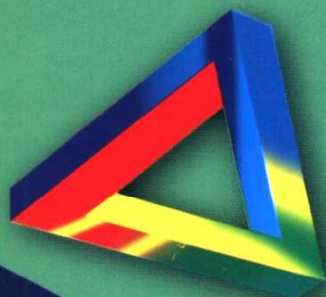


技工系列工具书

刘鹏飞 编著



电镀工



实用技术手册

江苏科学技术出版社

技工系列工具书

电镀工实用技术手册

刘鹏飞 编著

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电镀工实用技术手册/刘鹏飞编著. —南京:江苏科学技术出版社,2004.4

(技工系列工具书)

ISBN 7-5345-4041-0

I. 电... II. 刘... III. 电镀—技术手册
IV. TQ153-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 124881 号

技工系列工具书

电镀工实用技术手册

编 著 刘鹏飞
责任编辑 宋 平
特约编辑 陈 静

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 江苏苏中印刷厂

开 本 850mm×1 168mm 1/32
印 张 36.625
插 页 5
字 数 905 000
版 次 2004 年 2 月第 1 版
印 次 2004 年 2 月第 1 次印刷
印 数 1—5 000 册

标准书号 ISBN 7—5345—4041—0/TQ·44
定 价 56.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

前 言

从事电镀技术工作,尤其是生产现场工作者,经常会遇到一些实际技术问题,需要花不少时间和精力查阅各种有关书刊、文献、资料和实验方法与数据等,分析、研究、解决问题,而一些规模不大的企业,其技术力量、资料、实验都比较缺乏。作者在 20 世纪 80 年代中期编著过《电镀现场必读》一书,曾受到读者欢迎。近二十年来,电镀技术飞速发展,电镀知识不断更新,方法不断改进。在新世纪到来之际,应同行们要求,编写了这本资料相对集中、数据准确、方法适用,又拥有适合当今国内外先进工艺及至今仍常沿用的传统工艺与技术、设备、材料和可适于各种工艺的应用技术手册,敬献给电镀界同行,希望有助于大家的科研、教学和现场工作。

电镀是对基体金属表面进行装饰、防护以及获得某些新性能的一种工艺方法,是一种涉及多学科的综合性技术。它是表面处理的主要工艺技术,为工业各部门所广泛应用。随着科学技术和工业水平的不断发展,它和其他表面处理技术已发展为利用有关现代物理、化学、金属学等方面新技术的边缘性综合技术,正形成一个重要的现代化科学体系。面对着新世纪的到来,科技与市场竞争对电镀工艺和产品要求越来越高,电镀产品的质量、产量与效益直接影响了许多工业品的竞争力。必须认识到,包括电镀在内的表面处理工艺技术正与时俱进,不断创新,进入高质量、低能耗、低污染、低成本、多花色、装饰性、功能性和自动化高的新时代。要引进、吸收、消化国外先进技术,结合我国国情,继承、改进、发扬我国的传统技术,与国际市场接轨。本书基于这一原则,对当今国内外先进电镀工艺、技术,以及与其有关的真空镀、化学镀、铝与铝合

金氧化、磷化等表面处理工艺和常由电镀厂家承接的非表面处理方法的电铸,均结合国情与实际汇编入内。

本书汇编的有关工艺资料与数据均经过现场反复实践、验证,取精去粗,力求正确可靠,深入浅出,简明扼要,既注意到其工艺技术(包括添加剂等)的先进、完整性,又注意其实用性,以供读者参考。鉴于电镀是一门涉及多学科的技术,生产中出现故障和问题的因素往往来自多方面,因此,对涉及到的基础理论结合电镀实际进行了探讨,并对有关应用技术和现场生产技术、设备管理等另立章节,以供实际参考。

在编著过程中承蒙中国轻工业协会表面处理专业委员会副主任、广州市二轻工业科技研究所梁国柱所长,中国表面工程协会电镀分会理事长胡铁奇研究员,广州市二轻工业科技研究所副所长、总工程师袁国伟研究员,香港理工大学教授吴永忻博士,武汉大学陈永言教授等专家的支持、指教,并承蒙长沙市化工研究所张友文高级工程师,中国航天工业第 608 研究所型号副总设计师李建华研究员,武汉材料保护研究所毛祖国、范宏义研究员,湖南省轻工研究所黄高山研究员,航天工业部南方机械公司长沙摩托厂李万候、陈一堂高级工程师等专家对本书分别进行校对、指教,谨表示衷心感谢。

在编著过程中承蒙香港电镀界知名企业家、香港港九电镀业商会副理事长冯炳寿先生的支持帮助,谨表示诚挚的感谢。

本书在编著过程中,参阅了国内外有关资料和参考书,恕不一一列举,谨此深表感谢。由于编者水平有限,取材尚有局限性,书中不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

目 录

第一章 电镀有关基础理论	1
第一节 无机化学与电镀	1
一、物质的变化与电镀	1
二、元素、元素周期律和元素周期表	3
三、物质的量和物质的量浓度	5
四、物质的分类与相互关系	8
五、化学键	14
六、溶液在电镀中的作用	16
七、化学方程式与计算	25
第二节 有机化学与电镀	27
一、有机化合物的特性	28
二、有机化合物的分类	28
三、有机化合物在电镀添加剂中的应用	30
第三节 络合物化学与电镀	33
一、络合物的特点和组成	34
二、络合物在电镀中的应用	35
第四节 表面活性剂及其在电镀中的应用	37
一、表面活性剂的分类及性质	37
二、表面活性剂在电镀中的应用	39
第二章 电化学基础与电镀基础	43
第一节 电化学基础	43
一、概述	43
二、电镀过程的有关理论与计算	43
第二节 金属腐蚀与防腐	74

一、化学腐蚀和电化学腐蚀	75
二、金属腐蚀的防护	78
三、金属钝化与活化	80
第三节 电镀基础	83
一、电镀工艺过程的基本要求	83
二、电镀的作用、分类及应用范围	84
三、电镀的基本原理	88
四、电结晶过程的理论研究与应用	89
五、影响镀层沉积质量的因素	91
六、决定镀层质量的重要标志	97
第三章 镀前处理	100
第一节 镀前处理工艺	100
一、电镀的基本工艺过程	100
二、金属件表面整平的机械方法	101
三、化学抛光与电化学抛光	108
四、脱脂(除油)	120
五、浸蚀	128
六、镀前处理中几个应用技术问题	136
第四章 单金属电镀	147
第一节 镀铜	147
一、氰化镀铜	150
二、光亮硫酸盐镀铜	157
三、焦磷酸盐镀铜	168
四、其他无氰镀铜工艺	177
第二节 镀镍	184
一、镍镀层在工业上的应用	185
二、普通镀镍(电镀暗镍)	189
三、光亮镀镍	197
四、半光亮镀镍	223

五、镀镍新工艺(双层镀镍、三层镀镍、高硫镍、镍封闭、高应力镍)	225
六、电镀黑镍	233
七、滚镀镍	235
八、不合格镍镀层的退除	242
第三节 镀铬	244
一、镀铬的工艺特点、分类及用途	245
二、镀铬的基本原理和影响镀层质量的因素	248
三、镀铬电解液的成分与作用	259
四、防护装饰性镀铬	261
五、滚镀铬	277
六、硬铬(耐磨铬)	279
七、松孔镀铬	284
第四节 镀锌	288
一、镀锌的作用与分类	288
二、硫酸盐镀锌	290
三、氰化镀锌	291
四、锌酸盐镀锌	296
五、氯化物镀锌	304
六、镀锌的镀后处理	307
七、不合格锌镀层的退除	332
第五节 镀镉	332
一、镀镉的特性	332
二、镀镉的类型及工艺规范	333
第六节 镀铁	338
一、镀铁工艺方法与镀液的种类	339
二、氯化亚铁镀铁	340
第七节 镀铅	342
一、概述	342
二、镀铅工艺及应用	343

第八节 镀锡	345
一、镀锡镀液的种类	346
二、酸性镀锡	347
三、碱性镀锡	355
四、花纹(晶纹)镀锡	359
五、化学浸锡	360
六、锡镀层的退除	363
第五章 合金电镀	364
第一节 合金电镀的工艺与应用	364
一、合金电镀的发展	364
二、合金镀层的特性	365
三、合金电镀的基本原理	366
第二节 仿金电镀	373
一、几种常见的仿金电镀	374
二、氰化物仿金电镀	374
三、仿金电镀的镀后处理	377
第三节 铜锌合金(黄铜)电镀	381
一、铜锌合金电镀	381
二、工艺过程与应用	383
第四节 铜锡合金电镀	386
一、铜锡合金的分类、特性与用途	386
二、氰化镀铜锡合金	387
第五节 锡镍合金电镀	392
一、锡镍合金的特性与用途	392
二、锡镍合金电镀工艺与应用	393
三、装饰性黑色(枪色)锡镍合金和黑锡镍铜合金	395
第六节 锡钴合金电镀	399
一、锡钴合金的特性与用途	399
二、锡钴合金电镀工艺与应用	399
第七节 镍铁合金电镀	401

一、镍铁合金的特性与用途	401
二、镍铁合金电镀工艺与应用	403
第八节 锌镍合金电镀	407
一、锌镍合金的发展和机理	407
二、镀锌镍合金工艺与应用	409
第九节 镍磷合金电镀	412
一、镍磷合金的特性	412
二、镍磷合金电镀工艺与应用	414
第十节 锌铁合金电镀	415
一、锌铁合金的特性	415
二、锌铁合金电镀工艺与应用	416
三、硫酸盐镀高耐蚀铁锌合金	419
第十一节 铅锡合金电镀	420
一、铅锡合金的特性	420
二、铅锡合金电镀工艺与应用	421
第十二节 锡锌合金电镀	424
一、锡锌合金的特性与用途	424
二、锡锌合金电镀工艺与应用	425
第十三节 多元合金电镀	427
一、镀锌镍铁合金	427
二、滚镀光亮锌铁钴合金	429
第六章 稀贵金属电镀	432
第一节 电镀银及银合金	432
一、镀银	433
二、电镀银镉合金	436
三、电镀银铈合金	437
第二节 电镀金和金合金	439
一、电镀金与金合金的特性、用途和节金措施	439
二、镀金工艺	441
三、金合金电镀	450

四、镀钯与钯镍合金	456
五、其他稀贵金属电镀	461
第七章 其他电镀	469
第一节 脉冲电镀	469
一、脉冲电镀的电化学原理和特点	470
二、脉冲电镀贵金属金、银	476
三、脉冲电镀单金属	479
四、脉冲电镀合金	484
五、铝的脉冲阳极氧化	486
第二节 复合电镀	487
一、复合电镀的分类和用途	487
二、复合电镀的工艺特点与应用	491
三、典型的复合电镀工艺	493
第三节 非金属电镀	499
一、塑料及其他非金属电镀的特点	499
二、塑料电镀前的成型工艺	500
三、塑料电镀工艺与应用	502
四、石膏、木材和纸板电镀	512
五、鲜花和树叶电镀	513
六、玻璃和陶瓷电镀	513
第四节 铝及铝合金电镀	517
一、铝及铝合金电镀的特点	517
二、铝材镀前处理	518
三、铝材电镀	523
第五节 不锈钢电镀	526
一、特点	526
二、工艺流程与工艺规范	526
第八章 特种方法获得的镀层	529
第一节 化学镀	529
一、化学镀的特性、作用与发展	529

二、化学镀镍	530
三、化学镀铜	542
四、化学镀金	547
五、化学镀银	549
六、化学镀钴	554
七、化学镀钼	557
八、化学镀镍基、钴基合金	559
第二节 刷镀	566
一、刷镀的基本原理和发展	566
二、刷镀的工艺特点与应用	570
三、刷镀的工艺流程和操作中的几个实际问题	587
四、刷镀液的使用与保管	590
第三节 热喷镀	592
一、火焰喷镀	593
二、等离子射流喷镀	595
第四节 蒸发镀	597
一、蒸发镀膜的特性和蒸发镀膜机	597
二、蒸发源	600
三、蒸发镀膜工艺	605
第五节 溅射镀	607
一、溅射镀膜原理	607
二、磁控溅射	608
三、影响膜层质量的各种因素	611
四、几种溅射设备	612
第六节 离子镀	614
一、离子镀的发展过程	614
二、离子镀的类型及应用	614
三、离子镀的特点	617
四、离子镀膜工艺	620
五、影响膜层质量的几种因素	621

六、真空镀的涂料选择与应用	622
第七节 气相镀	625
一、气相镀方法	626
二、气相镀(CVD)装置	629
三、影响镀层质量的因素	630
四、气相镀的应用	631
第八节 局部电镀与双极性电镀	632
一、局部电镀	632
二、双极性电镀	638
第九节 锌合金压铸件电镀	641
一、锌合金压铸件电镀的特点和应用	641
二、锌合金压铸件电镀的工艺流程和规范	643
第十节 线材电镀	648
一、线材电镀的特性和要求	648
二、线材电镀的方法	648
三、钢线材电镀	649
四、铜线材电镀	655
五、其他线材电镀	657
第十一节 电磁屏蔽用镀层	659
一、电磁屏蔽的目的及对其镀层的要求	659
二、不同电磁屏蔽层	661
第十二节 印刷线路板电镀	665
一、印刷线路板电镀特点和工艺选择	665
二、印刷线路板孔金属化常规工艺	666
三、其他印刷线路板电镀工艺	668
第十三节 机械镀	674
一、机械镀工艺特点与要求	674
二、机械镀工艺规范	675
第十四节 电铸	677
一、电铸的发展与特性	677

二、电铸的应用和芯模设计·····	678
三、电铸的前处理·····	683
四、电铸工艺·····	687
第九章 金属的氧化、磷化和着色 ·····	698
第一节 铝及铝合金的氧化处理 ·····	698
一、铝及铝合金氧化的特性与分类·····	698
二、化学氧化·····	700
三、电化学氧化·····	706
四、硬质阳极氧化·····	722
五、特种阳极氧化·····	727
六、铝及铝合金染色与着色·····	740
七、封闭处理·····	755
八、铝及铝合金氧化时的铝材料选择·····	758
第二节 钢铁的磷化 ·····	761
一、钢铁磷化的作用·····	761
二、磷化膜的分类、性质与用途 ·····	762
三、磷化工艺和应用技术·····	762
四、其他磷化工艺·····	772
第三节 钢铁氧化(发蓝) ·····	775
一、钢铁氧化(发蓝)的特性·····	775
二、碱性氧化法·····	775
三、酸性氧化法·····	781
第四节 镁合金的氧化 ·····	784
一、镁合金的氧化特性·····	784
二、化学氧化·····	785
三、电化学氧化·····	788
第五节 铜及铜合金的氧化 ·····	790
一、铜及铜合金的氧化处理·····	790
二、铜及铜合金的钝化处理·····	793
三、质量检验及不合格品退除·····	795

四、铜及铜合金的转化膜处理	795
第六节 金属的着色与染色	802
一、金属着色工艺	802
二、铜和黄铜的着色	804
三、镍层的着色和染色	808
四、锌层的着色和染色	810
五、不锈钢的着色	814
六、其他镀层的着色与染色	817
第七节 镀后处理	821
一、清洗	822
二、电解液的回收	825
三、出光、钝化、干燥与除氢	826
第十章 常用电镀溶液分析方法	831
第一节 镀前处理溶液分析	833
一、化学、电化学除油溶液分析	833
二、浸蚀溶液分析	834
三、钢铁电抛光溶液分析	836
第二节 电镀单金属溶液分析	838
一、镀锌溶液分析	838
二、镀锌层钝化溶液分析	846
三、镀镉溶液分析	849
四、镀铜溶液分析	855
五、镀镍溶液分析	861
六、镀铬溶液分析	871
七、镀锡溶液分析	882
八、镀铅溶液分析	887
九、镀铁溶液分析	890
十、氰化镀银溶液分析	894
十一、镀金溶液分析	896
第三节 电镀合金溶液分析	900

一、电镀铜锡合金溶液分析.....	900
二、电镀铜锌合金溶液分析.....	903
三、电镀铅锡合金溶液分析.....	906
四、电镀银铈合金溶液分析.....	909
第四节 标准溶液的配制与标定	910
一、标准硫酸(H_2SO_4)溶液	910
二、标准盐酸(HCl)溶液	911
三、标准硝酸(HNO_3)溶液	912
四、标准氢氧化钠(NaOH)溶液	912
五、标准高锰酸钾(KMnO_4)溶液	913
六、标准重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)溶液	914
七、标准硫酸亚铁铵 $[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 溶液 ..	914
八、标准硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)溶液	916
九、标准碘(I_2)溶液	917
十、标准硝酸银(AgNO_3)溶液	918
十一、标准硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)溶液	918
十二、标准硫氰酸钾(KCNS)溶液	919
十三、标准氯化钙($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)溶液	919
十四、标准乙二胺四乙酸二钠(EDTA)溶液	920
十五、标准锌(Zn)溶液	921
十六、标准硝酸铅 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$ 溶液	921
十七、标准氯化镁($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)溶液	922
十八、标准铁(Fe)溶液.....	922
十九、标准硫酸镍($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)溶液	923
二十、标准硝酸钍 $[\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 溶液.....	923
第五节 指示剂和缓冲溶液的配制	924
第十一章 镀层与镀液性能的测定	928
第一节 镀层性能的测定	928
一、外观检查.....	928
二、镀层厚度的测定.....	933

三、镀层结合强度的测定	941
四、镀层孔隙率的测定	945
五、镀层力学性能的测定	947
第二节 镀层耐蚀性的测定	955
一、户外曝晒(露)试验	956
二、人工加速腐蚀试验	958
三、金属镀层和化学处理层耐蚀性测定结果的评定	967
第三节 镀液性能的测定	974
一、pH 的测定	975
二、镀液深镀能力与分散能力的测定	976
三、整平能力(微观分散能力)的测定	979
四、霍尔槽实验	980
第十二章 电镀现场技术管理和应用技术	983
第一节 电镀现场生产技术管理	983
一、电镀生产技术管理要点	983
二、电镀生产纲领与工艺设计	987
三、电镀工艺文件的编制与实施	991
四、电镀现场技术管理	992
第二节 电镀现场应用技术	996
一、电镀的操作监控	997
二、镀液故障的跟踪分析	1003
三、镀液故障的排除	1008
四、电镀过程与镀液控制的现场试验	1015
第十三章 电镀现场设备和管理	1022
第一节 电镀常用设备和工夹具	1022
一、镀前处理机械设备	1022
二、镀槽	1023
三、过滤设备	1040
四、干燥与除氢设备	1043
五、滚镀设备	1046