

彩色显像管制造技术

蒋宗礼 主编

吴祖垵 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

彩色显像管制造技术

蒋宗礼 主编

吴祖垵 主审



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了彩色显像管制造技术的工艺原理、主要测试方法和工作性能。全书分绪论、一篇、二篇、三篇、四篇及回顾与展望等六部分。绪论主要介绍了彩色显像管的基本概念及其制造系统工艺最佳化；第一篇介绍了彩色显像管主要零部件及原材料的制造工艺原理及其与管子工艺的相互关系；第二篇重点介绍了彩色显像管荧光屏制造工艺原理；第三篇分别介绍了彩色显像管管壳制造工艺和总成工艺原理；第四篇有重点地介绍了彩色显像管的测试及应用；回顾与展望论述了彩色显像管半个世纪以来的发展历程及对世纪之交时发展前景的预测。

本书可作为从事彩色显像管及其相关行业设计和制造的工程技术人员及管理人士的继续教育教材、工作参考书，亦可作为大专院校有关专业师生的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，翻印必究。

图书在版编目(CIP)数据

彩色显像管制造技术/蒋宗礼编著. - 北京: 电子工业出版社, 1999. 9

ISBN 7-5053-5668-2

I. 彩... II. 蒋... III. 彩色显像管-生产工艺 IV. TN141.305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 60284 号

书 名: 彩色显像管制造技术

编 著: 蒋宗礼 等

审 者: 吴祖垠

出版策划: 周孟奇

责任编辑: 李志武

特约编辑: 郭文有

印 刷 者: 北京通州燕山印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

URL: <http://www.phei.com.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 48.75 字数: 1170 千字

版 次: 1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5668-2
TN·1325

定 价: 80.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者,
本社发行部负责调换。

鸣 谢

北京松下彩色显像管有限公司
广东福地彩色显像管股份有限公司
上海永新彩色显像管有限公司
中华映管(福州)有限公司
咸阳四四零零厂

对本书出版的大力支持和协助

本书编著者

蒋宗礼	吴祖垵
吴建伟	张道生
吴计兴	沈冠南

序（一）

我国从 70 年代就开始在成都、北京、南京、上海等地试制彩色显像管,但在当时的条件下,量大面广的显像管因属民用产品而得不到足够的支持。1974 年本来打算从美国引进彩色显像管成套设备和技术,也因“四人帮”的“反洋奴哲学”而夭折,结果已经确定的彩色显像管大会战也不了了之。

实行改革开放以后,中国的电子工业进入了迅速发展的轨道。为了尽快缩短与国际先进水平的差距,及时引进了具有 70 年代末、80 年代初世界先进水平的彩色显像管总装技术,以及玻壳、平板荫罩、荧光粉、石墨乳等相关配套产品技术。1978 年中央决定投巨资在咸阳建设中国第一个现代化的彩色显像管厂。1982 年在咸阳建成投产。从此,我国彩色显像管工业借着改革开放的东风,走过了一条引进、消化、吸收、国产化的道路。从中、小屏幕起步,如今已能生产从 37 厘米到 73 厘米各种屏幕尺寸的管子。目前我国的彩色显像管及彩色电视机,无论是产量还是销量均居世界前三名,成为世界彩色显像管、彩色电视机的生产大国,每年为国家创利税百亿元。

随着国民经济高速发展及国民经济信息化工程的实施,人民生活水平也不断提高,电视机已不再是高不可攀的商品,电子工业发展的市场前景无限宽广,这为我国电子工业发展提供了一个前所未有的市场条件,并吸引了世界各大集团公司,几乎全世界所有的彩色显像管制造商都进来了。但是,再大的市场也总有个限度。自 1996 年以来,在中、小屏幕市场上,产大于销、供大于求的局面已经形成,产品过剩,出现了设备的闲置和浪费。国内企业在资金、技术、管理上均难以和这些大企业抗衡,其竞争弱势主要表现在技术开发能力弱,产品的更新换代远远跟不上发展的需要。

在计划经济的年代,产品的设计、开发主要是围绕着军品进行的,并建立了一整套科研生产体制。在民品方面,我们把重点放在了生产制造上,而忽视了市场需求和技术、产品开发两个环节,造成生产出来的产品无销路,越生产库存越多,浪费越严重。改革开放以来,我们开始注意市场与生产之间的有机联系了,强调为市场而生产,但技术和产品开发仍然游离于开发、生产和市场这一有机循环之外,其结果是市场需求的增长强烈地刺激了生产部门,生产制造部门的技术和产品来源则主要依赖引进(更不用说使用部门主要靠买外国货),造成国内的技术开发能力的闲置,同时国家又不得不拿出大量资金引进技术。这样,在我们面前就

出现了一个严重的事实,即一方面我们要不断引进国外的先进技术(以及适合国情的先进管理),另一方面却继续让技术引进、消化及开发工作和广大科研设计技术队伍隔离开,这怎么能真正做到缩小和国外先进技术的差距呢,又怎么能去贯彻中央制定的科教兴国的战略和科技创新的指导思想呢?为此必须要进一步引起社会各界上上下下对这一问题的密切重视,并从多个方面采取有效措施去扭转这一局面。

本书的作者都是在彩色显像管制造技术领域,从事生产和研究工作近二十年的专家。多年来,他们以彩色显像管制造技术各领域新兴而又独特的东西为主题,从基础科学技术上对问题作了广泛深刻的探讨,对引进的先进技术进行了深入的研究。相信本书的出版将有助于提高彩色显像管行业对于引进技术的消化、吸收能力,提高科技创新能力,有效地利用国际新技术,并转化为推动产品升级换代的属于我们自己的专有技术和知识产权。这本书作者的指导思想是好的,他们在为贯彻科教兴国战略方面作出自己一份有益的贡献,故某为之序。

中国电子学会名誉理事长 中国工程院院士 孙俊人

1998年3月于北京

序 (二)

改革开放以来,我国经济规模快速增长,但是在技术创新领域里尚未有与之相应的进展。而目前一体化的全球经济正在把我们由“产品经济”推向“市场经济”,智能工具的大量涌现和推广应用,正推动着以“知识经济”为基础的信息时代快速成长。即使日本这样的国家,在以“产品经济”为基础的工业时代,虽然拥有高度发达的制造技术,但在由“产品经济”的工业时代向“知识经济”的信息时代转轨的时期,也碰到了金融危机的麻烦。面对新时代的到来,我们只有走知识创新、科教兴国之路,努力提高人的素质和创意,推广信息科技。

1. 立国之本与立业之本

此书前言说明本书是为彩色显像管制造行业的各类人员而编写的专著,是供本行业的技术人员开阔视野的参考书,亦是可供相关专业师生阅读的教学参考书。近代,先进国家兴起的历史经验表明:国家发展科技、工业、农业,教育是立国之本;企业推陈出新,研制前沿产品,继续工程教育 CEE(Continuing Engineering Education)是立业之本。世界落后的国家向先进国家学习引进技术时,多数不太成功,摆脱不了依赖。日本是突出的成功者,日本在 1868 年明治维新时是一个技术及经济均落后的国家,经过了一百多年的努力,发展成为全世界公认并瞩目的经济巨人。世界知名的 CEE 学者 N. Mutsuddi(印)、M. Suranto(芬)、J. Lorrinan(英),注意到日本的经验并作了深入的调查研究。日本人的路怎样走过来的, Mutsuddi 讲:“日本人在购买了许可证后,用最先进的技术和自己的方法制造最好的外国机器”“日本造船者已经改进了许多以前于许可证下制造的设计”。J. Lorrinan 为 M. Suranto 所著书写的前言说:日本人在很久以前就已知道“把世界最好的实践取来并加以改进的重要性”。

日本人成功之路的哲学思想,我国古代学者就表述过。日本引进西方技术,加以改进而胜过西方,就是中国的成语“青出于蓝而胜于蓝”,做到“胜于蓝”只能靠本国培养的优秀人才,而重要因素在于人才,正如管子所说:“一年之计在于谷,十年之计在于树木,百年之计莫如树人”。

因此本书有益于显像管企业立业之本,有益于国家的电化教育,提高人民素质的立国之本。

2. 显像管的制造知识对显示管的制造,将有所促进,从而促进信息技术的发展

信息技术标志着国家、社会的现代化,全球信息网 WWW 可以迅速得到全球信息。电子邮件 E-mail 可以全球通讯,迅速而廉价,并能主送及抄送同时发出。银行电脑记帐、各分行通存通兑、航空公司联网售票、旅馆预订房间、企业电脑管理库存、工厂按市场需求随时调整生产计划,许多显示器上需用大量的彩色显示管(CDT)。SID94 年会上 HP 公司的副总裁 Joel Bimbaum 作了主题报告:显示是上下信息高速公路不可缺少的“斜坡”。彩色显像管的人才再学一点有关 CDT 的 CEE 课程就可以使 CPT 企业进入 CDT 产品开发。

3. 工业产品的生产工艺是诀窍(Know-How),所以这类书很少

工业产品的生产工艺是诀窍,所以新产品的新工艺,产品公司视为工业秘密不肯透露,但将经验提炼的工艺机理不属于工业秘密,整理成书有益于教育,CEE 可用,大专课程参考也可用。我国建国初期建 156 项重点工程,1956~1967 十二年科学规划建立研究所,高校按规划开展科研教学,将我国 40 余年来自己生产、科研、教育的心得写成书,有益于教育、培养人才。国际上的经验,1946 年麻省理工学院(M. I. T)雷达实验室将二次大战雷达技术的心得写成雷达丛书(28 本)。我国 1985 年出版的《真空技术在电子器件中的应用》上下册 100 万字,写出我国真空电子技术生产、科研、教育的经验,具有实用价值,曾受到欢迎。预计本书的出版将会得到 CPT、CDT 技术工作者的欢迎。

4. 工艺技术知识,已从经验方法步入了科学方法

工艺技术知识,半个世纪之前是经验方法(Empirical Approach),70 年代起开始了科学方法(Scientific Approach)阶段。

有些重要工艺的机理如阴极的激活剂、荧光粉的激活剂、介质的电击穿,关系到微观世界的现象。半个世纪之前只有宏观的观察手段,所以只能将多次试验成功的经验写成规范(Empirical Approach),工艺规范也类似烹调手册。进入 70 年代有了微区分析手段,电子束探针(Electron Beam Analyzer)、离子束探针(Ion mass Analyzer)、微观观察手段 SEM、表面分析手段 AES,就有条件对阴极现象进行科学的观察,SEM 及 AES 也使真空中的打火现象有了科学的实验手段。

5. 继承与创新

学习工艺要继承,并不断改进工艺,才能做到青出于蓝而胜于蓝。制管工艺有些难关,得到理解和解决很不易,如好的与不好的 Ni-W(4%) - Ca(0.2%) 阴极材料化验成分都是一样,好的材料冲制的 100 个阴极帽多数好,不好的材料冲 100 个阴极帽只有几个好。经用离子探针观察,在 $250\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$ 的视野中,好的材料 Ca 分布均匀,视场中大多有 Ca;不好的材料, Ca 分布很不均匀,少数场才有 Ca。此后买方用离子探针照片验收,冶炼加工厂在提交前也用离子探针观察,提

高了阴极发射的良品率。目前仍有些问题尚待解决。电子管用无氧铜料内部有小孔,类似果子面包结构,造成制管废品及经济损失,至今仍无好的无损检验法,测声波速有可能检测,但尚待研究。在大量返修管的电子枪中观察到发射好的阴极表面,略呈微灰色,掌握此奥秘将有助于提高阴极发射良品率。

以上意见供给读者读此书时参考。

中国电子学会真空电子分会	名誉主任
中国电子学会教育工作委员会	名誉主任
中国电子学会学术工作委员会	顾问 胡汉泉
北京真空电子技术研究所	技术顾问

1998年6月9日

前 言

本书是为彩色显像管制造行业的研究开发人员、工程技术人员和管理人员深入理解制造工艺及测试、应用而编写的专著,亦是供“上游”行业(零部件及主要原材料)及“下游”行业(电视机及显示器制造业)的技术人员开阔视野而阅读的参考书,亦可作为相关专业师生的教学参考书。

本书的意图在于以基础知识(电真空、光学、表面化学、感光材料、胶体化学等)阐述彩色显像管制造工艺机理及其测试应用原理。

根据上述目的和对象,本书分为绪论(含第1章)四篇16章及展望。

绪论。为使彩色显像管制造工艺工程师们对彩色显像管制造工艺有个总的概念,绪论中阐述了彩色显像管制造工艺的一般概念。

第1章 彩色显像管制造工艺概论。本章除概略地阐述了彩色显像管的结构组成、制造工艺原理及工艺流程之外,重点阐述了彩色显像管制造系统与工艺最佳化问题。

第一篇 彩色显像管主要部件及主要原材料的制造工艺。为使彩色显像管制造工艺工程师们深入了解构成彩色显像管的主要结构部件及主要材料,本篇分章阐述了各主要部件及材料的制造工艺、性能及与彩色显像管的关系。

第2章 彩色显像管玻璃件制造工艺概述。本章重点阐述了彩色显像管工艺对于玻璃件的要求之后,分别阐述了屏、锥、管颈、芯柱、低熔玻璃粉、支架玻杆等玻璃件的制造工艺,主要性能及其在彩色显像管中的使用。

第3章 彩色显像管用平板荫罩及成形荫罩组件的制造工艺原理。本章阐述了平板荫罩的制造工艺原理,目的在于清楚地了解管子与平板荫罩的结合点,以便今后在开发新管子时,能较好地完成这两者之间的技术协调工作。本章还阐述了成形荫罩组件的制造工艺原理,并对荫罩的热膨胀作了全面分析,介绍了抗变拱的思路及各种抗变拱的新工艺。

第4章 彩色显像管电子枪零件的制造及电子枪装配工艺。本章阐述了氧化物阴极发射机理,阴极、热丝的制造工艺,金属零件的加工、处理工艺,并介绍了大电流密度、长寿命阴极的最新进展等。本章还阐述了电子枪的装配工艺。

第5章 彩色显像管偏转线圈及管颈附件的制造工艺。本章阐述了彩色显像管偏转线圈及会聚磁件的材料、工艺、装配、测试等问题,并通过对标准偏转和工

程标准管的挑选揭示了管子与偏转之间的紧密联系。

第6章 彩色显像管主要原材料制造工艺。本章对彩色显像管制造工艺的两个关键材料——荧光粉和石墨乳的制造工艺、要求、性能、测试,以及颗粒度概念与测试等作了阐述,并介绍了材料国产化方面的一般作法及经验教训。

第二篇 彩色显像管显示屏的制造工艺。本篇分五章对屏制作工艺基础、黑底工艺、荧光面制作、曝光工艺及有机膜与蒸铝工艺等工艺机理作了深入的探讨。

第7章 彩色显像管显示屏工艺基础。本章讨论了显示屏的结构与分辨力、色纯余量与白场均匀性、对比度、影响对比度的因素及提高对比度的途径等基本理论,介绍了旋转涂覆理论及旋转涂覆法,并介绍了有机光化学基础及表面化学基础,归纳了涂屏中常用的表面活性剂,最后讨论了涂屏工艺中的一些基本术语及基本概念。

第8章 彩色显像管黑底制造工艺原理。本章讨论了黑底制造工艺的基本理论问题,特别是互易律失效(RLF)的原理及其在负型黑底制造中的应用,以及光学增感的原理及其应用。并通过对黑底制造工艺条件的分析给出了黑底工艺设计的基本考虑,及黑底制造的工艺要点,以及主要不良分析及其对策原则等。

第9章 彩色显像管荧光面制作工艺原理。本章讨论了荧光面的结构及其工艺设计问题,阐述了 PST 预涂液对改善涂屏操作余度的原理,以及 PVA-ADC 系统(互易律 RL)的光交联机理,并对两种(RLF 和 RL)光交联作了比较,介绍了荧光面制作工艺要点,深入讨论了影响荧光面粘结力的各因素,及提高粘结力的途径,最后讨论了荧光膜的亮度特性,及提高荧光膜特性的各种新工艺。

第10章 曝光工艺原理。本章阐述了曝光工艺的理论基础(包括曝光工艺的几何光学、曝光工艺的物理光学、测光、光源等),曝光台及其调整,曝光工艺设计(包括校正透镜的制造原理、滤光片的设计与制造等)及曝光工艺不良分析及对策等。最后介绍了曝光工艺中的新技术。

第11章 彩色显像管的有机膜与蒸铝工艺。本章介绍了有机膜主要材料丙烯酸树脂的性质,并比较了“腊克”法和“乳胶”法有机膜工艺的优缺点,重点介绍了乳胶法的成膜机理及成膜工艺,二相共混体系高聚物的流变特性(“海岛效应”)及其在乳胶法中的应用(形成有规则的气孔排列,提高铝膜反射率)。本章还讨论了荧光屏金属化——蒸铝的理论、工艺及工艺的最佳化。

第三篇 彩色显像管总管制造技术。这一篇主要包括管壳加工工艺和总成工艺。

第12章 彩色显像管管壳加工工艺。本章主要阐述屏焙烧工艺及有机物质的

热分解特性,锥的清洗及内涂石墨工艺,低熔玻璃膏的配制及屏、锥封接工艺等。

第13章 彩色显像管总成工艺。本章主要阐述了封口及封前处理工艺,排气、老炼、打高压工艺,再生、防爆与外涂石墨工艺,并着重介绍了 ITC 调整工艺原理。本章还讨论了后工序的主要不良分析及对策,其中重点讨论了高压跳火及提高管子耐电压性能的措施。

第四篇 彩色显像管的测试方法和使用。本篇主要阐述了彩色显像管的测试原理及使用上的注意事项

第14章 彩色显像管电参数的测试。本章主要阐述彩色显像管最重要的电参数的测试原理。

第15章 彩色显像管视觉参数测试。本章主要阐述彩色显像管最重要的光参数的测试原理。

第16章 彩色显像管的可靠性及例行试验。本章讨论了彩色显像管最重要的例行试验项目。

第17章 彩色显像管外观及应用问题。本章从用户的角度阐述了彩色显像管外观及使用中的注意事项。本章附录还列举了在我国境内部分厂家生产的彩管的主要参数指标。

回顾与展望。由我国彩色显像管权威、中国工程院院士吴祖垠先生执笔,论述了彩色 CRT 半个世纪的发展历程,及在世纪之交时发展前景的展望。

本书的第5章彩色显像管偏转线圈及管颈附件的制造工艺由吴建伟、张道生执笔;本书的第四编彩色显像管的测试方法和使用(包括第14、15、16、17章)由吴计兴、沈冠南执笔;本书的其余编章,包括第一编的第1、2、3、4、6章,第二编(第7~11章),第三编(第12、13章)均由蒋宗礼执笔。全书由蒋宗礼统编,吴祖垠院士审定。

制造工艺与设计很不相同。设计思想是凝结于产品本身,而工艺则是寓于产品的整个制造过程中。例如,在我们已掌握的电子光学知识的理论指导下,把市场上买回来的管子加以剖析,该电子枪的结构、参数即可一目了然;然而这支管子的黑底(Black Matrix)是怎样制造出来的?我们却茫然不知,它是用什么样的感光胶?我们更无从分析,因为感光胶在工艺过程中早已热降解了(焙烧)。

因此,本书在彩色显像管制造工艺的论述上,是站在系统综合认识的制高点,着眼于保持彩色显像管制造系统的整体性和系统性。当我们处理具体工艺问题时,如果站在这一认识论的高度,可以开阔视野,避免局限性,避免在具体工艺问

题上犯本末倒置的错误。此外,对具体工艺内容的论述上,着眼于对工艺机理的深入探讨,抓住实质,浓缩工艺过程,避免对工艺过程冗长乏味的陈述。只有在我们对工艺机理有了深刻认识的前提下,才有可能提高对于新工艺、新技术的消化吸收能力,举一反三,取长补短,推动彩色显像管制造工艺技术的不断提高。

本书在显像管的测试方法和使用的论述上,着重于主要测试项目和与开发有关的测试项目,重点在于论述该测试项目的测试目的、意义及测试原理。对于常规项目,读者可以参阅有关的手册和标准。

本书揭示出以物理、化学、电学为基础的彩色显像管制造业,向着包括高分子工业、金属工业、微细加工、光学、真空技术、精密机械等综合科学的方向发展;同时也显示出对平板显示的发展及与各领域更紧密的结合的重要意义。

本书的主要特点是从工艺机理的基础科学技术上对制造彩色显像管的典型工艺和材料作了比较深入地探讨,并提出了一些独立见解。因此对从事彩色显像管专业的科研、生产、教学人员有较大参考价值。无论显示器件今后的发展方向是什么,在半个世纪里发展和完善的彩色显像管技术,都必然是其发展的重要基础。

我国的彩色显像管制造业经过“六五”、“七五”、“八五”三个五年计划的发展,到了“九五期间”,已跻身于世界彩色显像管生产大国之列。十多年来,在极其广大的国内市场的催发之下,各个厂家无忧无虑地在中小屏幕市场范围内,横向拓展,重复建设,以获取尽可能多的市场份额,而放松了开发,以至于产品结构严重失衡。造成这一状况的主要原因就在于我们对新技术的吸收与消化能力偏低,不能有效地利用国际新技术,并转化为推动产品升级换代的属于我们自己的技术。作者希望本书在促进各厂吸收与消化引进技术,提高科技创新能力,并形成我们自己的专有技术方面,在实现经济持续发展的“两个转变”方面,能有所助益。

未来的竞争是人才的竞争,而培训是一个企业提升人力资源最重要的手段。因此,本书作为彩色显像管制造技术的高层次培训教材得到全行业各单位的关注,并在资金、资料、意见等各方面给予了大力支持。本书的出版得到了北京松下、彩虹集团、广东福地、上海永新、中华映管(福州)等公司的资助,在此表示衷心的感谢。

本书在出版过程中,得到中国电子学会国际/学术部和电子工业出版社的多方支持,在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中谬误难免,恳请读者批评指正。

编著者

1999年1月

目 录

绪 论

第1章 彩色显像管制造工艺概论	(3)
§ 1.1 彩色显像管结构组成及制造工艺原理	(3)
1.1.1 荫罩式彩色显像管的结构组成	(3)
1.1.2 彩色显像管制造工艺原理	(4)
§ 1.2 彩色显像管制造工艺流程	(5)
§ 1.3 彩色显像管制造系统与工艺最佳化	(6)
1.3.1 彩色显像管制造系统与制造系统工程	(6)
1.3.2 彩色显像管制造工艺的最佳化	(8)
参考文献	(11)

第一篇 彩色显像管主要部件及主要原材料的制造工艺

第2章 彩色显像管玻璃件制造工艺概述	(15)
§ 2.1 玻璃的基本概念	(15)
§ 2.2 电真空工艺对玻璃件的一般要求	(16)
§ 2.3 彩色显像管制造工艺对玻璃件的特殊要求	(16)
2.3.1 玻屏、玻锥分件供货	(16)
2.3.2 屏、锥的特性温度	(17)
2.3.3 X-射线	(17)
2.3.4 玻屏的透过率	(20)
2.3.5 玻屏退火点	(21)
2.3.6 热膨胀系数	(22)
2.3.7 屏、锥的定位块及重要尺寸名称	(23)
2.3.8 销钉	(24)
2.3.9 屏内表面曲率与Q值	(24)
2.3.10 屏内表面粗糙度与欠点	(24)
2.3.11 玻壳的轴对称性	(26)
2.3.12 屏、锥封接周长的控制	(26)
2.3.13 有害元素的控制	(26)
2.3.14 屏、锥大批量生产的工艺控制	(26)
§ 2.4 屏、锥的生产工艺	(27)
2.4.1 工艺流程	(27)
2.4.2 工艺要点	(27)
2.4.3 发展趋势	(30)
§ 2.5 管颈玻管的生产工艺	(35)

§ 2.6 芯柱的制造	(35)
2.6.1 芯柱结构	(37)
2.6.2 芯柱玻璃及排气管玻璃的选择	(37)
2.6.3 芯柱的内、外引线	(38)
2.6.4 多气泡性镍	(39)
2.6.5 杜美丝	(41)
2.6.6 芯柱制造工艺	(42)
§ 2.7 低熔焊料玻璃粉的基本原理及生产工艺	(43)
2.7.1 粉末玻璃及其分类	(44)
2.7.2 结晶型焊料玻璃的基本概念	(45)
2.7.3 低熔玻璃封接的基本原理	(45)
2.7.4 结晶型焊料玻璃的封接特性	(48)
2.7.5 低熔焊料玻璃的基本组成及其性质	(50)
2.7.6 低熔焊料玻璃的制造工艺	(54)
2.7.7 低熔焊料玻璃的质量控制项目及试验方法	(55)
§ 2.8 支架玻杆的制造工艺	(57)
2.8.1 粉末烧结玻璃的特性	(57)
2.8.2 支架玻杆的制造工艺流程	(58)
2.8.3 多孔型泡沫玻璃(ASF-102M)的特性	(58)
参考文献	(59)
第3章 彩色显像管用平板荫罩及成形荫罩组件的制造工艺原理	(61)
§ 3.1 平板荫罩的制造工艺原理	(61)
3.1.1 荫罩的分类	(61)
3.1.2 光刻法	(62)
3.1.3 材料	(63)
3.1.4 平板荫罩的制造工艺	(67)
§ 3.2 成形荫罩组件的制造	(79)
3.2.1 彩色显像管对荫罩组件的最终要求	(79)
3.2.2 荫罩组件材料与零件制作	(80)
3.2.3 成形荫罩组件的制造工艺	(83)
§ 3.3 荫罩的热变形(拱起)及抗变拱新工艺	(93)
3.3.1 概述	(93)
3.3.2 荫罩热膨胀分析	(94)
3.3.3 抗变拱新工艺	(96)
参考文献	(100)
第4章 彩色显像管电子枪零部件的制造及电子枪装配工艺	(102)
§ 4.1 阴极的制造	(102)
4.1.1 氧化物阴极的发射机理	(102)
4.1.2 阴极用碳酸盐	(104)
4.1.3 基金属	(106)
4.1.4 氧化物阴极的结构与制造工艺流程举例	(108)

4.1.5 CRT大电流密度阴极简介	(109)
§ 4.2 热丝制造	(113)
4.2.1 CPT-QS热丝的规格和性能	(113)
4.2.2 热丝用材料	(114)
4.2.3 复绕双螺旋热丝制造	(118)
§ 4.3 电极零件的加工处理	(125)
4.3.1 冲压加工	(125)
4.3.2 滚筒研磨加工	(127)
4.3.3 部件组装	(130)
4.3.4 部件处理	(134)
§ 4.4 电子枪装配	(139)
4.4.1 电子枪的结构	(139)
4.4.2 电子枪组件应具备的条件	(139)
4.4.3 电子枪的装配顺序	(141)
4.4.4 电子枪用零件	(141)
4.4.5 支架玻杆熔接(烧枪)	(143)
4.4.6 彩色显像管电子枪零件和电极的超声波清洗	(147)
4.4.7 间隙调整	(149)
4.4.8 电子枪装配	(151)
参考文献	(155)
第5章 偏转线圈及管颈附件制造技术	(157)
§ 5.1 概述	(157)
5.1.1 偏转线圈的作用	(157)
5.1.2 偏转线圈的性能要求	(157)
5.1.3 偏转线圈绕制工艺种类	(158)
5.1.4 偏转线圈的磁场	(158)
5.1.5 偏转线圈的结构	(159)
§ 5.2 偏转线圈的制造	(159)
5.2.1 偏转线圈制造工艺流程	(159)
5.2.2 偏转线圈制造的工序要点	(159)
5.2.3 偏转线圈制造的主要设备	(162)
5.2.4 偏转线圈制造所需材料及用途	(163)
5.2.5 偏转线圈的主要技术指标	(163)
5.2.6 偏转线圈的质量管理	(165)
5.2.7 偏转线圈同彩色显像管的关系	(166)
§ 5.3 偏转线圈制造工艺	(168)
5.3.1 线圈绕制工艺	(168)
5.3.2 偏转线圈的调试	(170)
§ 5.4 色纯静会聚校正磁环的制造	(179)
5.4.1 色纯及静会聚校正磁环的结构	(179)
5.4.2 色纯静会聚校正磁环的校正作用	(179)