

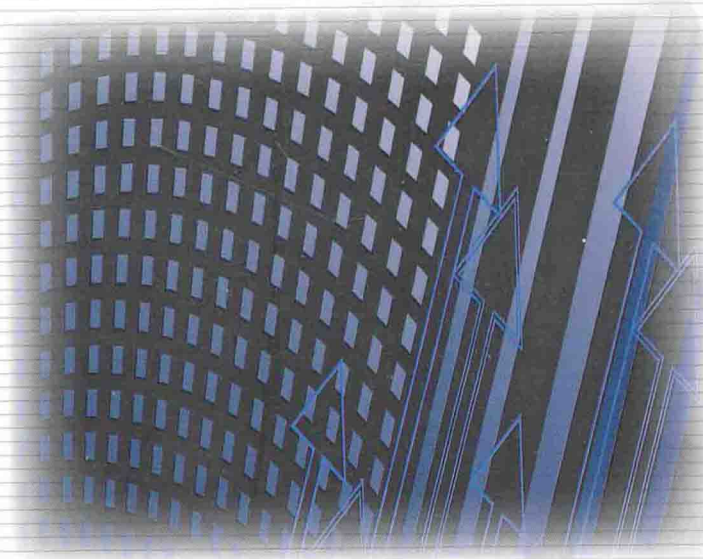


光电科学与工程专业规划教材

显示器件技术

(第2版)

于军胜 主编
蒋泉 张磊 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

显示器件技术

(第2版)

于军胜 主编
蒋 泉 张 磊 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在第1版基础上,结合不同层次读者的实际需求和显示器件技术最新的发展趋势进行了改版。全书依然为8章,但是在相应章节的内容侧重方面进行了增减。例如,第1章介绍显示技术基础知识,针对学生的需求增加了光度学和色度学的相关基础理论;第3章液晶显示(LCD),增加了现在有源液晶发展的新方向氧化物 TFT 的相关内容;第5章有机电致发光显示技术(OLED),也增加了氧化物 TFT 的相关内容,并增加了 OLED 在照明方面的最新应用;第8章进一步完善了立体显示方面的内容。

本书在第1版的基础上,面向目前显示技术的最新发展方向,结合学生的实际需求对内容进行了完善,新版内容更加全面和翔实。本书既可作为高等院校光电子技术、物理电子技术、通信等相关专业的本科生和研究生教材,也可供广大科技工作者、工程技术和研发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

显示器件技术 / 于军胜主编. —2 版. —北京:
国防工业出版社, 2014. 8
光电科学与工程专业规划教材
ISBN 978 - 7 - 118 - 08076 - 6

I. ①显… II. ①于… III. ①显示器 - 教材 IV.
①TN873

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 163317 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 100048)
北京奥鑫印刷厂印刷
新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 21½ 字数 531 千字
2014 年 8 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 39.60 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777 发行邮购:(010)88540776
发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

再版前言

本书第一版于2010年出版,经过4年来的教学使用和科研运用,以及与同行专家和学生的交流,发现了一些问题,并且随着显示器件技术的日新月异,一些新的发展方向相继涌现,在这样的背景下,本书迎来了改版。

本书在保持上一版内容全面性、广泛性的基础上,仍然保持原书结构不变,根据教学中学生反馈的情况和其他兄弟院校的建议,第1章增加了光度学和色度学的相关基础知识,使理论体系更加完整。针对如今有源显示器件技术新的发展方向,在以前的多晶硅 TFT 的基础上,成本更低、工艺更简单的氧化物 TFT 逐渐成熟,因此在液晶和有机电致发光的章节,针对液晶驱动和 OLED 的驱动的不同特点,增加了氧化物 TFT 的相关内容,特别是针对 IGZO - TFT 的内容作了详细的介绍。随着 OLED 器件效率的不断提高, OLED 在光源方面的应用越来越得到重视,因此着重补充了 OLED 照明方面的相关内容。另外在现在显示器件技术由 2D 向 3D 的发展趋势下,3D 显示也越来越多地应用到现在的显示产品中,因此也更详细地补充了 3D 显示方面的内容。其它部分基本保持了上一版书的内容。

参与本书再版的作者都是长期从事各类显示器件技术教学的教师和科研人员。电子科技大学的于军胜教授、蒋泉副教授、张磊副教授共同完成了对第一版的修订工作。

在本书的编写过程中,还得到钟建副教授,林慧博士、娄双玲博士、王军博士和李璐博士,余双江、刘峰、曲建军、陈苏杰、李仪、陈浩、马文明、刘文龙、段宇星等研究生的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢!

科学技术的发展日新月异,由于编者学识水平有限,书中谬误在所难免,恳望同行专家和广大读者批评指正。

编者

2014 年 3 月

目 录

第 1 章 显示技术基础	1
1.1 概述	1
1.1.1 显示技术	1
1.1.2 显示技术发展史	2
1.1.3 显示技术分类	4
1.2 光度和色度	5
1.2.1 视觉系统介绍	6
1.2.2 人眼的黑白视觉特性	8
1.2.3 人眼的颜色视觉特性	12
1.2.4 电磁辐射和光的度量	16
1.2.5 颜色的基本术语	19
1.2.6 颜色匹配	20
1.2.7 表色系和色度图	23
1.2.8 色彩混合	25
1.3 图像的分辨率特性	27
1.3.1 临界分辨率	27
1.3.2 空间调制传递函数	28
1.3.3 分辨率与清晰度	29
1.4 显示器件画面质量评价	32
1.5 视频接口	33
1.5.1 复合视频接口	33
1.5.2 S-Video 接口	34
1.5.3 YPbPr/YCbCr 色差接口	34
1.5.4 VGA 接口	35
1.5.5 DVI 接口	36
1.5.6 HDMI 接口	37
1.5.7 BNC 接口	38
1.5.8 DP 接口	38
1.5.9 数字音/视频交互接口 DiiVA	38

1.5.10 总结	39
1.6 平板显示器件的驱动电路原理	40
1.6.1 平板显示器件的基本结构	40
1.6.2 平板显示器件专用控制、驱动集成电路	41
参考文献	43
习题	44
第2章 等离子体显示	45
2.1 概述	45
2.1.1 等离子体显示的发展简史	45
2.1.2 等离子体显示的特点	52
2.2 物质的第四态——等离子体	52
2.2.1 雷电、极光等自然现象	52
2.2.2 “等离子体”名称的发明	53
2.2.3 等离子体的基本概念	54
2.3 气体放电的物理基础	57
2.3.1 带电粒子的产生	58
2.3.2 原子的激发和电离	59
2.3.3 分子的激发与离解、电离	63
2.3.4 低压气体放电	66
2.3.5 辉光放电	67
2.3.6 汤生放电理论	69
2.3.7 帕邢定律和放电着火电压	71
2.4 交流等离子体显示	73
2.4.1 单色 AC-PDP	74
2.4.2 彩色 AC-PDP	77
2.5 PDP 制造工艺	83
2.5.1 前基板制造工艺	84
2.5.2 后基板制造工艺	88
2.5.3 总装工艺	90
2.6 彩色 AC-PDP 的驱动技术	90
2.6.1 ADS 驱动技术	90
2.6.2 ALIS 驱动技术	93
2.7 PDP 的应用	95
参考文献	96
习题	96

第3章 液晶显示	97
3.1 绪论	97
3.1.1 液晶显示器发展历史	97
3.1.2 液晶的发展过程	98
3.1.3 液晶显示器的特点	99
3.2 液晶及其分类	99
3.2.1 热致液晶	100
3.2.2 溶致液晶	104
3.3 液晶的物理特性	106
3.3.1 指向矢	106
3.3.2 有序参数	107
3.3.3 液晶的连续体理论	108
3.3.4 液晶的光学性质	110
3.4 液晶显示器的基本结构及其制备	112
3.4.1 液晶显示器件基本结构	112
3.4.2 液晶显示器的主要性能参量	113
3.4.3 液晶显示器的主要材料	115
3.4.4 液晶显示器的主要制作工艺	117
3.4.5 彩色滤色膜	120
3.5 液晶显示器的显示模式及其工作原理	122
3.5.1 扭曲向列相液晶显示器件(TN-LCD)	122
3.5.2 超扭曲向列型液晶显示器件(STN-LCD)	124
3.5.3 宾主效应液晶显示器件(GH-LCD)	127
3.5.4 相变液晶显示器件(PC-LCD)	128
3.5.5 电控双折射液晶显示器件(ECB-LCD)	129
3.6 液晶显示器件的驱动技术	130
3.6.1 液晶显示器件的电极排列	130
3.6.2 液晶显示器件的静态驱动技术	131
3.6.3 液晶显示器件的动态驱动技术	132
3.7 有源矩阵液晶显示器件	137
3.7.1 二端有源器件	138
3.7.2 三端有源器件	140
3.8 金属氧化物 IGZO 薄膜晶体管	149
3.8.1 晶格结构	150
3.8.2 材料性质	150

3.8.3	器件结构	151
3.8.4	IGZO 有源层的制备方法	153
3.8.5	应用前景	154
3.9	液晶显示器的新进展	155
3.9.1	TFT-LCD 的广视角技术	155
3.9.2	提高响应速度	162
3.9.3	倍频插帧技术	163
	参考文献	164
	习题	164
第4章	发光二极管(LED)	165
4.1	概述	165
4.1.1	发光二极管	165
4.1.2	发光二极管的开发经历及今后展望	165
4.2	发光二极管的工作原理、特性	166
4.2.1	发光机理	166
4.2.2	电流注入和发光	170
4.2.3	发光效率	172
4.2.4	光输出和亮度	174
4.2.5	调制特性	175
4.2.6	发光二极管和激光二极管	175
4.3	发光二极管的材料	177
4.4	发光二极管的工艺技术	179
4.4.1	外延生长技术	180
4.4.2	掺杂技术	182
4.4.3	单元化技术	182
4.4.4	元件制作及组装技术	183
4.5	发光二极管的特性	183
4.5.1	GaP: ZnO 红色 LED	185
4.5.2	GaP: N 绿色 LED	185
4.5.3	GaAsP 系红色 LED	186
4.5.4	GaAsP: N 系列黄色、橙色 LED	187
4.5.5	GaAlAs 系列 LED	187
4.5.6	InGaAlP 系橙色、黄色 LED	188
4.5.7	红外 LED	188
4.5.8	蓝色发光二极管	189

4.5.9	LED 的可靠性	191
4.6	发光二极管的应用及发展前景	192
4.6.1	指示灯	192
4.6.2	单片型平面显示器件	192
4.6.3	混合型平面显示器件	193
4.6.4	点矩阵型平面显示器	193
4.6.5	LED 在 LCD 背光照明中的应用	194
4.6.6	LED 在汽车照明的应用	195
4.7	LED 产业现状及规划	197
4.7.1	全球 LED 产业分布及发展状况	197
4.7.2	全球半导体照明计划	197
4.7.3	中国 LED 技术产业规划	199
4.8	LED 的驱动	200
4.8.1	直流驱动	200
4.8.2	恒流驱动	201
4.8.3	脉冲驱动	202
4.8.4	点阵型 LED 驱动	204
4.9	发光二极管显示的其他应用	206
4.10	研究课题与展望	206
	参考文献	207
	习题	207
第 5 章	有机电致发光显示技术	209
5.1	引言	209
5.1.1	OLED 的发展过程	209
5.1.2	OLED 的技术特点	210
5.2	有机电致发光的基本理论	211
5.2.1	有机电致发光器件的基本结构	211
5.2.2	有机电致发光器件的物理机制	214
5.3	有机电致发光材料及薄膜制备	219
5.3.1	有机小分子材料	220
5.3.2	有机聚合物电致发光材料	224
5.3.3	电极材料	225
5.4	OLEDs 器件的制备工艺	226
5.4.1	小分子 OLED 器件制备工艺	226
5.4.2	PLED 器件制备工艺	228

5.4.3	PMOLED 器件制备工艺	231
5.5	OLED 的驱动技术	231
5.5.1	PMOLED 驱动技术	232
5.5.2	AMOLED 驱动技术	233
5.6	新型 OLED 显示技术	237
5.6.1	柔性 OLED 发光器件	237
5.6.2	串联式 OLED 发光器件	240
5.6.3	p-i-n OLED 发光器件	242
5.6.4	透明和顶发射型 OLED 发光器件	243
5.6.5	硅基 OLED(OLEDos) 显示器件	244
5.6.6	微共振腔效应	246
5.7	白光 OLED	248
5.7.1	介绍	248
5.7.2	白光 OLED 的优势	249
5.7.3	磷光白光 OLED 器件	249
5.7.4	白光 OLED 的机构	250
5.7.5	OLED 照明的最新进展	251
	参考文献	252
	习题	253

第 6 章 电致发光显示..... 254

6.1	电致发光显示的基本知识	254
6.1.1	电致发光	254
6.1.2	电致发光及其显示器件的发展概况	254
6.1.3	电致发光显示器件的分类与特点	255
6.2	电致发光显示器件的结构及工作原理	256
6.2.1	分散交流型(AC-PELD)	256
6.2.2	分散直流型(DC-PELD)	258
6.2.3	薄膜交流型(AC-TFELD)	259
6.2.4	薄膜直流型(DC-TFELD)	260
6.3	电致发光显示元件材料介绍	261
6.3.1	发光材料	261
6.3.2	电介质材料	263
6.3.3	电极材料	263
6.3.4	基板材料	264
6.4	ACTFEL 的驱动技术	264

6.5	电致发光显示器件的应用	266
6.5.1	数字及字符显示	266
6.5.2	图形显示	266
6.5.3	彩色显示	267
6.5.4	其他	268
6.6	电致发光显示现状及发展前景	269
	参考文献	269
	习题	270
第7章	场致发射平板显示器	271
7.1	场致发射显示器基本介绍	271
7.1.1	场致发射显示器的发展历史及现状	271
7.1.2	场致发射显示原理	272
7.1.3	场发射理论	272
7.2	微尖阵列场发射阴极	276
7.2.1	金属微尖阵列场发射阴极	276
7.2.2	硅衬底微尖阵列场发射阴极	278
7.2.3	六硼化钨(LaB_6)场发射阵列阴极	279
7.3	微尖发射体的性能	280
7.3.1	微尖发射的特点	280
7.3.2	发射体几何参数的影响	280
7.3.3	发射材料参数的影响	281
7.4	FED 中的发射均匀性和稳定性问题	282
7.4.1	电阻限流原理	282
7.4.2	FEA 限流电阻层结构	283
7.5	FED 的其他关键技术	284
7.5.1	支撑技术	284
7.5.2	真空技术	286
7.5.3	荧光粉	288
7.6	场致发射显示技术的种类	288
7.6.1	Spindt 型微尖 FED	289
7.6.2	金刚石薄膜场致发射技术	290
7.6.3	纳米管场发射显示技术(CNT)	292
7.6.4	弹道电子表面发射显示(BSD)	297
7.6.5	表面传导发射显示(SED)	298
7.6.6	MIM 结构的 FED	299

7.7 展望	301
参考文献	302
习题	302
第8章 其他显示技术	303
8.1 立体显示技术	303
8.1.1 立体显示的原理	303
8.1.2 立体显示器的分类	304
8.1.3 利用视差信息的立体显示器——眼镜方式	304
8.1.4 利用视差信息的立体显示器——非眼镜方式	307
8.1.5 利用纵深信息的立体显示器——DFD 方式	312
8.1.6 利用波面信息的立体显示器——全息方式	313
8.1.7 裸眼 3D 显示新技术	314
8.1.8 体积显示	314
8.1.9 3D 显示的性能	316
8.1.10 3D 显示的问题	317
8.1.11 未来立体显示器的展望	318
8.1.12 立体显示器	319
8.1.13 小结	321
8.2 真空荧光显示	321
8.2.1 VFD 的结构与工作原理	322
8.2.2 VFD 的电学与光学特性	323
8.2.3 VFD 的驱动方法	324
8.2.4 VFD 的应用与发展前景	327
8.3 投影显示技术	328
8.3.1 液晶投影显示	328
8.3.2 LCOS 投影显示	330
8.3.3 DLP 显示	330
参考文献	332
习题	332

第 1 章 显示技术基础

1.1 概 述

1.1.1 显示技术

所谓显示,一般是指物品的陈列和展示。随着科学技术的不断发展,目前显示主要是指对信息的表示,是为了将特定的信息向人们展示而使用的全部的方法和手段。在 21 世纪的信息工程学领域,显示技术被限定在基于电子手段产生的视觉效果上,即根据视觉可识别的亮度、颜色,将信息内容以电信号的形式传达给眼睛产生的视觉效果。显示技术也已经不再局限于以前的阴极射线管(Cathode Ray Tube,CRT)和液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD),等离子体显示板(Plasma Display Panel,PDP)、有机 EL 显示器(Organic Light - Emitting Diode,OLED)、电子纸(E - paper)、立体显示等多种新型的显示技术和显示方式已在多媒体市场中闪亮登场。如今的显示器世界,无论是市场还是技术都处于急剧变化的时期。

显示技术也称为信息显示,利用它可把看不见的电信号转化成发光信号(包括图形、图像或字码等)。信息显示主要由信息源、数据处理和显示器三部分组成,如图 1 - 1 所示。信息源包括雷达天线和摄像机探测到的信息、计算机输出的信息、磁盘存储的信息;而数据处理是把各种输出信息经过编码、变换等电路处理,送入显示器以电信号形式显示出来。

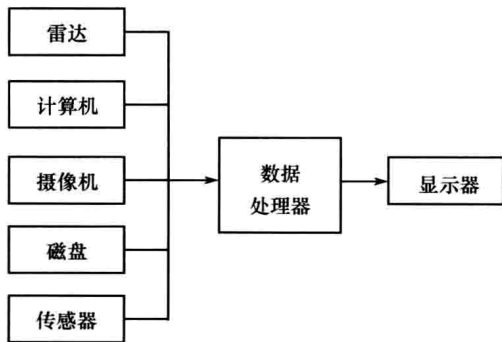


图 1 - 1 信息显示的基本过程

根据不同的工作原理,显示器件可分为液晶显示(LCD)、等离子体显示(PDP)、电致发光显示(ELD)、场发射显示(FED)、真空荧光显示(VFD)和发光二极管显示(LED)等。就显示原理的本质来看,显示技术利用了发光现象和电光效应两种物理现象。电光效应是指加上电压之后物质的光学性质(包括折射率、反射率和透射率等)发生变化的现象。因此,又可以根据像素本身发光与否,把显示系统分成被动显示和主动显示两大类(也可分别称为非辐射显示和辐射显示)。

在平板显示技术中,除液晶显示器件属于被动显示器件外,其余都属于主动显示器件。

1.1.2 显示技术发展史

1. 20 世纪 70 年代年以前的早期显示器

最早电子显示器是 1897 年由德国布劳恩(Braun)发明的阴极射线管(CRT),也称为布劳恩管。最初只用于波形观察,在第二世界大战中作为雷达显示管获得了巨大进展。

1950 年,美国 RCA 发明了荫罩式彩色 CRT,CRT 用于彩色电视机,使彩色电视飞速发展。但是早期的彩色电视机亮度低,只能在暗的环境中观看。后来由于新荧光粉的使用、黑底技术的引入等使彩色电视机的亮度提高了 10 倍,外光在屏上的反射降低了 1 倍,人们终于可以在正常室内亮度环境下观看彩色电视。

彩色 CRT 的性能价格比是最好的。观众关心的是荧光屏上的图像质量,但是彩色 CRT 在正常工作时,必须有电子枪和偏转线圈,因此,使得彩色 CRT 的体积大,重量也大。观众希望有薄形的电视机,这是产生平板显示器的原动力。

2. 显示技术与半导体、计算机技术共同发展(1970 年—1990 年)

1) 视频显示终端(VDT)成为人机接口的主流

早期计算机主要采用绘图仪、打印机这类硬拷贝进行信息显示与记录。随着边看输出信息,边给计算机发指令这类操作的普遍化,视频显示终端(Visual Display Terminal, VDT)从 1970 年开始迅速得到普及。用于显示的彩色 CRT 称为彩色显示管(Color Display Tube, CDT),而用于彩色电视机的彩色 CRT 称为彩色显像管(Color Picture Tube, CPT)。

随着计算机存储器容量的增大,要显示高清晰度图像,为此 CRT 也发展成为高分辨力的彩色 CDT。

随着办公自动化(OA)的普及,CRT 的 X 射线辐射和电磁辐射问题日益受到关注,虽然 CRT 采用了能将 X 射线衰减到不危害健康的地步,但是人们心中总是心存疑惑。

2) 平板显示器的崛起

1970 年以后,随着超大规模集成电路(VLSI)的发展,与此相适应的小型数据显示器,如小型计算器、电子手表等的需求量激增。促使真空荧光显示管(VFD)、发光二极管(LED)、液晶显示器(LCD)等平板显示技术得到实用化。而台式电子计算机对家庭的渗透,正促使从家庭电气化向着“个人电子化”迈进。“个人电子化”必须是袖珍式,即耗电越小越好。作为显示器件,还希望电路结构(包括驱动电路和外围电路)尽可能简单、功耗小并能实现集成化。液晶能与低电压、低功耗的互补 MOS(CMOS)相匹配。液晶显示器在小型显示器中战胜了 VFD、LED,占据了市场主要份额,不但用于计算器和手表,还扩展到 AV 设备、汽车仪表、股票价格显示屏等多种场合。但是 VFD 与 LED 是主动发光型显示器,仍有它们自己的市场位置。

这段时期平板显示器正处于初生期,在电视机与 VDT 领域均未能进入,CRT 仍处于独霸显示器市场的地位。

LCD 借助于集成电路技术,发展出非晶硅薄膜晶体管(TFT)显示器,即有源矩阵液晶显示器(AM-LCD),使 LCD 能显示出大信息容量的图像。但是直到 1990 年左右,带 AM-LCD 的便携式计算机仍是一种昂贵的办公工具。

从 20 世纪 70 年代初进行了等离子体显示板(PDP)的开发,目标直指计算机终端,并于 80 年代应用到银行终端、股票价格显示等场合。

3. 平板显示技术进入突飞猛进的阶段

20 世纪 90 年代是 TN 型 AM-LCD 开始普及的年代,主要是由于 TFT 成品率的提高,从

而降低了成本,LCD 笔记本电脑使用面拓宽,但是尺寸仍限于 10 英寸左右。

笔记本电脑对视角无大的要求,但是 LCD 要想进入电视机领域必须解决 LCD 视角小的固有缺点。因此,开发了一系列增加 LCD 视角的新方法、新工艺,如平面控制模式(1PS - mode)、光学补偿弯曲排列模式(OCB - mode)、垂直取向模式(VA - mode)等,使 LCD 的水平视角扩展到 140°以上,基本上解决了视角不足的问题。

LCD 的另一个弱点是响应速度低,不适于用作视频图像显示。为了使 LCD 能进入电视机领域,一方面将液晶层做薄;另一方面对液晶材料进行了深入研究,开发出一系列适合视频显示的材料。LCD 在材料、工艺和结构上的进步,使其在显示视频图像时,只要不是快速变化的动态图像,就没有大的问题。

至此,妨碍 LCD 进入电视机领域的两大问题(视角小和响应速度低),在 20 世纪末获得了基本解决。同时 TFT 在大面积生产工艺上的日渐成熟,也打破了过去认为 LCD 不适宜制作大屏幕的限制。于是 LCD 开始了向 30 英寸、40 英寸,甚至更大屏尺寸(如 100 英寸)的电视机进军。

至 21 世纪初,LCD 在 VDT 领域大规模地取代了 CDT;在高清晰度 40 英寸电视机领域取得了与 PDP 并驾齐驱的地位。

4. 全彩色 PDP 的产业化

在 LCD 尚未解决其视角小、响应慢的弱点以前,一致认为 PDP 是唯一适合 40 英寸以上高清晰度显示的显示器。但是 PDP 在 20 世纪 80 年代在单色屏上取得重大进展后,在 90 年代初全彩色化的道路上遇很大困难,而寿命和发光效率也困扰着全彩 PDP 的实际应用。这些问题到 90 年代末都得到基本解决,为了扩大应用,首要问题是降低生产成本。全彩 PDP 已可实现应用,下一步的发展集中在进一步提高发光效力和在大生产中如何降低成本。

5. 全彩色 LED 大显示屏的实现

LED 室外显示屏早已矗立在大街上和公共场所,LED 也从发光效力较低发展到超高亮度,但是直到 20 世纪 80 年代末,蓝光 LED 由于发光效力极低,始终未能实用化,因此各种室内外 LED 显示屏都缺乏蓝光,构不成全彩色。

到了 1993 年,德岛日亚化学工业公司的中村等人研制出了采用 InGaN 系双异质结构的蓝光 LED,其发光强度达 1cd,为全彩色 LED 显示屏奠定了基础,随着蓝光 LED 大规模生产的进展,其价格也迅速下降。现在全彩色 LED 显示屏,无论在室内还是室外都已到处可见。

6. 新平板显示器的不断出现

在各种显示屏中,CRT 体积大,LCD 是被动发光,又对环境温度敏感,而 LED、VFD 虽然是主动发光,但是分辨力低。因此,迫切希望有新的平板显器件出现。

1) 有机发光二极管显示(OLED)

LED 属于无机发光二极管,基本上采用半导体制造工艺,在一个圆片上制出众多小芯片,经分割后,通过后工序制成单芯片或多芯片的 LED,工艺复杂,分辨力也提高不上去。

1987 年美国柯达公司 C. W. Tang 制备成功双层结构小分子有机发光二极管结构,从而引发了 OLED 的研究热潮;1990 年英国剑桥大学 Friend 制备成功共轭高分子 OLED 柔软显示屏。OLED 的材料是有机质,可以用分子设计合成各种所需材料。例如,发蓝光的 OLED 的制造就比无机 LED 容易得多;OLED 是连续薄膜结构,所以分辨力不成问题;小分子 OLED 制造工艺主要是镀膜,高分子 OLED 制造工艺主要是旋涂和印制,特别适合大规模生产。

OLED 已在小至手机彩屏,大至 40 英寸的彩色电视机中被使用或制成样品,是目前世界范

围内平板显示技术中的研究热门,在各类国际会议上,有关 OLED 的文章可与 LCD、PDP 相比。

OLED 还需进一步解决寿命问题,估计将来会在中小屏幕显示领域占有不少份额。

2) 场致发射显示器(FED)

FED 从理论上讲具有 CRT 和 LCD 的优点,即 FED 既是平板显示器件,又可利用电子束轰击荧光粉主动发光。1968 年 Spindt 提出钼锥场致发射阴极,形成 Spindt 阴极概念;1979 年 Spindt 阴极寿命超过 25000h($12\text{A}/\text{cm}^2$ 工作电流);1986 年首次报告矩阵选址平板单色场致发射显示屏。但是 Spindt 阴极型 FED 只停留在小屏幕显示器上,主要是军用,未能进入大屏幕消费领域,其原因是生产成本太高。目前,被看好的是碳纳米管阴极显示器,已有 40 英寸样管,但还需解决发光均匀性问题。

20 世纪 90 年代至今还出现了不少新型场致发射显示器,其中以表面传导发射显示 (SED) 的性能最为突出,于 2007 年投入大规模生产,产品为 50 英寸电视机用显示屏,根据发表的性能数据,其综合指标优于大屏幕显示用 PDP 和 LCD,有可能成为 PDP 和 LCD 电视机的有力竞争者。

平板显示技术产业总产值于 2002 年已超过了 CRT 显示总产值,后者虽然每年仍会有 5% 的增幅,但是相比于平板显示技术产业总产值每年百分之几十的增幅,两者的差距将会越来越大。所以对于显示技术来说,21 世纪将是平板显示技术的世界。在各类显示器件中,彩色显像管 (CRT) 由于具有良好的图像质量、优越的性能价格比以及规格尺寸多样化等优点,无论在电视接收机,还是在计算机终端中,都还占据着主导地位。但是随着屏幕尺寸的不断增大,其重量、厚度也随之不断增大,无法满足人们对大屏幕、薄型化日益增长的要求。尤其是近年来,关键技术基本突破,产品性能逐渐提高并已达到实用水平,产业化生产开始确立,PDP 技术又迎来了一个新的发展阶段,使 PDP 成为大屏幕壁挂电视、高清晰度电视和多媒体显示器的首选器件。

1.1.3 显示技术分类

显示器的分类可以有多种方式。

1. 按光学方式分类

按光学方式分类有 3 种,如图 1-2 所示。

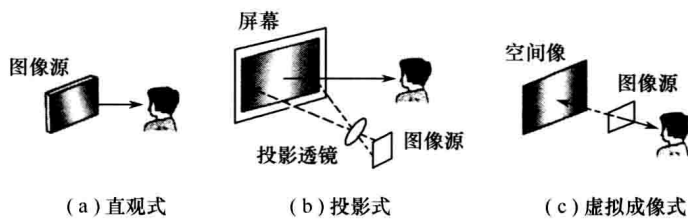


图 1-2 按光学显示方式的分类

(1) 标准的直观式,即图像直接显示在显示器件的屏上,这是最常见的,一般的 LCD、PDP、CRT 等都属于这一种,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 英寸到几十英寸。

(2) 投影式,即把显示器件生成的较小图像源,通过透镜等光学系统放大投影于屏幕上的方式。投影式又分正投式与背投式两种。观看者与图像源在屏幕的同一侧称为正投式,其优点是光损耗少,较亮,但是使用、安装不方便;图像源在屏幕之后,观看者观看屏幕的透射图像

称为背投式,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。在这种情况下,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。属于这类显示的有头盔显示器(Head Mounted Display, HMD)。

2. 按显示原理分类

就显示原理的本质来看,显示器可分为主动发光型显示和非主动发光型显示两大类。主动发光型显示是指利用电能使器件发光,显示文字和图像;而非主动发光型显示是指本身不发光,用电路控制它对外来光的反射率或透射率,借助太阳光、照明光实现显示的显示器。

主动发光型显示器包括早已实用化的非平板显示型 CRT 和平板显示型的 PDP、FED、ELD、OLED 等;非主动发光型显示器包括 LCD 等。

3. 按显示屏幕的大小分类

除了少量军用雷达显示器采用圆扫描外,在民用显示器领域中圆形屏已被淘汰,都是矩形屏,宽高比为 4:3 或 16:9。谈及显示屏的尺寸,都是指矩形屏对角线的尺寸,更严格地说是显示矩形光栅的对角线尺寸。

通常把显示面积 1m^2 以上图像的显示称为大屏幕显示,显示屏的尺寸约为 57 英寸。

一般的直观式电视机,包括在市场上被称为大屏幕 40 ~ 50 英寸的 PDP、LCD 电视机都只能算是中屏幕显示;显示面积在 $1 \sim 0.2\text{m}^2$ (即 57 ~ 25 英寸)之间,称为中屏幕显示;显示面积在 0.2m^2 以下的称为小屏幕显示,所以 25 英寸以下的显示器都属于小屏幕显示;显示面积大于 4m^2 的称为超大屏幕显示,相当于显示屏的尺寸大于 114 英寸,一般用于体育场馆或户外显示,多采用 LED 显示屏。

4. 按显示图像颜色分类

按显示图像颜色分类有黑白、单色、多色和彩色显示 4 类。多色显示也称分区显示,即显示屏上不同区域显示不同颜色,类似于套色的报纸,在早期手机屏中常使用。彩色显示是指屏幕能显示 643、1283 或 2563 种颜色的显示器。

5. 按显示内容分类

按显示内容分类有数码、字符、轨迹、图表、图形和图像显示。数码显示可用段式显示器;字符、轨迹、图表和图形显示不要求显示灰度,可用只有黑白或只有高低电平的单色显示;显示图像需要灰度,是各类显示内容中最困难的。显示图像的难度依下列次序递增:低分辨率、中分辨率、高分辨力;黑白、彩色;静/动态(25 帧)、普通视频(25 帧)、逐行扫描视频(50 ~ 60 帧);小尺寸、中尺寸、大尺寸。综合所列各因素可知,显示小尺寸低分辨率、静态(或准静态)的黑白图像最容易,基本上所有类型的显示器都能达到;显示大尺寸高分辨力、逐行扫描的视频全彩色图像最困难,可以说是对显示器质量指标的最严格检验。一种显示器要在平板显示器市场上占有一定份额必须具备显示大尺寸全彩色高分辨力视频图像的能力。反之,只要上述 4 条中有一条达不到,就进入不了显示技术的主流领域。

其它分类方式还有按显示材料(固体、气体、液体、等离子体、液晶),按显示结构(瓶颈状(即 CRT)、平板状(即平板显示)),及按驱动方式(静态、动态、矩阵)等。

1.2 光度和色度

电子显示技术的主要作用是在将电信号或原本是图像的光信号转换成电信号经处理传输后再变成光信号并作用于人的视觉系统,因此,不仅要了解显示电子学的有关问题,了解人的