



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

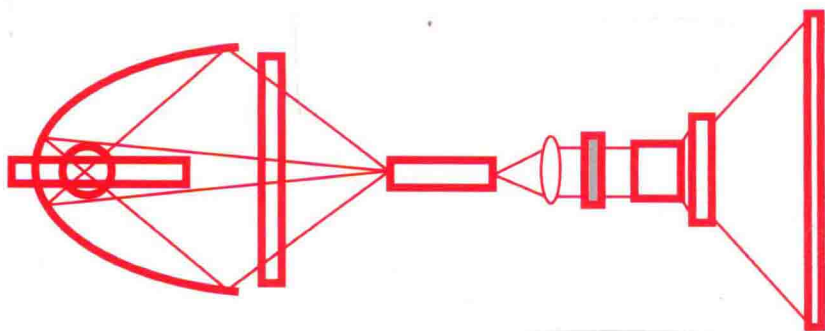
光学工程

P rinciples and Systems of Photoelectric Display

光电显示原理 及系统

应根裕 王健 编著

Ying Genyu Wang Jian



清华大学出版社



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Principles and Systems of
Photoelectric Display

光电显示原理及系统

应根裕 王健 编著

Ying Genyu Wang Jian

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书对光电显示领域的主要显示技术的显示原理、器件结构、制造工艺以及驱动技术做了全面的介绍。鉴于液晶显示技术在光电显示领域中的绝对统治地位,全书用了近一半的篇幅深入全面讲述了液晶显示器(LCD)的材料、工艺和驱动技术。

全书共13章,第1章是光电显示的视觉基础,对所有光电显示器件都是适用的。第2章阴极射线管(CRT)显示是其他光电显示的先驱和参照物。第3章~第6章对液晶材料的理化特性、无源矩阵LCD的工作原理和驱动技术、薄膜晶体管的物理过程以及有源矩阵LCD的工作原理和驱动技术做了详细的描述。第7章等离子体显示屏(PDP)、第8章场致发射显示(FED)和第11章电致发光(EL)显示都处于正在退出或已经退出市场阶段,所以只做简略的介绍。第9章有机电致发光显示(OLED)是光电显示领域中正在升起的新星,其工作原理的物理过程比较难懂,故做了细致的讲解。第10章发光二极管(LED)显示和第12章的大屏幕投影显示目前使用很多,所以仍给以较多的篇幅。第13章触摸屏已是光电显示器不可分割的一部分,本书对各种触摸屏的工作原理和工艺结构做了全面的介绍。

本书在介绍各种光电显示器的工作原理和驱动技术时,物理学和电子学的起点较高,所以适合作为大专院校有关专业的本科生和研究生的教材,也可作为广大光电显示领域的专业人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

光电显示原理及系统/应根裕,王健编著.--北京:清华大学出版社,2015

高等学校电子信息类专业系列教材

ISBN 978-7-302-39597-3

I. ①光… II. ①应… ②王… III. ①显示—光电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN27

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第049740号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:31.5

字 数:785千字

版 次:2015年8月第1版

印 次:2015年8月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00元

产品编号:057265-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科学技术大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主 任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘 旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委 员	王志华	清华大学	宋 梅	北京邮电大学
	韩 焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪 伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾 云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢 泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴 瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李 晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡 毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江 毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋 峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳 伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高[2012]4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

光电显示包含的范围是阴极射线管(CRT)显示、一般意义上的各类平板显示和投影显示以及目前正在兴起中的各种可穿戴的光电显示。近几十年来,人们熟知的光电显示器大概是下列几种: CRT 显示器、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)以及在公共场所到处可见的发光二极管(LED)显示屏。

目前,在各类光电显示器中 LCD 是压倒一切的,无处不在。全球现在的手机产量约为 20 亿部(这意味着 20 亿张液晶屏,其中极少数是有机电致发光屏),手机已成为人们,特别是年轻人离不开的工具。老百姓购买电视屏的尺寸是越来越大了,已从 2012 年的平均尺寸 34in 增加到 2014 年的平均尺寸 39.7in,估计 2015 年将是 43in。2K×4K 分辨率的电视机已成为产品主流,日本将在 2016 年试播 4K×8K 的高清信号,人们越来越倾向于坐在家中观看具有视觉上震撼的大尺寸画面。为此,大尺寸 LCD 是首选。

有机电致发光显示(OLED)是光电显示中的后起之秀,从理论上讲其显示性能优于 LCD,是 LCD 的强有力的竞争对手。奈何 LCD 早发展了几十年,在性价比上一直压制着 OLED 的使用广度,目前应用于对寿命要求不是特别高的数码相机和少量的智能手机。OLED 要进入大尺寸的电视领域还有成本、寿命等问题需要解决。

所以目前光电显示领域的形势是: LCD 在各种的屏尺寸(从 1~100in),各种应用领域都占绝对优势。OLED 已进入中小显示屏,在大尺寸电视领域还处于样机式展示、试销阶段,前景如何还不好说; LED 显示屏,特别是超大尺寸的,发展得越来越好,大型比赛、大型活动和大型展示都离不开 LED 显示屏; CRT 显示器已全面退出市场,在部分家庭中可能还在用 CRT 电视机,但在计算机的显示器领域已被彻底淘汰; PDP 正在退出市场,因为除了中国,其他国家的 PDP 的生产厂,包括该领域的领军企业日本松下都已停止生产 PDP,而国内的 PDP 生产厂也处于严重亏损状态。

第 1 章光电显示基础主要讲述显示光学的核心内容,即人眼如何识别、判别光电显示器上的图像,是了解各类光电显示器件的显示性能的共同基础。

第 2 章阴极射线管(CRT)显示简要地介绍了 CRT 的结构和工作原理。CRT 显示器曾经是光电显示界的王者,后来出现的光电显示器都是以显示性能上能赶上 CRT 显示器为目标,现行的电视标准也是根据 CRT 性能设立的,是了解其他光电显示器性能的最佳参考物。

由于 LCD 的重要性,用第 3~6 章,约 50%篇幅进行全面深入地介绍。

对第 9 章 OLED 显示、第 10 章 LED 显示和第 12 章投影显示提供了一定的篇幅,而对其他的光电显示(PDP、EL、FED)只做必要的讲述。由于触摸屏已成为许多光电显示器,特别是 LCD 和 OLED,不可分割的一部分,在第 13 章单列一章介绍。

本书着重介绍各种光电显示器实现电光转换的物理原理和光电显示系统的驱动技术。关于驱动技术,本书不提供过于具体的软件程序,但也不是只停留在给一个驱动框图,略做解释,而是对驱动框图中的主要部件分别做深入的分析,使读者能清晰地了解光电显示器的主要性能在电路上是怎样实现的(由于 LCD 使用的广泛性,这部分介绍主要以 LCD 为例进行)。例如,如何实现 γ 校正,如何实现高稳定度高灰度等级,如何实现最佳的过驱动电压等。在 PM-LCD 驱动技术中还介绍了一些算法。

我们是以电子系教师的视角编写本书的,所以在物理上有一定深度,还涉及不少电路上的知识。书中包含了截止到 2014 年的有关光电显示领域的最新进展,由于近年来光电显示技术发展太快,所以书中的一些结论、看法和数据在书出版后可能会很快被突破。光电显示技术涉及的知识面很广,如有不妥之处,希望读者予以指正。

本书的第 9 章由清华大学电子系的王健编写,其余由清华大学电子系的应根裕编写。

编 者

2015 年 6 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 光电显示基础	1
1.1 显示和光电显示器	1
1.2 电视的传像原理	4
1.3 表征图像质量的主要指标	5
1.4 显示屏色调特性对图像质量的影响	9
1.5 与显示器相关的视觉特性	11
1.5.1 视觉生理	12
1.5.2 与显示技术有关的视觉特性	16
1.5.3 平板 3D 与人眼生理	20
1.6 光度学与色度学简介	23
1.6.1 光度学	23
1.6.2 颜色的分类与颜色的三种属性	25
1.6.3 色度学中的几个基本概念	27
1.6.4 CIE 表色体系	29
习题与思考	36
第 2 章 阴极射线管显示	37
2.1 CRT 的基本原理	37
2.2 彩色 CRT	42
2.3 CRT 电视的传像原理	45
习题与思考	49
第 3 章 液晶的性质	51
3.1 液晶的发展过程	51
3.1.1 液晶发现的故事	51
3.1.2 RCA 的先驱角色	52
3.1.3 日本抢得先机	53
3.2 液晶显示的特点	53
3.3 液晶的分类	54
3.3.1 液晶的形成原因	55
3.3.2 液晶分子的形状和分子结构	55
3.3.3 液晶的相	57
3.4 液晶的物理特性	59
3.4.1 液晶分子的序	60
3.4.2 弹性系数	61

3.4.3	黏度	63
3.4.4	折射率	64
3.4.5	介电常数	65
3.4.6	离子输运	67
3.4.7	光学性质和双折射	67
3.4.8	阈值电压	70
3.4.9	小结	70
3.5	表面定向性能	71
3.5.1	沿面排列	71
3.5.2	垂直排列	73
3.5.3	倾斜排列	74
3.5.4	液晶盒定向的种类	75
3.6	液晶显示器对液晶的要求	76
3.6.1	引言	76
3.6.2	显示用液晶的基本要求和物理性质	77
3.6.3	无源矩阵寻址显示用的向列液晶材料	78
3.6.4	有源矩阵寻址显示用的向列液晶材料	79
	习题与思考	80
第4章	常用的无源液晶显示器	82
4.1	扭曲向列型液晶显示器(TN-LCD)	82
4.1.1	结构和工作原理	82
4.1.2	畴	83
4.1.3	关(OFF)态的光学特性	83
4.1.4	开(ON)态的光学特性	85
4.1.5	TN液晶显示器的技术参数	85
4.2	超扭曲向列型液晶显示器(STN-LCD)	89
4.2.1	工作原理	91
4.2.2	光学特性	93
4.2.3	STN系器件的优缺点	94
4.3	无源液晶显示器的制造工艺	94
4.3.1	TN-LCD的制造工艺流程	94
4.3.2	图形蚀刻	96
4.3.3	定向排列	98
4.3.4	空盒制作	99
4.3.5	灌注液晶和封口	100
4.3.6	LCD制造工艺过程示意	101
4.4	无源液晶显示器的寻址技术	102
4.4.1	七弧段显示和直接寻址	103
4.4.2	无源矩阵LCD的寻址	104
4.4.3	无源矩阵寻址的极限	113
4.4.4	交叉效应	116
4.4.5	显示灰度	118
4.5	无源矩阵显示器的驱动器	120

4.5.1	驱动器的结构	120
4.5.2	主机接口	122
4.5.3	电源管理	122
4.5.4	驱动器管理	127
4.5.5	图像处理	128
4.5.6	输出驱动器	131
4.5.7	包装和装配技术	135
	习题与思考	137
第5章	薄膜晶体管物理、性能及其制造工艺	138
5.1	AM-LCD的发展历程	139
5.2	薄膜晶体管的工作原理和结构	141
5.2.1	半导体表面物理	141
5.2.2	绝缘栅场效应晶体管	148
5.3	氢化非晶态硅 TFT 的结构和工艺	156
5.3.1	a-Si:H 材料	156
5.3.2	a-Si:H TFT 的结构	158
5.3.3	新型 a-Si:H TFT	161
5.4	氢化非晶硅 TFT 的性能	162
5.4.1	a-Si:H 的缺陷结构和态密度	162
5.4.2	a-Si:H 的 TFT 特性	167
5.4.3	a-Si:H 的偏应力不稳定性	169
5.5	多晶硅 TFT	173
5.5.1	简介	173
5.5.2	多晶硅的制备	173
5.5.3	栅极介质	176
5.5.4	多晶硅 TFT 的结构和制作过程	177
5.5.5	多晶硅 TFT 的应用	181
5.6	LTPS-TFT 的特性	182
5.6.1	LTPS 的电导	182
5.6.2	LTPS 的态密度	187
5.6.3	LTPS-TFT 的 OFF 态电流	188
5.6.4	偏压应力不稳定	189
5.7	非晶态氧化物半导体 TFT	190
5.7.1	AOS 的材料性质	191
5.7.2	AOS TFT 的结构与制造	193
5.7.3	a-IGZO TFT 的性能	197
5.7.4	偏压应力的不稳定性	201
	习题与思考	203
第6章	有源矩阵液晶显示器	205
6.1	简介	205
6.1.1	AM-LCD 的面板结构	205
6.1.2	一般考虑	206
6.1.3	影响 TFT-LCD 显示特性的因素	208

6.1.4 减少交叉效应和极性反转技术	212
6.2 AM-LCD 的驱动器	214
6.2.1 AM-LCD 驱动器的体系结构	215
6.2.2 视频接口	220
6.2.3 源驱动器	223
6.2.4 栅极驱动器	236
6.3 液晶显示器性能的改进	243
6.3.1 LCD 的宽视角技术	243
6.3.2 缩短响应时间	255
6.3.3 抑制运动伪像	259
6.4 液晶显示器使用的原材料与辅助材料	264
6.4.1 基板玻璃	264
6.4.2 透明导电玻璃	265
6.4.3 偏振片	266
6.4.4 彩色滤色膜	267
6.4.5 背光模块	270
6.4.6 辅助材料	272
习题与思考	273
第 7 章 等离子体显示	274
7.1 基本结构	274
7.2 AC-PDP 的工作原理	276
7.3 气体放电特性	277
7.4 发光机理	280
7.5 PDP 的制造过程	281
7.6 总装和老练工艺	284
7.7 PDP 显示屏灰度的实现	285
7.8 PDP 显示动态图像的伪轮廓现象	287
7.9 PDP 系统的电路	288
7.9.1 驱动电路	288
7.9.2 能量恢复电路	291
7.10 PDP 显示器的优缺点	293
习题与思考	294
第 8 章 场致发射显示	295
8.1 电子场致发射	295
8.1.1 场致发射显示原理	295
8.1.2 电子场致发射理论	297
8.2 Spindt 型场致发射体阵列	300
8.3 Spindt 型发射体的性能	304
8.4 发射均匀性和稳定性问题	307
8.5 在 FEA 中引入聚焦极	310
8.6 FED 面板的制造	312
8.7 维持真空和封装问题	313
8.8 纳米 Spindt 型 FED	314

8.9 新材料和新技术	315
8.10 基于碳纳米管阴极的 FED	316
8.11 表面传导电子发射显示器	320
8.12 薄膜硅材料	323
8.12.1 弹道电子表面发射显示器	323
8.12.2 激光处理 Si 薄膜	326
8.12.3 金属-绝缘体-金属(MIM)结构冷阴极 FED	327
8.13 结束语	329
习题与思考	330
第 9 章 有机电致发光显示	331
9.1 简介	331
9.2 OLED 器件结构	334
9.2.1 单有机层结构	334
9.2.2 双有机层结构	335
9.2.3 p-i-n 结构	336
9.2.4 级联 OLED	337
9.2.5 顶发射和透明 OLED	338
9.2.6 全彩色 OLED	340
9.3 OLED 的主要物理过程	341
9.3.1 OLED 的载流子注入	341
9.3.2 OLED 的载流子传输	344
9.3.3 OLED 的载流子复合发光	346
9.3.4 光出射过程与提升出光效率的方法	357
9.3.5 有机光电材料的背景知识	358
9.4 用于 OLED 显示的有源矩阵	361
9.4.1 对 TFT 的要求	361
9.4.2 基于激光退火的低温多晶硅	362
9.4.3 非晶硅	365
9.4.4 图形黏滞效应	365
9.4.5 非晶氧化物半导体	366
9.4.6 p 沟道与 n 沟道	366
9.4.7 柔性 TFT 背板	367
9.5 全彩色 OLED 显示器件主要制作技术	368
9.5.1 TFT 背板工艺	369
9.5.2 OLED 发光单元	372
9.5.3 封装和钝化	375
9.6 OLED 性能退化机制	377
9.7 现有问题和未来展望	380
习题与思考	381
第 10 章 发光二极管显示	384
10.1 简介	384
10.2 LED 的原理和制造	386
10.2.1 半导体的光学性质	386

10.2.2	LED 的 p-n 结和基板结构	388
10.2.3	LED 的制造与封装	389
10.3	LED 的性能	390
10.3.1	内量子效率	390
10.3.2	光提取效率	391
10.3.3	LED 的参数	393
10.3.4	单色 LED 的性能	395
10.3.5	下转换的白光 LED	395
10.4	LED 显示屏	397
10.4.1	LED 显示屏的技术指标	397
10.4.2	LED 的驱动	399
10.4.3	实现灰度和亮度的调整	400
10.4.4	LED 显示屏的基本构成	402
10.4.5	LED 全彩色显示屏的关键技术	405
	习题与思考	413
第 11 章	电致发光显示	414
11.1	交流粉末电致发光	414
11.1.1	背景	414
11.1.2	AC 粉末 EL 器件的结构和材料	415
11.1.3	AC 粉末 EL 器件的发光机理	416
11.1.4	ACPEL 器件的 EL 特性	418
11.1.5	ZnS 粉末 EL 材料	418
11.1.6	ACPEL 器件的限制	419
11.2	交流薄膜电致发光	421
11.2.1	背景	421
11.2.2	薄膜电致发光的工作原理	422
11.2.3	薄膜电致发光的荧光粉	425
11.2.4	厚膜电致发光显示器	426
11.3	结论	428
	习题与思考	429
第 12 章	大屏幕投影显示	430
12.1	大屏幕显示的特点和发展历史	430
12.1.1	大屏幕显示的特点	430
12.1.2	大屏幕投影显示的历史	431
12.2	现代投影显示系统	433
12.2.1	液晶投影显示	433
12.2.2	DLP 投影显示	435
12.2.3	LCoS 投影显示(反射型液晶投影仪)	442
12.2.4	常见投影显示技术比较	445
12.3	激光投影显示	445
12.3.1	面阵空间光调制器的投影成像方式	446
12.3.2	基于扫描的激光投影显示	446
12.3.3	激光投影显示的优缺点	448

12.4 投影系统的光源、照明系统和光学系统	449
12.4.1 光源	449
12.4.2 照明系统	451
12.4.3 光学系统	453
习题与思考	455
第13章 触摸屏	456
13.1 触摸屏或触摸系统简介	456
13.2 模拟和数字电阻式触摸屏	456
13.2.1 四线电阻触摸屏	457
13.2.2 八线电阻触摸屏	459
13.2.3 五线电阻触摸屏	460
13.3 电容式触摸屏	464
13.3.1 表面电容式的触摸屏	464
13.3.2 投射电容式的触摸屏	467
13.4 光学触摸屏	471
13.4.1 扫描红外触摸屏	471
13.4.2 基于摄像机的光学触摸屏	472
13.5 声学触摸屏	472
13.5.1 表面声波	473
13.5.2 导向声波	474
13.5.3 离散信号技术和声脉冲识别	474
13.6 在单元内	475
13.7 手机触摸屏概况	476
13.8 触摸屏计算机界面;电子芯片	477
13.8.1 引言	477
13.8.2 触摸屏电子芯片的趋势	477
13.8.3 作为触摸系统一部分的电子芯片	478
13.8.4 手势	479
13.8.5 触摸屏电子芯片的选项	479
13.8.6 触摸电子产品的通信	480
习题与思考	480
缩略语	482
参考文献	486

本章介绍了显示的概念、光电显示器件的分类、显示器件的主要光电参量以及与显示技术有关的视觉特性。还简要地介绍了光度学中的基本参量以及色度学中中和图像显示有关的基本概念。

显示技术包括拍摄物体或景色的光电转换过程,将物体或景色按二维或三维坐标分布的亮度(和色度)信号转变为按时序系列的电信号脉冲,将高密度的电信号利用人眼视觉特性进行编码压缩,将压缩后的电信号放大、调制和传输,在接收端对信号进行符合人眼视觉特性的解压缩以及利用显示器件的电光特性将时序系列的电信号转变为符合人眼生理观看特性的静止(或连续变化)的平面或立体的图像。由此可见,显示技术其实是电子学(包括对电信号的各种处理技术)和光学(包括电光和光电转换的光电子学、物理光学、几何光学、视觉光学、色度学、光度学)的有机结合。所以显示技术包括光电变换、信号传输和处理以及电光转换三个过程。其实广义的显示技术不只限于光电和电光转换,其他如机械钟表显示时间、超声波显示人体内部结构、云室显示宇宙射线、热成像仪显示物体的温度分布、核磁共振显示人体各断层等都属于显示技术范围。因为在各种显示技术中,电光显示占最主要份额,所以本书限于介绍电光显示器件的原理和实现各种电光显示器的驱动电路系统。照例,书名应是“电光显示原理与系统”,但习惯上人们将电光显示叫成光电显,故书名按约定俗成称之。

1.1 显示和光电显示器

1. 显示的概念

显示是指将商品阵列展示,所以显示技术是一种将反映客观外界事物的信息(可以是光学的、电学的、声学的、化学的等),经过变换处理以适当形式显示,供人们观看、分析和利用的一种技术。本章专指电子显示技术,即利用电子学的手段将各种信息通过电光变换,以文字、符号、图形和图像的形式产生视觉形象的技术。

信息、能源和材料是构成现代人类文明最重要的三大支柱,其中信息又占首位。在当代社会中,各种信息的获取、存储、传递、处理、输出变得越来越频繁和重要。大量信息在“信息高速公路”上传递,但是传递不是目的,使用信息才是最终目的,这就需要下载信息。在人机界面中,下载信息有多种方式,如声音输出、打印输出、视觉输出(指图形、图像等)。

人类通过五官感受获得外界信息,以视觉为主,早期占 60%,近期已上升到约 85%,即

人类主要靠视觉来了解周围世界。人们通过视觉接收信息方式可以是文字、图表或图像。利用文字阅读每分钟能传达的信息量不过几百字节,而每幅图像的信息量达 $10^5 \sim 10^6$ bit,并且一目了然。所以图像显示是信息显示的最重要方式。

2. 显示器的组成和分类

1) 显示器的组成

显示器也称显示系统,一般由显示器件和驱动电路以及电源组成。显示器件能将接收到的图像信息电信号转化为光学图像,是一种具有电光效应的显像(或显示)器件,有时被称为显示屏(display panel)。一般将包括驱动电路的显示屏称为显示模块。显示模块加上外壳和电源就是显示器。显示器的输出是显示器件再现的图像,这些图像从内容上可以分成数字、符号、图形、视频图像四类。本章下面提及的图像常常是指视频图像,因为传输、显示视频图像技术上最复杂,所以可以认为已包括了数字、符号、图形的显示技术。

有些显示器的驱动电路与起电光转换的显示屏是分不开的,必须在同一工厂中生产(如等离子体显示器,简称 PDP);有些显示器的驱动电路与显示器件是在不同工厂中生产的,如阴极射线管(CRT)显示器。CRT 是在显像管厂生产的,而将显像管加上驱动电路制成电视机或显示器则是在电视机(或显示器)工厂中完成的。

2) 显示器的分类

显示器的分类有多种方式。

(1) 按光学方式分类。按光学方式分类有三种,如图 1.1.1 所示。

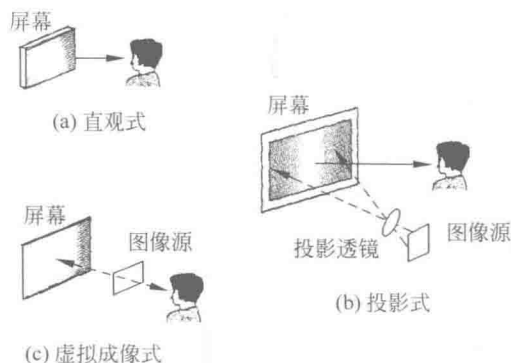


图 1.1.1 显示器按光学方式分类

① 标准的直观式,即图像直接显示在显示器件的屏幕上,这是最常见的显示方式。一般的 LCD、PDP、CRT 等显示器都属于这一种,如手机屏、笔记本电脑的显示屏、电视机的荧光屏等。图像质量一般都很好,屏幕尺寸可以从 $1 \sim 100$ in。

② 投影式,即把显示器件产生的较小图像源,通过透镜等光学系统放大,投影于屏幕上的方式。投影式又分正(前)投式与背投式两种,如图 1.1.2 所示。观看者与图像源在屏幕的同一侧叫正投式,其优点是光损耗小,较亮,但是使用、安装不方便;图像源在屏幕之后,观看者观看投在屏幕上的透射图像叫作背投式,如 CRT 或 LCD 家用投影电视机。

③ 虚拟成像式,即利用光学系统把来自图像源的像形成于空间的方式。这种情况下,人眼看到的是一个放大的虚像,与平时通过放大镜观物类似。属于这类显示的是头盔显示器。