

前沿显示技术丛书

〔日〕小林骏介 内池平树 谷 千束

高临场感显示

〔日〕谷 千束 主编



73
31

 科学出版社
www.sciencep.com

前沿显示技术丛书

高临场感显示

〔日〕谷 千束 主编
薛培鼎 译

科学出版社
北 京

图字:01-2002-5249 号

Original Japanese language edition
Series Sentan Display Gijutsu(6) kou-rinjou kan Display
By Chizuka Tani
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6

高臨場感ディスプレイ

谷 千束 共立出版(株) 2001

图书在版编目(CIP)数据

高临场感显示/(日)谷 千束主编;薛培鼎译. —北京:
科学出版社, 2003
(前沿显示技术丛书)
ISBN 7-03-011021-8

I. 高… II. ①谷… ②薛… III. 显示技术 IV. TN27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106304 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 3 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2003 年 3 月第一次印刷 印张: 5 7/8

印数: 1—5 000 字数: 150 000

定 价: 17.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

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,成立了一个大联盟,分工合作攻克技术难关,目的是研制出用于高清晰度

1) 1英寸 $\approx$ 2.54cm。下同。

电视(HDTV)的PDP,先后投资达50亿美元。PDP不仅用于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,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—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。

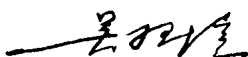
3. 丛书各册的作者对本专业的叙述比较客观,没有对本专业的发展过分夸大。

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)功能器件与材料研究本部主任技师

■ 执笔者一览

- 安东孝久 [三洋电机(株)Hyper Media 研究所] 3.2 节
- 饭沼俊哉 [三洋电机(株)Hyper Media 研究所] 2.1 节, 3.2 节, 3.3 节
- 井上益孝 [三洋电机(株)Hyper Media 研究所] 3.1.1 节
- 谷 千束 [日本电气(株)功能器件研究所] 1.1 节, 结束语
- 研野孝吉 [奥林巴斯光学工业(株)光学技术部] 2.3 节, 3.1.2 节
- 畑田丰彦 [东京工艺大学工学部] 1.2 节
- 增谷 健 [三洋电机(株)Hyper Media 研究所] 2.2 节
- 松浦重明 [日电电子(株)器件与技术营业统辖部] 2.4 节, 3.1.3 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

显示器的基本作用是把自然视角空间或人工视角信息准确而舒适地传达给人。纵观显示器发展沿革情况可以看出,其追求目标有如下三条:

- (1) 追求高质量的图像效果;
- (2) 追求可视性;
- (3) 追求方便性。

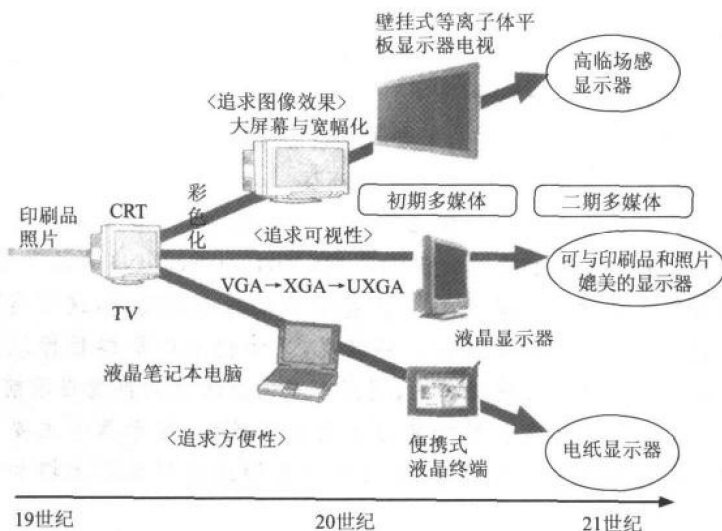


图 1 显示器发展的趋势

如图 1 所示,以黑白小型 CRT 为起点,在“追求图像效果”这一目标上,是以电视广播的显像为主要目的,逐步向彩色 CRT、大屏幕或宽幅 CRT,以及近年来的等离子高清晰度电视

(HDTV-PDP)发展;在“追求可视性”这一目标上,是以计算机终端或个人计算机等数据图像的正确精密显示为主要目的,逐步向视频图像阵列级分辨率(VGA)、扩展图像阵列级分辨率(XGA),以及最新的超扩展图像阵列级分辨率(UXGA)发展;在“追求方便性”这一目标上,则是向着用于笔记本电脑的单体LCD、彩色薄膜三极管液晶显示器(TFT-LCD),以及用于便携设备的反射型彩色LCD发展。如果进一步推测下一代显示器的发展趋势,可以预料,“追求图像效果”方面将实现完美图像效果的“高临场感显示器”;“追求可视性”方面将实现“可与印刷品和照片媲美的显示器”;“追求方便性”方面将实现既像纸张那样携带方便又有运算功能的“电纸显示器”。

这里,我们可以按以下两种类型来想像高临场感显示器的概念:

(1) 能更忠实地再现人们用眼睛所看到的事物,给观众以犹如身临其境的高级感受;

(2) 能使观众产生自己就置身于由计算机图形学(CG)等方法所创制的虚拟图像空间之中的高度一体感。

前者是迄今为止的实拍图像显示的延伸,后者则是相当于以数字CG技术为基础的虚拟现实(Virtual Reality)的显示等。特别是就第一种类型而言,由于显示技术的不断改进,这种类型已经成为人们的追求目标。可以说,显示技术的最终目标就是要让人们用眼睛直接看到的、视野很宽的三维空间再现在眼前。

为了使临场感在原有基础上大幅度提高,显示器的主要功能应考虑像图2所示那样,在历来的临场感表现要素上增加如下三个要素,即

(1) 接近人眼视野的广角画面,即宽视角;

(2) 能表现纵深及运动(位置)视差等的立体显示功能,即立体视;

(3) 接近人眼分辨率的高清晰度。

在具备这些功能的显示器上,显示如图2中间方框内所示类型的具有高临场感的图像内容,就能够获得更高的临场感。

而通过以前所得不到的那些新的感官响应、亲临图像空间那样的一体感,以及有景深的被摄体内容,就可能达到更高的可视性。

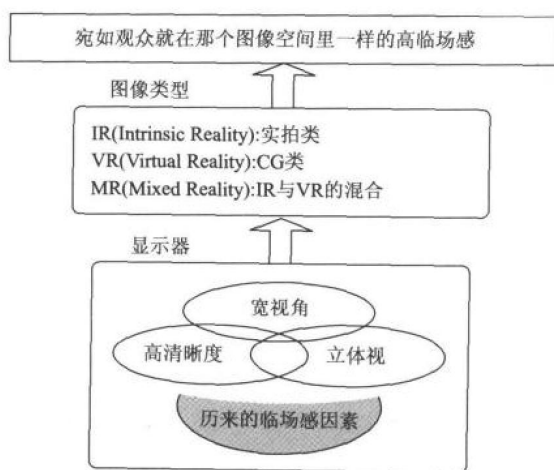


图2 高临场感显示与效果

高临场感显示器是显示器的新类型,尽管其性能还不完善,但在日本已经被娱乐界积极采用,卫星数字广播中的立体电视广播频道也已经开播。此外,人们已经开始积极研讨它在产业和教学领域的各种虚拟现实系统中的应用。对高临场感显示器的社会广泛需求必将创建一个与图像有关的庞大产业。与此同时,还可望创造出新的世纪图像文化。

本书由高临场感图像的知觉与显示器的关系、各种方式中的显示技术及应用和当前课题三章组成,分别由各领域的专家就相关技术进行了详细介绍。

谷 千 束

目 录

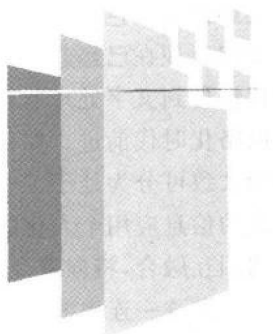
第 1 章 高临场感图像与显示器	1
1.1 图像信息媒体环境与显示器	
发展方向	1
1.1.1 信息媒体与显示器的发展	1
1.1.2 图像媒体与显示器的发展	4
1.1.3 高临场感显示器	7
1.2 高临场感知觉与显示器功能	10
1.2.1 再现“实物存在感与自然感” 的显示器功能	11
1.2.2 再现“融合与震撼感”的 显示器功能	17
1.2.3 再现“立体感与操作性”的 显示器功能	25
参考文献	30
 第 2 章 显示方式与显示技术	 32
2.1 高临场感显示器的分类和概要	32
2.1.1 宽视角	32
2.1.2 立 体	34
2.1.3 高清晰度	35
2.2 立体显示器	36
2.2.1 立体视的原理	36
2.2.2 立体显示器的分类	37

2.2.3	利用视差信息的立体显示器 ——眼镜方式	39
2.2.4	利用视差信息的立体显示器 ——非眼镜方式	44
2.2.5	利用纵深信息的立体显示器 ——DFD方式	54
2.2.6	利用波面信息的立体显示器 ——全息方式	55
2.2.7	未来立体显示器的展望	57
2.3	头盔显示器	57
2.3.1	HUD的诞生	58
2.3.2	HUD的发展	61
2.3.3	HMD的光学系统(需要中 继光学系统的理由)	63
2.3.4	目镜光学系统的改进	66
2.3.5	眼间距	71
2.3.6	显示器件	74
2.3.7	支撑机构	81
2.3.8	HMD的未来	85
2.4	环壁型显示器	88
2.4.1	环壁型显示器概要	88
2.4.2	主要的系统结构及特点	93
2.4.3	环壁型显示器的现状与未来	102
	参考文献	103
第3章	应用及当前课题	105
3.1	高临场感显示器的应用	105

3.1.1	立体显示器	105
3.1.2	头盔显示器	114
3.1.3	环壁型显示器	120
3.2	高临场感的类型	126
3.2.1	高临场感类型的概况 ...	126
3.2.2	实拍领域	127
3.2.3	CG 领域	133
3.2.4	MR 领域	141
3.2.5	当前课题	144
3.3	生理影响方面的课题	145
3.3.1	生理影响	146
3.3.2	生理影响的主要因素 ...	147
3.3.3	小 结	157
参考文献		157
结束语		163
索 引		165

第 7 章

高临场感图像与显示器



1.1 图像信息媒体环境与显示器发展方向

1.1.1 信息媒体与显示器的发展

1. 发展概貌及相关演变

图 1.1.1 示出了始于电气通信革命的信息通信媒体的发展与显示

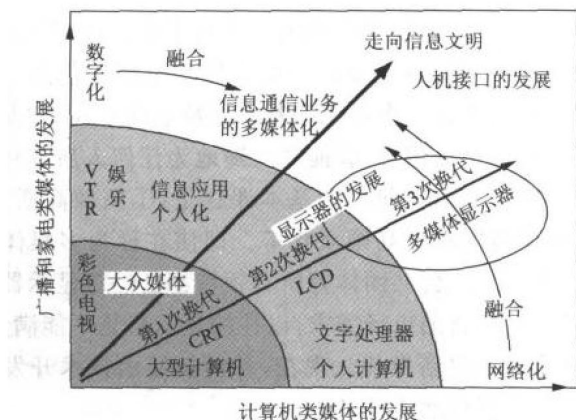


图 1.1.1 信息媒体和显示器的发展

器换代更新之间的总体关系^[1],图中,纵轴表示广播和家电类媒体的发展推移情况,横轴表示计算机类媒体的发展推移情况。如图所示,广播家电类媒体从彩色电视时代推移到磁带录音机(VTR)和电视娱乐时代之后,正向着现在已经起步的数字化时代发展;计算机类媒体从大型计算机时代推移到文字处理器和个人计算机时代之后,正向着以因特网为代表的网络化时代前进。如果把二者合起来作为一个整体,20 世纪的信息社会大致可分为处于工业文明前期的大众媒体时代和从工业文明后期到现在的信息应用个人化的时代。进而,通过两类媒体在数字化和网络化上的相互融合,将向着今后的多媒体时代发展。

在这一连串的信息媒体发展当中,单就显示器发展来说,是 CRT 发明所导致的第一次显示器换代支持了大众媒体时代。这一时代里,图像信息源主要是电视广播,CRT 从黑白显示发展为彩色显示,进而又发展为现在的高清晰度显示,促进了广播图像的高质量化。LCD 是 CRT 之后的平板显示器的领头羊,它导致了第二次显示器换代,促进了信息应用向个人化时代的发展。这一时代的新的图像信息源与计算机密切相关。LCD 首先在电子手表和计算器中得到了应用,随后又几经技术上的更新,在伴随着计算机技术发展而出现的文字处理机和笔记本电脑中作为显示器得到了广泛应用。就像人们常说的“企业形象招牌”一样,LCD 已成为代表日本科技实力的重要产业之一。

现在正值从信息个人化的时代向未来的真正多媒体时代发展的过渡时期,下一代的多媒体系统将是能使一般图像和电影等信息服务变成成为更高级、更丰富多彩的系统。多媒体的基本新特点在于:①它是多种媒体的综合,②能更实时地传送信息,③能随时随地为任何人所享用。这些特点作为一种要求,带给显示器研发的基本课题是:①图像高质量化,②高临场感化,③针对便携要求的高画质化等。即使在称为多媒体时代初期的现在,个人、家庭、企业、公共团体等所有领域都已经对显示器市场提出了上述需求。对于这些新的市场需求,以往的显示器是不能满足的,这就要求显示器技术第三次更新换代。现在,各种新显示技术开发和实用化研究的竞争已经轰轰烈烈地展开了。