

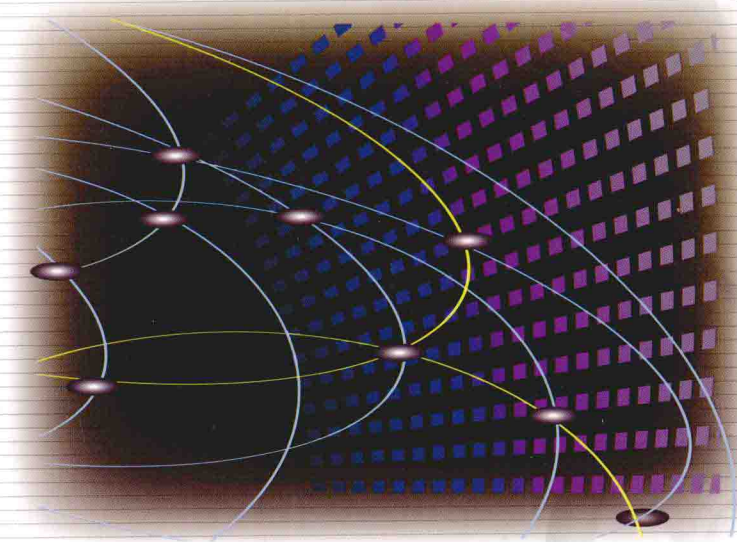


光电科学与工程专业规划教材

平板显示驱动技术

PINGBAN XIANSHI QUDONG JISHU

蒋泉 吴援明 张磊 漆强 陈文彬 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

014057459

TN873

52

光电科学与工程专业规划教材

平板显示驱动技术

蒋泉 吴援明 张磊 漆强 陈文彬 编著



TN873

52

国防工业出版社

·北京·



北航

C1742269

内 容 简 介

本书对目前主流平板显示技术的驱动技术做了较为全面的叙述。全书分为8章。内容包括:平板显示器件的工作原理及显示器件的驱动技术基础,LCD的无源和有源驱动技术,LED、OLED和ELD的驱动技术以及PDP的驱动技术。

本书是在电子科技大学“显示器件驱动技术”课程的基础上,对信息显示与光电技术专业多年的教学、科研和实验成果进行总结编写而成的。本书采用模块形式,既可作为大专院校光电子技术、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

平板显示驱动技术 / 蒋泉等编著. —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 978-7-118-09472-5

I. ①平… II. ①蒋… III. ①平板显示器件 - 高等学校 - 教材 IV. ①TN873

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 161908 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 19 字数 470 千字

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 46.60 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

前 言

随着便携式产品、多媒体终端、数字电视和高清电视日益增长的要求,平板显示技术(Flat Panel Display, FPD)已经取代传统的 CRT 显示技术成为主流显示技术。显示器件是一个包含了很多相关技术的庞大系统,而显示驱动技术是显示器件中十分重要的一个环节。作为与平板显示器件息息相关的驱动技术将随着技术的发展不断变革,以满足平板显示器件越来越广泛的应用要求。显示器件的驱动技术广义上可理解为:利用驱动、控制电路作用于显示器件,实现视频图像的显示,包括最简单器件的发光,稍微复杂一些的字符、图表显示,一直到多灰度等级和彩色图像的显示。因此显示器件的驱动技术包含了很多因素,诸如器件的发光机理、像素的排列形式、显示系统的应用场合和彩色的实现方式等。

伴随信息显示技术的迅猛发展,讲述各种显示器件结构原理和显示器维修护理的书籍很多,但目前国内外还没有同类详细讲述几种主要的平板显示器件驱动技术的书籍或教材。2002年,电子科技大学首先在国内建立“信息显示与光电技术”专业,并在2008年被评为国家特色专业。本教材是在“显示器件驱动技术”课程在电子科技大学讲授10余年的基础上,在总结作者所在单位——电子科技大学光电信息学院40多年来在信息显示技术领域的科研和教学成果,及广泛阅读大量相关领域的科技文献的基础上编写的。

本书第1章介绍平板显示技术的工作原理,第2章讲述显示器件的特性参数以及显示驱动技术相关的基础理论知识,第3章介绍LED的驱动技术,第4章和第5章分别介绍LCD的无源和有源驱动技术,第6章介绍OLED显示器件的驱动技术,第7章介绍PDP的驱动技术,第8章介绍无机EL的驱动技术。

全书在内容编排上具有以下特点:

1. 教材内容新颖:着重介绍显示器件驱动技术的理论基础,以及几种主流显示器件的驱动、控制芯片及其应用电路,并根据近10年来的最新发展介绍前沿的驱动技术。

2. 理论与实际相结合:本教材除了讲述显示器件驱动技术的理论基础,还开设了8项实验。其中综合实验6项、演示实验1项、综合设计性实验1项。

本书的作者都是多年从事各类平板显示器件技术教学的教师和科研人员。电子科技大学蒋泉副教授担任主编,并与吴援明教授对全文进行了校正;蒋泉编写了第2章~第6章;吴援明编写了引言和第1章的1-1节;张磊副教授编写了第1章的1-3节和第7章。漆强讲师编写了第3章的3-3节、第5章的5-5节和第8章;陈文彬编写了第1章的1-2节。

在本书的编写过程中,还得到苏彦新和陶冶等研究生的大力支持,另外,上海天马微电子有限公司孙晓平经理和高维先工程师也为该书的出版提供了帮助,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

目 录

引言	1
第 1 章 平板显示器件技术	5
1-1 平板显示器件概述	6
1-1-1 液晶显示器	7
1-1-2 等离子体显示器	9
1-1-3 发光二极管	10
1-1-4 无机电致发光显示器	12
1-1-5 有机电致发光显示器	14
1-1-6 场致发射显示器件	16
1-2 对显示器件的基本要求	17
1-3 光度和色度	27
1-3-1 眼睛	28
1-3-2 电磁辐射和光的度量	30
1-3-3 表色系和色度图	33
参考文献	36
习题 1	36
第 2 章 平板显示器件的驱动基础	37
2-1 显示系统的寻址	37
2-1-1 显示系统的应用和像素	37
2-1-2 像素的排列形式	40
2-1-3 寻址	42
2-2 平板显示器件的驱动技术——逐行寻址	45
2-2-1 逐行寻址工作方式	45
2-2-2 占空比	47
2-3 平板显示器件的交叉串扰效应	50
2-3-1 交叉串扰效应	50
2-3-2 抑制交叉串扰效应的措施	56
2-4 发光单元的亮度调制	57
2-5 显示器件的彩色实现	60
2-6 平板显示器件的装配结构及装配方法	62
2-6-1 驱动 IC 的封装技术	62

2-6-2	平板显示器件的外引线结构	63
2-6-3	平板显示器件的连接方法	63
	参考文献	67
	习题2	67
第3章	LED 驱动技术	69
3-1	LED 驱动技术概述	69
3-1-1	LED 基本原理	69
3-1-2	LED 连接方式	71
3-1-3	LED 电源配置方式	72
3-1-4	LED 电源驱动方式	73
3-1-5	LED 驱动电源分类	78
3-2	LED 显示驱动	79
3-2-1	笔段型 LED 的驱动	79
3-2-2	点阵型 LED 的驱动技术	80
3-3	LED 显示屏的驱动应用	90
3-3-1	显示系统的应用和像素	90
3-3-2	LED 显示屏的时序分析	97
3-3-3	LED 显示屏的程序设计	98
	参考文献	111
	习题3	111
第4章	液晶显示的驱动基础	113
4-1	液晶显示的静态驱动技术	113
4-1-1	静态驱动原理	113
4-1-2	液晶显示静态驱动器	114
4-2	无源矩阵液晶显示驱动技术	118
4-2-1	偏压法	119
4-2-2	动态驱动电压波形	122
4-2-3	动态驱动器原理	126
4-3	液晶显示驱动控制器	131
4-3-1	驱动器的升格	131
4-3-2	液晶显示控制器	135
4-3-3	液晶显示驱动控制器	141
4-4	液晶显示模块的应用	144
4-4-1	液晶显示模块	144
4-4-2	字符型液晶显示模块的电路特性	146
4-4-3	HD44780 的指令集	153
4-4-4	DCM162B 显示模块的应用	157
	参考文献	164

习题4	164
第5章 有源矩阵液晶显示的驱动	165
5-1 薄膜晶体管	165
5-1-1 TFT的基本结构与工作原理	165
5-1-2 TFT的电流—电压特性	166
5-2 TFT-LCD工作原理	167
5-2-1 TFT-LCD架构	167
5-2-2 存储电容 C_s 的架构	168
5-2-3 TFT-LCD工作原理	169
5-2-4 TFT的充电和电位保持	171
5-2-5 TFT-LCD的比喻	172
5-3 TFT-LCD极性反转方式	173
5-3-1 面板常用极性反转方式	173
5-3-2 公共电极的驱动方式	173
5-3-3 面板极性反转与公共电极驱动的配合	175
5-4 TFT-LCD驱动技术	176
5-4-1 驱动系统的基本内容	176
5-4-2 驱动波形	179
5-4-3 灰度的显示	180
5-4-4 驱动器的结构	184
5-4-5 影响显示的因素	187
5-4-6 模拟驱动系统	190
5-5 基于ARM9的TFT-LCD应用	190
5-5-1 显示系统的应用和像素	190
5-5-2 TFT-LCD的驱动设计	199
5-5-3 RealView MDK软件的使用	214
参考文献	220
习题5	220
第6章 OLED的驱动技术	222
6-1 OLED驱动技术基础	222
6-1-1 OLED的驱动特点	222
6-1-2 OLED的亮度—电压—电流特性	222
6-2 PMOLED驱动技术	223
6-2-1 PMOLED的驱动电路	223
6-2-2 OLED的预充电技术	224
6-2-3 PMOLED的电压降和功耗	227
6-3 全彩OLED模块的应用	230
6-3-1 SSD1338芯片结构	230

6-3-2	SSD1338 指令集	233
6-3-3	基于 ARM7 的显示接口电路及软件设计	235
6-4	AMOLED 驱动技术	243
6-4-1	非晶硅 TFT 技术	245
6-4-2	低温多晶硅 TFT 技术	245
6-4-3	AMOLED 的驱动电路	246
6-5	硅基 OLED 显示器	248
6-5-1	OLEDoS 特点	248
6-5-2	OLEDoS 结构	250
6-5-3	OLEDoS 显示系统	252
	参考文献	258
	习题 6	259
	课程设计	259
第 7 章	等离子体显示器件的驱动技术	262
7-1	单色等离子体显示	262
7-2	彩色交流等离子体显示器件驱动技术	265
7-2-1	彩色 AC-PDP 的结构	266
7-2-2	彩色 AC-PDP 的驱动技术	269
7-3	PDP 驱动电路的组成	277
7-3-1	集成电路驱动器	277
7-3-2	彩色 PDP 驱动集成电路的高耐压工艺	279
7-3-3	AC 彩色 PDP 驱动集成电路	280
	参考文献	282
	习题 7	282
第 8 章	无机 EL 的驱动技术	283
8-1	薄膜电致(TFEL)发光显示	283
8-1-1	TFEL 工作特性	283
8-1-2	TFEL 器件模型	284
8-2	有源矩阵电致发光显示	285
8-2-1	AMEL 电致发光的要求	285
8-2-2	AMEL 的集成电路的要求	286
8-3	ACTFL 的驱动技术	287
8-3-1	场刷新驱动方法	288
8-3-2	对称驱动法	290
8-3-3	灰度调节显示驱动方法	293
8-3-4	有源矩阵驱动法	293
	参考文献	294
	习题 8	294

引 言

1. 显示器件驱动技术分类

显示器件的驱动技术广义上可理解为利用驱动、控制电路作用于显示器件,实现视频图像的显示,包括最简单器件的发光,稍微复杂些的字符、图表显示,一直到多灰度等级和彩色图像的显示。因此显示器件的驱动技术包含了很多因素,诸如器件的发光机理、像素的排列形式、显示系统的应用场合和彩色的实现方式等。

很明显,要对某种显示器件进行驱动,必须知道其驱动电压和驱动电流,这与显示器件的发光机理是密切相关的。不同显示器件的驱动电压和驱动电流不同,以驱动电压来说,驱动液晶和发光二极管的电压只要几伏,而驱动等离子体需要几十到 200 多伏,阴极射线管的驱动电压达到 1 万 ~ 3 万 V,差别非常大;如从驱动电流来说,液晶和发光二极管同属低压器件,但发光二极管的驱动电流在毫安量级,液晶的驱动电流非常小,一般不考虑。

以显示器件的种类对驱动技术进行分类是常见的。不同的显示器件匹配不同的电路,因此运用器件必须考虑其配套电路。常用的电路主要有小规模 TTL、CMOS 数字电路,以及大规模的 CMOS 集成电路。

LCD:适用于低压工作的大规模集成电路。由于液晶显示器件是交流驱动,故一般都匹配有专门的驱动、控制 IC。

LED:适用于低压 5V 的 TTL 电路和具有大电流输出的 CMOS 电路。

OLED:适用于 0 ~ 30V 的 CMOS 电路。

PDP:需配用升压逆变电路或高反压管电路。

EL:同 PDP 的驱动条件。

考虑电路的原则的核心是力求使功耗和工作电压尽量匹配一致。若使用的电路与显示器件的供电电压不一样,将是一件十分麻烦的事;而如果电路的功耗远大于显示器件的功耗,又将使显示器件的微功耗优点丧失殆尽。

除了以显示器件对驱动技术进行分类,如果从显示器件的发光时间与显示时间所占的比例进行考虑,显示器件的驱动技术可分为以下几类:

1) 静态驱动技术

静态驱动技术有时也称为直接寻址,显示图像的每个像素都接有一个驱动放大器,每个放大器只负责激励一个像素,因此显示屏的图像在整个帧周期内同时发光。一般在显示单元少时(如 10 位以下的 7 段数码显示)采用。

2) 动态驱动技术

动态驱动技术也称为无源矩阵型驱动技术,或逐行寻址,多路寻址。像素是由两组等距平行排列的电极分别称为行电极(X_i)和列电极(或称信号电极 Y_j)构成,行与列电极相互垂直。所有像素在整个帧周期不是同时发光,而是类似于 PAL 制电视的隔行扫描,但它属于逐行扫描,因此像素在一帧只发光一次,而不是一直发光。

3) 准静态驱动技术

本书中,把有源矩阵驱动技术称为准静态驱动技术。像素的排列和无源矩阵类似,但在每个像素上串接了有源器件。虽然仍属于逐行寻址,但由于有源器件的电绝缘和存储效应,像素上的电荷可在非寻址期间保持住,即像素在一帧中可认为一直发光,所以称为准静态驱动技术。

2. 显示驱动 IC 发展趋势

显示器件的专用控制、驱动集成电路(IC),在整个显示系统中所具有的重要性是由其在总成本中所占的份额所决定的。因为在显示系统中,仅次于显示屏(PDP、LCD 或 EL 等)的器件、部件就要数系统所专用的控制驱动 IC,其器件、部件的性能决定着整个系统的性能,整机系统的性价比很大程度上取决于这一部分的性价比。其次,专用的控制驱动 IC 在成本上占整机系统的很大部分。以部分产品(PDP)为例,在实际的电路成本中,控制、驱动电路一般要占到 60% 甚至更多。业内相关人士有一种简单的“两个 60%”说法,即在平板显示器中,一般来说电路占系统总成本的 60%,驱动控制电路占电路总成本的 60%。OLED 器件无论是无源驱动还是有源驱动,就 2005 年的水平,驱动控制 IC 和屏的成本大致一样(1:1)。尤其在研发阶段,驱动控制 IC 占的成本还要高一些。因此,无论从哪个方面考虑,平板显示专用的驱动控制集成电路(IC)的设计、制造都是要认真考虑的。

显示器件的专用控制驱动 IC 与一般的 IC 相比有着非常不同的特殊要求,它要求器件必须在有限的封装中有较高的耐压、较大的驱动能力和较多的驱动输出。目前,显示控制驱动 IC 正朝着更多的输出、更快的速度、更高的品质(EMI)、更低的功耗等方向快速发展。先以手机显示为例来介绍驱动 IC 的发展趋势,如图 1 所示。



图 1 手机显示的发展

1) 信息显示量

早期,手机仅仅显示电话号码或目录,其显示屏为笔段型,也就是人们俗称的“大哥大”。“大哥大”最早是美国摩托罗拉公司工程师马丁·库帕在 1973 年发明的,是手提电话的俗称,

使用美国 AT&T 公司开发的最早的蜂窝电话系统标准 AMPS(Advanced Mobile Phone System)。AMPS 使用单独的频带,是一个模拟标准。直至今日的数字技术时代,AMPS 由于某些缺点备受指责。首先它很容易受到静电和噪声的干扰,而且也没有安全措施阻止扫描式的偷听。为了满足服务显示更多的信息内容,必须有足够大的显示屏。显示方式从简单的笔段式、点阵字符、无源矩阵到有源矩阵变化。分辨率从早期的点阵字符显示、 128×64 、 320×240 向 1920×1080 发展,发展到目前的 Retina(视网膜)屏幕(见第 2 章的 2-1-2 节)。

手机通信技术也从 AMPS、全球通 GSM(Global System for Mobile Communications)、无线应用协议 WAP(Wireless Application Protocol)、通用分组无线服务技术 GPRS(General Packet Radio Service)发展到目前的 3G/4G 通信。

2) 灰度或全彩显示

目前的手机要求可登录 Internet 浏览网页、游戏及实时电视等功能,因此手机显示颜色从黑白逐步变化到彩色,从显示电话号码、中英文、图片发展到视频显示,因此驱动 IC 必须支持多灰度级及全彩显示调制。

3) 抗电磁干扰(EMI)

手机的显示驱动 IC 与其他便携式产品的 IC 设计相比,不是那么容易,显示驱动 IC 是一个混合了数字、模拟和高压电路信号的集成电路系统。电压发生器和分频器等模拟电路相当于一个产生射频信号的噪声电路。此外,手机接听和拨打瞬间的脉冲电磁信号对驱动 IC 的正常工作也是个干扰。可通过驱动 IC 版图的优化设计来提高电路的抗电磁干扰能力。

4) 芯片封装

在便携式设备中,手机的尺寸和重量是一个关键问题,这个问题就涉及到芯片的封装类型。COB 封装已经过时,TAB 和 COG 封装可以适合目前大多数手机用显示驱动 IC 的要求。COF 封装与 TAB 和 COG 封装相比,绑定精度更高($<40\mu\text{m}$),这意味着对于高分辨率显示屏,驱动 IC 采用 COF 封装可以进一步减小显示模块的体积。尽管目前 COF 的成本高于 TAB 和 COG,随着 COF 封装所用的材料和设备的商业化,成本有望降低。IC 的封装详见第 2 章 2-6 节。

而对于电视和显示器(以 LCD 为例)等大尺寸、高分辨率显示器件,对驱动 IC 还有以下要求。

5) 高驱动路数

显示屏的分辨率越来越高,这样就要求驱动 IC 的输出路数越多越好。栅极驱动器至少 256 引脚,源极驱动器至少 384 引脚。

6) 高电压工艺

模拟电路中电压越高,驱动能力越强。因此大尺寸驱动采用高电压制造工艺。通常 LCD 的源极驱动器为 $10 \sim 12\text{V}$,而栅极驱动器更高,达 40V 。

7) 高频率

随着分辨率的提高,这意味着扫描行数的增加,像素寻址时间越来越短。这就要求栅极驱动器必须不断提高开关频率,源极驱动器必须提高数据传输速率。在短时间内(1 帧)完成传输全屏的图像数据信号。全高清 FHD 的传送速度达到了射频的传输速度,三星就实现了 $1\text{G} \sim 1.5\text{Gb}$ 的传送速度。

8) 输入接口

显示驱动 IC 必须先通过输入接口接收来自显示控制 IC(TCON)的图像及时序控制信号,之后才能通过行、列驱动 IC 来进行驱动。常见的显示接口有 TTL 接口、LVDS(Low - Voltage Differential Signaling, 低压差分信号)接口和 RSDS(Reduced Swing Differential Signaling, 低摆幅差分信号)接口等。

第 1 章 平板显示器件技术

电子显示器件,即人们常说的人机界面,它们将来自各种电子装置的信息,通过人的视觉传递给人;而且通过它能与人交换信息,进行人机对话,具有电子工具的功能。随着科学技术的发展,信息量不断增加。人生活在社会上,每日每时都得从外界获得信息。和通过听觉、嗅觉、触觉等感官获得的信息相比,视觉获取的信息占全部信息量的 80% 以上,如表 1-1 所列。且视觉获取的信息是二维和三维,还可以是彩色的,因此通过视觉获取信息的信息量更大,对信息的了解更深刻、更全面。从上面所述的人类获取信息的途径来看,人类在需要准确地获取大量复杂的信息,并加以判断记忆时,利用视觉是最为有效的方法。信息媒体是今后信息社会的主角,在信息媒体中作为人机接口的手段,显示器是必不可少的。

现代电子技术和显示技术的结合,极大地从空间、时间和频段上扩展了人类的视觉能力,使我们能够超越时空对瞬息万变的事物进行充分的观察和研究,我们可以坐在办公室里观看宇航员登月的情景,可以坐在指挥室里掌握千里之外战场的实战情况,因此显示技术是信息社会和现代化战争的重要技术手段。

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、传感器转换的非电量,而数据处理是把各种输出信息经过编码、变换等电路处理,送入显示器将电信号显示出来。

表 1-1 五种感官获得的信息量

感觉	占信息量的比例/%
视觉	83
听觉	11
嗅觉	3.5
触觉	1~5
味觉	0~1

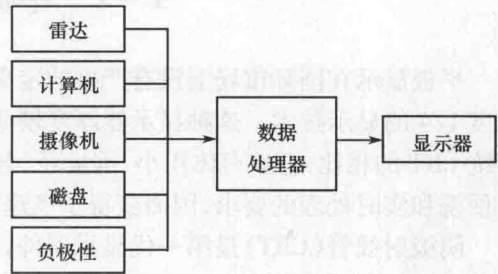


图 1-1 信息显示的基本过程

一台显示器大致可以分成显示电路、显示器件和电源三部分,如图 1-2 所示。显示电路的作用是把输入电信号经过处理加到显示器件上,以控制显示器件的发光,从而形成图像或字码。显示器件的作用是把处理过的电信号转化成图像,为了实现显示器正常工作,还必须加上各种工作电压(例如高压、低压、直流和高频等),所以显示器中还必须包括电源部分。

电视机的主要部分就是一种显示器。下面就以电视机为例说明显示器各部分的作用。

电视机的简单方框图如图 1-3 所示。天线接收到的高频信号经过高频通道后,分离出伴音中频信号和图像中频信号,分别送入相应的通道。从伴音中频信号产生音频信号加到喇叭上,形成电视伴音。从图像中频信号产生图像信号加到显像管的阴极上,便形成图像。为了实

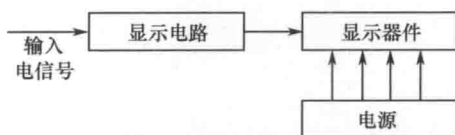


图 1-2 显示器的基本结构

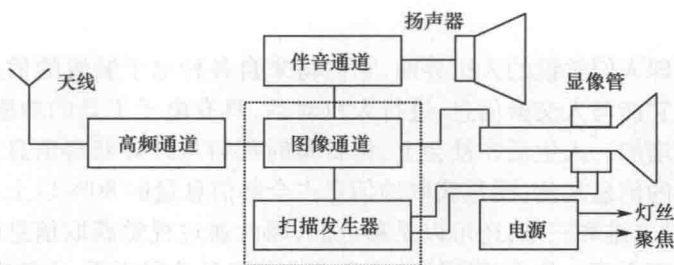


图 1-3 电视机方框图

现电视扫描还应有扫描电压发生器,其扫描电压必须同电视台摄像机的扫描电压一致。此外为了使显像管正常工作,还必须有高压电源、灯丝电源和聚焦电源。

我们可以把图像通道和扫描发生器称为显示电路。由此可见,电视机中除了高频通道和天线组成的接收部分以及伴音通道外,剩下的其他部分就构成了一个显示器。在这里,显示器的基本结构也是由显示器件、显示电路和电源三部分组成的。

电视机中的显像管就是一种显示器件。事实上,显示器件的种类很多。各种显示器件的原理和结构都不尽相同,有的还具有本质上的区别。它们各自配合着不同的显示电路,以完成多种多样独特的显示任务。

1-1 平板显示器件概述

平板显示在国际市场上没有严格的定义,一般是指显示器件的厚度小于显示屏幕对角线长度 $1/4$ 的显示技术。这种显示器厚度较薄,看上去就像一块平板,平板显示因此而得名。和传统 CRT 的相比,它具有体积小、重量轻、电压低、无 X 射线等优点,能适应当今信息社会对信息便携和实时处理的要求,因而获得了飞速的发展。

阴极射线管(CRT)是第一代显示器件,其显示质量优良,制作和驱动比较简单,有很好的性能价格比,因此 20 世纪一直在显示领域占有统治地位。同时它也有些严重的缺点,例如电压高、有软 X 射线、体积庞大、笨重,和近年来飞速发展的大规模集成电路电源低、体积小、信息密度高等特点很不相称,无法实现现代战争对信息便携和实时处理的要求。从大屏幕显示方面来讲,100cm 以上的 CRT 要超过 100kg,体积大,搬动困难,不能适应现代战争对大屏幕显示器和现代家庭对高清晰度电视(HDTV)的要求。

在这种情况下平板显示技术应运而生,而且获得了迅速发展。平板显示的蓬勃发展始于 20 世纪 70 年代。PDP 和 ELD 发明以后,由于其优异的环境性能,首先在军事上获得了广泛应用,现在已扩展到民用消费领域。LCD 的发展则走的是另一条路,由于它工作电压低、功耗小,首先在民用便携式电子产品上广泛应用,现在已进入各类重要的武器装备系统。平板显示的特点是:这种显示的装置本身就是一块平板,没有一般显示器中的电子束管,作为大屏幕显

示时不存在投射距离问题,因此,是一种比较理想的显示。由于它多采用矩阵控制,所以又称为矩阵控制平板显示或简称为矩阵显示。

平板显示器具有完全平面化、轻、薄、省电等特点,符合未来图像显示器发展的必然趋势。根据不同的工作原理,平板显示技术可分为液晶显示(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)和发光二极管拼接显示(LED)等。其中LCD占整个平板显示产值的80%以上,几乎成了平板显示的代名词。本书将简要介绍LCD、PDP、ELD、LED和OLED等5种主要技术的发展情况。

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。这里说的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。下面简要叙述各种显示器件的基本原理。

1-1-1 液晶显示器

液晶显示器件(LCD)在一定电压下,使液晶特定分子排列改变成另一种分子排列方式。由于分子的再排列而使液晶盒的双折射性、旋光性、二色性、光散射性等光学性质发生变化,进而又由这些光学性质的变化转化成视觉的变化。也就是说,LCD是液晶盒利用光调制的一种受光型器件。

它的基本结构是将上、下两块制作有透明电极的玻璃,通过四周的胶框封接后,形成一个几微米厚的盒。在盒中注入TN(向列型 Twist Nematic)型液晶材料。在通过特定工艺处理的盒中,TN型液晶的棒状分子平行地排列于上、下电极之间,靠上电极的分子平行纸面排列,用“—”表示,靠下电极的分子则垂直于纸面排列,用“·”表示。而上、下电极之间的分子被逐步扭曲。“—”线段长度变化表示扭曲角度大小的变化。入射光通过偏振方向与上电极面液晶分子排列方向相同的上偏振片(起偏器)形成偏振光,此光通过液晶层时扭转了 90° 。到达下偏振片(检偏器)时,偏振方向不变,偏振光通过下偏振片,并被下偏振片后方的反射板反射回来。盒呈透亮,因而我们可以看到反射板。当上、下电极之间加上一定电压后,电极部位的液晶分子在电场作用下转变成与上、下玻璃面垂直排列,这时的液晶层失去旋光性。偏振光通过液晶层没有改变方向,与下偏振片偏振方向相差 90° ,光被吸收,没有光反射回来,也就看不到反射板,在电极部位出现黑色。由此可知,根据需要制作成不同的电极,就可以实现不同内容的显示。图1-4为典型的TN型液晶的结构示意图。

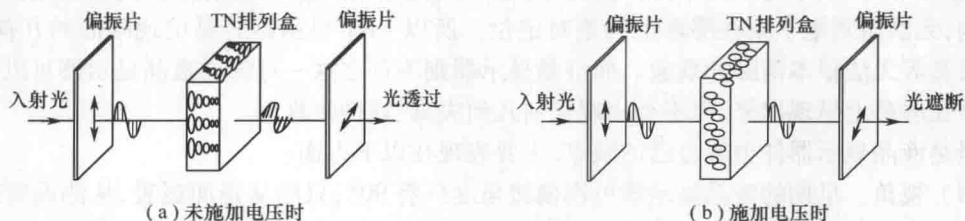


图1-4 TN型液晶显示原理

平时液晶显示器呈透亮背景,电极部位加电压后,显示黑色字、符或图形,这种显示称为正显示。如将图1-4中下偏振片转成与上偏振片的偏振方向一致装配,则正好相反,平时背景

呈黑色,加电压后显示字符部分呈透亮,这种显示称为负显示。负显示适用于带背光源的彩色显示器件。

可见,液晶显示器一个最突出的特点就是其本身不发光,用电来控制对环境照明的光在显示部位的反射(或透射)方法而实现显示。因此在所有的显示器件中,它的功耗最小,在 $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以下,与低功耗的 CMOS 电路匹配最适于各种便携式的袖珍型仪器仪表、微型计算机等作为终端显示用。

液晶显示器根据其应用不同,可以有多种显示模式。常见的有扭曲向列相(TN)模式、超扭曲向列相(STN)模式、双层超扭曲向列相(DSTN)模式、宾主(GH)模式、电控双折射(ECB)模式、高分子散射(PDLC)模式等。

液晶显示器件按驱动方式可以分为无源驱动(被动驱动)和有源驱动(主动驱动)。无源驱动方式主要用于早期小尺寸、低像素的字符型显示器件,以及低于 QVGA(320×240)分辨率的小尺寸阵列显示器件。而有源驱动应用于大尺寸、高像素的阵列显示,最典型的就是我们平常接触很多的 TFT-LCD(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)。TFT-LCD 的中文翻译名称就叫做薄膜晶体管液晶显示器。TFT 不是液晶显示的一种模式,而只是液晶驱动的一种方式,就其应用模式来讲,TFT-LCD 采用的液晶显示模式是 TN 模式。液晶显示器需要电压控制来产生灰阶,利用薄膜晶体管来产生电压,以控制液晶转向的显示器,就称为 TFT-LCD。

相对 CRT 显示器来说,液晶显示器天生就拥有以下绝对优势:

(1) 零辐射,低耗能,散热小。液晶显示器的显示原理是通过扭转液晶像素中的液晶分子偏转角度而实现还原画面的,其像 CRT 那样内部具有超高压元器件,不至于出现由于高压导致的 X 射线超标。而且机器结构电路简单,模块化以及芯片的高集成化足以把电路工作时产生的电磁辐射降到最低。这样的设计直接降低了电路的功耗,发热量也非常小。液晶显示器虽然在工作时可能产生轻微的电磁辐射,但是很容易通过屏蔽电路解决。而 CRT 显示器由于考虑到散热,不得不在屏蔽罩上钻孔导致辐射的泄漏。

(2) 纤薄轻巧。正是液晶显示器的出现,才令手提电脑的发明成为可能。以 15 英寸的显示器比较,CRT 显示器的深度一般接近 50cm,而液晶显示器的深度却不到 5cm。随着消费观点以及居住环境的改变,人们对家用电器产品的体积以及重量要求越来越高。液晶显示器以其纤薄轻巧的天生优势成为最有可能打破 CRT 显示器垄断地位的显示器件。

(3) 精确还原图像。液晶显示器采用的是直接数码寻址的显示方式,它能够将显卡输出的视频信号经过 A/D 转换之后,根据信号电平中的“地址”信号,直接将视频信号一一对应在屏幕上的液晶像素上显示出来。而 CRT 显示器靠偏转线圈产生电磁场来控制电子束在屏幕上周期性的扫描来达到显示图像的目的。由于电子束的运动轨迹容易受到环境磁场或地磁的影响,无法做到电子束在屏幕上的绝对定位。所以 CRT 显示器容易出现画面的几何失真、线性失真等无法根本消除的现象。而液晶显示器则不存在这一可能。液晶显示器可以把画面完美地在屏幕上呈现出来,而不会出现任何几何失真、线性失真。

但是液晶显示器件也有自己的缺点,主要表现在以下方面:

(1) 视角。早期的液晶显示器可视偏转角度只有 90° ,只能从正面观看,从侧面看就会出现较大的亮度和色彩失真。现在市面上的液晶显示器可视偏转角度一般在 140° 左右,对于个人使用来说已足够了,但如果几个人同时观看,失真的问题就显现出来了。

(2) 响应时间。响应时间是液晶显示器的一个特殊指标。液晶显示器的响应时间指显示器各像素点对输入信号反应的速度,响应时间短,则显示运动画面时就不会产生影像拖尾的现

象。这一点在玩游戏、看快速动作的影像时十分重要。足够快的响应时间才能保证画面的连贯。目前,市面上一般的液晶显示器,响应时间与以前相比已经有了很大的突破,但是仍旧无法满足对 3D 游戏和高质量 DVD 电影播放的要求。

(3) 亮度和对比度低。要打电筒吗? 这句笑话说的是液晶显示器的亮度和对比度。由于液晶分子不能自己发光,所以,液晶显示器需要靠外界光源辅助发光,一般来讲 $140\text{lm}/\text{m}^2$ 才够。有些厂商的参数标准和实际标准还存在差距。这里要说明一下,就是一些小尺寸的液晶显示器以往主要应用于笔记本电脑中,采用两灯调节,因此它们的亮度和对比度都不是很好。

现在的液晶显示器件正处于技术成熟时期,新的技术不断涌现,其缺点也逐渐被克服,制造成本逐渐降低,已成为取代 CRT 显示器的主流显示器件。

1-1-2 等离子体显示器

在目前研究较多的平板显示器件中,等离子体显示器件(Plasma Display Panel, PDP)具备许多独特的优点:①易实现大屏幕显示;②具有记忆特性,可实现高亮度;③视角可达 160° ;④对比度大,已实现 500:1;⑤响应速度快,灰度可超过 256 级,色域与 CRT 相近;⑥寿命长,单色 PDP 已达 10^5h 以上,彩色 PDP 已实现 $3 \times 10^4\text{h}$ 以上;⑦制作工艺简单,投资小;⑧环境性能优异等。

PDP 是利用惰性气体在一定电压的作用下产生气体放电,形成等离子体,而直接发射可见光,或者发射真空紫外线(Vacuum Ultraviolet, VUV)进而激发光致发光荧光粉而发射可见光的一种主动发光型平板显示器,见图 1-5。而等离子体(Plasma),是指正负电荷共存,处于电中性的放电气体状态。

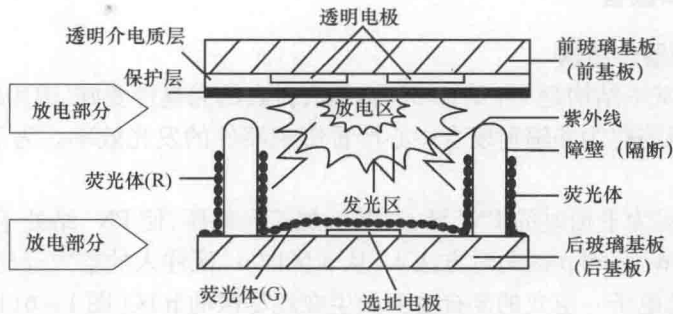


图 1-5 PDP 的工作原理

单色 PDP 通常直接利用气体放电时发出的可见光来实现单色显示,其放电气体一般选择纯氖气(Ne)或氖氩混合气(Ne-Ar)。彩色 PDP 则通过气体放电发射的真空紫外线照射红、绿、蓝三基色荧光粉,使荧光粉发光来实现彩色显示,其放电气体一般选择含氙的稀有混合气体,如氖氙混合气(Ne-Xe)、氦氙混合气(He-Xe)或氦氖氙混合气(He-Ne-Xe)等。

等离子体显示器发展到今天,已经走过了 90 多个春秋。早在 1921 年,美国电报电话公司贝尔实验室就制作了一台 $60\text{cm} \times 75\text{cm}$ 、具有 50×50 个发光单元的气体放电发光显像装置用来演示直播电视,这实际上是最早的等离子体显示器。但最具历史性的突破发生在 1964 年,美国伊利诺伊大学教授 Bitzer 和 Slottow,制作出具有存储特性的 AC-PDP。1966 年,Bitzer 教授利用交流气体放电现象发明的等离子显示屏,进入了该年度美国工业 100 项发明奖行列,一般认为这是世界上第一块等离子体显示器。基于这项发明的单色 PDP 在此后的十几年间不断发展。