

防护



与装饰性电镀

FANGHU YU ZHUANGSHIXING
DIANDU

沈亚光 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

防护与装饰性电镀

沈亚光 编著

国防工业出版社

北京

防护与装饰性电镀

图书在版编目(CIP)数据

防护与装饰性电镀 / 沈亚光编著. —北京:国防工业出版社, 2008.11

ISBN 978-7-118-05953-3

I. 防... II. 沈... III. 电镀—基本知识 IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 141613 号

※

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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 18½ 字数 325 千字

2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

防护与装饰性电镀工艺在国内外获得极其广泛的应用。1985年上海日用五金科技编辑部聘请有关电镀专家和工程技术人员编写了《防护与装饰性电镀》并于1985年10月出版,至今已过去20多年。随着工业与我国对外贸易的不断发展和人民生活水平不断提高,对表面处理、防护与装饰的要求越来越高,为了适应我国电镀工艺及满足广大电镀工作者的需要,在1985年出版《防护与装饰性电镀》的基础上,作者将多年来试验、研究成果及实践经验进行了整理和总结,吸收国内外同行业的许多宝贵经验,并收集了国内外大量资料,认真整理,编写成此书。

本书包括常用防护性电镀、装饰性电镀、合金电镀、塑料电镀、彩色电镀、锌合金电镀、铝合金电镀、不锈钢电镀。密切结合了电镀生产实践,深入浅出地阐明有关概念和原理、工艺流程、镀液配方、镀液维护、故障处理、镀层退镀等,本书将电镀故障分析与处理原则单列为一章,以满足电镀工作者的需要。

1985年上海日用五金科技出版的《防护与装饰性电镀》一书由沈亚光、陈永福主编,秦宝兴校对,何长林、江志兴、何生龙、石忠耀、陈其伟等参加编写,在此特表示感谢。

由于编写水平有限,书中不足之处在所难免,诚请读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 金属镀前表面处理	1
1.1 概述	1
1.2 机械处理	1
1.2.1 磨光	2
1.2.2 抛光	2
1.2.3 滚光	3
1.2.4 刷光	7
1.3 除油	7
1.3.1 有机溶剂除油	7
1.3.2 碱性溶液除油	8
1.3.3 电化学除油	10
1.4 除氧化膜	11
1.4.1 黑色金属的化学浸蚀	11
1.4.2 铜及铜合金的化学浸蚀	13
1.5 弱腐蚀(活化)	14
1.6 一步法除油除锈工艺	15
1.7 化学法去除铜及铜合金零件表面抛光油膏工艺	16
第2章 镀锌	17
2.1 概述	17
2.1.1 锌的性质与用途	17
2.1.2 镀锌的种类和特点	18
2.2 氰化物镀锌	19
2.2.1 镀液成分及工作规范	19
2.2.2 镀液配制	20
2.2.3 镀液简单原理	20
2.2.4 镀液成分与规范的影响	21
2.2.5 镀液的维护和杂质的影响	22

2.2.6	常见故障和处理方法	23
2.3	碱性锌酸盐镀锌	24
2.3.1	镀液成分及工作规范	24
2.3.2	镀液配制	25
2.3.3	镀液简单原理	25
2.3.4	镀液成分和规范的影响	25
2.3.5	镀液的维护和杂质的影响	28
2.3.6	常见故障和处理方法	29
2.4	酸性氯化铵镀锌	30
2.4.1	镀液成分及工作规范	30
2.4.2	镀液配制	30
2.4.3	镀液简单原理	31
2.4.4	镀液成分和规范的影响	31
2.4.5	镀液的维护和杂质的影响	33
2.4.6	常见故障和处理方法	34
2.5	无铵氯化物镀锌	35
2.5.1	镀液成分及工作规范	35
2.5.2	镀液配制	36
2.5.3	镀液简单原理	36
2.5.4	镀液成分及规范的影响	37
2.5.5	镀液的维护和杂质的影响	38
2.5.6	常见故障和处理方法	38
2.6	锌镀层的除氢处理	39
2.7	锌镀层的钝化工艺	40
2.7.1	钝化膜的作用及其形成机理	40
2.7.2	高铬酸钝化	41
2.7.3	低铬酸钝化	45
2.7.4	军绿色和黑色钝化	48
2.8	三价铬钝化	50
2.8.1	三价铬钝化膜形成机理	51
2.8.2	三价铬钝化液组成	51
2.8.3	三价铬钝化液配方及操作条件	52
2.8.4	三价铬钝化注意事项	53
2.9	退镀	53

第3章 镀铜	55
3.1 概述	55
3.2 氰化镀铜	56
3.2.1 原理	57
3.2.2 配方及工作规范	58
3.2.3 镀液中各成分的作用	59
3.2.4 工作条件的影响	60
3.2.5 杂质的影响和消除方法	61
3.2.6 常见故障和处理方法	62
3.3 硫酸盐光亮镀铜	63
3.3.1 原理	64
3.3.2 酸性镀铜光亮剂	65
3.3.3 配方及工作规范	68
3.3.4 镀液的配制方法和注意事项	69
3.3.5 镀液中各成分的作用	70
3.3.6 工作条件的影响	75
3.3.7 光亮剂的消耗量和镀液的净化处理	75
3.3.8 常见故障产生原因和处理方法	76
3.4 焦磷酸盐镀铜	78
3.4.1 原理	78
3.4.2 配方及工作规范	79
3.4.3 镀液的配制方法	80
3.4.4 成分和工作条件的影响	81
3.4.5 杂质的影响及去除方法	85
3.4.6 常见故障产生原因和处理方法	86
3.5 碱性无氰镀铜	87
3.5.1 概述	87
3.5.2 配方及工作规范	87
3.6 铜镀层的钝化处理	89
3.7 不良铜镀层的退除	90
第4章 镀镍	92
4.1 概述	92
4.2 普通镀镍	94
4.2.1 原理	94

22	4.2.2	配方及工作规范	95
22	4.2.3	溶液的配制方法	95
22	4.2.4	溶液的成分和工作规范的影响	95
22	4.2.5	杂质的影响与去除	98
22	4.2.6	常见故障产生原因和处理方法	100
22	4.3	光亮镀镍	101
00	4.3.1	概述	101
10	4.3.2	光亮剂的分类和合成	101
50	4.3.3	配方及工作规范	106
00	4.3.4	溶液的配制方法	107
10	4.3.5	光亮镀镍的生产控制	109
20	4.3.6	常见故障产生原因和处理方法	110
20	4.4	多层光亮镀镍	111
00	4.4.1	多层光亮镀镍的应用	111
05	4.4.2	双层镍工艺	112
25	4.4.3	三层镍工艺	113
25	4.4.4	镍封工艺	114
05	4.4.5	高应力镍工艺	116
25	4.5	电镀黑镍	117
25	4.5.1	原理	117
05	4.5.2	配方及工作规范	117
08	4.5.3	溶液的配制方法	118
18	4.5.4	生产操作中注意事项	118
28	4.5.5	常见故障产生原因和处理方法	118
28	4.6	柠檬酸盐镀镍	119
28	4.6.1	原理	119
28	4.6.2	配方及工作规范	119
28	4.6.3	溶液的配制方法	120
08	4.6.4	生产操作中的注意事项	120
00	4.6.5	常见故障产生原因和处理方法	120
50	4.7	麻面镍	121
50	4.7.1	麻面镍添加剂的选择	121
40	4.7.2	工艺配方及操作规范	121
40	4.7.3	成分及规范的影响	122

121	4.8	其他类型镀镍	123
121	4.8.1	氨基磺酸盐镀镍	123
121	4.8.2	氟硼酸盐镀镍	124
121	4.9	不良镍镀层的退除	124
121	4.9.1	化学退除法	124
121	4.9.2	电解退除法	125
	第5章	镀铬	127
127	5.1	概述	127
127	5.2	镀铬层的种类	127
127	5.3	镀铬溶液的类型和特性	128
127	5.4	镀铬过程的电极反应	129
127	5.4.1	镀铬溶液的组成	129
127	5.4.2	电极反应	130
129	5.5	标准镀铬(硫酸镀铬)	133
101	5.5.1	镀铬液成分、规范及杂质的影响	134
101	5.5.2	工艺条件的影响	137
101	5.5.3	装饰性镀铬常见故障和解决方法	137
101	5.6	复合镀铬	138
108	5.7	低浓度镀铬	138
108	5.8	稀土镀铬	139
101	5.9	钝化现象和活化处理	140
112	5.10	如何提高镀铬液的覆盖能力	140
113	5.11	耐磨镀铬(硬铬)	141
111	5.11.1	镀铬层的结合力	145
111	5.11.2	镀硬铬工艺	146
112	5.11.3	高碳钢,中碳、低碳钢镀硬铬	146
110	5.11.4	铸铁件(合金铸铁、球墨铸铁)镀硬铬	147
111	5.11.5	不锈钢镀硬铬	148
118	5.11.6	低合金钢镀硬铬	148
111	5.11.7	铜及铜合金镀铬	149
111	5.12	镀乳白色和乳白—耐磨双层铬	150
111	5.13	松孔镀铬	150
111	5.14	镀黑铬	151
111	5.14.1	黑铬溶液成分及工作规范	151

5.14.2	镀液的配制	151
5.14.3	镀液成分的作用	151
5.14.4	杂质对镀液的影响和去除	152
5.15	三价铬镀铬	152
5.15.1	镀液成分及工作规范	153
5.15.2	镀液的配制	154
5.15.3	镀液成分的作用	154
5.16	镀铬夹具及导线规格计算	155
第6章	合金电镀	157
6.1	氰化电镀低锡铜锡合金	157
6.1.1	概述	157
6.1.2	配方和工作条件	157
6.1.3	溶液的配制方法	158
6.1.4	镀液中各成分的作用	159
6.1.5	工艺条件的影响	161
6.1.6	镀液的维护	161
6.1.7	常见故障和解决方法	165
6.1.8	不合格低锡铜锡合金镀层的退除	167
6.2	电镀镍铁合金	168
6.2.1	概述	168
6.2.2	用途与特性	170
6.2.3	镍铁合金工艺配方与操作条件	172
6.2.4	配制方法	173
6.2.5	溶液成分及操作条件的影响	173
6.2.6	稳定剂	175
6.2.7	光亮剂与润湿剂	175
6.2.8	常见故障处理	176
6.2.9	不良镍铁合金镀层的退除	177
6.3	氰化镀锌铜合金	178
6.3.1	概述	178
6.3.2	锌铜合金配方和工作条件	178
6.3.3	配制方法	179
6.3.4	镀液中各成分的作用	181
6.3.5	工作规范的影响	182

6.3.6	镀液的维护	183
6.3.7	镀液的净化	184
6.3.8	关于锌铜镀层的毛刺、麻点及泛点的经验看法	185
6.3.9	常见故障和解决方法	185
6.4	焦磷酸盐镀锌铁合金	189
6.4.1	概述	189
6.4.2	锌铁合金工艺配方	189
6.4.3	镀液的配制	190
6.4.4	光亮剂的配制	190
6.4.5	工艺流程	190
6.4.6	锌铁合金的性能	191
6.4.7	反应机理	191
6.4.8	电解液成分的作用及对镀层的影响	192
6.4.9	溶液维护和注意事项	196
6.4.10	常见故障及解决方法	198
6.5	氰化镀黄铜	199
6.5.1	概述	199
6.5.2	氰化物镀黄铜工艺配方与操作条件	200
6.5.3	配制方法	200
6.5.4	镀液中各成分的作用	201
6.5.5	操作条件的影响	202
6.5.6	钝化处理及有机覆盖	203
6.5.7	常见故障和解决方法	204
6.5.8	不合格黄铜镀层的退除	204
6.6	电镀钯镍合金	205
6.6.1	概述	205
6.6.2	工艺流程	205
6.6.3	电化学除油配方及操作条件	205
6.6.4	电镀光亮性钯镍合金配方及操作条件	206
6.6.5	钯镍合金溶液配制	206
6.6.6	钯镍的各种成分影响及作用	206
6.6.7	钯镍镀液常见故障	207
6.6.8	钯镍漂洗水中回收	208
第7章	塑料电镀	209

7.1	概述	209
7.2	镀层结合力的理论	209
7.3	各种工艺流程	210
7.4	消除应力	211
7.5	塑料电镀前处理	212
7.5.1	去油	212
7.5.2	粗化	212
7.5.3	还原或中和	214
7.5.4	敏化	215
7.5.5	活化	215
7.5.6	还原或解胶	216
7.6	表面金属化	217
7.6.1	无电解镀铜(化学镀铜)	217
7.6.2	无电解镀镍(化学镀镍)	218
7.7	电镀	220
7.8	塑料电镀中的常见故障和处理方法	220
7.9	塑料直接电镀工艺	222
7.10	不良镀层的退除	223
7.11	检验问题	223
第8章	彩色电镀	224
8.1	电镀“仿金”	224
8.1.1	概述	224
8.1.2	氰化物电镀“仿金”配方和操作条件	225
8.1.3	镀液中各种成分的作用	225
8.1.4	操作条件的影响	229
8.1.5	氰化物电镀“仿金”常见故障与处理方法	231
8.1.6	不合格“仿金”层退除	231
8.2	铜及铜合金制件的着色	232
8.2.1	概述	232
8.2.2	电化学着色	232
8.2.3	铜及其合金金属电化学着色常见的故障与处理方法	233
8.2.4	化学着色	233
8.2.5	着仿古青铜色	235
8.2.6	着色后处理	236

8.2.7	罩有机膜	237
8.2.8	铜及其合金着色后不合格层退除方法	237
8.3	不锈钢着色	237
8.3.1	概述	237
8.3.2	不锈钢着色工艺流程	239
8.3.3	除油	239
8.3.4	化学抛光	239
8.3.5	电化学抛光	240
8.3.6	活化	241
8.3.7	着色	241
8.3.8	封闭处理(硬化处理)	244
8.3.9	不合格着色膜退除	245
8.4	镀锌染色	245
8.4.1	概述	245
8.4.2	染色机理	246
8.4.3	染色工艺	247
8.4.4	镀锌染色常见故障及处理方法	249
8.4.5	涂罩光漆工艺	250
8.5	涂罩光膜工艺	250
8.5.1	概述	250
8.5.2	有机覆盖层的涂料选择	250
8.5.3	几种常见涂料的特性	250
8.5.4	罩光漆配制	251
8.5.5	罩光漆常见故障	251
8.5.6	电泳涂装	252
第9章	锌及其合金电镀	253
9.1	概述	253
9.2	锌合金电镀原理	253
9.3	工艺流程	253
9.3.1	锌及其合金前处理	254
9.3.2	常见故障及处理方法	256
第10章	铝及其合金电镀	258
10.1	概述	258
10.2	铝件电镀原理	258

10.3	工艺流程	259
10.4	镀前处理	259
10.5	铝及其合金电镀工艺	260
10.5.1	化学浸锌法	260
10.5.2	电镀薄锌层	263
10.5.3	镀铜	263
10.5.4	化学镀镍工艺	264
10.5.5	浸镍工艺	265
10.5.6	铝阳极氧化处理工艺	265
10.5.7	电镀镍工艺	266
10.5.8	典型铝合金化学镀镍	266
10.6	汽车铝轮毂电镀	268
10.6.1	概述	268
10.6.2	汽车铝轮毂电镀工艺流程	268
10.7	铝合金电镀注意事项	269
第11章	不锈钢电镀	271
11.1	概述	271
11.2	不锈钢化学抛光工艺规范	271
11.3	不锈钢电抛光工艺规范	272
11.4	不锈钢无铬电抛光工艺规范	273
11.5	不锈钢预镀前除膜配方与规范	273
11.6	不锈钢预镀镍工艺规范	273
11.7	工艺流程	274
第12章	电镀故障分析与处理原则	275
12.1	故障的类型	275
12.2	故障分析的步骤	276
12.3	故障处理的方法	277
12.4	故障检查的方法	278
参考文献		280

第1章 金属镀前表面处理

1.1 概述

电镀工作者在防护与装饰性电镀的生产过程中,经常碰到脱皮、针孔、鼓泡、毛刺、发花等弊病,往往认为是电镀质量问题,其实这些情况多数是由于镀前表面处理不佳引起的,实质上金属制品在镀前表面状态及清洁程度是能否获得优质镀层的重要环节,在粗糙锈蚀或沾有污物的金属表面上就不可能获得平滑光亮、结合良好、防腐性优越的镀层。

为了使镀层具有整平、光亮和色泽均匀的外观以及镀层和基体牢固的结合,在电镀以前必须选择并严格掌握镀前处理工艺,彻底清除油污、氧化皮和锈蚀,并尽可能提高镀件的质量。

在金属表面上通常碰到的污垢物大致有:氧化物或性质相类似的金属化合物,如黑皮、铁锈、油污或其他有机物质。

所以金属制品必须进行下列步骤才可进行电镀:

- (1) 清除表面的粗糙状态,达到一定的粗糙度。
- (2) 除去表面上的油污。
- (3) 除去表面上的氧化物。
- (4) 电镀前的活化处理——弱腐蚀。

镀前处理的工艺选择和合理的操作步骤是获得良好镀层的重要步骤,由于金属材料不同,基体材料的表面状态不同,我们必须选择不同的前处理工艺,如果能做到这一点,那么电镀成品的合格率,镀层的质量将会明显提高。

金属制品镀前处理常用方法有以下几种。

1.2 机械处理

机械处理主要用于整平工作表面,清除一些明显的缺陷(严重的划痕,毛刺等),其中包括:磨光、抛光、滚光、喷砂等。

1.2.1 磨光

磨光是借助磨光轮上的磨料切削工件表面的一种机械加工过程。在磨光过程中采用的磨轮一般为粘有磨料(金刚砂、刚玉、氧化铝等)的弹性材料(如皮革、刚纸、毛毡及布等)圆轮的转速为 1700r/min。根据金属制品表面粗糙程度和所要求的光洁程度,一般采用 120[#]、180[#]、220[#]、320[#]不同粗细的金刚砂磨轮,经 2 道~4 道工序,来获得所需要的表面。在磨光的最后一道工序,常在磨轮上涂上抛光膏进行研磨以提高金属表面的平滑程度。

在磨光工序中须注意以下几点:

(1) 正确选择磨光轮的转速,一般转速控制在 1700r/min ~ 2200r/min (或 10m/s ~ 30m/s)。

(2) 镀件形状简单或钢铁件粗糙时,可用较大的圆周速度,而工件形状复杂或磨光有色金属(如铜、锌、铅、铝等)及其合金时,要采用较小的圆周速度。

(3) 磨光时,也可在最后一道工序上采用细粒度磨料的磨轮上涂覆专用油膏或工业油脂对工件进行油磨,可得到较平整光亮的表面。

(4) 电镀前磨光常采用 120[#]、180[#]、220[#]、320[#]、金刚砂依次 2 道~4 道工序。

(5) 对于装饰性电镀的基体金属以及铜、铜合金、铝、铝合金,磨光后需进行机械抛光。

(6) 磨轮装到磨光机上的旋转方向与磨光机的转动方向相反,要旋上去后再开机。

(7) 磨轮在转动时用贴纸法进行平衡校正。

(8) 磨光时,工件上的丝流要顺一个方向。

1.2.2 抛光

抛光是用由较软材料(如棉布、麻布、丝绸等圆片)制成的,对工件表面进行平整的机械加工过程。它可以用于镀前处理,也可用于镀后的精加工,前者是在细磨的基础上进行的,后者多为防护与装饰性镀层的光泽处理,抛光是在像磨光机一样的抛光机上进行的。

抛光时,同时需用抛光膏,它分为三种:白膏、红膏和绿膏。白膏是用无水纯度较高的氧化钙和少量氧化镁加一些粘结剂制成固体软块。由于白膏中氧化钙粒子十分细、呈圆形、无锐利的棱面,所以适用于抛光软质金属及要求高光洁程度的精抛光。例如用于镍、黄铜、铝、银以及其他有色金属的抛光。红膏是用三氧化二铁加一些粘结剂制成的固体软膏。红膏中的三氧化二铁粒子具有中等硬度,适用于钢铁制品及细磨用。例如用于基体金属镀前抛光、铜、铜镀层及其合

金镀层、银及其他有色金属抛光。绿膏用氧化铬加一些粘结剂制成固体软块。绿膏中的三氧化二铬是一种硬而锋利的粉末,适用于铬镀层,而不适用于不锈钢以及硬质合金钢。

机械抛光操作方法:

(1) 把抛光轮调节到合理的转速,见表 1-1。对于形状简单和表面较硬的工件或进行表面粗抛光时,应选用较大的圆周速度,反之,则选用较小的圆周速度。

表 1-1 抛光不同金属材料时抛光轮的转速

被加工的金属材料	最佳圆周速度/(m/s)
生铁、铜、镍	30 ~ 35
铜、铜合金及银	22 ~ 30
铝及铝合金、锌、锡、铅	18 ~ 25

(2) 在抛光轮旋转的过程中,在抛光轮表面均匀地涂上一层薄薄的抛光膏。

(3) 被抛工件轻轻地压向旋转轮子的恰当位置,在与抛光机轴同一水平上进行抛光,其用力的大小和抛光时间长短,取决于工件表面性质、被抛面的几何形状及加工精度要求。为了避免工件在抛光后发生几何形状的改变,对于棱边部分要轻抛少抛。

1.2.3 滚光

滚光是在滚桶机中进行滚磨出光的加工过程。适用于大批量小零件的镀前或镀后处理。滚磨的目的是为了清除小零件表面上的锈、毛刺和粗糙不平,同时也为了获得光洁表面。滚磨时经常还要加些磨料和化工原料。因此滚光作用实质上是零件和磨料一起滚动的摩擦作用和化学反应两种作用的叠加滚光可以代替机械磨光、机械抛光,降低生产费用,提高劳动生产率。目前电镀工业中应用很广。

1. 滚桶的形状和尺寸

滚桶的形状有圆形、六边形、七边形和八边形等。滚桶的直径 300mm ~ 800mm,长度按划分的格数而有所不同,如一格式的为 600mm ~ 800mm,二格式的为 800mm ~ 1500mm 等。滚桶的形状和尺寸对滚光质量和持续时间均有影响。应用多边形滚桶,由于桶壁距离轴半径不等,并因一定的角度关系,滚动的零件易于变动位置,从而使制品表面相互碰撞机会增多;而圆形滚桶,由于桶壁距离相等,滚动着的零件虽也有位置变动而相互碰撞,但零件往往是互相重叠,形成与滚桶的相对固定。因此,多边形滚桶磨削均匀,磨削率高,相应减少了所