



DIANDU LILUN YU GONGYI

电镀理论与工艺

冯辉 张勇 张林森 等编著



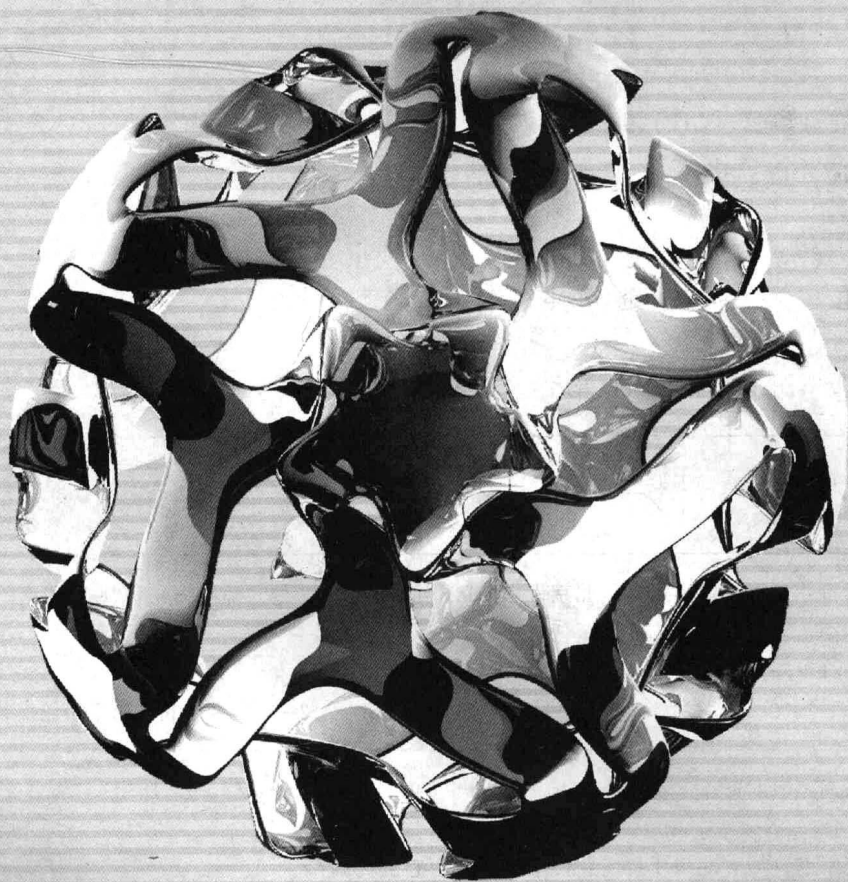
化学工业出版社



DIANDU LILUN YU GONGYI

电镀理论与工艺

冯辉 张勇 张林森 等编著



化学工业出版社

·北京·

本书系统阐述电镀的基本原理,并对典型镀种的工艺过程、影响与控制因素及操作特点等问题进行理论分析。对一些常用镀种,如电镀锌及合金、电镀铜及合金、电镀镍及合金、电镀铬、电镀锡及合金、非金属电镀、阳极氧化等分章进行叙述,还介绍最近几年发展起来的一些新理论、新工艺,如微弧氧化工艺、复合电镀工艺、电镀纳米晶镀层等。

本书内容涉及广泛,理论多采用实验数据深入浅出地介绍,可作为大中专院校电镀、电化学等专业的教材或参考书,也可作为从事电镀科研、生产技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电镀理论与工艺/冯辉等编著. —北京:化学工业出版社, 2008.6
ISBN 978-7-122-03002-3

I. 电… II. 冯… III. ①电镀-理论②电镀-工艺学
IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 076664 号

责任编辑:段志兵 王清颀

责任校对:边涛

装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张21½ 字数425千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00 元

版权所有 违者必究

序

电镀层是依据电化学原理而形成的一种产品，电镀的生产过程也最能全面地验证电化学理论。这在其他的电化学生产中是很难遇到的。例如，化学工业以电解法制备化工产品时，并不存在金属的电结晶问题，也不考虑阴极各部位沉积层的金属厚度是不是均匀，自然更不会关心其表面是不是平整与光亮；至于电化学生产的另一成员——化学电源的生产，则除极板化成外，在很大程度上涉及的多是化学与机械加工和装配。我们所关心的电化学反应却主要是呈现于化学电源的使用过程中。当然化学电源性能的好坏也会与其原料的取舍及加工密切相关。由于电镀与电化学原理结合得十分紧密，故多从理论上对工艺过程加以解释，使读者不但知其然，而且还要知其所以然，这是很有必要的。《电镀理论与工艺》一书难能可贵地充分注意到了这一点，大大加强了各项工艺与理论分析，很好地为读者提供了理论与实践相结合的范例。

一个学科基础理论的发展变化总是比较缓慢的，但在生产实践中运用它而形成的工艺过程，则将不断地与时俱进。新技术、新工艺、新材料、新设备层出不穷，尽管常用的教材不宜变化过快，但也应使初学者及时开拓眼界，了解国内外最新发展状况。这本书中不但各个章节均在关注着此问题，而且还对电沉积纳米晶、微弧氧化等新技术辟出专题加以介绍，实属难得。

在周期表中能形成电镀层的金属充其量也不过二十来种。由于各种原因，在实践中能够经常使用的镀层还要少得多，但是随着科学技术的飞跃发展，对具有各种新型功能镀层的需求却在不断地扩大，显然单金属镀层无法满足需要，于是电镀合金应运而生。二元合金、三元合金以至更多元素组成的合金，从理论上讲，它们的品种几乎是无限的，不过镀层的性能取决于合金的组成，而生产工艺中控制合金镀层组成恒定，绝非易事。能获得实际应用的合金镀层品种，到目前为止还不是很多。我们熟知的另一个能扩大镀层品种的复合电镀技术，系在一种基质金属中夹杂一种或数种性质各异的固体微粒，或是将某种微粒嵌入不同基质之中。基质金属既可是单金属，也可采用合金，可供选用的固体微粒也种类繁多，因此，所形成的复合镀层品种数目会大得惊人，远非普通电镀所能比拟。电镀合金与复合电镀均为一般电镀教材未能给予足够重视的内容，而在这本书中却占据了相当大的篇幅，也成为其突出特点之一。

作为一本电镀专业的教材与参考书，这是以冯辉教授为首的作者们在多年的教学与科研经验基础上，对内容认真精选，并辅之以深入浅出的解释而形成的颇具特色的成果，它的出版定会在电镀科技领域的教学与生产实践中发挥重要作用。

郭鹤桐

2008年4月

前 言

电镀涉及金属电结晶过程，影响因素众多，各种参数及各种添加剂对微观过程的影响十分复杂，要弄清楚各个不同工艺中的电结晶详细过程十分困难。然而电镀作为一种加工手段，随着机械、电子、材料等行业的进步，也得到了非常迅猛的发展。这主要是电镀技术可十分灵活地应用于各种不同的目的，如利用一些镀种具有夹杂特性发展了复合各种微粒的复合电镀技术，可获得具有更好耐磨性、减摩性、催化性等特殊功能的镀层，还可获得特殊复合材料的制备（如电镀纳米碳管制备导电且质轻的高强度复合材料）；利用特定合金成分形成纳米晶镀层以获得特殊的高硬度、高耐腐蚀特性的功能镀层；利用添加剂影响电结晶过程得到光亮、致密的镀层或改善两种以上合金电镀的特性等。因此，一方面我们希望尽可能细致地弄清楚微观过程的真实情况，以便获得更好的设计思路来设计各种镀层结构并解决我们所希望解决的问题，另一方面我们也可不必考虑那些难以弄清楚的复杂问题，只需要了解某些参数或某些添加剂对电结晶过程影响的结果，选择性地应用于我们需要解决的问题。因此，希望读者能通过阅读本书了解电镀的一些并不复杂的基本原理和特性，获得继续深入地研究复杂的电结晶过程中众多细微的悬念的基础，或者灵活应用电镀技术去解决一些跨学科、跨行业的不容易解决的问题。如采用电镀技术制备泡沫镍用于电池中正、负电极的集流体就是一个很好的例子。实际工作中还有大量类似的问题等待我们进一步开发、设计及解决，如何利用电镀这门技术去完成那些工作是我们需要共同讨论的问题。

本书用了一定的篇幅较系统介绍电镀的相关理论，并为了方便电镀理论的阅读，本书将各镀种中的一些理论问题归纳到一起，并从整体上加以描述，目的是使读者在看待其他相关问题时也能受到启发，并注重理论与实践的联系。本书涉及多行业多系统，既介绍了传统的电镀技术，如电镀锌、铜、镍、铬、锡等，又用相当篇幅介绍了新技术，如微弧氧化技术、复合电镀技术、纳米晶电镀技术等。

本书采用现行的国际单位制；书中电极电位除非有特别说明，一般是指标准电极电位。

参加本书编写工作的有郑州轻工业学院冯辉（第1章、第2章及第9章的9.6~9.8节）、张林森（第3、4章）、邵晨（第5、6章）、韩周祥（第7章、第9章的其余部分）、宋延华（第8、10章）、张勇（第11、12章）。全书由冯辉统编。

本书编写过程中得到了许多专家的指导；天津大学郭鹤桐教授为本书写序，在此深表谢意。

由于作者水平有限，书中仍有许多不妥之处，恳请读者提出宝贵意见。

编著者

欢迎订阅电镀及相关表面技术专业图书

书号	书名	定价/元
专业工具书		
9204-0	实用表面前处理手册(第二版)	40.00
1992-0	表面工程手册	90.00
6803-4	实用清洗技术手册	69.00
7318-6	中国材料工程大典(第16卷)——材料表面工程(上)	130.00
7319-4	中国材料工程大典(第17卷)——材料表面工程(下)	130.00
01348-4	简明电镀手册	48.00
电镀技术		
7422-0	工人安全技术培训系列读本—电镀工安全技术	15.00
6206-0	实用电镀技术丛书—电镀清洁生产工艺	35.00
3801-1	材料防护系列图书—电镀工程	40.00
5798-9	电子废料回收与利用丛书—电镀废弃物与材料的回收利用	24.00
4448-8	电镀废水处理技术及工程实例	35.00
4621-9	难镀基材的化学镀镍技术	22.00
3259-5	实用电镀技术丛书—电镀溶液分析技术	35.00
3539-X	实用电镀技术丛书—电镀溶液与镀层性能测试	19.00
5095-X	实用电镀技术丛书—防护装饰性镀层	38.00
3259-5	实用电镀技术丛书—电镀溶液分析技术	35.00
4857-2	实用电镀技术丛书—化学镀实用技术	42.00
9027-7	实用电镀技术丛书—实用电镀添加剂	48.00
3490-3	腐蚀与防护全书—实用电镀技术	25.00
8418-8	非金属电镀与精饰——技术与实践	35.00
8402-1	镀铬修复及应用实例	28.00
8951-1	镀铁铜镍及合金修复技术	20.00
5511-0	特种电镀技术	22.00
4797-5	刷镀技术	28.00
8434-X	表面处理清洁生产技术丛书—镀锌	15.00
8447-1	表面处理清洁生产技术丛书—镀覆前表面处理	20.00
00929-6	表面处理清洁生产技术丛书—镀铜	15.00
8204-5	涂镀三废处理工艺与设备	38.00
7552-9	电镀工艺与设备	54.00
4040-7	工人岗位培训实用技术读本—电镀技术	27.00
9030-7	现代电镀(原著第四版)	88.00
9254-7	镀镍技术丛书—镀镍工艺基础	20.00
9521-X	镀镍技术丛书—光亮镀镍	30.00
00922-7	镀镍技术丛书—镀镍合金	30.00
8954-6	实用装饰性镀层和涂层	36.00
9215-6	电镀企业的数字化管理	180.00(精装)
9325-4	电镀生产管理8讲	25.00
9324-7	纳米电镀	58.00

续表

书号	书名	定价/元
9854	电镀挂具	29.00
9327	复合电镀技术	48.00
9827	电镀实践 900 例	39.00
9755-9	电镀实用技术 500 问	25.00
01011-7	电镀故障精解	48.00
01078-0	电镀故障分析与处理问答	26.00
01078-0	电镀工人技术问答	20.00
00507-6	电镀层去除技术	16.00
01107	电镀配合物——理论与应用	98.00
01474-0	电子电镀技术	48.00
01748-2	电镀后处理	18.00
02665-1	电镀自动线生产技术问答	22.00
表面清洗技术		
3604-3	工业清洗剂及清洗技术	45.00
7049-7	洗净技术基础	58.00
6803-4	实用清洗技术手册(二版)	69.00
4611-1	金属清洗技术	28.00
3001-0	实用化学清洗技术(二版)	20.00
4503-4	工业清洗及应用实例	25.00
4343-0	工人岗位培训实用技术读本—工业清洗技术	35.00
7778-5	高压水射流清洗技术及应用	29.00
00519-9	钢材酸洗技术	39.00
其他表面技术		
5550-1	铝合金阳极氧化与表面处理技术	45.00
01113-8	铝合金表面氧化处理技术问答	20.00
5865-9	不锈钢表面处理技术	32.00
8653-9	金属表面抛光技术	29.00
7055-1	金属表面技术丛书—水溶液沉积技术	20.00
792-14	现代表面工程技术(教材)	32.00
5890-X	喷丸清理技术	38.00
8045-X	钢材热镀锌	59.00
00689-9	钢带热镀锌新技术问答	32.00
2919-5	涂层技术原理及应用	45.00
5974-4	实用焊接技术丛书——表面堆焊与热喷涂技术	39.00
9117-6	电弧喷涂技术	36.00

如需以上图书的内容简介、详细目录以及更多的科技图书信息,请登录 www.cip.com.cn。

邮购地址:(100011)北京市东城区青年湖南街13号化学工业出版社

服务电话:010-64518888,64518800(化学工业出版社销售中心)

如要出版新著,请与编辑联系。

编辑电话:010-64519271 E-mail: dzb@cip.com.cn (段志兵)

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电镀的基本概念	1
1.2 电镀层的分类	1
1.2.1 按镀层用途分类	1
1.2.2 按镀层的电化学性质分类	3
1.3 电镀设备与技术的发展	3
1.3.1 电镀的发展历史	3
1.3.2 电镀设备的发展	4
1.3.3 操作工艺的发展	5
1.3.4 常用镀层及发展趋势	5
1.4 与电镀相关的涂镀技术	5
1.4.1 其他获得金属及其合金涂层的方法	5
1.4.2 电泳和氧化	5
参考文献	6
第 2 章 金属电沉积理论	7
2.1 金属离子还原的可能性	7
2.2 电结晶过程的动力学	8
2.2.1 通过电流时晶面生长的基本模型	8
2.2.2 吸附原子的表面扩散控制	9
2.2.3 晶核的形成与长大	10
2.3 金属电沉积时晶核形成与晶核长大问题	12
2.3.1 金属电沉积时的晶核形成问题	12
2.3.2 高过电位下晶核生长特点	13
2.3.3 低过电位下晶核生长特点	13
2.4 电沉积过程中金属离子还原时的极化	14
2.4.1 简单金属离子还原时的极化	14
2.4.2 金属配位离子还原时的极化	15
2.5 合金电沉积时的极化	17
2.5.1 合金共沉积的类型	17
2.5.2 金属共沉积理论	18

2.5.3	实际金属共沉积时的特点和影响因素	21
2.6	添加剂的影响	22
2.6.1	添加剂的作用	22
2.6.2	添加剂的类型和功能	23
2.7	电镀层的结构与抗腐蚀性的关系	25
2.7.1	多层镍电化学牺牲阳极抗腐蚀理论	25
2.7.2	电镀多层镍的抗腐蚀机理	26
2.7.3	多层镍电化学牺牲阳极抗腐蚀理论	27
2.7.4	单金属多纳米层抗腐蚀理论	28
2.8	电镀液的分散能力问题	30
2.8.1	阴极表面上电流的分布	30
2.8.2	金属在阴极上的分布	33
2.8.3	改善电镀液分散能力的方法	34
2.8.4	电解液分散能力的测定方法	36
2.9	电镀液的覆盖能力问题	36
2.9.1	影响覆盖能力的因素	37
2.9.2	改善覆盖能力的途径	38
2.9.3	覆盖能力的测定方法	38
2.10	电镀溶液的微观整平能力	39
2.10.1	微观整平能力的概念	39
2.10.2	微观整平能力的类型	40
2.10.3	微观整平能力的测定	42
2.11	电镀过程中各种因素的相互关系	44
	参考文献	44
第3章	金属零件电镀前处理	46
3.1	金属零件镀前表面准备的重要性	46
3.2	粗糙表面的机械整平	47
3.2.1	磨光	47
3.2.2	机械抛光	49
3.2.3	滚光、振动光饰、离心光饰	50
3.2.4	喷砂处理	52
3.3	除油	53
3.3.1	有机溶剂除油	54
3.3.2	碱性溶液化学除油	55
3.3.3	电化学除油	57
3.4	浸蚀	59

3.4.1	化学浸蚀	60
3.4.2	电化学浸蚀	63
3.4.3	弱浸蚀	64
3.5	金属的电解抛光	64
3.5.1	电解抛光的机理	65
3.5.2	电解抛光的工艺规范	67
3.6	表面准备的新技术	68
3.7	制定表面准备工艺流程的原则	69
	参考文献	70
第4章	电镀锌及锌合金	72
4.1	电镀锌	72
4.1.1	概述	72
4.1.2	氯化钾型镀锌	73
4.1.3	氰化物镀锌	77
4.1.4	碱性锌酸盐镀锌	79
4.1.5	硫酸盐镀锌	81
4.1.6	锌镀层的镀后处理	82
4.1.7	不合格锌镀层的退除	86
4.2	电镀锌合金	86
4.2.1	锌镍合金	87
4.2.2	电镀锌铁合金	89
4.2.3	电镀锌钴合金	90
	参考文献	91
第5章	电镀铜及铜合金	94
5.1	电镀铜概述	94
5.1.1	铜镀层的性质和用途	94
5.1.2	镀铜电解液的类型	94
5.2	氰化物镀铜	95
5.2.1	基本原理	95
5.2.2	镀液各成分的作用分析及工艺条件对镀层的影响	97
5.2.3	镀液的配制方法	99
5.2.4	杂质的影响和消除办法	99
5.2.5	镀液的维护	100
5.3	无氰镀铜	101
5.3.1	硫酸盐镀铜	101

5.3.2	焦磷酸盐镀铜	108
5.3.3	其他类型的无氰镀铜工艺	113
5.4	铜镀层的后处理及退除	116
5.4.1	铜镀层的后处理	116
5.4.2	不合格镀铜层的退除方法	116
5.5	电镀铜合金	116
5.5.1	电镀铜锌合金	116
5.5.2	电镀铜锡合金	118
5.5.3	不合格铜锌合金镀层的退除	120
	参考文献	120
第6章	电镀镍及镍合金	125
6.1	概述	125
6.1.1	镍镀层的性质及用途	125
6.1.2	镀镍工艺的发展及镀液的分类	126
6.2	普通镀镍（暗镍）	126
6.2.1	普通镀镍电解液各成分的作用及工艺条件的影响	127
6.2.2	普通镀镍电极反应	129
6.2.3	普通镀镍镀液的配制（以瓦特镍为例）	129
6.2.4	普通镀镍镀层的质量检验	129
6.3	光亮镀镍	130
6.3.1	镀镍光亮剂	131
6.3.2	光亮镀镍工艺	134
6.4	镀多层镍	136
6.4.1	电镀半光亮镍	137
6.4.2	镍封闭	138
6.4.3	电镀高应力镍	139
6.4.4	电镀高硫镍	139
6.5	特殊用途镀镍	140
6.5.1	电镀黑镍、枪色镍	140
6.5.2	电镀珍珠镍（缎面镍）	141
6.6	不合格镍层的退除	141
6.7	电镀镍合金	142
6.7.1	电镀镍铁合金	142
6.7.2	电镀镍磷合金	144
6.7.3	电镀镍钴合金	145
	参考文献	146

第7章 电镀铬	149
7.1 概述	149
7.1.1 镀铬层的性质	149
7.1.2 镀铬层及电镀铬电解液的类型	150
7.1.3 镀铬工艺的主要特点	151
7.2 镀铬的电极过程	152
7.2.1 镀铬的阴极过程	153
7.2.2 镀铬的阳极过程	154
7.3 镀铬层的结构与性能	155
7.3.1 镀铬层的组织结构和裂纹的形成	155
7.3.2 镀铬层的硬度与耐磨性	156
7.3.3 镀铬层的内应力	157
7.4 镀铬电解液的组成和工艺条件	157
7.4.1 镀铬液中各成分的作用	158
7.4.2 操作工艺条件——温度与电流密度	160
7.5 镀铬溶液中杂质的影响和去除	162
7.5.1 铁杂质的影响和去除	162
7.5.2 氯离子的影响和去除	163
7.5.3 硝酸根的影响和去除	163
7.6 电镀铬工艺技术	164
7.6.1 防护装饰性镀铬	164
7.6.2 电镀硬铬	166
7.6.3 其他镀铬	168
7.7 稀土镀铬添加剂的应用	171
7.8 有机添加剂在镀铬中的应用	172
参考文献	173
第8章 电镀锡及锡合金	175
8.1 酸性镀锡	176
8.1.1 硫酸盐镀锡	176
8.1.2 有机磺酸盐镀锡	180
8.2 碱性镀锡	180
8.2.1 镀液成分及操作条件	181
8.2.2 碱性镀锡的电极反应	181
8.2.3 镀液中各主要成分的作用及操作条件的影响	182
8.2.4 碱性镀锡工艺流程	184

8.3	镀层检验和不合格镀层退除	185
8.3.1	镀层质量检验	185
8.3.2	不合格镀层的退除	186
8.4	冰花镀锡工艺	186
8.5	可焊性镀锡及锡合金	188
8.5.1	电镀可焊性纯锡	188
8.5.2	电镀锡铅合金	190
8.5.3	电镀锡铋合金	192
8.5.4	电镀锡银合金	193
8.5.5	电镀锡铈合金	194
8.5.6	电镀锡合金可焊性比较	195
8.6	其他用途镀锡合金	196
8.6.1	功能性锡铅合金	196
8.6.2	锡铋合金镀层	197
8.6.3	锡铜合金镀层	197
8.6.4	电镀锡钴合金	198
8.6.5	锡基三元合金镀层	199
8.7	镀后处理及不合格镀层的退除	199
8.7.1	镀后钝化处理	199
8.7.2	不合格镀层的退除	200
	参考文献	200
第9章	铝及其合金的表面氧化	202
9.1	阳极氧化概述	202
9.2	阳极氧化机理	204
9.2.1	阳极氧化的电极反应	204
9.2.2	阳极氧化膜的生长过程	204
9.2.3	阳极氧化膜的组成和结构	206
9.3	阳极氧化工艺	207
9.3.1	阳极氧化工艺流程	207
9.3.2	硫酸阳极氧化	207
9.3.3	铬酸阳极氧化	210
9.3.4	草酸阳极氧化	211
9.3.5	硬质阳极氧化	212
9.3.6	瓷质阳极氧化	215
9.4	阳极氧化膜的着色	216
9.4.1	化学着色	216

9.4.2	整体着色	218
9.4.3	电解着色	219
9.5	阳极氧化膜的封闭	222
9.5.1	封闭目的和质量要求	222
9.5.2	热水和水蒸气封闭	223
9.5.3	盐溶液封闭	224
9.5.4	常温封闭	226
9.6	微弧氧化概述	227
9.7	微弧氧化机理	229
9.8	微弧氧化工艺	230
9.8.1	工艺特点	230
9.8.2	微弧氧化的电解液体系	231
9.9	微弧氧化膜层的物理化学特性	236
9.9.1	微弧氧化膜层的孔结构特征	236
9.9.2	微弧氧化膜的抗腐蚀特性	239
	参考文献	241
第10章	非金属电镀	243
10.1	概述	243
10.2	非金属材料电镀前的表面准备	244
10.2.1	封闭	244
10.2.2	消除应力	245
10.2.3	除油	246
10.2.4	表面粗化	247
10.2.5	敏化	251
10.2.6	活化	252
10.2.7	化学镀前表面处理的新方法	256
10.3	化学镀	256
10.3.1	化学镀铜	257
10.3.2	化学镀镍	260
10.4	ABS塑料电镀	264
10.5	非金属表面直接电镀	266
10.5.1	钡化合物体系的直接电镀	267
10.5.2	导电高分子聚合物体系的直接电镀	268
10.5.3	炭黑体系的直接电镀	270
	参考文献	271

第 11 章 复合电镀	272
11.1 概述	272
11.1.1 基本概念	272
11.1.2 复合镀层的特点	273
11.1.3 复合电镀与普通电镀的差异	274
11.1.4 复合镀层的分类与应用	275
11.1.5 复合镀层中微粒含量表示法	275
11.1.6 复合电镀的历史及发展趋势	276
11.2 复合电镀工艺	276
11.2.1 复合电镀的基本条件及装置	276
11.2.2 复合电镀的影响因素	277
11.3 复合电镀机理及模型	279
11.4 电镀镍复合镀层	281
11.4.1 镀液组成及工艺条件	282
11.4.2 工艺参数对镀层的影响	282
11.4.3 复合镀层的性能	285
11.4.4 不合格镍复合镀层的退除	287
11.5 化学镀合金复合镀层	287
11.5.1 化学镀液的稳定性	288
11.5.2 化学复合镀机理	288
11.5.3 化学复合镀液组成及工艺条件	288
11.5.4 化学复合镀层的影响因素	290
11.5.5 化学复合镀层的特性及应用	294
参考文献	294
第 12 章 纳米晶电镀	299
12.1 纳米晶材料概述	299
12.1.1 纳米材料与纳米技术	299
12.1.2 纳米效应	300
12.1.3 纳米材料的新特性	301
12.1.4 纳米晶材料的 Hall-Petch 关系	302
12.1.5 纳米晶材料的制备方法	303
12.2 电镀法制备纳米晶材料	304
12.2.1 纳米晶电镀的优点	304
12.2.2 电镀纳米晶材料的原理与制备方法	304
12.2.3 纳米晶电镀的影响因素	306

12.3 纳米晶电镀工艺及特性	306
12.3.1 镀镍	307
12.3.2 镀银	310
12.3.3 镀钴	311
12.3.4 镀铜	312
12.3.5 镀 Ni-P 合金	314
12.3.6 镀 Cu-Ni 合金	315
12.3.7 镀 Co-Ni 合金	316
12.3.8 镀 Ag-Te 合金	318
12.4 纳米晶电镀的应用	320
参考文献	321
附录	323
一、25℃下一些水溶液中的标准电极电势 (NHE)	323
二、某些电镀溶液的阴极电流效率	324
三、各种金属离子可供选择的配合剂	324
四、一些金属的物理性质	325

第1章 绪论

1.1 电镀的基本概念

电镀是用电化学方法在固体表面电沉积一薄层金属、合金或金属与非金属粉末一起形成复合电沉积层的过程。

电镀时，被镀工件作为阴极，与直流电源负极相连接，阳极连接于电源正极，并将它们放入电镀槽中，电镀槽中应有含被镀金属离子或络离子的电解液，接通直流电源，金属离子或络离子在电场作用下，在阴极上发生电化学还原反应，沉积出金属原子，并逐步形成镀层。通常电镀装置如图 1-1 所示。

电镀技术是一种可改变材料表面特性的技术，通常可应用于金属表面防护、装饰或应用于实现其他特殊功能，在某些情况下，非其他方法可替代，是一种经济、方便和有效的改善材料表面特性的手段。

通常对电镀层特性的基本要求是镀层结构致密、厚度均匀、镀层与基体结合牢固并能够耐受一定环境条件下的腐蚀（指镀层对基体的防护特性）。在某些情况下，进一步要求镀层内应力小、柔韧性好、有较高的硬度、色彩、光亮或均匀沙面等。对于功能性镀层，根据其具体使用目的，要求镀层可耐高温氧化，耐潮湿环境腐蚀、耐海洋性气候腐蚀等。

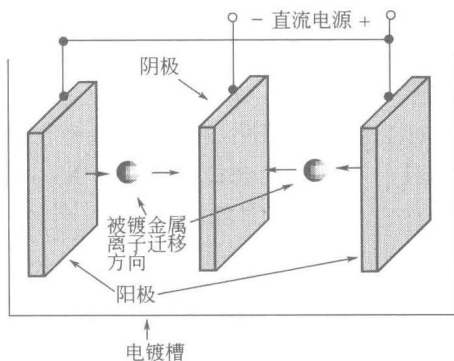


图 1-1 电镀装置示意

1.2 电镀层的分类

1.2.1 按镀层用途分类

1.2.1.1 防护性镀层

防护性镀层用途最广，其主要目的是对基体的防护，耐磨、防腐是其主要目的。例如：罐头盒内表面镀锡；轴类零件镀铬；电器零件镀锌彩色钝化；电杆上的横铁杆镀锌白钝化；水管热镀锌等。