

《电镀工艺手册》编委会编 上海科学技术出版社



# 电镀工艺手册



# 电 镀 工 艺 手 册

《电镀工艺手册》编委会 编

上海科学技术出版社

## 电镀工艺手册

《电镀工艺手册》编委会 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏扬中印刷厂印刷

开本 787×1156 1/32 印张 21: 字数 532,000

1989 年 8 月第 1 版 1989 年 8 月第 1 次印刷

印数 1-4,500

ISBN7-5323-1144-9/TQ·24

定价 8.40 元

## 内 容 简 介

本手册主要叙述常用电镀工艺、化学镀、塑料电镀、铝阳极氧化、钢铁的氧化与磷化等的实践性内容，诸如工艺流程、镀液配方、镀液配制、镀液成分的作用和工作条件的影响、故障纠正、镀层退除等。本书还将镀液分析、镀液性能测试、镀层质量检验等内容各列一章，以应电镀行业需要。

本手册有较高的实用价值，是电镀工人和技术人员在生产实践时的必备参考读物。

主 编	李 鸿 年
副主编	张 绍 恭
	张 炳 乾
	宋 子 玉

## 前 言

解放后我国出版了不少电镀方面的书籍,但翻译书具多。最近几年来,全国各地又有不少电镀书刊问世,仅定期出版的电镀期刊就有四种之多。所感不足的是由我国自己编写的手册工具书类甚少,这就是我们要编写《电镀工艺手册》的原因。

本书主要供电镀工作者在工艺实践时的参考,它包括常用电镀与氧化工艺的生产实践,诸如工艺流程、镀液配方、镀液配制、镀液维护、故障纠正、镀层退除等。《电镀溶液分析》的书籍,国内虽曾出版过,但早已售罄,为此,本书把“常用镀液的分析方法”列为一章,以应各方需要。

为编好本手册,成立了由李鸿年任主编,张绍恭、张炳乾、宋子玉任副主编,陈詠森、张福林、何生龙、程良、徐振海为成员的编委会。全书内容均由编委会成员编写,各章的作者在目录中列出。全文脱稿后,由正、副主编分工审阅,陈詠森同志审阅了“常用镀液的分析方法”一章,最后由李鸿年通读全稿。在编写过程中,我们着力于内容的新颖性、实用性和可靠性。限于我们的水平,错误难免,祈读者指正。

《电镀工艺手册》编委会

1988年6月

# 目 录

<b>第一章 电镀基本原理 (张炳乾)</b> .....	1
<b>1.1 电镀溶液中主要成分的作用</b> .....	1
1.1.1 主盐.....	1
1.1.2 导电盐.....	1
1.1.3 缓冲剂.....	2
1.1.4 阳极去极化剂.....	2
1.1.5 络合剂.....	2
1.1.6 添加剂.....	3
1.1.7 阳极.....	4
<b>1.2 工作条件的影响</b> .....	4
1.2.1 电流密度.....	4
1.2.2 温度.....	5
1.2.3 pH 值 .....	5
1.2.4 搅拌.....	6
1.2.5 周期换向电流.....	6
1.2.6 脉冲电流.....	6
1.2.7 电流波形.....	7
<b>1.3 影响镀层分布的因素</b> .....	7
1.3.1 阴极极化度.....	8
1.3.2 镀液的电导率.....	8
1.3.3 电极和镀槽的几何因素.....	9
1.3.4 阴极电流效率.....	9
1.3.5 基体金属表面状态.....	10
1.3.6 微观分散能力和整平作用.....	10
<b>1.4 析氢对镀层的影响</b> .....	11
1.4.1 针孔或麻点.....	11

1.4.2	氢脆	12
1.4.3	鼓泡	12
1.5	法拉第定律及镀层厚度的计算	12
1.5.1	法拉第第一定律	12
1.5.2	法拉第第二定律	12
1.5.3	电流效率	13
1.5.4	镀层厚度和电镀时间的计算	15
1.6	合金电镀基本原理	19
1.6.1	沉积合金的一般条件	19
1.6.2	促使两种金属沉积电位接近的措施	20
1.6.3	合金镀液成分对镀层成分的影响	22
1.6.4	操作条件对镀层成分的影响	24
1.7	阳极过程	25
1.7.1	阳极过程的特点	25
1.7.2	影响阳极过程的主要因素	26
<b>第二章 镀前处理 (何生龙)</b>		<b>28</b>
2.1	表面整平	29
2.1.1	磨光与抛光	29
2.1.2	振动擦光	32
2.1.3	刷光	33
2.1.4	喷砂	33
2.2	除油	34
2.2.1	有机溶剂除油	35
2.2.2	化学除油	35
2.2.3	电化学除油	39
2.2.4	滚桶除油	41
2.3	酸洗	43
2.3.1	黑色金属酸洗	43
2.3.2	有色金属酸洗	46
2.4	弱腐蚀	48

<b>第三章 不同基体金属的镀前处理工艺流程</b> (李鸿年).....	50
3.1 低碳钢的镀前处理工艺流程 .....	50
3.1.1 镀镍的前处理流程.....	50
3.1.2 镀铜、锌、镉、锡的前处理流程 .....	51
3.1.3 镀银的前处理流程.....	51
3.1.4 镀金的前处理流程.....	52
3.1.5 镀铬的前处理流程.....	52
3.2 高碳钢和低合金钢的镀前处理工艺流程 .....	52
3.2.1 镀镍的前处理流程.....	52
3.2.2 镀铜的前处理流程.....	53
3.2.3 镀锌、镉、锡的前处理流程.....	54
3.2.4 镀银的前处理流程.....	54
3.2.5 镀金的前处理流程.....	54
3.2.6 镀铬的前处理流程.....	54
3.3 不锈钢的镀前处理工艺流程 .....	54
3.3.1 镀镍的前处理流程.....	54
3.3.2 镀镉、铜、黄铜、金的前处理流程 .....	56
3.3.3 镀铬的前处理流程.....	56
3.4 铸铁的镀前处理工艺流程 .....	57
3.4.1 镀镍的前处理流程.....	57
3.4.2 镀铜的前处理流程.....	57
3.4.3 镀镉和镀锡的前处理流程.....	57
3.4.4 镀锌的前处理流程.....	57
3.4.5 镀银的前处理流程.....	58
3.4.6 镀铬的前处理流程.....	58
3.5 铜和铜基合金的镀前处理工艺流程 .....	58
3.5.1 镀镍的前处理流程.....	58
3.5.2 镀铜的前处理流程.....	59
3.5.3 镀镉、锌、锡的前处理流程.....	59
3.5.4 镀银的前处理流程.....	59
3.5.5 镀金的前处理流程.....	59
3.5.6 镀铬的前处理流程.....	59



3.6	锌压铸件的镀前处理工艺流程	59
3.7	铝和铝合金的镀前处理工艺流程	60
3.7.1	镀铜或镍的前处理流程	60
3.7.2	镀锌或锡的前处理流程	63
3.7.3	镀镉的前处理流程	63
3.7.4	镀银的前处理流程	63
3.7.5	镀金的前处理流程	63
3.7.6	镀铬的前处理流程	63
3.8	铁粉末压制件的镀前处理工艺流程	64
3.9	黄铜粉末压制件的镀前处理工艺流程	64
<b>第四章</b>	<b>镀锌 (何生龙)</b>	<b>66</b>
4.1	氰化物镀锌	67
4.1.1	配方和工作条件	68
4.1.2	镀液的配制	68
4.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	68
4.1.4	电极反应	71
4.1.5	镀液的维护	71
4.2	锌酸盐镀锌	73
4.2.1	配方和工作条件	73
4.2.2	镀液的配制	73
4.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	73
4.2.4	电极反应	76
4.2.5	镀液的维护	76
4.3	氯化钾(钠)镀锌	79
4.3.1	配方和工作条件	79
4.3.2	镀液的配制	79
4.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	80
4.3.4	电极反应	81
4.3.5	镀液的维护	81
4.4	氯化铵镀锌	84

4.4.1	配方和工作条件	85
4.4.2	镀液的配制	85
4.4.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	85
4.4.4	电极反应	88
4.4.5	镀液的维护	88
4.5	锌镀层的钝化处理	91
4.5.1	高铬酸彩虹色钝化	92
4.5.2	低铬酸彩虹色钝化	95
4.5.3	白色钝化	100
4.5.4	军绿色和黑色钝化	104
4.6	不合格锌镀层的退除	107
<b>第五章</b>	<b>镀铜 (张炳乾)</b>	<b>109</b>
5.1	氰化物镀铜	109
5.1.1	配方和工作条件	109
5.1.2	镀液的配制	109
5.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	110
5.1.4	镀液的维护	113
5.2	硫酸盐镀铜	115
5.2.1	配方和工作条件	115
5.2.2	镀液的配制	115
5.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	117
5.2.4	镀液的维护	120
5.3	焦磷酸盐镀铜	123
5.3.1	配方和工作条件	123
5.3.2	镀液的配制	123
5.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	124
5.3.4	镀液的维护	126
5.4	不合格铜镀层的退除	128
<b>第六章</b>	<b>镀锌 (张福林)</b>	<b>130</b>
6.1	普通镀锌	130

6.1.1	配方和工作条件 .....	131
6.1.2	镀液的配制 .....	132
6.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	133
6.1.4	杂质的影响和去除 .....	137
6.1.5	常见故障和解决方法 .....	137
6.2	半光亮和光亮镀镍 .....	137
6.2.1	配方和工作条件 .....	138
6.2.2	镀液的配制 .....	141
6.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	141
6.2.4	杂质的影响和去除 .....	146
6.2.5	常见故障和解决方法 .....	151
6.3	镍封闭 .....	151
6.3.1	配方和工作条件 .....	152
6.3.2	镀液的配制 .....	152
6.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	153
6.3.4	常见故障和解决方法 .....	154
6.4	镀缎面镍 .....	154
6.4.1	配方和工作条件 .....	155
6.4.2	常见故障和解决方法 .....	156
6.5	镀高应力镍 .....	156
6.5.1	配方和工作条件 .....	157
6.5.2	高应力镍镀液的维护 .....	157
6.6	镀多层镍 .....	158
6.6.1	镀双层镍 .....	158
6.6.2	镀三层镍 .....	159
6.7	镀黑镍 .....	161
6.7.1	配方和工作条件 .....	161
6.7.2	常见故障和解决方法 .....	162
6.8	不合格镍镀层的退除 .....	162
<b>第七章 镀铬 (张福林) .....</b>		<b>165</b>
7.1	防护装饰性镀铬 .....	165

7.1.1	普通镀铬	165
7.1.2	复合镀铬	173
7.1.3	快速自动调节镀铬	175
7.1.4	镀微裂纹铬和微孔铬	176
7.1.5	滚镀铬	178
7.2	镀硬铬	179
7.3	镀乳白铬	185
7.4	镀松孔铬	186
7.5	镀黑铬	187
7.6	镀铬用挂具	188
7.7	不合格铬镀层的退除	191
<b>第八章 镀锡 (徐振海)</b>		
8.1	硫酸盐镀锡	192
8.1.1	配方和工作条件	193
8.1.2	镀液的配制和各类光亮剂的制备	195
8.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	199
8.1.4	镀液的维护	202
8.2	碱性镀锡	203
8.2.1	配方和工作条件	207
8.2.2	镀液的配制	208
8.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	208
8.2.4	镀液的维护	211
8.3	晶纹镀锡	214
8.4	不合格锡镀层的退除	214
8.4.1	钢铁基体上不合格锡镀层的退除	214
8.4.2	铜及铜合金基体上不合格锡镀层的退除	215
8.4.3	铝基体上不合格锡镀层的退除	216
<b>第九章 镀银 (徐振海)</b>		
9.1	氰化物镀银	217

9.1.1	配方和工作条件 .....	219
9.1.2	镀液的配制 .....	223
9.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	223
9.1.4	镀液的维护 .....	226
9.2	镀银的前处理 .....	229
9.2.1	预镀银 .....	229
9.2.2	浸银 .....	230
9.2.3	汞齐化 .....	230
9.3	银镀层的防止变色 .....	231
9.3.1	化学钝化 .....	233
9.3.2	电化学钝化 .....	233
9.3.3	浸防变色剂 .....	235
9.4	银的回收 .....	237
9.5	不合格银镀层的退除 .....	237
9.5.1	化学法 .....	237
9.5.2	电化学法 .....	238
<b>第十章</b>	<b>镀金 (徐振海) .....</b>	<b>239</b>
10.1	氰化物镀金 .....	240
10.1.1	配方和工作条件 .....	240
10.1.2	镀液的配制 .....	240
10.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	242
10.1.4	镀液的维护 .....	243
10.2	柠檬酸盐镀金 .....	245
10.2.1	配方和工作条件 .....	245
10.2.2	镀液的配制 .....	245
10.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响 .....	247
10.2.4	镀液的维护 .....	248
10.3	亚硫酸盐镀金 .....	249
10.3.1	配方和工作条件 .....	251
10.3.2	镀液的配制 .....	251

10.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	251
10.3.4	镀液的维护	253
10.4	金的回收	255
10.5	不合格镀层的退除	256
<b>第十一章</b>	<b>镀铂、铑、钯 (徐振海)</b>	<b>258</b>
11.1	镀铂	258
11.1.1	配方和工作条件	260
11.1.2	镀液的配制	260
11.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	261
11.1.4	镀液的维护	262
11.2	镀铑	263
11.2.1	配方和工作条件	265
11.2.2	镀液的配制	265
11.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	265
11.2.4	镀液的维护	266
11.3	镀钯	268
11.3.1	配方和工作条件	270
11.3.2	镀液的配制	270
11.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	270
11.3.4	镀液的维护	271
11.4	铂、铑、钯的回收	272
11.5	不合格的铂、铑、钯镀层的退除	273
11.5.1	不合格铂镀层的退除	273
11.5.2	不合格铑镀层的退除	273
11.5.3	不合格钯镀层的退除	273
<b>第十二章</b>	<b>电镀合金 (程良)</b>	<b>275</b>
12.1	镍铁合金	275
12.1.1	配方和工作条件	275
12.1.2	镀液的配制	277
12.1.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	277

12.1.4	镀液的维护	280
12.1.5	常见故障和解决方法	280
12.1.6	不合格镍铁合金镀层的退除	280
12.2	焦磷酸盐镀低锡铜锡合金	284
12.2.1	配方和工作条件	284
12.2.2	镀液的配制	284
12.2.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	286
12.2.4	镀液的维护	288
12.2.5	不合格镀层的退除	291
12.3	氰化物镀低锡铜锡合金	291
12.3.1	配方和工作条件	292
12.3.2	镀液的配制	292
12.3.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	293
12.3.4	镀液的维护	295
12.3.5	常见故障和解决方法	295
12.3.6	不合格镀层的退除	295
12.4	氰化物镀铜锌合金	297
12.4.1	配方和工作条件	297
12.4.2	镀液的配制	298
12.4.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	298
12.4.4	镀层的后处理	300
12.4.5	镀液的维护	301
12.4.6	不合格黄铜镀层的退除	302
12.5	氰化物镀锌铜合金	303
12.5.1	配方和工作条件	303
12.5.2	镀液的配制	304
12.5.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	304
12.5.4	镀液的维护	306
12.5.5	不合格镀层的退除	308
12.6	电镀仿金层	308
12.6.1	配方和工作条件	308
12.6.2	镀液的配制	311

12.6.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	311
12.6.4	镀液的维护	311
12.6.5	仿金镀层的后处理	313
12.6.6	不合格镀层的退除	313
12.7	铅锡合金	313
12.7.1	配方和工作条件	313
12.7.2	镀液的配制	316
12.7.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	317
12.7.4	镀液的维护	318
12.7.5	铅锡合金镀层的钝化处理	319
12.7.6	不合格镀层的退除	321
12.8	锡铋合金	321
12.8.1	配方和工作条件	321
12.8.2	镀液的配制	321
12.8.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	322
12.8.4	镀液的维护	323
12.9	其他锡基合金	324
12.9.1	锡锌合金	324
12.9.2	锡钴合金	326
12.9.3	锡镍合金	328
12.9.4	锡铈合金	329
12.10	锌铁合金	331
12.10.1	配方和工作条件	331
12.10.2	镀液的配制	332
12.10.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	333
12.10.4	镀液的维护	334
12.10.5	不合格镀层的退除	336
12.11	锌镍合金	336
12.11.1	配方和工作条件	337
12.11.2	镀液的配制	338
12.11.3	镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	338
12.11.4	镀液的维护	340



<b>第十三章 无电解镀(化学镀) (张福林)</b>	<b>341</b>
13.1 无电解镀镍	343
13.1.1 以次亚磷酸钠作还原剂的无电解镀镍	343
13.1.2 以硼氢化物作还原剂的无电解镀镍	348
13.2 无电解镀铜	349
13.2.1 配方和工作条件	350
13.2.2 镀液的配制	350
13.2.3 镀液中主要成分的作用和工作条件的影响	351
13.2.4 镀液的维护	353
13.2.5 某些金属离子的影响	353
13.3 化学镀银	354
13.3.1 配方和工作条件	354
13.3.2 镀银液的配制和化学镀银的反应	356
13.3.3 溶液中主要成分的作用和工作条件的影响	356
13.4 置换镀	357
13.4.1 铝及铝合金上的置换镀锌	357
13.4.2 铜及铜合金上置换镀银或置换镀汞	358
13.4.3 铜上置换镀锡	359

<b>第十四章 塑料电镀 (程 良)</b>	<b>360</b>
14.1 概述	360
14.2 对塑料镀件的要求	363
14.2.1 对塑料成分的要求	363
14.2.2 对塑料制品造型设计的要求	364
14.2.3 对加工塑料制品模具的要求	365
14.2.4 塑料制品加工成型时的要求	365
14.3 塑料制件的镀前处理	366
14.3.1 检查和消除应力	366
14.3.2 除油	366
14.3.3 粗化	367
14.3.4 敏化	369