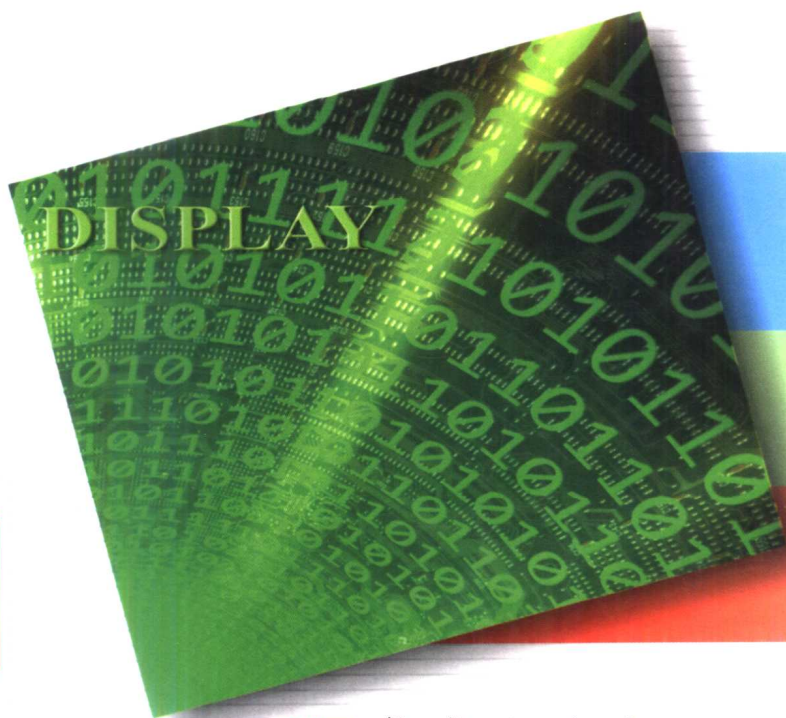


前沿显示技术丛书

〔日〕小林骏介 内池平树 谷 千束

# 彩色液晶显示

〔日〕堀 浩雄 铃木幸治 主编



41.9  
52

 科学出版社  
www.sciencep.com

## 图字:01-2002-5302号

Original Japanese language edition

Series Sentan Display Gijutsu(2);Color Ekisho Display

By Hiroo Hori, Kouji Suzuki

Copyright © 2001

Published by Kyoritsu Shuppan Co., Ltd.

Chinese version Published by Science Press, Beijing

Under license from Kyoritsu Shuppan Co., Ltd.

Copyright © 2003

All rights reserved

シリーズ先端ディスプレイ技術2

カラー液晶ディスプレイ

堀 浩雄 鈴木幸治 共立出版(株) 2001

### 图书在版编目(CIP)数据

彩色液晶显示/(日)堀 浩雄,铃木幸治主编;金珍裕译.

—北京:科学出版社,2003

(前沿显示技术丛书)

ISBN 7-03-010966-X

I. 彩… II. ①堀… ②铃…③金… III. 液晶显示 IV. TN141.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 093936 号

责任编辑 崔炳哲 责任制作 魏 谨

责任印制 刘士平 封面设计 李 力

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

珠海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

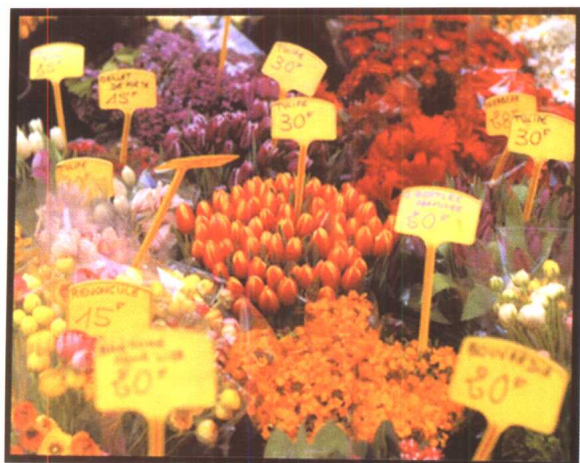
2003年3月第一版 开本:A5(890×1240)

2003年3月第一次印刷 印张:8 1/8 插页:2

印数:1—5 000 字数:234 000

定 价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)



(a) 数字静物摄像机用透射型 LCD



(b) 手机用超低功耗反射半透射型 LCD

彩图 4.1 MIM-LCD (照片提供: 精工爱普生(株))(参见正文 4.2 节)



6.3 英寸 XGA ( 202 ppi )



4 英寸 VGA ( 200 ppi )

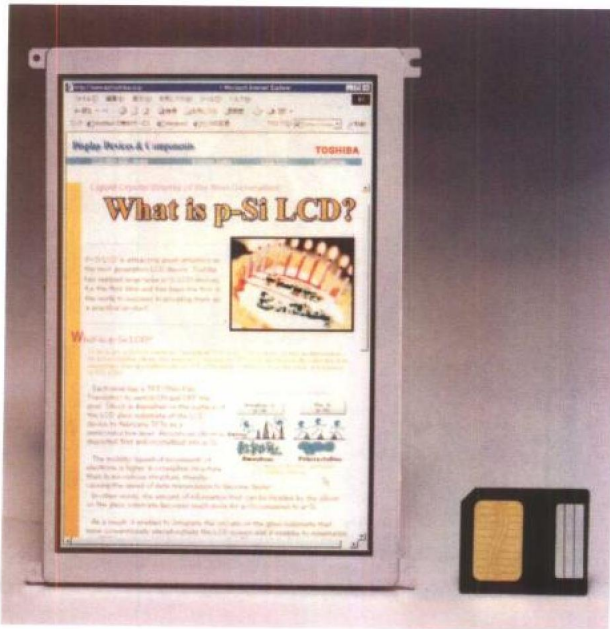


10.4 英寸 UXGA ( 192 ppi )

彩图 4.2 高分辨率低温 p-Si TFT-LCD

VGA ( 640 × 480 像素 )、XGA ( 1 024 × 768 像素 )、UXGA ( 1 600 × 1 200 像素 )

( 照片提供: ( 株 ) 东芝 ) ( 参见正文 4.3 节 )



彩图 4.3 低温 p-Si TFT-LCD 和 7.7 英寸 e-Book

( 照片提供: ( 株 ) 东芝 ) ( 参见正文 4.3 节 )





彩图 5.1 反射型彩色液晶显示器 (R-OCB 模式)

(照片提供: 东北大学研究生院工学研究科电子工程专业内田龙男研究室)(参见正文 5.2 节)

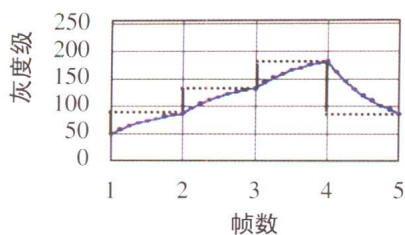


彩图 5.2 在直射阳光下的反射型彩色液晶显示器

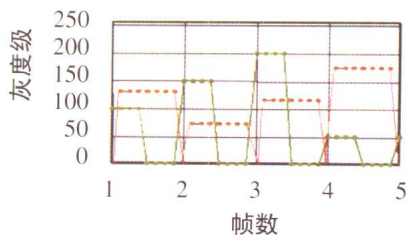
(左: 反射型 R-OCB 模式; 右: 透射型 TN 模式)

(照片提供: 东北大学研究生院工学研究科电子工程专业内田龙男研究室)(参见正文 5.2 节)

● TN 液晶 ( 响应速度: 30ms )

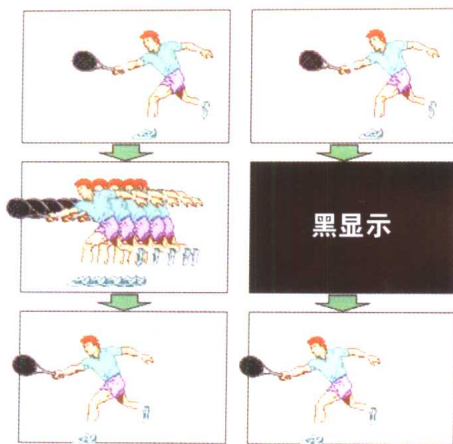


● 高速液晶 ( 响应速度: 3ms )



保持显示

脉冲显示



彩图 5.3 动态图像的高品质显示方式 ( 参见正文 5.6 节 )



彩图 6.1 20 英寸液晶彩色电视机  
用数字驱动器驱动上下左右 160° 的宽视角面板  
( 照片提供: 夏普 ( 株 ) ) ( 参见正文 6.6 节 )

## 中译本序

---

全世界第一只球形彩色显示布劳恩管(CRT)于1950年问世。当时因为它的体积大、重量重,而且还拖了一个“尾巴”,所以就有人认为不超过10年,它就会被某些平板显示器(FPD)所替代。殊不知,体积和重量不是它的缺点,而是它存在的问题,如CRT电视机只能做到40英寸<sup>1)</sup>以下。但人们关心的是屏幕上显示图像的质量,如亮度、对比度、分辨率、视野角、颜色的范围(color area)和响应的时间等综合性的视觉性能。迄今为止,任何平板显示器件的工作性能都不如CRT。而且,由于它的工作原理很巧妙,本身及相应配合线路也简单,成本低,所以在显示器件中,CRT的性能价格比是最佳的。预计今后它将以5%的年递增率向前发展。

然而,到了1983年,日本一个钟表厂的科技人员对传统反射型的液晶显示器(LCD)作了一些改进,除偏光片外,又在其背面加上了背景光源,在前面加上了微型彩色滤光片,改变为透射型彩色LCD。从此开创了平板显示的新纪元。接着,日本政府又组织企业和高等院校的研究所,共同攻关,先后投资达200亿美元,在此基础上研制出薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)。如今TFT-LCD已逐步替代了计算机显示器的彩色显示管(CDT),并向大屏幕发展,进入TV领域,现已形成一个庞大的显示器件产业。日本政府对彩色等离子体显示板(PDP)也很重视,在1994年又组织29个企业和高等院校的研究所,成立了一个大同盟,分工合作攻克技术难关,目的是研制出用于高清晰度电视(HDTV)的PDP,先后投资达50亿美元。PDP不仅用于

---

1) 1英寸 $\approx$ 2.54厘米。下同。

HAC, 09

40 英寸以上的彩色显示器,还能用作 30 英寸显示器。它已进入家庭用显示器领域,并成为—个新兴显示器件产业。不过由于它的成本高,—时难以普及。最近还出现了有机发光二极管平板显示器(OLED)及场发射显示器(FED),可用于可视移动电话及小型显示器。在大屏幕及特大屏幕的显示器方面,除了传统的 CRT 投影外,还有硅基液晶显示(LCOS)及数字微镜显示(DMD),在技术上也日新月异。各种显示器的应用范围不断扩大,争夺未来潜在的大市场。2002 年全世界显示器件销售额约为 500 亿美元,估计到 2026 年将达 5000 亿美元。其竞争之激烈,日本人称之为显示器的“战国时代”,美国人喻之为“类似想象中的第三次世界大战”。

“前沿显示技术”丛书是在上述背景下组织撰写的。我曾翻阅了这套丛书的全部章节,并阅读了原日立公司 CRT 事业部总工程师山崎映—先生所撰写的《发光型显示(上)》,举一反三,我有下列的一些感想:

1. 这套丛书均由日本相关领域的权威或者仍在第一线工作的专家所撰写,由于有切身体会,所以对各种器件的工作原理、结构、工艺和发展的方向的叙述深入浅出,着重于物理概念的叙述,没有繁复的公式推导。

2. 丛书中的《显示技术基础》—书,是显示器件工作者所必须具备的基本知识。该书内容包括有特性的观测和应用,尤其对测光测色、CIE 色坐标及均等色坐标、白场色温的测定和计算等,在—般资料中是很难找到的。

3. 丛书各册的作者对本专业的叙述比较客观,没有对本专业的发展过分夸大。

4. 这套丛书对从事各种显示器(件)研制开发的各个层次的科技工作者,都是有益的精神食粮。对高层的业务领导、管理干部或者专家,通读—遍可以起到“know something about every thing”(知其然)的作用,对领导者在技术发展方向和企业发展方向的决策方面会有所帮助。对初学者精读—遍可以起到“know



everything about some thing”(知其所以然)的作用,也就是帮助入门者达到“升堂入室”的作用。

总之,这套丛书由科学出版社组织翻译出版,对我国显示器件的科研、生产、应用将起到积极的和良好的作用。

中国工程院院士



2003年1月

## 丛书编辑委员

- 小林骏介 山口东京理科大学研究生院基础工学研究科教授  
该大学液晶研究所所长、工学博士
- 内池平树 佐贺大学理工学部教授、工学博士
- 谷 千束 日本电气(株)功能器件与材料研究本部主任技师

## 执笔者一览

- 安间元哉 [CORNING JAPAN(株)CORNING 研究所] 6.1 节
- 冈田久夫 [夏普(株)显示器研究所] 6.6 节
- 奥村治彦 [(株)东芝研究开发中心] 5.3 节,5.4 节,5.5 节,5.6 节
- 金儿健司 [精工爱普生(株)LT 事业促进中心] 4.2 节
- 小池善郎 [富士通(株)LCD 事业本部] 5.1 节
- 斋藤秀雄 [CHISSO(株)功能材料企划室] 6.2 节
- 铃木幸治 [(株)东芝研究开发中心] 第3章,4.3 节
- 关 秀广 [八户工业大学研究生院] 5.2 节
- 苗村省平 [MERCH JAPAN(株)厚木技术中心] 第2章
- 中川 丰 [旭硝子(株)电子技术开发研究所] 4.1 节
- 樋口义则 [(株)东芝液晶开发中心] 6.5 节
- 平井良典 [OPTREX(株)开发部] 4.1 节
- 藤村保夫 [日东电工(株)光学研究中心] 6.3 节
- 堀 浩雄 [东京工业高等专科学校] 第1章,第3章
- 松嶋敏尔 [大日本印刷(株)显示器产品事业部] 6.4 节

# 《前沿显示技术丛书》序

---

自 19 世纪末发明 CRT(布劳恩管)以来,进入 20 世纪,随着电视广播媒体和计算机等媒体的出现和发展,显示器件产业取得了极大的进步,现在的市场规模已超过了 50 000 亿日元。在众多的显示器中 CRT 仍然保持着霸主地位,而液晶显示器(LCD)则在自计算机出现之后以个人计算机、移动通信市场为中心获得了迅速地发展,开创了今天的个人信息社会。也就是说,CRT 构筑了大众媒体时代的现代工业社会,LCD 则构筑了个人媒体为主导的现代信息社会。现在信息社会和市场已进入众所周知的多媒体时代,已发生了巨大的变革,显示器市场也将随之进一步扩大,并更加多样化。

另一方面,显示技术已不再局限于以前的 CRT 和 LCD, PDP(等离子体显示板)和有机 EL(电致发光效应)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。换句话说,如今的显示器的世界,无论是市场还是技术都处于急剧变化的时期,真可谓百花齐放、争奇斗艳,群雄争霸,前景难料。

“前沿显示技术丛书”的宗旨是,将处于变幻莫测的各种尖端显示技术,以通俗易懂的方式向初次涉足显示技术领域的读者进行介绍。本丛书共分九册,分门别类地介绍各种显示技术,全书内容广泛,从共通的基础知识和技术、各种显示方式的详细技术内容,到主要的应用市场,分别由日本国内各个技术领域的权威人士和长年工作于第一线的专家担任主编和执笔。丛书中《显示技术基础》,主要介绍与视觉、评价有关的显示技术基础知识,这些内容无论是对从事开发、制造的技术工作者还是对使用者都是必须掌握的基本知识。而《彩色液晶显示》、《下一代液晶显示》,将就平板显示器中产业规模极大的 LCD 的主流技术和

新萌芽的技术进行介绍。《发光显示技术》则用两个分册分别讲述以阴极发光为工作原理的各种显示器和各种其他的发光显示器。《高临场感显示》讲述除大屏幕显示器以外的各种新型高临场感显示器。《大屏幕显示》、《数字硬拷贝技术》介绍与显示器有密切关系的电子印刷的有关内容,电子印刷是图像输出常见的一种方式。《显示器的应用》介绍显示器在今后的市场——信息媒体终端设备中的应用状况和前景。

如上所述,显示器正处于“混沌初开、前景难料”的大变革时期,现在出版本丛书相信对从事与显示技术有关的工作的读者,特别是年轻的显示技术工作者和应用系统的开发人员都会具有非常重要的意义。希望本丛书的出版能对日本的显示技术和相应产业的进一步发展多少起点促进作用。

丛书编辑委员

# 前 言

---

自问世以来已有 100 多年历史的布劳恩管(阴极射线管, CRT)一直占据着电子显示器的霸主地位。这是因为它具有极为优异的显示性能和批量生产技术带来的低价格特点。但阴极射线管的缺点也是众所周知的,那就是体积大、工作电压高。为消除这些缺点,并为实现薄型化目标而开展了平板显示器(FPD)的研究开发,目标是使其达到与阴极射线管同样的优异性能。在 FPD 中,液晶显示器(LCD)所取得的一个又一个进展主要表现在如下两个方面:一是实现了低工作电压和低功耗,使之与 CMOS 集成电路的耦合成为可能;二是适应了时代的需求——薄型化,而且改进了对比度,通过使用彩色滤光片谋求实现特性优异的彩色显示。这种“合理的技术”使它的综合性能可与阴极射线管的优异特性相媲美,幸运地是,它的研发与信息化社会同步,并为之所接受。

本书作为“前沿显示技术丛书”的一个分册,在编写时注意做到了让读者把握从液晶的基础知识到实际的 LCD 应用技术的全貌。从内容上兼顾了既要使初学者易于理解,又要对专业研究人员和技术工作者有较大参考价值。另外,对尚处于研究开发阶段中的技术、方式或 LCD,有时只做简单的涉及,详细内容要在本丛书中的《下一代液晶显示》中叙述。本书的执笔者均是日本各自专业领域中的权威人士,而且现在仍活跃在第一线。

本书的第 1 章概括 LCD 的研究开发历史。在这一章,读者将随处可以看到 LCD 与半导体技术的结合,并可以了解到液晶技术因新的相关技术的支持而得以再生。在第 2 章穿插在理论性的论述中详细介绍 LCD 的基础知识——液晶物理性质与光学特性。与此同时,系统地阐述了当液晶作为显示介质应用时

的原理以及 LCD 的基本工作模式。

虽然统称为液晶,但它有各种各样的工作模式和驱动方式。液晶化合物的种类更是数不胜数。因此,在第 3 章则整理、分类介绍了 LCD 的结构和显示方式、种类和驱动方式。

第 4 章介绍已实现实用化并成为主流的 LCD。其中有超扭曲向列(STN)型等简单矩阵方式和使用 MIM(金属-绝缘层-金属)元件和 TFT(薄膜晶体管)元件的有源矩阵方式。在篇幅所容许的范围内,就其结构和制造方法、工作原理、特性和驱动方法等做了较为详尽的介绍。

为扩展 LCD 的新用途,人们一直在进行技术改进。第 5 章介绍 LCD 的应用技术。其中包括:对于液晶缺点——视角小问题的改进,高速响应技术,高清晰度、大型化技术,为便携式信息机所必需的低功耗而开发的反射型,为大屏幕娱乐用电视或在各种放映场所使用的投影式,以及在三维显示及头盔显示器等方面的应用技术。

作为显示器的 LCD 是集多分支工业技术之大成。产业领域的宽广对 LCD 性能的提高和发展带来了机遇。第 6 章就 LCD 的主要组成部件和材料——玻璃基板、液晶材料和取向膜材料、偏振片及其他光学薄膜类、彩色滤光片、照明用背光源、驱动大规模集成电路(LSI)等技术内容作了详细介绍。

被称为**产业之纸**的 LCD 与迄今被称为**产业之米**的集成电路的结合,使 LCD 在 21 世纪将继续发展。不论是工业用还是民用,LCD 作为人机界面,在显示器中将占据不可替代的地位。

若本书能为显示技术及相关产业的进一步发展做出一点贡献,我们将不胜荣幸。



# 目 录

---

<b>第 1 章 液晶显示器的历史</b> .....	1
1.1 液晶工作模式和实用化的进展 ...	3
1.1.1 动态散射模式和最初的 LCD .....	3
1.1.2 对宾-主(GH)模式的期望 ...	3
1.1.3 扭曲向列(TN)模式和 LCD 的正式推出 .....	4
1.1.4 利用超扭曲向列(STN)模式 实现大容量 .....	4
1.1.5 双折射控制(ECB)模式及其 发展 .....	5
1.1.6 高分子分散液晶(PDLC) ——高分子化的第一步 ...	6
1.1.7 存储功能突出的相变(PC) 模式 .....	6
1.1.8 高速响应性突出的铁电 液晶 .....	7
1.2 有源矩阵型 LCD 的发展 .....	7
1.2.1 有源矩阵型的概念 .....	7
1.2.2 有源矩阵方式液晶显示器的 实现 .....	7
<b>参考文献</b> .....	10

<b>第 2 章 液晶的工作原理</b>	12
2.1 液晶的物理性质	13
2.1.1 液晶相	13
2.1.2 介电常数	17
2.1.3 电导率	23
2.1.4 折射率	24
2.1.5 黏性系数	27
2.1.6 弹性模量	30
2.2 界面现象	33
2.2.1 过渡区域有序参数的起伏	33
2.2.2 界面中的液晶分子取向	34
2.3 电场响应	36
2.3.1 由电场感应引起的排列变化	36
2.3.2 排列变化的动态特性	37
2.4 光在液晶介质中的传播	37
2.4.1 在指向矢均匀排列的向列液晶介质中光的传播	37
2.4.2 具有两个起偏镜液晶盒的透射光强度	39
2.4.3 光在以相同指向矢扭曲排列的液晶介质中的传播	40
2.4.4 光在指向矢排列变形的液晶介质中的传播	41
2.5 液晶盒的电气光学效应	42
2.5.1 垂直排列模式	42
2.5.2 水平排列模式	44

2.5.3	扭曲排列模式	46
2.5.4	弯曲排列模式	50
2.6	关于彩色化	51
	参考文献	52
<b>第3章</b>	<b>液晶显示器的结构与种类</b>	54
3.1	液晶显示器的结构与特点	54
3.2	液晶显示器的显示方式与种类	55
3.2.1	直观式显示方式	55
3.2.2	投影式显示方式	58
3.3	驱动方式	61
3.3.1	静态驱动	61
3.3.2	简单驱动	62
3.3.3	有源矩阵驱动	63
3.3.4	光束扫描驱动	65
	参考文献	65
<b>第4章</b>	<b>实际的液晶显示器</b>	67
4.1	简单矩阵驱动型	67
4.1.1	概 述	67
4.1.2	TN、STN 盒的制造工艺	68
4.1.3	驱动方法	69
4.1.4	STN 最近的技术动向	76
4.1.5	铁电液晶	78
4.1.6	反铁电液晶	82
4.2	用 MIM 元件的有源矩阵驱动型	83
4.2.1	MIM(TFD)元件的结构与	