323

1.4.13 聚芳醚	330	3.2.4 排气式挤出机	375
1.4.14 增强聚苯硫醚	331	3.2.5 选用原则	376
1.4.15 聚对苯二甲酸丁二醇酯	331	3.3 注射成型机	377
1.4.16 增强聚对苯二甲酸乙二醇酯	332	3.3.1 分类	377
1.4.17 聚酰亚胺	332	3.3.2 主要技术参数	378
1.4.18 聚酚氧	333	3.3.3 结构	382
1.4.19 聚苯和聚对二甲苯	333	3.3.4 选用原则及发展	386
1.4.20 泡沫塑料	334	3.3.5 热固性塑料注射机	387
1.5 塑料的老化性能	334	3.4 其它设备	387
1.6 塑料的选用	336	3.4.1 压片机	387
1.7 塑料简易鉴别法	340	3.4.2 预发泡机	387
参考文献	341	3.4.3 可发性泡沫塑料成型机	388
第2章 塑料制件设计工艺性	342	3.4.4 塑料破碎机	388
2.1 制件设计的一般原则	342	3.4.5 塑料切粒机	389
2.1.1 制件设计的基本内容	342	3.4.6 热成型机	389
2.1.2 壁厚	342	3.4.7 除湿干燥机	392
2.1.3 斜度	344	3.4.8 恒温控制装置	394
2.1.4 圆角	344	3.4.9 高速混合机	395
2.1.5 加强筋	344	3.4.10 两辊机	395
2.1.6 凸台	345	3.4.11 压延机	396
2.1.7 孔	346	3.4.12 密炼机	397
2.1.8 螺纹	346	参考文献	396
2.1.9 壳体表面	347	第4章 塑料模设计	398
2.1.10 数字和符号	348	4.1 塑料模的分类与结构形式	398
2.1.11 注件	349	4.2 注射机与模具的关系	405
2.2 制件尺寸公差和外观检验规定	350	4.2.1 注射机的技术参数	405
2.2.1 制件尺寸公差	350	4.2.2 注射机行程与模具的关系	410
2.2.2 制件外观检验规定	352	4.2.3 注射面积的核定	411
2.3 制件的典型结构	354	4.2.4 注射量与注射压力的核定	411
2.3.1 骨架	354	4.3 模具零件设计	413
2.3.2 接插件	355	4.3.1 模具的成型与结构零件	413
2.3.3 叶轮	355	4.3.2 强度和刚度核算	419
2.3.4 凸轮和齿轮	356	4.3.3 成型零件尺寸的计算	421
2.3.5 把手和铰链	356	4.4 分型面选择	423
2.3.6 夹紧连接件	357	4.5 浇注系统的设计	425
2.3.7 扎线带	357	4.6 脱模与抽芯机构的设计	432
2.3.8 热收缩管	358	4.7 复位机构的设计	439
2.3.9 罩壳	358	4.8 导向零件	441
2.3.10 度盘	359	4.9 拉料杆	442
2.3.11 轴组	359	4.10 其他	442
2.4 塑料电镀、喷漆制件的结构要求	359	4.11 模具加热与冷却装置的设计	443
2.4.1 塑料电镀制件的结构要求	359	4.12 塑料模的标准化	446
2.4.2 塑料喷漆制件的结构要求	360	4.13 增强塑料压制模的设计	481
参考文献	361	4.14 泡沫塑料压制模的设计	482
第3章 塑料成型设备	362	4.15 热成型模的设计	483
3.1 液压机	362	4.16 挤出模的设计	484
3.2 挤出机	364	4.17 模具的调整与试模要点	489
3.2.1 分类	364	参考文献	490
3.2.2 单螺杆挤出机	365		
3.2.3 双螺杆挤出机	373		

第5章 塑料制件的成型工艺491

- 5.1 塑料制件加工工艺分类.....491
- 5.2 配制工艺.....491
 - 5.2.1 配方设计.....492
 - 5.2.2 原材料准备.....493
 - 5.2.3 捏和.....493
 - 5.2.4 塑化.....495
 - 5.2.5 造粒.....497
- 5.3 塑料成型的工艺性及工艺特点.....498
 - 5.3.1 热塑性塑料成型的工艺性.....498
 - 5.3.2 热固性塑料成型的工艺性.....507
 - 5.3.3 塑料成型工艺特点.....508
- 5.4 制件成型方法.....510
- 5.5 注射成型.....513
 - 5.5.1 热塑性塑料的注射成型.....513
 - 5.5.2 热固性塑料的注射成型.....525
 - 5.5.3 特种注射成型.....527
- 5.6 挤出成型.....527
- 5.7 压缩模塑和传递模塑.....535
 - 5.7.1 成型前准备.....535
 - 5.7.2 压缩成型和传递成型.....536
 - 5.7.3 后处理.....538
- 5.8 增强塑料的成型.....539
 - 5.8.1 材料配制.....539
 - 5.8.2 成型加工.....543
- 5.9 合成树脂混合物的浇注成型.....549
 - 5.9.1 环氧树脂混合物的浇注.....549
 - 5.9.2 不饱和聚酯树脂混合物的浇注.....551
 - 5.9.3 聚胺基甲酸酯弹性体的浇注.....551
 - 5.9.4 单体浇注尼龙的浇注.....554
- 5.10 泡沫塑料成型556
 - 5.10.1 概述556
 - 5.10.2 聚苯乙烯泡沫塑料的成型557
 - 5.10.3 硬质聚胺酯泡沫塑料的成型558
 - 5.10.4 结构泡沫塑料的成型560
- 5.11 塑料片材的热成型561

- 5.12 塑料制件的机械加工565
- 5.13 制件的检验569
- 参考文献570

第6章 塑料着色及制件表面装饰571

- 6.1 塑料着色.....571
 - 6.1.1 常用塑料着色剂.....571
 - 6.1.2 着色剂技术指标及其检测方法.....582
 - 6.1.3 着色剂的选择.....583
 - 6.1.4 配色与色相调整.....584
 - 6.1.5 塑料着色配方实例.....586
 - 6.1.6 塑料着色工艺.....588
 - 6.1.7 着色的质量控制.....589
- 6.2 塑料制件表面烫印工艺.....590
 - 6.2.1 塑料制件烫印方法.....590
 - 6.2.2 烫印设备.....591
 - 6.2.3 烫印工艺.....592
 - 6.2.4 烫印质量指标及缺陷分析.....593
 - 6.2.5 烫印箔(转印箔).....594
 - 6.2.6 烫印夹具的作用和材料选择.....596
- 6.3 塑料制品表面花(皮)纹成型工艺.....598
- 6.4 喷涂塑料.....601
 - 6.4.1 喷涂塑料的基本技术要求.....602
 - 6.4.2 喷涂塑料的加工工艺.....602
- 6.5 塑料制件的喷涂.....605
 - 6.5.1 塑料制件喷涂的目的与作用.....605
 - 6.5.2 塑料制件喷涂用基材.....605
 - 6.5.3 塑料制件喷涂用涂料.....606
 - 6.5.4 塑料制件的喷涂工艺.....607
 - 6.5.5 塑料喷涂疵病的出现与防止.....608
- 6.6 塑料镀金属.....609
 - 6.6.1 塑料镀金属的目的与作用.....609
 - 6.6.2 塑料镀金属工艺方法.....609
- 6.7 塑料制件印刷.....611
- 6.8 塑料丝印.....612
- 参考文献612
- 附录613

第5篇 电 镀**第1章 镀层分类标记及电镀常用名**

- 术语625
- 1.1 电镀的目的和意义.....625
- 1.2 电镀层的分类.....625
 - 1.2.1 按照镀层应用的目的分类.....625
 - 1.2.2 按照镀层的组合情况的分类.....626
 - 1.2.3 按照镀层与基体金属间的电化腐蚀作用的分类.....627

- 1.3 对镀层的最基本要求.....627
- 1.4 电镀基础理论中常用的名词术语.....627
- 1.5 金属镀层及化学处理表示方法.....632
- 参考文献635

第2章 镀前表面处理636

- 2.1 磨光.....636
 - 2.1.1 磨料的种类及选择.....636
 - 2.1.2 磨轮的转速及直径.....637

2.1.3 磨料的粘结.....	637	3.1 镀锌.....	661
2.1.4 磨轮的形式.....	638	3.1.1 碱性锌酸盐镀锌.....	661
2.2 抛光.....	639	3.1.2 酸性镀锌.....	663
2.2.1 抛光膏的种类及选择.....	639	3.1.3 氰化镀锌.....	666
2.2.2 抛轮转速的选择.....	639	3.1.4 镀锌后处理和铬酸盐转化膜.....	666
2.2.3 抛轮的材料及结构.....	640	3.2 镀锡.....	669
2.3 刷光.....	640	3.2.1 酸性硫酸盐镀锡.....	669
2.3.1 刷光液的配制.....	640	3.2.2 氰化镀锡.....	669
2.3.2 刷光轮的选择.....	641	3.2.3 镀锡层的后处理和钝化处理.....	670
2.4 滚光.....	641	3.3 镀铜.....	670
2.4.1 滚筒和钟形桶的结构及转速.....	641	3.3.1 氰化镀铜.....	671
2.4.2 磨料及化工材料.....	641	3.3.2 HEDP镀铜.....	672
2.5 震动精饰.....	642	3.3.3 柠檬酸盐镀铜.....	673
2.5.1 磨料的种类及选择.....	642	3.3.4 焦磷酸盐镀铜.....	673
2.5.2 震动精饰加工的对象.....	643	3.3.5 硫酸盐镀铜.....	675
2.5.3 震动精饰加工工艺.....	643	3.4 镀镍.....	678
2.6 喷砂.....	644	3.4.1 镀暗镍和镀光亮镍.....	679
2.6.1 砂粒.....	644	3.4.2 高硫镍(内镀镍).....	681
2.6.2 压缩空气.....	644	3.4.3 镍封闭镀层.....	682
2.7 有机溶剂除油.....	645	3.4.4 镀黑镍.....	683
2.8 化学除油.....	646	3.4.5 氨基酸盐镀镍.....	683
2.8.1 工艺规范.....	646	3.4.6 氟硼酸盐镀镍.....	684
2.8.2 除油溶液各组分的作用.....	647	3.5 镀铬.....	684
2.8.3 除油洗净剂.....	647	3.5.1 镀铬工艺规范.....	685
2.8.4 新型化学除油剂.....	648	3.5.2 镀光亮铬.....	689
2.9 电解除油.....	648	3.5.3 镀硬铬.....	690
2.9.1 工艺规范.....	648	3.5.4 滚镀铬.....	690
2.9.2 电解液各组分的作用.....	649	3.5.5 低浓度镀铬.....	691
2.10 浸蚀.....	649	3.5.6 三价铬镀铬.....	691
2.10.1 浸蚀剂的作用.....	649	3.5.7 镀黑铬.....	692
2.10.2 钢的浸蚀.....	650	3.6 镀镍铁合金.....	693
2.10.3 铜及铜合金的浸蚀.....	651	3.6.1 电镀镍铁合金的工艺规范.....	693
2.10.4 铝及铝合金的浸蚀.....	652	3.6.2 镀液配制.....	694
2.10.5 镁及镁合金的浸蚀.....	653	3.6.3 操作条件对镀层含铁量的影响.....	694
2.10.6 其他金属的浸蚀.....	654	3.6.4 镀液维护.....	694
2.10.7 除油浸蚀一步法.....	655	3.7 镀铜锡合金.....	695
2.10.8 工序间防锈.....	655	3.7.1 焦磷酸盐二价锡镀低锡青铜.....	695
2.11 化学抛光与电化学抛光.....	655	3.7.2 焦磷酸盐四价锡镀低锡青铜.....	696
2.11.1 钢的化学抛光与电化学抛光.....	656	3.7.3 氰化物镀铜锡合金.....	697
2.11.2 铜及铜合金的化学抛光与电化学 抛光.....	657	3.8 镀铜锌合金.....	697
2.11.3 铝及铝合金的化学抛光与电化学 抛光.....	658	3.9 镀镍磷合金.....	698
2.11.4 镍及镍合金的化学抛光及电化学 抛光.....	659	3.9.1 镍磷合金电镀工艺规范.....	698
2.11.5 其他金属的化学抛光与电化学抛光.....	659	3.9.2 镀液配制.....	699
参考文献.....	660	3.9.3 影响镀层中含磷量的因素.....	699
第3章 防护装饰性镀层.....	661	3.9.4 镍磷合金镀层的热处理.....	699
		参考文献.....	699
		第4章 电镀贵金属.....	700
		4.1 电镀银及其合金.....	700

4.1.1 氯化镀银	701
4.1.2 无氰镀银	703
4.1.3 防银变色	706
4.1.4 电镀银合金	709
4.2 电镀金及其合金	710
4.2.1 电镀金	710
4.2.2 电镀金工艺	712
4.2.3 电镀金合金	715
4.2.4 节金代金的几种途径	717
4.3 电镀铂	718
4.3.1 工艺规范	718
4.3.2 镀液的配制方法	719
4.3.3 镀液组成及工艺条件的影响	719
4.4 电镀钯	720
4.4.1 亚硝酸盐镀钯	720
4.4.2 碱性镀钯	721
4.5 电镀钼	721
4.5.1 强酸性镀钼液	722
4.5.2 强碱性镀钼液	722
4.5.3 二氯二氨合钼盐镀液	722
4.5.4 二氨合硝酸钼镀液	722
4.6 电镀钨	723
4.7 贵金属回收方法	723
4.7.1 金的回收方法	723
4.7.2 银的回收	724
参考文献	724
第5章 电镀可焊性镀层	725
5.1 可焊性镀层的焊接性能	725
5.1.1 各种可焊性镀层的性能特点	725
5.1.2 影响镀层可焊性的因素和提高镀层可焊性的途径	728
5.2 镀锡	729
5.2.1 硫酸盐酸性镀锡	729
5.2.2 其它酸性镀锡	732
5.2.3 碱性镀锡	733
5.2.4 几种镀锡溶液及镀层性能比较	735
5.3 镀锡铅合金	735
5.3.1 氟硼酸盐电镀锡铅合金	736
5.3.2 其它锡铅合金镀液	738
5.4 电镀其它锡合金	742
5.4.1 电镀锡锌合金	742
5.4.2 电镀锡镍合金	744
5.4.3 电镀酸性光亮锡镍合金	745
5.4.4 电镀高锡青铜	746
5.4.5 电镀锡钴合金	746
5.4.6 电镀锡锌钴三元合金	748
参考文献	749

第6章 铝及铝合金的阳极氧化和电镀

6.1 铝及其合金的阳极氧化	750
6.1.1 铝及其合金阳极氧化膜的性质	750
6.1.2 铝及其合金阳极氧化的工艺流程	752
6.1.3 硫酸阳极氧化工艺	752
6.1.4 铬酸阳极氧化工艺	754
6.1.5 草酸阳极氧化工艺	755
6.1.6 磷酸阳极氧化工艺	756
6.1.7 几种典型阳极氧化工艺及特性	756
6.1.8 铝及其合金的硬质阳极氧化工艺	757
6.1.9 铝及其合金的瓷质阳极氧化工艺	758
6.1.10 铝及其合金氧化膜的封闭处理	759
6.1.11 铝及其合金氧化膜的着色处理	760
6.2 其它金属的阳极氧化	762
6.2.1 镁合金的阳极氧化	762
6.2.2 铜及其合金的阳极氧化	763
6.3 铝及其合金电镀	763
6.3.1 铝及其合金化学浸锌(浸锡或浸镍)的电镀工艺	763
6.3.2 铝及其合金阳极氧化后的电镀工艺	767
6.3.3 铝及其合金的直接电镀	768
6.4 锌合金压铸件电镀	768

参考文献 770

第7章 电镀其它功能性镀层 771

7.1 磁性镀层	771
7.1.1 电镀镍钴合金	771
7.1.2 电镀镍钴磷合金	772
7.1.3 电镀其它磁性合金	773
7.2 耐磨镀层	775
7.2.1 耐磨镀铬(镀硬铬)	775
7.2.2 电镀镍磷合金	775
7.3 减摩镀层	775
7.3.1 电镀铝锡合金	776
7.3.2 电镀银铅合金	776
7.3.3 铝铝合金镀层	777
7.4 用于吸收太阳能的镀层	779
7.4.1 电镀黑镍	780
7.4.2 电镀黑铬	780
7.4.3 镀锌黑钝化	780
7.5 修复性镀层	780

参考文献 782

第8章 在非金属材料上电镀及

电泳	783
8.1 塑料制件的电镀	783
8.1.1 塑料镀前处理	783

8.1.2 塑料电镀装饰格的典型工艺	794	10.3 铝及铝合金的化学氧化	827
8.1.3 塑料制件成型对电镀质量的影响	794	10.3.1 工艺流程	827
8.2 陶瓷元件的电铸	796	10.3.2 化学氧化的工艺规范	827
8.3 电铸	797	10.4 镁合金的化学氧化	828
8.3.1 芯模	797	10.4.1 工艺流程	828
8.3.2 电铸前芯模的预处理	800	10.4.2 镁合金化学氧化的工艺规范	828
8.3.3 电铸溶液	801	10.5 铜及铜合金的化学氧化	829
8.3.4 电铸后的修饰及脱模	804	10.5.1 工艺流程	829
8.3.5 波导元件的电铸工艺	805	10.5.2 化学氧化的工艺规范	830
第9章 化学镀	807	10.5.3 化学钝化	831
9.1 化学镀镍	807	10.6 钢的磷化	832
9.1.1 化学镀镍层的用途	807	10.6.1 磷化膜组成及一般性质	832
9.1.2 化学镀镍层的组成和特性	808	10.6.2 磷化的应用	832
9.1.3 化学镀镍磷合金	808	10.6.3 工艺流程	834
9.1.4 影响化学镀镍磷合金的因素	809	10.6.4 磷化方法	834
9.1.5 化学镀镍磷合金溶液的维护	811	10.6.5 磷化液及工艺规范	836
9.1.6 其它类型化学镀镍工艺	811	10.6.6 维护和控制	836
9.1.7 阳极保护法用于化学镀镍的新技术	812	10.7 铝及铝合金的磷化	837
9.2 化学镀铜	813	10.7.1 磷酸铬型磷化工艺	837
9.2.1 化学镀铜工艺规范	813	10.7.2 磷酸锌型磷化工艺	838
9.2.2 化学镀铜溶液的配制使用和维护	814	参考文献	839
9.2.3 化学镀铜溶液各组份的作用	815	第11章 特种电镀	840
9.2.4 化学镀铜溶液自动控制装置	816	11.1 高速电镀	840
9.3 化学镀金	816	11.1.1 基本原理	840
9.3.1 化学置换法镀金	817	11.1.2 高速电镀的方法和应用	841
9.3.2 化学还原法镀金	817	11.2 选择电镀与高速选择电镀	843
9.4 化学镀银	818	11.2.1 选择镀的几种绝缘方式	843
9.4.1 化学镀银的工艺规范	818	11.2.2 高速选择镀	844
9.4.2 以二甲胺基硼烷为还原剂的化学镀银工艺	819	11.2.3 选择镀金机	844
9.5 化学镀锡和锡铅合金	819	11.3 脉冲电镀	845
9.5.1 化学镀锡和锡铅合金工艺规范	819	11.3.1 基本原理及特点	845
9.5.2 化学镀锡和锡铅合金溶液配制方法	820	11.3.2 脉冲电镀的应用	846
9.5.3 影响化学镀锡和锡铅合金的因素	820	11.4 超声波电镀	848
9.6 化学镀钴磷合金	821	11.4.1 超声波电镀原理	848
9.6.1 化学镀钴磷合金工艺规范	821	11.4.2 超声波电镀的应用	848
9.6.2 影响化学镀钴磷合金的因素	822	11.5 刷镀	849
参考文献	822	11.5.1 刷镀设备	849
第10章 化学转化膜	823	11.5.2 刷镀溶液	852
10.1 钢的化学氧化	823	11.6 复合电镀	853
10.1.1 氧化膜的性质及用途	823	11.6.1 复合镀镍	854
10.1.2 工艺流程	823	11.6.2 复合镀钴	854
10.1.3 氧化的工艺规范	823	11.6.3 复合镀银	855
10.1.4 生产控制	824	11.6.4 复合镀金	855
10.2 不锈钢的化学氧化	825	参考文献	855
10.2.1 黑色氧化	825	第12章 真空气相镀	856
10.2.2 彩色氧化	825	12.1 真空气相镀基础	856
		12.1.1 真空气相镀基本参数	856

XVIII

12.1.2 度量单位	856	13.9 镀液极化曲线的测定	900
12.1.3 真空气相镀常用参数	857	13.9.1 稳态法和暂态法	901
12.1.4 真空泵主要参数	858	13.9.2 恒电流法	901
12.2 真空蒸发	859	13.9.3 恒电位扫描法	902
12.2.1 主要元素的蒸发参数	859	13.9.4 采用DD-1型电镀参数测试仪测量	903
12.2.2 加热器和镀件的清洗	862	13.10 双电层微分电容的测定	903
12.2.3 蒸发率	865	13.10.1 双电层微分电容与微分电容曲线	903
12.2.4 凝结速率	865	13.10.2 交流电桥法	904
12.2.5 真空蒸发设备主要参数	866	13.10.3 载波扫描法	905
12.3 溅射	871	参考文献	907
12.3.1 溅射装置的分类	871	第14章 镀层性能测试	908
12.3.2 影响溅射速率的因素	875	14.1 镀层外观的检查	908
12.3.3 溅射设备主要参数	875	14.2 镀层结合力的检查	908
12.4 离子镀	878	14.3 镀层厚度的测定	910
12.4.1 离子镀装置的分类	878	14.3.1 磁性法	910
12.4.2 离子镀参数的选择和应用	880	14.3.2 涡流度	910
12.4.3 离子镀设备主要参数	882	14.3.3 x射线荧光法	910
第13章 镀液性能测定	884	14.3.4 β 反散射法	911
13.1 镀液表面张力测定	884	14.3.5 库仑法	912
13.1.1 鼓泡法基本原理	884	14.3.6 金相(显微镜)法	912
13.1.2 测定装置及测试方法	884	14.3.7 计时液流法	913
13.2 镀液电导测定	885	14.3.8 点滴法	917
13.2.1 基本原理	885	14.3.9 化学退镀法	918
13.2.2 交流电桥法测镀液电导	886	14.4 镀层孔隙率的测定	920
13.2.3 用电导仪测电导	886	14.4.1 贴滤纸法	920
13.3 镀液 pH 值的测定	887	14.4.2 涂膏法	921
13.3.1 用 pH 指示剂和 pH 试纸测镀液的 pH 值	888	14.4.3 电图像法	922
13.3.2 pH 计测 pH 值	888	14.5 镀层显微硬度的测定	923
13.4 电镀液梯形槽测试法	889	14.6 镀层内应力的测定	923
13.4.1 测试目的	889	14.6.1 电阻应变仪测量法	923
13.4.2 梯形槽的结构与基本原理	889	14.6.2 螺旋收缩仪测量法	924
13.4.3 梯形槽阴极试片外观表示方法	891	14.7 镀层脆性的测定	925
13.4.4 梯形槽测试方法	891	14.8 镀层可焊性的测定	925
13.5 镀液分散能力的测定	892	14.8.1 流布面积法	925
13.5.1 称量法测分散能力	892	14.8.2 润湿称量法	926
13.5.2 弯曲阴极法测分散能力	894	14.9 镀层耐蚀性盐水喷雾试验方法	927
13.5.3 梯形槽测分散能力	894	14.9.1 各种盐水喷雾试验方法的适用范围	927
13.6 镀液整平能力的测定	895	14.9.2 盐水喷雾试验设备	927
13.6.1 测试原理	895	14.9.3 试验溶液及试验条件	928
13.6.2 测试方法和步骤	896	14.9.4 试验周期及质量评定	928
13.7 镀液覆盖能力测定	897	14.10 镀层耐蚀性腐蚀膏试验方法	928
13.7.1 测量目的和基本原理	897	14.10.1 腐蚀膏的制备	929
13.7.2 测量方法	897	14.10.2 操作步骤	929
13.8 镀液电流效率测定	898	14.11 金属镀层腐蚀试验结果评定方法	930
13.8.1 称量法测镀液的电流效率	898		
13.8.2 简易测定电流效率的方法	900		

14.11.1 适用范围.....	930	15.1.3 滚镀设备.....	941
14.11.2 定义.....	930	15.1.4 干燥设备.....	944
14.11.3 取样与试验后试样的清理.....	930	15.1.5 过滤机.....	945
14.11.4 腐蚀率计算及耐蚀性评级.....	930	15.1.6 整流器.....	947
参考文献.....	931	15.2 电镀仪器仪表.....	948
第15章 电镀设备及仪器	932	15.3 电镀用的家具和器具.....	950
15.1 电镀工艺设备.....	932	参考文献.....	951
15.1.1 镀前表面处理设备.....	932	附录.....	952
15.1.2 固定槽.....	937		

化 学 工 艺

主 编

顾昌寅 蔡武峰

主 审

周 庆 立