

● 电子工业工人技术等级培训教材
● (真空电子器件专业教材)

真空电子器件制造 工艺

● 严文俊 郝永言 主编
● 郭彩林 主审



电子工业出版社

电子工业工人技术等级培训教材

(真空电子器件专业)

真空电子器件制造工艺

郝永言 严文俊 主编

郭彩林 主审

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书重点介绍了真空电子器件制造有关的工艺技术。

本书共分十九章:第一章讲述了真空电子器件的概念、生产过程及生产特点;以后各章依次介绍了真空器件中金属零、部件的制造加工方法;平板荫罩的制造工艺,零件的净化;零件的热处理;零件的各种涂覆方法;零件的连接;封接;阴极的制造;热丝的制造;偏转线圈的制造与调整;装架与装配工艺;荫罩的加工工艺,荧光屏的制作;器件的封口与检验;排气;老练工艺;外部配件的装调以及对器件的整体测试等工艺。本书最后,给出了各章的习题汇集。

本书可做真空电子器件专业工人理论培训教材,也可供从事真空器件工艺的干部、管理人员以及技工学校师生参考。

真空电子器件制造工艺

责任编辑:杨峨(特约) 连潮东

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京科技印刷厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:17.625 字数:470 千字

1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月北京第一次印刷

印数:2500 册 定价:22.00 元

ISBN7-5053-2725-9/G·205

出版说明

为了适应电子科学技术飞速发展,提高电子工业技术工人素质,劳动部与原机械电子工业部于一九九三年二月颁发了《电子工业工人技术等级标准》。根据新标准,电子工业部组织有关省市电子工业主管部门和企事业单位有关人员成立了“电子整机专业”,家用电子产品维修专业”,“真空电子器件、接插件、继电器、绝缘介质专业”,“半导体器件及集成电路专业”,“计算机专业”,“磁性材料、电池专业”,“电子元件专业”共七个工人技术培训教材编审委员会。制定了19个专业、311个工种的教学计划、教学大纲。并根据计划大纲的要求,制定了1993~1995年培训教材编审出版规划。列入规划的教材78种和相应的教学录像带若干种。

这套教材的编写是按“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的要求,以文化课为专业课服务,专业课为提高工人实际操作和分析决定生产实际问题的能力服务为原则。教材既注重了电子工业技术工人要有一定专业理论知识的要求,又克服了以往工人培训教材片面强调理论的倾向;保证了必要的知识传授,又强调了技能培训和决定生产实际问题能力的培养。

这套教材在认真研究了311个工种的共性基础知识要求的基础上,编写了八种统编教材,供311个工种工人进行基础知识培训时选用;并以19个专业为基础,根据每个专业共性的专业知识、专业技能编写了70种教材供311个工种工人进行专业知识、专业技能培训时使用。

每种教材在反映初、中、高三级技术工人培训的不同要求的基础上,注意了基础知识、专业知识、专业技能培训的系统性。因此,多数教材是初、中、高三级合在一起的,更好地体现由浅入深、由低及高的教学规律。

在教材编写上,针对工人培训的特点,突出教材的实用性、针对性,力求文字简练、通俗易懂。内容上紧密结合教学大纲要求,在讲授理论知识的同时还注意了对生产工艺和操作技能的要求,使教师易于施教,工人便于理解和操作。知识性强的教材,每章后配有练习题和思考题,以便巩固应掌握的知识。技能性强的教材,配有适当的技能训练课目,以便提高工人操作技能。在有关工艺和设备的教材中,主要介绍了通用性较强的内容和典型产品、设备,对于使用这类教材的工厂企业,由于各自的产品、设备不同可酌情自编相应的补充讲义与教材结合起来进行培训。另外,为适应技术发展、工艺改革、设备更新的需要,这套教材在编写中还注意了新技术、新工艺、新设备及其发展趋势,以拓宽工人的知识面。

参加这套教材编审工作的有北京、天津、上海、江苏、陕西五省市电子工业主管部门和河北、河南、山东、山西、辽宁、江西、四川、广东、湖南、湖北等十个省市的有关单位的专家、教师、技术人员等。在此谨向为此付出艰辛劳动的全体编审人员和各地、各单位支持这项工作的领导表示衷心感谢。

由于电子工业的迅速发展,这套教材的涉及面广、实用性强,加之编写时间仓促,教材中肯定有不妥之处,恳请使用单位提出宝贵意见,以便进一步修订,使之更加完善。

电子工业部
1993年7月

前 言

真空电子器件门类和品种繁多,制造工艺复杂多样,本书不可能一一详述。书中主要包括真空电子器件共同或相似的加工工艺,如净化、涂覆、连接、封接等;总成工艺,如封口、排气、老炼等;通用的零部件制造工艺,如阴极、栅极、阳极,显示器件的平板荫罩、偏转线圈、微波器件的慢波、波导以及真空电子器件的简单测试知识。书中适当地编入了材料内容,着重说明材料在器件中的作用和材料性质对工艺的影响。使用本书时可根据不同管种选择并补充特殊工艺及实际操作等内容。

本书是按照电子工业《工人技术等级标准》要求编写的,在结构上由浅入深,包括了简单、一般、和基本知识,高级工所需机理内容,可根据需要自行补充。每章后附有习题,供参考。

本书第三、四、十一、十六、十七、十九章由郝永言同志编写;第一、六、十三、十四、十八章由严文俊同志编写;第二、八、十二、十五章由梁子玉同志编写;第五、十章由刘光润同志编写;第七章由覃可济同志编写;第九章由王三祝、史久德同志编写;全书微波器件的内容由覃可济同志编写;光电器件内容由史久德同志编写。赵应波、李廷高等同志也参加了部分内容的编写工作。本书还参考引用了有关书刊的部分内容,特在此对这些书刊的编著者表示诚挚的感谢。

编写过程中得到四四〇〇厂、七七三厂、七七六厂、七七九厂、七四一厂等单位的大力支持和协助,在此一并致以谢意。

因时间紧促加之水平有限,错漏之处在所难免,请读者批评指正。

编者

一九九四年五月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 真空电子器件的概念	(1)
第二节 真空电子器件的生产过程	(1)
第三节 真空电子器件的生产特点	(2)
第二章 零部件的制造	(8)
第一节 金属零件加工主要方法	(8)
一、切削加工	(8)
二、冲压	(11)
三、挤压	(13)
四、绕制	(14)
五、真空浇铸	(14)
第二节 金属零件的特种加工	(15)
一、电火花和数控线切割加工	(16)
二、光刻	(19)
三、电解和电铸加工	(21)
四、超声波加工	(25)
五、激光加工	(26)
六、离子束加工	(28)
第三节 阳极的制造	(29)
一、一般阳极的制造	(29)
二、特殊阳极的制造	(38)
第四节 栅极的制造	(45)
一、一般栅极的制造	(46)
二、特殊栅极的制造	(48)
三、栅极的表面涂覆	(53)

第五节 慢波部件的制造和装配	(60)
一、慢波结构的种类	(61)
二、慢波结构的制造	(61)
三、螺旋线慢波结构的装配	(64)
第六节 波导的制造	(65)
一、波导的种类	(66)
二、波导的用途	(66)
三、波导的加工和技术要求	(68)
第七节 会聚磁件制造	(72)
一、会聚磁件概述	(72)
二、会聚磁件制造	(73)
第八节 荫罩框架制造	(74)
一、荫罩框架概述	(74)
二、荫罩框架制造	(74)
第三章 平板荫罩的制造	(76)
第一节 荫罩概述	(76)
一、荫罩的作用和种类	(76)
二、荫罩的结构	(76)
三、荫罩材料	(78)
第二节 平板荫罩制造工艺	(81)
一、荫罩制造的工艺流程	(81)
二、准备工序、涂胶及曝光	(82)
三、后工序	(87)
第三节 检验	(92)
一、产品的重要检验依据	(92)
二、检验的流程	(96)
第四节 制版工艺简介	(97)
一、荫罩上的几个部分及腐蚀余量	(97)
二、制版工艺简介	(98)
第四章 零件的净化	(102)
第一节 概述	(102)

第二节 机械净化法	(103)
一、刷光	(103)
二、磨光	(103)
三、抛光	(104)
四、喷砂	(105)
第三节 去油	(105)
一、化学去油	(106)
二、电化学去油	(114)
第四节 浸蚀	(116)
一、化学浸蚀	(116)
二、电化学浸蚀与电抛光	(120)
第五节 超声波清洗	(122)
一、超声波清洗的原理	(122)
二、超声波发生器	(123)
三、超声波清洗的应用	(123)
第六节 清洗实例	(124)
一、金属零件的清洗	(124)
二、介质的清洗	(126)
第五章 零件的热处理	(127)
第一节 热处理的作用	(127)
一、退火作用	(127)
二、去气作用	(127)
三、净化作用	(128)
四、烧结作用	(128)
五、淬火作用	(128)
第二节 热处理的原理	(128)
一、退火原理	(128)
二、去气原理	(130)
三、净化原理	(131)
四、烧结原理	(131)
五、淬火原理	(132)
第三节 在空气中热处理	(132)

第四节 在氢气中热处理	(133)
一、氢气的性质	(133)
二、在氢气中热处理	(134)
第五节 在氮、氢混合气中热处理	(137)
第六节 在真空中热处理	(139)
一、外炉加热真空炉	(139)
二、高频加热真空炉	(140)
三、钼丝加热真空炉	(143)
第七节 热处理规范	(143)
第六章 零件的涂覆	(145)
第一节 机械涂覆法	(145)
一、刷涂	(145)
二、喷涂	(145)
三、滚涂	(146)
四、热涂法	(146)
五、沉淀法	(147)
六、旋涂法	(147)
七、浸渍法	(147)
第二节 物理涂覆法	(147)
一、真空蒸发	(147)
二、阴极溅射	(149)
三、离子镀	(150)
四、静电喷涂	(151)
五、熔融喷涂	(152)
六、等离子喷涂	(152)
第三节 化学涂覆法	(153)
一、发兰与钝化	(153)
二、碳化	(154)
三、氮化	(155)
四、磷化	(155)
五、气相沉淀	(156)
六、化学镀	(158)

第四节 电化学涂覆法	(159)
一、电镀	(159)
二、电泳	(162)
三、电化学氧化	(163)
第七章 零件的连接	(164)
第一节 概述	(164)
第二节 电阻焊接	(164)
一、点焊	(166)
二、滚焊	(170)
三、对焊	(171)
第三节 钎焊	(171)
一、钎焊的基本原理	(171)
二、钎焊的优缺点	(173)
三、钎焊常用的焊料牌号及性能	(174)
四、钎焊工艺	(176)
五、钎焊接头的结构及焊缝尺寸	(178)
六、钎焊的方法	(179)
七、钎焊接头的质量检验	(180)
第四节 熔融焊接	(181)
一、电子束焊	(181)
二、氩弧焊	(185)
三、等离子焊	(190)
四、激光焊	(193)
第五节 摩擦焊	(195)
一、摩擦焊工艺过程	(195)
二、摩擦焊的工艺参数	(196)
三、接头形式	(197)
四、摩擦焊材料	(197)
五、摩擦焊的优缺点	(197)
六、摩擦焊的应用	(198)
第六节 冷压焊	(199)
第七节 粘接法	(200)

一、环氧树脂胶粘剂	(200)
二、改性环氧树脂胶粘剂	(202)
三、酚醛树脂胶粘剂	(202)
四、有机硅树脂胶粘剂	(203)
五、特种胶粘剂	(203)
六、粘接工艺	(205)
第八节 机械连接法	(207)
一、螺丝连接法	(207)
二、铆接法	(207)
三、夹持法	(207)
四、折叠法	(207)
五、绑扎法	(207)
六、切压法	(208)
七、冲压法	(208)
第八章 封接	(209)
第一节 引言	(209)
一、金属陶瓷电子管的迅速发展	(209)
二、陶瓷管的优点	(209)
三、陶瓷管的缺点	(210)
四、玻璃	(210)
第二节 真空电子器件陶瓷的特点与种类	(211)
一、电真空陶瓷的主要性能	(211)
二、真空陶瓷的种类	(212)
第三节 陶瓷与金属的封接机理	(214)
第四节 陶瓷与金属封接结构	(215)
一、平封结构	(215)
二、针封结构	(217)
三、套封结构	(218)
第五节 金属化法陶瓷与金属封接	(220)
一、活化钼锰法工艺流程	(220)
二、陶瓷件的处理	(221)
三、金属化膏粉的配制与涂覆	(221)

四、金属化烧结工艺	(222)
五、镀镍与烧结	(223)
六、金属化后的陶瓷与金属封接	(223)
七、钼铁法	(223)
八、钼锰法	(224)
第六节 活性法陶瓷与金属封接	(224)
一、概述	(224)
二、活性法优缺点	(225)
三、活性法封接工艺	(226)
四、影响活性法封接质量的主要因素	(228)
五、生产中经常发生的一些问题	(230)
六、钛-镍法	(231)
七、钛-铜法	(233)
八、其它活性金属法	(234)
九、各种活性金属法比较	(235)
十、活性金属法的封接机理	(235)
第七节 其它封接方法	(236)
一、氧化物焊料法	(237)
二、气相沉积法	(237)
三、固相工艺法	(240)
四、压力封接	(240)
第八节 某些特殊介质的封接	(242)
一、氧化铍瓷的封接	(243)
二、石英与金属的封接	(243)
三、人造云母的封接	(243)
四、其它介质的封接	(244)
第九节 陶瓷与金属封接的检验	(245)
一、气密性检验	(245)
二、耐热和耐热冲击试验	(245)
三、封接强度试验	(246)
第十节 玻璃的特性	(246)
一、玻璃的概念	(246)
二、玻璃的热膨胀系数	(247)

三、玻璃的应力	(248)
第十一节 玻璃与玻璃封接	(249)
一、玻璃的种类	(249)
二、玻璃的熔融封接	(250)
三、焊料封接	(251)
第十二节 玻璃与金属封接	(252)
一、概述	(252)
二、与玻璃封接的金属	(252)
三、玻璃与金属的热封接	(254)
四、玻璃与金属的冷封接	(256)

第九章 阴极的制造

第一节 热发射阴极的制造	(257)
一、纯金属阴极	(258)
二、原子膜阴极	(260)
三、氧化物阴极	(263)
四、钍钨阴极	(275)
五、其它热阴极	(280)
第二节 光电阴极制造	(281)
一、光窗材料的选择和阴极基底的采用	(282)
二、碱金属获得和实用碱金属源(简称碱源)的制备	(284)
三、银氧铯阴极的制造	(291)
四、铯铯阴极的制造	(296)
五、双碱与多碱阴极的制造	(300)
六、紫外阴极的制造	(302)
七、Ⅲ-V族化合物阴极的制造	(302)
第三节 次级发射极的制造	(305)
一、次级发射极概述	(305)
二、一些实用次级发射极的制造	(308)
三、碲铯与氧化钾次级发射极的制造	(309)
四、银镁合金次级发射极的制造	(310)
五、铜铍合金次级发射极的制造	(312)
六、Ⅲ-V族化合物次级发射极的制造	(314)

七、连通道电子倍增管与微通道板制造工艺简述	(316)
第四节 场致发射极的制造	(318)
一、场致发射概述	(318)
二、场致发射极的制造	(319)
第十章 热丝的制造	(320)
第一节 热丝的成形	(324)
一、丝料清洗	(324)
二、热丝成形	(326)
第二节 热丝的涂覆和烧结	(330)
一、热丝涂覆	(330)
二、热丝涂层烧结	(334)
三、热丝装配	(335)
第三节 热丝的新进展	(335)
一、热丝芯丝采用新材料	(336)
二、黑化热丝	(337)
三、阴极-热丝组件	(337)
四、高牢固度涂层热丝	(338)
五、热丝的其他改进	(339)
第十一章 偏转线圈的制造与调整	(341)
第一节 概述	(341)
一、偏转线圈的用途	(341)
二、电磁偏转原理	(341)
三、偏转线圈的磁场	(342)
四、偏转线圈的分类与结构	(343)
第二节 偏转线圈的制造	(345)
一、偏转线圈制造的工艺流程	(345)
二、偏转线圈主要工序要点	(345)
三、偏转线圈所需原材料	(349)
四、偏转线圈制造主要设备	(350)
第三节 自校正型偏转线圈的调试	(350)

一、会聚误差的测量	(351)
二、偏转线圈调试使用的材料和设备	(354)
三、会聚误差的调整	(354)
第四节 无枕形失真偏转线圈介绍	(364)
一、概述	(364)
二、工作原理	(366)
第五节 偏转线圈的主要参数	(366)
一、阻抗	(367)
二、偏转灵敏度	(367)
三、偏转角	(367)
四、会聚误差和色纯裕度	(367)
五、管颈阴影裕度	(368)
六、串扰	(368)
七、耐电压	(368)
八、倾斜裕度	(368)
九、光栅几何失真	(368)
第十二章 装架与装配	(370)
第一节 装架的技术要求	(370)
一、严格按设计图纸装架	(370)
二、固定和连接必须牢固可靠	(370)
三、高度洁净	(371)
四、严格检验	(371)
五、点焊机的正确使用及点焊特点	(372)
六、点焊的质量分析	(373)
第二节 空间电荷控制管的装架	(374)
一、中小功率等级电子管的装架	(374)
二、大功率管的装架	(376)
三、装架工艺及设备工具	(377)
第三节 微波管的装配	(378)
一、行波管的装配	(378)
二、磁控管的装配	(380)
三、外腔式反射速调管的装配	(381)

第四节 电子束管的装架	(382)
一、电子束管装架的特点	(382)
二、电子束管装架	(383)
第五节 光敏管的装架	(384)
一、光敏管的装架	(384)
二、光敏管的装架工艺	(384)
三、光敏管装架举例	(385)
四、光敏管装架特点	(387)
第十三章 荫罩部件的加工	(389)
第一节 概述	(389)
一、框架	(390)
二、定位弹簧片组件	(390)
三、荫罩	(391)
第二节 荫罩部件加工	(392)
一、荫罩部件加工工艺流程图	(392)
二、荫罩部件加工	(393)
第十四章 荧光屏的制造	(402)
第一节 荧光屏(层)概述及技术要求	(402)
一、发光亮度	(402)
二、发光光谱	(403)
三、余辉时间	(404)
四、稳定性	(404)
第二节 荧光屏(层)的涂制	(405)
一、各种涂屏方法简介	(405)
二、单色屏的涂制	(406)
三、其它荧光屏的涂制	(415)
第三节 彩色荧光屏的涂制	(416)
一、彩色荧光屏的特点与结构	(416)
二、彩色荧光屏的涂制工艺	(417)
第四节 穿透式彩色屏的制造	(427)