

前沿显示技术丛书

〔日〕小林骏介 内池平树 谷 千束

下一代液晶 显示

〔日〕小林骏介 主编



373
61

 科学出版社
www.sciencep.com

前沿显示技术丛书

下一代液晶显示

〔日〕小林骏介 主编
乔双 高岩 译

科学出版社
北 京

图字:01-2002-5301 号

Original Japanese language edition
Series Sentan Display Gijutsu(3) Jisedai Ekisho Display
By Shunsuke Kobayashi
Copyright © 2000
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3

次世代液晶ディスプレイ

小林駿介 共立出版(株) 2000

图书在版编目(CIP)数据

下一代液晶显示/(日)小林駿介主编;乔双,高岩译. —北京:科学出版社,2003

(前沿显示技术丛书)

ISBN 7-03-011094-3

I. 下… II. ①小… ②乔…③高… III. 液晶显示器

IV. TN141.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 108707 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>

源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

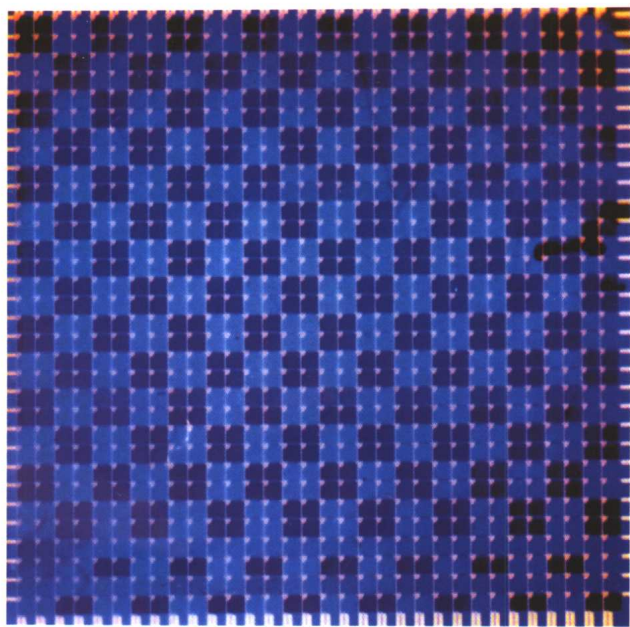
2003 年 4 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2003 年 4 月第一次印刷 印张: 5 7/8

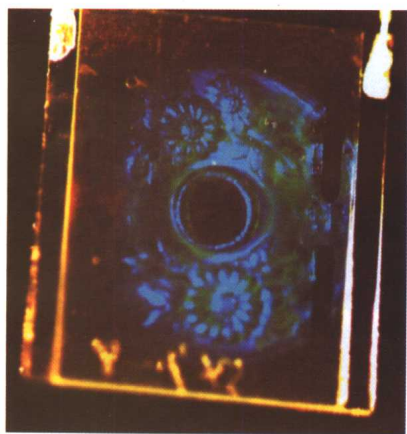
印数: 1—5 000 字数: 152 000

定 价: 17.00 元

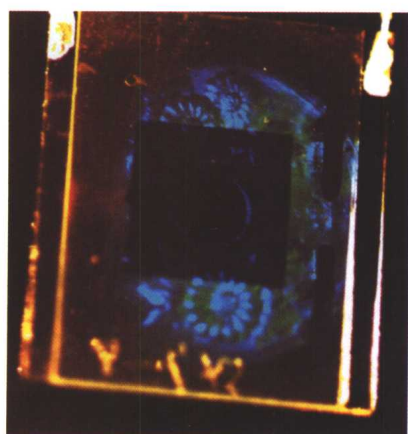
(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)



彩图 7.1 由 TFT 驱动的 1.3 英寸角单色显示板^[9] (参见正文 89 页)

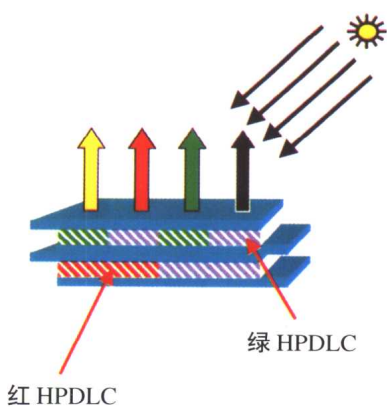
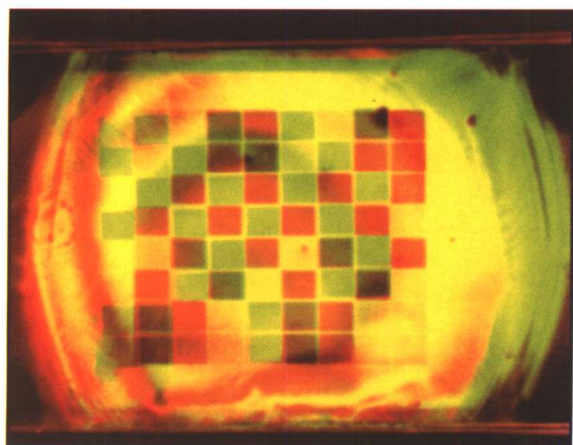


(a) 反射状态

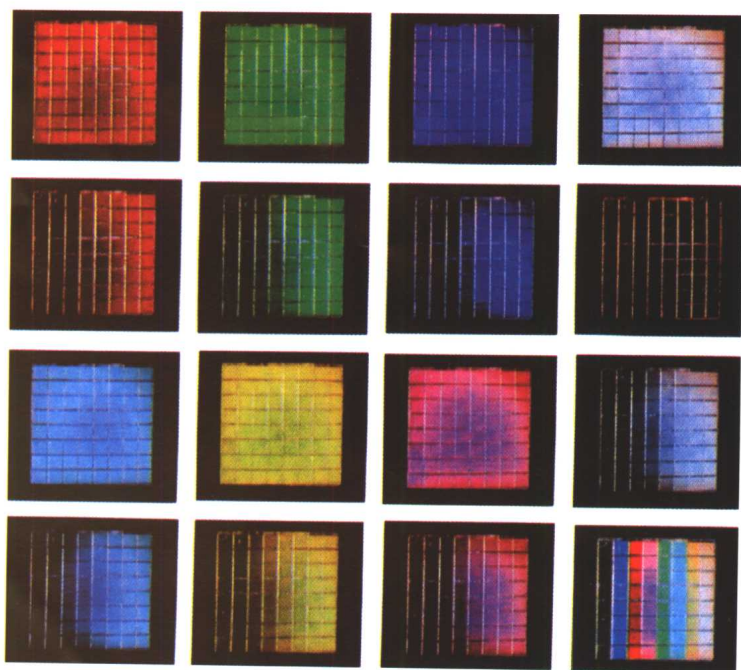


(b) 由于加了电压四边形的电极部分显现透明状态

彩图 7.2 在 HPDLC 上记录的 50 日元硬币的全息图 (参见正文 91 页)



彩图 7.3 层叠的两片 (红·绿) 存储器型 HPDLC^[13] (参见正文 93 页)



彩图 8.1 采用 PS-FLC 单元的场顺序全彩色显示例子 (参见正文 110 页)
(照片提供: 山口东京理科大学液晶研究所)

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¹⁾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像管(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,成立了一个大联盟,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。

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,并成为一个新兴显示器件产业。不过由于它的成本高,一时难以普及。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一先生所撰写的《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》一书,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,在一般资料中是很难找到的。

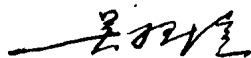
3. 丛书各册的作者对本专业的叙述比较客观,没有对本专业的发展过分夸大。

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,通读一遍可以起到“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。对初学者精读一遍可以起到“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、材料研究本部主任技师

■执笔者一览

- 田中孝昭 (精工爱普生(株)) 第1章
- 森 裕行 (富士胶卷(株)) 第2章
- 饭村靖文 (东京农工大学工学部) 第3章
- 古江广和 (科学技术振兴事业团) 第4章
- 小林骏介 (山口东京理科大学液晶研究所) 第4章 第8章
- 竹内清文 (大日本墨水化学工业(株)) 第5章
- 望月昭宏 (Displaytech, Inc.) 第6章
- 伊达宗和 (日本电信电话(株)) 第7章
- 高桥泰树 (工学院大学工学部) 第8章
- 细谷守男 (HOYA(株)) 第9章
- 池田富树 (东京工业大学资源化学研究所) 第10章
- 堤 治 (东京工业大学资源化学研究所) 第10章

《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重要市场——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

如今,信息技术(IT:Information Technology)渗透于社会所有领域,在各领域中,液晶显示器(LCD)作为信息表示手段,发挥着重要作用。尤其今后借助信息通信网络的发展,以及数字化广播的实施,LCD的作用将会更大。在计算机显示器、电视,以及录像机等音频可视(AV)设备上,LCD已经被广泛地采用。在这些显示设备中,都有效地利用了LCD的优点:①低电压驱动;②低功耗;③平板型结构(节省空间,携带方便);④彩色显示等。下一代LCD就是有效地利用“有机液晶”拥有的多样性,并具有①低功耗;②动态图像、高分辨率等高画质特性;③信息处理功能和显示功能的融合等优点,而这些优点中的任一条都体现了显著的新颖性。

对本书而言,与其说是介绍至今还未知的技术,不如说如果重新认识,就可能会产生新技术。这种观点就是产生下一代LCD的出发点,技术这种事物,需要有人去发明,有人去培育,而且创造本身往往不是一步,而是多步。如果没有这些,技术就不会发展,本书所介绍的技术,有的已经被应用。

本书的内容,如目录所示,共10章,分别由目前仍在第一线的诸位专家执笔。

撰写本书的目的是希望创造出下一代LCD,并投入生产和继续发展。如果本书能对要创造新型LCD的读者起到一定作用,笔者会深感荣幸。

小林骏介

目 录

第 1 章	双稳态液晶显示器(LCD)	1
1.1	概 述	1
1.2	利用液晶结构变化的方式	2
1.3	改变液晶旋转角的方式	3
1.4	利用基板表面形状的方式	5
1.5	利用束缚界面弱的性质	7
1.6	双稳态 LCD 的课题和特征	9
	参考文献	9
第 2 章	扭曲向列 LCD	11
2.1	概 述	11
2.2	液晶取向状态	12
2.3	动态特性	14
2.4	光学特性	15
2.5	实现宽视角的光学补偿法	17
2.6	存在光栅电极时元件内部的 取向状态	22
2.7	今后的发展方向	25
	参考文献	25
第 3 章	采用无定形结构的反射型 LCD	27
3.1	概 述	27

3.2	无定形取向的定义	28
3.3	采用无定形取向的反射型宾-主 LCD	30
3.3.1	正常黑色显示模式 GH-LCD	31
3.3.2	正常白色显示模式 GH- LCD	35
3.4	采用无定形取向的单偏光板 反射型 TN-LCD	37
3.5	小 结	42
	参考文献	43

第 4 章	铁电 LCD	44
4.1	概 述	44
4.2	表面稳定化 FLCD	48
4.3	高分子稳定化 FLCD	49
4.4	反铁电液晶显示器	52
4.5	V 字特性 LCD	52
4.6	FLCD 系列的响应时间	53
4.7	FLCD 系列的新技术	54
4.7.1	借助光取向无缺陷 FLCD 的制作	54
4.7.2	FLCD 系列的 TFT 切换	54
4.8	前景展望	55
	参考文献	55

第 5 章 高分子分散型 LCD	57
5.1 概 述	57
5.2 光散射型 LCD 和高分子稳定 型 LCD	57
5.3 制作方法	60
5.4 光散射型 LCD 的电光学特性 ...	61
5.4.1 光散射特性	61
5.4.2 电光学特性	66
5.5 高分子界面上的液晶取向	67
5.6 前景展望	71
参考文献	71
 第 6 章 微型 LCD	74
6.1 概 述	74
6.2 微型 LCD 的介绍	75
6.3 微型 LCD 的历史	75
6.4 硅底片微型 LCD 的结构	76
6.5 微型 LCD 的驱动模式	79
6.6 微型 FLCD	82
6.7 微型 LCD 的应用扩展	83
6.8 微型 LCD 的课题和前景	85
参考文献	86
 第 7 章 全息照相高分子分散型 LCD	87
7.1 概 述	87
7.2 HPDLC 的基本结构和工作 原理	88

7.2.1	HPDLC 的结构和工作	88
7.2.2	制作方法	89
7.2.3	彩色显示器的结构	91
7.2.4	基本 HPDLC 的各种特性	91
7.3	存储型 HPDLC	93
7.3.1	存储型 HPDLC 的定义	93
7.3.2	存储型 HPDLC 的工作	93
7.3.3	存储型 HPDLC 的特性	93
7.4	对 HPDLC 的分子取向控制	94
7.4.1	取向控制的必要性	94
7.4.2	借助外加应力的取向控制	94
7.4.3	采用液晶聚合物的取向控制型 HPDLC	95
7.5	采用透射型 HPDLC 的显示器件	96
7.6	小 结	97
	参考文献	97

第 8 章 借助场序法的全彩色 LCD 99

8.1	显示器的彩色显示方式	99
8.2	借助场序法的彩色显示器的历史	101
8.3	借助 LCD 场序法的全彩色显示器	102
8.3.1	显示原理	102
8.3.2	液晶元件	103
8.3.3	背光源	104

8.4	颜色分层现象	105
8.5	采用全彩色 LCD 的驱动时钟 ...	106
8.6	显示实验的例子	109
8.7	小 结	111
	参考文献	111
第 9 章	光、热地址型 LCD	113
9.1	概 述	113
9.2	透射和散射	113
9.3	热地址型液晶	115
9.4	热地址型 LCD 和 LALCD	117
9.5	用于 LALCD 的液晶及其工作 模式	118
9.6	LALCD 的特征	121
9.7	激光吸收装置和扫描速度的 提高	124
9.8	LALCD 的应用	131
	参考文献	137
第 10 章	光写入技术	140
10.1	概 述	140
10.2	液晶空间光调制器(LC-SLM)	141
10.3	利用光化学反应的向列液晶 体系的光写入	142
10.3.1	宾-主向列结构液晶的 光相变	142
10.3.2	(高分子/液晶)复合膜的	