

YEJING YU PINGBAN
XIANSHI JISHU

液晶与平板 显示技术

高鸿锦 董友梅 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

液晶与平板显示技术

高鸿锦 董友梅 主编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是在清华大学液晶中心举办的“液晶与平板显示技术高级研讨班”使用多年的讲义基础上,由清华大学、北京大学的多位教授及业界资深专家撰写而成。

全书共分 14 章,内容涉及:平板显示器导论、光度和色度、图像质量与显示器性能、液晶化学、液晶物理、液晶光学、常用液晶显示器、薄膜晶体管液晶显示、液晶显示器件相关原材料、彩色 PDP 基础、有机发光二极管显示、场致发射显示、无机电致发光显示及投影显示等。本书对平板显示领域目前备受关注的各主要显示器的原理、工艺结构、驱动电路和应用范围,以及发展前景都作了全面介绍,但全书的重点则放在液晶显示器上。

该书可作为大专院校相关专业的本科生和研究生教材,也可供广大从事液晶与平板显示器工作的专业人士参考,更是众多平板显示器件爱好者的良师益友。

图书在版编目(CIP)数据

液晶与平板显示技术/高鸿锦,董友梅主编. —北京:北京邮电大学出版社,2007
ISBN 978-7-5635-1397-0

I. 液… II. ①高…②董… III. 液晶显示器—基本知识 IV. TN141.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 046338 号

书 名: 液晶与平板显示技术

作 者: 高鸿锦 董友梅

责任编辑: 张佳音

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

北方营销中心: 电话 010-62282185 传真 010-62283578

南方营销中心: 电话 010-62282902 传真 010-62282735

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 29.75

字 数: 737 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1397-0/TN·454

定价: 42.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

序

一、平板化革命的挑战

近年来以薄膜晶体管液晶显示技术(TFT-LCD)为主导的平板显示器(FPD)产业的迅速发展,给人们的生活与工作带来了革命性的变化。人们上班时用的电脑配有液晶显示器,下班回家看的是平板电视,出差旅行随身带的是液晶显示的笔记本电脑与手机。21世纪前10年信息时代的特征就是一场平板化革命正在横扫3C(电脑、通信、家电)市场。

作为阴极射线管(CRT)为主导的彩电第一生产大国与出口大国,我国的彩电事业正在面临平板化革命(以平板显示器尤其是LCD取代CRT)的严重威胁。尽管这一两年,我国大陆地区建设了3条5代TFT-LCD生产线,但产能只占到世界的5%,其余95%份额被韩国(47%)、我国台湾地区(37%)和日本(11%)所瓜分。我国在平板化革命来临时所处的弱势对我国刚刚兴旺起来的信息产业无疑是一个颠覆性的威胁。因此,在2004年院士大会上,国务委员陈至立报告中对出席会议的一千多名两院院士提出一个沉甸甸的问题:韩国这样一个小国,政治又是不那么稳定,但为什么在液晶显示工业却占了世界第一?这是令院士们赧颜的挑战性的问题。

事实上,在2004年年底,胡锦涛总书记在视察中国科学院知识创新工程试点展览时就提出要吸取我国发展半导体技术的教训,要大力发展自主创新的科学技术与产业。我国要突破在平板化革命中所处的弱势,发展自主创新的TFT-LCD产业,首当其冲的就是要培养中国TFT-LCD的科研与产业人才。呈现在读者面前的《液晶与平板显示技术》就是为上述人才战略服务的一本有益的教科书。

二、东隅已逝 桑榆非晚

我国液晶显示(LCD)科技事业始于1969年,迄今历时近40春秋。近40年历程,既充满光辉,也历尽艰辛。20世纪70年代初,尽管科研基金短缺,大学招收的工农兵学员素质参差不齐,但液晶显示科研(尤其是清华大学提出的大屏幕液晶投影电视的课题)仍在困难的夹缝中生存发展。代表性的研究力量体现在清华大学化学系(液晶材料合成研究)及基础部物理教研组(液晶物理与显示技术研究)。在我国第一代液晶研究前辈披星戴月、呕心沥血的拼搏下,我国的液晶事业基本与国际同步,特别是改革开放的1978年,清华大学招收了我国首届液晶化学与液晶物理的研究生,我国液晶显示的科研教育走上了学科发展的快车道,当时,我国南方发展并生存至今的无源液晶显示产业的技术骨干很多是这些毕业研究

生,即第二代液晶人的贡献。作为该批研究生中的一员,笔者手中还保留有已故的两位前辈老师为我们手刻的讲义:一是清华大学化工系液晶科研组王良御先生的《液晶化学基础》(1979,12),另一是清华大学液晶物理研究小组童寿生教授译的《液晶显示》。后一个讲义的作者只署中文名字“马丁托皮亚斯”,直到笔者手头有了 H. Kelker 与 R. Hatz 编著的《Handbook of Liquid Crystals》(Verlag Chemie, 1980)的影印本,笔者才从成千上万的文献中查到该讲义的原著名为,《International Handbook of Liquid Crystal Displays 1975-76》(Ovum; London, 1975)。这个时期的学术顶峰是笔者的博士论文导师谢毓章教授在科学出版社出版的我国第一本《液晶物理》专著,该书论述的完整性堪与国际上的名著,如 1991 年诺贝尔物理奖得主 P. G. de Gennes 的《液晶物理学》相媲美。

Tobias 的《液晶显示》只介绍了海尔曼尔(G. H. Heilmeyer)1968 年发明的动态散射(DS)显示技术及海尔弗利希(W. Helfrich)1971 年发明的扭曲向列液晶显示技术(TN)。前者是液晶显示概念的诞生,因此海尔曼尔与发明室温液晶的 G. W. Gray 分别获得日本京都奖。而后者是使 LCD 真正走向工业化的关键性发明,后来发展的 STN 与 TFT-LCD 都是 TN 原理的延伸,为此,海尔弗利希获得了首届欧洲物理学会凝聚态物理最高奖——惠普奖及法国国际创新大奖。我国液晶显示科学教育事业在无源 TN、STN 方面是上乘的,因此,我国在 1985—1990 年发展起来的无源 TN 及 STN 生产线的产能至今已居世界第一。但是,这个“第一”在 21 世纪 TFT-LCD 占主导的国际 LCD 产业中是无足轻重的。1990—2003 年,我国的 LCD 被 TFT-LCD 的兴起远远抛在落后的局面,其过程与我国半导体产业在从晶体管向大规模集成电路转型时的困境如出一辙。这个衰退过程的原因虽然是多方面的,但人才培养衰落是最主要的原因。在只追求发表 SCI 论文的急功近利的环境下,应用技术研究(常常出不了顶级杂志论文)被冷落甚至得不到基金的支持,因此,当第一代液晶研究者退休后,液晶显示物理专业从重点大学消失殆尽。我国从 1969 年建立的液晶显示事业呈“东隅已逝”的败势。

令人庆幸的是,以发展液晶材料为己任的液晶化学研究则一直被坚持下来,并已传承到第三代。在产学研结合的正确路线指引下,清华大学化学系与石家庄民营经济合作已逾廿年,创建了有自主创新、产量规模为世界第五的“永生华清液晶材料厂”。2007 年 5 月,该厂还启动了国家支持的 TFT-LCD 材料量产的专项工程。该系教师、科研人员与研究生在产学研的艰难跋涉中,不仅始终追随着液晶显示工业发展的脚步,而且还在新型 FPD 技术——如有机发光二极管显示(OLED)——的研发上走在国家的前列。在这些教师中不仅涌现出曾经长期担任 FPD 行业协会的领导,还有他们为我国近年建立的 TFT-LCD 5 代生产线输送的技术骨干。在他们的领导与支持下,清华液晶技术工程研究中心自 2003 年以来一直致力于平板显示行业专业人才的培训,所开设的“液晶平板显示技术高级研修班”从 2003 年开始,已举办 6 期,学员 189 人。期间还在上海广电 NEC(71 人)、石家庄乐凯(100 人)、鞍山亚世光(60 人),分别针对企业的不同要求举办内容相近但专题有所选择的培训班,共轮训 231 人。为我国 LCD 产业东山再起,渡过彩电由 CRT 向 FPD 转型的难关,培养了人才。读者手中这本《液晶与平板显示技术》就是他们培训所用的教材整理提高的成果。这本书不仅提供了当代 TFT-LCD 生产所需的基础知识,也提供了正在研发中的所有未来有希望的其他 FPD 技术的详细介绍,尤其是高鸿锦教授写的导论,是我迄今为止看到的关于我国与国际 FPD 产业及其历史最为详尽的评述。因此本书不仅对科研技术人员有益,也

对领导我国信产部门的政府官员有益。本书是教科书,也是关于 FPD 的高级科普书。

相信本书的出版一定能为我国当前正在崛起的平板化革命——液晶与平板显示技术与产业的迅速发展——做出历史性贡献。从我国 LCD 发展史角度来看,我们满怀信心地说,我国的 FPD 产业正处在“东隅已逝,桑榆非晚”的新发展时期,要抓住机会投入其中。一句话,大家努力吧!

中科院院士
中科院理论物理所所长
欧阳钟灿

前 言

人类已迈入信息化高速发展的时代,伴随着信息化的浪潮,液晶及平板显示技术和产业也得到迅猛发展。上下游产业规模已经超过千亿美元的规模。产业的高速发展,需要大量的专业技术人员,同时对专业技术人员的专业知识也提出了更高的要求。顺应这种需求,清华液晶中心和清华继续教育学院从2003年开始组织“清华大学平板显示技术高级研修班”,至今已有6届来自企业、研究所、高校的学员从研修班结业。

研修班所用教材大部分来源于授课老师自编的讲义,在清华液晶中心李军主任的倡导和亲自组织下,在研修班讲义基础上,编写了“液晶与平板显示技术”一书。本书在出版过程中也得到了清华液晶中心管委会主任朱安乐的大力支持和帮助。清华液晶中心的高鸿锦教授和时任清华液晶中心副主任的董友梅担任该书的主编。

本书作者都是多年从事平板显示技术教学的教师和科研人员,第1章、第2章、第3章及第9章(其中9.8节由3M公司北京技术中心堵光磊编写)由高鸿锦编写;第4章和第6章分别由清华大学化学系唐洪和杨傅子编写;第5章由英国Exeter大学阮丽贞编写;第7章由京东方科技集团董友梅编写;第8章由北京大学微电子学研究所刘晓彦编写;第10章由TCL工业研究院朱昌昌编写;第11章由清华大学化学系有机电致发光实验室王立铎负责统稿,邱勇、王立铎、乔娟、张德强、高裕弟、董桂芳和段练参加编写;第12章由清华大学电子工程系应根裕编写;第13章由复旦大学先进材料实验室谷至华编写;第14章由牡丹集团闫双耀编写。

液晶与平板显示技术覆盖面广、更新速度快,虽然作者尽力向读者介绍最新技术成果和应用热点,但鉴于作者自身能力、学识所限,书中错误与不足之处在所难免,敬请读者多多批评指正。

本书在编写与出版过程中得到平板显示产业业界不少同仁,以及清华液晶中心各位同事(尤其是孙文婧为出版做了许多工作)的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

作 者

目 录

第 1 章 导 论

1.1 多媒体时代的显示器	1
1.1.1 信息媒体与人类社会	1
1.1.2 多媒体与显示器	2
1.1.3 多媒体时代的显示器需求	3
1.1.4 作为人机界面的显示器	4
1.1.5 阴极射线管显示器	5
1.1.6 平板显示	7
1.2 液晶显示器	7
1.2.1 TFT-LCD 产能持续增加,新生产线向大尺寸产品集中	8
1.2.2 液晶电视将是 TFT-LCD 未来的主要增长点	10
1.2.3 产业分布状况	11
1.2.4 主要技术发展情况	12
1.3 等离子显示器	14
1.4 FPD 其他的新技术、新产品	16
1.4.1 有机电致发光显示器	16
1.4.2 发光二极管	18
1.4.3 场发射显示器	18
1.4.4 数字光源处理	20
1.4.5 硅基液晶显示器	21
1.4.6 无机电致发光显示器	22
1.4.7 微机电光干涉调制显示	23
1.4.8 电子纸	25
1.5 中国液晶产业现状及其发展趋势	26
1.5.1 发展历程	26
1.5.2 发展现状	27
1.5.3 抓住产业升级换代时机,大力发展我国 TFT-LCD 产业	28

第 2 章 光度和色度

2.1 人眼的构造和感光机理	31
----------------------	----

2.1.1 人眼的构造	31
2.1.2 感光机理	32
2.2 光的特性与人眼视觉特性	32
2.3 人眼的分辨能力和视觉残留	33
2.4 光度学的几个基本物理量	35
2.5 颜色的基本特性与颜色混合	36
2.6 色调特性与 γ 值修正	44

第3章 图像质量与显示器性能

3.1 图像信息的产生与传输	46
3.2 图像中的像素	46
3.3 图像的逐行扫描与隔行扫描	47
3.4 逐行扫描目前还是有用的概念	48
3.5 电视图像的基本参数	49
3.6 显示器的主要性能	51
3.7 信息数字化与显示器分辨率	56
3.8 关于 On/Off 响应时间与 GTG 响应时间	57

第4章 液晶化学

4.1 概述	60
4.1.1 液晶的发展史	60
4.1.2 液晶的分类	61
4.1.3 液晶的相态结构	61
4.2 液晶的化学结构与性质的关系	62
4.2.1 末端基团的作用	65
4.2.2 侧向基团的作用	71
4.2.3 连接基团	75
4.2.4 环体系	79
4.3 显示用单体液晶材料	82
4.4 显示用混合液晶材料	88
4.4.1 混合液晶的性能参数与显示的关系	88
4.4.2 混合液晶	90
4.4.3 混合液晶的分类及所用单体液晶组分的相互关系	92
4.4.4 混合液晶的分类介绍	93

第5章 液晶物理基础

5.1 概述	102
5.1.1 什么是液晶	102
5.1.2 液晶研究的发展历史	103

5.1.3	液晶的类型	105
5.2	液晶的静态理论	108
5.2.1	序参数的引进	108
5.2.2	梅尔-绍珀平均场理论	109
5.2.3	朗道-德然纳模型	109
5.2.4	液晶的连续体理论	110
5.3	液晶连续体弹性理论的应用	112
5.3.1	在外场中液晶的能量	112
5.3.2	弗里德里克斯转变	113
5.3.3	挠曲电效应	116
5.4	液晶中的缺陷	117
5.4.1	缺陷的类型	117
5.4.2	向列相液晶中的纹影织构——轴向向错	119
5.4.3	胆甾相液晶中的一种向错——格兰德然-喀诺劈	119
5.5	液晶的流体动力学理论及其应用	120
5.5.1	埃瑞克森-莱斯里理论	120
5.5.2	梅索维克兹实验	122
5.5.3	动态弗里德里克斯效应	123
5.6	电流体动力学不稳定性	127
第 6 章 液晶光学简介		
6.1	液晶中常见的光学现象	129
6.1.1	向列相液晶中的双折射	129
6.1.2	手征向列相液晶中的圆双折射	132
6.1.3	旋光性	132
6.1.4	相长干涉和选择反射	134
6.1.5	喀诺劈	137
6.1.6	正交偏振器之间的手征向列相	138
6.2	光学方法在液晶物理研究和测试中的应用	140
6.2.1	液晶盒中的光导波及其在液晶物理研究中的应用	140
6.2.2	液晶双折射率的测定	149
6.2.3	液晶分子预倾角的测试	154
第 7 章 常用液晶显示器		
7.1	扭曲向列型液晶显示器 TN-LCD	157
7.1.1	TN-LCD 盒结构	157
7.1.2	TN-LCD 盒实现显示的条件及光学性质	157
7.1.3	TN-LCD 常用的几种模式	160
7.1.4	TN-LCD 的视角特性	162

7.1.5	材料和器件参数对 TN-LCD 特性的影响	163
7.2	超扭曲液晶显示器 STN-LCD	163
7.2.1	STN-LCD 盒结构	163
7.2.2	STN-LCD 实现显示的条件	164
7.2.3	STN-LCD 的光学性质	165
7.2.4	材料和器件参数对光学特性的影响	166
7.2.5	STN-LCD 的有色模式	169
7.2.6	STN-LCD 的黑白化和彩色化	170
7.2.7	STN-LCD 的畴	172
7.3	TFT-LCD 的宽视角技术	174
7.3.1	TFT-LCD 盒结构	175
7.3.2	TFT-LCD 有源方式的构成与驱动原理	175
7.3.3	TFT-LCD 宽视角技术	176
7.4	宾主型液晶显示器	180
7.4.1	双色染料特性及显示特性	180
7.4.2	常用 GH-LCD 器件及特性	182
7.4.3	不同 GH-LCD 性能比较	188
7.5	无源扭曲向列型、超扭曲向列型液晶显示器制造技术	189
7.5.1	制造工艺流程	189
7.5.2	主要工艺技术与材料	189

第 8 章 薄膜晶体管液晶显示

8.1	概述	202
8.2	薄膜晶体管有源矩阵液晶显示结构与原理	205
8.2.1	TFT AM LCD 屏的结构	205
8.2.2	TFT 的结构与特性	207
8.2.3	TFT 有源矩阵及像素的结构	215
8.2.4	彩色 TFT-LCD 模块的结构	216
8.3	薄膜晶体管有源矩阵液晶显示组件的制备	219
8.3.1	TFT-LCD 显示组件的制造工序	219
8.3.2	TFT 阵列基板制备中的关键工序简介	223
8.3.3	非晶硅 TFT 阵列基板的制备工序	227
8.3.4	低温多晶硅 TFT 阵列基板的制备	231
8.3.5	大面积玻璃基板制备的挑战	232
8.4	TFT AM LCD 的发展趋势	234

第 9 章 液晶显示器用其他原材料

9.1	基片玻璃	240
9.1.1	基片玻璃的化学成份与物理特性	240
9.1.2	基片玻璃的生产方法	241

9.1.3 基片玻璃的市场	243
9.2 彩色滤色膜	244
9.2.1 彩色滤色膜的结构与制作方法	244
9.2.2 颜料分散法制作工艺	246
9.2.3 彩色滤色膜未来的发展趋势	247
9.3 导电玻璃	249
9.4 偏振片	250
9.4.1 偏振片的一般特性	250
9.4.2 偏振片的生产	251
9.4.3 偏振片的市场	252
9.5 取向材料	254
9.5.1 概述	254
9.5.2 取向膜的形成	256
9.5.3 取向材料的最新进展	257
9.5.4 预倾角的测量	257
9.6 封接材料	259
9.6.1 丝印胶	259
9.6.2 衬垫	260
9.6.3 堵口胶	261
9.6.4 导电胶	263
9.7 背光系统及模块	263
9.7.1 背光源	263
9.7.2 背光模块	265
9.8 背光增亮技术	266
9.8.1 棱镜膜	266
9.8.2 反射偏振片	272
9.8.3 其他增亮技术	274
9.8.4 增亮综合解决方案	275
第 10 章 彩色 PDP 基础	
10.1 PDP 的发展历史	276
10.1.1 PDP 国外发展历史	276
10.1.2 PDP 国内发展历史	277
10.2 气体放电特性	278
10.2.1 PDP 的全伏安特性	278
10.2.2 辉光放电的发光空间分布	279
10.2.3 巴邢定律	280
10.2.4 潘宁效应	281
10.3 PDP 的结构和特性	281

10.3.1	PDP 的结构	281
10.3.2	PDP 的发光机理	282
10.3.3	PDP 的发光效率	284
10.3.4	PDP 显示单元等效电路	285
10.3.5	PDP 的壁电荷和存储特性	286
10.3.6	PDP 的工作原理	288
10.3.7	PDP 的寿命	289
10.3.8	PDP 的主要光电参数	289
10.4	PDP 显示屏的制作工艺	290
10.4.1	工艺特点	290
10.4.2	工艺流程	291
10.4.3	PDP 的基板	291
10.4.4	PDP 的电极	292
10.4.5	PDP 的介质和障壁	292
10.4.6	PDP 的 MgO 保护层	293
10.4.7	PDP 荧光粉	294
10.4.8	PDP 的封接排气	294
10.4.9	PDP 的老炼测试	294
10.5	PDP 的 ADS 驱动方法	295
10.5.1	PDP 的 ADS 驱动原理	295
10.5.2	实现灰度的子场驱动法	297
10.5.3	PDP 驱动模块的框图	298
10.5.4	PDP 的动态伪轮廓现象和克服方法	300
10.6	PDP 面临的挑战和展望	301
10.6.1	提高发光效率	301
10.6.2	进一步降低制作成本	301
10.6.3	展望	301

第 11 章 有机发光二极管显示

11.1	有机发光二极管显示简介	304
11.1.1	有机发光二极管显示发展过程	304
11.1.2	有机发光二极管显示原理	306
11.1.3	有机发光二极管显示分类	306
11.2	有机发光二极管显示材料	307
11.2.1	有机电致发光材料特点和分类	307
11.2.2	小分子有机电致发光材料	308
11.2.3	聚合物电致发光材料	313
11.3	有机发光二极管制备工艺	316
11.3.1	ITO 玻璃基片清洗与表面预处理	317

11.3.2	阴极隔离柱技术	318
11.3.3	有机薄膜或金属电极的制备	319
11.3.4	彩色化技术	320
11.3.5	OLED 器件封装技术	321
11.3.6	OLED 器件的寿命和稳定性	322
11.4	有机发光二极管显示驱动技术	323
11.4.1	静态驱动器原理	324
11.4.2	动态驱动器原理	325
11.4.3	带灰度控制的显示	328
11.4.4	OLED 显示驱动芯片简介	331
11.4.5	有源驱动有机电致发光显示器	332
11.5	新型有机发光二极管显示技术	335
11.5.1	白光 OLED 技术	335
11.5.2	透明 OLED 技术	336
11.5.3	叠层 OLED 和多光子发射 OLED	336
11.5.4	表面发射 OLED	337
11.5.5	喷墨打印制备 OLED	338
11.5.6	柔性电致发光器件	339
11.5.7	微显示 OLED	341
第 12 章 场致发射显示		
12.1	概述	343
12.1.1	场致发射显示原理	343
12.1.2	FED 兼有 CRT 和 LCD 的优点	344
12.1.3	FED 显示技术的发展趋势	344
12.1.4	FED 产品欲进军大屏幕彩色平板电视机市场应具备的特点	345
12.2	场致发射原理	346
12.2.1	场致发射简介	346
12.2.2	半导体的场致发射	347
12.2.3	场致发射电流的不稳定性和不均匀性	348
12.3	微尖发射阵列的制造工艺和发射均匀性	349
12.3.1	钼微尖阵列的制造工艺	350
12.3.2	硅微光阵列的制造工艺	351
12.3.3	如何保证 Spindt 微尖型场致发射显示亮度的稳定性和均匀性	352
12.4	FED 制造中的关键工艺和材料	354
12.4.1	支撑技术	354
12.4.2	FED 中真空度的维持	355
12.4.3	FED 中的荧光粉	355
12.5	Spindt 型 FED 举例	356

12.6 新型的 FED 显示器	359
12.6.1 表面传导发射显示	359
12.6.2 碳纳米管场致发射显示器	367
12.6.3 其他类型场致发射显示器	374
12.6.4 结束语	376
第 13 章 无机电致发光	
13.1 引言	379
13.1.1 电致发光历史的简单回顾	379
13.1.2 无机电致发光基础	380
13.1.3 电致发光原理	382
13.2 无机固体薄膜电致发光	384
13.2.1 TFEL 基质材料	384
13.2.2 发光中心特性	387
13.2.3 电介质材料	388
13.2.4 EL 发光特性	389
13.3 厚膜电致发光	390
13.3.1 厚膜电致发光器件	390
13.3.2 TDEL 工艺	403
第 14 章 投影显示	
14.1 投影显示原理	409
14.1.1 什么是投影显示	409
14.1.2 投影显示的分类	410
14.2 CRT 投影机	411
14.2.1 CRT 背投影机的光学系统	411
14.2.2 CRT 背投影机的电路系统	414
14.2.3 CRT 背投影机的机械结构和机箱	416
14.3 LCD 液晶投影显示	416
14.3.1 关于液晶显示和液晶投影显示	416
14.3.2 液晶投影机的系统构成	416
14.4 LCOS 液晶投影显示	424
14.4.1 LCOS 面板结构及工作原理	425
14.4.2 LCOS 微显投影机	426
14.4.3 LCOS 投影机的电路系统	429
14.4.4 LCOS 投影机目前存在的问题	430
14.5 DLP 投影机	430
14.5.1 DLP 投影机的特点	432
14.5.2 DLP 投影机的电路系统	432

14.5.3 DLP 投影机的光学系统	434
14.5.4 单片 DLP 投影机	434
14.5.5 三片式 DLP 投影机	436
14.6 投影机关键部件	437
14.6.1 屏幕	437
14.6.2 投影镜头	440
14.6.3 投影机的光源	442
附录 A: 平板显示相关网站	446
附录 B: 世界液晶研究小组、研究中心	448
参考文献	453

第 1 章 导 论

1897年,阴极射线管(Cathode Ray Tube,CRT)问世;1939年,纽约世界博览会中展出第一台商用黑白电视机。从CRT问世算起,已经100多年过去了。这100多年间,尤其是最近的20年,花样繁多的平板显示器不断问世,显示器的市场不断扩大,各类显示器之间为争夺市场而展开的竞争日趋激烈。显示器的发展历程,从一个侧面反映了人类社会的进步。

在当今的信息社会,人们已经获得了3GHz以上的CPU运算速度、近千GB的硬盘存储容量、无处不在的网络连接和功能丰富的应用软件。当这些逐渐成为标准配置之后,用户对人机互动的体验和视觉享受的追求正变得空前迫切,显示器正在成为人们日益关注的焦点。电视机、计算机、笔记本电脑、手表、计算器已进入千家万户,成为人们日常工作、生产、生活的必需品。现在,大尺寸的液晶电视、等离子显示器已推向市场,壁挂电视的梦想已经变成现实。人们从把电子书、电子报纸作为目标的平板显示器的开发热中看到了成功的希望。这种显示器大变革的进程正融入社会多媒体化的大潮之中。

1.1 多媒体时代的显示器

1.1.1 信息媒体与人类社会

大约四五万年前中华大地就有了人类活动,人们在长期狩猎采集活动中创造了语言和简单的绘画,这是人类最原始的信息交流。考古学证明,早在公元前3000年,夏代就出现了文字。文字的出现标志着人类史上长期存在的农业文明的开始。在这漫长的岁月里,人们通过竹片、木片、龟甲等媒介进行十分有限的信息交流。

工业文明的兴起与纸和印刷术的发明密切相关。早在公元105年汉和帝时期,蔡伦发明了纸;公元1041—1048年宋仁宗时期,毕昇首创了活字印刷术。纸和印刷术的发明使信息流通量扩大了几个数量级,它的出现从根本上改变了世界。这两项中国发明都经过了几百年才传到欧洲。现在一般认为工业文明源于15世纪欧洲文艺复兴时期,但是可以说,没有纸和印刷术就不会有文艺复兴。印刷媒体的直接效果是导致了先进思想的传播,促进了社会生产力的发展,促使了社会变革。在此基础上,18世纪英国出现了工业革命,开始了工业文明。19世纪铁路、轮船投入使用,又促进了印刷媒体在更大范围的传播。但是,通过铁路或轮船传播信息还存在局限性,当信息流通量达到饱和时,表明近代工业文明发展到了尽头。

电波媒体的出现标志着世界进入现代工业文明。19世纪末出现的无线电通信技术导致了20世纪初的无线电广播的诞生。30年代后期电视广播开始实用化,它不仅能传送声