

整机电镀

ZHENG-JI DIANDU

■ 刘仁志 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

整机电镀

刘仁志 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是一本以新的视角详细介绍电子电镀技术的专业著作。而从整机的角度来讨论电镀技术的作用和影响,对于从整体上提高电子整机的可靠性和进一步提高整机的各种性能,包括功能性、装饰性、环保性和经济性等,都有重要意义。

全书共10章,包括:电子工业与整机、整机电镀导论、由整机电镀的通用工艺到重点介绍通信类电子整机、智能类电子整机、仪器仪表类电子整机、家用电子和玩具类电子整机的特殊电镀工艺以及电镀与电子制造、绿色电镀、电子整机与环境等。将电子电镀中的装饰性、防护性和功能性电镀工艺穿插其中。电镀种类涉及镀金、镀银、镀铜、镀镍、镀铬、镀合金、塑料与非金属电镀、轻金属电镀、滚镀、脉冲电镀等多种,凝聚着作者多年的工作经验和技术信息。

本书适合从事电子电镀和其他电镀从业者使用,也可供从事电化学工艺学教学和学习的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

整机电镀 / 刘仁志编著. —北京:国防工业出版社,
2008.5

ISBN 978-7-118-05603-7

I. 整... II. 刘... III. 整机-电镀 IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 022704 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 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 17 字数 320 千字

2008 年 5 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

从 20 世纪 60 年代发展起来的电子工业,经过半个多世纪的发展,现在已经成为世界性支柱产业。在经历了由电子管到晶体管再向集成电路的转化和电子计算机技术从单片机向互联网转化以来,我们的社会已经由于电子产品的这一系列的令人炫目的变化而进入了后工业化的时代。这个时代是人类生活与各种电子产品紧密相关的时代,每个企业和家庭,无不要用到各种各样的电子整机,从家用电器中的电视、音响、DVD、电冰箱、全自动洗衣机、智能空调到计算器、计算机、手机、数码相机、摄像机,从电话、传真机、复印机到各种加工中心、自动生产线、机器人等,电子产品已经是人类社会生活中不可缺少的重要的生产生活装备和工具,可以毫不夸张地说,随着电子技术的进一步发展,电子产品将会成为人类生活的重要伴侣。

电子工业的发展带动了许多传统工业的发展和技术更新,特别是现代电子技术向智能化的发展,已经完全改变了现代工业的面貌,甚至有人认为现在已经进入了后工业化时代,不少传统工业处于要么就跟上信息化时代的步伐,要么就面临被淘汰的局面。在这些面临淘汰的工艺技术中,曾经有不少人认为电镀技术也将列入其中,从而担心起电镀工业的命运。但是,事实证明,电镀工业不但没有被淘汰,而且有所发展。特别是与电子工业有着关联的电子电镀业,对电子工业有着特殊的贡献,成为电子产品制造链中非常重要的一环。

电子产品的一个重要质量指标是可靠性,电子产品与人类生产生活的关系越密切,这种可靠性就越重要。无论是军工产品还是民用产品,可靠性不仅只是影响使用性和功能性的问题,而是关系到国家安全、人身安全的重要问题。保证和提高电子产品的可靠性,是电子整机产品制造业永恒的主题。正是在这个可靠性的问题上,电镀扮演着重要的角色。许多电子元器件、配件和结构件,都离不开电镀,电镀已经成为电子制造中不可或缺的重要技术。为了适应电子工业的这种需要,促进电镀技术的发展,电镀技术工作者在电子电镀领域做了不少工作,包括已经出版了一系列关于电子器件电镀的专著。但是,从整机的角度来讨论电镀技术对整机制造影响的书籍还是一个空白,而从整机的角度来讨论电镀技术的作用和影响,对于从整体上提高整机的可靠性和进一步提高整机的各种性能,包括功能性、装饰

性、环保性和经济性等,都有重要意义。基于这种考虑,中国电子学会生产技术学分会电镀专家委员会委托我编著《整机电镀》一书,以供电子电镀工作者和电子整机设计、结构设计人员参考。限于自己的能力和水平,要完成这样一项重要的任务确实是一定的难度,但从自己多年在整机制造企业中的经验和体会,认为从整机的角度来认识电镀确实是非常重要的,因此,愿以拙著作为引玉之砖,为促进电子电镀技术的发展尽微薄之力。

在进入正文以前,对整机电镀这个很简约的概念做一个说明,以便在阅读正文时,不再对整机电镀一词产生歧义。

整机电镀决不是将一部电子产品整个地放到镀液中去电镀,这样理解是一种误解,更没有人会这样去做。我们说的整机电镀,实际上是指从电子整机性能需要的角度,对电子整机的各种零部件中所需要的电镀工艺,从满足整机性能的角度来研究和考察,从而提高整机制造的水平。特别是在资源越来越紧张而环境污染又越演越烈的时候,制造绿色电子产品与整机电镀更是有着密切的关系。这种从电子整机的全局出发对电镀的考察和研究,无疑是电子电镀领域的一个新的视角,对提升电子整机的水平和促进电镀技术的进步,都是有益的尝试。

刘仁志

2008年2月

目 录

第 1 章 电子工业与电子整机	1
1.1 电子整机与电子产业工业链	1
1.1.1 电子整机与元器件制造业	1
1.1.2 电子电镀的原材料工业	4
1.1.3 电子电镀与电镀设备	6
1.2 电子整机的发展趋势与对电镀的需求	11
1.2.1 电子整机的小型化和轻量化	11
1.2.2 电子整机的多功能化	12
1.2.3 电子整机的智能化	12
1.3 电子整机与电镀	13
1.3.1 电子电镀的概念	13
1.3.2 电子产品的防护性电镀	15
1.3.3 电子产品的装饰性电镀	15
1.3.4 电子产品的功能性电镀	16
参考文献	18
第 2 章 整机电镀导论	19
2.1 整机电镀概念	19
2.1.1 整机设计与电镀	19
2.1.2 结构工艺与电镀	21
2.1.3 整机电镀工艺	22
2.2 整机电镀的策划	23
2.2.1 将电镀纳入整机设计的系统工程	23
2.2.2 充分了解整机性能要求与使用环境	25
2.2.3 电镀工艺的选择与验证	26
2.2.4 正确使用镀层标记	27
2.3 整机电镀的开发性课题	30

2.3.1 现有工艺对整机电镀的适应性	30
2.3.2 通过调整工艺适应整机性能要求	31
2.3.3 整机电镀工艺的开发	32
参考文献	33
第3章 整机电镀的通用工艺	34
3.1 装饰性电子电镀类通用工艺	34
3.1.1 装饰镀铜	34
3.1.2 装饰镀镍	36
3.1.3 装饰镀铬	38
3.2 防护类电镀的通用工艺	40
3.2.1 镀锌	40
3.2.2 通用镀镍	44
3.2.3 通用镀铜	46
3.2.4 镀合金	48
3.3 功能性电子电镀的通用工艺	53
3.3.1 功能镀金	54
3.3.2 功能镀银	57
3.3.3 镀锡及锡合金	58
3.3.4 其他贵金属电镀	60
3.4 滚镀技术与工艺	65
3.4.1 滚镀技术的特点	65
3.4.2 影响滚镀工艺的因素	67
3.4.3 滚镀设备	70
3.5 化学镀通用工艺	71
3.5.1 化学镀铜工艺	71
3.5.2 化学镀镍工艺	73
3.5.3 化学镀金和化学镀银	74
参考文献	77
第4章 通信类电子整机的电镀	78
4.1 通信类电子整机的特点	78
4.1.1 通信类电子整机的性能特点	78
4.1.2 通信类电子整机的结构特点	78
4.2 通信类电子整机电镀	81

4.2.1	功能性电镀	81
4.2.2	防护性电镀	94
4.2.3	装饰性电镀	95
4.3	通信类电子整机的特殊电镀工艺	96
4.3.1	轻金属表面电镀工艺	96
4.3.2	超塑性材料电镀工艺	102
4.3.3	ABS 塑料电镀	108
4.3.4	PP 塑料电镀	116
4.3.5	其他塑料的电镀	120
	参考文献	124
第 5 章	智能类电子整机的电镀	126
5.1	智能类电子整机的特点	126
5.1.1	智能类电子整机的功能特点	126
5.1.2	智能类电子整机的结构特点	127
5.2	智能类电子整机的电镀	129
5.2.1	智能类电子整机的功能性和防护性电镀	129
5.2.2	智能类电子整机的装饰性电镀	130
5.2.3	电子连接器的电镀	136
5.3	智能类电子整机的特殊电镀工艺	145
5.3.1	挠性印制电路板的制造工艺	145
5.3.2	薄型磁盘的基底新镀层	148
5.3.3	芯片电镀	149
	参考文献	152
第 6 章	仪器仪表类电子整机的电镀	153
6.1	仪器仪表类电子整机的特点	153
6.1.1	仪器仪表整机的性能与特点	153
6.1.2	仪器仪表发展的关键技术与电镀	156
6.1.3	电镀技术对关键技术的支持	157
6.2	仪器仪表类电子整机的电镀	158
6.2.1	防护装饰性电镀	158
6.2.2	镀前处理是电镀最重要的控制流程	158
6.2.3	超声波除油与清洗	162
6.3	仪器仪表类电子整机的特殊电镀工艺	164

6.3.1	磁性材料电镀工艺	164
6.3.2	其他磁体电镀	167
6.3.3	巨磁阻抗效应与电镀	169
	参考文献	171
第7章	家用电器和电子玩具类整机的电镀	172
7.1	家用电器和玩具产品特点	172
7.1.1	家用电器产品的分类与特点	172
7.1.2	电子玩具类产品的分类与特点	173
7.2	家电和玩具类整机的电镀	174
7.2.1	防护性电镀	174
7.2.2	装饰性电镀	175
7.3	安全性镀层和工艺	177
7.3.1	直接接触类安全镀层	177
7.3.2	环境安全性镀层	179
7.3.3	无氰镀银	183
	参考文献	186
第8章	电镀与电子制造	187
8.1	印制板制造技术	187
8.1.1	印制板制造中的电镀工艺	187
8.1.2	全板电镀和图形电镀	188
8.1.3	双面板与多层板技术	189
8.2	模型制造中的电铸工艺	201
8.2.1	电铸加工需要的资源	202
8.2.2	电铸工艺	204
8.2.3	电子产品的显微制造技术	229
8.3	纳米材料的电化学制造工艺	232
8.3.1	电镀是获取纳米材料的重要技术	232
8.3.2	电沉积法的优点	233
8.3.3	模板电沉积制备一维纳米材料	233
	参考文献	235
第9章	绿色制造与绿色电镀	236
9.1	绿色制造概念	236

9.1.1	环境友好	236
9.1.2	资源节约	239
9.1.3	可持续发展	239
9.2	绿色制造的工艺技术	240
9.2.1	节约资源型工艺技术	240
9.2.2	节约能源型工艺技术	241
9.2.3	环保型工艺技术	241
9.3	绿色电镀工艺示例	242
9.3.1	环保型镀铬	242
9.3.2	资源节约型电镀工艺	245
9.3.3	用于印制板电镀的环保型新工艺	250
	参考文献	253
第 10 章	电子整机与环境	255
10.1	电子工业对环境的影响	255
10.2	国际上对电子产品的环保要求	256
10.2.1	欧盟的要求	256
10.2.2	美国和世界其他国家的环境法规	257
10.2.3	世界其他地区	258
10.3	我国电子产品的污染控制法令	258
10.3.1	我国电子产品的《有害物质限量技术要求》	259
10.3.2	检测方法	260
10.3.3	电子信息产品污染控制标志	261

第1章 电子工业与电子整机

1.1 电子整机与电子产业工业链

电子整机作为一种产品进入市场,需要经历由设计到制造的各个流程和环节,需要用到各种原材料和电子元器件,从而形成了以电子整机为核心的电子产业链。电子整机的电镀,与电子整机的产业链有着密切的关系。

1.1.1 电子整机与元器件制造业

1.1.1.1 电子元器件是电子产业的重要基础

所谓电子整机,就是用各种电子元件或组件,通过导线或线路板根据一定的线路装配起来的具有一定功能组合的一体化的产品。早期的电子产品所用的元器件,包括电阻、电容、线圈、变压器、电子管、扬声器、线路板等,随着电子工业的迅猛发展,很快就出现了半导体二极管、三极管、集成块、多层线路板、接插件、连接器等新一代的电子元器件,现在则更进一步实现了电子元件的小型化和微型化,一些新概念的电子元器件也在不断涌出。这些电子元器件产业的发展,不仅是电子整机制造的重要前提,而且成为拉动我国经济增长的新的增长点。这主要表现在:

(1) 电子元器件制造业已成为国民经济的重要增长点。1998年—2002年,我国电子元器件制造业的发展速度,高过GDP增长率20%~30%;除了2001年低于电子信息产业外,也都高于电子信息产业的增长率5%以上(见表1-1)。

表1-1 我国电子元器件制造业的发展速度比较(1999年—2002年)

年 份	1999	2000	2001	2002
GDP 增长率/%	7.1	8.0	7.3	8.0
电子信息产业发展速度/%	24.6	31.2	23.3	21.4
电子元器件制造业/%	34.7	37.6	14.5	37.7

(2) 我国电子元器件制造业在整个电子信息产业中占有重要地位,已成为支撑电子信息产业发展的基础部门。1998年—2002年间,我国电子元器件制造业的从业人员、固定资产净值、产品销售收入、工业增加值和利税总额均占很大比重,而且呈现上升趋势(见表1-2)。

表 1-2 我国电子元器件制造业在电子信息产业中所占的比重
(1998 年—2002 年)

年 份	1998	1999	2000	2001	2002
从业人员数/%	43.96	45.27	46.54	45.88	45.97
固定资产净值/%	51.52	52.97	47.37	52.91	56.51
销售收入/%	24.96	25.93	25.99	22.53	23.85
工业增加值/%	24.61	30.85	28.52	25.83	26.41
利税总额/%	18.10	28.79	30.59	19.36	23.81

(3) 我国电子元器件制造业的对外贸易快速增长,已成为拉动我国对外贸易发展的重要产业部门。从 1993 年—2001 年,我国电子元器件产品出口额增长 5.5 倍;年均增长率为 23.7%,而同期外贸总出口年均增长率为 14.1%,高出 9.6% (见表 1-3)。

表 1-3 我国电子元器件产品出口年增长率(1993 年—2001 年)

年 份	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
全国外贸出口/%	8.0	31.9	23.0	1.5	21.0	0.5	6.1	27.8	6.8
电子元器件产品出口/%	18.1	47.4	29.8	9.6	20.8	10.5	23.2	41.5	12.0

由此可以看出,在世纪之交随着我国改革开放的深入和经济全球化发展,我国电子元器件制造业已融入世界电子产业分工体系,并参与世界产业贸易,所以它的发展既具有国内经济的特征,也呈现出显著的国际经济特征^[1]。

进入 21 世纪,我国电子信息产业平均增长率为 32%,2006 年是发展较快的一年,全行业实现销售收入 4.75 万亿元。其中软件业达到了 4800 亿元,增长 23%,实现利税 2200 亿元,增长 21%;电子信息产品出口 3420 亿元,增长 30%,出口额占到全国总出口额的 37%。

2006 年我国手机产量 4.2 亿部,增长达到了 8%。彩电产量增长 1.3%,彩电出口达 5000 万台,增长 57%;在彩电中,平板电视增长非常快,产量达到了 900 万台,增长 2 倍,已经占到彩电总量 10% 以上。计算机产量 9200 万部,出口 5000 万部,出口已经占到总量的一半以上;其中笔记本电脑 6000 万部,增长 40%。目前,我国 PC 的产量占到世界产量的 60%,而进入 2007 年,这种势头仍然有增无减^[2]。

在“2007(第 13 届)中国电子信息产品市场论坛”上,信息产业部经济运行司公布的材料表明,我国电子信息产业在 2007 年总体面临一个有利于行业发展的非常好的形势。得出这个结论主要有三个原因:

(1) 电子信息产品市场增长的势头将仍然在延续。国外产业转移呈现深化趋势,对外出口将保持快速增长。

(2) 数字奥运建设,对电子信息产业的拉动效率将非常明显的显现。特别是

数字电视和新一代移动通信的启动,将创造国内巨大的电子信息产品市场。随着和谐社会的建立,中西部和农村市场的前景日益看好。

(3) 2006 年电子信息产业投资势头非常猛,多个超过 10 亿元的元器件大项目陆续投产,已在 2007 年发挥效率。

由于电镀业在发达国家受环境和资源等问题的影响,纷纷向第三世界国家转移,从而增加了国际市场对与电镀关系密切的电子元器件的需求,现在很多电子元器件整厂迁到我国,其中很大一部分是因为整机企业迁往我国的同时,产品加工过程中的电镀加工也随之迁往我国,而其成品在满足中国市场需要的同时,还销往世界各地。中国已经成为世界制造业中心这一事实,使电镀业面临规模化和现代化的挑战。

1.1.1.2 电子元器件制造业与电子产业链

就电子元器件制造业的产业链来说,包括研制、设计、生产、销售与服务等环节。虽然我国元器件制造的研制与设计处于低水平状态,但其生产与销售却在电子信息产业整个行业的增长率中处在较高水平,仅次于通信设备行业(见表1-4)。

表 1-4 电子信息产业的增加值率 (单位:%)

年份	电子信息产业	电子元器件制造业	通信设备制造业	广播电视设备制造业	电子计算机制造业	日用电子制造业	电子及通信设备修理业	其他
1998	22.91	24.61	28.59	0.41	21.13	21.41	0.12	3.12
1999	23.12	30.85	28.79	0.48	15.80	20.30	0.09	3.11
2000	24.16	28.52	30.74	0.49	18.23	16.89	0.03	4.57
2001	22.64	25.83	36.43	0.37	19.12	13.45	0.06	3.95
2002	22.33	26.41	29.83	0.48	21.51	17.81	0.04	3.18

注:所列的电子信息产业不包括雷达制造业

在电子工业产业链中,各个环节之间有着紧密的依存关系。据有关方面报道,现代经济发展数据表明,每 1 元 ~ 2 元的集成电路产值,带动 10 元左右电子信息产业产值的形成,进而带动 100 元 GDP 的增长。

此外,我国电子元器件制造业的外部优势表现在以下方面:我国具有比较完整的工业体系和电子信息产业基础;人力资源丰富,劳动成本低;工业化快速发展和全面建设小康社会为国内电子产品提供广阔的市场。同时,我国电子元器件制造业的外部劣势也比较明显,主要表现在以下方面:劳动者整体文化、技术水平偏低,缺少高素质科技人员;国家技术创新体系不健全,自主技术创新能力薄弱;社会主义市场经济体制初步建立,公平、公正的竞争环境尚未健全,这些情况在电子电镀

业表现得更为明显,因此,提升我国电子电镀业的从业人员素质和加强电子电镀行业的创新能力,已经成为至关重要的工作。

1.1.1.3 电子元器件与电镀

电子元器件的制造与电镀有着最为直接的关系,有些重要的电子元器件的生产和制造,如果没有电镀技术,就根本不可能完成其制造过程。最为典型的是印制电路板(简称印制板)的制造,其流程中很大一部分是与电镀技术有关的,从线路图形的制作和双面、多层板之间的导通孔的金属化过程,无不与电镀技术有关。以至于印制板电镀成为电子电镀中非常专业的一门技术,有许多这方面的专著介绍这一技术。

除了印制板电镀,还有许多电子元器件与电镀有关,例如接插件、连接器的电镀,微波器件电镀、电子线材电镀、纳米材料电镀等^[3]。

与电镀有关的电子器件制造还包括许多通用的电镀工艺,从防护性电镀到装饰性电镀和功能性电镀都有,特别是合金电镀和化学镀,在电子电镀中都有举足轻重的作用。事实上,所谓整机电镀,正是通过电子产品的电子元器件的电镀来实现的。电子元器件的电镀是整机电镀的重要组成部分和基础。但是在没有整机电镀概念下的统一策划,单靠各种元器件的分散的工艺技术控制,是难以充分保证整机性能的。

1.1.2 电子电镀的原材料工业

电子电镀的原材料工业对电子电镀技术有重要影响。我国的电子电镀原材料开发与制造起步较晚,还没有形成自己的完整的产业链。使我国的电子电镀原材料的供应处于一种两极分化的状态,一方面重要的电子电镀原材料供应主要依赖进口,另一方面很多电子电镀原材料则是由原来已经建立起来的国内传统电镀原材料供应商提供各种通用工艺的原材料,包括代理某些国内生产的电子电镀化学品、或从其他渠道分装的进口电子化学品。其产品质量和技术水平与国外先进技术存在一定差距。

原材料中的阳极材料也已有相当一些企业采用了进口的专用阳极,更多是采用国内通用的电镀阳极材料。国内的电镀阳极材料特别是电子电镀用的阳极材料由于还没有相关的统一标准,只是按工艺规定纯度和加工状态要求选用,因此是存在潜在的质量风险的。

1.1.2.1 电子电镀化学原料

1. 基础化学原料

电子电镀中的电子化学基础原料包括常用的酸、碱、盐和各种试剂。常用的工业类通用化工基础原料,如工业硫酸、硝酸、盐酸、磷酸和烧碱、纯碱等,在用于电子工业特别是电子电镀时,都存在杂质过多和纯度不够的问题,因此,电子工业的电

子化学原料多采用化学纯和分析纯原料,这样虽然成本较高,但是在质量保证和可靠性提高上的效益,远大于在原料成本上的效益,因此这种用料原则几乎已经成为行业的惯例。

问题是现在几乎已经没有人生产化学纯的化工原料,即蓝色标识的化学原料,要就是工业级,要就是分析纯。而我国分析纯制造业的困境更是折射出许多无奈。因为许多所谓分析纯的化学原料,是从国外进口的工业级化工原料的分装产品,只将大包装改成小包装,换一个分析纯的标签,就拿来当分析纯卖。这是目前普遍存在的现象,这也是一些电子电镀企业要从国外进口电子制造用化工原料的原因之一。

2. 添加剂类化学原料

电镀添加剂制造业是从 20 世纪 80 年代发展起来的一个新兴的电化学加工工艺原料行业。其中电镀光亮剂无论是在装饰性电镀还是功能性电镀中都有非常重要的作用,有些新的电镀工艺,如果没有电镀添加剂加入其中,就根本上无法正常工作。因此,开发和提供各种电镀添加剂,随着现代制造业的发展而快速发展,特别是电子电镀类添加剂,更是一个比常规电镀添加剂大得多的市场,这是因为电子电镀添加剂通常是含有主盐等成分的镀液补充剂,也就是说电子电镀的镀液成分有些是以添加剂形式加入到镀槽中的。并且有过渡到所有镀液由供应商提供,用户只是使用镀液而不配制镀液的状态。这是因为国外电子电镀企业基本上是不用自己配制镀液的,所有镀液都由供应商提供,出现故障时由供应商送来新的镀液,而将故障镀液抽走,回去处理成正常镀液后备用。

这种让专业人员去做专业的服务模式,表面上看会增加电镀企业对供应商的依赖,并使成本有所增加,但是电子电镀企业由此省去一些原材料采购、保管、使用等各个环节的人工和资源,并且可以对供应商提出质量、管理等方面的要求,从而可以提高效率和最终使成本有所下降。

3. 分析类化学原料

电镀工艺和质量管理的都离不开镀液的分析 and 镀层的检测。而要对镀液和镀层进行检测,就少不了要用到分析类化学原料。特别是电子电镀对质量有严格的要求,涉及的测试项目又较多,因此,要用到的分析类化学原料就会比较多。电子电镀所用的分析类化学原料,基本上都是分析纯级别,有些还会用到优级纯的级别或原子吸收光谱纯级别的化学原料。不仅是分析上需要用到这类原料,对于杂质非常敏感的微电子电镀的工作液,也要用到高级别的化学原料。

1.1.2.2 电子电镀的阳极材料

1. 基础阳极材料

电镀工艺本身对阳极就有较为严格的要求。特别是阳极的纯度,直接影响到电镀层的质量,而电子电镀则对阳极有更为严格的要求,因此,普通的阳极材料一

般不能用于电子电镀工艺。电子电镀的这种需要催生了专业的电镀阳极产业。例如镀镍阳极一直是以国际镍公司(INCO)的产品为最好,其他阳极如酸性镀铜的微量磷铜阳极、银阳极、锡阳极、锌阳极、合金阳极等,都有专业公司的产品供应。

2. 阳极篮

阳极钛篮是电子电镀中普遍采用的阳极材料。这是因为钛篮不仅为稳定电镀过程中阳极的基本导电面积起到积极作用,还为阳极材料的自动补加提供了方便。现在很多种金属阳极都制成阳极球或阳极角状,就是为的方便往阳极篮中添加。如果在自动线槽边装置自动阳极材料补加器,则可以通过漏斗式补加器将需要补入的阳极球计量地沿槽边的阳极篮口放入阳极篮中。

3. 不溶性阳极

在电子电镀的通用工艺中,不少工艺是采用的不溶性阳极,例如镀金用的阳极、镀特殊贵金属的不溶性阳极,镀三元合金用的不溶性阳极等。不溶性阳极的材料以钛为主,也有采用不锈钢和石墨等做不溶性阳极的。

不溶性钛阳极(包括不溶性析氧钛阳极、不溶性析氯钛阳极)由钛基体和被覆其上的贵金属或贵金属氧化物等电化学活性层组成,比如镀铂钛阳极、钛涂钌铱电极、铱钽复合电极等。在钛基上涂覆氧化钌、氧化钛而形成的金属氧化物电极是阳极材料的一个重大革新。二氧化钌对某些阳极反应如析氯、析氧具有很好的催化活性,能在高电流密度下工作而槽电压比较低。最突出特点是具有很好的化学稳定性,工作寿命比石墨阳极长得多。

基体主要采用工业纯钛,可以高精度地加工成任何形状和尺寸,而且在使用过程中尺寸稳定。可以保证电极设备长期在恒定的电压下稳定工作。这类专业不溶性电极由于析氧电位低,与传统阳极相比节能效果明显,寿命长。同时,表面活性层失活后,可以重涂,基体可重复使用。

1.1.3 电子电镀与电镀设备

电子电镀业与普通电镀相比对电镀设备的要求要高得多。有些电子电镀加工如果没有相应的设备,根本就不可能进行生产和加工。例如卷对卷的电子连接件、连接线等的电镀,印制板的电镀,磁盘的电镀、微电子器件的电镀等,都必须有专用的设备。这些设备早期全部要依赖进口,现在已经有我国自己生产的各种电子电镀设备供应。与原材料相比,在电子电镀设备方面,国内已经通过引进和仿制国外先进设备而建立了自己的电子电镀生产设备的行业系统。这些生产电子电镀设备的企业多数是从传统电镀设备生产商通过增加服务而发展起来的。

1.1.3.1 电子电镀的通用设备

电子电镀的通用设备主要是电镀槽体、过滤机、热交换器、水洗和清洗设备、干燥器及其组成的生产线。通用工艺的整流电源也与常规电镀基本是一样的。

电子电镀槽体与常规电镀槽的基本要件是一样的,其最大的区别是所使用的材料有所不同。电子电镀的槽体材料主要是 PP 树脂,耐热性能比 PVC 要好。同时很多槽体采用了双层材质制造,外表面通常采用不锈钢作外槽,内衬采用 PP 或 PVC,有时是彩色 PVC,有鲜明的颜色,如绿、黄色、蓝色、红色等。有时是为了区别槽液的功能,有时纯粹是为了好看。

至于电镀槽上的辅助设备,包括电极、电极座、阳极篮、加热器(基本上都是配有温度自动控制装置)等,与常规电镀是基本上一样的。

水洗设备要用到去离子水时需要有纯水机配合,而过滤机则常用备用活性炭的双筒过滤设备。

超声波清洗设备是电子电镀中的常用设备。这与常规电镀较少采用超声波而多采用电解清洗有所不同。

电子电镀生产线有手动、半自动和自动生产线,但比较流行的是半自动生产线。即所有能够通用而又便于自动控制的流程或工序,就采用自动程序,而参数经常变化的流程就采用手动控制。这样操作比较方便。

1.1.3.2 电子电镀的专用设备

电子电镀的专用设备比较多,从电镀电源到印制板电镀设备、从线材或卷对卷电镀设备到电铸设备,还有化学镀设备等,是常规电镀中不常用的设备。

1. 电子电镀电源

电子电镀的电源设备越来越多地采用了脉冲电镀电源。脉冲电镀技术是从 20 世纪 60 年代中期开始引起关注的,这一技术主要是将人们对单方面地只重视镀液的开发转而重视其他影响电镀因素的研究,从而将脉冲电源引入了电镀领域。脉冲电镀近年发展非常迅速。这与电子电镀的兴旺是分不开的。

脉冲电镀实际上是一种通断直流电镀。脉冲电镀过程中,当电流导通时,脉冲(峰值)电流相当于普通直流电流的几倍甚至几十倍,正是这个瞬时高电流密度使金属离子在极高的过电位下还原,从而使沉积层晶粒变细;当电流关断时,阴极区附近放电离子又恢复到初始浓度,浓差极化消除,这利于下一个脉冲周期继续使用高的脉冲(峰值)电流密度,同时关断期内还伴有对沉积层有利的重结晶、吸脱附等现象。这样的过程周期性地贯穿整个电镀过程的始末,其中所包含的机理构成了脉冲电镀的最基本原理。实践证明,脉冲电源在细化结晶,改善镀层物理化学性能,节约贵重金属等方面比传统直流电镀有着不可比拟的优越性。

随着电镀理论和电源技术的不断发展,又引入了反向脉冲。这是因为正向脉冲持续时间长,反向脉冲持续时间短,大幅度、短时间的反向脉冲所引起的高度不均匀阳极电流分布会使镀层凸处被强烈溶解而整平,将镀层表面上的杂质以及结合力不太强的离子拉回镀液,从而提高了镀层的致密性。

目前,更进一步研发了多段可编程双向脉冲电源,从而进一步提高了脉冲电镀